DIPL.-ING. (FH) FÜR WASSERWIRTSCHAFT & DIPL.-VOLKSWIRT UWE HALBACH
ÖFFENTLICH BESTELLTER UND VEREIDIGTER SACHVERSTÄNDIGER
FÜR ABWASSERBESEITIGUNG

Gutachten

Bewertung des aktuellen und erforderlichen Sauerstoff-eintrages der Teichkläranlage Wallstawe

Auftraggeber: Verband kommunaler Wasserversorgung
und Abwasserbehandlung Salzwedel
Schäferstegel 56
29410 Salzwedel

Ausfertigung: pdf-Datei – Auszug des Gutachtens für das Internet
Einige Erklärungen am 07.01.2018 geringfügig ergänzt.

U. Halbach

Werdau, den 20. Oktober 2016

BESTELLT VON DER IHK CHEMNITZ · STRAßE DER NATIONEN 25 · 09111 CHEMNITZ
SCHLOSSSTRASSE 2 · 08412 WERDAU · TEL. (0 37 61) 5266, 52 67 · FAX (0 37 61) 52 68
E-MAIL: BOX@INSTITUT-HALBACH.DE · INTERNET: WWW.GERICHTSGUTACHTEN.DE

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung 1
2 Beschreibung der aktuellen Technologie der Kläranlage Wallstawe 4
3 Ausgewählte Vor- und Nachteile einer Abwasserteichanlage 7
3.1 Artenvielfalt in und an Abwasserteichen 7
3.2 Gewässergüte und Artendiversität im Vorfluter 12
3.3 Ökologie hintereinander geschalteter Teiche 14
3.4 Die teilweise Unberechenbarkeit der Natur als Nachteil 14
4 Bewertung der Ablaufkonzentrationen 18
4.1 Überwachungswertüberschreitung und Anhang 1 der Abwasserverordnung 18
4.2 Wasserrecht als eigentliche Ursache der Überwachungswertüberschreitung 21
4.2.1 Behauptung 21
4.2.2 Erklärungen zur Begründung eines logischen Mangels im Wasserrecht 22
4.2.2.1 Naturgesetz von Dosis und Wirkung - Gesetz von Paracelsus 22
4.2.2.2 Erklärung nach Uhlmann 23
4.2.2.3 Erklärung durch die Bemessungsabwassermenge 27
4.2.2.4 Vergleich der TKA in Bayern mit ausgewählten in Sachsen-Anhalt 27
4.2.3 Konsequenzen der Reduzierung der Ablauffracht in der Praxis 29
4.2.4 Lösungsvorschlag 29
~~5 Primärdaten für die Anlagenüberrechnung~~ 33
~~5.1 Zulauffrachten in Abhängigkeit der Szenarien 1-3~~ 33
~~5.1.1 Zulauffrachten in das anaerobe Vorbecken Nr. 1 - Vorklärung~~ 33
~~5.1.2 Zulauffrachten in das Vorbecken Nr. 2 mit technischer Belüftung~~ 35
~~5.2 Zulaufmengen in Abhängigkeit der Szenarien 1-3~~ 35
~~5.3 Ergebnisse der Volumenkalkulationen~~ 37
~~6 Erforderliche Wasserspiegelfläche bei natürlicher Belüftung~~ 38
~~7 Szenarien das Sauerstoffeintrages~~ 38
~~7.1 Kalkulation des aktuellen erforderlichen Sauerstoffeintrages für 500 EW~~ 38
~~7.2 Kalkulation des aktuellen Sauerstoffeintragsdefizites mit dem Ablauf-BSB_5~~ 39
~~7.3 Kalkulation des natürlichen Sauerstoffeintrages~~ 39
~~7.4 Momentan vorhandene Vorrichtung zum Sauerstoffeintrag~~ 40
~~7.4.1 Technische Beschreibung und Leistungsvermögen~~ 40
~~7.4.2 Erörterung ungenügender Wirkung des Sauerstoffeintrages~~ 41
~~8 Lösungsvorschläge zur weiteren Optimierung der Anlage~~ 45

