

Untersuchungen an Abwasserteichanlagen im Land Sachsen-Anhalt (2006)

Projektleitung: **Prof. Dr.-Ing. M. Barjenbruch**

Projektbearbeitung: **Dipl. Geogr. K. Teschner**

Technische Universität Berlin
Institut für Bauingenieurwesen
Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft
Gustav-Meyer-Allee 25
13355 Berlin

Berlin, März 2007

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung	4
2 Abwasserteichanlagen in Sachsen-Anhalt	5
2.1 Entwicklungsstand des Einsatzes von Abwasserteichanlagen.....	5
2.2 Entwicklung der Betriebsergebnisse aus den behördlichen Überwachungen.....	5
3 Überprüfung der Wirksamkeit von Optimierungsmaßnahmen	9
3.1 Teichkläranlage Barnebeck.....	9
3.2 Teichkläranlage Heiligenthal.....	16
3.3 Teichkläranlage Söllichau.....	21
3.4 Teichkläranlage Walbeck.....	27
3.5 Teichkläranlage Warnstedt.....	34
3.6 Ergebnisse der durchgeführten Optimierungsmaßnahmen.....	42
4 Wissenschaftliche Bewertung	45
4.1 Teichkläranlage Born.....	45
4.2 Teichkläranlage Dorst.....	50
5 Verfahrenstechnische Analyse	56
5.1 Teichkläranlage Wackersleben.....	56
5.2 Teichkläranlage Wulferstedt.....	68
5.3 Wirtschaftliche Betrachtung der vorgeschlagenen Optimierungsmaßnahmen.....	76
6 Beschreibung und Bewertung von Maßnahmen zur Optimierung von Abwasserteichanlagen	78
6.1 Überblick der Optimierungsmaßnahmen.....	78
6.2 Hinweise zur angepassten Bemessung von Teichkläranlagen.....	78
6.3 Entschlammung der Teiche.....	80
6.4 Maßnahmen in der Kanalisation.....	81
6.5 Nachrüstung einer mechanischen Vorreinigung/ Vorklärung.....	82
6.6 Neuausrichtung der Wasserpegel.....	83
6.7 Einbau von Prall-, Tauch- und Leitwänden oder -dämmen.....	84
6.8 Steuerung, Ausrichtung, Austausch von Belüftern.....	85
6.9 Nachrüstung einer P-Fällung.....	86
6.10 Einbau zusätzlicher Aufwuchsflächen.....	86
6.11 Einbau eines Rücklaufsystems.....	87
6.12 Kombination mit technischen Verfahren.....	88

6.13 Kombination mit bepflanzten Bodenfiltern.....	89
6.14 Verbesserung Schwebstoffabscheidung.....	90
6.15 Umbau und Betrieb der Teichkläranlage.....	91
6.16 Umbau einer unbelüfteten Teichkläranlage in eine technisch belüftete Anlage.....	93
6.17 Umbau von Teichkläranlagen mit herstellerspezifischen Systemen.....	94
6.18 Neue Technologien	94
6.18.1 Symbiotische Abwasserreinigung mit Algen-Bakterien-Aktivschlamm.....	94
6.18.2 Mit Wind- und Solarenergie belüftete Klärteiche.....	95
6.18.3 Kombination mit Membranfiltration zur Wasserwiederverwendung.....	95
7 Zusammenfassung.....	97
8 Literatur.....	101
9 Anhang.....	103

1 Veranlassung

Abwasserteichanlagen als dezentrale, naturnahe Lösungen der Abwasserreinigung haben sich nicht nur in Deutschland, sondern auch weltweit bewährt. Sie zeichnen sich durch niedrige Investitions- und Betriebskosten aus. Mit einer minimalen, aber steten Wartung wird eine hohe Betriebssicherheit erreicht, ihr Ablauf erreicht die gesetzlich geforderten Werte. Allerdings können vor allem saisonal bedingte Schwankungen bei der Ablaufqualität auftreten. Als rein biologische Stufe ausgelegt, reagieren die im System angesiedelten Mikroorganismen gerade bei kühleren Wassertemperaturen oft mit einer verminderten Abbauleistung.

Im Jahr 2005 wurden im Land Sachsen-Anhalt 73 Teichkläranlagen betrieben, die sich nicht nur durch die technische Ausstattung - natürlich oder künstlich belüftete Anlagen - unterscheiden, sondern auch in ihrer Anlagenkonfiguration. Es variiert die Art der Vorklärung, die Anzahl der Teiche, deren Formen und Tiefe, wie Abdichtung, Vegetation, die Zahl der angeschlossenen Einwohner sowie die Beschaffenheit des Abwassers. Treten Störungen auf, ist daher keine Pauschallösung möglich, aber aus dem Wissen um die Grundprozesse und den Erfahrungen von anderen Teichanlagen können Strategien zur Leistungsertüchtigung abgeleitet werden.

Die Abwasserteichanlagen, die im Rahmen des Vorhabens „Sonderuntersuchungen - Abwasserteichanlagen im Land Sachsen-Anhalt 2006“ untersucht und bewertet wurden, gliedern sich in drei Gruppen:

- Gruppe 1: **Barneberg, Heiligenthal, Söllichau, Walbeck, Warnstedt**

Diese waren bereits im Jahr 2002 bzw. 2003 Gegenstand von Sonderuntersuchungen. Es soll jetzt die Wirksamkeit von umgesetzten Optimierungsmaßnahmen auf den einzelnen Abwasserteichanlagen überprüft werden.

- Gruppe 2: **Born, Dorst**

Hier soll eine wissenschaftliche Bewertung hinsichtlich der vorgesehenen baulichen und betrieblichen Optimierungsmaßnahmen erfolgen.

- Gruppe 3: **Wackersleben, Wulferstedt**

Für diese Abwasserteichanlagen sollen Handlungsempfehlungen für die Optimierung insbesondere unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit durch eine verfahrenstechnische Analyse erarbeitet werden.

Über die Überprüfung der empfohlenen und umgesetzten Optimierungsmaßnahmen hinausgehend wird das große Spektrum an Ertüchtigungsmöglichkeiten für Teichkläranlagen in einem eigenen Kapitel beschrieben und anhand von Beispielen verdeutlicht.

Ziel ist die Darstellung von Erfahrungen und Hinweisen aus der Abwasserteich-Praxis, die den Betrieb von Teichkläranlagen verbessern und erleichtern sollen.

2 Abwasserteichanlagen in Sachsen-Anhalt

2.1 Entwicklungsstand des Einsatzes von Abwasserteichanlagen

In Sachsen-Anhalt existieren 288 Kläranlagen mit einer Kapazität von 4,499 Mio. Einwohnerwerten. An diese Kläranlagen sind 3,404 Mio. Einwohnerwerte angeschlossen, davon sind 2,215 Mio. Einwohner „echte“ Einwohner (Stand 12/2005).

Die Abwasserteichanlagen Sachsens-Anhalts werden bis zu einer Größe von ≤ 5000 E eingesetzt. Die derzeit 73 Abwasserteichanlagen (laut behördlicher Statistik: Abwasserteiche ab 50 E (Stand 12/2005)) mit Bemessungsgrößen zwischen 60 E und 4.900 E haben Kapazitäten zwischen $12 \text{ m}^3/\text{d}$ und $1.060 \text{ m}^3/\text{d}$. Die Abwasserteichanlagen machen damit 25,3 % aller Kläranlagen aus, an die 1,7 % der angeschlossenen Einwohner Sachsens-Anhalts angeschlossen sind.

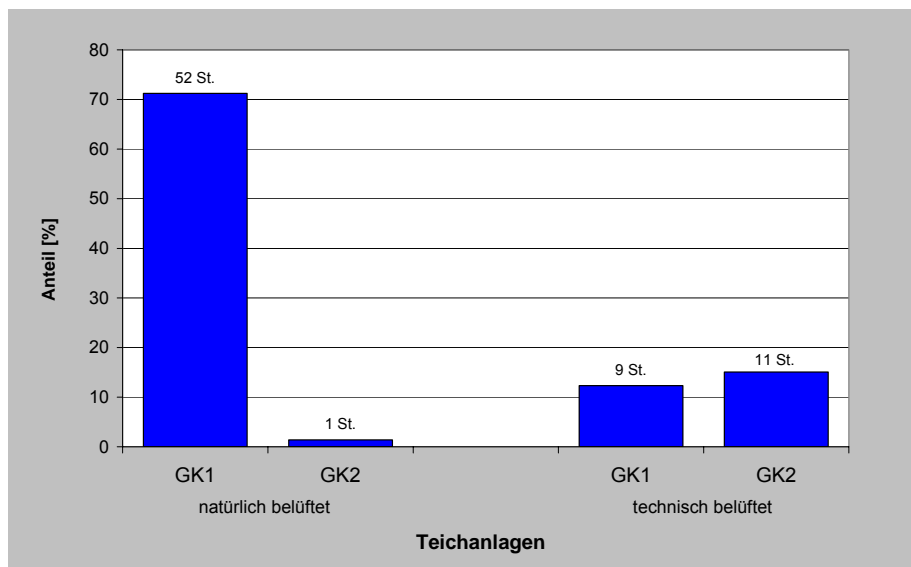


Bild 1: Abwasserteichanlagen in Sachsen-Anhalt (Stand 12/2005), Einteilung nach Größenklassen

Im Vergleich zum Stand 12/2003 gibt es eine Abnahme von vier Teichanlagen (damals wurden 77 Teichanlagen berücksichtigt). Der prozentuale Anteil der Teichanlagen an den gesamten Kläranlagen ist jedoch deutlich gestiegen, da der Gesamtbestand durch Überleitungen etc. abgenommen hat.

Die Anzahl der Anlagen der **GK1** bei den technisch belüfteten Teichanlagen ist konstant geblieben und bei den natürlich belüfteten Teichanlagen sind drei Teichanlagen außer Betrieb genommen worden (von 55 Anlagen auf 52).

Bei den technisch belüfteten Teichanlagen der **GK2** ist eine Teichanlage hinzugekommen und bei den natürlich belüfteten Teichanlagen sind zwei Teichanlagen außer Betrieb genommen worden (von 3 Anlagen auf 1).

2.2 Entwicklung der Betriebsergebnisse aus den behördlichen Überwachungen

Die Auswertungen der mittleren und maximalen Ablaufwerte aus der behördlichen Überwachungen von **2005** zeigen, dass sich bei den technisch belüfteten Abwasserteichanlagen der **GK2** bessere BSB₅- und CSB-Ablaufwerte ergeben als bei der **GK1** und dass sich bei den na-

türlich belüfteten Abwasserteichanlagen der **GK1** bessere BSB₅- und CSB-Ablaufwerte ergeben als bei der **GK2** in Mittelwert Bereich (Tab. 1).

Für **2006** ergeben sich umgekehrte Verhältnisse. Es zeigt sich, dass bei den technisch belüfteten Abwasserteichanlagen der **GK1** bessere BSB₅- und CSB-Ablaufwerte ergeben als bei der **GK2** und sich bei den natürlich belüfteten Abwasserteichanlagen der **GK2** bessere BSB₅- und CSB-Ablaufwerte ergeben als bei der **GK1** (Tab. 1)

Da bedingt durch die geltende Probenaufbereitungsregelung eine Differenzierung hinsichtlich Filtration der Proben vorgenommen werden konnte, wurden in Tabelle 1 nur unfiltrierte Proben berücksichtigt.

Tabelle. 1: Mittlere Ablaufwerte von Abwasserteichanlagen aus der behördlichen Überwachung Sachsen-Anhalt, 2005 und 2006

		Natürlich belüftete Anlagen				Technisch belüftete Anlagen			
		BSB ₅ [mg/l]		CSB [mg/l]		BSB ₅ [mg/l]		CSB [mg/l]	
		Mittel	Max.	Mittel	Max.	Mittel	Max.	Mittel	Max.
2005	GK1 bis 1.000 E	21 (n=48)	160 (n=48)	94 (n=50)	296 (n=50)	34 (n=7)	120 (n=7)	161 (n=4)	266 (n=4)
	GK2 bis 5.000 E	47 (n=1)	47 (n=1)	121 (n=1)	121 (n=1)	11 (n=21)	40 (n=21)	82 (n=19)	190 (n=19)
2006	GK1 bis 1.000 E	29 (n=47)	140 (n=47)	125 (n=45)	400 (n=45)	30 (n=11)	120 (n=11)	137 (n=10)	292 (n=10)
	GK2 bis 5.000 E	11 (n=3)	17 (n=3)	112 (n=3)	121 (n=3)	46 (n=12)	190 (n=12)	145 (n=13)	394 (n=13)

Bemerkung: n = Anzahl der Proben

Im Jahr **2006** sind bei den natürlich belüfteten Teichanlagen die BSB₅-Ablaufwerte der **GK2** (Mittelwert) deutlich verbessert als im Jahr 2005 und auch für die CSB-Ablaufwerte ist eine Verbesserung zu bemerken. Mögliche Gründe hierfür sind in umgesetzten Optimierungsmaßnahmen zu sehen. Bei der **GK1** zeigen sowohl die BSB₅-Ablaufwerte als auch die CSB-Ablaufwerte (Mittelwert) eine geringfügige Verschlechterung.

Bei den technisch belüfteten Teichanlagen sind die BSB₅- und CSB-Ablaufwerte der **GK1 im Jahr 2006** besser als im Jahr 2005. Bei der **GK2** zeigen sowohl die BSB₅-Ablaufwerte als auch die CSB-Ablaufwerte (Mittelwert) eine Verschlechterung.

Die maximalen Werte der behördlichen Überwachung überschreiten sowohl **2005** als auch **2006** unabhängig von Größenklasse und Teichverfahren die Überwachungsparameter.

Bei der Auswertung zur Unterschreitungshäufigkeit der Ablaufwerte der natürlich belüfteten Teichanlagen 2005 zeigt sich, dass 17% der BSB₅-Ablaufwerte den Überwachungswert von 40 mg/l und 12% der CSB-Ablaufwerte den Überwachungswert von 150 mg/l überschreiten (Bild 2). Die 85-Perzentile (als Maß für die Einhaltung der 4-aus-5-Regel) liegen bei den natürlich belüfteten Teichanlagen für den BSB₅ bei 42 mg/l und für den CSB bei 130 mg/l und bei den technisch belüfteten Teichanlagen für den BSB₅-Ablaufwert bei 25 mg/l und für den CSB-Ablaufwert etwa bei 150 mg/l.

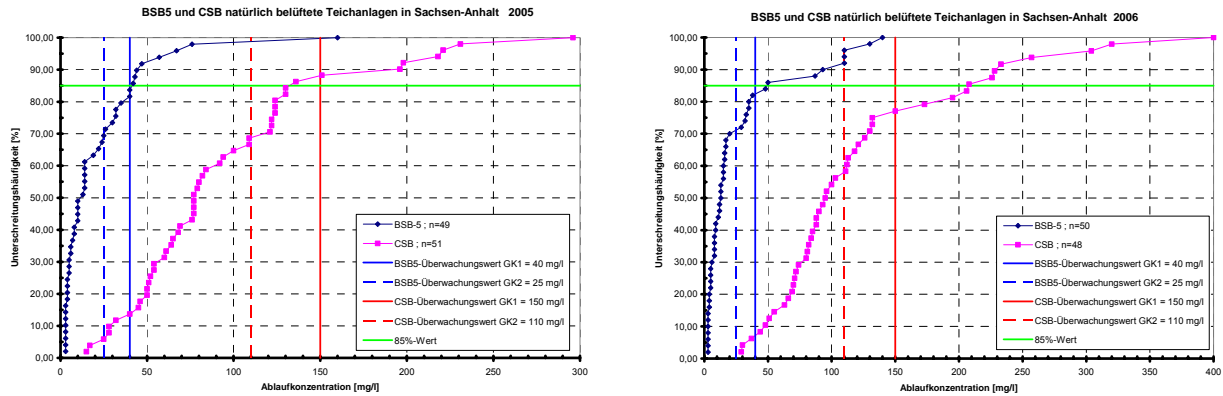


Bild 2: Unterschreitungshäufigkeit von BSB₅ und CSB der natürlich belüfteten Teichanlagen Sachsens-Anhalts im Vergleich 2005 (links) und 2006 (rechts) (Werte der behördlichen Überwachung)

Im Jahr 2006 zur Unterschreitungshäufigkeit der Ablaufwerte der natürlich belüfteten Teichanlagen zeigt sich, dass 17% der BSB₅-Ablaufwerte den Überwachungswert von 40 mg/l und 23% der CSB-Ablaufwerte den Überwachungswert von 150 mg/l überschreiten (Bild 3). Bei den technisch belüfteten Teichanlagen überschreiten 13% der BSB₅-Ablaufwerte den Überwachungswert von 40 mg/l und 35% der CSB-Ablaufwerte den Überwachungswert von 150 mg/l.

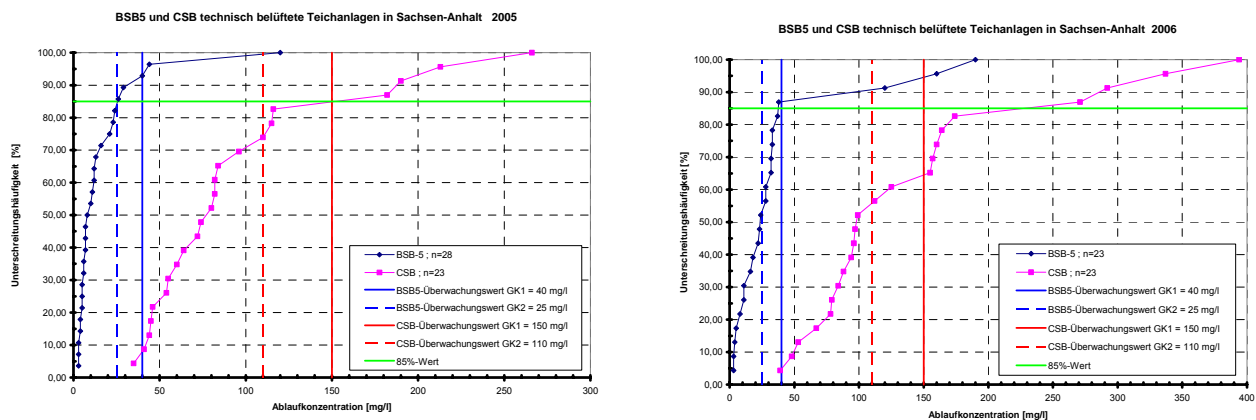


Bild 3: Unterschreitungshäufigkeit von BSB₅ und CSB der technisch belüfteten Teichanlagen Sachsens-Anhalts 2005 (links) und 2006 (rechts) (Werte der behördlichen Überwachung)

Die Ergebnisse **2005** zeigen, dass technisch belüftete Anlagen ein verstärktes Problem bei der Einhaltung der CSB-Überwachungswerte sowie die natürlich belüfteten Anlagen bei der Einhaltung der BSB₅- und CSB-Ablaufwerte der **GK2** haben. Diese bestätigt sich auch in **2006**, wobei die natürlich belüfteten Anlagen bei der Einhaltung des CSB-Ablaufwertes der **GK2** Schwierigkeiten haben.

Im Bild 4 wird gezeigt, dass natürlich belüftete Anlagen niedrigere N_{ges}-Ablaufwerte haben. In diesen Teichanlagen können sich Zonen ausbilden, die eine Denitrifikation begünstigen.

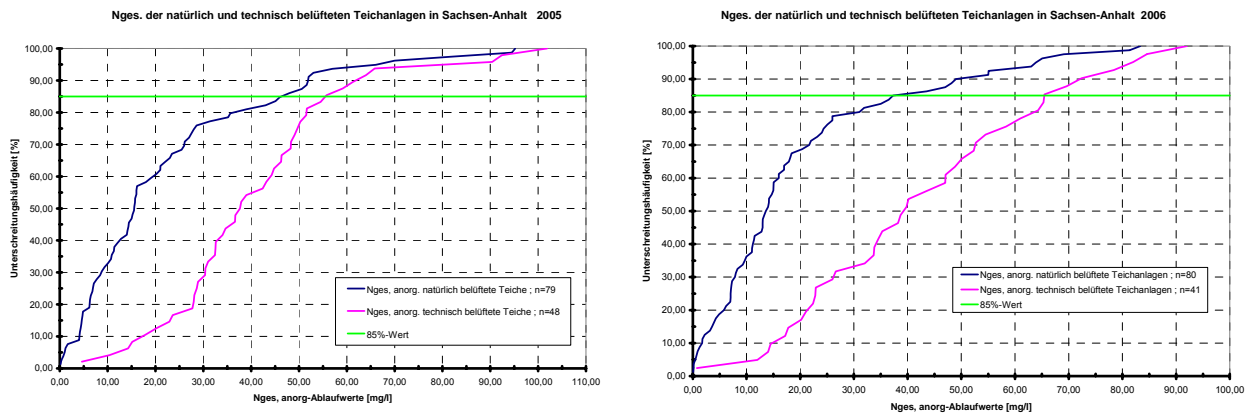


Bild 4: Unterschreitungshäufigkeit von N_{ges} der natürlich und technisch belüfteten Teichanlagen Sachsens-Anhalts 2005 (links) und 2006 (rechts) (Werte der behördlichen Überwachung)

Im Jahr **2006** erzielt die natürlich belüfteten Teichanlagen eine bessere N_{ges} -Ablaufwerte als im Jahr **2005** (in 85%-Perzentile) und bei den technisch belüfteten Teichanlagen waren die N_{ges} -Ablaufwerte bei 85%-Perzentile etwa schlechter.

Auch die P_{ges} -Ablaufwerte der natürlich belüfteten Teichanlagen fallen besser aus als die der technisch belüfteten Teichanlagen. Die 85%-Perzentile der P_{ges} -Ablaufwerte **2006** haben sich gegenüber **2005** verbessert (von 11 mg/l auf 9,5 mg/l bei den technisch belüfteten Teichanlagen und von 8 mg/l auf 7,5 mg/l bei den natürlich belüfteten Teichanlagen).

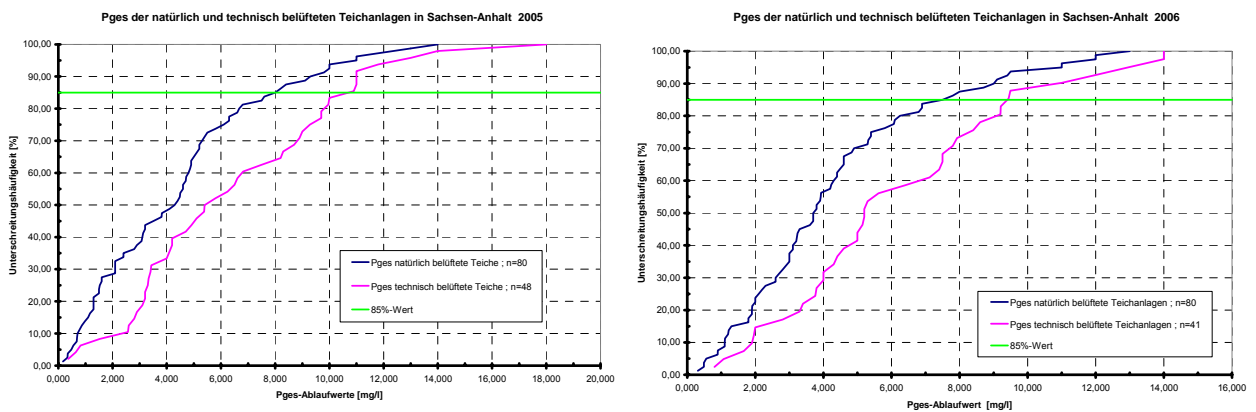


Bild 5: Unterschreitungshäufigkeit von P_{ges} der natürlich und technisch belüfteten Teichanlagen Sachsens-Anhalts 2005 (oben) und 2006 (unten) (Werte der behördlichen Überwachung)

3 Wirksamkeit von Optimierungsmaßnahmen

Dieser Abschnitt behandelt Teichkläranlagen, die bereits in der Vergangenheit Bestandteil von Sonderuntersuchungen durch die Universität Rostock waren. So wurden die Anlagen Heiligenthal, Söllichau, Walbeck und Warnstedt im Jahr 2002 [Barjenbruch, Erler 2003a] untersucht, die Anlage Barneberg im Jahr 2003 [Barjenbruch, Erler 2003b]. Für diese Anlagen wurden von der Universität Rostock Optimierungsmaßnahmen vorgeschlagen, die jeweils in unterschiedlichem Umfang in den letzten Jahren auf den beteiligten Anlagen umgesetzt wurden. Einzelne Aspekte sollen in den diesjährigen Untersuchungen bewertet werden.

Zur Veranschaulichung der Entwicklung der Anlagenleistung werden im Folgenden i.d.R. auch Daten der vorangegangenen Untersuchungen in den entsprechenden Tabellen aufgeführt. Die Daten der aktuellen Sonderuntersuchung sind farblich (gelb) hervorgehoben.

Grundlage für die Berechnungen sind i.d.R., die vom Landesamt für Umweltschutz veröffentlichten Statistiken. Dies bezieht sich insbesondere auf die Einwohnerzahlen, für die die Statistik vom Juni 2005 verwendet wird. Oft gibt es abweichende Angaben der einzelnen Betreiber, auf die ggf. gesondert verwiesen wird.

3.1 Teichkläranlage Barneberg

Die im Jahr 1998 in Betrieb genommene, aus vier Teichen und einem horizontal durchströmten Bodenfilter bestehende Abwasserteichanlage ist als langfristige Lösung zur Abwasserbehandlung der Ortschaft Barneberg angelegt. Dimensioniert wurde sie laut Angaben des Landesamtes für Umweltschutz für 950 Einwohner. Die Anzahl der angeschlossenen Einwohner für das Jahr 2001 wurden behördlich mit 780 angegeben. Im Juni 2005 waren nur 744 Einwohner angeschlossen. Die Zahl der angeschlossenen Einwohner hat sich so um ca. 4 % verringert, was nun einer einwohnerbezogenen Auslastung von etwa 78 % entspricht.

Die Abwasserteichanlage ist durch zwei Zuläufe aus der Trennkanalisation gekennzeichnet. Die Vorklärung erfolgte bis 2004 über einen Absetzteich. Zum einen wurde das kommunale Abwasser der Ortschaft zugeführt, zum anderen, davon getrennt, Abwasser aus einer Maschinenbaufirma. Beide Zuläufe trafen nicht vorgeklärt im Absetzteich aufeinander. Nachfolgend wurden drei durch Sickerdämme getrennte Teiche durchflossen, von denen die ersten beiden künstlich belüftet wurden. Im Anschluß daran befindet sich der Bodenfilter. Im Jahr 2004 wurde die Anlage um zwei Absetzbecken ergänzt und so die Teichanlage umkonzipiert. Das Volumen der Teichanlage ohne Absetzteich beläuft sich laut behördlicher Statistik (2002) auf ca. 7816 m³. Durch die Umwandlung des Absetzteiches konnte die Anlage um 1500 m³ erweitert werden. Die Gesamtoberfläche beträgt 8230 m², von denen 203 m² auf den Bodenfilter entfallen. Die Teichtiefen nehmen von Teich 1 (2 m) über Teich 2 (1,2 m) bis zu Teich 3 und 4 (1 m) sukzessive ab. Im aktuellen Fließschema (Bild 6) ist der Weg des Abwassers dargestellt. Änderungen gegenüber dem Zustand 2003 sind rot gekennzeichnet. Der Anlagenablauf wird dem Kupferbach zugeführt.

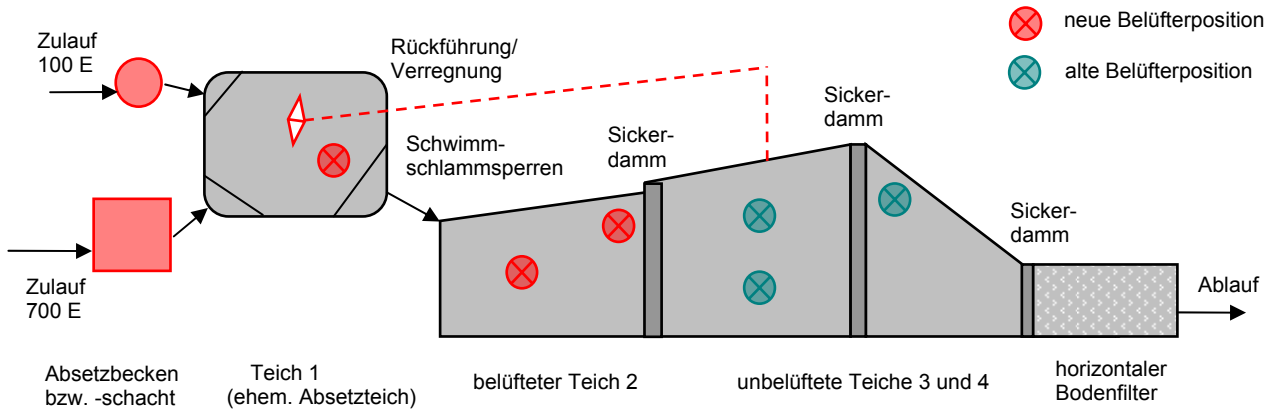


Bild 6: Fließschema Abwasserteichanlage Barneberg

Die Anlage wurde als unbelüftete Teichkläranlage bemessen. Rechnet man mit 950 E, so stehen pro Einwohner knapp $8,5 \text{ m}^2$ Teichoberfläche (inklusive Absetzteich) zur Verfügung, was unter der Bemessung nach DWA A 201 liegt. Bei nur 744 angeschlossenen Einwohnern errechnen sich $10,8 \text{ m}^2$.

Die heutige Situation stellt sich folgendermaßen dar: Es stehen 100 m^3 Vorklärung durch zusätzliche Absetzbecken zur Verfügung. Diese Ausbaugröße entspricht nach DWA A 201 aber nur 200 E. Damit wären die $8,5 \text{ m}^2$ Teichoberfläche pro Einwohner nicht ausreichend. Durch die künstliche Belüftung wurde die Anlage ertüchtigt. Errechnet man nun die Bemessungsgrundlagen für eine künstlich belüftete Anlage, erhält man unter Berücksichtigung des Volumens des ersten (ehemaliger Absetzteich) und zweiten belüfteten Teiches eine Raumbelastung von $10,2 \text{ g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, d.h. unter $25 \text{ g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$. Grundlage für die Berechnung ist eine Fracht von $34 \text{ kg BSB}_5/\text{d}$ aus dem Jahr 2006 (vgl. Tab 3). Dies spiegelt die aktuelle Situation der Anlage nach den Umbaumaßnahmen wieder.

Vorgeschlagene Optimierungsmaßnahmen

Nach der Auswertung der Ergebnisse im Jahr 2003 wurden für die Teichkläranlage Barneberg Optimierungsmaßnahmen vorgeschlagen.

- Die Zuläufe sollten getrennt kontrolliert werden, da sich die Konzentrationen stark unterscheiden. Mit Anschluss der Maschinenbaufirma hatten sich die Zulaufwerte zunächst dramatisch verschlechtert.
- Ein Rücklaufsystem zur Verbesserung der Stickstoffelimination sollte Abwasser aus dem zweiten bzw. dritten Teich zurück in den Absetzteich pumpen, vorgeschlagen wurde ein Mengenverhältnis von 1:1 entsprechend der Zulaufmenge.
- Der Belüfter im zweiten Teich sollte in den Ablaufbereich verlegt werden.
- Die Schwimmschlamm Sperre im Absetzteich sollte in den Zulaufbereich verlegt werden.
- Eine Schlammräumung des Absetzteiches sollte durchgeführt werden.
- Der Fremdbewuchs des Bodenfilters sollte entfernt und der Sickerdamm zwischen letztem Teich und Bodenfilter auf Durchlässigkeit überprüft werden.

Innerhalb der diesjährigen Untersuchungen sollen Umsetzung und Auswirkungen dieser Maßnahmen (Erweiterung Vorklärung, Schlammräumung, Anhebung Wasserspiegel, Entfernung Fremdbewuchs auf dem Pflanzenbeet, Ausrichtung der Belüfter, Kreislaufführung eines Abwasserstromes von Teich 3 in Teich 1, separate Beprobung der Zuläufe) überprüft werden.

Umgesetzte Maßnahmen

Aufgrund von Umstrukturierungen innerhalb der Ortsverwaltung hat der Betreiber der Teichanlage zu Beginn des Jahres 2006 gewechselt.

Unabhängig von den ausgesprochenen Empfehlungen wurden in beiden Zuläufen Vorbecken installiert. Der aus der Ortschaft kommende Zulauf (ca. 700 E) wurde im November 2004 mit einem offenen, foliengedichteten, trapezförmigen Absetzbecken mit einem Speichervolumen von ca. 90 m³ versehen. In dem ehemals von der Maschinenbaufirma kommenden Zulauf Hötensleber Str. (ca. 100 E), der nach Angaben des Betreibers nur noch kommunales Abwasser zuführt, wurde ein Jahr später ein Schacht zu einem geschlossenen Betonbehälter von 11,2 m³ umgerüstet. In beiden neuen Zulaufbereichen wurde im ersten Teich jeweils eine Schwimmschlamm Sperre errichtet. Durch die Umbaumaßnahmen verlor der erste Teich seine ursprüngliche Funktion als Absetzteich und wird nun als erster Klärteich betrieben. Die hier jetzt ausbleibende Feststoff- und Schlammbelastung erlaubte die Installation eines Belüfters (der Fa. Linn). So wird durch das Fernhalten der Feststoffe und des Schlammes das zur Verfügung stehende Teichvolumen vergrößert und damit auch die Reaktionsfläche für den Nährstoffabbau vergrößert.

Weiterhin wurden alle von der Universität Rostock [2003a] vorgeschlagenen Maßnahmen außer der Neuausrichtung der alten Schwimmschlamm Sperre im Ablauf von Teich 1 umgesetzt. Dies ist aber durch die neue Vorklärung nicht mehr notwendig.

- Eine getrennte Beprobung der Zuläufe wird laut Aussage der Unteren Wasserbehörde durchgeführt. Unklar sind dabei weiterhin die Ursachen der stark schwankenden Zulaufqualitäten vor 2006.
- Die kontinuierliche Rückführung eines Teilstromes von Teich 3 in Teich 1 erfolgt seit 2005. Täglich werden - per Zeitschaltuhr geregelt - der täglichen Rohwassermenge entsprechend ca. 62 m³ im Kreis geführt und auf Teich 1 verregnet. Laut Betreiber fand eine Entschlammung der Teiche statt.
- Die Ausrichtung der beiden bereits vorher in den Teichen 2 und 3 vorhandenen Belüfter wurde geändert. Die beiden Belüfter in Teich 2 sind nun mittig und im Ablaufbereich angeordnet. Der ursprünglich in Teich 3 installierte Belüfter wurde in den ersten Teich umgesetzt.
- Beide Zuläufe aus den Absetzvorrichtungen in Teich 1 wurden mit Schwimmschlamm Sperren versehen. Die ursprüngliche Schwimmschlamm Sperre blieb erhalten, ist jetzt aber mehr oder weniger funktionslos. Die Krone des Sickerdamms zum Pflanzenbeet wurde mit einer Folie gedichtet und mit Sandsäcken befestigt. Durch einen leichten Anstau des Wasserspiegels in Teich 4 wurde eine gleichmäßige Wasserüberleitung in das horizontal durchströmte Beet erzielt. Innerhalb der Vegetationsperiode wurde keine weitere Bildung einzelner Rinnsale festgestellt. Der Fremdbewuchs im Pflanzenbeet wurde entfernt. Es muß aber auch davon ausgegangen werden, dass sich die Brennessel als Stickstoffzeiger und Vertreter der Ruderalvegetation immer wieder neu ansiedeln kann.

Wasserrechtliche Erlaubnis

Die Überwachungswerte für CSB und BSB₅ liegen nach Größenklasse 1 der Abwasserverordnung bei 150 mg/l bzw. 40 mg/l. Ergänzend wurden für N_{ges} 20 mg/l und für P_{ges} 10 mg/l festgelegt. Für die Monate Mai bis Oktober wurde außerdem für Ammonium ein Überwachungswert von 10 mg/l vorgegeben.

Zulaufbelastung

Die der Tabelle 2 zu entnehmenden nach Frischwassererfassung ermittelte jährliche Schmutzwassermenge der Jahre 2001 bis 2005 liegt relativ konstant um 22000 m³. Wie auch an anderen dezentralen Kläranlagen in Flächenstaaten festgestellt werden kann, wird der Bemessungswert von 150 l/(E·d) um etwa 50 % unterschritten.

Tabelle 2: Jahresschmutzwassermenge über TW Verbrauch, TKA Barneberg

TKA Barneberg					
	2001	2002	2004	2005	2006
m ³ /a	22546	21461	21358	22534	22000*
m ³ /d	62	59	59	62	60*
E	780	780	780	744	744
l/(E·d)	79,5	75,6	75,6	83,3	80*

**Schätzwert, da die Werte noch nicht vorlagen*

Aus den behördlichen Überprüfungen wie auch aus der Eigenüberwachung der Jahre 2004 und 2005 stehen nur sehr wenige Stichprobenwerte zur Verfügung. Zulaufkonzentrationen fehlen für das Jahr 2004. Für die Jahre vor 2006 wurden starke Konzentrationsschwankungen in den Zuläufen beobachtet. Dies war 2006 nicht festzustellen. Die durch den neuen Betreiber im Rahmen der Eigenüberwachung erhobenen Daten für 2006 geben aufgrund der Ergebnisdichte ein genaueres Bild. Tabelle 3 gibt einen Überblick auf die Entwicklung der Zulaufkonzentrationen und -frachten.

Tabelle 3: Zulaufbelastung, TKA Barneberg

TKA Barneberg								
Parameter	Zulaufkonzentration [mg/l]				Zulauffracht [kg/d]			
	2001	2002	2005	2006	2001	2002	2005	2006
BSB₅	164	167	255	560	10,1	9,8	15,8	34
CSB	618	639	612	1088	38	38	38	65
NH₄-N	-	-	71	88	-	-	4,4	5,3
N_{ges}	-	-	157	94	-	-	9,7	5,6
P_{ges}	-	-	-	15,9	-	-	-	1,0

Insbesondere bei CSB und BSB₅ im Zulauf ist 2006 gegenüber den Vorjahren ein starker Anstieg zu verzeichnen. Die Belastung bewegt sich im höheren Bereich, ist aber für Kläranlagen in Flächenländern mit einem geringeren Pro-Kopf-Verbrauch nicht ungewöhnlich.

Das CSB/ BSB₅-Verhältnis lag im Jahr 2006 bei 2 mit einem Schwankungsbereich von 1,7-2,8.

Reinigungsleistung

Die tabellarische Darstellung der mittleren Ablaufkonzentrationen der Teichkläranlage Barneberg wurde fortgeführt. Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse aus der behördlichen und der Eigenüberwachung der Jahre 1999 bis 2006. Farblich hervorgehoben sind die in dieser Untersuchung ausgewerteten Daten. Die Datenbasis hat sich für CSB und BSB₅ verbessert. In den Vorjahren stand teils nur ein Wert pro Jahr zur Verfügung. Die hohen Ablaufkonzentrationen bei Ammonium und Gesamtstickstoff konnten erst 2006 verringert werden. Die P_{ges}-Konzentrationen im Ablauf sind verhältnismäßig stabil und liegen unter dem Überwachungswert.

Tabelle 4: Mittlere Ablaufkonzentrationen, TKA Barneberg, 1999-2006, behördliche und Eigenüberwachung

Parameter	TKA Barneberg - Ablaufkonzentrationen [mg/l]								Überwachungswert
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
BSB ₅	3 (n=1)	5 (n=4)	8 (n=3)	5 (n=3)	4 (n=1)	19 (n=5)	19 (n=5)	8 (n=4)	40
CSB	48 (n=1)	112 (n=4)	190 (n=4)	86 (n=2)	58 (n=1)	106 (n=5)	88 (n=6)	69 (n=8)	150
NH ₄ -N	35 (n=1)	23 (n=5)	39 (n=6)	43 (n=4)	5,4 (n=1)	46 (n=4)	47 (n=6)	10,2 (n=8)	10
NO ₃ -N	2,2 (n=1)	3,8 (n=5)	1,7 (n=6)	1,0 (n=4)	2,6 (n=1)	1,8 (n=4)	3,3 (n=5)	2,0 (n=8)	-
NO ₂ -N	0,15 (n=1)	0,2 (n=5)	0,3 (n=6)	0,5 (n=4)	2,8 (n=1)	0,19 (n=4)	1,69 (n=5)	2,02 (n=8)	-
N _{anorg ges}	5,35 (n=1)	16,5 (n=5)	41 (n=6)	45 (n=4)	31 (n=1)	44 (n=5)	84 (n=4)	12,2 (n=8)	20
P _{ges}	0,9 (n=1)	6,1 (n=5)	5,2 (n=5)	6,4 (n=4)	5,6 (n=1)	7,7 (n=5)	7,2 (n=4)	6,5 (n=8)	10

CSB und BSB₅

Die Überwachungswerte für CSB und BSB₅, die im Rahmen der behördlichen und der Eigenüberwachung in den Jahren 2004 bis 2006 ermittelt wurden, wurden in allen Fällen deutlich unterschritten, was sich auch in den Mittelwerten zeigt (Tab. 5). Überschreitungen wie sie noch 2003 festgestellt wurden, gibt es ab 2004 nicht mehr. Für BSB₅ wurden Eliminationsleistungen von knapp 94 %, für CSB um 90 % aus den Daten der Eigenüberwachung 2005 ermittelt. Die 2006 gemessenen Konzentrationen entsprechen einer Elimination von 99 % bzw. 95 %.

Tabelle 5: Mittlerer CSB und BSB₅ im Ablauf, TKA Barneberg

[mg/l]	CSB			BSB ₅		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
	n=4	n=4	n=4	n=5	n=4	n=8
Mittelwert	106	76	69	19	21	8
min	98	30	59	4	7	5
max	108	114	90	32	28	11

Bei der eigenen Stichprobe am 20.11.06 wurde an beiden Zuläufen ein CSB von 1100 mg/l gemessen. Dies ist fast doppelt so hoch wie die im Rahmen der Eigenüberwachung ermittelten Zulaufkonzentrationen von etwa 600 mg/l der Jahre bis 2005, deckt sich aber mit den Werten der Eigenüberwachung des Jahres 2006. Die Ablaufkonzentration am 20.11.06 lag bei 62 mg/l, was einer Eliminationsleistung von 95 % entspricht.

Stickstoff

Die wenigen Daten seitens Behörde und Betreiber für die Jahre 2004 und 2005 lassen keine Nitrifikation und erst recht keine Denitrifikation erkennen. Der sommerliche Überwachungswert für $\text{NH}_4\text{-N}$ wird immer überschritten, der für Gesamtstickstoff wird bis auf den 9.8.05 ebenfalls nie unterschritten (Bild 7).