~~8.1 Verbesserung der Hydraulik mit dem Ziel einer Verweilzeiterhöhung~~ 45
~~8.1.1 *Variante - Damm im Becken 1 zur Strömungsoptimierung*~~ 45
~~8.1.2 Variante - Erhöhung der Verweilzeit des Abwassers in Teich 1 und 2~~ 46
~~8.2 Belüftungsverfahren nach **~~ 48
~~8.2.1 Szenario 1: aktuelle Auslastung 500 EW~~ 48
~~8.2.2 Szenario 2: Auslastung 750 EW~~ 50
~~8.2.3 Szenario 3: Auslastung 999 EW~~ 50
~~8.3 Erörterung der Lösungsansätze~~ 50
~~8.3.1 Szenario 1: aktuelle Auslastung 500 EW~~ 50
~~*8.3.1.1* Erprobung der Rezirkulation vom Becken 2 zum Becken 1~~ 50
~~*8.3.1.2* Längsteilung des Beckens 2~~ 51
~~*8.3.1.3* Technische Belüftung bei der aktuellen Auslastung 500 EW~~ 51
~~8.3.2 Szenario 2 und 3: Auslastung 750 EW bzw. 999 EW~~ 51
9 Quellen- und Literaturverzeichnis 52
10 Anlagenverzeichnis 55

Die Gutachten bzw. Leistungen des/r Autors/en dürfen nur für den konkret vertraglich vereinbarten Verwendungszweck genutzt werden. Weitergehende oder andere Verwertungen dieser Leistungen als zum Zeitpunkt des Auftrages dem Auftragnehmer (AN) bekannt war, bedürfen der Absprache und schriftlichen Zustimmung durch den AN. Eine Verwertung abweichend von der ursprünglich vorgesehenen Verwertung einer Leistung beeinflusst den Wahrheitswert und kann eine andere Untersuchungsmethodik erfordern sowie den Untersuchungsumfang unmittelbar und grundsätzlich beeinflussen. Liegt keine nachweisbare Abstimmung mit dem AN bei weitergehender Verwertung der Leistungen des AN vor, kann keine Gewährleistung übernommen werden. Eine weitergehende Verwertung der Leistungen des Sachverständigen als jeweils konkret vereinbart wurde, ist auch aus Gründen des Urheberschutzes ohne weiteres nicht statthaft.

1 Aufgabenstellung

Im Ablauf der Teichkläranlage werden ab und zu die Überwachungswerte beim BSB_5 überschritten. Vermutet wird, dass neben einem Sauerstoffdefizit auch eine ungenügende Durchströmung die Ursache sein könnte.

Gegenstand des vorliegenden Gutachtens ist also die Lösung folgender Aufgaben

- Kalkulation des aktuellen Sauerstoffeintrages durch die grobblasige Belüftung mit den Primärdaten
  - el. Leistung des Gebläses für die Belüftung
  - Einblastiefe
  - ggf. Volumenstrom
  - ggf. Gebläsekennlinie
- Kalkulation des natürlichen Sauerstoffeintrages der Becken 1 und 2
- Kalkulation des erforderlichen Sauerstoffeintrages mit den Primärdaten nach dem Arbeitsblatt DWA-A 201 - Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Abwasserteichanlagen und nach
  - Zulauffracht (anaerobes Vorbecken und kein Mischwasserzulauf)
  - Teichflächen
  - Wassertiefe
  - differenziert in einer Szenario-Matrix
    - Szenario 1: aktuelle Auslastung 500 EW
    - Szenario 2: Auslastung 750 EW
    - Szenario 3: Ausbaugröße 999 EW
  - Unterszenarien
    - nach Beckentiefe lt. Planung
    - und abzüglich des sedimentierten Überschussschlammes (Messungen des VKWA Salzwedel) in Becken 1 und 2 zur Kalkulation der Leistung
- Bewertung der geplanten Änderung der Oberfläche des Beckens 1 durch Strömungslenker für die bessere Bewirtschaftung
- ggf. Vorschlag zur stufenweisen Ausrüstung der Sauerstoffeintragseinrichtungen zur besseren Bedarfsanpassung:
  - Szenario 1: aktuelle Auslastung 500 EW
  - Szenario 2: Auslastung 750 EW
  - Szenario 3: Ausbaugröße 999 EW