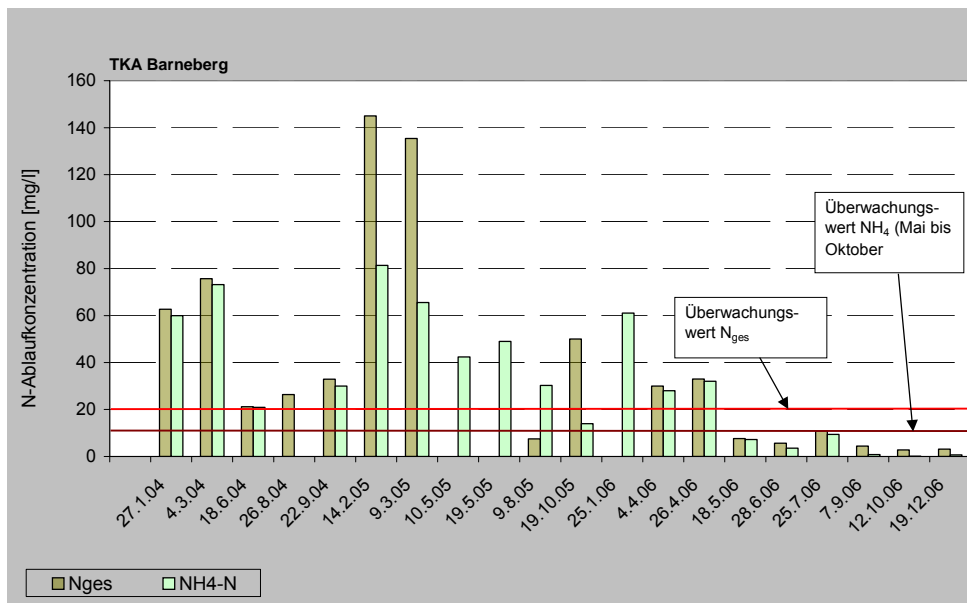


Bild 7:
Ammonium- und
Gesamtstickstoff-
konzentrationen,
TKA Barneberg

Die Lage änderte sich erheblich nach den ermittelten Daten 2006. Im Jahr 2006 wurden die sommerlichen Überwachungswerte für Ammonium sowie ganzjährig die Überwachungswerte für N_{ges} unterschritten. Hier scheint es gelungen, Stickstoff aus dem System zu entfernen.

Messungen, die im Rahmen einer Besichtigung der Anlage am 20.11.06 durchgeführt wurden, zeigten ebenfalls eine Teilnitrifikation. Die Ammoniumkonzentrationen lag im Ablauf nur bei 1,5 mg/l. Analog dazu wurde im Ablauf eine Nitratkonzentration von 4,9 mg/l gemessen.

Phosphor

Die Überwachungswerte für P_{ges} werden stets unterschritten. Der Anstieg der mittleren Ablaufkonzentration in den Jahren 2004 und 2005 ist auf Ablaufkonzentrationen über 7 mg/l zurückzuführen (Bild 8). Zulaufkonzentrationen wurden in dem Zeitraum leider nicht bestimmt. Eine Aussage bezüglich der Eliminationsleistung ist daher nicht möglich. In der zweiten Jahreshälfte 2006 sinken die Ablaufkonzentrationen stetig, bei einer mittleren Eliminationsleistung von 57 %.

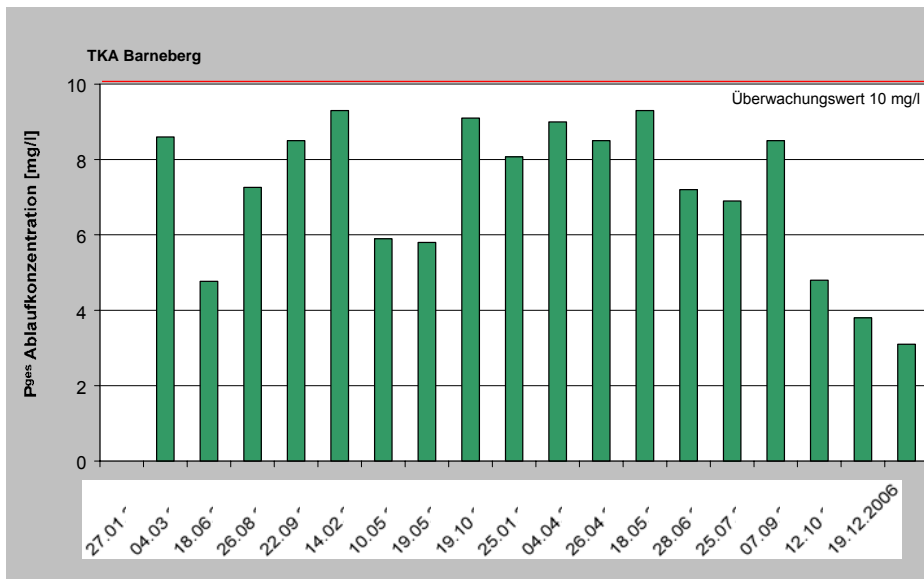


Bild 8:
P_{ges}-Ablauf-
konzentration,
TKA Barneberg

pH-Wert - Sauerstoff -Temperatur

In einem 14tägigen Turnus werden pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Temperatur in den Zuläufen und im Ablauf gemessen.

Der pH-Wert schwankt in den Zuläufen wie im Ablauf um 8. Ein Muster zwischen dem Zulauf aus der Ortschaft und dem Zulauf Hötensleber Str. ist nicht zu erkennen. Der Zulaufwert von 9,1 aus der Ortschaft am 19.04.05 ist ein absoluter Einzelfall.

Die Sauerstoffversorgung ist in allen Teichen hervorragend. Nur in den warmen Sommermonaten liegt der O₂-Gehalt im Zulauf unter 3 mg/l. Allerdings wird nachfolgend über die Wasseroberfläche, die eingesetzten Belüfter sowie die Verregnung des Rücklaufs in Teich 1 genügend Sauerstoff eingetragen. In allen Teichabläufen und im Gesamtablauf der Anlage wird regelmäßig ein O₂-Gehalt zwischen 4,5 und 7 mg/l gemessen.

Die Temperaturen in den Zuläufen lagen auch im sehr kalten Winter 2005/06 nicht unter 5 °C. Im Ablauf liegen sie generell sogar höher. Mit Ansteigen der Lufttemperatur steigt auch die Wassertemperatur in der Teichanlage. In heißen Sommern kann sie bis zu 20 °C erreichen.

Zusammenfassende Anlagenbewertung

Die regelmäßige Messung der Sauerstoffkonzentration zeigt ganzjährig gute Ergebnisse. Der Bau der vorgeschalteten Absetzbecken, die Schlammräumung in Teich 1, die dortige Verregnung des Rücklaufs und die Neupositionierung der Belüfter haben die Sauerstoffversorgung in den Klärteichen deutlich begünstigt. Durch die Reparatur des letzten Sickerdammes zum Pflanzenbeet wurden Kurzschlussströme beseitigt. Das Beet dient nun vollständig dem Rückhalt evtl. zuvor aufgewachsener Algen.

Obwohl die Anlage nicht als belüftete Anlage ausgelegt wurde, wird sie mit drei Belüftern betrieben und ist so den nachträglich mit technischer Belüftung ertüchtigten Anlagen zuzurechnen. Dies führt zu einer künstlich belüfteten Teichanlage mit überdurchschnittlichem Volumen und mit einer Raumbelastung, die unter den von der DWA A 201 empfohlenen 25 g/(m³·d) liegt.

Die Abbauleistung für CSB und BSB₅ in der Abwasserteichanlage Barneberg ist sehr gut. Es werden Eliminationsleistungen von 90 % und mehr erreicht. Die Überwachungswerte nach Größenklasse 1 werden in den Stichproben von Behörde und Betreiber in den Jahren 2004 bis 2006 immer unterschritten. Dies gilt ebenso für die Phosphorentfernung. Durch die Rückführung des Abwassers aus Teich 3 wird die Zulaufkonzentration verdünnt und die Aufenthaltszeit erhöht.

Die Überwachungswerte für Stickstoff wurden teils sehr deutlich überschritten. Eine extreme Verbesserung der Abbauleistung trat 2006 auf. Hier wurden die geforderten Überwachungswerte nicht mehr überschritten. Es ist anzunehmen, dass die Umsetzung der umfangreichen Optimierungsmaßnahmen insbesondere bei der Stickstoffentfernung zum Erfolg geführt hat. **Wird die Teichkläranlage weiterhin wie im Jahr 2006 betrieben, steht zu erwarten, daß die guten Ergebnisse in Zukunft beibehalten werden und keine weiteren Optimierungsmaßnahmen notwendig sind.**

3.2 Teichkläranlage Heilenthal

Die aus zwei Teichen bestehende Abwasserteichanlage war als mittelfristige Lösung zur Abwasserbehandlung der Ortschaft Heilenthal angelegt. Eine Stilllegung war bereits für 2005 angedacht, wurde aber zu dem Zeitpunkt nicht umgesetzt. Die Stilllegung erfolgte dann zum 3.7.2006. Das Abwasser wird nun von der zentralen Kläranlage Freist übernommen.

Ursprünglich bestand die Anlage aus acht Teichen und wurde zur Aufbereitung des Abwassers einer Zuckerfabrik genutzt. Dimensioniert wurde sie für die Neuinbetriebnahme 1995 für 4700 Einwohner. Im Juni 2005 waren nur 2023 Einwohner angeschlossen. Gegenüber den noch im Jahr 2001 angeschlossenen 4255 Einwohnern (aber einem Einwohnergleichwert von 4433) bedeutet dies eine Reduzierung um knapp die Hälfte und so eine einwohnerbezogene Auslastung von nur noch 43 %.

Das Gesamtvolumen der Anlage beläuft sich auf ca. 20430 m³. Es wird Abwasser aus der Trennkanalisation zugeführt. Der künstlich belüftete Teich ist mit 7966 m³ kleiner als der natürlich belüftete mit 12465 m³. Die Vorklärung besteht aus einem Rechen und einem Schlammabsetzbecken, aus dem im Jahr 2001 wöchentlich etwa 13 m³ Schlamm entfernt wurden. Der Zulaufbereich des ersten Teiches ist mit einem zusätzlichen Schlammfang ausgestattet. Im Fließschema (Bild 9) ist der Weg des Abwassers dargestellt. Der Anlagenablauf wird der Schlenze zugeführt.

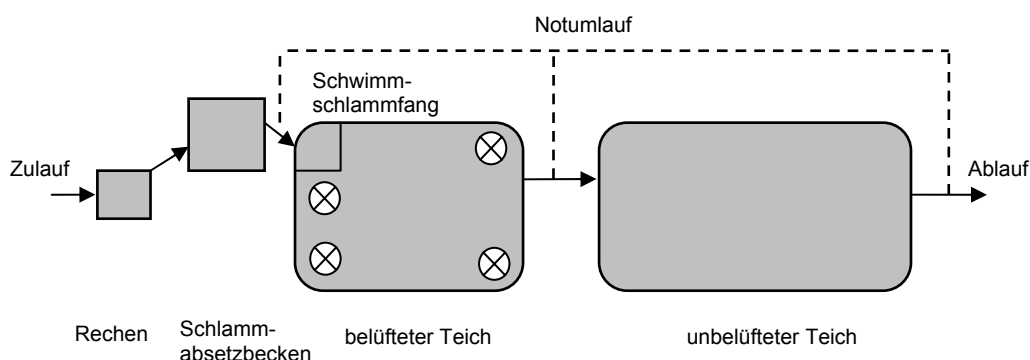


Bild 9: Fließschema Abwasserteichanlage Heilenthal

Optimierungsmaßnahmen

Nach der Auswertung der Ergebnisse im Jahr 2002 wurden für die Teichkläranlage Heiligenthal umfangreiche Maßnahmen zur Leistungsverbesserung vorgeschlagen.

- Zunächst sollte der Schlamm im ersten Teich geräumt, im weiteren Betrieb zwischen 15 und 70 cm liegen.
- Um eine vollständige Durchmischung im belüfteten ersten Teich zu gewährleisten, sollten die Belüfter entsprechend ausgerichtet werden. Ggf. sollte eine ergänzende Umwälzvorrückung installiert werden.
- Im unbelüfteten zweiten Teich sollte eine Leitwand errichtet werden, damit das gesamte Teichvolumen zur Reinigung genutzt wird.
- Weiterhin sollten die Belüfter in diesem Teich ebenfalls aktiviert werden.
- Eine Optimierung der P-Fällung war vorzunehmen.
- Ein dritter, bereits vorhandener Teich, sollte die Teichkläranlage ergänzen. Die Ausbautiefe des ersten Teiches sollte als letzte Maßnahme > 1,5 m betragen.

Da von der Stilllegung der Abwasserteichanlage Heiligenthal in Jahr 2005 ausgegangen wurde, wurden die vorgeschlagenen Maßnahmen im Jahr 2003 nicht umgesetzt. Im Vergleich zu 2002 hatte 2003 die Zulaufmenge abgenommen (ca. 200 m³/d aus der Ortschaft wurden bereits in der KA Freist behandelt), wodurch bessere Ablaufwerte erreicht werden konnten. Es wurden weitere Empfehlungen zur P-Fällung gegeben, aus deren Optimierung auch eine Steigerung des CSB-Abbaus resultieren würde.

Im Rahmen der diesjährigen Auswertung sollten die Auswirkungen der verlängerten Belüfterlaufzeiten und die geänderte Steuerung des Zulaufpumpwerkes beurteilt werden. Nach der Aussage des Betreibers wurden die vorgeschlagenen Maßnahmen aufgrund des zeitnahen Stilllegungstermins zum 3.7.2006 jedoch nicht weiter verfolgt.

Wasserrechtliche Erlaubnis

Für die Abwasserteichanlage Heiligenthal wurden Überwachungswerte für CSB von 110 mg/l, für BSB₅ von 25 mg/l, für N_{ges} ein Überwachungswert von 90 mg/l und für P_{ges} von 15 mg/l festgelegt.

Zulaufbelastung

Der Bemessungswert liegt bei einem täglichen Schmutzwasserzufluß von 1060 m³. Dieser wird von den tatsächlichen Zulaufmengen deutlich unterschritten (Tab. 6). Aus dem Bemessungswert ergibt sich eine theoretische Aufenthaltszeit von 19 Tagen. Durch die geringe hydraulische Belastung der Teichanlage erhöht sich diese erheblich auf 139 Tage (2004) bzw. 109 Tage (2005).

TKA Heiligenthal			
	2001	2004	2005
m ³ /a	113185	53505	68195
m ³ /d	310	147	187
l/(E·d)	69	72	92

Tabelle 6:
Jahresschmutzwassermenge über TW Verbrauch,
TKA Heiligenthal

Die Zulaufkonzentrationen sind in Tabelle 7 dargestellt. Sie liegen beim CSB und BSB₅ im leicht erhöhten Bereich, aber etwas unter den sonst in den neuen Ländern auftretenden höheren Werten. Der CSB hat sich gegenüber dem vorangegangenen Untersuchungszeitraums verringert, ebenso die Ammonium- und die Phosphatkonzentrationen.

TKA Heiligenthal - Zulaufkonzentration [mg/l]					
Parameter	1999	2000	2001	2004	2005
BSB₅	245	383	670	381	527
CSB	854	824	956	575	752
NH₄-N	-	104	106	77	91
P_{ges}	-	19	20	12,6	15,6

Tabelle 7:
Mittlere Zulaufkonzentrationen,
TKA Heiligenthal,
Eigenüberwachung

Tabelle 8 zeigt die Frachten ebenfalls in Gegenüberstellung des voran gegangenen Untersuchungszeitraums. Aus der BSB₅-Fracht errechnet sich ein Einwohnerwert von 933 (2004) bzw. 1650 (2005) gegenüber der Dimensionierung für 4700 Einwohner bei nur 2023 angeschlossenen Einwohnern.

TKA Heiligenthal - Zulauffracht [kg/d]					
Parameter	1999	2000	2001	2004	2005
BSB₅	70	119	208	56	99
CSB	243	252	296	85	141
NH₄-N	-	32	33	11,3	17,0
P_{ges}	-	5,9	6,2	1,9	3,0

Tabelle 8:
Mittlere Zulauffrachten,
TKA Heiligenthal,
Eigenüberwachung

Das CSB/ BSB₅-Verhältnis liegt in den Jahren 2002 bis 2006 im Mittel bei 1,5. Tabelle 9 zeigt, dass das CSB/ BSB₅-Verhältnis in den letzten Betriebsjahren deutlich unter 2 liegt. Es entspricht so dem heute für kommunales Abwasser üblichen Verhältnis.

Tabelle 9: CSB/ BSB₅-Verhältnisse, TKA Heiligenthal

Parameter	1999	2001	2002	2004	2005
CSB/ BSB₅	4,4 (2,1-11,2)	2,3 (1,4-4,6)	1,6 (1,1-3,9)	1,5 (0,8-2,1)	1,5 (1,0-2,4)

Mit den in Tabelle 8 dargestellten Zulauffrachten wurde die Raumbelastung bezogen auf das Volumen des belüfteten Teiches berechnet (Tab. 10). Die geringe Frachtbelastung spiegelt sich auch in der Raumbelastung wider. Der hohe Bemessungswert war ursprünglich für einen „Übergangsbetrieb“ gewählt. Die geringe Einwohnerzahl während der letzten Betriebsjahre führt zu Werten deutlich unterhalb des von der DWA empfohlenen Richtwerts von $B_R \leq 25 \text{ g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$.

Tabelle 10: Mittlere BSB₅-Raumbelastung, TKA Heiligenthal

Raumbelastung	Bemessung	1999	2000	2001	2004	2005
[g/(m³·d)]	35	9	15	26	7	12

Reinigungsleistung

Die Reinigungsleistung bei den relevanten Parametern CSB und BSB₅ blieb bis zur Stilllegung problematisch. Die Überwachungswerte nach Größenklasse 2 konnten selten eingehalten werden. Setzt man die Größenklasse 1 an, so gäbe es nur beim BSB₅ teils Unterschreitungen des Überwachungswertes.

Tabelle 11 zeigt die tabellarische Darstellung der mittleren Ablaufkonzentrationen der Teichkläranlage Heiligenthal aus den Ergebnissen der behördlichen und der Eigenüberwachung im Zeitraum von 1999 bis 2006. Wie auch im vorangegangenen Zeitraum ist keine wirkliche Verbesserung bei der Abbauleistung von CSB und BSB₅ festzustellen. Die Überwachungswerte werden im Mittel überschritten, auch wenn der CSB in den letzten beiden Betriebsjahren im Mittel teils deutlich unter denen der Vorjahre lag.

Tabelle 11: Mittlere Ablaufkonzentrationen, TKA Heiligenthal, 1999-2006, behördliche und Eigenüberwachung

Parameter	TKA Heiligenthal - Ablaufkonzentrationen [mg/l]						Überwachungswert
	1999	2000	2001	2002	2004	2005	
BSB ₅	30 (n=16)	34 (n=4)	43 (n=16)	67 (n=17)	41 (n=20)	30 (n=11)	25
CSB	162 (n=16)	171 (n=4)	197 (n=16)	253 (n=36)	151 (n=36)	153 (n=12)	110
NH ₄ -N	34 (n=15)	67 (n=4)	64 (n=16)	69 (n=37)	55 (n=36)	50 (n=12)	-
NO ₃ -N	0,5 (n=15)	4,5 (n=4)	1,3 (n=16)	1,4 (n=37)	3,0 (n=36)	2,2 (n=12)	-
NO ₂ -N	4,2 (n=4)	1,5 (n=4)	1,4 (n=16)	0,3 (n=37)	0,55 (n=36)	0,4 (n=12)	-
N _{anorg ges}	36 (n=16)	73 (n=4)	67 (n=16)	70 (n=37)	58 (n=36)	53 (n=12)	90
P _{ges}	7,6 (n=16)	10,2 (n=4)	10,3 (n=16)	10,1 (n=36)	8,8 (n=36)	15,6 (n=12)	15

Vergleicht man die Eliminationsleistungen (Bild 10) der beiden Untersuchungszeiträume lassen sich keine Trends erkennen.

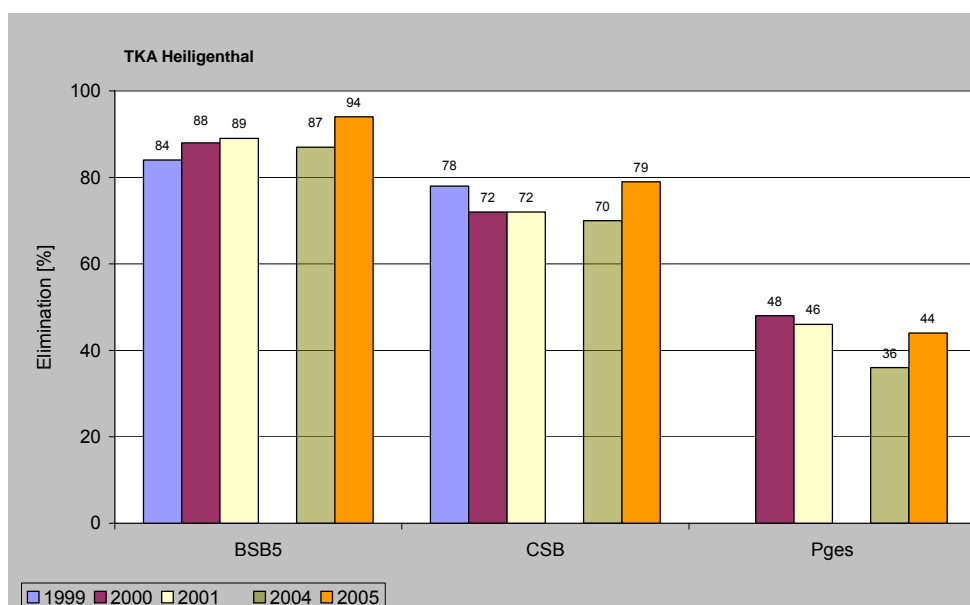


Bild 10:
Eliminationsleistung im Vergleich, TKA Heiligenthal

CSB

Die CSB-Elimination hat sich im Mittel von 70 % (2004) auf 79 % (2005) verbessert. Im Rahmen der Eigenüberwachung wurden 2004 bei 2/3 der Stichproben Überschreitungen des Überwachungswertes festgestellt, 2005 bei fast der Hälfte. Sogar im Mittelwert wird der Überwachungswert deutlich überschritten (Tab. 12).

CSB [mg/l]	2004	2005
	n=36	n=12
Mittelwert	151	153
<i>min</i>	83	92
<i>max</i>	331	310

Tabelle 12:
Mittlere CSB-Ablaufwerte,
TKA Heiligenthal, Eigenüberwachung

BSB₅

BSB₅ wurde im Mittel zu 89 % (2004) bzw. 94 % (2005) eliminiert. Trotzdem wurde der Überwachungswert von 25 mg/l in allen Jahren bei 2/3 der Proben der Eigenüberwachung nicht eingehalten. Wie auch beim CSB zeigt sich die teils sehr deutliche Überschreitung auch im Mittelwert (Tab. 13).

BSB ₅ [mg/l]	2004	2005
	n=20	n=11
Mittelwert	41	30
<i>min</i>	7	9
<i>max</i>	100	56

Tabelle 13:
Mittlere BSB₅-Ablaufwerte,
TKA Heiligenthal, Eigenüberwachung

Stickstoff

Beim Gesamtstickstoff hingegen wird der Überwachungswert von 90 mg/l immer und meist sehr deutlich eingehalten (Tab. 14). Nur im Januar 2004 kam es mit 104 mg/l zu einer Überschreitung.

N _{ges} [mg/l]	2004	2005
	n=36	n=11
Mittelwert	58	53
<i>min</i>	29	25
<i>max</i>	104	78

Tabelle 14:
Mittlere N_{ges}-Ablaufwerte,
TKA Heiligenthal, Eigenüberwachung

Die Ammonium-Konzentrationen im Ablauf liegen nur unwesentlich darunter, d.h. der ausgetragene Gesamtstickstoff besteht hauptsächlich daraus. Eine Teilnitrifikation wird teilweise in den wärmeren Monaten erreicht.

Phosphor

Der Überwachungswert von Phosphor von 15 mg/l wird deutlich eingehalten (Tab. 15).

P _{ges} [mg/l]	2004	2005
	n=36	n=11
Mittelwert	8,8	8,6
<i>min</i>	5,7	6,6
<i>max</i>	12,2	10,2

Tabelle 15:
Mittlere P_{ges}-Ablaufwerte,
TKA Heiligenthal, Eigenüberwachung

Zusammenfassende Anlagenbewertung

Etwas unglücklich ist die Auswahl der TKA Heiligenthal für die Überprüfung der Wirksamkeit von Optimierungsmaßnahmen zu bewerten. In Anbetracht der schon im Jahr 2002 bekannten, zunächst für 2005 geplanten, dann in 2006 realisierten Stilllegung, kam eine Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen aufgrund des damit verbundenen finanziellen und personellen Aufwands nicht wirklich in Frage. Insbesondere die Errichtung einer Leitwand im zweiten Teich und die Wiederinbetriebnahme eines dritten Teiches wären mit teils aufwendigen Baumaßnahmen verbunden gewesen. Mit der Erweiterung um einen dritten Teich hätte sich die Anlage einer Dimensionierung nach DWA A 201 angenähert. Grundlage des Vorschlags war die Empfehlung bei Anlagen ohne Absetzbecken drei Teiche anzulegen.

Da keine Optimierungsmaßnahmen durchgeführt wurden, konnte die Ablaufqualität der Parametern CSB und BSB₅ nicht verbessert.

Die Abwasserbehandlung der Ortschaft Heiligenthal wird seit Juli 2006 in der Kläranlage Freist durchgeführt. Das Gelände der Teichkläranlage geht nun zurück an den Eigentümer. Dies ist die Gemeinde Heiligenthal. Vorab werden die Teiche entschlammte und die technischen Einrichtungen demontiert. Ist der Rückbau soweit abgeschlossen könnten Fischteiche entstehen, genaue Planungen liegen aber laut Betreiber noch nicht vor.

3.3 Teichkläranlage Söllichau

Die erst im Jahr 2001 in Betrieb genommene, aus vier Teichen bestehende Abwasserteichanlage ist als langfristige Lösung zur Abwasserbehandlung der Ortschaft Söllichau angelegt. Sie ist für 1145 Einwohner dimensioniert, wobei im Juni 2005 nur 980 Einwohner angeschlossen waren - gegenüber 1020 Einwohnern im Jahr 2001 bedeutet dies eine Reduzierung um knapp 3 % und damit eine einwohnerbezogene Auslastung von gut 85 %.

Das Gesamtvolumen der Anlage beläuft sich auf ca. 5300 m³. Es wird Abwasser aus der Mischkanalisation zugeführt. Durch die künstliche Belüftung des 2. Teiches fällt der Footprint im Vergleich zu natürlich belüfteten Teichkläranlagen deutlich kleiner aus. Das Fließschema (Bild 11) gibt den Weg des Abwassers wieder. Der Anlagenablauf wird dem Schleifbach zugeführt.

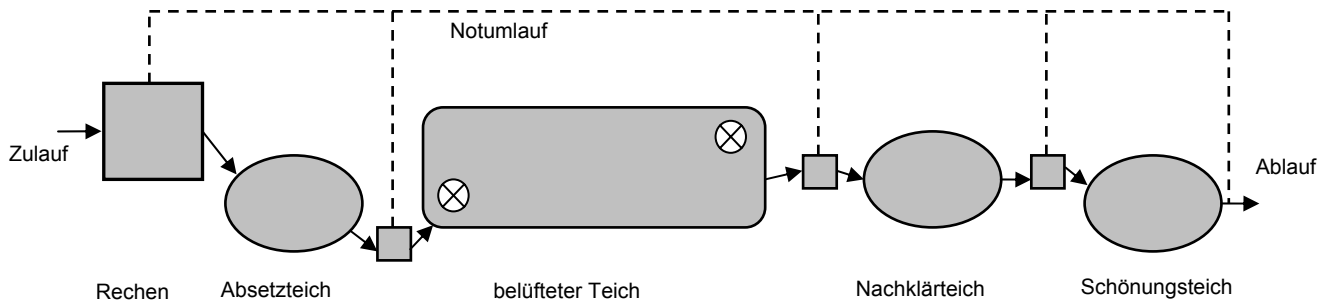


Bild 11: Fließschema Abwasserteichanlage Söllichau

Optimierungsmaßnahmen

Nach der Auswertung der Ergebnisse im Jahr 2002 wurden für die Teichkläranlage Söllichau im Wesentlichen drei Punkte zur Leistungsverbesserung vorgeschlagen.

- Wasserlinsen sollten während der Vegetationsperiode regelmäßig entfernt werden, um einen erhöhten BSB₅ im Ablauf zu vermeiden.
- Um eine gezielte Nitrifikation zu erreichen, wurde die Installation entweder einer technischen Stufe (Festbett, Tropfkörper) oder einer zusätzlichen naturnahen Behandlungsstufe (vertikal beschickter Bodenfilter) empfohlen.
- Aufgrund der ungewöhnlich hohen Nährstoffbelastung des Zulaufs sollte dieser verstärkt überprüft werden.

Die Entfernung der Wasserlinsen wurde im Jahr 2003 regelmäßig vorgenommen und so ein BSB₅ von 7,8 mg/l eingehalten. Die Überprüfung des Zulaufs erfolgte in Abständen von 3 Monaten. Eine Maßnahme zur gezielten Nitrifikation wurde 2003 nicht umgesetzt.

Im Verlauf des Jahres 2003 wurde mehrfach die Überschreitung des Überwachungswertes für Gesamtphosphor von 4 mg/l festgestellt. Eine Phosphatfällung wird seit Inbetriebnahme der Anlage eingesetzt. Hierfür wird Fe-III-Chlorid dem Zulauf nach Passieren des Rechens zugegeben. So kann der Fällschlamm bereits im Absetzteich sedimentieren. Die Dosierung wurde von ursprünglich 0,35 l Fe₃Cl/h auf 1,5 l, dann auf 2,5 l erhöht. So konnte der Überwachungswert wieder eingehalten werden.

Im Jahr 2005 wechselte der technische Betriebsführer der Teichanlage. Um sich einen Überblick zu verschaffen und die Verbesserung der Ablaufwerte zu erreichen, wurde die Studie der Universität Rostock [2003a] erneut aufgegriffen. Über die Empfehlungen hinaus wurden mit der Zielsetzung der Nitrifikation verschiedenste Probestriebe gefahren. Einhergehend mit umfangreichen Sauerstoffmessungen wurden Belüfterkapazität, -zeiten und -steuerung variiert. Trotzdem war ein besserer Ammoniumabbau nicht festzustellen. Ein Ergebnis war aber die Optimierung der Belüfterzeiten, die um 2 h pro Tag reduziert werden konnten.

Hinsichtlich der Phosphatelimination wurde der Ort der Fällmittelzugabe in den belüfteten Teich verlegt und die zugegebene Menge variiert. Eine Verbesserung der Eliminationsleistung war nur im Zusammenhang mit einer Veränderung der Fällmittelmenge zu beobachten. Dies war auch zu erwarten, die Verortung nimmt keinen Einfluss. Im Gegenteil ist eine Zugabe im Teich als ungünstig zu bewerten, da hier keine gute Durchmischung erreicht wird und eine zusätzliche Akkumulation von Schlamm als Resultat der Fällung auftritt.

Die von der Universität Rostock empfohlene intensive Untersuchung des Zulaufs wurde als widersprüchlich empfunden. An einer Stelle des Berichts wurde von einer hohen Nährstoffbelastung gesprochen, während an anderer Stelle eine eher geringe organische Belastung aufgezeigt wurde. Als schwierig wird vom Betreiber der hohe Fremdwasseranteil im Zulauf bewertet. Aufgrund der angeschlossenen Mischwasserkanalisation wird die Teichanlage während Niederschlagsereignissen stark hydraulisch belastet. Inzwischen wurde der aus artesischen Quellen stammende Fremdwasseranteil verringert, indem drei Brunnen, in die die Quellen entwässerten aus dem Netz genommen wurden.

Innerhalb der diesjährigen Untersuchungen soll die Wirksamkeit von Entschlammung, der Reduzierung der eingetragenen Regenwassermenge und der weiteren Optimierung der Fällung überprüft werden.

Wasserrechtliche Erlaubnis

Der Grenzwert für CSB ist mit 110 mg/l festgelegt, der für BSB₅ mit 25 mg/l, was der Größenklasse 2 entspricht. Mit dem Änderungsbescheid zur wasserrechtlichen Erlaubnis vom 28.12.2005 wurde der Überwachungswert von 14 mg/l für Ammonium mit einem Überwachungswert von 55 mg/l für N_{ges} ersetzt. Betreiber und Untere Wasserbehörde hatten sich darauf verständigt, dass Ammonium in dieser Größenordnung der falsche Parameter für eine Teichkläranlage ist, da nicht von einer Nitrifikation ausgegangen werden kann. Für P_{ges} gilt ein Überwachungswert von 4 mg/l.

Zulaufbelastung

Durch den Anschluss einer Mischwasserkanalisation an die Teichkläranlage Söllichau sind die Zulaufmengen stark schwankend. Der Trockenwetterabfluss liegt deutlich unter den Zuflüssen während eines Niederschlagsereignis. Hier ist die eingetragene Menge abhängig von Niederschlagsintensität und -dauer.

Detaillierte Angaben zur auf der Teichkläranlage angefallenen Wassermenge lagen nur für das Jahr 2004 vor. Monatswerte der Gesamtmenge sowie der auf Trockenwetterverhältnisse bezogenen Schmutzwassermenge sind in Tabelle 16 aufgeführt.

Tabelle 16: Gegenüberstellung der Schmutzwassermenge bei Trockenwetter und der Gesamtmenge, 2004, TKA Söllichau

[m ³]	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
trocken	5208	6654	6388	4395	3581	2312	1472	1730	2213	4006	696	4846
gesamt	9634	13761	9277	6194	7356	4838	6819	4945	3412	4170	11838	8387
Regenanteil [%]	45,9	51,6	31,1	29,0	51,3	52,2	78,4	65,0	35,1	3,9	94,1	42,2

Aus der Tabelle wird der hohe Anteil des Niederschlagswassers deutlich. Der abflussreichste Tag mit einer Wassermenge von 1500 m³/d trat im Februar auf. Insgesamt wurden im Jahr 2004 aber nur an zehn Tagen mit Zuflussmengen von über 1000 m³/d festgestellt. Der Bemessungswert liegt bei 275 m³/d. Daraus errechnet sich eine Aufenthaltszeit von 19 Tagen.

Der Betreiber verweist auf den teils hohen Fremdwassereinfluss aus Rohrbrunnen und Dränagen auch an niederschlagsfreien Tagen. Die nach Tabelle 16 ermittelte, auf Trockenwetterverhältnisse bezogene Jahresschmutzwassermenge von 43501 m³ wurde daher korrigiert auf 28619 m³. Bei 1000 angeschlossenen Einwohnern verringert sich so rechnerisch der Anfall von 119 l/(E·d) auf 78 l/(E·d). Die Gesamtwassermenge, die der Teichanlage im Jahr 2004 zugeführt wurde, beträgt 90631 m³.

Die Zulaufkonzentrationen sind aufgrund der Mischwassersituation sehr verdünnt, wie Tabelle 17 zeigt, und liegen deutlich unter den Werten, die im Rahmen dieser Untersuchung für Anlagen im Trennsystem ermittelt wurden. CSB und die BSB₅ werden nur vierteljährlich ermittelt. Insbesondere für die Jahre 2004 und 2005 stehen nur wenige Messergebnisse zur Verfügung. Deutlich wird ein Anstieg des CSB und BSB₅ im Jahr 2006, der auf die Abkopplung der Brunnen und den dadurch verringerten Verdünnungseffekt zurückzuführen ist.

TKA Söllichau - Zulaufkonzentration [mg/l]				
Parameter	2001	2004	2005	2006
BSB₅	85	85	117	198
CSB	205	274	244	409
NH₄-N	-	32	30	44
P_{ges}	7,6	11,5	5,8	6,8

Tabelle 17:
Mittlere Zulaufkonzentrationen,
TKA Söllichau,
Eigenüberwachung

Auf eine detaillierte Frachtberechnung wurde aufgrund des geringen Datenumfangs und der sehr inhomogenen Zulaufmenge verzichtet. Aufgrund des Verdünnungsfaktors stehen aber sehr geringe Frachten an.

Rechnet man aber beispielsweise mit der durchschnittlichen Abwassermenge von 119 m³/d im Jahr 2004 und einem durchschnittlichen BSB₅ im Zulauf von 85 mg/l (2004) errechnet sich eine Fracht von 10 kg/d und daraus wiederum eine Raumbelastung von 3 g/(m³·d), wenn man das Volumen des belüfteten Teiches mit 2996 m³ berücksichtigt. Für das Jahr 2001 wurde hingegen eine BSB₅-Fracht von 27 kg/d und somit eine Raumbelastung von 9 g/(m³·d) festgestellt.

Reinigungsleistung

Für die Beurteilung der Reinigungsleistung wurden die Ergebnisse der Eigenüberwachung aus den Jahren 2004-2006 herangezogen. Die Bestimmung erfolgte jeweils aus der filtrierten Ablaufprobe. Tabelle 18 gibt einen Überblick über die Entwicklung der mittleren Ablaufkonzentration. Nur bei Ammonium werden die Überwachungswerte überschritten. Bei den überwachungstechnisch relevanten Parametern liegen die Messergebnisse deutlich unter den vorgegebenen Werten.

Tabelle 18: Ablaufwerte der Abwasserteichanlage Söllichau, 2001-2006, behördliche und Eigenüberwachung

Parameter	Ablaufkonzentrationen [mg/l]					Überwachungswert
	2001	2002 ^{*)}	2004	2005	2006	
BSB₅	22 (n=20)	9 (n=2)	9 (n=8)	14 (n=3)	14 (n=12)	25
CSB	50 (n=20)	51 (n=2)	50 (n=12)	60 (n=79)	52 (n=58)	110
NH₄-N	23 (n=21)	26 (n=2)	12 (n=32)	34 (n=80)	44 (n=1)	14^{**)}
NO₃-N	1,1 (n=16)	0,6 (n=2)	0,5 (n=12)	0,7 (n=78)	0,8 (n=45)	-
NO₂-N	0,7 (n=16)	0,2 (n=2)	0,22 (n=12)	0,17 (n=78)	0,17 (n=52)	-
N_{anorg ges}	24 (n=16)	26 (n=2)	32 (n=12)	34 (n=77)	33 (n=52)	55
P_{ges}	2,4 (n=20)	1,1 (n=2)	2,1 (n=12)	2,7 (n=80)	1,7 (n=53)	4

^{*)} Daten der behördlichen Überwachung
^{**) Wert wurde aufgegeben, dafür Wert für N_{ges} festgesetzt}

CSB

Über die CSB-Elimination kann nur wenig ausgesagt werden. Sie lag 2004 bei 82 % (Ergebnis aus drei Proben), 2005 bei 69 % (Ergebnis aus 14 Proben) und 2006 bei 90 % (Ergebnis aus drei Proben). Eine Überschreitung des CSB-Überwachungswertes von 110 mg/l war in den Jahren 2004 bis 2006 nicht festzustellen (Tab. 19). Zwar werden die Ablaufproben regelmäßig filtriert, doch liegen die Werte so niedrig, dass wahrscheinlich selbst die unfiltrierte Probe die Überwachungswerte einhalten sollte.

CSB [mg/l]	2004	2005	2006
	n=12	n=79	n=52
Mittelwert	50	60	58
min	33	15	32
max	70	134	102

**Tabelle 19:
Mittlere CSB-Ablaufwerte,
TKA Söllichau, Eigenüberwachung**

Die durch die TU Berlin untersuchte Stichprobe vom 29.01.07 ergab eine Zulaufkonzentration von 229 mg/l (Mischwasser während Regenereignis), eine Ablaufkonzentration aus der unfiltrierten Probe von 47 mg/l und von 31 mg/l aus der filtrierten Probe.

BSB₅

Auch über die BSB₅-Elimination kann aufgrund der geringen Datenmenge nur wenig ausgesagt werden. Sie lag 2004 bei 79 % (Ergebnis aus drei Proben), 2005 bei 64 % (Ergebnis einer Probe) und 2006 bei 95 % (Ergebnis aus zwei Proben). Eine Überschreitung des Überwachungswertes von 25 mg/l war in den Jahren 2004 bis 2006 trat nur einmal auf (Tab. 20).

BSB ₅ [mg/l]	2004	2005	2006
	n=8	n=3	n=12
Mittelwert	9	14	14
<i>min</i>	3	4	5
<i>max</i>	19	22	28

Tabelle 20:
Mittlere BSB₅-Ablaufwerte,
TKA Söllichau, Eigenüberwachung

Stickstoff

Der mit 14 mg/l festgeschriebene Überwachungswert für Ammonium ist für das Verfahren der Teichkläranlage nicht geeignet, da hier nicht gezielt nitrifiziert werden kann. Dies wurde auch im Austausch zwischen zuständigem Betreiber und Unterer Wasserbehörde diskutiert. Ein Überwachungswert für Gesamtstickstoff von 55 mg/l ist sinnvoller. Dieser inzwischen festgesetzte Überwachungswert wurde bis auf drei Fälle im Jahr 2005 nicht überschritten (Tab. 21).

N _{ges} [mg/l]	2004	2005	2006
	n=12	n=77	n=52
Mittelwert	32	34	33
<i>min</i>	3	17	9
<i>max</i>	48	63	54

Tabelle 21:
Mittlere N_{ges}-Ablaufwerte,
TKA Söllichau, Eigenüberwachung

Ammonium bildet den größten Anteil am Gesamtstickstoff, so dass die NH₄-N-Konzentrationen nur geringfügig unter den für Gesamtstickstoff liegen.

Die Ergebnisse für Nitrat liegen zumeist unter 1 mg/l, dies bestätigte sich auch in der Stichprobe vom 29.1.07, in der eine Ablaufkonzentration von 0,314 mg/l gemessen wurde. Interessanterweise lag die Zulaufkonzentration mit 1,9 mg/l etwas darüber. Dies deutet auf Umbauprozesse im Kanal hin.

Phosphor

Mit einem Überwachungswert für Phosphor von 4 mg/l ist eine Größe festgesetzt, die im Fall der Teichkläranlage Söllichau mit einer P-Fällung erreicht wird. Die Überschreitungen sind wenn, dann nur geringfügig, im Jahr 2006 gab es keine Überschreitung (Tab. 22).

P _{ges} [mg/l]	2004	2005	2006
	n=12	n=80	n=53
Mittelwert	2,1	2,7	1,7
<i>min</i>	0,3	0,7	0,7
<i>max</i>	5,1	5,8	3,6

Tabelle 22:
Mittlere P_{ges}-Ablaufwerte,
TKA Söllichau, Eigenüberwachung

Die Messung der Stichprobe am 29.1.07 ergab eine Ablaufkonzentration vom 2,1 mg/l.

Zusammenfassende Anlagenbewertung

Die Teichanlage zeichnet sich durch eine herausragende Ausstattung aus. Bemerkenswert ist das Betriebsgebäude, dass neben dem Rechen, einem Boot auch den Vorhaltebehälter für Eisen-III-

Chlorid beherbergt und mit einem Kontrollraum sowie kleinem Labor ausgestattet ist. Absetzteich und belüfteter Teich können über Brücken begangen werden. Ins Auge fällt außerdem die gute Ausstattung mit Rettungsringen.

Die im Jahr 2001 aufgezeigte hydraulische Überlastung der Teichkläranlage konnte für das Jahr 2004 nicht festgestellt werden. Allerdings muss in diesem Zusammenhang auf die fehlenden Angaben der letzten beiden Jahre verwiesen werden, so dass hier keine Aussage über Trends gemacht werden kann. Die **Verringerung der eingetragenen Regenwassermenge kann nur über Abkopplung versiegelter Flächen vom Kanalnetz** erreicht werden. Bisher wurde der Fremdwasseranteil durch die Herausnahme von drei Brunnen aus der Mischkanalisation reduziert.