Die Arbeit beginnt mit einer Vorstellung und Beschreibung der aktuellen Technologie der Kläranlage Wallstawe um dann zu einer Bewertung der Ablaufkonzentrationen überzuleiten. Schwerpunkte dieses Kapitels sind BSB_5 - Überwachungswertüberschreitung die sich aus dem Anhang 1 der Abwasserverordnung ergeben und eine Verschärfung der Überwachungswerte. Interessant sollte für den

Leser auch das Argument sein, dass bei Wahrheit der Prämissen[1] mit Gewissheit die eigentliche Ursache der Überwachungswertüberschreitung unsachliche Regelungen im Wasserrecht sind. Mit dieser Feststellung endet das Fachgebiet der Abwasserbeseitigung. Beseitigt werden kann die unwissenschaftliche Doktrin nur durch politische oder rechtliche Entscheidungen. All das überschreitet die Möglichkeiten einer Unteren Wasserbehörde. Wird diese Aufgabe aber nicht gelöst, dann wird nicht nur gegen das Sparsamkeitsprinzip verstoßen, sondern auch das Lenkungsprinzip des Abwasserabgabengesetzes wird aufgehoben.

Damit ist klar, dass alles, was der Verband kommunaler Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Salzwedel unternimmt, um die Häufigkeit der Überwachungswertüberschreitungen zu minimieren[2], eine wasserwirtschaftliche Fehlinvestition ist, weil es dafür keine sachliche Begründung gibt.

Es ist unwahrscheinlich, dass eine Wasserbehörde vom Anhang 1 der Abwasserverordnung abweichen darf auch wenn es dafür eine sachliche Begründung gibt. Deshalb werden in den entsprechenden Kapiteln des Gutachtens technische Lösungen erörtert, um den Wirkungsgrad der Kläranlage Wallstawe in überdurchschnittlicher Weise - auch wenn es wasserwirtschaftlich unnötig ist – weiter zu erhöhen.

Da es zu beobachten war, dass Abwasserteichkläranlagen stillgelegt wurden, weil sie angeblich nicht Stand der Technik seien, wurde in einigen Abschnitten auf den Wert derartiger natürlicher Klärverfahren eingegangen, die diese Anlagen für konkrete Tierarten haben. Zu wasserwirtschaftlichen Fehlern bei der Bewertung von Abwasserteichkläranlagen ist es deshalb gekommen, weil ein Merkmal des Standes der Technik völlig unbeachtet blieb: die Verhältnismäßigkeit nämlich. Die Folge in diesen Fällen war die Entwertung von Kommunaleigentum.

Zudem erschien es im Rahmen der vorliegenden Arbeit notwendig, einige Ausführungen über die Reinigungsvorgänge in Abwasserteichkläranlagen darzulegen, um dann daran anknüpfend Optimierungsansätze zu entwickeln. Genutzt wurden dazu hauptsächlich Forschungsarbeiten des Herrn Prof. Uhlmann[3].

Das Kapitel „Gewässergüte und Artendiversität“ im Vorfluter lenkt die Aufmerksamkeit des Leser auf die Tatsache, dass BSB_5 , CSV, N oder P keinesfalls Schadstoffe sind[4]. Insofern kann Zurückhaltung bei einem Schadensurteil eine kluge Entscheidung sein.

Aufgabe war es, die Lösungen für Frachtszenarien zu skizzieren. Die Primärdaten dafür sind im Kapitel 5 zu finden. Die Volumenkalkulationen mittels einer speziellen Software des Institutes für Wasserwirtschaft Halbach sind der Anlage 4 zu entnehmen. Die Ergebnisse stehen im Kapitel 5.