Die Zulaufkonzentrationen und -frachten sind aufgrund der Mischwasserverhältnisse als verdünnt einzustufen, daher auch die geringe BSB₅-Raumbelastung von unter 10 g/(m³·d). Es gibt keine Probleme bei den Parametern CSB und BSB₅, da keine Überschreitungen des Überwachungswertes auftreten. Etwas schwieriger ist die Situation bei den Nährstoffen. Ammoniumablaufkonzentrationen, die unter 14 mg/l, liegen sind mit einer Teichkläranlage schwer zu erreichen. Teichkläranlagen sind im Allgemeinen nicht auf eine gezielte Nitrifikation ausgelegt. Soll diese erreicht werden, muss noch einmal auf die potentielle **Nach- oder Zwischenschaltung einer technischen Stufe oder eines vertikal durchströmten Bodenfilters** verwiesen werden. Ziel wäre **Erhöhung und Erhalt der Biomasse**. Dies könnte auch durch ein mit einem geringeren Bauaufwand verbundenen **Einbringen eines Geogitters** erreicht werden, wie es auf der Teichanlage Born umgesetzt wurde (vgl. Kap. 4.1).

Eine Entschlammung der Anlage soll bis zum Frühjahr 2007 durchgeführt werden, so dass sich Auswirkungen erst im Anschluß zeigen werden.

Nach Aussage des Betreibers wird eine angepasste Phosphatfällung durchgeführt, damit die Überwachungswerte von P_{ges} nicht überschritten werden.

Die im vorangegangenen Bericht erwähnte Teichlinse war nur in rudimentären Resten auf dem Schönungsteich vorhanden, sollte aber nach wie vor insbesondere während der Vegetationsperiode an massenhafter Ausbreitung gehindert werden.

3.4 Teichkläranlage Walbeck

Die im Jahr 1993 in Betrieb genommene, aus vier Teichen bestehende, belüftete Abwasserteichanlage wurde als mittelfristige Lösung zur Abwasserbehandlung der Ortschaft Walbeck angelegt. Auch sie sollte ursprünglich im Jahr 2005 stillgelegt werden und das anfallende Abwasser in die zentrale Kläranlage nach Hettstett weitergeleitet werden. Dimensioniert wurde sie für 3000 Einwohner. Im Juni 2005 waren aber nur 870 Einwohner angeschlossen. Dies ist aber gegenüber den im Jahr 2000 nur 489 angeschlossenen Einwohnern eine Steigerung um 78 %. Trotzdem wird nur eine einwohnerbezogene Auslastung von 29 % erreicht.

Das Gesamtvolumen der Anlage beläuft sich auf ca. 10530 m³, in dem Abwasser aus dem Trennsystem behandelt wird. Die kaskadenartige Anordnung der Teiche ist dem Geländegefälle angepasst und fügt sich außerordentlich gut in das Landschaftsbild ein. Auf den Rechen folgen ein belüfteter Teich, zwei Nachklärteiche sowie ein mit einem Sickerdamm versehenen Schönungsteich. Im Fließschema (Bild 12) ist der Weg des Abwassers dargestellt. Der Anlagenablauf wird dem Ha-

senwinkelbach zugeführt. Dieser kann während Trockenperioden im Sommer trocken fallen, d.h. er besteht in diesen Zeiten zu 100 % aus unverdünntem Kläranlagenablauf.

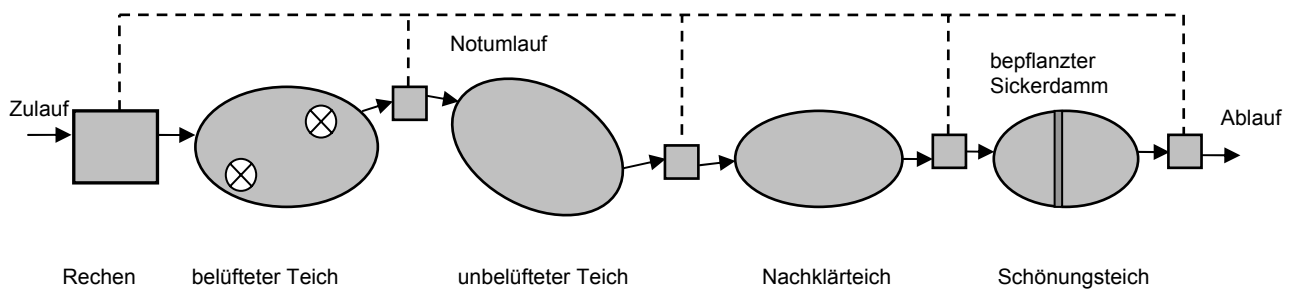


Bild 12: Fließschema Abwasserteichanlage Walbeck

Vorgeschlagene Optimierungsmaßnahmen

Nach der Auswertung der Ergebnisse im Jahr 2002 wurden auch für die Teichkläranlage Walbeck umfangreiche Maßnahmen zur Leistungsverbesserung vorgeschlagen.

- Der Belüfter im ersten Teich sollte wieder in Betrieb genommen werden.
- Die Indirekteinleiter sollten verstärkt überprüft werden.
- Das mangelhafte Ablaufbauwerk sollte erneuert werden, um weitere Erosionsschäden auszuschließen.
- Die Einzäunung des Anlagengeländes sollte verstärkt werden, um das Eindringen von Schwarzwild zu verhindern. Es waren bereits größere Schäden erkennbar.

Im Rahmen der diesjährigen Auswertung sollen die Auswirkungen der Entschlammung des ersten Teiches und der Optimierung der Nachklärung beurteilt werden.

Umgesetzte Optimierungsmaßnahmen

Trotz der geplanten Stilllegung der Abwasserteichanlage Walbeck im Jahr 2005, wurden einige der vorgeschlagenen Maßnahmen im Jahr 2003 umgesetzt. Der Belüfter im ersten Teich wurde ausgetauscht und in Betrieb genommen. Das Ablaufbauwerk wurde befestigt. Zusätzlich wurde ein Al-Fällmittel eingesetzt, das nach Aussage des Betreibers zur Verbesserung der Ablaufqualität führte.

Anschließend wurde die Nachklärung optimiert. Der Sickerdamm im Schönungsteich konnte seine vorgesehene Funktion nicht erfüllen, da der Teich zu sehr eingestaut war. Durch Heruntersetzen des Mönchs im Ablauf konnte der Pegel gesenkt werden. Dadurch wurde der Überstau des Dammes verhindert, so dass das Wasser gezwungen wird, den Damm zu passieren.

Eine Entschlammung des ersten Teiches fand nach Aussagen des Betreibers nicht statt.

Wasserrechtliche Erlaubnis

Hydraulisch darf der Hasenwinkelbach mit bis zu 3 l/s, 10 m³/h und 100 m³/d belastet werden. Die Jahresschmutzwassermenge wird mit 35000 m³ festgeschrieben.

Für CSB und BSB₅ gelten Überwachungswerte von 150 mg/l bzw. 40 mg/l. Ergänzend wurden für N_{ges} 100 mg/l, für P_{ges} 20 mg/l und ein pH-Wert von 6 bis 8,5 festgelegt.

Die aktuelle wasserrechtliche Erlaubnis für die Teichkläranlage Walbeck gilt nur noch bis zum 31.12.07. Zukünftig soll nach dieser letztmaligen Betriebsverlängerung das Abwasser der zentralen Kläranlage Hettstedt zugeführt werden. Eine weitere Verlängerung der Betriebsgenehmigung wird ausgeschlossen, um den Hasenwinkelbach zu schützen. Er wird als leistungsschwaches Gewässer bewertet, dessen Wasserbeschaffenheit durch die Einleitung des Kläranlagenablaufs Walbeck nachhaltig beeinträchtigt wird. Vorgeben wird bundesweit das Erreichen der Gewässergüteklasse II.

Zulaufbelastung

In den vom Betreiber zur Verfügung gestellten Unterlagen wird die jährliche Schmutzwassermenge gleich bleibend mit 27120 m³ angegeben. Daraus errechnet sich eine tägliche Menge von 74 m³. Der Bemessungswert liegt bei einem täglichen Schmutzwasseranfall von 100 m³ und wird so von der tatsächlichen Zulaufmenge deutlich unterschritten. Rechnerisch ergab sich für das Jahr 2001 ein Pro-Kopf-Verbrauch von 151 l/(E·d), aufgrund der erhöhten Einwohnerzahl für das Jahr 2005 nur noch von 85 l/(E·d).

Die Zulaufbelastung ist gekennzeichnet durch den Eintrag von Fleischereiabwasser. Der CSB und BSB₅ im Zulauf liegen teilweise extrem hoch (Tab. 23). Während 2004 nur einige Extremwerte auftraten, wurde 2005 im Rahmen der Eigenüberwachung CSB-Spitzenwerte über 5500 mg/l gemessen.

TKA Walbeck - Zulaufkonzentration [mg/l]						
Parameter	1999	2000	2001	2004	2005	2006
BSB₅	711	1426	1973	1043	1711	875
CSB	1087	1926	3037	1552	2542	1399
P_{ges}	-	21,8	28,5	18,3	22,3	19,6

Tabelle 23:
Mittlere Zulaufkonzentrationen, TKA Walbeck, Eigenüberwachung

Tabelle 24 zeigt die Frachten ebenfalls in Gegenüberstellung des voran gegangenen Untersuchungszeitraums.

TKA Walbeck - Zulauffracht [kg/d]						
Parameter	1999	2000	2001	2004	2005	2006
BSB₅	42	106	144	78	127	65
CSB	65	143	226	78	189	103
P_{ges}	-	1,6	2,1	1,4	1,7	1,5

Tabelle 24:
Mittlere Zulauffrachten, TKA Walbeck, Eigenüberwachung

Durch Kapazitätsreserven der Anlage - es sind nur etwa 900 Einwohner angeschlossen - und bei einem jährlichen Zulauf von ca. 22000 m³ ist sie teilweise nur zu 1/3 ausgelastet (Bild 13).

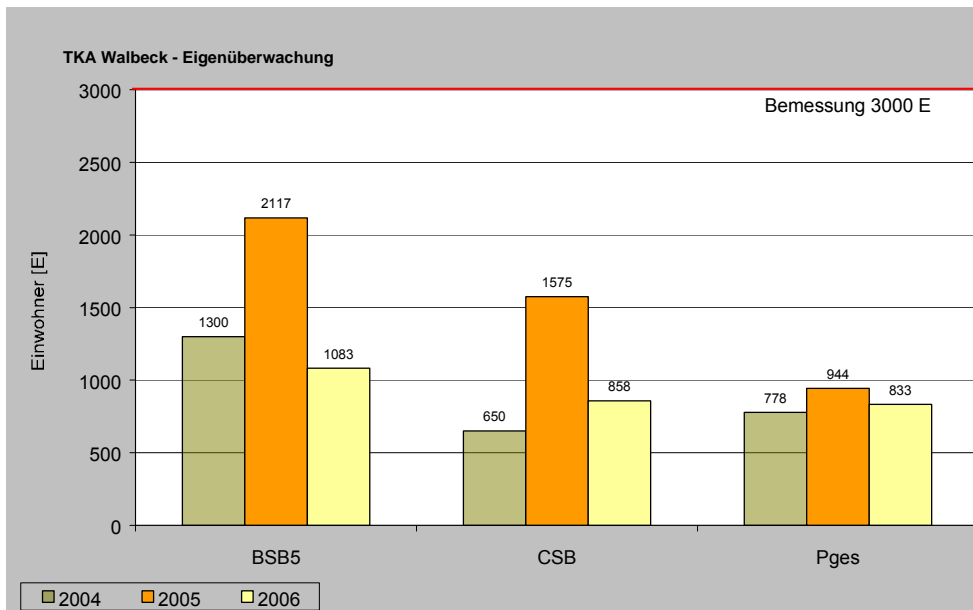


Bild 13:
Mittlere
Anlagenbelastung in
Einwohnerwerten,
TKA Walbeck

Der Betrieb der Anlage zielt gesondert auf die hohen Zulaufkonzentrationen. So wurde 2004 Teich 1 dauerhaft mit dem Belüfterrührwerk durchmischt und der Pegel in Teich 4 absenkt, um das Durchfließen des Sickerdammes zu forcieren. Dies wurde auch 2005 beibehalten.

Tabelle 25 zeigt, dass das CSB/ BSB₅-Verhältnis mit einer relativ geringen Schwankungsbreiten im Zeitraum 2004 bis 2006 meist unter 2 und somit im üblichen Bereich liegt.

Tabelle 25: CSB/ BSB₅-Verhältnisse, TKA Walbeck

Parameter	1999	2000	2001	2004	2005	2006
CSB/ BSB₅	2,0 (0,8-7,4)	1,4 (1,2-1,8)	1,6 (1,3-2,4)	1,5 (1,3-1,9)	1,5 (1,3-1,8)	1,6 (1,4-1,8)

Unter Berücksichtigung des Volumens des belüfteten Teiches wurde die Raumbelastung aus den in Tabelle 24 dargestellten BSB₅-Frachten errechnet (Tab. 26). Die Zulauffrachten sind stark schwankend. Der im vorangegangenen Untersuchungszeitraum festgestellte Trend der stetig steigenden Frachtbelastung hat sich in den Jahren 2004 bis 2006 nicht fortgesetzt. Der nach DWA A 201 empfohlene Wert von $B_R \leq 25 \text{ g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ wird in den Jahren 2004 und 2006 unterschritten, 2005 liegt die Raumbelastung geringfügig darüber.

Tabelle 26: mittlere BSB₅-Raumbelastung, TKA Walbeck

Raumbelastung	Bemessung	1999	2000	2001	2004	2005	2006
[g/(m³·d)]	40 (22*)	9	24	32	17	28	14
*) TKA Walbeck hatte ursprünglich 2 belüftete Teiche, dieser Wert entspricht der Bemessung für 2 Teiche							

Reinigungsleistung

Für den Untersuchungszeitraum 2004-2006 wurden die Daten aus der Eigenüberwachung herangezogen. In Tabelle 27 werden die mittleren Ablaufkonzentrationen dargestellt. Gegenüber der schlechten Ablaufbilanz des vorangegangenen Untersuchungszeitraums lagen die Ablaufkonzentrationen in den Jahren 2004 und 2005 im Mittel gut unter den Überwachungswerten. Im Jahr 2006 war wieder eine deutliche Verschlechterung festzustellen.

Tab. 27: Mittlere Ablaufwerte der Abwasserteichanlage Walbeck, 1998-2006, behördliche und Eigenüberwachung

Parameter	TKA Walbeck - Ablaufkonzentrationen [mg/l]						Überwachungswert
	1999	2000	2001	2004	2005	2006	
BSB₅	43 (n=13)	32 (n=16)	34 (n=16)	17 (n=12)	10 (n=12)	57 (n=10)	25
CSB	155 (n=13)	151 (n=16)	159 (n=16)	83 (n=12)	79 (n=12)	139 (n=11)	110
NH₄-N	39 (n=13)	51 (n=16)	58 (n=16)	28 (n=12)	34 (n=12)	36 (n=11)	-
NO₃-N	0,1 (n=13)	1,1 (n=16)	0,1 (n=16)	2,7 (n=12)	3,3 (n=12)	2,2 (n=11)	-
NO₂-N	0,1 (n=13)	0,2 (n=16)	0,1 (n=16)	0,2 (n=12)	0,45 (n=12)	0,1 (n=11)	-
N_{anorg ges}	40 (n=13)	52 (n=16)	58 (n=16)	31 (n=12)	38 (n=12)	46 (n=11)	100
P_{ges}	10 (n=13)	11 (n=16)	10,8 (n=16)	6,6 (n=12)	7,4 (n=12)	7,0 (n=11)	20

Der Vergleich der Eliminationsleistung aus den Mittelwerten der Eigenüberwachung (Bild 14) zeigt, dass beim CSB wie auch beim BSB₅ bereits sehr hohe Eliminationsleistung erreicht sind, die teils deutlich über 90 % liegen. Insbesondere bei Gesamtphosphor konnte die Eliminationsleistung gegenüber dem vorangegangenen Untersuchungszeitraum gesteigert werden.

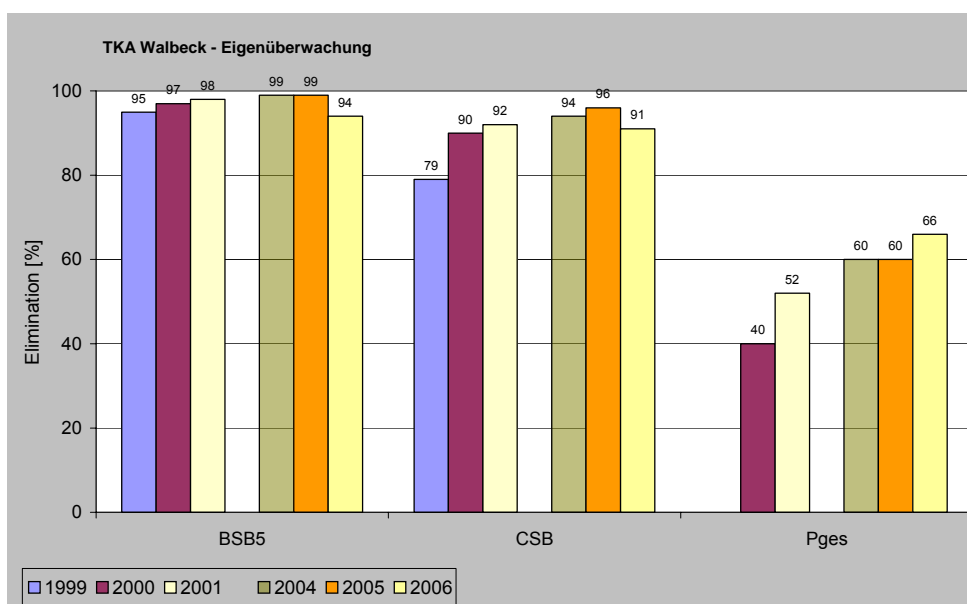


Bild 14: Eliminationsleistung im Vergleich, TKA Walbeck

CSB

Die schlechten Jahresmittelwerte für das Jahr 2006 für CSB und BSB₅ im Ablauf sind auf die Messungen in den Monaten Februar bis April zurückzuführen. Hier wurden die Überwachungswerte für beide Parameter stark überschritten. Ein Zusammenhang mit einer überhöhten Zulaufkonzentration ist nicht zu erkennen.

Der mit dem Fleischereiabwasser eingetragenen CSB ist leicht abbaubar. Die CSB-Abbauraten liegen im Durchschnitt über 90 %. Die Überwachungswerte werden in den Jahren 2004 und 2005 immer eingehalten. Eine Ausnahme bildet der Zeitraum Februar bis April 2006. Hier wurden Ablaufkonzentrationen über 250 bzw. 360 mg/l gemessen. Diese korrespondieren jedoch nicht mit überhöhten Zulaufkonzentrationen, die sich im für Walbeck gemäßigten Bereich von 1600 mg/l bewegen. Beispielsweise konnte die höchste Zulaufkonzentration im Mai 2006 mit 2180 mg/l um 98,2 % auf 126 mg/l abgebaut werden.

Bei der von der TU durchgeführten Stichprobe am 20.11.06 ergaben die Bestimmungen aus der unfiltrierten Probe eine Zulaufkonzentration von 1603 mg/l und eine Ablaufkonzentration von 42 mg/l. Dies entspricht einer Abbaurrate von 97 %.

BSB

Auch der BSB₅-Überwachungswert wird sicher eingehalten. Im Jahr 2005 lag er sogar dauerhaft unter 20 mg/l. Wie beim CSB werden auch von Februar bis April 2006 extrem hohe Ablaufkonzentrationen von 128 bzw. 210 bzw. 115 mg/l gemessen.

Stickstoff

Der Überwachungswert von 100 mg/l Gesamtstickstoff wird eingehalten. Auffällig ist, dass besonders in der zweiten Jahreshälfte von Juli bis Dezember die Ablaufkonzentrationen unter 40 mg/l liegen (Bild 15). Ein Jahresgang ist deutlich zu erkennen.

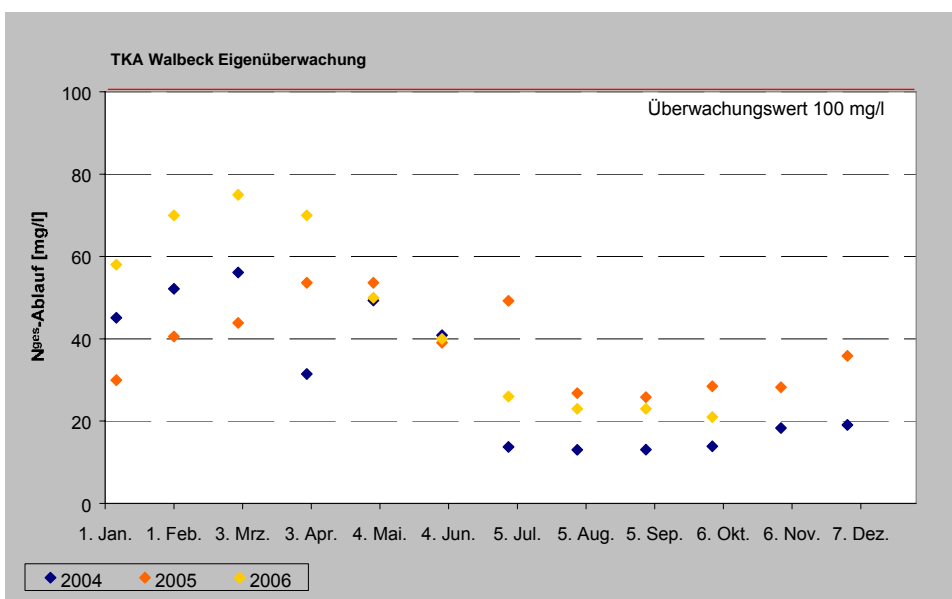


Bild 15:
Jahresgang N_{ges}-
Ablaufkonzentration,
TKA Walbeck

Eine saisonal bedingte Nitrifikation ist aber an den Nitrat-Ablaufkonzentrationen nicht abzulesen. Die Auswertung der Stichprobe vom 20.11.06 ergibt aber ein eindeutigeres Bild. Bei 146 mg/l Ammonium im Zulauf werden im Ablauf nur noch 27 mg/l gemessen. Analog liegt die Nitratkonzentration im Zulauf bei 0,593 mg/l und im Ablauf bei 14 mg/l.

Phosphor

Auch beim Gesamtphosphor wird der Überwachungswert von 20 mg/l dauerhaft und problemlos eingehalten (Bild 16). Wie auch beim Stickstoff ist ein Jahrgang zu erkennen.

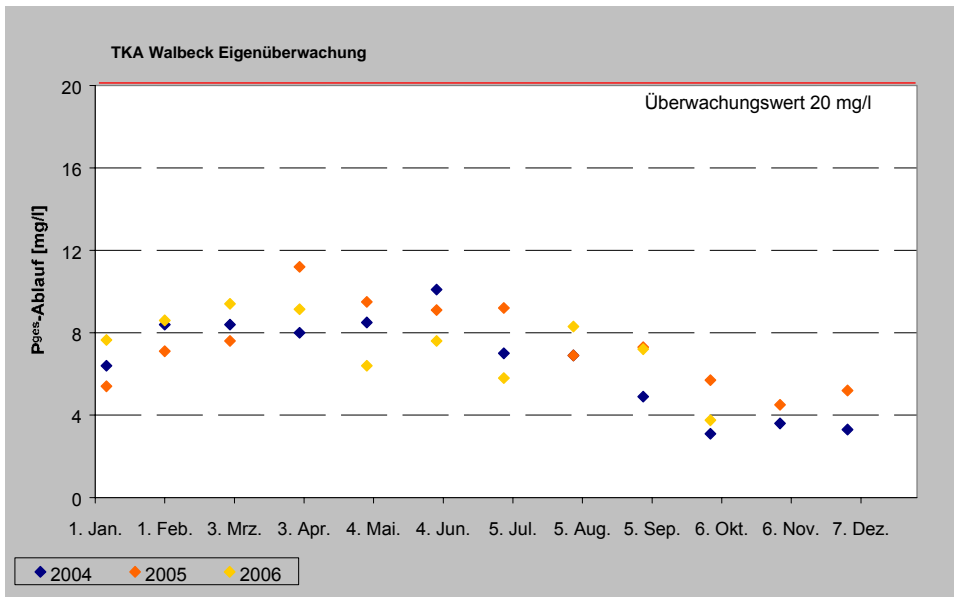


Bild 16:
Jahresgang P_{ges}-
Ablaufkonzentration,
TKA Walbeck

Die am 20.11.06 gemessene Zulaufkonzentration liegt bei 14 mg/l, die gemessene Ablaufkonzentration bei 3,3 mg/l.

pH

Beim pH-Wert wurden 2006 Überschreitungen im April (9,1) und im Juni (8,8) festgestellt. In der Hälfte der Messungen lag der pH-Wert zwischen 7,1 und 7,8.

Zusammenfassende Anlagenbewertung

Insgesamt macht die Ausstattung der Anlage einen hervorragenden Eindruck. Hier wurden für eine belüftete Teichkläranlage ungewöhnlich hohe Investitionen getätigt. Auffallend sind neben dem Rechen, der sich in dem großzügigen gemauerten Betriebsgebäude befindet, die Edelstahlbauwerke, die einen Zugang zu den Teichen erlauben sowie die installierte Online-Meßtechnik (nicht mehr in Betrieb).

Der erste, belüftete Klärteich wurde Mitte der 90er Jahre aufgrund von aufgetretenen Undichtigkeiten neu mit Folie gedichtet und war bei der Begehung der Anlage am 20.11.06 mit zwei Belüftern versehen. Ursprünglich wurde auch der zweite Teich belüftet (die Belüfter sind noch vorhanden), doch mindestens seit Übernahme der Teichanlage durch den aktuellen Betreiber wird hier keine Belüftung mehr eingesetzt.

Durch die Regulierung des Mönchs im Ablauf wurde der Sickerdamm im Schönungsteich wieder seiner Funktion zugeführt. Kurzschlussströme über die Dammkrone wurden durch Absenken des Pegels unterbunden. Diese Maßnahme wurde unabhängig von den Empfehlungen der Universität Rostock durchgeführt.

Schäden am Ablaufbauwerk wurden seitens des Betreibers behoben, schadhafte Zaunpartien konnten bei der Begehung ebenfalls nicht festgestellt werden.

Der im vorangegangenen Untersuchungszeitraum festgestellte Trend zu steigenden Zulauffrachten hat sich in den Jahren 2004 bis 2006 nicht fortgesetzt. Auch die Überwachungswerte werden zum Teil deutlich unterschritten. Die Eliminationsleistungen lagen während der letzten drei Jahre bei den Parametern CSB und BSB₅ im Mittel gut über 90 %. Dies sind hervorragende Ergebnisse. Bezüglich der angedachten Stilllegung der Teichkläranlage sollten die Anforderungen des Hasenwinkelbachs überprüft werden. Der aus der Kläranlage stammende CSB und BSB₅ liegt im Bereich von Regenwasserabläufen von gering belasteten Flächen.

Die festgelegten Überwachungswerte von Stickstoff und Phosphat wurden in den Jahren 2004 bis 2006 nicht überschritten. Besonders gut lässt sich ein Jahresgang mit niedrigen Ablaufkonzentrationen in der zweiten Jahreshälfte feststellen. Die Anforderungen an den Nährstoffrückhalt in der Anlage können diskutiert werden. **Eine Leistungsverbesserung kann beispielsweise durch die Erhöhung der Biomasse erreicht werden bzw. durch eine P-Fällung.**

3.5 Teichkläranlage Warnstedt

Die ebenfalls im Jahr 1993 in Betrieb genommene, aus zwei Teichen bestehende Abwasserteichanlage ist als mittelfristige Lösung zur Abwasserbehandlung der Ortschaft Warnstedt angelegt. Von der zuständigen Unteren Wasserbehörde wurde eine geplante Laufzeit bis 2008 angegeben. Anschließend soll die Kläranlage Quedlinburg die Abwasserbehandlung übernehmen. Dimensioniert wurde die Abwasserteichanlage Warnstedt für 4700 Einwohner, wobei laut Statistik des LAU im Juni 2005 nur 2695 Einwohner angeschlossen waren. Im Vergleich zum Jahr 2001 mit 2775 angeschlossenen Einwohnern ist der Anschlussgrad relativ stabil. Es wird eine einwohnerbezogene Auslastung von 57 % erreicht. Bezogen auf den Einwohnerwert von 3370 im Jahr 2005 gegenüber 3320 EW im Jahr 2001 beträgt die Auslastung knapp 72 %.

In Warnstedt gibt es Bereiche, die mit einer Trennkanalisation ausgestattet sind, aber auch Mischkanalisationsgebiete, aus denen das anfallende Abwasser der Teichanlage zugeführt wird. Das Gesamtvolumen der Anlage beläuft sich auf ca. 9270 m³. Die Vorklärung erfolgt über einen Rechen und einen Emscherbrunnen. Hier findet auch eine P-Fällung statt. Der erste Klärteich wird künstlich belüftet. Der nachfolgende Teich ist durch zwei mit Schilf bepflanzte Sickerdämme unterteilt. Er wird in der behördlichen Statistik 2002 in drei Teiche unterteilt (Teich 2: 1837 m³, Teich 3: 1720 m³, Teich 4: 1677 m³). Im Fließschema (Bild 17) ist der Weg des Abwassers dargestellt. Der Anlagenablauf wird dem Jordansbach zugeführt.

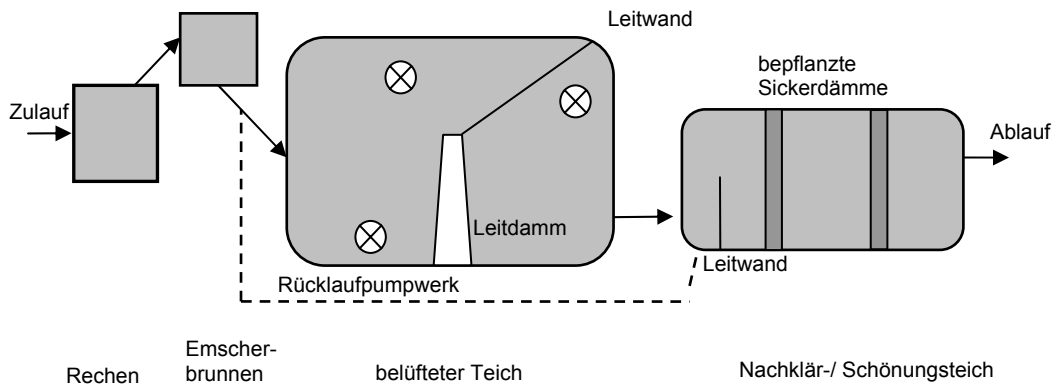


Bild 17: Fließschema Abwasserteichanlage Warnstedt

Optimierungsmaßnahmen

Nach der Auswertung der Ergebnisse im Jahr 2002 wurden für die Teichkläranlage Warnstedt mit Hinweis auf die ungenügende Datengrundlage einige Vorschläge zur Leistungsverbesserung unterbreitet.

- Trotz zufrieden stellender Durchströmungs- und Sauerstoffverhältnisse im belüfteten Teich sollte die Umwälzung noch optimiert werden.
- Weitere Untersuchungen im Nachklärteich, insbesondere der Sickerdämme wurden vorgeschlagen.
- Weiterhin sollten hier die Strömungsverhältnisse ggf. durch Tracerversuche überprüft werden.

Innerhalb einer neuen Auswertung der Daten von 2003 wurde ein Anstieg der Jahresschmutzwassermenge festgestellt, der sich noch weiter fortsetzen würde. Diesbezüglich wurde ein Gutachten in Auftrag gegeben und erstellt.

Innerhalb der diesjährigen Untersuchungen sollen die Auswirkungen der Kreislaufführung des Abwasserstromes sowie des Fällmitteleinsatz beurteilt werden.

Betriebsführung

Eine Optimierung der Umwälzung fand nicht statt, die Fuchs-Wendelbelüfter wurden in ihrer ursprünglichen Position belassen. Der Sauerstoffgehalt in Teich 1 ist sehr gut.

Im Rahmen der Eigenüberwachung werden wöchentlich Zu- und Ablaufwerte bestimmt. Eine gesonderte Untersuchung der Verhältnisse im Nachklärteich, wie von der Universität Rostock vorgeschlagen, wurde nicht aufgenommen. Auch auf die Überprüfung der Strömungsverhältnisse mittels Tracerversuchen wurde verzichtet.

Ein Rücklaufsystem ist installiert, das im Verhältnis 1:1 Abwasser aus dem Zulaufbereich des Nachklärteiches in den Zulauf des ersten Teiches zurückführt. Ursprünglich wurde eine Rücklaufschlammpumpe vorgesehen. Da Abwasserteiche aber eine sehr geringe Biomassenkonzentration aufweisen, kann man nicht von Schlammrückführung, sondern muss von Rückführung eines teilgereinigten Abwassers sprechen.

Die P-Fällung wird je nach Erfordernis angewendet, d.h. phasenweise für mehrere Wochen. Bei durchgängiger Zugabe von FeCl_3 wird der Emscherbrunnen aufgrund des hohen Schlammanfalles monatlich geräumt. Für die Entschlammung im ersten Teich ist ein Schwimmponton mit entsprechender Vorrichtung zur Schlammmentsorgung einsatzbereit. Allerdings ist dieser Vorgang aufwendiger als die Schlammmentfernung aus dem Emscherbrunnen, so dass das Eisen-III-Chlorid inzwischen vorzugsweise dort zugegeben wird.

Wasserrechtliche Erlaubnis

Gemäß der Größenklasse 2 wurden für CSB und BSB_5 Überwachungswerte von 110 mg/l bzw. 25 mg/l festgelegt. Für Gesamtstickstoff liegt der Überwachungswert bei 50 mg/l und für Gesamtphosphor bei 4 mg/l.

Zulaufbelastung

Die anfallende Schmutzwassermenge wird im Rahmen der Eigenüberwachung mittels Zähler erfasst. Angaben zu Jahres-, Tages- und Pro-Kopf-Verbrauch sind in Tabelle 28 angegeben.

TKA Warnstedt - Jahresschmutzwassermengen			
	2004	2005	2006
m ³ /a	144791	160010	138491
m ³ /d	397	438	380
E	2717	3320	3320
l/(E·d)	146	132	115

Tabelle 28:
Gezählte Abwassermenge (Mittelwerte),
TKA Warnstedt

Aus der Bemessungsgröße von 4700 E errechnet sich ein täglicher Schmutzwasseranfall von 705 m³/d. Die mittlere hydraulische Belastung schwankt zwischen 54 und 62 %. Rechnerisch erhöht sich daher die bemessene Aufenthaltszeit von ca. 13 Tagen auf 21 bis 24 Tage.

In der Teichkläranlage Warnstedt wird Wasser aus der Misch-, wie auch aus der Trennkanalisation behandelt. In Tabelle 29 sind die mittleren Zulaufkonzentrationen dargestellt, die sich aus den Daten der Eigenüberwachung ergeben. Für die Jahre 2005 und 2006 wurden wöchentlich Zu- und Ablaufproben bestimmt. Für 2004 liegen Monatswerte vor. Daraus ergibt sich eine sehr gute Datenmenge.

TKA Warnstedt - Zulaufkonzentration [mg/l]						
Parameter	1998	1999	2000	2004	2005	2006
BSB₅	387	297	339	412	469	420
CSB	765	688	648	816	926	851
NH₄-N	66	62	67	54	59	55
P_{ges}	15	14	13	17,6	18,6	16,2

Tabelle 29:
Mittlere Zulaufkonzentrationen,
TKA Warnstedt,
Eigenüberwachung

Betrachtet man den CSB und BSB_5 , liegen diese im Normalbereich, was auf zum einen auf die Mischkanalisation und zum anderen auf die Abwasserrückführung zurückzuführen ist. Hier wird eine Verdünnung erreicht. Gegenüber dem vorangegangenen Untersuchungszeitraum (1998-2000) ist eine Erhöhung der Konzentration festzustellen. Dies gilt auch für den Gesamtphosphor.

Eine Abnahme erfolgt hingegen bei den Ammoniumzulaufkonzentrationen. Gesamtstickstoff im Zulauf wird nicht bestimmt. Analog sind in Tabelle 30 die mittleren Zulauffrachten dargestellt.

TKA Warnstedt - Zulauffracht [kg/d]						
Parameter	1998	1999	2000	2004	2005	2006
BSB₅	145	110	152	163	205	160
CSB	286	254	291	324	405	323
NH₄-N	25	23	30	21,4	25,8	20,9
P_{ges}	6	5	6	7,0	8,1	6,2

Tabelle 30:
Mittlere Zulauffrachten,
TKA Warnstedt, Eigen-
überwachung

Auch hier zeigt sich der Anstieg der Fracht bei den Parametern CSB, BSB₅ und P_{ges}, während die Ammoniumfracht leicht gesunken ist. Bild 18 zeigt die aus den Frachten errechneten Einwohnerwerte. Es sind deutliche Kapazitätsreserven erkennbar. Wie auch schon 2002 festgestellt wurde ist eine hohe Gesamtphosphorbelastung zu erkennen. Die gemessene Fracht liegt im Jahr 2005 nur geringfügig unter der Bemessungsgröße.

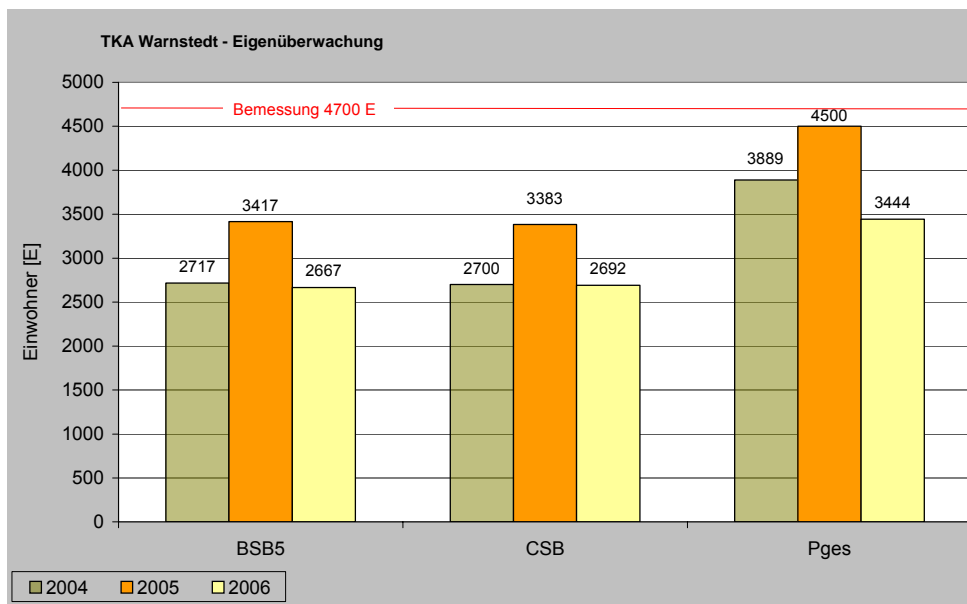


Bild 18:
Mittlere
Anlagenbelastung in
Einwohnerwerten,
TKA Warnstedt

Das CSB/ BSB₅-Verhältnis liegt im Zeitraum 2004 bis 2006 im Mittel bei 2. Die durchschnittlichen CSB/ BSB₅-Verhältnisse sind Tabelle 31 dargestellt.

Tabelle 31: CSB/ BSB₅-Verhältnisse, TKA Warnstedt, Eigenüberwachung

Parameter	1998	1999	2000	2004	2005	2006
CSB/ BSB₅	2,2 (0,8-3,4)	2,2 (1,7-4,0)	1,9 (1,4-2,5)	2,0 (1,8-2,2)	2,0 (1,7-2,6)	2,0 (1,6-2,9)

In der behördlichen Statistik 2002 wird das Volumen des belüfteten Teiches mit 4035 m³ angegeben. Daraus errechnen sich von denen im Bericht [2003a] angegeben abweichende Raumbelastungen (Tab. 32). Für Berechnungen wurden die BSB₅-Frachten aus Tabelle 30 zugrunde gelegt. Schon der Bemessungswert liegt fast doppelt so hoch wie von der DWA empfohlen. Die Raumbelastung

lastung wird bis auf im Jahr 200 eingehalten, überschreitet allerdings immer die empfohlenen 25 g/(m³·d).

Tabelle 32: Mittlere BSB₅-Raumbelastung, TKA Warnstedt,

Raumbelastung	Bemessung	1998	1999	2000	2004	2005	2006
[g/m ³ ·d]	48	36	27	38	40	51	40

Reinigungsleistung

Für den Untersuchungszeitraum 2004-2006 wurden die Daten aus der Eigenüberwachung herangezogen. In den Sommermonaten wurden die Ablaufproben aufgrund des hohen Algenaufkommens regelmäßig filtriert. In Tabelle 33 werden die mittleren Ablaufkonzentrationen dargestellt, die Originaltabelle aus dem Jahr 2002 [Barjenbruch, Erler 2003a] fortgeführt. Eine Verbesserung im diesjährigen Untersuchungszeitraum (2004-2006) ist bei den Parametern CSB und BSB₅ zu erkennen.

Tab. 33: Mittlere Ablaufwerte der Abwasserteichanlage Warnstedt, 1998-2006, behördliche und Eigenüberwachung

Parameter	Ablaufkonzentrationen [mg/l]								Überwachungswert
	1998	1999	2000	2001	2002	2004	2005	2006	
BSB ₅	10 (n=20)	16 (n=26)	25 (n=21)	37 (n=2)	4 (n=1)	21 (n=12)	18 (n=51)	19 (n=51)	25
CSB	84 (n=40)	81 (n=65)	100 (n=45)	126 (n=2)	-	66 (n=12)	68 (n=51)	69 (n=51)	110
NH ₄ -N	41 (n=4)	43 (n=16)	50 (n=16)	47 (n=4)	50 (n=2)	52 (n=12)	48 (n=51)	49 (n=51)	-
NO ₃ -N	0,3 (n=4)	0,5 (n=16)	0,6 (n=16)	0,2 (n=4)	0,6 (n=2)	0,7 (n=12)	0,8 (n=51)	0,8 (n=51)	-
NO ₂ -N	0,1 (n=4)	0,2 (n=16)	0,1 (n=16)	0,1 (n=4)	0,4 (n=2)	0,16 (n=12)	0,21 (n=51)	0,24 (n=51)	-
N _{anorg ges}	42 (n=40)	43 (n=65)	49 (n=45)	51 (n=46)	54 (n=13)	53 (n=12)	49 (n=51)	50 (n=51)	50
P _{ges}	4,4 (n=39)	4,6 (n=64)	5,4 (n=45)	4,6 (n=48)	2,7 (n=13)	2,7 (n=12)	3,2 (n=51)	3,5 (n=51)	4

Deutlich wird eine Leistungsverbesserung der Anlage beim Vergleich der Eliminationsleistung aus den Mittelwerten der Eigenüberwachung (Bild 19).

Gegenüber dem ersten Untersuchungszeitraum von 1998-2000 haben sich die Eliminationsleistung im zweiten Untersuchungszeitraum von 2004-2006 teils deutlich verbessert. Beim BSB₅ hat sich die Abbauleistung von durchschnittlich 93 % auf 95 % erhöht, wobei diese insgesamt sehr gut ist. Die CSB-Elimination hat sich im Durchschnitt von 85 auf 91 % verbessert. Immens ist die Verbesserung bei der P_{ges}-Elimination, die im Mittel von 61 % auf 81 % gestiegen ist.