Die Kalkulation der erforderlichen Wasserspiegelfläche bei natürlicher Belüftung und die Szenarien des Sauerstoffeintrages sind den Kapiteln 6 und 7 zu entnehmen.

Lösungsvorschläge zur weiteren Optimierung der Anlage findet der Leser im Kapitel 8.

Unterlagen, die zum Nachvollziehen der Arbeit erforderlich sind, aber den Textfluss stören würden, sind dem Gutachten als Anlagen beigefügt.

---

[1] hier insbesondere ein niedriger Abwasserzulauf von im Mittel nur 26 m³/d

[2] korrespondierend mit einer Frachtreduktion im Anlagenablauf

[3] Professor i.R. für Hydrobiologie an der Technischen Universität Dresden, Mitglied der Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, stellv. Sekretar der Math.-naturwiss. Klasse 14.12.1990 bis 14.10.1994

[4] Es handelt sich bei N und P um Nährstoffe.

2 Beschreibung der aktuellen Technologie der Kläranlage Wallstawe

Die Kläranlage Wallstawe ist eine Teichkläranlage

- mit einem anaeroben Vorbecken 1 (Foto 1)
- einem weiteren Vorbecken 2 mit einer feinblasigen Belüftung (~~Foto 10~~ auf Seite 40)
- und zwei nachgeschalteten natürlich belüfteten Teichen Foto 3 und Foto 4

Ein Lageplan ist der Anlage 1 zu entnehmen.

Foto 1: Anaerobes Vorbecken (bezeichnet in [1] als Vorbecken 1)

Foto 2: Ablauf des technisch belüfteten Teiches

Im technisch belüfteten Teich war zum Zeitpunkt der Begehung am 04.07.2016 augenscheinlich eine harmlose Eutrophierung wohl durch eine nicht benthische[5] Algenspezies[6] zu beobachten.

[5] also im freien Wasser, nicht festsitzend

[6] Blutregenalge oder Rotalge?

Foto 3: Natürlich belüfteter Teich (bezeichnet in [1] als Teich 1)

Foto 4: Natürlich belüfteter Teich (bezeichnet in [1] als Teich 2)

3 Ausgewählte Vor- und Nachteile einer Abwasserteichanlage

Dieses Kapitel hat die Aufgabe, den Wert und Nutzen einer Abwasserteichkläranlage für konkrete Tiere in Erinnerung zu rufen. Die Vergangenheit zeigte, dass Abwasserteichkläranlagen allzu oft technischen Kläranlagen weichen mussten, nur weil sie angeblich nicht Stand der Technik sind, oder weil sie hin und wieder die Überwachungswerte überschritten.

Fakt ist: Abwasserteichkläranlagen sind Stand der Technik.

Bei bekannten Fehlbewertungen in der Vergangenheit wurde regelmäßig ignoriert, dass ein notwendiges Merkmal des Standes der Technik die Verhältnismäßigkeit ist und Abwasserteichkläranlagen sind äußerst verhältnismäßig.

Konsequenz war bei solchen Fehlentscheidungen regelmäßig nicht nur die Entwertung von Kommunaleigentum, sondern auch die Verhinderung der höchst rationellen Nutzung oft abgeschriebener kommunaler Anlagen.

3.1 Artenvielfalt in und an Abwasserteichen

Abwasserteichanlagen, seien sie nun technisch oder natürlich belüftet, haben zahlreiche Vorteile.

In einer Landschaft, die von der industriellen Landwirtschaft[7] geprägt ist, stellen sie einzigartige Biotope von besonders hohem Schutzwert dar.

Das Foto 8 veranschaulicht, dass das Natürliche in der Landschaft in der Umgebung von Wallstawe selten geworden ist.

Nährstoffeinträge in die Gewässer von der ausgeprägten industriellen Landwirtschaft lassen jene von kommunalen Kläranlagen unbedeutend erscheinen. Das ist eine Tatsache, die allerdings nicht immer akzeptiert wird.