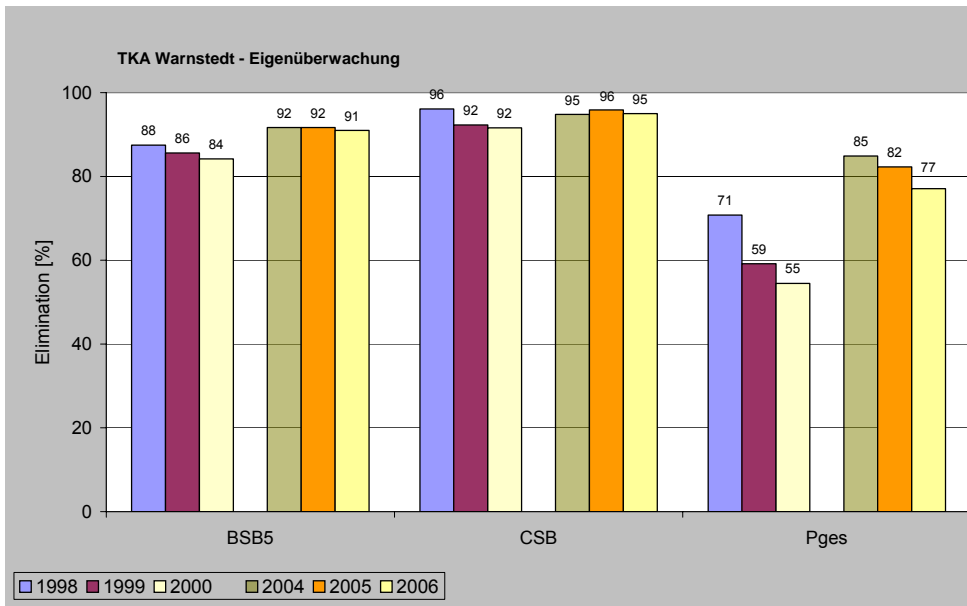


Bild 19: Eliminationsleistung im Vergleich, TKA Warnstedt

CSB

Betrachtet man die CSB-Mittelwerte (Tab. 34), so wird der Überwachungswert sehr deutlich unterschritten. Überschreitungen des Überwachungswerts von 110 mg/l wurden insbesondere im Winter festgestellt. Gegenüber den im Sommer ermittelten Werten muss berücksichtigt werden, dass hier keine Filtration aufgrund der hohen Algenbelastung durchgeführt wurde. Erfolgt die Filtration des Ablaufs, werden Werte gemessen, die teilweise mehr als 50 % unter dem Überwachungswert liegen.

CSB [mg/l]	2004	2005	2006
	n=12	n=51	n=51
Mittelwert	66	68	69
min	32	32	31
max	114	118	141

Tabelle 34: Mittlere CSB-Ablaufwerte, TKA Warnstedt, Eigenüberwachung

Die Untersuchung der Stichprobe vom 20.11.06 durch die TU Berlin ergab eine Zulaufkonzentration aus der unfiltrierten Probe von 858 mg/l und eine Ablaufkonzentration von 60 mg/l. Dies entspricht einer Abbauleistung von 93 %.

BSB₅

Wie auch beim CSB wurde der BSB₅-Überwachungswert von 25 mg/l im Mittel nicht überschritten (Tab. 35). Bei den unfiltrierten Proben der Eigenüberwachung während der Wintermonate wurden regelmäßige Überschreitungen festgestellt und die Eliminationsleistung sank auf etwa 87 %. Dies gilt für die Jahre 2005 und 2006. In den Sommermonaten wurden meist Ablaufkonzentrationen um 10 mg/l, teils auch deutlich darunter gemessen.

BSB ₅ [mg/l]	2004	2005	2006
	n=12	n=51	n=51
Mittelwert	21	18	19
<i>min</i>	9	4	3
<i>max</i>	51	39	59

Tabelle 35:
Mittlere BSB₅-Ablaufwerte,
TKA Warnstedt, Eigenüberwachung

Stickstoff

Schwierigkeiten ergeben sich beim Überwachungswert für Gesamtstickstoff, der auf 50 mg/l festgesetzt ist. Überschreitungen wurden vor allem in den Wintermonaten festgestellt. Allerdings sind diese meist von geringem Ausmaß. Auch bei Unterschreitungen liegen diese nur wenig unterhalb des Überwachungswertes. Im Mittel wird der Überwachungswert teils eingehalten (Tab. 36).

N _{ges} [mg/l]	2004	2005	2006
	n=12	n=51	n=51
Mittelwert	53	49	50
<i>min</i>	41	32	37
<i>max</i>	59	64	63

Tabelle 36:
Mittlere N_{ges}-Ablaufwerte,
TKA Warnstedt, Eigenüberwachung

Die Ammoniumkonzentrationen im Ablauf sind hoch (Tab. 37) und liegen, wenn überhaupt, nur geringfügig unter den N_{ges}-Konzentrationen. Ammonium macht daher den größten Teil des Gesamtstickstoffs aus. Eine Umwandlung zu Nitrat findet kaum statt.

NH ₄ -N [mg/l]	2004	2005	2006
	n=12	n=51	n=51
Mittelwert	52	48	49
<i>min</i>	39	32	36
<i>max</i>	59	64	63

Tabelle 37:
Mittlere Ammonium-Ablaufwerte,
TKA Warnstedt, Eigenüberwachung

Phosphor

Im Mittel wird der Überwachungswert für P_{ges} nicht überschritten (Tab. 38). Einzelne Überschreitungen kommen in den Jahren 2004 bis 2006 vor. So wurde 2004 bei zwölf Stichproben im Rahmen der Eigenüberwachung eine Überschreitung festgestellt. Im Jahr 2005 betrug die Zahl der Überschreitungen elf von 52. Im Jahr 2006 häuften sich die Überschreitungen insbesondere in der zweiten Jahreshälfte.

P _{ges} [mg/l]	2004	2005	2006
	n=12	n=51	n=51
Mittelwert	2,7	3,1	3,5
<i>min</i>	1,1	1,1	0,8
<i>max</i>	4,8	5,2	6,7

Tabelle 38:
Mittlere P_{ges}-Ablaufwerte,
TKA Warnstedt, Eigenüberwachung

Die Überschreitungen betragen i.d.R. nicht mehr als 2 mg/l, meist liegen sie nur knapp über dem Überwachungswert. Die hohe P_{ges}-Elimination wird vor allem über eine P-Fällung erreicht, bei der

Eisen(III)Chlorid (FeCl_3) eingesetzt wird. Die Dosierung erfolgt bereits im Emscherbrunnen, um das anfallende Fällungs-Produkt leichter entsorgen zu können.

Die Stichprobe vom 20.11.06 ergab eine P_{ges} Zulaufkonzentration von 8,5 mg/l und eine Ablaufkonzentration von 3,6 mg/l.

Zusammenfassende Anlagenbewertung

Die Rückführung eines Abwasserstroms aus dem Zulaufbereich des Nachklärteiches in den Zulauf des ersten Teiches im Verhältnis 1:1 führt zu einer Verdünnung des Zulaufs. Geplant war die Rückführung als Schlammrückführung in die „biologische Stufe“. Aufgrund der sehr geringen Biomassekonzentration kann es bei Abwasserteichen aber verfahrensbedingt keine herkömmliche Schlammrückführung sondern nur Rückführung bereits gereinigten Abwassers geben. Da die Rückführung hier aus dem Bereich vor dem Nachklärteich stammt, ist das zurückgeführte Abwasser nur teilgereinigt.

Trotz hohem CSB und BSB_5 im Zulauf lag die Eliminationsleistung bei beiden Parametern im Zeitraum 2004 bis 2006 über 90 %. Auch die vergleichsweise hohe Raumbelastung wirkt sich nicht negativ auf die Ablaufwerte aus. Dies ist auch auf die Kreislaufführung zurückzuführen.

Bezüglich des Fällmitteleinsatzes lässt sich sagen, dass er angepasst durchgeführt wird und der Überwachungswert für P_{ges} nur äußerst selten überschritten wird. Dies zeigt auch die deutliche Verbesserung der Eliminationsleistung im Zeitraum 2004-2006 gegenüber dem Zeitraum 1998-2000.

Es sind Probleme bei der Stickstoffentfernung festzustellen. Die Überwachungswerte werden teils überschritten. Grundsätzlich gilt, dass ein gutes Sauerstoffangebot Grundlage für die Nitrifikation ist. Eine weitere Voraussetzung ist die Etablierung von Nitrifikanten, d.h. Mikroorganismen, die unter Nutzung von Sauerstoff Ammonium in Nitrat umwandeln. Durch diese Art der Rückführung wird folglich die Nitrifikation unterstützt. Da Abwasserteiche Ausschwemmreaktoren sind, werden Nitrifikanten kontinuierlich aus dem System ausgetragen. In den kalten Wintermonaten können sich die Nitrifikantenpopulationen nicht wie in den warmen Sommermonaten schnell erneuern, d.h. es findet keine Umwandlung statt und das Ammonium durchläuft das Teichsystem von Zulauf bis Ablauf. Wichtig ist daher die Messung der Zulaufkonzentration, damit der Belastungsgrad bekannt ist. Evtl. ist dieser zu hoch für die Etablierung von Nitrifikanten. Zu einer Entfernung des gesamten Stickstoffs kommt es nur, wenn Nitrat wiederum denitrifiziert wird und als Stickstoff in die Atmosphäre abgegeben wird. Dies kann aber nur unter Ausschluss von Sauerstoff geschehen. Dies wird durch gute aerobe Bedingungen in allen Teichen unterbunden. Leider hat das umgesetzte Maßnahmenspektrum nicht zu einer Verbesserung der Stickstoffentfernung geführt. Zur Erreichung der Nitrifikation wären weitere Maßnahmen zur **Erhöhung der Biomasse** notwendig. Hierfür bietet sich beispielsweise die **Integration von bepflanzten Schwimmiseln** an.

Die Stilllegung der Anlage nach 2008 ist zu überdenken, da die Anlage in Hinblick auf die Parameter CSB, BSB_5 und P_{ges} sehr gute Ergebnisse erzielt und für die Stickstoffentfernung noch ertüchtigt werden könnte.

3.6 Ergebnisse der durchgeführten Optimierungsmaßnahmen

Nachfolgend werden die für die einzelnen Abwasserteichanlagen empfohlenen Optimierungsvorschläge und die tatsächlich durchgeführten Maßnahmen mit ihren Auswirkungen in tabellarischer Form gegenüber gestellt.

Anlage Barneberg

Optimierungsmaßnahmen		Auswirkung
vorgeschlagen	umgesetzt	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installation eines Absetzbeckens und eines Absetzschachtes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserung der Vorklärung, separater Rückhalt der Feststoffe ⇒ Verbesserung der Reinigungsleistung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ getrennte Kontrolle beider Zuläufe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ aus Daten nicht ersichtlich 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installation Rücklaufsystem aus Teich 3 in Teich 1 im Verhältnis 1:1 (tägliche Zulaufmenge) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ja 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verdünnung des Zulaufs ⇒ CSB und BSB₅-Überwachungswerte werden deutlich unterschritten
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verlegung Belüfter in den Ablaufbereich von Teich 2 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verlegung aller Belüfter 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ gute Sauerstoffversorgung ▪ gute Durchmischung ⇒ Ausnutzen des gesamten Teichvolumens
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verlegung Schwimmschlamm Sperre in Teich 1 in Zulaufbereich 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nicht mehr notwendig ▪ Neuinstallation Schwimmschlamm Sperren in den Zulaufbereichen Teich 1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rückhalt von Schwimmstoffen ⇒ Reduktion der Feststoffbelastung in den Teichen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schlammräumung Absetzteich (Teich 1) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ja 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wiedermherstellung des ursprünglichen Teichvolumens ⇒ Ausnutzen des gesamten Teichvolumens
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entfernung Fremdbewuchs Bodenfilter 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ja 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zurückdrängen nicht erwünschter Vegetation
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überprüfung Sickerdamm zwischen Teich 4 und Bodenfilter auf Durchlässigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dichtung und Befestigung der Sickerdammkrone ▪ geringfügige Erhöhung des Wasserstands in Teich 4 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beseitigung der Kurzschlußströme ⇒ Ausnutzen des Sickerfläche zum Biomasserückhalt

Auf der Abwasserteichanlage Heiligenthal wurden keine Optimierungsmaßnahmen umgesetzt, da die Anlage zum 3.7.2006 stillgelegt wurde.

Anlage Söllichau

Optimierungsmaßnahmen		Auswirkung
vorgeschlagen	umgesetzt	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ regelmäßige Entfernung der Wasserlinsen (Vermeidung erhöhter BSB₅ im Ablauf) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ja 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ im Mittel BSB₅ im Ablauf unter dem Überwachungswert
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installation technischen Stufe oder naturnahen Behandlungsstufe (gezielte Nitrifikation) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nein 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ keine
<ul style="list-style-type: none"> ▪ verstärkte Überprüfung des Zulaufs (aufgrund ungewöhnlich hoher Nährstoffbelastung) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nein 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ keine
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variation der Belüfterkapazität, -zeiten und -steuerung ▪ P-Fällung: Variation der Fällmittelmenge und Ort der Zugabe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimierung der Belüfterzeiten (Einsparung von 2 h/d) ▪ bei Zugabe nach dem Rechen: gute Durchmischung, Akkumulation im Absetzteich ⇒ im Mittel P_{ges} im Ablauf unter dem Überwachungswert
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduktion des Fremdwassereintrags durch Abkopplung von durch artesischen Quellen gespeiste Brunnen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhung der Zulaufkonzentration auf die Standardkonzentration von ca. 400 mg/l BSB₅

Anlage Walbeck

Optimierungsmaßnahmen		Auswirkung
vorgeschlagen	umgesetzt	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erneute Inbetriebnahme Belüfter Teich 1 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ja - bereits 2003 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ im Mittel BSB₅ im Ablauf unter dem Überwachungswert
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überprüfung Indirekteinleiter 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nein 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ keine
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erneuerung Ablaufbauwerk 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ja - bereits 2003 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vermeidung Erosionsschäden
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verstärkung Einzäunung des Anlagengeländes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ja 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verhinderung Eindringen von Schwarzwild

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimierung Nachklärung:
durch Herabsetzen des
Wasserpegels in Teich 4
Aktivierung der
Sickerdammfunktion | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rückhalt von Biomasse
⇒ CSB und BSB₅-Elimination
über 90%,
Überwachungswerte
werden deutlich
unterschritten |
|---|--|

Anlage Warnstedt

Optimierungsmaßnahmen		Auswirkung
vorgeschlagen	umgesetzt	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimierung Umwälzung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nein 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ keine
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Untersuchung Nachklärteich (insbesondere Sickerdämme) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nein 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ keine
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überprüfung Strömungsverhältnisse (Tracerversuch) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nein 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ keine
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installation Rücklaufsystem aus Zulauf Teich 2 in Teich 1 im Verhältnis 1:1 (tägliche Zulaufmenge) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verdünnung des Zulaufs ⇒ CSB und BSB₅- Überwachungswerte werden unterschritten

4 Wissenschaftliche Bewertung

Die Teichkläranlagen Born und Dorst werden erstmals im Rahmen von Sonderuntersuchungen behandelt. Beide sind kleinere Anlage für eine Anschlusszahl von etwa 250 Einwohnern und durchlaufen aktuell bzw. durchliefen kürzlich einige Um- und Ausbaumaßnahmen, die auf den Planungen des jeweiligen Planungsbüros basieren, welche mit den zuständigen Unteren Wasserbehörden und den Betreibern abgestimmt wurden.

4.1 Teichkläranlage Born

Die um 1990 in Betrieb genommene, unbelüftete Abwasserteichanlage ist als langfristige Lösung zur Abwasserbehandlung der Ortschaft Born angelegt. Sie wurde laut Landesamt für 230 Einwohner dimensioniert, im Jahr 2006 waren 242 Einwohner angeschlossen. Damit ist die Anlage zu ca. 105 % ausgelastet. Der Anschlussgrad an die Kanalisation in der Gemeinde Born liegt bei 100 %.

ES wird Abwasser zumeist aus der Trennkanalisation in die ca. 500 m von der Ortschaft entfernte Teichkläranlage geführt. Die Entwässerung der Ortschaft erfolgt über das natürliche Gefälle. Die Teichkläranlage besteht aus zwei trapezförmigen Beton-Absetzbecken mit je 180 m² Oberfläche. Darauf folgen zwei in Reihe geschaltete Teiche mit 735 m² und 1175 m² Oberfläche. Allerdings ist im Moment nur der erste Teich gedichtet. Anschließend versickert der Ablauf im ungedichteten Teich 2. Die Ermittlung der jährlichen Schmutzwassermenge erfolgt über die Messung des Trinkwasserverbrauchs und lag im Jahr 2003 bei ca. 7600 m³. Daraus ergibt sich ein Abwasseranfall von 86 l/(E·d). Im Fließschema (Bild 20) ist der Weg des Abwassers dargestellt. Gäbe es einen Anlagenablauf, wird dieser dem Horstgraben („Born-Dorster-Beek“) zugeführt.

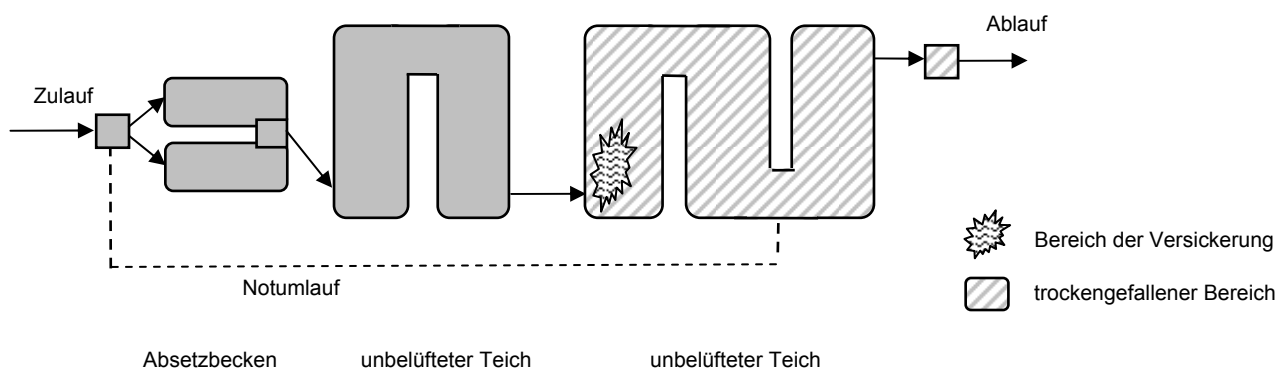


Bild 20: Fließschema Abwasserteichanlage Born

Bemessung

Aufgrund ihres Alters wurde die Anlage nicht nach DWA A 201 dimensioniert. Den Einwohnern stehen insgesamt 1910 m² natürlich belüftete Teichoberfläche zur Verfügung. So ergibt sich rechnerisch bei 230 Einwohnern eine Oberfläche von 7,9 m² pro Einwohner. Im heutigen Zustand der Anlage kann allerdings nur Teich 1 für die Abwasserreinigung kalkuliert werden. Da er eine Größe von nur 735 m² besitzt, verringert sich die pro Einwohner zur Verfügung stehende aktive Teichfläche auf ca. 3 m². Erst nach Dichtung des zweiten Teichs wäre die gesamte Oberfläche verfügbar.

Ausgangslage

Das jeweilige Volumen der Absetzbecken beträgt ca. 121 m³. Die Klärteiche waren in ihrer ursprünglichen, ungedichteten Form nicht für einen dauerhaften, nachhaltigen Betrieb geeignet. Über mehrere Jahre konnten weder Eigen- noch behördliche Untersuchungen durchgeführt werden, da das zugeführte Abwasser in den Teichen kontinuierlich versickerte. Der Ablauf lag stets trocken. Eine Selbstabdichtung war offensichtlich nicht eingetreten. Der Untergrund ist stark sandig und begünstigt eine schnelle Versickerung.

Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen - 2002 und 2005

Der erste Abwasserteich wurde im Jahr 2002 abgedichtet und umgestaltet. Hervorzuheben ist die Einbringung eines Geogitters sowie von Kies bis zu einer Korngröße von 25 mm im Sohlenbereich im Jahr 2005, das zur Ansiedlung von Mikroorganismen dient. Hierdurch soll die Reinigungsleistung deutlich verbessert werden. Dass das Wasser nach wie vor im ungedichteten zweiten Klärteich versickern kann, ist ökologisch nicht nachhaltig. Dies führt weiterhin zu einer „abflusslosen“ Anlage.

In Born gibt es einige wenige Bereiche mit Mischkanälen. Diese wurden laut zuständigem Planungsbüro umfunktioniert und dienen ggf. der Regenwasserableitung. Die Erhöhung der hydraulischen Belastung während Niederschlagsereignissen soll zu einer Verbesserung des Transports in der langen, mit wenig Gefälle versehenen Leitung zur Kläranlage führen.

Doch diese Maßnahmen können nicht zu einer dauerhaften Einhaltung der durch die wasserrechtliche Erlaubnis vorgegebenen Überwachungswerte führen. Weitere Schritte insbesondere bezüglich des Umbaus von Teich 2 sind dringend notwendig.

Ursprüngliche Planung weiterer Optimierungsmaßnahmen - 2006

Eine umfangreiche Planung zur weiteren baulichen Optimierung wurde im Jahr 2006 erarbeitet. Auftraggeber war die Gemeinde Born über die Verwaltungsgemeinschaft „Elbe-Heide“, die das Gutachten an die MUTING GmbH vergab.

Folgende als notwendig erachteten baulichen Maßnahmen wurden vorgeschlagen:

- Erweiterung des Einzugsgebiets des Kanalnetzes um 2000 m² durch Ausstattung von Straßenabschnitten mit Regenwasserabläufen: Dies soll zu einer Verbesserung des Sauerstoffeintrags in der Teichanlage führen.
- Vertiefung beider Absetzbecken auf 1,5 m und Einbringen einer 2-lagigen Tonschicht zur Abdichtung mit 20 cm Mächtigkeit. Es soll pro Absetzbecken ein Volumen von 180 m³ zur Verfügung stehen, so dass beim Trockenwetterabfluß nur eines betrieben wird. Das zweite Becken soll zum Regenwasserrückhalt dienen (bei einem Bemessungsregen $r_{15,1} = 100$ l/(s*ha)).
- Umbau und Abdichtung von Teich 2:
 - Änderung der Grundform: beide Leitdämme sollen zurückgebaut werden, um die Teichoberfläche um 350 m² zu vergrößern. So wird die Gesamtoberfläche der Anlage auf 2260 m² erhöht. Dies bedeutet bei einer Dimensionierung für 230 E eine Fläche von 9,8 m² und bei den aktuell angeschlossenen 242 Einwohnern eine Oberfläche von 9,3 m² pro Einwohner.

- Einbau einer 2-fachen Tonabdichtung von 10 cm Mächtigkeit bei einer angestrebten Wassertiefe von 1,0 m.
- Abrunden der Teichecken zur Verbesserung des Strömungsverhaltens sowie der Vermeidung von Totzonen.
- Entfernung der inzwischen vorhandenen Bäume und Sträucher aus Teich 2.
- Installation einer Umfahrungsleitung zur problemlosen Abtrennung der einzelnen Teiche

Doch der Förderantrag für den Umbau der Abwasserteichanlage Born wurde aufgrund seiner schlechten Positionierung auf der Prioritätenliste 2006 abgelehnt. Die zur Verfügung stehenden Gelder würden nicht zur Umsetzung von Vorhaben auf dieser Position reichen. Die Positionierung ist aber keine Bewertung des Antrages.

Geplante Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen - 2007

Die Finanzierung für notwendige Umbaumaßnahmen muss nun allein von der Gemeinde Born getragen werden. Für die nahe Zukunft wird daher ein stufenweiser Ausbau von Teich 2 in den Jahren 2007 bis 2009 angestrebt (Bild 21). Dieser beinhaltet die Abdichtung mit Lehm und Einbringung eines Geotextils wie in Teich 1. Der Anschluss weiterer Regenkanäle ist vorgesehen, in denen der Straßenablauf während Niederschlagsereignissen der Teichanlage zugeführt werden soll. Das von Straßen ablaufende Regenwasser Neben dem Spüleffekt der Kanalisation wird ein zusätzlicher Sauerstoffeintrag erwartet.

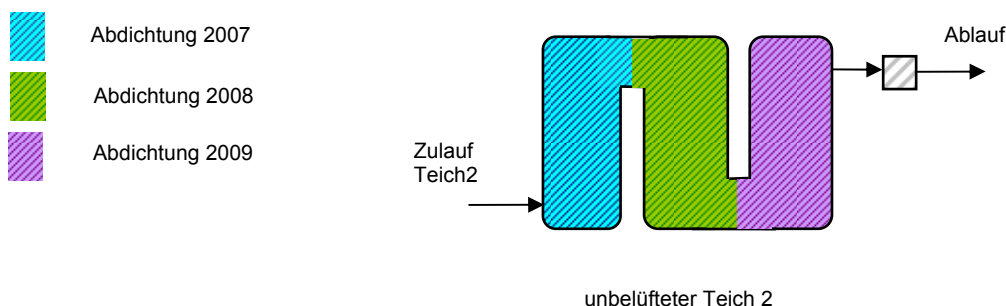


Bild 21: Zeitplan Umbau Teich 2, TKA Born

Wasserrechtliche Erlaubnis

Für den Anlagenablauf gelten seit 2001 Überwachungswerte von 150 mg/l CSB, 40 mg/l BSB₅ (nach Größenklasse 1, AbwV) und zusätzlich für N_{ges, anorg} ein Überwachungswert von 70 mg/l und für P_{ges} von 15 mg/l.

Zulaufbelastung

Aus den Angaben für 2003 ergibt sich eine tägliche Zulaufmenge von 20,8 m³. Aus einem durchschnittlichen CSB im Zulauf von 863 mg/l (n=3), errechnet sich eine Zulauffracht von ca. 18 kg/d. Aus dem durchschnittlichen BSB₅ im Zulauf von 440 mg/l (n=6) errechnet sich eine Fracht von ca. 9,2 kg/d. Gegenüber der Standardbelastung nach DWA mit 150 l l/(E·d) entspricht dies sowohl beim CSB als auch beim BSB₅ nur einer Belastung von 57,5 %.

Im Zulauf ergibt sich im Durchschnitt ein CSB/ BSB₅-Verhältnis von 1,9.

Reinigungsleistung

Da die Anlage jahrelang keinen Ablauf produzierte, ist die Datenlage sehr schlecht. Sie beschränkt sich auf wenige Messungen im Rahmen der behördlichen und der Eigenüberwachung in den Jahren 2004 und 2006. Für 2005 liegen keine Daten vor.

Inzwischen wird der Ablauf aus Teich 1 als Anlagenablauf analysiert. Daraus ergeben sich auch die vergleichsweise schlechten Ablaufwerte. Kann zusätzlich das Volumen von Teich 2 genutzt werden, sind deutlich bessere Werte zu erwarten.

CSB und BSB₅

Der Überwachungswert für den chemischen Sauerstoffbedarf wird bei jeder Stichprobe überschritten (Bild 22). Im Fall des biologischen Sauerstoffbedarfs liegt jede zweite Stichprobe über dem Überwachungswert.

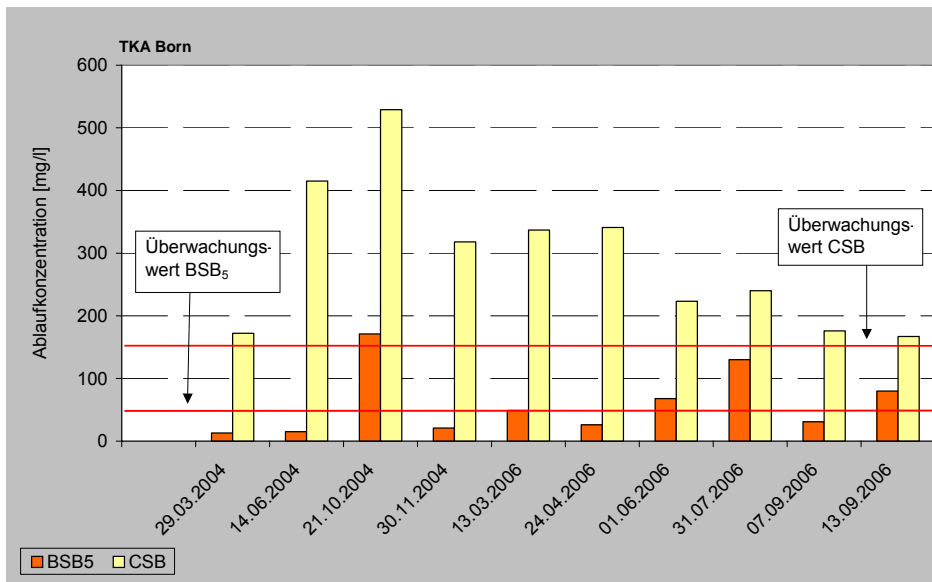


Bild 22:
BSB₅- und CSB-
Ablaufkonzentration,
TKA Born, behördliche
und Eigenüberwachung

Eliminationsleistungen lassen sich aufgrund äußerst seltener Zulaufmessungen schwer festlegen. Der BSB₅-Abbau liegt im Durchschnitt über 80 %. Für CSB gibt es je einen Wert aus dem Jahr 2004 (48 %) und einen aus dem Jahr 2006 (80 %). Eigene Messungen im Rahmen der Anlagenbesichtigung am 20.11.06 ergaben beim CSB eine Abbauleistung von nur ca. 56 %. Die Zulaufkonzentration lag mit 846 mg/l im Bereich des ermittelten Durchschnittswertes.

Stickstoff

Es liegen Ablaufkonzentrationen für Ammonium, Nitrat und Nitrit vor. Der für die Einhaltung des Überwachungswertes Gesamtstickstoff notwendige Parameter wurde 2006 nur einmal gemessen. Anhand der Ammonium-Ablaufkonzentrationen von im Mittel 44 mg/l kann aber auf eine Einhaltung geschlossen werden. Eine Nitrifikation ist nicht festzustellen. Die Nitrat-Ablaufkonzentrationen liegen im Mittel bei 0,71 mg/l.

Phosphor

Der Überwachungswert von 15 mg/l wird bei allen Messungen problemlos eingehalten und liegt im Mittel bei 10,4 mg/l.

pH und Temperatur

Der pH-Wert im Ablauf lag in den Jahren 2004 und 2006 zwischen 7,02 und 8,1. Die Wassertemperaturen lagen gemäß der jahreszeitlich bedingten Lufttemperatur zwischen 3,6 °C und 18,7 °C.

Zusammenfassende Anlagenbewertung

Die vorgeschalteten Absetzbecken dienen dem Rückhalt von Feststoffen und entlasten die nachfolgenden Teiche erheblich. Insbesondere in der aktuellen Situation, in der nur der erste Teich zur Abwasserreinigung genutzt wird, kommt ihnen eine große Bedeutung zu. Eine **Vergrößerung des Volumens der Absetzbecken ist zu prüfen**. Der Um- und Ausbau von Teich 2 ist dringend notwendig. Dabei sollten die **Leitdämme unbedingt erhalten** bleiben, da sie die Fließrichtung vorgeben. Auf die ursprüngliche Planung der Entfernung der Leitdämme zwecks zusätzlicher Vergrößerung der Teichfläche sollte verzichtet werden - aus Kostengründen wurde der Teil der Planung aber bereits verworfen. Orientiert man sich an einer Bemessung nach DWA A 201, ist die **Abdichtung des gesamten Teiches 2 notwendig**, um sich der erforderlichen Fläche pro Einwohner von etwa 8 m² zu nähern. Steht einmal das gesamte Teichvolumen zur Abwasserreinigung zur Verfügung ist mit einer drastischen Verbesserung der Ablaufwerte zu rechnen.

Die **Verdünnung des Zulaufs mit Regenwasser** ist vor dem Hintergrund als unkritisch, sogar als förderlich zu bezeichnen, als dass die Auswertung der behördlichen Statistik deutlich zeigt, dass Mischkanalzuläufe die besseren Ablaufwerte aufgrund der Verdünnung erbringen. Allerdings muss mit einer starken Sauerstoffzehrung teils bereits im Kanal und einer kompletten Zehrung im Absetzbecken gerechnet werden. Eine **O₂-Anreicherung in den Teichen ist durch diese Maßnahme auszuschließen**.

Eine künstliche Belüftung der Teiche ist nicht vorgesehen. Es gibt keine Stromversorgung auf der Anlage. Aus Kostengründen ist ein Anschluss an das Stromnetz nicht geplant.

Ein weiterer Grund für die schlechten Ablaufwerte von CSB und BSB₅ ist neben der im Moment zu geringen Teichfläche auch der Algenaufwuchs. Der Ablauf aus Teich 1 ist stark getrübt. **Durch die Einbringung von bepflanzten Sickerdämmen bzw. einer Sickerstrecke in Teich 2 könnten Algen auf natürliche Weise zurückgehalten werden**. Wahlmöglichkeiten bestehen beim Sickersubstrat. Wird beispielsweise eine feine Körnung (Sand 0/2) für eine Sickerstrecke gewählt, gleicht dies einem integrierten, horizontal durchströmten Bodenfilter. Es können aber auch gröbere Substrate verwendet werden. Es ist in jedem Fall auf die Vermeidung von Kurzschlussströmen zu achten.

Bild 23 zeigt zwei Möglichkeiten für den Einbau von Sickerstrecken..

Teich 2 hat sich inzwischen zu einem interessanten Habitat entwickelt. Es ist zu prüfen, inwieweit Teile der Spontanvegetation erhalten bleiben können. Im Böschungsbereich ist dies unter Umständen möglich. Ein Erhalt trägt deutlich zur Verbesserung des Landschaftsbildes bei.

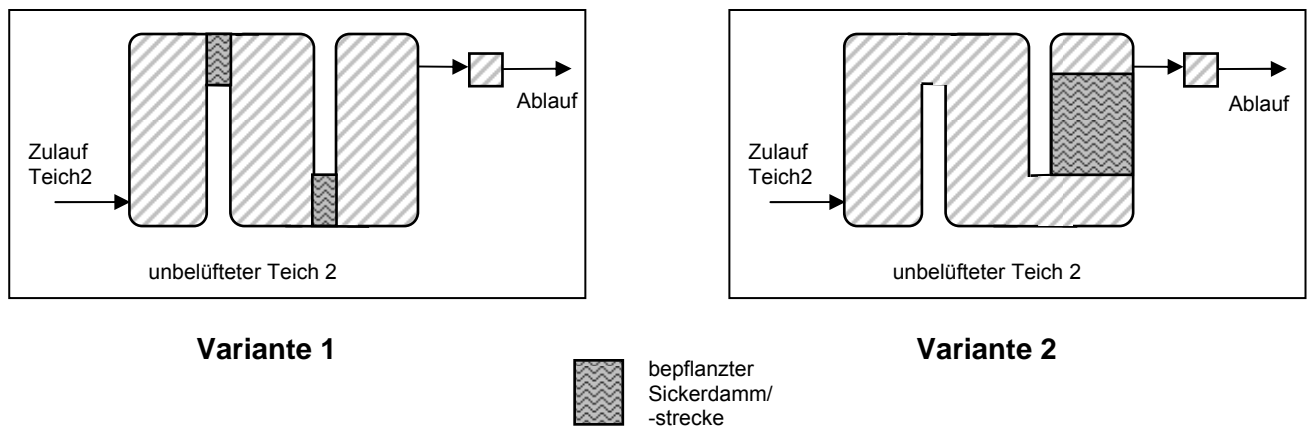


Bild 23: Varianten für den Bau von Sickerdämmen bzw. einer Sickerstrecke

Das zuständige Planungsbüro wünscht sich für die nahe Zukunft eine Tiefenuntersuchung der Anlage.

4.2 Teichkläranlage Dorst

Die vor 1990 in Betrieb genommene, unbelüftete Abwasserteichanlage ist als langfristige Lösung zur Abwasserbehandlung der Ortschaft Dorst angelegt. Sie wurde laut Landesamt für 250 Einwohner, aber nicht nach DWA A 201 dimensioniert. Die vom Landesamt im Jahr 2005 angegebene Zahl von 186 angeschlossenen Einwohnern ist seither stabil. In Zukunft muß tendenziell mit einer Verringerung der Einwohnerzahl gerechnet werden. Die personenbezogene Auslastung liegt heute bei ca. 74 %. Gewerbliche Einleiter gibt es nicht.

Die Ermittlung der jährlichen Schmutzwassermenge erfolgt i.d.R. über die Messung des Trinkwasserverbrauchs. Zahlen dafür lagen aber nicht vor. Laut zuständigem Planungsbüro wird ein Abwasseranfall von 60-70 l/(E·d) zugrunde gelegt. Dies entspricht den Erfahrungswerten aus vergleichbaren Ortschaften im ländlichen Raum eines Flächenstaates. Für die Teichkläranlage Born errechnet sich eine Tagesschmutzwassermenge von durchschnittlich etwa 12 m³/d und somit eine Jahresschmutzwassermenge von 4380 m³/a aus der Trennkanalisation. Im Fließschema (Bild 24) ist der Weg des Abwassers dargestellt. Der Anlagenablauf wird dem Brenneireigraben zugeführt.

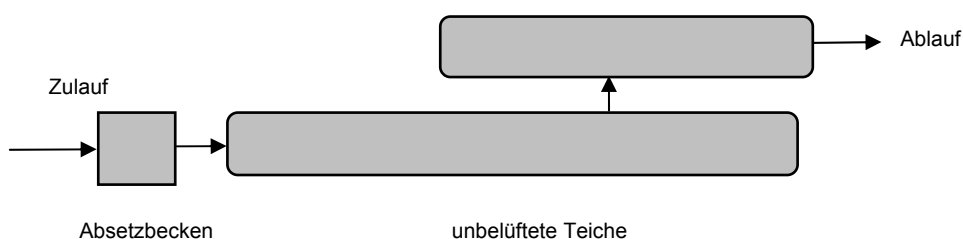


Bild 24: Fließschema Abwasserteichanlage Dorst

Bemessung

Die Anlage wurde aufgrund ihres Baujahrs nicht nach DWA A 201 bemessen. In drei Planungsvarianten für die Umgestaltung der Anlage wurde auch eine deutliche Vergrößerung der Teiche angedacht. Die ursprüngliche Größe der Teichanlage wurde aber schließlich beibehalten. Beide Teiche ergeben eine Gesamtoberfläche von 1237 m². Somit stehen pro Einwohner 6,7 m² zur Verfügung. Dies liegt deutlich unter der nach DWA A 201 zu bemessenden Größe von mindestens 10 m²/E. Eine künstliche Belüftung ist schwierig, da eine Stromversorgung fehlt und aus Kostengründen nicht realisiert werden kann.

Ausgangslage

In zwei, in Reihe geschalteten Teiche wird kommunales Abwasser aus der Trennkanalisation behandelt. Bisher fand eine dezentrale Vorklämung statt, denn alle Häuser der Ortschaft verfügen über Mehrkammergruben. Deren Überlauf wurde bisher der Teichanlage zugeführt. Mit Fertigstellung des neuen Absetzbeckens sollen die Mehrkammergruben sukzessive stillgelegt werden. Jedes Haus wird unter Umgehung der Mehrkammergrube mit einer Übergabestelle ausgestattet. Für die Abfuhr des Inhalts der Mehrkammergruben ist der einzelne Hausbesitzer zuständig. Hier ist eine Überprüfung abzusichern.

Ursprüngliche Planung von Umbaumaßnahmen - 2004

Ein Variantenvergleich zur Umgestaltung wurde im Jahr 2004 erarbeitet. Auftraggeber war die Gemeinde Dorst über die Verwaltungsgemeinschaft „Calvörde“, die das Gutachten an die Ingenieurgesellschaft Beraten + Planen vergab. Anlass des Variantenvergleichs war die Forderung der Unteren Wasserbehörde aufgrund der Beantragung einer Einleitgenehmigung in die Teichanlage durch den Betreiber, die Gemeinde Dorst aus dem Jahr 2004. Für das Einhalten von Mindestanforderungen war ein Umbau der Anlage erforderlich.

Drei Lösungsansätze wurden betrachtet. Der dritte Ansatz beinhaltete die Erweiterung der Teichanlage um ein nachgeschaltetes Pflanzenbeet im Ablaufgraben. Da die potentiellen Einflüsse der Umnutzung des Graben auf die umliegenden Wiesenflächen nicht ohne größeren Aufwand überprüft werden konnten, wurde diese Variante verworfen.

Variante 1:

- Einmünden aller Kanäle aus der Ortschaft in ein neu zu errichtendes anaerobes Absetzbecken mit einem Volumen von 50 m³ (50 % des pro Jahr erforderlichen Volumens). Zum Schwimmschlammrückhalt wird vor dem Ablauf eine Tauchwand errichtet.
- Um die nach DWA A 201 vorgegebene Fläche von 10 m² pro Einwohner zu erreichen, müssen 723 m² Teichoberfläche der Anlage hinzugefügt werden.
 - Einfügen eines neuen Teiches zwischen die jetzigen Teiche 1 und 2 mit einer Fläche von 510 m².
 - Im Zuge der Abdichtungsarbeiten der Teiche 1 und 2 werden diese vergrößert. Teich 1 wird um 1 m verbreitert, Teich 2 um 2 m. Daraus ergeben sich 125 m² und 150 m².

Diese zusätzlichen 785 m² sollen zu einer ausreichend dimensionierten Anlage führen, die die Ablaufwerte erreicht.

Variante 2:

- Einmünden aller Kanäle aus der Ortschaft in ein neu zu errichtendes anaerobes Absetzbecken mit einem Volumen von 50 m³ (50 % des pro Jahr erforderlichen Volumens). Zum Schwimmschlammrückhalt wird vor dem Ablauf eine Tauchwand errichtet.
- Dichtung der beiden vorhandenen Teiche ohne Schaffung zusätzlicher Teichfläche.
- Ersatz der für den Sauerstoffeintrag fehlenden Oberfläche durch technische Belüfter: der Sauerstoffeintrag ist auf mindestens 6,05 kg/d auszulegen.
- Die Betriebszeit der zwei notwendigen Belüfter von ca. 10 h soll per Zeitschaltuhr in die Nacht verlegt werden, um so den günstigen Nachtstromtarif zu nutzen.

Umbaumaßnahmen - 2006

Die bestehende Teichkläranlage wurde im Jahr 2006 um ein geschlossenes Beton-Absetzbecken mit einem Volumen von 50 m³ erweitert. Auf alle weiteren Maßnahmen, die in den Varianten vorgeschlagen wurden, wurde verzichtet.

Es lässt sich heute nicht mehr nachvollziehen, ob die Teiche ursprünglich mit Lehm gedichtet wurden, aber in Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde wurde eine neue Abdichtung verzichtet. Hier geht man von einer kontinuierlichen Selbstabdichtung seit Inbetriebnahme aus. Ein Anlagenablauf ist vorhanden, der nur in den Sommermonaten ausgesetzt kann. Bei der Begutachtung der Anlage am 20.11.06 war eine offensichtliche Versickerung nicht erkennbar. Nach Sichtkontrolle entsprach die Zulaufmenge etwa der Ablaufmenge.

Die Teichkläranlage wurde bis 2005 ohne Einleitgenehmigung betrieben. Mit der Eigenüberwachung wurde im Jahr 2006 begonnen, vorher wurden nur Messungen im Rahmen der behördlichen Überwachung durchgeführt.

Wasserrechtliche Erlaubnis

Für den Anlagenablauf gelten seit 2006 Überwachungswerte von 150 mg/l CSB, 40 mg/l BSB₅ (nach Größenklasse 1, AbwV). Bei einer starken, algenbedingten Verfärbung der Probe kann diese filtriert werden. Die festgelegten Werte verringern dann sich für CSB auf 135 mg/l und für BSB₅ auf 35 mg/l. Zusätzlich für N_{ges, anorg} ein Überwachungswert von 70 mg/l und für P_{ges} von 15 mg/l festgelegt.