Vor diesem Hintergrund ist die Teichkläranlage Wallstawe zu bewerten.

Die Artenvielfalt der Tiere an und in Teichkläranlagen ist erstaunlich. Dazu liegen für den Fall der Teichkläranlage Nordgermersleben (3 Teiche + ein Nebenteich) Untersuchungen der ornithologischen Arbeitsgemeinschaft Haldensleben e.V. vor. Bemerkenswert ist, dass diese Anlage für die ornithologische Arbeitsgemeinschaft Haldensleben e.V.[8] so reizvoll war, dass sie dort im Jahr einige Wochenenden verbrachte, um die Artenvielfalt der Teiche zu studieren.

Das Ergebnis dieser unentgeltlichen Studien ist der Tabelle 1 - ein erstaunlicher Nachweis der Artenvielfalt an diesen Abwasserteichen - zu entnehmen. Andererseits ist es auch wieder nicht erstaunlich, wenn man bedenkt, dass sich unser Verständnis von einer „aufgeräumten“ Natur meist auf Sauberkeit und klares Wasser reduziert, ohne zu begreifen, dass sauberes Wasser geradezu tödlich für viele Tierarten ist.

Häufig ist es so, dass „unreines“ Wasser eine wichtige Futterquelle für Jungfische darstellt, wie nicht nur das Foto 7 beweisen möge.

Markant war für die Teichkläranlage Nordgermersleben neben dem Vorkommen der Wechselkröte (Foto 5) auch der Besuch seltener Seeschwalben (Foto 6), den ich persönlich erlebte.

[7] z. B. Zuckerrüben-, Mais-, Rapsfelder und Windkraftwerke bis zum Horizont…

[8] Veröffentlichung vom Landkreis Börde/Amt für Umweltschutz gefördert

Foto 5: Wechselkröte (aus Russland; Nominatform, Bildquelle: https://de.wikipedia.org/)

Foto 6: Weißflügelseeschwalben auf dem Abwasserteich in Nordgermersleben (HALBACH / BRENNECKE [20])

Teichnummerierung durch die ornithologische Arbeitsgemeinschaft Haldensleben e.V	beobachtete Tierart	Bemerkungen
Vögel		
I (nicht durchflossener Teich am FND Witter Schacht = Weißer Schacht)		spielt im Rahmen des Gutachtens keine Rolle

II (Schönungsteich ("Ökoteich" mit Röhricht bewachsen, hier der meiste Bruterfolg, nicht eingezäunt)	Zwergtaucher	brüten
	Teich- und Bläßhühner, Wasserrallen	häufig
	Teichrohrsänger	2007 mehrere Paare
	Drosselrohrsänger	2005 1 Paar
	Stare, Rauchschwalben	Schlafplätze für Jungvögel
	Höckerschwan	Brutplatz

III (Nachklärteich)	Brandgänse mit Bruterfolg (11 Junge)	2006
	mindestens 5 Paare Stockenten (1 Ente mit Jungen = 1 Schof) gesamt auf allen Teichen!	2007
	Reiherenten u. a. Entenvögel	Balz, mögliche Bruten
	Teich- und Bläßhühner	brüten hier seltener
	Limicolen (Schnepfenvögel), Insel???	rasten auf Schlammbänken
	Zwergtaucher	brüten hier seltener

IV (1) (belüfteter Teich, 1. Abschnitt)	Bläßhuhn Brutplatz	IV (1) und IV (2) belüfteter Teich, wird im Winter ständig besucht, da er nicht zufriert
IV (2) (belüfteter Teich 2. Abschnitt)	vor Veränderungen erster/einziger Brutplatz der Bartmeise im Ohrekreis	
	Rohrweihe früher	einst viele Jahre Brutplatz
Sonstige Tierarten		
I	Wechselkröten	Grünfrösche, Erdkröten, Prädatoren (Organismus, der einen anderen, noch lebenden Organismus oder Teile von
II		
III	Wechselkröten	
IV		
Leitlinienfunktion der Teiche I bis IV (Tal, N-S-Richtung, Deckung einst besser)		

Tabelle 1: Auszug aus dem Ergebnisprotokoll von BRENNECKE [21]

Foto 7: Jungfische am Auslauf einer Teichkläranlage

Foto aus Urheberrechtsgründen entfernt.

Foto 8: Landwirtschaftlich geprägtes Gebiet um Wallstawe (Luftbild: https://www.google.de/maps)

3.2 Gewässergüte und Artendiversität[9] im Vorfluter

BSB_5, Stickstoff und Phosphor werden wasserrechtlich grundsätzlich als Schadstoffe betrachtet, trotzdem die wissenschaftliche Ökologie sie als Futter bzw. Nährstoffe definiert. Der CSB, der eigentlich ein Sauerstoffverbrauch ist, der nur im Labor vorkommt und nur dort gemessen werden kann und nicht auf ein Gewässer übertragen werden darf, ist ohne weiteres kein Beweismittel für das Vorliegen eines Gewässerschadstoffes (Halbach [31]).

Zwischen der Nährstoffbelastung eines Gewässers, der Artenvielfalt sowie Populationsdichte gibt es nun einen interessanten, aber kaum beachteten Zusammenhang.

Nach einer persönlichen Information des Ökologen Herrn Prof. Reichholf steigt mit zunehmender Gewässergüte zunächst die Artendiversität an, erreicht bei III-II ein Maximum und nimmt dann wieder (stark) ab, falls GKL I erreicht werden sollte.

„Der Rückgang in die andere Richtung zu GKL IV ist weniger stark ausgeprägt, aber begleitet von einer massiven Zunahme der Individuenmenge bzw. dem Lebendgewicht der Organismen pro Flächeneinheit (als Maß für die Produktivität). Nur bei starkem Sauerstoffschwund oder in Zusammenhang mit Vergiftungsvorgängen sinkt die Produktivität der eutrophen Gewässer. Sonst ist sie maximal. In früheren Zeiten war dieser Zusammenhang unter den so genannten „Thienemann'schen Gesetzen" in der Limnologie bekannt, aber von den zugrunde liegenden Ursachen nicht verstanden worden. Allgemeine Angaben hierzu sind zum Beispiel in ODUM, E. P. & J. H. REICHHOLF (1980): Ökologie. BLV München, enthalten. Es gibt eine Menge Detailanalysen hierzu in der limnologischen Literatur. Der Schüler Hans UTSCHICK des Herrn Prof. Reichholf hat das u. a. auch in seiner Diplomarbeit und Dissertation für die Wasservögel ausgearbeitet und publiziert in den Ornithol. Verhandlungen 22 (1976): 395 - 438 & Bd. 23 (1980): 273 - 345." REICHHOLF [22]

Insofern ist die übliche pauschale Bewertung des Phosphors und Stickstoffs als Schadstoff allein nach seiner Konzentration fragwürdig. Erstens, weil nicht die Konzentration, sondern die Dosis das Kriterium für eine Schädlichkeit ist und zweitens, weil es keinen Ökosystemschaden durch diese Nährstoffe geben kann. Ökosysteme entziehen sich einer ökologischen Bewertung. Bewertet werden können nur die Lebensbedingungen für konkrete Tiere oder Pflanzen innerhalb von Ökosystemen[10].

Kleine Gewässer - wie z. B. die Abwasserteiche - zeichnen sich durch eine relativ geringe Tiefe aus. Da viele Wasservögel ihre Nahrung vornehmlich im Litoral[11] durch Gründeln aufnehmen, steht die gesamte Fläche für die Nahrungsaufnahme zur Verfügung und stellt somit einen guten Lebensraum für viele Wasservögel dar.

Daneben trägt die gute Durchmischung zu einer hohen Produktivität und damit zu einem reichhaltigen Nahrungsangebot bei.