Pro Tag dürfen 23 m³ gereinigtes Abwasser eingeleitet werden (0,8 l/s), bei einer Festlegung der Jahresschmutzwassermenge auf 8300 m³.

Zulaufbelastung

Für die Aufstellung der Zulaufbelastung fehlen Daten. Die behördliche Überwachung liefert nur Ablaufkonzentrationen. Durch die bereits umgesetzten und die evtl. noch folgenden Umbaumaßnahmen stellt die momentane Situation quasi einen Neustart der Anlage dar. Wie sich die veränderte Vorklärung auswirken wird, bleibt abzuwarten. Am 20.11.06 ergab die Sichtkontrolle einen sehr klaren Zulauf.

Reinigungsleistung

CSB und BSB₅

In den Jahren 1993 bis 2006 wurden i.d.R. zweimal jährlich behördliche Untersuchungen durchgeführt. Die CSB-Überwachungswerte der GKL 1 wurden nur zweimal, die für BSB₅ nur dreimal überschritten (Bild 25).

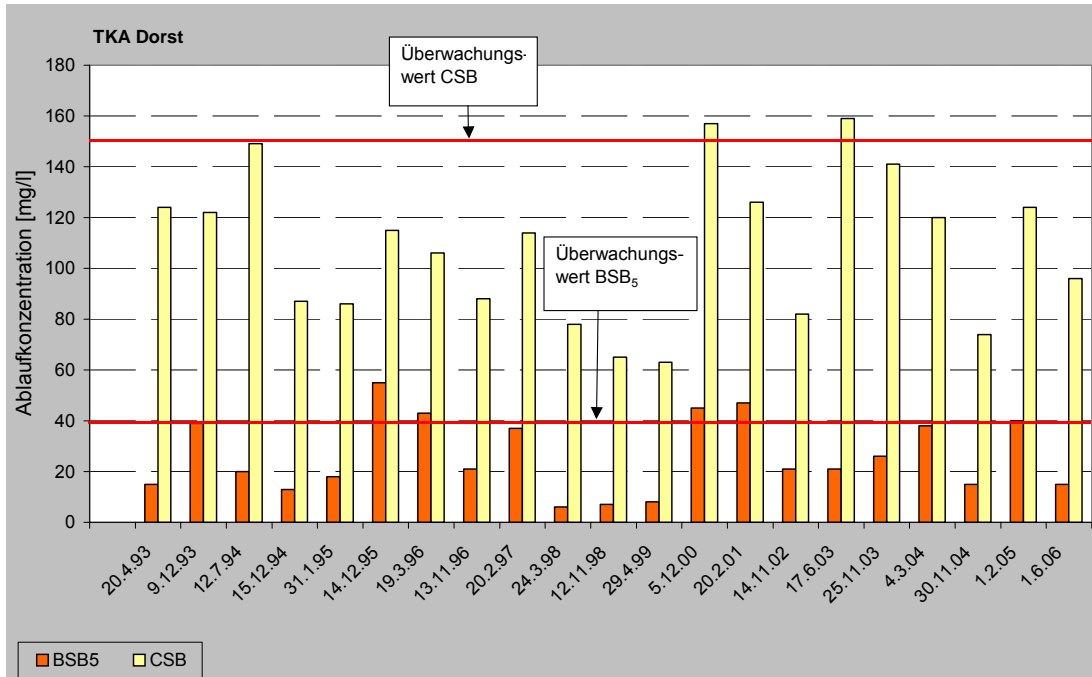


Bild 25: BSB₅ und CSB im Ablauf, TKA Dorst (1993-2006), behördliche Überwachung

Die Ablaufkonzentrationen lagen teils deutlich unter dem Überwachungswert, was sich auch in den Mittelwerten zeigt (Tab.39).

1993-2006	CSB	BSB ₅
	n=21	n=21
Mittelwert	108	26
min	63	6
max	159	55

Tabelle 39:
Mittlere CSB und BSB₅ im Ablauf,
TKA Dorst, behördliche Überwachung

Die im Rahmen der Anlagenbegehung am 20.11.06 gemessene CSB-Zulaufkonzentration lag bei 316 mg/l. Rechnet man mit einem Abwasseranfall von 70 l/(E·d) ergibt sich daraus eine tägliche Zulaufmenge von 13 m³/d, aus der sich wiederum eine CSB-Zulaufkraft von 4,1 kg CSB/d errechnet.

Nach DWA A 201 wäre die Teichanlage bei einer Oberfläche von 10 m²/E für nur 124 E ausreichend. Die sich daraus berechnende Standardzulaufkraft mit 150 l/(E·d) beträgt 5,9 kg CSB/d. So wären die Kapazitäten nur zu 2/3 ausgenutzt.

Nährstoffe

Bei Gesamtphosphat wurde der Überwachungswert von 15 mg/l bei allen behördlichen Stichproben problemlos unterschritten. Da Gesamtstickstoff nicht bestimmt wurde, können darüber leider keine Aussagen gemacht werden. Festzuhalten ist, dass zu keiner Zeit nitrifiziert wurde. Bei Nitrat lag die Hälfte der Proben unter der Nachweisgrenze. Die mittleren Ablaufkonzentrationen für die Nährstoffe sind in Tabelle 40 dargestellt.

1993-2006	P _{ges}	NH ₄ -N	NO ₃ -N
	n=21	n=21	n=10
Mittelwert	5,1	30	0,14
min	1,7	2,6	0,05
max	11,7	46	0,43

Tabelle 40:
Mittlere P_{ges}-, NH₄-N- und NO₃-N-Ablaufwerte, TKA Dorst, behördliche Überwachung

Bei der Bestimmung von Gesamtphosphat war keine signifikante Elimination bei der Stichprobe vom 20.11.06 festzustellen. Die Zulaufkonzentration betrug 13,6 mg/l, die Ablaufkonzentration 12,2 mg/l.

pH

Der pH-Wert des Ablaufs liegt zumeist unter 8, im Durchschnitt bei 7,8.

Zusammenfassende Anlagenbewertung

Verglichen mit einer Bemessung nach DWA A 201 fällt die pro Kopf zu Verfügung stehende Teichoberfläche sehr gering aus. Hier darf mit Spannung auf die Ergebnisse der kommenden behördlichen und Eigenüberwachung gewartet werden. Mit den im Regelfall zu erwartenden Konzentrationen müsste die Anlage eigentlich überlastet sein. Dringend **empfohlen wird die Bestimmung der Zulaufbelastung**. Ohne die entsprechenden Angaben kann diese Teichanlage nur unvollständig bewertet werden.

Es bleibt abzuwarten, ob mit der Umstellung der Vorklärung auf ein zentrales Absetzbecken die guten Ablaufqualitäten, die bisher im Rahmen der behördlichen Überwachung ermittelt wurden, weiterhin eingehalten werden können. Es gibt keine offensichtliche Grund, dass eine dezentrale oder zentrale Vorklärung die Reinigungsleistung der Teichanlage ändern sollte. Die Vorklärleistung wird durch die Umstellung auf ein zentrales Vorklärbecken etwas gestärkt.

Betrachtet man die Anordnung des Zulaufs aus dem ersten in den zweiten Teich (Bild 26) ist diese etwas unglücklich gewählt. Zwar war die kurze Rohrverbindung einfach baulich herzustellen, führt aber in beiden Teichen zu Bereichen, die vermutlich nicht vollständig durchströmt werden und somit für den Reinigungsprozeß nicht zur Verfügung stehen. Eine Zuleitung vom Ende des ersten zum Anfang des zweiten Teiches wäre baulich aufwendig, würde aber zur Ausnutzung des gesamten Teichvolumens führen.

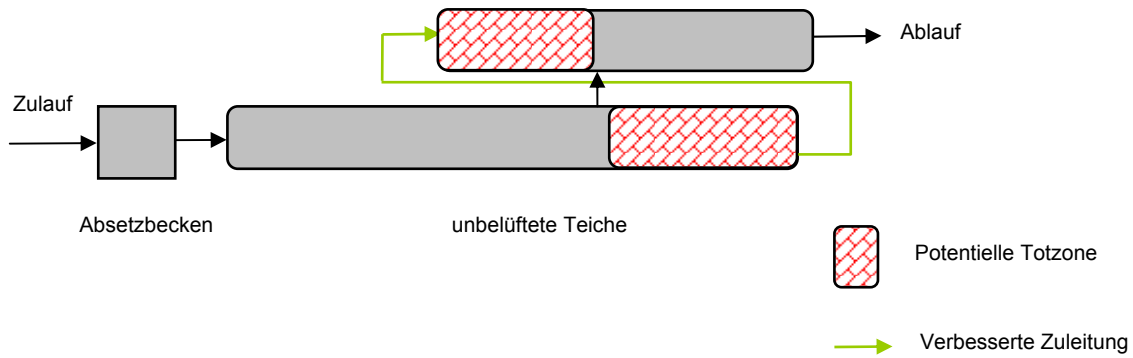


Bild 26: Optimierungsvorschlag zur Ausnutzung des gesamten Teichvolumens, TKA Dorst (nicht maßstablich)

Weitere Umbaumaßnahmen können zunächst zeitlich aber etwas zurückgestellt werden, bis Erkenntnisse zur Leistung der Anlage vorliegen. Dafür sollten allerdings im Rahmen der Eigenüberwachung **regelmäßig Zu- und Ablaufproben** untersucht werden.

5 Verfahrenstechnische Analyse - Gruppe 3

Die Teichkläranlagen Wackersleben und Wulferstedt werden vom selben Trink- und Abwasserverband betrieben. Beide Anlagen sind als natürlich belüftete Anlagen ausgebaut und wurden im Nachhinein mit Wendelbelüftern (Fa. Fuchs) und im Fall Wulferstedt zusätzlich auch mit Rührwerken (Fa. Oloid) ertüchtigt. Datengrundlage für die Bewertung der Anlagen bilden die im Rahmen der Eigenüberwachung ermittelten monatlichen Zu- und Ablaufwerte der Jahre 2003 bis 2006 (für 2006 lagen nur Daten bis September vor).

5.1 Teichkläranlage Wackersleben

Die 1992 in Betrieb genommene, aus drei unbelüfteten Teichen bestehende Abwasserteichanlage ist als langfristige Lösung zur Abwasserbehandlung der Ortschaft Wackersleben angelegt. Sie wurde laut Angaben des Landesamtes für Umweltschutz nach DWA A 201 für 1000 E dimensioniert. Seit 2001 ist die Zahl der angeschlossenen E laut Landesamt von 650 auf 770 im Jahr 2005 angestiegen. Dies bedeutet einen Anstieg um 18,5 % auf eine Anlagenauslastung von 77 %. Die Zahl der angeschlossenen Einwohner wird vom Betreiber für das Jahr 2005 allerdings nur mit 757 angegeben. Es wird Abwasser aus der Trennkanalisation zugeführt.

Die Gesamtoberfläche der Teichanlage beläuft sich auf ca. 12300 m². Gedichtet wurden die Teiche mit Lehm. Die Vorklämung erfolgt ohne Rechen über eine Schlammfalle im 1. Teich, die nach Aussage des Betreibers wöchentlich geräumt wird. Die Oberfläche von Teich 1 und 2 beträgt jeweils 4900 m², der dritte Teich ist mit ca. 2500 m² kleiner ausgelegt. In den Zulaufbereich des 2. Teiches wurde im November 2005 nachträglich ein Wendelbelüfter der Fa. Fuchs installiert. Das Abwasser durchläuft das Teichsystem im freien Gefälle. Im Fließschema (Bild 27) ist der Weg des Abwassers dargestellt. Der Anlagenablauf wird in den Grenzgraben geleitet.

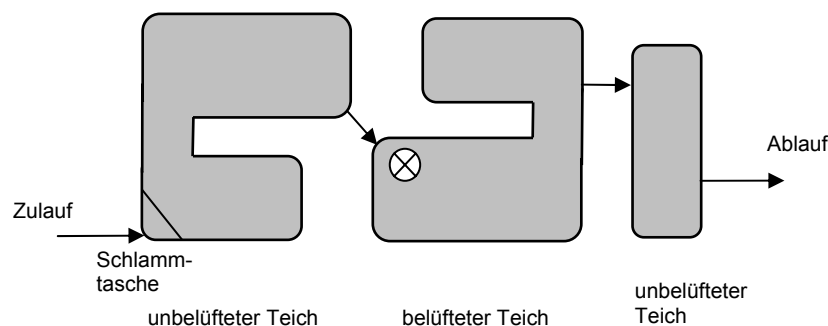


Bild 27: Fließschema Abwasserteichanlage Wackersleben

Bemessungsgrundlagen

Nach den vom Betreiber zur Verfügung gestellten Unterlagen erfolgte die Bemessung der Teichkläranlage nur für 750 Einwohner, für die ein täglicher Pro-Kopf-Verbrauch von 80 l/d zugrunde gelegt wurde. Der Fremdwasseranteil wurde mit 20 % berücksichtigt. Somit ergeben sich Zulaufmengen von $Q_T = 72 \text{ m}^3/\text{d}$. Pro Einwohner stehen 16,4 m² Teichoberfläche zur Verfügung. Der Sauerstoffeintrag beträgt 1,5 kg O₂/h, was unterhalb der von der DWA für belüftete Oxidationsteichanlagen angegebenen Größenordnung liegt. Da es sich bei der Teichkläranlage

Wackersleben um eine natürlich belüftete Anlage handelt, die nur zusätzlich unterstützend mechanisch belüftet wird, wird dieser Eintrag vom Betreiber als ausreichend angegeben.

Überprüft man die Dimensionierung der Teichanlage nach DWA A 201, wäre ein Absetzteich von 375 m³ ausreichend. Bei einer Tiefe von ca. 1 m ergibt sich für Teich 1 ein Volumen von 4900 m³, d.h. Teich 1 wurde analog der Gifhorner Methode mit 40 % zum Gesamtverhältnis bemessen.

Wasserrechtliche Erlaubnis

Seit Juni 2005 wurden für den Anlagenablauf Erlaubniswerte von 150 mg/l CSB und 40 mg/l BSB₅ festgelegt. Der Trockenwetterabfluß liegt bei 4,7 l/s (17 m³/h bzw. 300 m³/d), der Regenwetterabfluß bei 27 l/s. Zuvor galten erhöhte Anforderungen an die Überwachungswerte für CSB mit 110 mg/l und für BSB₅ mit 25 mg/l.

Zulaufbelastung

Den Daten der Eigenüberwachung von 2003 bis 2006 ist ein relativ gleichmäßiger jährlicher Schmutzwasseranfall von etwa 26500 m³ zu entnehmen - mit Ausnahme von 2005. Tabelle 41 zeigt die Entwicklung des Abwasseranfalls.

TKA Wackersleben - Jahresschmutzwassermengen				
	2003	2004	2005	2006*
m ³ /a	26 365	26 586	21 269	20 197
m ³ /d	72,2	72,8	58,3	73,9
E	770	770	770	770
l/(E·d)	94	94	75,7	98

* Januar bis September 2006

Tabelle 41:
Abwassermenge über TW
Verbrauch (inkl. 25% Fremdwasser)

Für 2003 und 2004 wird vom Betreiber ein nach dem Trinkwasserverbrauch geschätzter Abwasseranfall von etwa 72 m³/d angegeben. Der spezifische Schmutzwasseranfall inklusive Fremdwasser liegt somit bei ca. 94 l/(E·d). 2005 wurde mit ca. 77 l/(E·d) deutlich weniger verbraucht. Rechnet man den Verbrauch bis Ende 2006 hoch, wird mit ca. 26900 m³ wieder die Größenordnung von 2003 und 2004 erreicht.

Die errechnete Verweilzeit beträgt 170 Tage.

Sowohl BSB₅ als auch CSB im Zulauf liegen in einem höheren Bereich, was aber für die Region nicht ungewöhnlich ist. In Tabelle 42 sind sowohl mittlere Zulaufkonzentrationen als auch -frachten für die Jahre 2003 bis 2006 aus den Daten der Eigenüberwachung dargestellt.

Tabelle 42: Mittlere Zulaufkonzentrationen und -frachten

TKA Wackersleben								
Parameter	Zulaufkonzentration [mg/l]				Zulauffracht [kg/d]			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
BSB₅	712	757	749	580	51	55	42	43
CSB	1121	1122	1043	1061	81	82	58	78
N_{ges}	97	98	102	99	7,0	7,1	5,7	7,3
NH₄-N	85	86	84	96	6,1	6,3	4,7	7,1
P_{ges}	12,8	13,6	13,8	9,8	0,9	1,0	0,8	1,0

Berechnet man die Zulaufkonzentration von BSB₅ für den Normalfall nach dem Bemessungsansatz nach DWA (DWA A 118: 150 l/(E·d), DWA A 138: 60 g BSB₅/(E·d)) erhält man eine Konzentration von 400 mg/l. Von 2003-2005 wurden in der TKA Wackersleben jedoch mit etwa 750 mg/l fast doppelt so viel gemessen. So gesehen wäre ein doppelter Flächenbedarf von 20 m²/E notwendig. Berechnet man aber die Zulauffracht nach DWA erhält man 44,8 kg BSB₅/d. Somit liegt der Wert 2003 und 2004 ca. 15 % höher als die Standardfracht, in den Folgejahren geringfügig darunter.

Das CSB/ BSB₅-Verhältnis liegt zwischen 1,2 und 2,2.

Folglich ist die Anlage ausreichend dimensioniert und nicht überlastet. Bild 28 stellt die anhand der Jahresfrachten berechneten Einwohner dar.

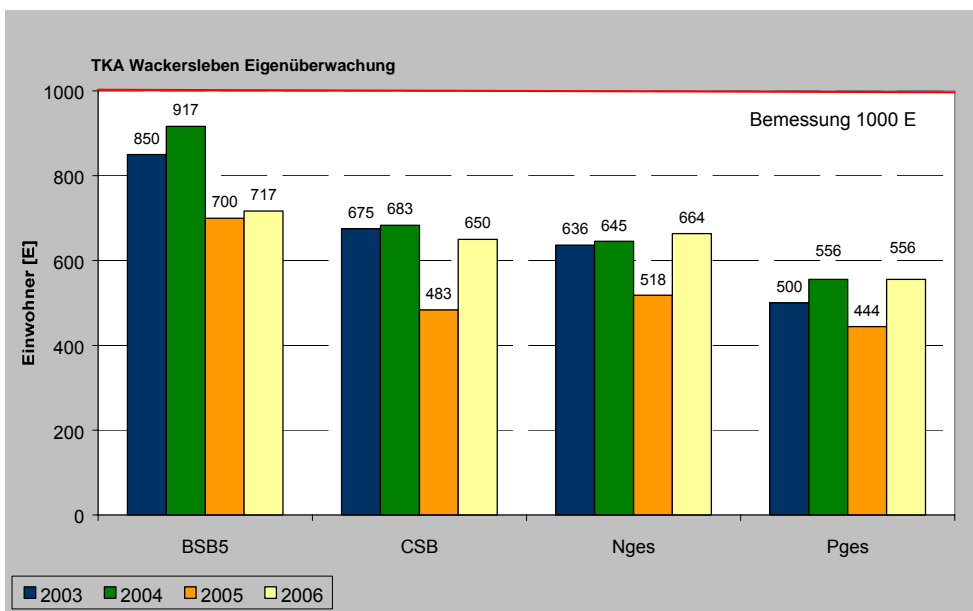


Bild 28:
Mittlere Anlagenbelastung in Einwohnerwerten, TKA Wackersleben

Der pH-Wert liegt im Zulauf bei Mittelwerten zwischen 7,9 und 8,2 und ist in gleicher Größenordnung auch im Ablauf vorzufinden.

Die Temperaturen sind im Jahresverlauf natürlich abhängig von der Lufttemperatur. Seit 2003 wurden im Winter weder im Zulauf noch im Ablauf Temperaturen unter 8 °C gemessen.

Reinigungsleistung

CSB

Die CSB-Elimination in der Teichkläranlage Wackersleben lag in den Jahren 2003 bis 2005 im Mittel bei etwa 90 %. Im Rahmen der Eigenüberwachung wurden pro Jahr mehrfach Überschreitungen des ehemaligen Überwachungswertes von 110 mg/l festgestellt, die sich z.T. im Mittelwert widerspiegeln (Tab. 43). Der aktuelle Überwachungswert von 150 mg/l kann aber i.d.R. eingehalten werden.

CSB [mg/l]	2003	2004	2005	2006
	n=17	n=14	n=14	n=9
Mittelwert	104	112	113	77
<i>min</i>	78	98	89	45
<i>max</i>	158	148	152	112

Tabelle 43:
Mittlere CSB-Ablaufwerte,
TKA Wackersleben,
Eigenüberwachung

BSB₅

BSB₅ konnte im Mittel zu 97 % eliminiert werden. Trotzdem wurde der ehemalige Überwachungswert von 25 mg/l teils mehrfach überschritten, wie die Daten der Eigenüberwachung (Tab. 44) zeigen. Die Einhaltung des aktuellen Überwachungswertes von 40 mg/l stellt hingegen kein Problem dar.

BSB ₅ [mg/l]	2003	2004	2005	2006
	n=9	n=7	n=7	n=9
Mittelwert	21	26	22	24
<i>min</i>	9	18	16	18
<i>max</i>	35	35	27	31

Tabelle 44:
Mittlere BSB₅-Ablaufwerte,
TKA Wackersleben,
Eigenüberwachung

Bei den Stichproben der behördlichen Überwachung wurden keine Überschreitungen festgestellt.

Stickstoff

Für die Teichkläranlage Wackersleben gibt es hinsichtlich der Stickstoffparameter keine festgelegten Überwachungswerte. Etwa 85 % des Ammoniums können im Durchschnitt in der Teichkläranlage umgewandelt werden, so dass im Ablauf Konzentrationen meist von unter 20 mg/l gemessen wurden (Tab. 45).

NH ₄ -N [mg/l]	2003	2004	2005	2006
	n=17	n=14	n=14	n=9
Mittelwert	17	16	12	13
<i>min</i>	8	9	7	8
<i>max</i>	39	34	18	15

Tabelle 45:
Mittlere NH₄-N-Ablaufwerte,
TKA Wackersleben,
Eigenüberwachung

Eine Teilnitrifikation findet in der Regel in den wärmeren Sommermonaten statt, wenn sich Nitrifikanten im System etabliert haben, und dauert bis in den Herbst hinein. Da Abwasserteichanlagen Ausschwemmreaktoren sind, können sich auf kältere Temperaturen spezialisierte Nitrifikanten nicht halten, so dass es im Winter keine Nitrifikation gibt. In Bild 29 ist eine zum Teil recht deutliche Teilnitrifikation zu erkennen.

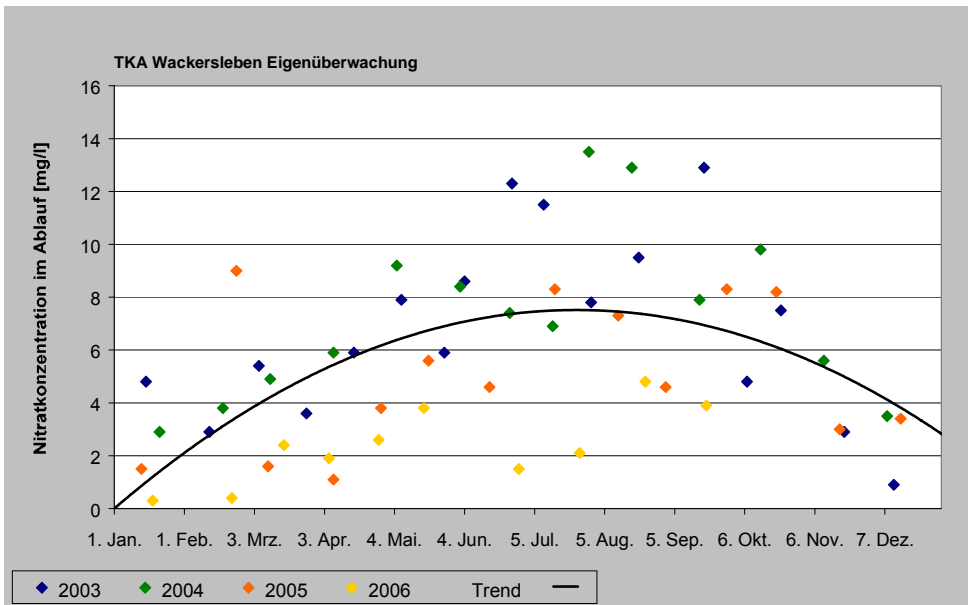


Bild 29:
Nitrifikation,
TKA Wackersleben

Als Übergangsprodukt bei der Nitrifikation wurde Nitrit ganzjährig nur in sehr geringen Konzentrationen von maximal 0,1 mg/l nachgewiesen. Durchschnittlich beträgt die Eliminationsleistung von Gesamtstickstoff um 80 %.

Phosphor

Auch für Phosphor wurden keine Überwachungswerte festgelegt. Die Abbauleistung liegt bei etwa 50 %, wobei keine jahreszeitliche Abhängigkeit festgestellt werden kann. Tabelle 46 gibt einen Überblick über die mittleren Ablaufkonzentrationen.

P _{ges} [mg/l]	2003	2004	2005	2006
	n=17	n=14	n=14	n=9
Mittelwert	5,0	6,8	6,6	9,8
min	3,7	4,3	5,3	6,8
max	7,6	9,4	8,2	13,5

Tabelle 46:
Mittlere P_{ges}-Ablaufwerte,
TKA Wackersleben, Eigenüberwachung

Abfiltrierbare Stoffe

Nach den Daten der Eigenüberwachung liegen die AFS-Gehalte im Ablauf zwischen 15 und 20 mg/l. Es ist zu vermuten, dass die extrem geringen Werte für das Jahr 2006 (Tab. 18) nicht in mg/l, sondern in g/l gemessen wurden. Dies geht aber nicht aus den Unterlagen hervor, da die Maßeinheit nicht angegeben wird.

AFS [mg/l]	2003	2004	2005	2006
	n=17	n=14	n=14	n=9
Mittelwert	20	17	15	0,019
min	8	9	8	0,002
max	36	25	22	0,068

Tabelle 47:
Mittlere AFS-Ablaufwerte,
TKA Wackersleben,
Eigenüberwachung

Auswertung der Meßkampagne vom 09.10.2006 und 20.11.06

Am Tag der Stichprobe war es trocken, zeitweise leicht bewölkt und bis zu 18 °C warm. Die Begehung der Anlage in Begleitung des Betreibers ergab folgendes Bild: Es war ein stetiger Zulaufstrom in die mit Faschinen befestigte Schlammtasche festzustellen. Teich 1 war stark rötlich gefärbt und trüb, Teich 2 im Gegensatz dazu fast klar und der Wasserkörper in der gesamten Tiefe zu 2/3 dicht mit Wasserpest (*Elodea*) bewachsen. Die hohe Bestandsdichte machte das Befahren mit dem Ruderboot ab Mitte des zweiten Teiches fast unmöglich. Auch der Einsatz der Meßsonden war problematisch, so dass der Teich nur in unzureichendem Umfang erfasst werden konnte.

Während es einen geringen, aber stetigen Zulauf aus Teich 1 in Teich 2 gab, war der Ablauf von Teich 2 in den ebenfalls sehr klaren Teich 3 nur minimal vorhanden. Der Ablauf der Teichkläranlage lag trocken. Der aufnehmende Graben war ebenfalls trocken gefallen. Laut Betreiber kommt es während der Sommermonate zu hohen Verdunstungsverlusten, die regelmäßig zum Versiegen des Ablaufs führen.

Auffällig an der Anlage ist die steile, hohe Böschung der Teiche von ca. 2,5 m oberhalb des Wasserspiegels. Dies ist sicherlich der Freispiegelleitung geschuldet.

Bei einer zweiten Begehung der Anlage sechs Wochen später war die Rosafärbung im ersten Teich noch stärker ausgeprägt. Im zweiten Teich war ein Rückgang der Ausbreitung der Wasserpflanzen festzustellen. Einen Ablauf aus der Anlage gab es wieder nicht.

Eigenen Messergebnisse

Die Ergebnisse der Messungen vom 09.10.06 sowie vom 20.11.06 sind in Tabelle 48 dargestellt. Der im Zulauf gemessene unfiltrierte CSB liegt wesentlich niedriger als die in der Eigenüberwachung erfassten Werte. Der in Teich 2 und 3 gemessene CSB ist vergleichsweise niedrig und liegt, sollte es zum Ablauf kommen, weit unter dem Überwachungswert von 150 mg/l.

Tabelle 48: Mittlere Konzentrationen, TKA Wackersleben, 9.10.2006

Meßpunkt	CSB (unfil.)	CSB (fil.)	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P _{ges}	AFS
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Zulauf	743	352	77,0	0,476	23,7	-
Teich 1	555 (638*)	107	46,8 (120*)	0,363 (0,593*)	14,2	304
Zulauf Teich 2	352	89	31,0	0,972	10,5	-
Teich 2	86	66	9,8	1,320	8,2	15
Teich 3	56 (49*)	50	12,5 (18,9*)	0,324 (0,463*)	2,3	-

* Messung 20.11.2006

Es ist zu beachten, dass aufgrund des fehlenden Anlagenablaufs die „Ablaufprobe“ im Ablaufbereich in Teich 3 gezogen wurde, d.h. eigentlich die Wasserqualität in Teich 3 als stehenden Gewässers gemessen wurde.

Die Nährstoffkonzentrationen nehmen von Zulauf bis zum Ablaufbereich von Teich 3 stetig ab. Bei Betrachtung des Ammoniumverlaufs kann ein Abbau festgestellt werden, der sich aber nicht in der gemessenen Nitratkonzentration widerspiegelt. Phosphat ist in Teich 3 nur noch in einer verhältnismäßig geringen Konzentration vorhanden.

Sauerstoffverteilung

Die Sauerstoffverteilung wurde in der Fläche im ersten Teich in 30 cm und 70 cm Tiefe gemessen. Sondenmessungen im zweiten Teich waren nicht aufgrund des starken Bewuchses mit *Elodea* nicht möglich.

Aus Bild 30 geht die schlechte Sauerstoffversorgung von Teich 1 hervor. Es gibt in der oberflächennahen Wasserschicht nur wenige Teilbereiche mit einem Sauerstoffgehalt über 3 mg/l. Hier müsste dieser erheblich höher liegen. Der zusätzliche Eintrag bei Windverhältnissen über die Wasseroberfläche wird durch die hohe Böschung und den dadurch sehr tief liegende Wasseroberfläche behindert. Sie befindet sich ca. 1,5 bis 2 m unterhalb der Geländekante.

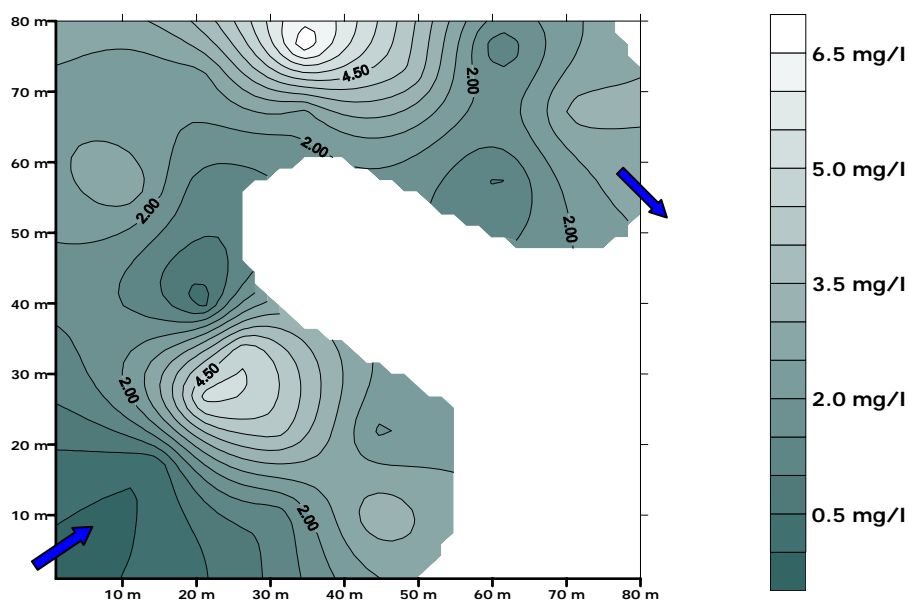


Bild 30: O₂-Verteilung in Teich 1 in 30 cm Tiefe, TKA Wackerleben

Bild 31 zeigt, dass bereits in einer Tiefe von 70 cm nahezu kein Sauerstoff mehr vorhanden ist. Dieses Milieu bietet den Nährboden für die massive Populationsentwicklung von Schwefelpurpurbakterien.

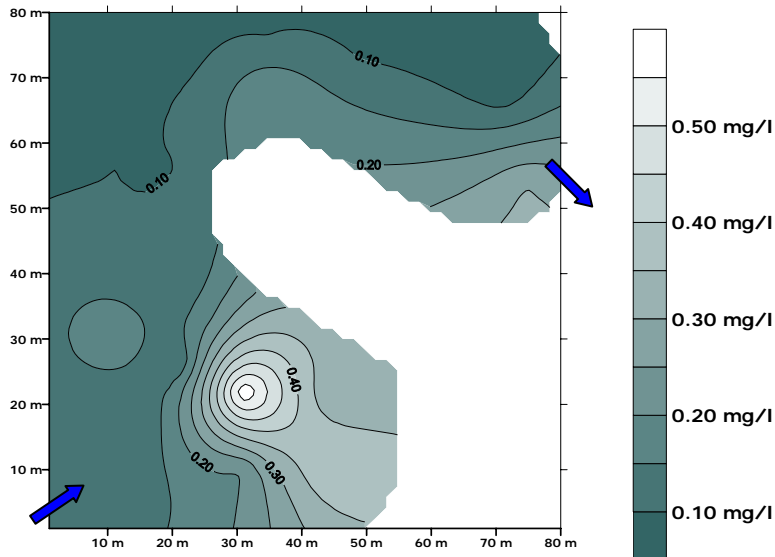


Bild 31: O₂-Verteilung in Teich 1 in 70 cm Tiefe, TKA Wackersleben

Schlammverteilung

Betrachtet man Bild 32 wird anhand der Schlammhöhe die Fließrichtung innerhalb des ersten Teiches deutlich. Ca. 1/3 des Teiches bleibt aufgrund der unglücklichen Verortung des Zulaufs ungenutzt. Die Fließrichtung erfolgt direkt vom Zulauf zum Ablauf unter Ausparung des dem Zulauf gegenüberliegenden großen Teilbereichs.

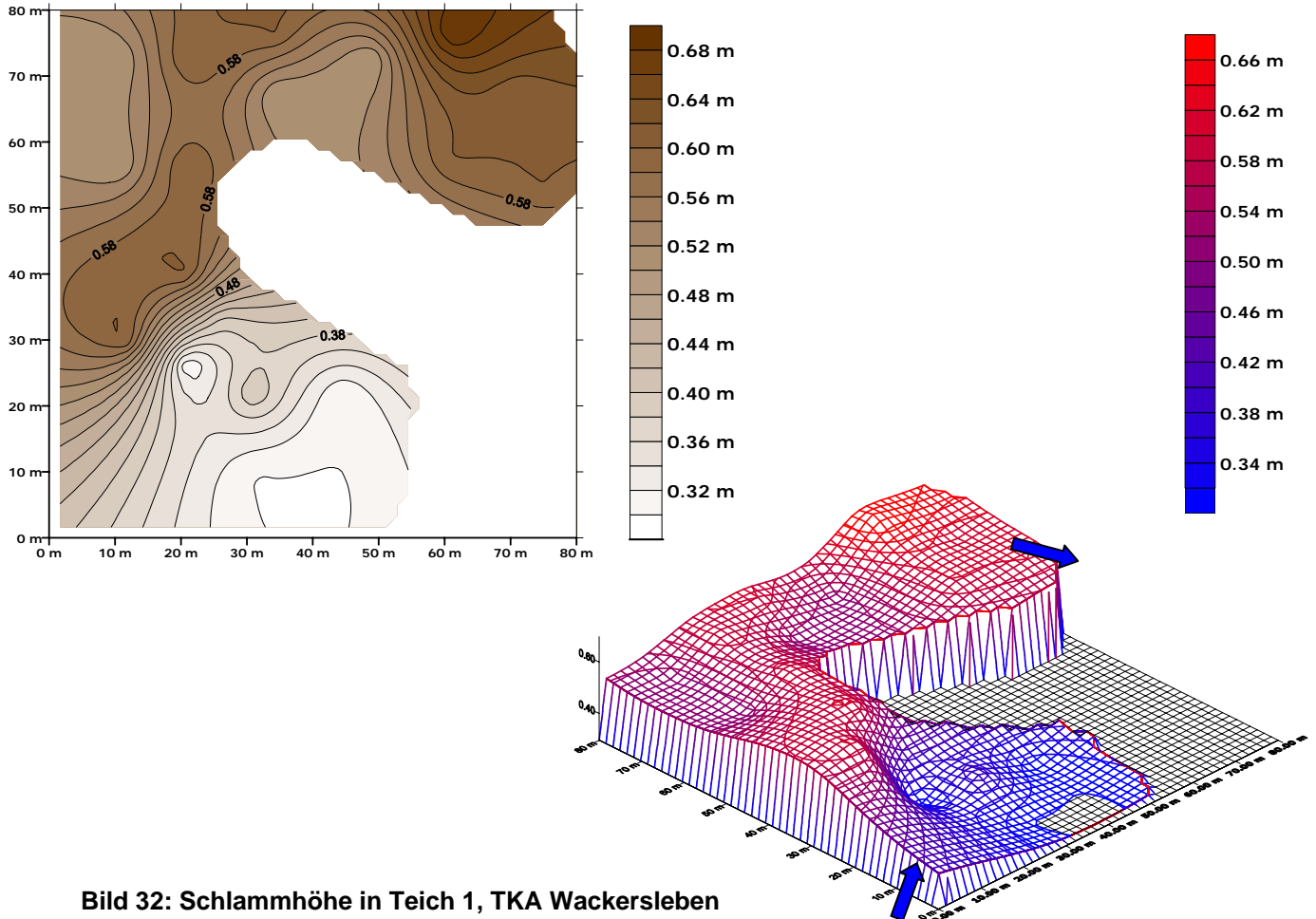


Bild 32: Schlammhöhe in Teich 1, TKA Wackersleben

Der Schlammgehalt ist teilweise nicht sehr hoch und korrespondiert nicht mit der Schlammhöhe (Bild 33), d.h. in Bereichen mit großer Schlammhöhe treten unterschiedliche Schlammgehalte auf.

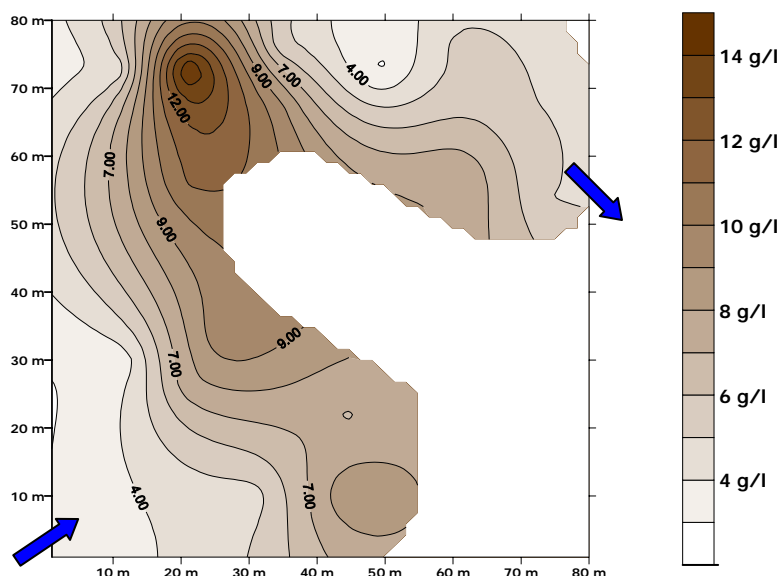


Bild 33: Schlammgehalt in Teich 1, TKA Wackersleben

Im schlecht durchströmten Bereich hinter dem Zulauf gibt es in 1 m Tiefe einen Schlammgehalt um 8 g/l. Während die Schlammhöhe in Fließrichtung zunimmt, liegt der Punkt mit dem höchsten Schlammgehalt in der „Kehre“ von Teich 1. Im Ablaufbereich ist liegt der Schlamm mit über 50 cm sehr hoch, ist aber auch verhältnismäßig wässrig.

Im zweiten Teich konnten aufgrund der starken *Elodea*-Verbreitung keine flächendeckenden Schlammmessungen durchgeführt werden. Allerdings war der Wasserkörper hier sehr klar und einzelne stichprobenartige Messungen zeigten eine Wassertiefe von 1 m ohne erhöhten Schlammgehalt.

Durch die unglückliche Anordnung von Zu- und Ablauf im zweiten Teich muss auch hier davon ausgegangen werden, dass ca. 1/3 des Teichvolumens nicht ausreichend durchströmt wird.

Bewertung und Optimierungsvorschläge

Ein Problem ist der fehlende Teichanlagenablauf. Die Verdunstung der täglichen Zulaufmenge von ca. 72 m³ kann ausgeschlossen werden. Nach Angaben des Landesamtes halten sich im in Sachsen-Anhalt im Jahresmittel Niederschläge und Verdunstung, beide in Höhe von ca. 500 mm die Waage. Die Verdunstung von freien Wasserflächen ist deutlich niedriger anzusetzen als die Evapotranspiration vegetationsbedeckter Flächen. Legt man die langjährigen Klimameßreihen der Klimastation Halle/ Kröllwitz für freie Wasserflächen (jährliche Niederschlagsmenge 453 mm, jährliche Verdunstung 784 mm) zugrunde wird bei einer Jahresschmutzwassermenge von 2160 mm/a, d.h. einer monatlichen Schmutzwassermenge von 182 mm, auch in den Sommermonaten der Zulauf nicht von der Verdunstungsmenge überschritten (siehe Anhang). Im Hochsommer bei hohen Lufttemperaturen können extreme Verdunstungsverluste auftreten, die aber

nicht zu einem dauerhaften Versiegen des Teichanlagenablaufs führen. Folglich ist von einer Undichtigkeit in den Teichen auszugehen. Ein Zulauf von Teich 1 in Teich 2 ist vorhanden, aber aufgrund der Anordnung der Zulaufrohre war ein Auslitern der Zulaufströme weder in Teich 1 noch in Teich 2 möglich. Über so ermittelte Mengen könnten Rückschlüsse über die Verortung der Undichtigkeit gezogen werden. Diese sind vermutlich in beiden Teichen zu suchen. Die **Dichtigkeit sollte in jedem Fall geprüft werden**. Da das Ablassen der Teiche nur schwer umsetzbar ist, könnte eine Grundwasseruntersuchung oberhalb und im Abstrom der Anlage durchgeführt werden. An zur Verfügung stehenden GW-Probenahmestellen, Brunnen oder Quellen kann wahlweise eine Koffein- oder Boratbestimmung (beide dienen als Abwasserindikatoren) eine Aussage über Versickerungsströme aus der Teichkläranlage geben.

*Eine Massenentwicklung von phototrophen **Schwefelpurpurbakterien** in Teichen findet bei einem optimalen Verhältnis von Sulfid und Lichtintensität statt.*

Vorausgegangen ist die Entstehung eines massiven Sauerstoffdefizits, welches durch das Zusammenspiel von im Sommer vermindertem Sauerstoffeintrag bei gleichzeitig hoher Biomassenaktivität ausgelöst werden kann. Dies führt zu anaeroben Stoffwechselprozessen in der Sedimentschicht. Die dort gebildeten organischen Säuren werden von sulfat-reduzierenden Bakterien zu Sulfid veratmet, das toxisch auf heterotrophe Organismen wirkt. Purpurbakterien oxidieren unter Bindung anorganischen Kohlenstoffs Sulfid zu Schwefel und Sulfat.