---

[9] Vielfalt

[10] *„Der Charakter der Ökologie wird vollständig verkannt oder mißachtet. Denn die Ökologie war immer eine analysierende Wissenschaft und niemals eine bewertende. Sie analysiert die Interaktionen der Organismen untereinander und mit ihrer Umwelt. Sie kennt folglich keinen „guten" oder „schlechten" Zustand eines Ökosystems."* STEINBERG [32]

[11] Ufer, Küstenzone

UTSCHICK [24] beobachtete an bayrischen Seen, dass je stärker eutrophiert ein Stillgewässer ist, desto größer ist die Dichte der Wasservögel. Dies gilt allerdings nur solange, wie die Produktivität des Gewässers steigt. Bei Hypertrophierung[12] lässt die Produktivität nach und auch die Anzahl der Wasservögel verringert sich.

Im Falle der Untersuchungen von UTSCHICK [24] wurde das Optimum an Artendiversität bei einem mesotrophen[13] Gewässer festgestellt.

Nach verschiedenen Maßnahmen zur Gewässerreinhaltung ist nach UTSCHICK [24] und dem WASSERWIRTSCHAFTSAMT MÜNCHEN [25] die Population ohne Verzögerung sofort zurückgegangen. Von dem Rückgang waren vor allem die Wasservögel betroffen, die sich von Organismen im Schlamm ernähren.

Selbst bei den Tauchern, wie dem Haubentaucher, war in stärker eutrophierten Seen eine höhere Dichte an Tieren beobachtet worden, als bei weniger eutrophen Gewässern. Dies liegt vor allem daran, dass sich mit steigender Trophiestufe[14] die Fischzusammensetzung zu Ungunsten der Edelfische ändert und mehr Weißfische auftreten, welche die Hauptnahrungsquelle für die Taucher darstellen.

Die rein herbivoren[15] Arten gingen allerdings mit steigender Trophiestufe in ihrem Anteil an der Gesamtwasservogelzahl zurück.

Es bleibt also festzuhalten, dass je eutrophierter ein Gewässer ist, desto mehr (bezogen auf die Dichte) Wasservögel kann dieses Gewässer ernähren. Dies gilt allerdings nur solange, wie auch die Produktivität des Gewässers steigt. Bei sinkender Produktivität sinkt dann auch die Dichte der Wasservögel wieder.

Bezogen auf die Artendiversität - also die Vielfalt - ist mit steigender Trophierung eine sinkende Diversität zu verzeichnen.

Insgesamt wurde das Optimum beim mesotrophen Stillgewässer festgestellt.

Ein übermäßiger Gewässerschutz ist deshalb nachteilig für die Artenvielfalt und die Anzahl der Tiere einer Art.

Es ist eine Tatsache, dass eine gewisse „Verunreinigung“ der Gewässer mit Nährstoffen für die Artenvielfalt und für viele Tiere durchaus auch ein guter Gewässerzustand sein kann, den sie mit häufigen Besuchen, Bruterfolgen oder als Gäste honorieren.

Eine Wasserbehörde hat jedoch für Berücksichtigung dieser ökologischen Tatsachen kein wasserrechtliches Ermessen und so kann es sein, dass im selben Umweltamt eine Artenvielfalt gefördert und zugleich verhindert wird.

[12] Das gilt nur in Bezug auf organische Stoffe. Bei toxischen Stoffen reicht eine geringere Dosis, um die Anzahl der Wasservögel an einem Gewässer zu verringern. (Trophie = Zufuhr von Nährstoffen)

[13] stehende Gewässer mit mittlerer Nährstoffbelastung und Produktivität

[14] In der Limnologie bezeichnet Trophierung die Zufuhr von Nährstoffen in Gewässer. Nach dem Gehalt an organischen und anorganischen Nährstoffen teilt man im Trophiensystem Gewässer in verschiedene Trophiestufen ein. Das Trophiensystem wird üblicherweise zur Klassifizierung von stehenden Gewässern angewandt. (Wikipedia)