Die **starke Rosafärbung im ersten Teich ist auf Purpurbakterien zurückzuführen**. Sie zeigen eine ungenügende Sauerstoffversorgung an. Die organische Belastung ist folglich trotz ausreichender Fläche pro Einwohner aufgrund der Sauerstoffunterversorgung zu hoch. Die Diffusion wird durch die hohe Böschung und den tief liegenden Wasserspiegel nicht eingeschränkt. Lediglich ein verbesserter Sauerstoffeintrag bei windiger Witterung kann nicht zustande kommen. Eine **künstliche Belüftung in Teich 1 würde den Sauerstoffgehalt erhöhen**. Der einströmende, rotgefärbte Zulauf aus Teich 1 verschwindet schell im Zulaufbereich von Teich 2. Vermutlich finden die Purpurbakterien hier keinen geeigneten Lebensraum mehr vor. Der Wasserkörper von Teich 2 ist sehr klar, nur zum größeren Teil dicht

mit *Elodea* bewachsen, die sicherlich zur Sauerstoffanreicherung beiträgt. Zusätzlich wird hier durch einen Wendelbelüfter Sauerstoff eingetragen. In der momentan vorherrschenden Situation (kein Abfluss) wirken sich die Purpurbakterien nicht negativ auf die Abwasserqualität des Gesamtsystems aus. Es ist allerdings fraglich, ob der qualitativ gute Zustand von Teich 2 und 3 erhalten bleibt, wenn täglich 72 m³ die Anlage durchlaufen und nicht auf dem Fließweg verschwinden. Orientieren kann man sich dabei an den Jahren 2003-2005, in denen die zulässigen Überwachungswerte für CSB (und BSB₅) häufig überschritten werden. Denn wenn die Schwefelpurpurbakterien absterben, kommt es zu einer Sekundärbelastung mit leicht abbaubarem CSB.

*Sommerwarme, nährstoffreiche, aber nicht überlastete langsam fließende bzw. stehende Gewässer bieten den **Wasserpestarten (Elodea)** geeigneten Lebensraum. Ursprünglich stammen sie aus Nordamerika und wurden bereits im 19. Jahrhundert nach Deutschland eingeschleppt. Sie bilden schnell submerse Dominanzbestände aus. Ihre Anwesenheit unterbindet die Entwicklung von Planktonalgen. Dies bewirkt einen sehr klaren Wasserkörper.*

Der **Bewuchs von Teich 2 mit *Elodea* ist positiv zu bewerten**, da diese höhere Wasserpflanze über Photosynthese Sauerstoff anreichert. Gleichzeitig bietet sie Aufwuchsfläche für Mikroorganismen und fördert so die Reinigungsleistung. Nur in natürlichen Gewässern ist sie auch kritisch zu bewerten, da sie andere Arten verdrängt. Wahrscheinlich wurde sie hier durch Wasservögel eingeschleppt. Am zweiten Besichtigungstermin Ende November 2006 war bereits ein deutlicher Rück-

gang des Bewuchses festzustellen. Wahrscheinlich wird sich dieser Vorgang fortsetzen. Dies wird auch eine Verringerung der Reinigungsleistung bedeuten.

Die Abbauleistung in der Anlage ist unterschiedlich zu bewerten. Seit der Änderung der Überwachungswerte gemäß Größenklasse 1 im Sommer 2005 konnten bei den Parametern CSB und BSB₅ keine Überschreitungen mehr festgestellt werden. Die CSB-Elimination liegt aber nach wie vor um 90 % und könnten evtl. noch gesteigert werden. Allerdings sind hier der hohe CSB im Zulauf zu berücksichtigen, die im Mittel etwas über 1000 mg/l liegen. Die BSB₅-Elimination liegt im Mittel bereits bei etwa 96 %. Die Zulaufkonzentrationen korrespondieren mit denen beim CSB und liegen im Mittel über 700 mg/l.

Die Ablaufkonzentrationen der Nährstoffparameter sind durchaus akzeptabel. Für Stickstoff wurden keine Überwachungswerte festgelegt. Auffallend ist eine Teilnitrifikation während der Sommermonate, die in unterschiedlich ausgeprägter Stärke in den Jahren 2003 bis 2006 stattfand. Die Ammoniumkonzentrationen im Ablauf lagen im Mittel unter 40 mg/l, in den Jahren 2005 und 2006 sogar unter 20 mg/l. Die P_{ges}-Ablaufkonzentrationen liegen im Mittel zwischen 5 und 10 mg/l. Hierfür wurde ebenfalls kein Grenzwert festgelegt.

Für eine Verbesserung der Ablaufwerte sollten einige Optimierungsvorschläge umgesetzt werden. Alle Problemzonen und baulichen Optimierungsvorschläge sind in Bild 34 dargestellt.

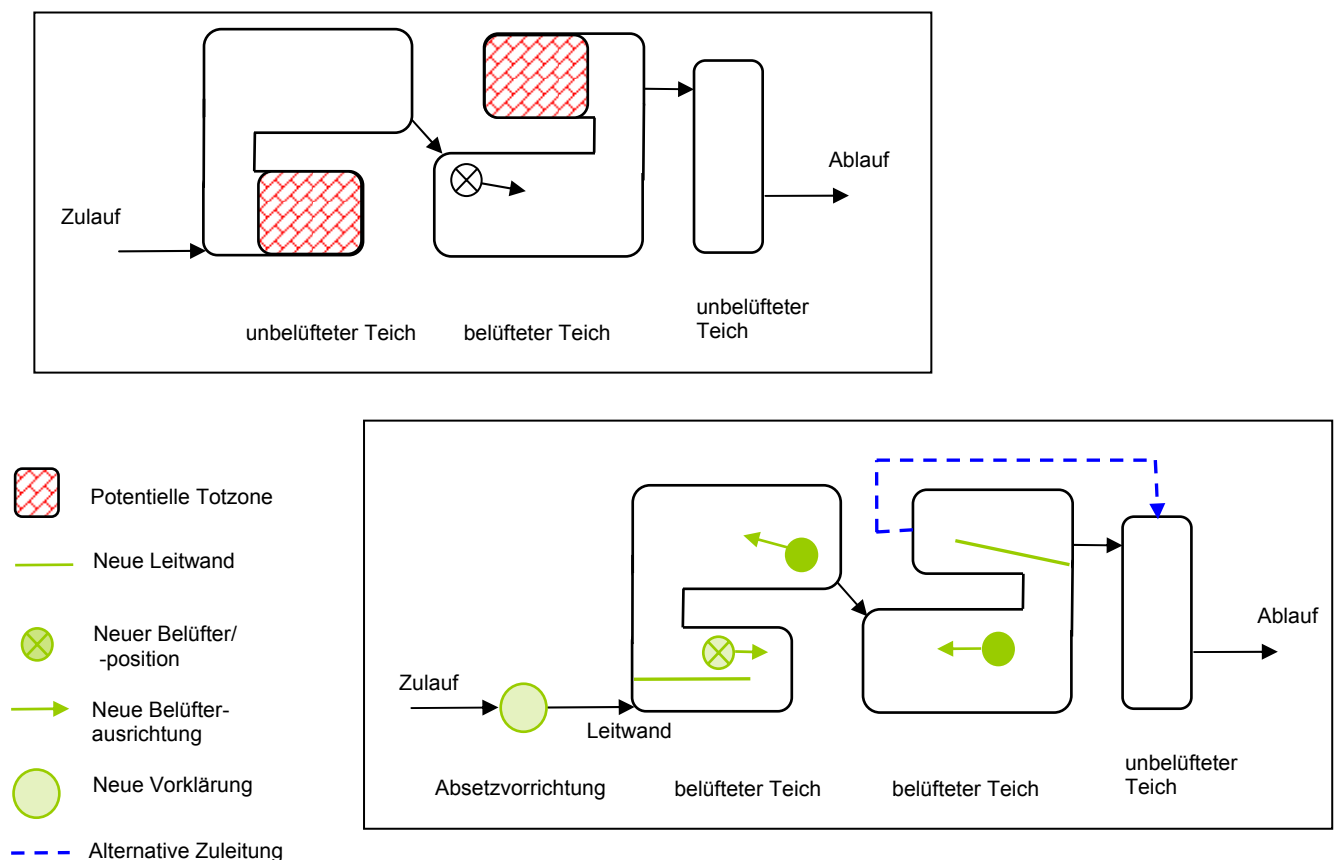


Bild 34: Bestehende Gestaltung mit Totzonen und Optimierungsvorschläge, TKA Wackersleben

Optimierungsvorschläge Teich 1:

- Der Zulauf mit Schlammtasche ist ungünstig angeordnet, so dass ein Teil des u-förmigen Teiches eine Totzone bildet und nicht genügend durchströmt wird. Durch **Umgestaltung und Vergrößerung der kleinen Schlammtasche** mit einer aktuellen Fläche von ca. 8 m² könnte die Durchströmung verbessert werden. Besser noch wäre die **Anlage eines externen Absetzbeckens**. Aufgrund der Freispiegelleitung müsste dieses eher in erheblicher Tiefe als geschlossener Absetzschacht realisiert werden. Eine Bemessung von 0,5 m³/E führt zu einem Volumen von 375 m³. Dies ist sicherlich nicht umsetzbar. Wird das Volumen reduziert, muss der Schlamm entsprechend öfter entfernt werden.
- Der Zulauf könnte durch die **Installation einer Leitwand in Teich 1** in den jetzt nicht ausreichend durchströmten Bereich des ersten Teiches gelenkt werden.
- Als weitere Optimierungsmaßnahme ist die **künstliche Belüftung des ersten Teiches** zur Verbesserung des Sauerstoffhaushaltes denkbar. Die Belüftung im ersten Teich ist besonders sinnvoll, weil hier die Belastung des Abwassers noch am größten ist. Ein Belüfter kann im Abstrom des Zulaufs, ein **zweiter Belüfter** könnte in der Mitte oder im hinteren Bereich des ersten Teichs installiert werden. Die Positionierung des Belüfters soll auch die Lenkung Fließrichtung unterstützen. Die Anordnung sollte entgegen der Fließrichtung erfolgen, um den Fließweg zu verlängern.
- Eine **Schlammräumung in Teich 1 wird empfohlen**, da die Ablagerungen teilweise bereits auf 50 cm bei 1 m Wassertiefe angestiegen sind.

Optimierungsvorschläge Teich 2:

- Aufgrund der Formgebung des zweiten Teiches, die eine Spiegelung des ersten Teiches darstellt, und der Anordnung von Zu- und Ablauf kommt es hier ebenfalls zu einem nicht unerheblichen Anteil nicht genutzten Volumens. Auch hier ist die Errichtung einer Leitwand vor dem Ablaufbereich von Teich 2 sinnvoll, um das Wasser durch den gesamten Teich zu lenken.
- Alternativ zur Leitwand kann auch eine neue Zuleitung von Teich 2 in Teich 3 angelegt werden. Der Ablauf von Teich 2 wie auch der Zulauf von Teich 3 werden dabei so angeordnet, dass die Fließstrecke maximiert wird und undurchströmte Bereiche vermieden werden.
- Außerdem sollte der Belüfter neu positioniert werden. Die aktuelle Anordnung verkürzt den Fließweg, indem sie den Strom in Richtung Ablauf lenkt. Eine Verschiebung des Belüfters nach hinten und eine Umkehr der Ausrichtung führen zu einer deutlich verbesserten Ausnutzung des Teichvolumens.

Das Ablaufrohr aus Teich 3 in den dahinter liegenden Graben sehr nah über der Grabensohle angeordnet ist. Sollte es einen Anlagenablauf geben und der Graben Wasser führen, kann es leicht zu einem Rückstau in die Teichanlage kommen. Bei der Begehung der Anlage waren Anlagenablauf und Graben allerdings trockengefallen.

5.2 Teichkläranlage Wulferstedt

Die Teichkläranlage Wulferstedt wurde bereits vor 1990 in Betrieb genommen. Wie lange die eigentlich aus drei unbelüfteten Teichen bestehende Abwasserteichanlage noch als Lösung zur Abwasserbehandlung der Ortschaft Wulferstedt dienen soll, ist laut Angaben des Landesamtes für Umweltschutz offen. Sie wurde für 1000 Einwohner dimensioniert, aber aufgrund ihres Baujahres nicht nach DWA A 201. Seit 2001 ist die Zahl der angeschlossenen Einwohner von 885 auf 857 (06/2005) leicht gesunken. Dies bedeutet eine Anlagenauslastung von etwa 86 %. Diese Angaben stützen sich auf die Statistik des Landesamtes für Umweltschutz. Nach Aussage des Betreibers sind momentan 846 Einwohner angeschlossen.

Es wird Abwasser aus der Trennkanalisation zugeführt. Die Größenordnungen des Schmutzwasseranfalls sind in Tabelle 49 angegeben. Rechnet man den bisherigen Verbrauch hoch, wird der Jahresverbrauch für 2006 bei etwa 33500 m³ liegen.

TKA Wulferstedt - Jahresschmutzwassermengen				
	2003	2004	2005	2006*
m ³ /a	36 054	34 500	23 000	24 336
m ³ /d	98,8	94,5	63,1	89,1
E	857	857	857	857
l/(E·d)	115	110	75	105

*Januar bis September 2006

Tabelle 49:
Abwassermenge über TW
Verbrauch (inkl. 25% Fremdwasser)

Die Gesamtoberfläche der Anlage beläuft sich auf ca. 9660 m². Die Vorklärung erfolgt über zwei anaerobe Absetzbecken, die zwecks Schlammräumung alternierend betrieben werden. Darauf folgen drei Teiche mit einer Oberfläche von 1557 m², 3252 m² und 4851 m², die mit Lehm gedichtet wurden. Im Moment ist der erste Teich außer Betrieb. In Zulauf von Teich 2 (jetzt erster Klärteich) wurde im Jahr 2003 nachträglich ein Wendelbelüfter (Fa. Fuchs) sowie 2004 im hinteren Bereich ein Rührwerk (Fa. Oloid) installiert. Ein weiteres Rührwerk befindet sich im Zulaufbereich von Teich 3. Im Fließschema (Bild 35) ist der Weg des Abwassers dargestellt. Der Anlagenablauf wird in den Großen Graben abgeleitet.

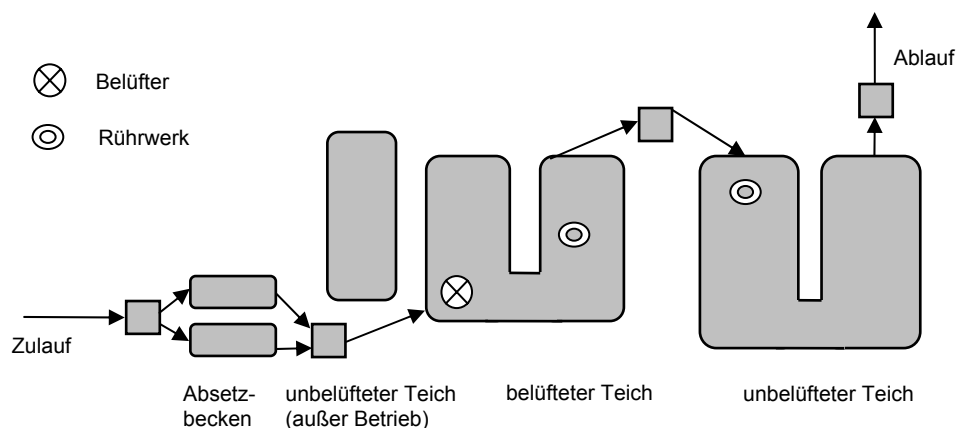


Bild 35: Fließschema Abwasserteichanlage Wulferstedt

Bemessung

Berücksichtigt man die Daten des Landesamtes so stehen pro Einwohner 9,7 m² Teichfläche zur Verfügung. So gesehen werden die Bemessungsvorgaben der DWA A 201 fast eingehalten, insbesondere unter Berücksichtigung der alternierend betriebenen, vorgeschalteten Absetzbecken.

Wasserrechtliche Erlaubnis

Nach wie vor gilt für die Abwasserteichanlage Wulferstedt die im Sommer 1986 erteilte wasserrechtliche Nutzungsgenehmigung. Sie regelt die Einleitungsmenge auf 18,5 m³/h, 220 m³/d und 80300 m³/a.

Für BSB₅ im Ablauf gelten von Werte 40 mg/l (8,8 kg/d) im Sommer, 80 mg/l (17,6 kg/d) im Winter und 60 mg/l (13,2 kg/d) in Herbst und Frühjahr. Weiterhin wurden für die abfiltrierbaren Stoffe während des Sommers 50 mg/l (11 kg/d) festgelegt.

Eine neue, aktuelle wasserrechtliche Erlaubnis gemäß der Abwasserverordnung ist in Arbeit.

Zulaufbelastung

Gemäß den Angaben des Trinkwasserverbrauchs kann den Daten der Eigenüberwachung eine jährliche Schmutzwassermenge um 35000 m³ entnommen werden. Wie auch auf der Teichkläranlage Wackersleben bildet 2005 mit einem deutlich niedrigeren Verbrauch ein Ausnahmejahr. Die errechnete Verweilzeit beträgt 45 Tage - ohne Teich 1 und unter Berücksichtigung der durch Schlammhöhe reduzierten Teichtiefe in Teich 2 und 3 (reduziertes Volumen von nur 4052 m³).

Auch hier liegen BSB₅ und CSB im Zulauf relativ hoch, das CSB/ BSB₅-Verhältnis liegt zwischen 1,4 und 2,0.

Tabelle 50 zeigt mittlere Zulaufkonzentrationen und -frachten für die Jahre 2003 bis 2006 aus den Daten der Eigenüberwachung.

Tabelle 50: Mittlere Zulaufkonzentrationen und -frachten, TKA Wulferstedt

TKA Wulferstedt - Zulauf								
Parameter	Konzentration [mg/l]				Fracht [kg/d]			
	2003	2004	2005	2006	2003	2004	2005	2006
BSB₅	673	706	651	743	67	67	41	66
CSB	1148	1089	1115	1015	114	104	70	90
N_{ges}	97	98	96	83	9,6	9,3	6,0	7,4
NH₄-N	83	84	82	82	8,2	8,0	5,2	7,3
P_{ges}	13,9	14,2	13,5	12,5	1,4	1,3	0,9	1,2

Berechnet man die Zulauffracht nach DWA (60 g/(E·d)) erhält man 60 kg BSB₅/d. Außer 2005 liegt der Wert der Teichkläranlage Wulferstedt ca. 10 % höher als die Standardfracht, im Jahr 2005 deutlich darunter. Eine Überlastung ist nur beim BSB₅ festzustellen, wie Bild 36 zeigt. Hier sind die anhand der Jahresfrachten berechneten Einwohner dargestellt.

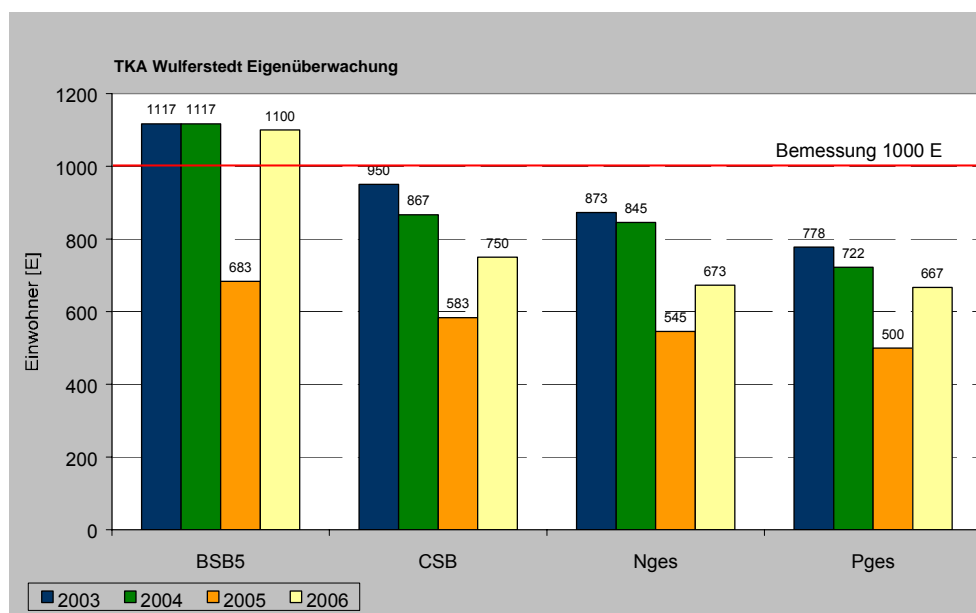


Bild 36:
Mittlere Anlagenbelastung,
TKA Wulferstedt

Reinigungsleistung

CSB

Setzt man einen Überwachungswertes von 150 mg/l an, so wird dieser in den Jahren 2003-2006 immer eingehalten. Tabelle 51 gibt einen Überblick. Die CSB-Elimination beträgt ca. 90 %, die Zulaufwerte liegen i.d.R. über 1000 mg/l.

CSB [mg/l]	2003	2004	2005	2006
	n=17	n=14	n=14	n=9
Mittelwert	114	111	123	100
<i>min</i>	85	86	95	58
<i>max</i>	148	145	149	133

Tabelle 51:
Mittlere CSB-Ablaufwerte,
TKA Wulferstedt,
Eigenüberwachung

BSB₅

Die BSB₅-Elimination beträgt etwa 96 %. Die jahreszeitlich festgelegten Überwachungswerte wurden immer eingehalten, die 40 mg/l sogar immer unterschritten (Tab. 52).

BSB ₅ [mg/l]	2003	2004	2005	2006
	n=9	n=7	n=7	n=9
Mittelwert	22	26	27	25
<i>min</i>	15	18	18	18
<i>max</i>	31	35	32	32

Tabelle 52:
Mittlere BSB₅-Ablaufwerte,
TKA Wulferstedt,
Eigenüberwachung

Stickstoff

Für die Teichkläranlage Wulferstedt wurden keine Überwachungswerte für die Stickstoffparameter festgelegt. Im Durchschnitt wird fast 90 % des Ammoniums in der Teichkläranlage um-

gewandelt. Im Ablauf wurden Konzentrationen hauptsächlich unter 15 mg/l gemessen, 2003 lagen die Ablaufkonzentrationen sogar größtenteils unter 10 mg/l (Tab. 53).

NH ₄ -N [mg/l]	2003	2004	2005	2006
	n=17	n=14	n=14	n=9
Mittelwert	9	12	11	16
min	5	7	7	10
max	14	17	14	25

Tabelle 53:
Mittlere NH₄-N-Ablaufwerte,
TKA Wulferstedt,
Eigenüberwachung

Der Trend zu einer jahreszeitlich bedingten Teilnitrifikation in den wärmeren Sommermonaten ist auf der Anlage Wulferstedt (Bild 37) nicht so ausgeprägt wie auf der Teichkläranlage Wackerleben. Insbesondere im Jahr 2006 war keine Nitrifikation festzustellen.

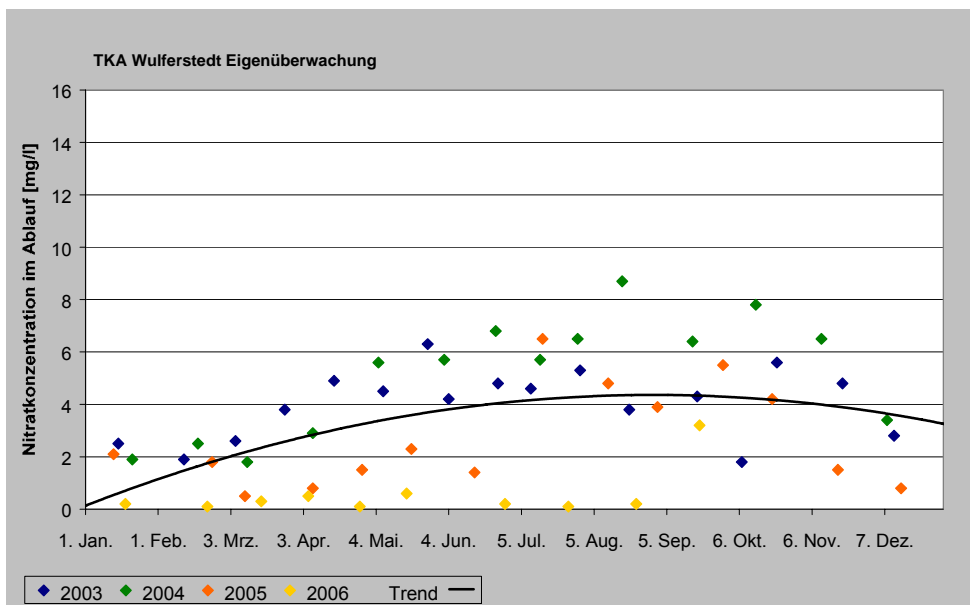


Bild 37:
Nitrifikation,
TKA Wulferstedt

Insgesamt wurden in den Jahren 2003 bis 2005 durchschnittlich zwischen 82 und 87 % des Gesamtstickstoffs in der Anlage umgesetzt. Das Übergangsprodukt Nitrit wurde ganzjährig in sehr geringen Konzentrationen von maximal 0,1 mg/l gemessen.

Phosphor

Für Phosphor wurden ebenfalls keine Überwachungswerte festgelegt. Die Abbauleistung liegt 2003 bei etwa 51 %, 2004 bei 40 % und 2005 bei 47%. Jahreszeitliche Muster sind nicht zu erkennen. Tabelle 54 gibt einen Überblick über die mittleren Ablaufkonzentrationen.

P _{ges} [mg/l]	2003	2004	2005	2006
	n=17	n=14	n=14	n=9
Mittelwert	6,9	8,5	7,1	3,9
min	5,3	5,8	2,5	1,5
max	9,2	11,2	8,7	6,5

Tabelle 54:
Mittlere P_{ges}-Ablaufwerte,
TKA Wulferstedt,
Eigenüberwachung

Abfiltrierbare Stoffe

Nach den Daten der Eigenüberwachung liegen die AFS-Konzentrationen im Ablauf zwischen 8 und 38 mg/l (Tab. 55). Wie auch bei der Anlage Wackersleben ist die Einheit der Messwerte für das Jahr 2006 unklar. Bei der Größenordnung sollte es sich um g/l handeln, was aus den vorhandenen Unterlagen aber nicht hervorgeht.

AFS [mg/l]	2003	2004	2005	2006
	n=17	n=14	n=14	n=9
Mittelwert	26	27	17	0,04
min	14	12	8	0,01
max	36	38	24	0,1

Tabelle 55:
Mittlere AFS-Ablaufwerte,
TKA Wulferstedt, Eigenüberwachung

Auswertung der Meßkampagne vom 09.10.2006

Am Tag der Stichprobe war es in Wulferstedt trocken, zeitweise sehr windig, leicht bewölkt und bis zu 18 °C warm. Die Begehung der Anlage in Begleitung des Betreibers ergab folgendes Bild: Eines der beiden Schlammabsetzbecken war leer, der erste Teich voll, beide waren außer Betrieb. Der Zulauf aus dem Absetzbecken wird direkt an die breite Stirnseite des u-förmigen Teiches 2 geführt. Damit bleibt ein schätzungsweise 1/3 des Teiches ungenutzt. Die Oloid-Rührwerke befinden sich mittig im aktiven Bereich von Teich 2 und im Einlaufbereich von Teich 3. Dieser ist ebenfalls u-förmig und zu einem großen Teil vor dem Ablaufbereich mit Schilf bewachsen. Ein Großteil des Abwassers wird auch über Evapotranspiration verdunstet, so dass es an diesem Tag keinen Ablauf gab.

Messergebnisse

Tabelle 56 stellt die am 9.10.06 gemessenen Ergebnisse dar. Die unfiltrierte Probe ergibt einen CSB von über 1000 mg/l, was sich mit den Daten aus der Eigenüberwachung deckt. Die CSB-Ablaufkonzentration liegt unterhalb des möglichen Überwachungswerts von 150 mg/l. Eine Nitrifikation ist nicht nachzuweisen. Der Anteil der abfiltrierbaren Stoffe im Ablauf ist auf die Algenbildung in Teich 3 zurückzuführen. Insgesamt decken sich die Ergebnisse der Messung mit denen im Rahmen der Eigenüberwachung.

Tabelle 56: Mittlere Konzentrationen, TKA Wulferstedt, 9.10.2006

Meßpunkt	CSB (unfil.)	CSB (fil.)	NH ₄ -N	NO ₃ -N	AFS
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Zulauf	1011	425	115	0,583	285
Zulauf Teich2	951	428	121	0,550	-
Schacht Teich 2/ Teich 3	280	61	84	n.n.	-
Ablaufschacht	136	57	22	n.n.	62

n.n. = nicht nachweisbar

Sauerstoffverteilung

Die Sauerstoffverteilung wurde in der Fläche in 30 cm Tiefe in Teich 2 und Teich 3 gemessen. Es konnte nur in einer Tiefe gemessen werden, da beide Teiche durch Schlammablagerungen an Tiefe verloren haben.

Der Zulauf vom Absetzbecken in Teich 2 ist durch die Außerbetriebnahme von Teich 1 an einer ungünstigen Stelle verortet. Dadurch wird ein großer Teil des Teiches zu einer schlecht durchströmten Zone, die nicht in Fließrichtung gen Ablauf liegt. Im aktuellen Zulaufbereich wurde ein Wendelbelüfter installiert, der den gezehrten Zulauf mit Sauerstoff versorgt. Die Messungen ergaben durchweg aerobe Verhältnisse. Auch in der schlecht durchströmten Teichzone wurden Sauerstoffkonzentrationen um 3 mg/l gemessen (Bild 38).

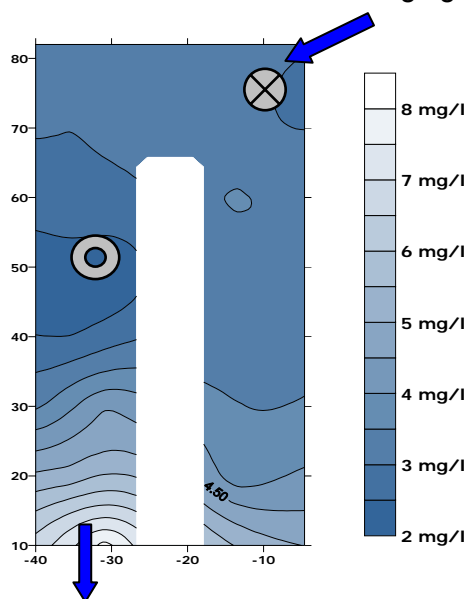


Bild 38:
O₂-Verteilung Teich 2 (in 30 cm Tiefe),
TKA Wulferstedt

Die niedrigsten Sauerstoffkonzentrationen wurden im Bereich des Oloid-Rührwerks gemessen. Der Ablaufbereich wies die höchsten Konzentrationen mit bis zu 6 mg/l auf. Insgesamt wurde auch eine gute Durchmischung des Wasserkörpers durch Wind beobachtet.

Teich 3 fiel durch eine komplette Sauerstoffübersättigung auf Bild 39). Bei maximaler Teichtiefe von 30 cm, einer hohen Algenpopulation wurde durch Photosynthesetätigkeit entsprechend viel O₂ produziert.

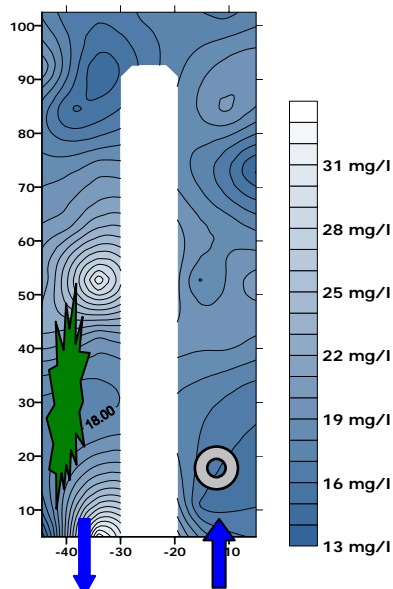


Bild 39:
O₂-Verteilung Teich 3 (in 30 cm Tiefe),
TKA Wulferstedt

Insbesondere im Schilfbewuchs im Ablaufbereich von Teich 3 konnten Sauerstoffblasen festgestellt werden.

Schlammverteilung

Laut Aussage des Betreibers liegen die Teichtiefen in Teich 2 und Teich 3 bei ca. 1,1 m. Im zweiten Teich schlug die Schlammsonde bei ca. 0,5 m an, im dritten Teich sogar schon bei ca. 0,3 m. Bild 40 zeigt den Schlammgehalt, Bild 41 die Schlammhöhe in Teich 2.

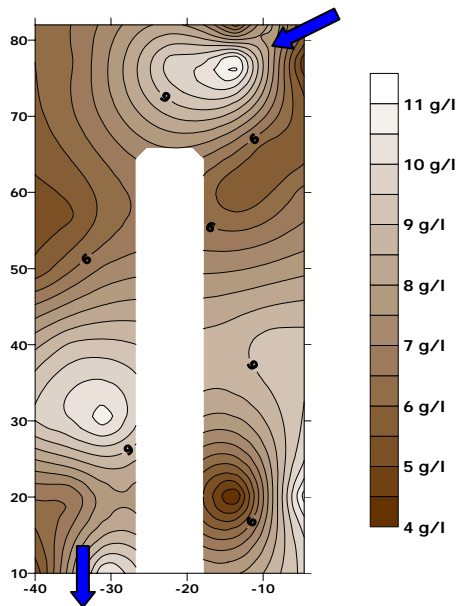


Bild 40:
Schlammgehalt Teich 2,
TKA Wulferstedt

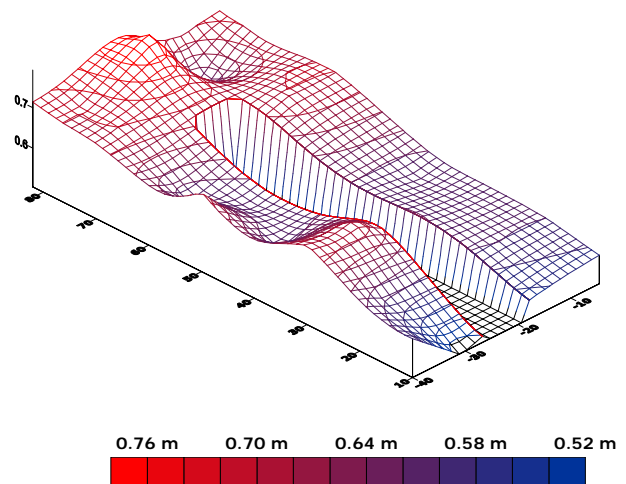
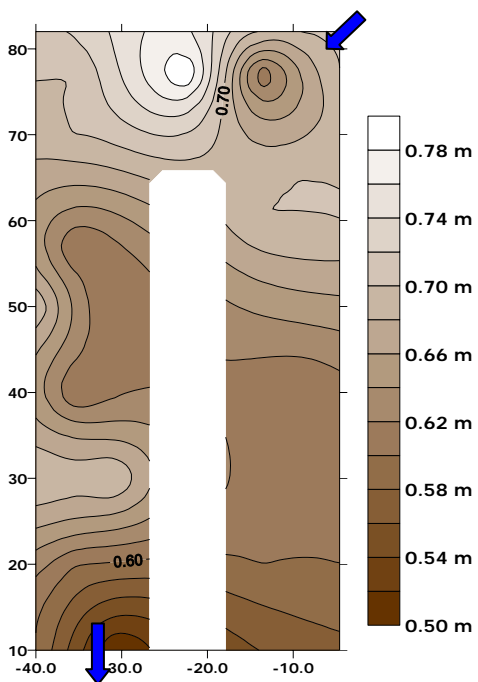


Bild 41: Schlammhöhe Teich 2, TKA Wulferstedt

Das Relief zeigt, dass der Belüfter im Zulaufbereich zu einem Schlammhügel im Abstrom führt, das Oloid-Rührwerk zu einem Schlammdeich in Richtung Ablaufbereich. An den Stellen, an denen die Schlammhöhe am niedrigsten ist, ist der Schlammgehalt wiederum am höchsten, d.h. sehr kompakt.

Der Schlammgehalt in Teich 3 ist sehr viel niedriger als in Teich 2, d.h. viel wässriger. 80 % des Wasserkörpers ist schlammgefüllt.

Bewertung und Optimierungsvorschläge

Ohne die Aktivierung von Teich 1 stehen für 1000 Einwohner pro Kopf nur 8,4 m² zur Verfügung. Rechnet man mit den aktuell angeschlossenen Einwohnern und der aktuellen Gesamteichoberfläche, stehen allerdings im Moment pro Einwohner knapp 10 m² zur Verfügung. Würde man Teich 1 reaktivieren, so ergäbe bei gleicher Einwohnerzahl sich eine Fläche von 11,4 m². Für die **Wiederinbetriebnahme von Teich 1** spricht vor allem die Verbesserung der Nutzung von Teich 2, der zurzeit durch die unglückliche Anordnung des provisorischen Zulaufs nur partiell durchströmt wird. In **Teich 1** sollte ein **Belüfter** installiert werden, **der Belüfter in Teich 2 neu positioniert und ausgerichtet** werden. Die Ausrichtung der Belüfter sollte entgegen der Fließrichtung erfolgen, um den Fließweg zu verlängern.

Bei der Befahrung der Teiche wurde eine sehr geringe Wassertiefe festgestellt. In Teich 2 betrug sie im Schnitt etwa 0,5 m, in Teich 3 sogar nur bis zwischen 0,2 m und 0,3 m. Insbesondere **in Teich 3 ist eine Schlammräumung dringend erforderlich, in Teich 2 sollte sie ebenfalls erfolgen**. Berechnet man eine Verweilzeit unter der Annahme, dass Teich 1 wieder in Betrieb genommen wird, in Teich 2 und 3 eine Schlammräumung durchgeführt, bei der sich die Tiefe auf 0,8 m bzw. 0,5 m erhöht, kann die Verweilzeit von aktuell 45 Tagen auf 70 Tage (maximales Volumen von 6279 m³) angehoben werden.

Die geringe Wassertiefe von Teich 3 führt insbesondere in den warmen Sommermonaten mit guten Lichtverhältnissen zu einer massiven Vermehrung von Algen, die hier ideale Standortbedingungen vorfinden. Diese Sekundärbelastung verschlechtert die Anlaufkonzentrationen unnötig. Außerdem ergab die Tiefenuntersuchung hier eine massive Sauerstoffübersättigung. Der Schilfbewuchs in Teich 3 ist positiv zu bewerten, denn der Rhizombereich dient als Aufwuchsfläche für Mikroorganismen und führt - je nach Lehrmeinung - zum zusätzlichen Eintrag von Sauerstoff.

Aufgrund der noch bestehenden alten wasserrechtlichen Nutzungsgenehmigung sind lediglich saisonal unterschiedliche Überwachungswerte für BSB₅ von mindestens 40 mg/l in den Sommermonaten vorgesehen. BSB₅ im Ablauf lag in den Jahren 2003 bis 2006 im Mittel um 25 mg/l, die Höchstwerte bis zu 10 mg/l darüber bei einer Abbaurate von ca. 96 %. Die Reinigungsleistung ist daher als gut zu bewerten, so dass, würden Überwachungswerte nach der Größenklasse 1 angesetzt werden, würden diese nicht überschritten werden. Auch beim maximal im Ablauf gemessenen CSB wurden 150 mg/l nicht überschritten. Die Elimination liegt hier um 90 %.

Nach Größenklasse 1 werden keine Überwachungswerte für die Nährstoffparameter festgelegt. Der Teichanlagenablauf belastet den aufnehmenden Graben mit durchschnittlich zwischen 10 und 20 mg/l Ammonium und zwischen 4 und 9 mg/l P_{ges.}

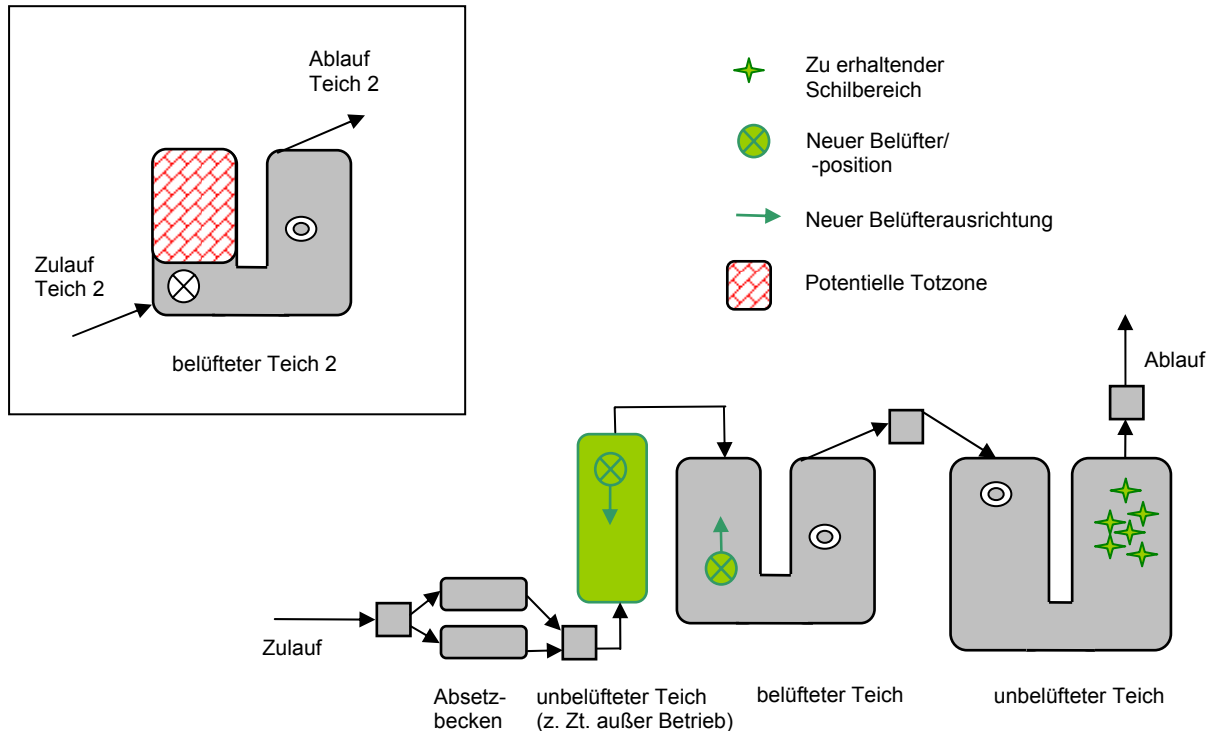


Bild 42: Totzonen und Optimierungsvorschläge, TKA Wulferstedt

Auch in dieser Anlage scheint der fehlende Ablauf ein Dichtigkeitsproblem anzeigen. Rechnet man mit $90 \text{ m}^3/\text{d}$ müsste es gerade bei der aktuellen, relativ kurzen Verweilzeit einen Anlagenablauf geben. Die Verdunstung der täglichen Zulaufmenge kann ausgeschlossen werden. Die Berechnung mit den Daten der langjährigen Klimameßreihen der Klimastation Halle/ Kröllwitz für freie Wasserflächen (jährliche Niederschlagsmenge 453 mm , jährliche Verdunstung 784 mm) ergibt eine Jahresschmutzwassermenge von 4128 mm/a , d.h. eine monatliche Schmutzwassermenge von 344 mm . Auch in heißesten Monat kann maximal die Hälfte der Zulaufmenge verdunstet werden (siehe Anhang). **Eine Dichtigkeitsprüfung wird empfohlen.**

5.3 Wirtschaftliche Betrachtung der vorgeschlagenen Optimierungsmaßnahmen

Auf den Abwassereinrichtungen Wackersleben und Wulferstedt soll wie bei den meisten Anlagen die aktuelle Leistung verbessert werden. Die Optimierung der Betriebskosten spielt eine eher untergeordnete Rolle, weil dieser Kostenanteil relativ niedrig ausfällt. Bei den für beide Anlagen vorgeschlagenen Maßnahmen wird sich dabei insbesondere der Einsatz von technischen Belüftern aufgrund des Energiebedarfs bemerkbar machen. Hier kann jedoch durch Variation der Belüfterzeiten, der -steuerung und -ausrichtung der optimale Belüfterbetrieb herausgefunden werden. So konnte beispielsweise auf der Abwasserteichanlage Söllichau durch Optimierung die Belüfterzeit um 2 h pro Tag verringert werden.

Die empfohlenen baulichen Maßnahmen auf der Teichanlage Wackersleben sind aufwendig und mit deutlichen Kosten verbunden. Dennoch ist eine Nachbesserung der ursprünglichen Anlagenausführung für eine stabile Betriebsführung unumgänglich. Insbesondere die Nachrüstung einer externen Vorklärung und die Verlegung der Verbindungsleitung zwischen Teich 2

und Teich 3 sind aufgrund der notwendigen Erdarbeiten in großer Tiefe als kostenintensiv einzuschätzen. Aus Kostengründen kann auf die Verlegung der Verbindungsleitung verzichtet werden, wenn in Teich 2 eine Leitwand errichtet wird, die gleichfalls zur Ausnutzung des gesamten Teichvolumens führt. Die in Teich 1 und 2 notwendigen Leitwände sollten aufgrund des Platzbedarfs nicht in Erdbauweise erfolgen. Hier würde sich Folie als Material anbieten. Alternativen für die Errichtung von Leitwänden werden ausführlich in Kapitel 6.12 dargestellt.

6 Beschreibung und Bewertung von Maßnahmen zur Optimierung von Abwasserteichanlagen

6.1 Überblick der Optimierungsmaßnahmen

Als ein Ergebnis der bisherigen Sonderuntersuchungen an Abwasserteichen (2002-2004) lässt sich oft eine ungenügende Reinigungsleistungen von Teichkläranlagen nicht zwingend auf die Bemessungsgrundlagen von Flächen- und Raumbelastung zurückführen. Vielmehr spielen die konkrete verfahrenstechnische Ausgestaltung der Anlage, ihr Betrieb und die bei dezentralen, naturnahen Abwasserreinigungsverfahren oft unzureichende Wartung eine große Rolle. Zu beachten ist, dass es keine Standardteichkläranlage gibt, von der ausgehend pauschale Empfehlungen abgeleitet werden können. Die Einzelfallbetrachtung steht immer im Vordergrund, um eine Anlage ggf. zu ertüchtigen.

Dennoch gibt es ein Maßnahmenpektrum, s.a. Fachinformation des Landesamtes Sachsen-Anhalt, das bei der Optimierung von Teichkläranlagen beachtet und jeweils angepasst umgesetzt werden sollte. Neben ergänzenden Hinweisen zur Bemessung von Teichkläranlagen sind folgende Maßnahmen, die sich zum Teil in der Praxis bewährt haben anschließend beschrieben:

- Entschlammung der Teiche; dieses Methode zählt grundsätzlich zur regelmäßigen Wartung, wird häufig aber nicht ordnungsgemäß durchgeführt.
- Maßnahmen in der Kanalisation
- Nachrüstung einer mechanischen Vorreinigung/ Vorklärung
- Neuausrichtung der Wasserpegel
- Einbau von Prall-, Tauch- und Leitwänden oder -dämmen
- Steuerung, Ausrichtung, Austausch von Belüftern
- Nachrüstung einer P-Fällung
- Einbau zusätzlicher Aufwuchsflächen
- Einbau eines Rücklaufsystems
- Kombination mit technischen Verfahren
- Nachschaltung eines Kies-, Sand- oder bepflanzten Bodenfilters
- Umbau und Betrieb der Teichkläranlage in eine Aufstauanlage
- Umbau einer unbelüfteten Teichkläranlage in eine technisch belüftete Anlage
- Umbau von Teichkläranlagen mit herstellereigenen Systemen
- Neue Technologien

6.2 Hinweise zur angepassten Bemessung von Teichkläranlagen

Im Arbeitsblatt DWA A 201 wird für unbelüftete Abwasserteiche eine Fläche von 10 m² pro Einwohner vorgegeben. Als Richtwert wird eine BSB₅-Fracht von 60 g/(E·d) angenommen. Das zugrunde liegende CSB/BSB₅-Verhältnis im Zulauf liegt im Regelfall bei 2:1.

Vielfach fällt bei Abwasserteichanlagen wie in den nördlichen Flächenstaaten Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern auf, dass der tägliche Abwasseranfall nicht bei den üblichen

150 l/(E·d), sondern bis zu 50 % niedriger ist. Daraus ergeben sich sehr hohe Zulaufkonzentrationen (Tab. 57), die teilweise beim CSB sogar deutlich über 1.000 mg/l liegen.

Tabelle 57: Vergleich der Zulaufbeschaffenheit [Barjenbruch, Erler 2004]

Parameter [mg/l]	BSB ₅	CSB	TS _O	N _{ges}	P _{ges}
Rohabwasser (DWA-Standard; A 131)	400	800	466	73	12,0
Erhebung ATV-DVWK Nord-Ost ¹⁾	564	1.130	n.b.	108	18,0
Baden-Württemberg ¹⁾	n.b.	455	n.b.	50	8,0
Bayern ¹⁾	306	560	n.b.	58	9,8
Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland ¹⁾	238	469	n.b.	58	7,7
Nordrhein-Westfalen ¹⁾	237	892	n.b.	55	7,9
Sachsen, Thüringen ¹⁾	392	798	n.b.	78	11,9
Abwasserteiche Sachsen-Anhalt 2001 ²⁾	427	934	n.b.	66	12
Abwasserteiche Sachsen-Anhalt 2003 ³⁾	337	892	n.b.	83	9
Abwasserteiche Mecklenburg-Vorpommern ⁴⁾	460	904	n.b.	101	13

¹⁾ Quelle: DWA-Bundesleitungsvergleich KA 10/2004, S. 1078
²⁾ Mittlere Zulaufkonzentrationen 2001 aus behördlicher Statistik Stand 2002
³⁾ Mittlere Zulaufkonzentrationen 2003 von 9 untersuchten Abwasserteichen (Eigenüberwachungsdaten)
⁴⁾ Mittlere Zulaufkonzentrationen 2003 von 7 Abwasserteichen

Geht man von einem Wirkungsgrad bei der CSB-Elimination von 90 % aus, wird bei einer Zulaufkonzentration von 1.000 mg/l eine Ablaufkonzentration von 100 mg/l erreicht und so auch der Überwachungswert nach GK 2 unterschritten. Die Auswertung untersuchter Anlagen in Mecklenburg-Vorpommern ergab für natürlich belüftete Abwasserteiche im Mittel nur eine Abbaurrate von 71 %, in Sachsen-Anhalt allerdings von 85 %. Technisch belüftete Abwasserteiche in Sachsen-Anhalt erreichten im Mittel 81 %. Aus Bild 43 wird deutlich, dass bei einer Abbaurrate von 71 % die Zulaufkonzentration für natürlich belüftete Abwasserteiche nur etwa 520 mg CSB/l betragen darf, damit der CSB-Überwachungswert von 150 mg/l nicht überschritten wird. Bei einer Abbaurrate von 85 % darf die Zulaufkonzentration etwa bei 1.000 mg CSB/l liegen, damit der Überwachungswert der Größenklasse 1 nicht überschritten wird. Insbesondere im Sommer zeigen einige Teichkläranlagen durchaus sehr gute Ablaufergebnisse.

Bei technisch belüfteten Abwasserteichen mit einer CSB-Elimination von 81 % darf zur Einhaltung des Überwachungswertes von 110 mg/l für die Größenklasse 2 die Zulaufkonzentration nur bei etwa 590 mg CSB/l liegen, bei technisch belüfteten Teichanlagen der Größenklasse 1 allerdings bei etwa 800 mg/l (Bild 43).

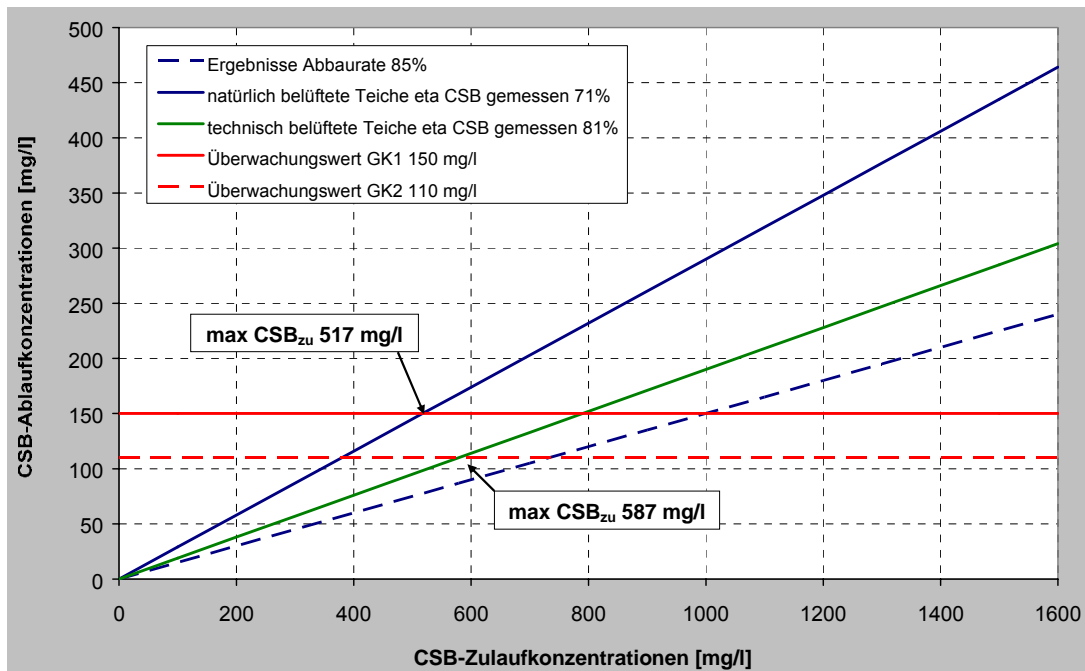


Bild 43: CSB-Ablauf in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad der natürlich und technisch belüftete Abwasserteiche Mecklenburg-Vorpommerns [Barjenbruch, Erler 2004]

Diese theoretischen Betrachtungen zeigen, dass nicht nur die in der DWA A 201 genannten Bemessungskriterien berücksichtigt werden sollten. Der Einfluss hoher Zulaufkonzentrationen muss unbedingt berücksichtigt werden. Zu Abbaugraden der Abwasserteichsysteme insbesondere bei hohen organischen Belastungen liegen nur Daten weniger Anlagen vor. Um die Grenzen der naturnahen Teichanlagen besser einschätzen zu können, sollten vertiefte Auswertungen aus der Eigenüberwachung sowohl von technischen Kläranlagen als auch von Abwasserteichen in weiteren Untersuchungen durchgeführt werden..

6.3 Entschlammung der Teiche

Laut ATV-DVWK-A 201 (2004) sind eine Menge von 0,3 l/(E·d) ausgefauter Schlamm bei Absetzteichen anzusetzen. Es wird von einer Schlammräumung von einmal im Jahr ausgegangen, wobei die Einhaltung einer Mindestwassertiefe von 1 m über dem Schlamm Spiegel vorausgesetzt wird.

Bei natürlich belüfteten Abwasserteichen werden langjährige Abständen zwischen notwendigen Schlammräumungen angenommen. Es wird empfohlen, diese Teiche spätestens beim Erreichen einer Schlammhöhe von einem Viertel der ursprünglichen Wassertiefe zu räumen. Belüftete Abwasserteiche sollten geräumt werden, wenn das bemessene, erforderliche Wasservolumen oder die Mindestaufenthaltszeit von fünf Tagen nicht mehr eingehalten wird. Wenn keine Absetzbecken/-teiche vorgeschaltet sind, muss je nach Randbedingungen beim ersten Teich jährlich mit einer Schlammräumung gerechnet werden.

Zur Räumung favorisiert STIER ET AL. (2003) den Herbst, da dann die Schlammausfaltung am weitesten vorangeschritten ist. Das Schlammvolumen sollte möglichst jährlich ermittelt werden. Die Schlammräumungsverfahren können in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- direkte Schlammräumung während des Betriebes meist mittels schwimmfähiger Saugtechnik ohne Abpumpen des Überstands; das Verfahren bietet sich an, wenn einer Beschädigung einer künstlichen Dichtung (z.B. Folie) vermieden werden soll oder anstehendes Grundwasser ein Abpumpen des Teichwasser nicht zulässt
- Schlammräumung bei abgelassenem Überstandswasser mit Außerbetriebnahme des Teiches (nur bei Befahrbarkeit der Sohle); Hier können bei Bedarf gleichzeitig auch Schilf und Rohrkolben samt Wurzeln entfernt werden

Die Reinigungsleistung wird sich nach einer Entschlammung verschlechtern, da auch aktive Biomasse entnommen wird. Daher muss der Konsolidierungsprozess nach der Räumung beachtet werden.

Der entnommene Schlamm wird entweder mobil entwässert oder direkt in Schlammstapelbecken, Containern bzw. Mieten zwischengespeichert. Anschließend wird er in der Regel der Landwirtschaft zugeführt oder in größeren Kläranlagen mitbehandelt.

6.4 Maßnahmen in der Kanalisation

Bereits die Art der und der Zustand der Kanalisation im Vorfeld eine Teichanlage beeinflusst die Reinigungsleistung. Folgende Maßnahmen zur Zustandsverbesserung der Kanalisation, die nicht immer positiv auf die Kläranlagen wirken, kommen aus verschiedensten Gründen zum Einsatz,:

- Verringerung von Fehlschlüssen
- Bau von Entlastungsanlagen
- Sanierung von Kanaltrassen
- Abkopplung von Flächen

Bei der Auswertung der bisher durchgeführten Sonderuntersuchungen wurde festgestellt, dass die Ablaufwerte von mit Mischwasser beaufschlagten Teichkläranlagen im Mittel besser ausfallen (Tabelle 58). Somit sollte von der Verringerung von Fehlschlüssen (Niederschlagswasser) sowie den Bau von Entlastungsbauwerken abgesehen werden, falls nicht andere zwingende Gründen dafür sprechen. Der Einfluß des Regenwassers, d.h. die Verdünnung ist positiv zu bewerten. Dennoch ist eine hydraulische Betrachtung notwendig, um eine Überlastung auszuschließen. So ist, wie auf der Teichkläranlage Born geplante Zuführung von Regenwasser, die nur der Verdünnung des Zulaufs dient, kritisch zu bewerten. Ein zusätzlicher Eintrag von Sauerstoff kann i.d.R. ausgeschlossen werden, da dieser bereits im Kanal für Abbauprozesse gezehrt wird.

**Tabelle 58: Vergleich mittlerer Ablaufwerte verschiedener Regionen in Abhängigkeit von der Art des Entwässerungssystems (aus filtrierten und unfiltrierten Proben)
[Barjenbruch, Erler 2004]**

	Trennsystem (TS)		Mischsystem (MS)		TS / MS Modifiz. System	
	BSB ₅	CSB	BSB ₅	CSB	BSB ₅	CSB
Sachsen-Anhalt (2001)	44 (n=19)	163 (n=17)	36 (n=14)	107 (n=13)	38 (n=23)	115 (n=23)
Sachsen-Anhalt (2003)	32 (n=17)	134 (n=16)	21 (n=12)	70 (n=12)	23 (n=24)	89 (n=24)
Mecklenburg- Vorpommern (2003)	32 (n=22)	153 (n=22)	19 (n=2)	78 (n=2)	k.A.	k.A.
Schleswig-Holstein (1974-1979) ¹⁾	8 (n=45)	70 (n=45)	8 (n=33)	71 (n=32)	k.A.	k.A.
Niedersachsen (1980-1983) ¹⁾	10 (n=25)	58 (n=25)	13 ²⁾ (n=350)	67 ²⁾ (n=350)	k.A.	k.A.

*Konzentrationen in [mg/l], Zusammensetzung der mittleren Ablaufwerte aus filtrierten und unfiltrierten Proben, n = Anzahl der Proben
¹⁾ aus Vogel (2002), ²⁾ Werte bezogen auf Gesamtheit aller Abwasserteichanlagen*

Beim Anschluß gewerblich genutzter Flächen ist auf die Art der Belastung zu achten. Hoch belastetes Abwasser ist dezentral vorzureinigen bzw. sollte nicht an die Teichanlage angeschlossen werden. Bereits bestehende hoch belastende Einleiter sollten ggf. abgekoppelt bzw. vorbehandelt werden. Das Fleischereiabwasser, das der Teichkläranlage Walbeck zugeführt wird, führt zu hohen Zulauffrachten mit Spitzenwerten bei der CSB-Konzentration von über 5.500 mg/l. Doch dieser CSB ist leicht abbaubar und durch angepasste Betriebsführung können hervorragende Ablaufergebnisse erzielt werden. Anders kann es bei Gewerben aussehen, bei denen beispielsweise ein Eintrag von schwer abbaubarem CSB zu erwarten ist.

Die Sanierung von Kanaltrassen dient i.d.R. dem Ersatz schadhafter Rohre, um die ungewollte Versickerung in den Untergrund zu unterbinden. Für die Entscheidung zur Sanierung sollte auch der Grundwasserstand und ggf. die „Drainagewirkung“ des Netzes berücksichtigt werden. Bei einer Trassensanierung sollte die Möglichkeit der Umsetzung eines modifizierten Mischsystems überprüft werden. Dabei wird belastetes Niederschlagswasser der Kläranlage zugeführt, unbelastetes vor Ort versickert.

6.5 Nachrüstung einer mechanischen Vorreinigung/ Vorklärung

Zur Entlastung des ersten Teiches, der meist mit einer Vorrichtung zum Rückhalt von Schlamm und Feststoffen ausgestattet ist, können z.B. Rechen und/ oder Absetzbecken der Teichanlage vorgeschaltet werden. Dies erleichtert die Entfernung der Feststoffe (bedienungsfreundlicher als eine Teichentschlammung), vergrößert die der biologischen Reinigung zur Verfügung stehende Fläche/ Volumen und entzieht dem Teichsystem einen Teil der organischen Belastung. Tabelle 59 gibt einen Vergleich der Ablaufkonzentrationen von CSB und BSB₅ in Abhängigkeit von der Art der Vorklärung.

Tabelle 59: Vergleich mittlerer Ablaufwerte aus der behördlichen Überwachung Sachsen-Anhalts und Mecklenburg-Vorpommerns in Abhängigkeit von der Art der Vorklärung (aus filtrierten und unfiltrierten Proben) [Barjenbruch, Erler 2004]

	Rechen		Absetzteich/ Absetzbecken		Schlamm- tasche		Emscher- brunnen		Mehrkammer- grube	
	BSB ₅	CSB	BSB ₅	CSB	BSB ₅	CSB	BSB ₅	CSB	BSB ₅	CSB
Sachsen-Anhalt (2001)	18 (n=5)	104 (n=5)	48 (n=35)	148 (n=33)	22 (n=7)	119 (n=7)	34 (n=3)	120 (n=3)	k.A.	k.A.
Sachsen-Anhalt (2003)	19 (n=5)	96 (n=5)	27 (n=34)	98 (n=33)	20 (n=4)	127 (n=4)	6 (n=3)	57 (n=3)	k.A.	k.A.
Mecklenburg- Vorpommern (2003)	34 (n=8)	160 (n=8)	29 (n=25)	144 (n=25)	41 (n=7)	176 (n=7)	55 (n=2)	210 (n=2)	41 (n=4)	215 (n=4)

Konzentrationen in [mg/l], Zusammensetzung der mittleren Ablaufwerte aus filtrierten und unfiltrierten Proben, n = Anzahl der Proben

Nach DWA A 201 ist ein Mindestvolumen von 0,5 m³ pro Einwohner für die Bemessung des Absetzbeckens vorzusehen. Gemäß EN 12255-4 ist das erforderliche Gesamtvolumen eines Vorklärbeckens auf Grundlage der Einwohnerwerte und des stündlichen Trockenwetterzuflusses zu ermitteln. Für vertikal durchströmte Becken werden Flächenbeschickungen von 1,0 bis 2,0 m/h genannt. Das DWA A 131 begrenzt die Aufenthaltszeit der Vorklärung auf max. 1,5 - 2 h. Dieser führt bei Ansatz des Mindestvolumens von 0,5 m³ bei geringem Abwasserabfall von 80 l/(E·d) zu hohen Aufenthaltszeiten (ca. 6,3 d). Dieses ist gemeinsam mit der erforderlichen Schlammstapelkapazität bei der Auslegung zu berücksichtigen.

Bei der baulichen Gestaltung eines Vorklärbeckens sollten die Vorgaben nach EN 12 555-4 und DIN 4261-T1 bzw. DIN 19551-1 und DIN 19552 Beachtung finden. Hier sind Detailangaben zu Fertigbetonsystemen, Böschungsneigungen Schwimmschlamm Sperren aufgeführt, die bei der Planung für eine Teichkläranlage einfließen können.

Die Nachrüstung eines Absetzbeckens und eines Absetzschachtes für die jeweiligen Zuläufe wurde an der Teichkläranlage Barneberg umgesetzt (vgl. Kap. 3.1). Der dortige Feststoffrückhalt führte zur Entlastung der Teiche.

6.6 Neuausrichtung der Wasserpegel

Durch die Verlegung von Zu- und Ablaufvorrichtungen kann der Wasserstand in den einzelnen Teichen angepasst werden, d.h. Rohrverbindungen zwischen Teichen werden höher oder tiefer gelegt oder die Anzahl der Dammbalken in einem Mönch verändert. Hierdurch kann zum einen ein Rückstau vermieden, zum anderen durch Reduzierung des Wasserstandes die Durchflusszeit von nachgeschalteten Nachklär- und Schönungsteichen verringert werden. Bei zu hohen Aufenthaltszeiten im Schönungsteich kommt es häufig zu einer starken Algenentwicklung, was zu einer Sekundärbelastung mit schwer abbaubarem CSB führen kann.

So konnte auf der Teichkläranlage Walbeck durch Justierung des Pegels, (Bild 44), das Durchströmen eines Sickerdamms forciert werden (vgl. Kap. 3.4), ebenso wie auf der Anlage Barneberg, wo Kurzschlußströme ins Pflanzenbeet durch Pegelsenkung unterbunden wurden (vgl. Kap. 3.1).



Bild 44:
Ablaufbauwerk Mönch,
TKA Walbeck

6.7 Einbau von Prall-, Tauch- und Leitwänden oder -dämmen

Die Lenkung des Abwasserstroms durch die Teichkläranlage kann durch Bauwerke optimiert werden. Die Verbesserung der Durchströmung und die Ausnutzung des gesamten Teichvolumens führen zu einer besseren Reinigungsleistung, da das maximale Volumen genutzt werden kann. Unterschieden wird in Anlagen, die aufgrund der Kraft des Zulaufs durchströmt werden und solchen, deren Durchströmung hauptsächlich durch den Wind bestimmt wird.

Auf die Vermeidung von Toträumen und Kurzschlussströmungen ist besonders zu achten. Zur Erreichung einer möglichst gleichmäßigen Durchströmung ist ein großes Längen/ Breitenverhältnis (nach Pearson (1996) 20:1; nach A 201 nur $\leq 3:1$) bzw. der Einbau von Leiteinrichtungen vorteilhaft. Sie wird ebenfalls durch Verteilereinrichtungen und Prallwände verbessert. DITTRICH (1985) empfiehlt zur Vermeidung von temperaturbedingten Dichteströmungen eine nachstellbare Tauchwand, da im Sommer und Winter unterschiedliche Dichteströmungen auftreten. Nach Untersuchungen von SHILTON & HARRISSON (2002) sind vertikale Zuläufe in Hinblick auf das Durchströmungsverhalten vorteilhafter als horizontale, allerdings muss mit höheren Schlammablagerungen im Zulaufbereich gerechnet werden. Eine Alternative für das klassische Leitwandensystem (Leitwandlänge 70% der Breite) von SHILTON & HARRISON (2002) ist im Bild 45 dargestellt.

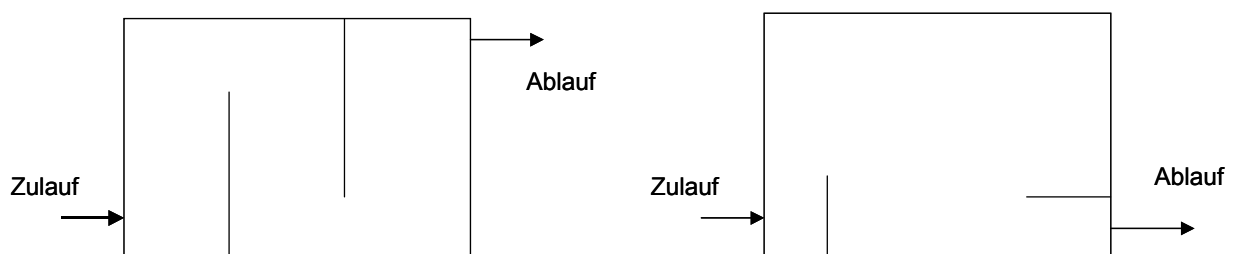


Bild 45: „Klassische“ Anordnung von Leitwänden (links) und Abwasserteich mit kurzen Leitwänden (rechts) /SHILTON & HARRISON (2002)/

Grundsätzlich ist günstiger den Einbau von Leitwänden bereits bei der Planung zu berücksichtigen. Eine nachträgliche Realisierung ist um ein vielfaches aufwendiger. Für die Herstellung der Leitkörper gibt es verschiedene Materialien zum Einsatz, die auch in Abhängigkeit der Kosten auszuwählen sind:

- Erdbauweise (Leitdämme); Erstellung im Nachhinein problematisch, hoher Platzbedarf, was die Teichfläche/-volumen reduziert.
- Holz, Ausführung als Dammbalken mit Ramppfählen
- Beton, Fertigteil vorzugsweise Winkelstützelemente
- Stahl (Spundwand (korrosionsgefährdet, Edelstahl zu teuer))
- Kunststoff (Folie), die an der Oberkante mit einer Schwimmvorrichtung, beispielsweise ein an den Enden verschlossenes Rohr, und an der Unterkante mit Gewichten versehen wird. Allerdings ist immer auf eine gute Abdichtung zur Sohle zu achten, damit Kurzschlussströme vermieden werden.
- Mit Steinen gefüllte Gitterpackungen, die sich seit Jahren großer Beliebtheit in der Landschaftsarchitektur erfreuen. Auch ein Einsatz in Abwasserteichen wäre denkbar.

Da im Wesentlichen eine Funktion als Leitwand für die Hauptströmung erfüllt sein soll, ist eine absolute Dichtheit nicht notwendig. Umbauten erfolgen am besten in der umsatzschwächeren Zeit, d.h. je nach Witterung in Herbst oder Winter.

Bild 46 zeigt die Originalkonstruktion der Leitdämme und deren Erneuerung auf der Teichkläranlage Netzeband (Land Brandenburg).



Bild 46: Leitdammkonstruktionen vorher (links) und nachher (rechts), TKA Netzeband

Leitdämme in Erdbauweise können bei der Neubau einer Kläranlage leicht integriert werden. Zu beachten ist, dass der Flächenbedarf größer ausfällt als bei Folien- oder Holzkonstruktionen.

6.8 Steuerung, Ausrichtung, Austausch von Belüftern

Belüfter dienen nicht nur zum Sauerstoffeintrag sondern sorgen auch für eine Durchmischung des Teichkörpers. Künstlich belüftete Teiche weisen eine Tiefe von bis zu 3 m auf. Hier gilt es

Überlagerungseffekte und Ruhezonen zu vermeiden, in denen es in Folge zu verstärkter Schlammablagerung kommt. Ziel ist die hydraulische Durchmischung des gesamten Teiches. Bei großen Teichoberflächen bietet sich ergänzend die Installation einer Umwälzvorrichtung an. Die Steuerung von Belüftern erfolgt i.d.R. über Zeitschaltuhren, kann aber bei Bedarf auf belastungsabhängige Systeme umgestellt werden. Gemäß DWA A 203 ist für die Umwälzung ein Mindestenergieeintrag von 4 kWh/m^3 zu gewährleisten.

Besonderes Augenmerk sollte auf die Verortung der Belüfter gelegt werden. Je nach Auslegung der Vorklärung und der Anzahl der Teiche sollten sie im ersten und zweiten Klärteich installiert werden. Die Anordnung im Zulaufbereich eines Teiches ist sinnvoll, da die höchste Belastung auftritt. In Abhängigkeit von der Bauart des Belüfters (z.B. Wendelbelüfter) kann auch eine Leitung des Abwasserstroms erreicht werden.

Bei mit Belüftern ertüchtigten, ursprünglich als unbelüftete Teiche bemessenen Anlagen mit geringeren Tiefen von ca. 1 m ist mit reduzierten Sauerstoffeintragungswerten zu rechnen.

6.9 Nachrüstung einer P-Fällung (Entlastungsflockung – Vorfällung)

Eine Möglichkeit, eine biologische Teichstufe zu entlasten, ist mit Hilfe von Fällmitteln, feinverteilte, suspendierte und kolloidal gelöste Abwasserinhaltsstoffe und abscheidbare sauerstoffzehrende Substanzen in der Vorklärung/Absetzteich auszuflocken. Es lassen sich Wirkungsgrade der CSB-Entlastung bis zu 70% erreichen. Außerdem kann mit Verringerung der Energiekosten für die Belüfterleistungen durch die geringere biologische Belastung gerechnet werden. Als Nachteile sind ein erhöhter Schlammanfall (zusätzliche Abfuhr), der Fällmittelbedarf und ein höherer Wartungsaufwand zu nennen. Sinnvoll erscheint diese Variante bei Teichsystemen nur als kurzfristige und zeitlich begrenzte Maßnahme. In Laborversuchen erwies sich PAX18 wirkungsvoller und kostengünstiger als FeCl_3 /BARJENBRUCH, ERLER & STEINKE, (2003)/.

Ausführliche Ausführungen zur Bestimmung der Wirksamkeit von Fällmitteln und damit verbunden der notwendigen Fällmittelmenge finden sich im Bericht der Universität Rostock [2004] sowie in der Fachinformation des Landesamtes [2006].

6.10 Einbau zusätzlicher Aufwuchsflächen

Ziel ist es, im Abwasserteich eine gute Biomassenentwicklung zu erreichen. Die ansässigen Mikroorganismen sind entscheidend für die Um- und Abbauprozesse in Teichkläranlagen. In unbelüfteten Abwasserteichanlagen liegt die Biomassenkonzentration bei ca. $0,1 \text{ g/l}$, in künstlich belüfteten Anlagen erreicht sie etwas höhere Werte. Ergänzende Aufwuchsflächen bieten zusätzlichen Raum für die Ansiedlung von sessile Mikroorganismen. Nach Brüdern [2005] führt ergänzender Pflanzenbewuchs zu Umsatzraten von bis zu $80 \text{ g N/(m}^2\cdot\text{a)}$ bzw. künstliche Aufwuchsträger von bis zu $24 \text{ g N/(m}^2\cdot\text{a)}$. Als Vegetation bieten sich Schilf (*Phragmites*), Rohrkolben (*Typha*) und Wasserschwaden (*Glyceria*) an. Voraussetzung für die Nährstoffentfernung aus dem System ist die jährliche Pflanzenernte.

Wahlweise kann auch die Böschung von Abwasserteichen mit Mutterboden angeschüttet und im oberhalb des Wasserspiegels liegenden Bereich mit Gras und unterhalb mit Röhrichtvegetation bepflanzt werden. Wurzeln und Rhizome des Röhrichts bieten so ebenfalls Aufwuchsflächen. Eine weitere Möglichkeit Wurzelraum als Aufwuchsfläche hinzuzufügen, ist das Einbrin-

gen von künstlichen Schwimminseln, bei denen Röhricht auf einem Geotextil verhaftet, frei oder verankert im Teich schwimmt.



Die Dichtung eines Teiches mit Folie dient der Abdichtung. Synergieeffekte bei der Ansiedlung sind nicht zu erwarten. Auf der Teichkläranlage Born wurde daher ein zusätzliches Geogitter installiert (Bild 47) und die Teichsohle mit einer Sandschicht versehen (vgl. Kap. 4.1).

Bild 47:
Geogitter, TKA Born

Auf der Teichkläranlage Wulferstedt ist ein Teil im Ablaufbereich des letzten Klärteiches mit Schilf bewachsen (vgl. Kap. 5.2). Neben der Ansiedlung von Mikroorganismen im Bereich der Rhizome führt der Bestand in den warmen Sommermonaten zu einer erhöhten Verdunstung.

6.11 Einbau eines Rücklaufsystems

Abwasser aus dem Nachklärteich kann in den ersten Klärteich zurückgeführt werden. Insbesondere bei hohen Zulaufkonzentrationen und einem Rücklaufverhältnis von 1:1 wird der Zulauf auf diese Weise verdünnt und ohne weiteren Flächenbedarf die Aufenthaltszeit verlängert. Insbesondere beim CSB können so hohe Zulaufkonzentration verringert werden. Untersuchungen an den Abwasserteichanlage Siedenbollentin in Mecklenburg-Vorpommern (Bild 48) haben gezeigt, dass sich der CSB im Ablauf durch den Einbau eines Rücklaufsystems verbessert hat und so die geforderten Überwachungswerte deutlich seltener überschritten wurden (Tabelle 60).

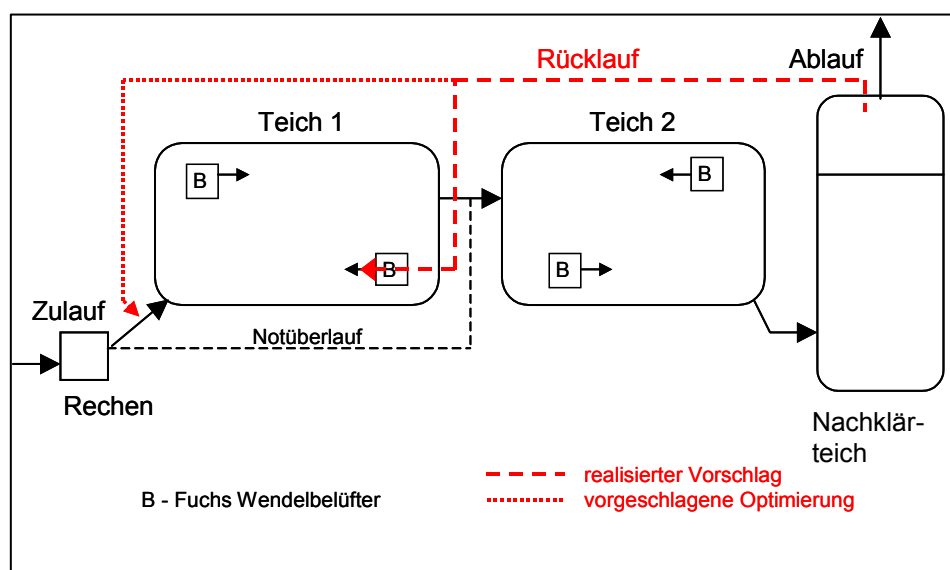


Bild 48: Fließschema TKA Siedenbollentin

Tabelle 60: Vergleich der mittleren Abbauleistungen vor und nach Einbau des Rücklaufsystems aus Daten der Eigenkontrolle 2003 der Abwasserteichanlage Siedenbollentin

Mittlerer Abbaugrad [%]	BSB ₅	CSB	NH ₄ -N	P _{ges}
vor Rücklauf (10.01. bis 05.08.2003)	97	85	45	25
seit Rücklauf (20.08. bis 17.12.2003)	99	89	75	50

Im Hinblick auf die Stickstoffentfernung kann, wurde beim „ersten“ Durchlauf nitrifiziert, eine Denitrifikation stattfinden und so Stickstoff aus dem System entfernt werden. Weitere Voraussetzung ist ein ausreichender CSB-Gehalt und anoxische Teilbereiche im Teich. Bei einer ausgebliebenen Nitrifikation (ein genügendes Sauerstoffangebot wird vorausgesetzt) wird die Rückführung nicht zu einer erhöhten Nitrifikation führen, da sich offensichtlich keine nitrifizierenden Bakterien im Teich etabliert haben. In diesem Fall müssen Maßnahmen zur Erhöhung der Biomasse ergriffen werden (z.B. Einbringen von zusätzlichen Aufwuchsflächen).

6.12 Kombination mit technischen Verfahren

Beim Einsatz von getauchten Festbetten wird das Biofilmverfahren mit Abwasserteichen kombiniert. Erreicht werden soll damit eine erhöhte Nitrifikation und generell eine erhöhte Nährstoffelimierung, oftmals vor dem Hintergrund der Einhaltung erweiterter Überwachungswerte. Kombinationslösungen haben sich auch bei beengtem Platzangebot und generell zur Ertüchtigung bestehender Abwasserteichanlagen sowie zur Pufferung saisonaler Schwankungen bewährt. Wichtig ist, dass möglichst der gesamte Abwasserstrom durch das Festbett geführt wird.

Die angebotene Aufwuchsfläche wird von der sessilen Biomasse genutzt, die hohe Population führt zu einer höheren Reinigungsleistung. Nach Auswertung der *ATV-DVWK-Kläranlagen-Nachbarschaften* (ohne Baden-Württemberg) sind in Deutschland ca. 214 kombinierten Abwasserteichanlagen installiert, davon sind 62 (30%) als Tropfkörper und 152 (70%) getauchte Festbetten ausgeführt. Einige ausgewählte Betriebsergebnisse zur N-Elimination der Kombination getauchtes Festbett und Abwasserteich sind Tabelle 61 dargestellt. Es zeigt sich, dass mit dieser Kombination sehr niedrige Stickstoffablaufwerte erreicht werden können. Bild 49 zeigt ein mögliches Fließschema.

Tabelle 61: Belastungs- und Ablaufwerte von Teichanlagen mit getauchten Festbetten

		Rohr-Lindweiler ³⁾	Sisbeck ³⁾	Prießnitz ⁴⁾
Ausbaugröße	E	1000	910	500
spez. Festbettoberfläche	m ² /m ³	150	150	k.A.
NH ₄ -N-Flächenbelastung	g/(m ² -d)	≈ 1,3	≈ 1,3	k.A.
CSB ¹⁾ Ablauf	mg/l	22	51	50
NH ₄ -N ¹⁾ Ablauf	mg/l	1,2	1,8	5,2
NO ₃ -N ¹⁾ Ablauf	mg/l	7,2	10,3	k.A.

¹⁾ Mittelwerte, ²⁾ Werte aus Zulauf der Gesamtanlage

³⁾ Daten der ATV-Arbeitsgruppe (1996), ⁴⁾ Daten aus eigener Auswertung

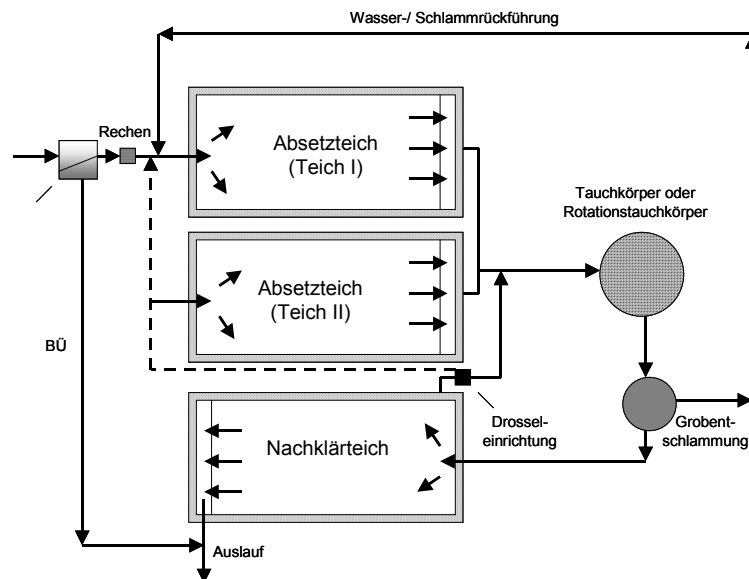


Bild 49: Integration von Biofilmreaktoren bei Teichverfahren [ATV-DVWK A 201, 2003]

In Sachsen-Anhalt wird die mit einem getauchten Festbettreaktor kombinierte Abwasserteichanlage Prießnitz betrieben. Die Auswertung ist in den Sonderuntersuchungen aus dem Jahr 2003 [Barjenbruch, Erler 2003b] ausführlich dargestellt.

6.13 Kombination mit bepflanzten Bodenfiltern

Nach *Kayser & Kunst (2003)* eignen sich Kombinationen aus unbelüfteten Teichen und vertikal durchflossenen Bodenfiltern für die Erweiterung der Reinigungsfunktion von Teichkläranlagen im ländlichen Raum besonders gut. Nach den ersten 1,5 Betriebsjahren einer untersuchten Anlage in „Ettenbüttel“ erwies sich diese Kombination als sehr effektiv.

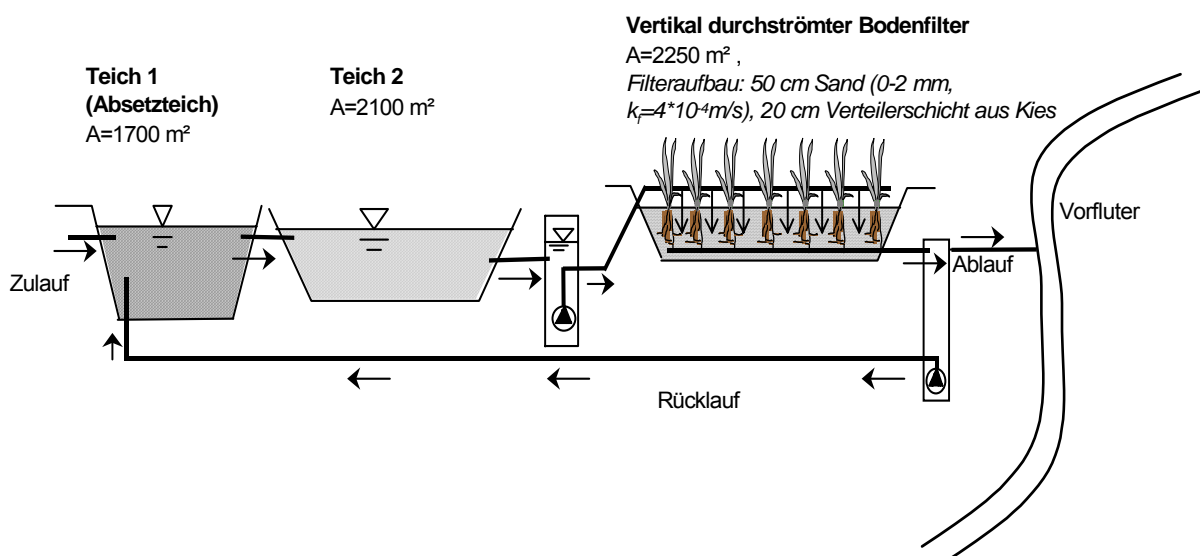


Bild 50: Fließschema und Dimensionierung der kombinierten Teich-Bodenfilteranlage in Ettenbüttel (Kayser et al., 2002)

Der Vertikalfilter weist selbst bei hohen hydraulischen und stofflichen Belastungen bis zu 180 mm/d; 7,1 g TKN/(m²·d) eine sehr gute Nitrifikationsleistung auf, die in erster Linie von der Abwassertemperatur beeinflusst wird:

- $T > 10^{\circ}\text{C}$ Nitrifikationsleistung etwa 90%
- $5^{\circ}\text{C} < T \leq 10^{\circ}\text{C}$ Nitrifikationsleistung etwa 70%
- $T < 5^{\circ}\text{C}$ Nitrifikationsleistung etwa 50%

Das entstehende Nitrat wird bei der Rezirkulation in den Einlauf des Oxidationsteiches zurückgeführt und dort unter anaeroben Verhältnissen denitrifiziert. Über diese Kombination (*Kunst & Kayser 2003*) kann ein Abbau von Kohlenstoffverbindungen von über 95% und eine N_{ges}-Elimination von über 70% erreicht werden.

6.14 Verbesserung Schwebstoffabscheidung

Das massenhafte Wachstum von Algen in den Sommermonaten führt in Abwasserteichanlagen zu einer Erhöhung der organischen Belastung und damit einem Anstieg des BSB₅- bzw. CSB-Wertes. Mit der Integration eines bepflanzten Kiesfilterdamms in den Teich ist ein Algenrückhalt möglich (*Steinmann et al. 2000*).

Untersucht wurde eine unbelüftete Abwasserteichanlage mit einer Ausbaugröße von 250 E. Die Anlage besteht aus zwei hintereinander geschalteten Absetzbecken und dem Abwasserteich. Dieser hat eine Fläche von ca. 3.300 m² und eine mittlere Tiefe von 60 cm. 1996 erfolgte der Umbau der Anlage. Der Filterdamm ist 30 m lang und 4 m breit. Die Auslegung des Damms erfolgt für 0,2 m²/E bis 0,4 m²/E.

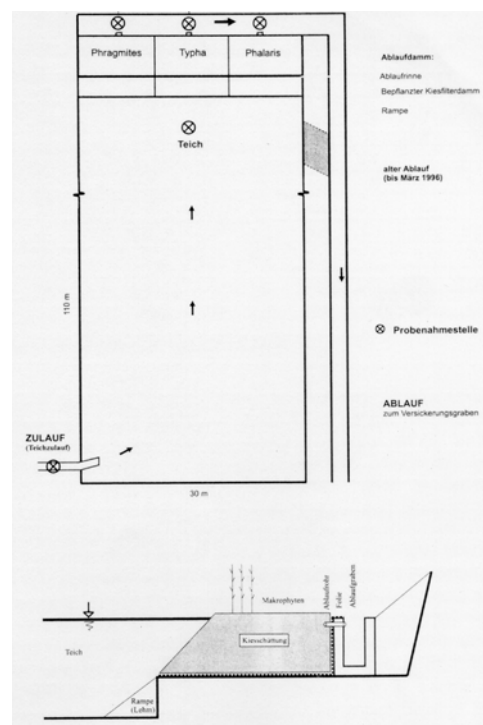


Bild 51: Integration eines bepflanzten Kiesfilterdamms in einen Teich, Abwasserteichanlage Mörlbach (*Steinmann et al. 2000*)

Nach einjähriger Einfahrphase konnte eine Chlorophyll-a-Abnahme (Algenrückhalt) von 37% bis 47% erzielt werden. Der CSB bzw. BSB₅-Rückhalt betrug im Mittel 33% (vornehmlich Planktonrückhalt). Der Gesamtstickstoff konnte um 27% reduziert werden. Weiterhin wurden eine Verminderung des Trübstoffgehaltes und eine pH-Abpufferung erzielt.

Die Untersuchungen von *Geschlößl et al. (1998)* für den Bodenfilter der Teichanlage Buchenbüll (Bayern) sind in Tabelle 62 zusammengestellt.

Tabelle 62: Untersuchungsergebnisse des Bodenfilters Buchenbüll (*Geschlößl et al., 1998*)

Parameter	Einheit	Frühling/Sommer 1989			Herbst/Winter 1989/90		
		Zulauf	Ablauf	Elim. [%]	Zulauf	Ablauf	Elim. [%]
Zufluss	m ³ /d	120			152		
Temp.	°C	14,8	12,9		4,9	4,1	
pH		7,3-9,6	7,0-8,0		7,3-8,8	5,9-9,2	
O ₂	mg/l	7,6	2,1		8,6	6,1	
AFS	mg/l	16,5	12,7	23,1	17,5	9,6	45,1
CSB _{hom}	mg/l	93	74	20,4	60	65	
CSB _{fil}	mg/l	75	73	2,7	67	60	10,4
NH ₄ -N	mg/l	23	21		22,6	21,1	
P _{ges}	mg/l	6,9	5,1	26,1	3,7	4,5	
Chl a	µg/l	330	271	18,0	303	227	25,1

In den letzten Jahren wurde eine teilweise Überspülung des Bodenfilters registriert. Es wird angenommen, dass das Biomassenwachstum in den oberen Schichten des Bodens zu einer langsamen Verstopfung der Wurzelzone führt. Dennoch hat dieser Umstand keine Verschlechterung der Restreinigung zur Folge.

Im Frühling und Sommer wurden 18%, im Herbst und Winter 25%, der Algen im Bodenfilter zurückgehalten. Während des Sommers wurden 23% der abfiltrierbaren Stoffe zurückgehalten. Im Winter erhöht sich die Rate auf 45%, dies könnte auf ein erhöhtes Porenvolumen des Substrates durch das verringerte mikrobielle Wachstum zurückzuführen sein. Der CSB_{hom} nimmt im Sommer um 20% ab, im Winter jedoch leicht zu. Der filtrierte CSB ist im Sommer nicht und im Winter nur unwesentlich verbessert.

6.15 Umbau und Betrieb der Teichkläranlage in eine Aufstauanlage

Dies bedeutet den Umbau in eine SBR-Anlage, deren Behandlungsverfahren auf einer zeitlichen Abfolge innerhalb eines Reaktors basiert. Der damit verbundene diskontinuierliche Ablauf in das Einleitungsgewässer muß geprüft werden. Insbesondere kleine Gewässer fallen oft periodisch trocken und sind bei der Wasserführung auf Klarwasser angewiesen. Bei stets in ausreichender Menge wasserführenden Gewässern ist die Stoßbelastung mit Klarwasser sicherlich unkritisch. Flutwellen sind allerdings zu vermeiden.

Der Zyklus innerhalb des SBR-Verfahrens unterteilt sich in unterschiedliche Phasen, die zeitlich aufeinander folgen. Bild 52 zeigt die Aufteilung der aktiven (Befüllen, Belüften, Mischen) und inaktiven Betriebsphasen (Absetzen, Dekantieren, Stillstand). Ausschlaggebend für die Dauer der aktiven Phase sind Kinetik, Stoffaufnahme und -umsetzung. Die Dauer des Gesamtzyklus wie die Dauer der Einzelphasen richtet sich nach den Abwassereigenschaften und dem Reinigungsziel. Die zeitlichen Abschnitte sind flexibel, so dass beispielsweise im Fall eines Niederschlagsereignisses in einer Mischkanalisation der Gesamtzyklus verkürzt werden kann. Zu beachten ist, dass der Anteil der inaktiven Phasen am Gesamtzyklus weniger als ein Drittel betragen sollte.

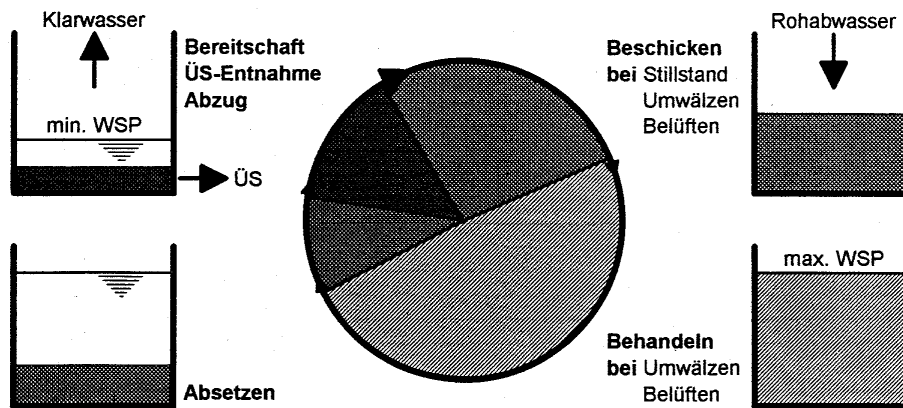


Bild 52: Betrieb von SBR-Anlagen [Schleypen 1998]

Bei der Anwendung des SBR-Verfahrens sollte genügend Vorspeicher vorhanden sein sowie die vorgeschalteten Pumpwerke im Konzept berücksichtigt werden.

Die Teichkläranlage Grambow in Mecklenburg-Vorpommern wurde im Jahr 2002 zu einer SBR-Teichanlage (Fa. Rotaria) umgebaut, da der Überwachungswert für N_{ges} mit 10 mg/l festgesetzt wurde. Der erste Teich von 3 Teichen wird als SBR-Teich (Aufstaubecken) betrieben, dessen Ablauf unterbunden wird, bis die Betriebsphasen durchlaufen wurden (Bild 53).

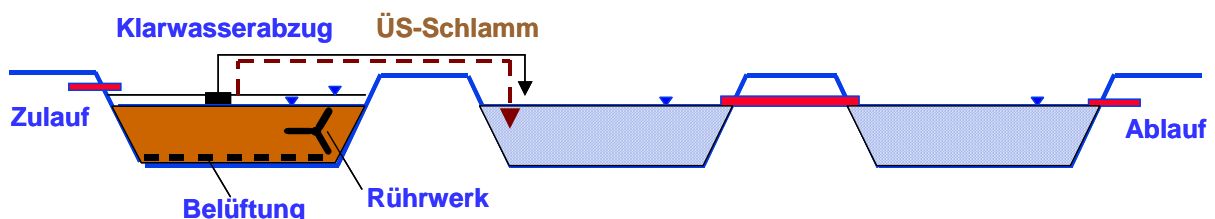


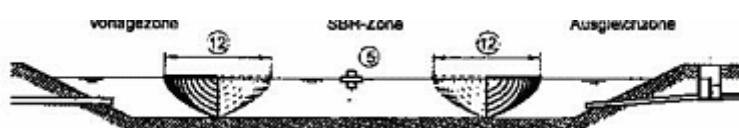
Bild 53: Fließschema der modifizierten SBR-Teichanlage Grambow (System Rotaria)

Nach Belüftung und Mischen in einem definierten Zeitraum oder nach Erreichen des eingestellten Pegels beginnt die Sedimentationsphase. Das dekantierte Wasser wird anschließend in den zweiten Teich überführt. Ein Austrag des Überschussschlammes von Teich 1 in Teich 2 erfolgt erst, wenn so viel aufgewachsen ist, dass er mit ausgespült wird. Im Teich 2 kann der Schlamm dann zusätzlich stabilisieren. Bei sehr strengen Auflagen, Überwachungswert 75 mg CSB/l und 10 mg N_{ges} /l, erzielt die Anlage äußerst niedrige Ablaufwerte auch im Winter (Tab. 63).

Tabelle 63: Betriebsergebnisse KA Grambow 2004

mg/l	CSB	NH ₄ -N	Nges	ges.P
Zulauf	919	77	n.b.	13
Ablauf	39	1,5	6,5	4

Ein weiteres Verfahren ist das *Constant-Waterlevel-SBR-Verfahren (CW-SBR)*, bei dem ein Teich mit 2 flexiblen Wänden „Segel“ in drei hydraulisch unabhängige Reaktoren: Vorkammer, Reaktor, Mengenausgleich getrennt wird. Bei einem permanenten Zufluss und Abfluss des Wassers kann durch Verschiebung der „Segel“ (= Volumenänderung) der Wasserspiegel konstant gehalten werden.


Bild 54: Verfahrensschema der CW-SBR-Anlagen

DEDERICHS ET AL (2003) berichtet von der Erweiterung der Teichkläranlage **Bünsdorf** (Schleswig-Holstein) auf eine Ausbaugröße 1.200 E mittels des **CW-SBR-Verfahrens** bei Einsparung um etwa 60% der ursprünglich genutzten Fläche. Nach ca. 50 Tagen befanden sich die CSB-Werte konstant unterhalb des angestrebte Zielwertes von 70 mg/l. Sie liegen im Mittel bei 50 mg/l. Die Anlage nitrifiziert und denitrifiziert verlässlich, der Gehalt an Gesamtstickstoff liegt bei <20 mg/l. Zu betonen ist, dass sich diese Stickstoffelimination auch bei Wassertemperaturen unter 5°C einstellte, als ungünstige Bedingungen für mikrobielles Wachstum herrschten. Dies unterstreicht die Betriebsstabilität der CW-SBR-Technologie im Winterbetrieb. Der angestrebte Zielwert von 3 mg P_{ges}/l wird nach der Einfahrphase bis auf eine Ausnahme deutlich unterschritten/ DEDERICHS ET AL (2003)/.

6.16 Umbau einer unbelüfteten Teichkläranlage in eine technisch belüftete Anlage

Ursprünglich als unbelüftete Anlage geplante Abwasserteiche können mit Belüftern ertüchtigt werden. Da viele Abbauprozesse unter Verwendung von Sauerstoff vollzogen werden, kann ein zusätzlicher Sauerstoffeintrag zu besseren Ablaufwerten führen. Durch die gezielte Platzierung der Belüfter kann die gewünschte Fließrichtung unterstützt werden. Voraussetzung für den Umbau ist eine Teichtiefe von 2 m und eine Stromversorgung.

Belüftungsaggregate wurden speziell für den Einsatz in Abwasserteichen entwickelt. Man unterscheidet Druckbelüftungssystem, Oberflächenbelüfter und Tauch- und Strahlbelüfter. Druckbelüfter werden meist fest auf oder schwimmend über der Teichsole installiert. Die Druckluftversorgung kann über einen Seitenkanalverdichter erfolgen, der sie den Druckkerzen zuführt. Oberflächenbelüfter werden schwimmend an der Teichoberfläche verankert. Sie verwirbeln Abwasser und Luft und tragen dabei Luft in den Wasserkörper ein. Nachteilig ist dabei die Aerosolbildung, auch kann es zur Geruchsbildung kommen. Die Durchmischung des Wasserkörpers an der Oberfläche führt in der kalten Jahreszeit zu einer schnelleren Auskühlung des Teiches. Bei der Tauch- und Strahlbelüftung wird das Wasser knapp unterhalb der Wasseroberfläche

von einem Propeller angesaugt und dabei mit Luft gemischt. Der anschließende Ausstoß des Gemischs führt zu einer feinblasigen Belüftung und einer guten Durchmischung. Durch die Turbulenz können sie bei leichtem Frost wie die Oberflächenbelüfter die Wasseroberfläche offen halten. Bei starkem Frost sind die Aggregate abzuschalten.

Akkumulierter Schlamm auf der Teichsohle kann durch an der Oberfläche installierte Belüfter verwirbelt werden. Daher sollte die direkt unter dem Belüfter gelegene Fläche befestigt sein bzw. die Positionierung des Belüfters sollte so erfolgen, dass der Schlamm möglichst gleichmäßig auf dem Teichboden verteilt wird.

Die Teichkläranlagen Wulferstedt und Wackersleben sind natürliche Teichanlagen. Sie wurden bereits mit Belüftern versehen. Dies hat laut Betreiber bereits zu einer Verbesserung der Ablaufwerte geführt, wenn auch noch andere Stellschrauben justiert werden müssen.

6.17 Umbau von Abwasserteichanlagen mit herstellerepezifischen Systemen

Im Laufe der Zeit boten Firmen immer wieder spezielle Ertüchtigungssysteme für Abwasserteichanlagen an. Diese beinhalteten oft einen massiven Umbau bestehender Anlagen. Beispielsweise sollte das BIOLAK-Verfahren eine preiswerte Alternative zum konventionellen Belüfungsverfahren darstellen. Dieses Verfahren hat sich aber nicht unbedingt bewährt. Bei der Erwägung bestimmter Systeme sollte eine sehr genaue Prüfung erfolgen.

6.18 Neue Technologien

6.18.1 Symbiotische Abwasserreinigung mit Algen-Bakterien-Aktivschlamm

Durch die Symbiose von Algen und Bakterien können Abwasserinhaltsstoffe aus dem System entfernt werden. Algen produzieren unter Nutzung von Licht Sauerstoff, der von Mikroorganismen bei Ab- und Umbauprozessen veratmet wird. Bei diesen Prozessen wiederum wird Kohlendioxid frei, dass von den Algen als Kohlenstoffquelle genutzt wird. Ist die Algenbiomasse in absetzbaren Flockenstrukturen eingebunden, lässt sie sich problemlos durch Sedimentation in der Nachklärung vom gereinigten Abwasser trennen. Die Übertragung vom Laborversuch in einen technischen Maßstab und die Anwendung in realen Abwasserteichen steht noch aus. In Bild 55 ist das Verfahren schematisch dargestellt.

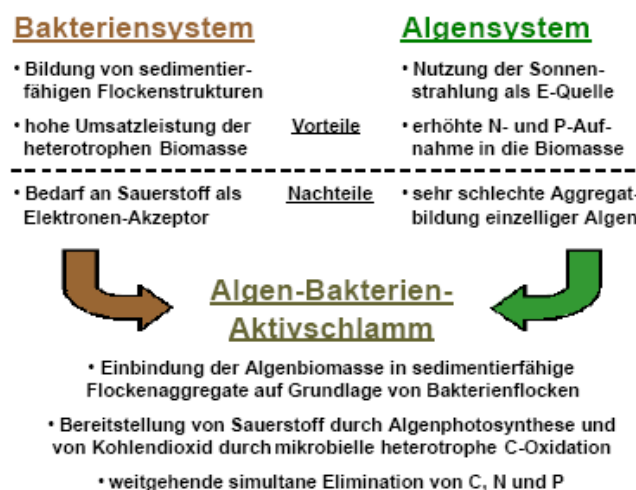


Bild 55: Schema der Funktionen von Algen- und Bakterienzönose im System

In Laborversuchen wurde von Neis & Gutzeit (2002) eine symbiotische Algen-Bakterien-Biomasse (Verhältnis von Algen- zur Bakterienmasse ca. 2:1) entwickelt, die sehr gute Reinigungsleistungen erzielte wie auch eine gute Sedimentierbarkeit aufwies. Vorteil ist außerdem die Vermeidung der Sekundärbelastung durch freie Algen, wenn die Belebtschlammflocke als Aufwuchsfläche für Algen dient. Nach vier Wochen wurde bereits eine nahezu vollständige Inkorporierung der Algen in die Belebtschlammflocken nachgewiesen.

6.18.2 Mit Wind- und Solarenergie belüftete Klärteiche

In einem von der TU Berlin bereits abgeschlossenen Forschungsvorhaben wurde die technische Belüftung einer Abwasserteichanlage in Abhängigkeit des Angebots regenerativer Energien untersucht. Eingesetzt wurden Windkraft und Photovoltaik, die teils unregelmäßig verfügbar waren. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß die Abbauleistung in der Pilotanlage dennoch höher war als die in einer natürlich belüfteten Teichanlage. Als Ergebnis der Arbeit konnten die Bemessungskriterien sowie die Einzelkomponenten festgelegt werden: Wind- und Solarenergie, Energiemanagement, Belüftungsaggregat und Abwasserteich. Das Verfahren ist einsatzbereit und insbesondere für Regionen ohne zentrale Energieversorgung und einem guten Dargebot an Wind und Sonne geeignet.

Bild 56 zeigt den schematischen Überblick.

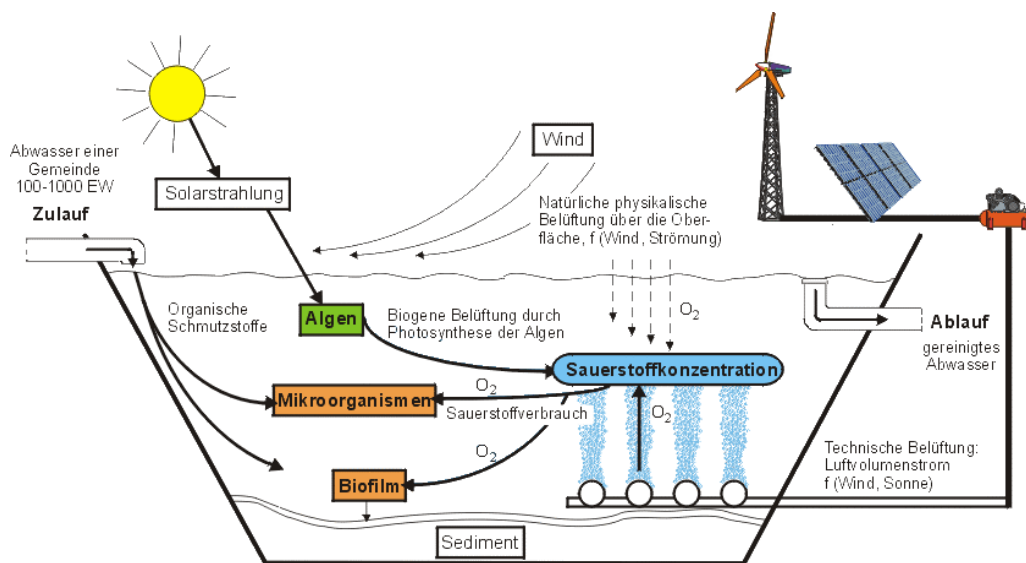


Bild 56: Sauerstoffhaushalt in einem mit Wind- und Solarenergie belüfteten Teich

6.18.3 Kombination mit Membranfiltration zur Wasserwiederverwendung

Ein neuer Ansatz sowohl zur Ertüchtigung künstlich belüfteter Teichanlagen als auch zur Wasserwiederverwendung wird seit 2003 an der TU Berlin verfolgt. Indem Abwasserteiche mit getauchten Membranen kombiniert werden, kann ein hygienisch unbedenkliches Abwasser produziert werden, welches in der Landwirtschaft als Bewässerungswasser verwendet werden kann.

Abwasserteiche werden weltweit eingesetzt, auch in semiariden oder ariden Regionen, in denen Bewässerungswasser für den Feldbau dringend benötigt wird. Trinkwasser ist dort ein sehr kostbares Gut, das für Bewässerungszwecke mit gereinigtem Abwasser substituiert wird. Durch Retentionszeiten von mehr als 50 Tagen findet auch in natürlich belüfteten Abwasserteichen

eine Keimreduktion statt, die aber nicht mit einer Desinfektion gleichzusetzen ist. Der weit verbreitete Einsatz von Chlor ist kritisch zu bewerten, da bei der Chlorung von Abwasser krebserregende Nebenprodukte entstehen können. Der Einsatz von UV-Desinfektion oder der Ozonierung ist mit hohen Investitionskosten bzw. auch der Entstehung von Nebenprodukten verbunden. Die Membranfiltration ist ein einfaches physikalisches Trennverfahren, das in der konventionellen Klärtechnik inzwischen weit verbreitet ist.

Ziel der Untersuchungen ist

- die Erstellung von Bemessungsregeln für belüftete Abwasserteiche mit getauchten Membranen als Desinfektionsverfahren,
- die Minimierung von Teichvolumen und -oberfläche,
- die Verringerung von Verdunstungsverlusten und Aufsalzung,
- das Erreichen einer für die uneingeschränkte landwirtschaftliche Bewässerung geeigneten Ablaufqualität.

Für die Anpassung des herkömmlichen MBR-Verfahrens werden derzeit im Land Brandenburg und in Ankara, Türkei zwei Pilotanlagen betrieben, an denen die erwarteten Vorteile der Verfahrenskombination überprüft werden. Der Biomassegehalt soll auf 15 g/l erhöht werden. Durch die Betriebsweise ohne Nitrifikation bleiben die Nährstoffe erhalten und künstlicher Dünger wird eingespart. Ein Synergieeffekt ergibt sich aus der Betriebsweise des Membranprozesses. Die Spülluft zur Deckschichtkontrolle an der Membranoberfläche dient gleichzeitig der Belüftung des Teiches, so dass die Teichbelüftungsleistung reduziert bzw. ersetzt werden kann.

Bild 57 gibt einen Überblick über die Verfahrenskombination.

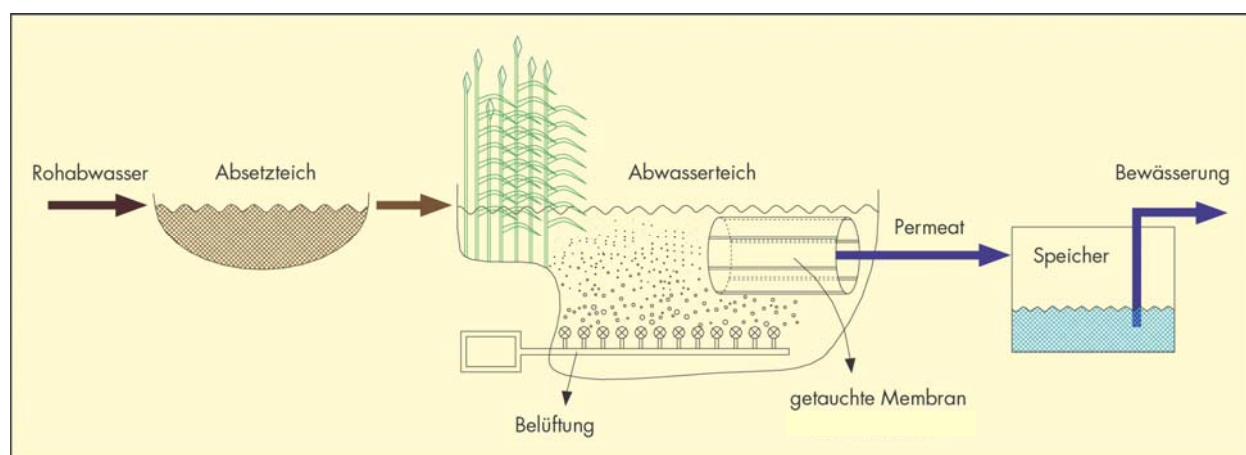


Bild 57: Fließschema der Verfahrenskombination Abwasserteich/ getauchte Membran

7 Zusammenfassung und Ausblick

Mit 73 Abwasserteichanlagen sind ein Viertel der Kläranlagen in Sachsen-Anhalt Teichkläranlagen. Daher ist eine genauere Betrachtung des Betriebs und der Reinigungsleistung von Bedeutung. Eine ausgewählte Anzahl von Anlagen wurde im Rahmen von Sonderuntersuchungen wissenschaftlich ausgewertet. Innerhalb des Projektes wurden bereits erteilte Optimierungsvorschläge überprüft, weitere Anlagen konzeptionell, wissenschaftlich und wirtschaftlich begutachtet.

Auf den fünf bereits in vorangegangenen Jahren intensiv untersuchten Teichkläranlagen Barneberg, Heiligenthal, Söllichau, Walbeck und Warnstedt wurden empfohlene Optimierungsvorschläge teilweise umgesetzt. Den Anlagen Barneberg und Söllichau ist gemein, dass sie als Abwasserbehandlungsanlagen der Gemeinde erhalten bleiben. Die Anlage Heiligenthal wurde bereits im Sommer 2006 stillgelegt, die Anlagen Walbeck und Warnstedt könnten in den nächsten Jahren folgen. Die Auswertung der Daten innerhalb dieser Untersuchungen haben aber gezeigt, daß die Anlagen eine gute Reinigungsleistung erzielen und daher die Stilllegung der Anlagen Walbeck und Warnstedt noch einmal überdacht werden sollte.

- Die Abwasserteichanlage **Barneberg** wurde maßgeblich umgebaut und zwei neue Absetzbecken für die jeweiligen Teilströme installiert. Der ehemalige Absetzteich wird nun ebenfalls als belüfteter Teich genutzt. Die weiteren, von der Universität Rostock empfohlenen Optimierungsvorschläge (Schlammräumung, Anhebung des Wasserspiegels, Entfernung Fremdbewuchs auf dem Pflanzenbeet, Ausrichtung der Belüfter, Kreislaufführung eines Abwasserstromes von Teich 3 in Teich 1, separate Beprobung der Zuläufe) haben im Jahr 2006 zu einer sehr guten Reinigungsleistung geführt. Eine Überschreitung der Überwachungswerte trat nicht mehr auf. Wird der Betrieb in der Form fortgeführt, ist voraussichtlich keine weitere Optimierung notwendig.
- Aufgrund der zeitnahen Stilllegung der Abwasserteichanlage **Heiligenthal** im Juli 2006 wurden die empfohlenen Optimierungsmaßnahmen (Schlammräumung, Neuausrichtung der vorhandenen Belüfter, Ergänzung eines Belüfters und eines Rührwerks, Errichtung einer Leitwand, Optimierung der P-Fällung, Inbetriebnahme eines dritten Teiches) aus Kostengründen nicht umgesetzt. Die Reinigungsleistung konnte daher nicht verbessert werden und war bei den Parametern CSB und BSB₅ nicht ausreichend. Eine Schlammräumung ist auch für eine Außerbetriebnahme zwingend notwendig.
- Die empfohlenen Optimierungsmaßnahmen auf der Teichkläranlage **Söllichau** (Entfernung von Wasserlinsen, Installation einer technischen Stufe, verstärkte Überprüfung des Zulaufs) wurden nur teilweise umgesetzt. Eine Entschlammung steht erst im Frühjahr 2007 an. Die Ablaufkonzentrationen bewegen sich aber innerhalb des durch Überwachungswerte festgelegten Rahmens. Geringfügige Überschreitungen können auftreten, sind aber insbesondere bei P_{ges} durch Anpassung der P-Fällung relativ einfach zu regulieren. Die hydraulische Belastung ist aufgrund des Mischsystems stark schwankend. Die eingetragene Regenwassermenge kann nur durch gezielte Flächenabkopplung erreicht werden. Der Fremdwassereintrag wurde bereits durch Abkopplung von drei aus artesischen Quellen gespeisten Brunnen reduziert. Wird eine bessere Nitrifikation angestrebt, muss die Biomasse erhöht werden. Das Einbringen zusätzlicher Aufwuchsfläche bis hin zur Nachrüstung einer technischen Stufe ist möglich.

- Die Abwasserteichanlage **Walbeck** zeigt eine gute Abbauleistung, die auf umgesetzte Optimierungsmaßnahmen zurückzuführen ist. Eine Entschlammung wurde nicht durchgeführt, aber die Nachklärung optimiert. Durch Absenken des Wasserstandes im Schönungsteich wurde der Sickerdamm wieder aktiviert. Dies hat sich bei der Ablaufqualität bemerkbar gemacht. Überschreitungen der Überwachungswerte konnten in den letzten Jahren nicht festgestellt werden. Die CSB- und BSB₅-Elimination liegt deutlich über 90 %. Dies wird nicht in allen Teichkläranlagen erreicht (vgl. Kap. 6.1). Wird eine Leistungsverbesserung bei den Nährstoffen angestrebt, ist eine Erhöhung der Biomasse zu realisieren bzw. eine P-Fällung zu installieren.
- Auch die Abwasserteichanlage **Warnstedt** zeigt bei den meisten Überwachungsparametern gute Abbauleistungen, obwohl keine der vorgeschlagenen Optimierungsmaßnahmen (Optimierung der Umwälzung, Untersuchungen im Nachklärteich, Überprüfung der Strömungsverhältnisse durch Tracerversuche) umgesetzt wurden. In den diesjährigen Untersuchungen wurde die Kreislaufführung des teilgereinigten Abwassers bewertet. Sie führt zu einer Verdünnung des Zulaufs und einer guten Elimination von CSB und BSB₅. Nur bei der Stickstoffentfernung treten Probleme auf, die über eine Verdünnung nicht zu lösen sind. Dies ist bei Teichanlagen nicht ungewöhnlich, da diese normalerweise nicht auf Nitrifikation bemessen werden. Eine Verbesserung beim Stickstoffumsatz kann nur durch eine Erhöhung der Biomasse erfolgen. Dafür müssen zusätzliche Aufwuchsflächen für Mikroorganismen bereitgestellt werden, die entweder in die Teichanlage integriert oder auch in Form eines vertikal durchströmten Bodenfilters nachgeschaltet werden können.

Die Teichkläranlagen Born und Dorst wurden in den letzten Jahren umgeplant und teilweise bereits umgebaut. Erstmals wurden die zur Verfügung stehenden Daten aus der behördlichen wie auch der Eigenüberwachung wissenschaftlich ausgewertet. Im Vergleich mit den anderen hier untersuchten Teichkläranlagen gehören sie zu den kleineren mit einer Bemessungsgröße von etwa 250 Einwohnern.

- Auf der Abwasserteichanlage **Born** sind dringend weitere Ausbaumaßnahmen notwendig. Zur Zeit ist nur der erste Teich in Betrieb, was zu sehr schlechten Ablaufkonzentrationen führt. Beim weiteren Umbau der Anlage sind einige Aspekte zu berücksichtigen: Prüfung der Vergrößerung des Absetzbeckens, Abdichtung von Teich 2, Erhalt der Leitdämme in Teich 2, Einbringen von Sickerdämmen bzw. einer Sickerstrecke in Teich 2, teilweiser Erhalt der Spontanvegetation in Teich 2 zur Aufwertung des Landschaftsbildes.
- Die Abwasserteichanlage **Dorst** wurde im Jahr 2006 mit einem zentralen Absetzschacht versehen, der die Mehrkammergruben der einzelnen Häuser ersetzt. Aufgrund der geringen zur Verfügung stehenden Datenmenge können nur Abschätzungen bezüglich der Reinigungsleistung getroffen werden. Dringend empfohlen wird die Erfassung der Zulaufbelastung. Es ist zu prüfen, ob die Verlegung des Verbindungsrohrs zwischen Teich 1 und Teich 2 zu einer Ausnutzung des gesamten Teichvolumens führt.

Die Teichkläranlagen Wackersleben und Wulferstedt wurden einer Tiefenuntersuchung unterzogen. Diese beinhaltete neben der Auswertung der Daten der vergangenen vier Jahre auch Befahrung der Teiche für Sondenmessungen zur engmaschigen Bestimmung des Sauerstoff- und des Schlammgehalts.

- Auf der Abwasserteichanlage Wackersleben treten einige Probleme auf. Besonders auffällig waren die Rotfärbung des ersten Teiches durch Schwefelpurpurbakterien und der versiegte Ablauf. Daher sollten folgende Maßnahmen dringend in Betracht gezogen werden:

- Prüfung der Dichtigkeit, insbesondere Teich 1 und 2 (Koffein- oder Boratbestimmung im Grundwasser)
 - Installation einer externen Absetzeinheit und Entfernung der faschinierten Schlammta-sche
 - Installation von zwei Belüftern in Teich 1
 - Schlammräumung in Teich 1
 - Einbau von Leitwänden in Teich 1 und Teich 2 zur Lenkung des Abwasserstroms durch das gesamte Volumen der Teichanlage
- Die Ablaufkonzentrationen der Abwasserteichanlage Wulferstedt würden den Anforderun-gen der Überwachungswerte nach Größenklasse genügen. Allerdings gilt hier noch die wasserrechtliche Nutzungsgenehmigung von 1986, die lediglich Anforderungen hinsichtlich des BSB₅ stellt. Trotzdem gibt es einige Optimierungsvorschläge:
- Schlammräumung in Teich 2 und insbesondere Teich 3
 - Reaktivierung von Teich 1 zur Vergrößerung der zur Verfügung stehenden Fläche
 - Installation von einem Belüfter in Teich 1
 - Nach Wiederinbetriebnahme von Teich 1 Neupositionierung des Belüfters in Teich 2
 - Erhalt des Schilfgürtels in Teich 3

Der Focus der Untersuchung von Teichkläranlagen sollte auf dem Anlagenkonzept und der da-mit verbundenen Reinigungsleistung liegen. Bei den meisten Abwasserteichen kommt es darauf an, die Leistung zu optimieren. Die Optimierung der Betriebskosten spielt eine untergeordnete Rolle, weil dieser Kostenanteil relativ niedrig ausfällt. Bei der Betrachtung der verschiedenen Anlagen wurden allerdings Unterschiede in der Ausstattung deutlich, die zum Teil auch zu gu-ten Ablaufergebnissen führen. Der personelle Aufwand ist der Posten, der bei den Betreibern am stärksten wahrgenommen wird. Deshalb werden oftmals vermeidlich „wartungsfreie“ Teich-kläranlagen nur unregelmäßig betreut. Dies kann sich aber negativ auf die Reinigungsleistung auswirken, da betriebliche Probleme (z.B. Verstopfungen, Kurzschlussströme) nicht rechtzeitig bemerkt werden.

Die allgemein für die Ertüchtigung von Abwasserteichanlagen verwendeten Optimierungsmaß-nahmen wurden ausführlich vorgestellt (Maßnahmen in der Kanalisation, Nachrüstung einer mechanischen Vorreinigung/ Vorklärung, Neuausrichtung der Wasserpegel, Einbau von Prall-, Tauch- und Leitwänden oder -dämmen, Steuerung, Ausrichtung, Austausch von Belüftern, Nachrüstung einer P-Fällung, Einbau zusätzlicher Aufwuchsflächen, Einbau eines Rücklaufsys-tems, Kombination mit technischen Verfahren, Nachschaltung eines Kies-, Sand- oder bepflanz-ten Bodenfilters, Umbau und Betrieb in eine Aufstauanlage, Umbau einer unbelüfteten in eine technisch belüftete Anlage, Umbau mit herstellerepezifischen Systemen) und hinsichtlich ihres Potentials bewertet. Darüber hinaus wurde neue (Einsatz regenerativer Energie für die Belüf-tung, Einsatz von Algen-Bakterien-Aktivschlamm) und ein aktueller Forschungsansatz (Einsatz von Membranfiltration in Abwasserteichen zur Wasserwiederverwendung) vorgestellt, der ins-besondere für den Einsatz in trockenen Regionen geeignet ist.

Basis für weitere Verbesserungen von Abwasserteichanlagen wäre die Untersuchung folgender Fragestellungen:

- Erarbeitung von Empfehlungen bezüglich der **zulässigen** Zulaufkonzentration von Teichkläranlagen im Hinblick auf den erreichbaren Wirkungsgrad (Auswertung der Daten der Eigenüberwachung möglichst vieler Teichkläranlagen (belüftet/unbelüftet), Vergleich zu technischen Anlagen, saisonale Schwankungen (Jahreszeit), Unterfütterung mit eigenen Messungen)
- Untersuchung des Wirkungsgrades unterschiedlicher künstlicher Aufwuchsflächen und der Beschattung einzelner Teichsegmente
- Untersuchung von natürlichen und künstlichen Teichdichtungen bezüglich der Eignung als Aufwuchsfläche für Mikroorganismen
- Verdunstungsberechnungen (an dichten Teichanlagen)
- Möglichkeiten der Abwasserwiederverwendung (Anwendung in der Landwirtschaft, Stützung des natürlichen Landschaftswasserhaushalts)
- Modellierung von Abwasserteichanlagen
- Tiefenuntersuchung der Teichkläranlage Born

Die Fragestellung der „best practice“ beim Bau von Teichanlagen über die DWA A 201 hinaus, wird auch in Zukunft zu untersuchen sein.

Berlin, März 2007

Prof. Dr.-Ing. M. Barjenbruch

Dipl. Geogr. K. Teschner

8 Literatur

- BARJENBRUCH, M., ERLER, C. : Abwasserteichanlagen in Sachsen-Anhalt. Bericht des Instituts für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft, Universität Rostock, 2003a.
- BARJENBRUCH, M., ERLER, C. : Untersuchungen an Abwasserteichanlagen in Sachsen-Anhalt 2003. Bericht des Instituts für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft, Universität Rostock, 2003b.
- BARJENBRUCH, M., ERLER, C. : Untersuchungen an Abwasserteichanlagen in Sachsen-Anhalt 2004. Bericht des Instituts für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft, Universität Rostock, 2004.
- BRÜDERN, U. : Ökologische und betriebliche Entwicklungspotentiale von Abwasserteichanlagen. Dissertation, Universität Hannover, 2004.
- DEDERICHS, A. BRINKE-SEIFERT, S.; SEKOULOV, I.: SBR-Technologie für Teichkläranlagen - Das CWSBR-Verfahren. KA Abwasser Abfall, 50 Jhg., Mai 2003, S.607-611.
- DIN 4261-2: Kleinkläranlagen – Teil 1: Anlagen zur Abwasservorbehandlung. 2002.
- DIN EN 12255-4: Kläranlagen – Teil 4: Vorklärung. 2002.
- DWA ARBEITSBLATT A 131: Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen. Hennef, 2000.
- DWA ARBEITSBLATT A 201: Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Abwasserteichen für kommunales Abwasser. Hennef, 2005.
- DWA ARBEITSBLATT A 262: Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von bepflanzten Bodenfiltern zur biologischen Reinigung kommunalen Abwassers. Hennef, Entwurf 2004.
- GEMEINDE BORN: Ertüchtigung der Abwasserteichkläranlage, Änderung des Erläuterungsberichts zum Fördermittelantrag. MUTING GmbH, Magdeburg, 2006, unveröffentlicht.
- GEMEINDE DORST: Variantenvergleich zur anforderungsgerechten Umgestaltung der vorhandenen Teichkläranlage. Beraten + Planen Ingenieures. mbH, Haldensleben, 2004, unveröffentlicht.
- KAYSER K.; KUNST S.; FEHR G. VORMANNEK H.: Einsatz und Steuerungsmöglichkeiten von vertikal durchströmten Bodenfiltern zur Verbesserung der Ablaufqualität von unbelüfteten Abwasserteichen, Abwasserfachtagung „Pflanzenkläranlagen als Element der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum“ Veröffentlichung des Institut für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft der Universität Rostock, 2002.
- LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ, SACHSEN-ANHALT: Abwasserteichanlagen zur kommunalen Abwasserreinigung. Fachinformation Nr. 2/ 2006, Halle, 2006.
- NEIS, U., GUTZEIT, G.: Biologische Abwasserreinigung mit symbiotischer Algen-Bakterien-Biomasse, in Hamburger Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Band 40, TU Hamburg, 2002.
- NUSCH, E.: Flachseen-Forschung in Deutschland - Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen, www-f.igb-berlin.de/ruhr.html.
- SCHLEYPEN, A.: Weitergehende Abwasserreinigung in SBR-Anlagen. ATV-Seminar zur weitergehenden Abwasserreinigung, 14./ 15.10.1998, Köln.
- SHILTON, A. (HRSG.): Pond Treatment Technology. London, 2005.

STEINMANN, C.: Die Rolle der Ciliaten in der Planktonzönose eines hypertrophen Abwasserteiches. Dissertation TU München, 1998.

STEINMANN, C., WEIHARD, S., MELZER, A.: Teiche mit Pflanzenfiltern – eine effektive Kombination zur Reinigung von Abwasser. KA Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall 47 (2000), Nr. 10, S.1524-1528.

TESCHNER, K., MACIEL, N., HEGEMANN, W.: Kolmation von vertikal durchströmten Pflanzenkläranlagen - Prozesse und Ursachen. gwf-Wasser/Abwasser 145 (2004), Nr. 1, S.26-35.

Die Berichte des Instituts für Kulturtechnik und Siedlungswasserwirtschaft, Universität Rostock können unter folgender Adresse abgerufen werden:

www.mu.sachsen-anhalt.de/start/fachbereich02/abwasserbeseitigung/kommunalabwasser/main.htm