[15] Pflanzenfresser

3.3 Ökologie hintereinander geschalteter Teiche

Zur Ökologie hintereinander geschalteter Teiche wird auf das Fachbuch von RÖSKE und UHLMANN[16] [8] verwiesen. Folgend einige Auszüge aus dem Kapitel:

- *„Da sich in Teichen sehr schnell eine thermische oder sogar chemische Schichtung ausbildet, entstehen erhebliche vertikale Dichtedifferenzen. Sie führen dazu, dass das Wasser im Sommer bei Windstille nur in einer seiner eigenen Temperatur bzw. Dichte entsprechenden dünnen Schicht durch den Teich strömt und dadurch die tatsächliche Verweilzeit des Wassers u. U. weniger als 10 % der theoretischen Verweilzeit entspricht. Dieser Schichtung können nur eine nennenswerte nächtliche Abkühlung oder eine gute Windexposition entgegenwirken. Glücklicherweise spielen beide Faktoren normalerweise eine wesentliche Rolle."*
- *„Ein hydraulischer Oberflächenkurzschluss bildet sich hingegen bei fehlender Durchmischung im Winter aus, wenn die Temperatur des zufließenden Wasser um 3 bis 4°C höher ist als die des Teichwassers."*
- *„Bei einer Unterteilung der Gesamtfläche in mindestens drei Teiche verbessern sich die hydraulischen Bedingungen wesentlich, d. h. der verfügbare Reaktionsraum wird besser genutzt; dies entspricht mehr den Bedingungen einer Kaskade von Rührkesseln."*
- *„Aber auch für die Nutzung der Selbstreinigungsprozesse ist eine Unterteilung des Reaktionsraumes im Längsverlauf sehr wichtig. Wirklich effektiv sind die photosynthetische Belüftung einerseits und die Biofiltration andererseits, wenn sich das Klarwasserstadium auf die letzte Stufe einer Kaskade von hintereinander geschalteten Teichen beschränkt."*
- *„Diese im Längsverlauf einer Teichkaskade erkennbare Sukzession von unterschiedlichen Ernährungstypen resultiert daraus, dass sich von Stufe zu Stufe die BSB_5-Raumbelastung verringert, und die unempfindlichsten Organismen in der Stufe der höchsten Belastung, d. h. im anaeroben Vorbecken, dominieren."*

3.4 Die teilweise Unberechenbarkeit der Natur als Nachteil

Nachdem nun der Wert von Abwasserteichanlagen erörtert wurde, wird im Folgenden begründet, dass die Ablaufkonzentrationen von Abwasserteichanlagen nicht sicher berechenbar sind. Das heißt, auch bei aller Sorgfalt kann es vorkommen, dass Überwachungswerte schuldlos überschritten werden und das kann bei niedrigen spezifischen Abwassermengen - wie im Gliederungspunkt 4.2.2 dargelegt - häufig der Fall sein.

Typisch ist auch, dass Abwasserteichanlagen äußerst reaktionsträge sind. Für den Fall, dass das Verfahren oder die Bauweise geändert wird, kann es ein halbes, ein dreiviertel Jahr oder länger dauern, bis sich am Ablauf eine Reaktion zeigt.

Abwasserteichanlagen, auch wenn sie technisch belüftet werden, sind in Bezug auf ihre Ablaufkonzentrationen nicht sicher berechenbar.

[16] Prof. Uhlmann verfügt über langjähriges Spezialwissen von der Funktion und Wirkung von Abwasserteichen, wie seine zahlreiche Veröffentlichungen darüber beweisen mögen.

Bei der Nutzung biologischer Prozesse, wie z. B. bei der industriellen Bierherstellung hat man es mit definierten Ausgangsprodukten bekannter Qualität und bekannter Toleranzen zu tun. Aufwändige Steuerungen, Regelungen und hochtechnisierte Anlagen garantieren, dass die biologisch/physikalischen Prozesse planmäßig und berechenbar verlaufen. Bedeutende Abweichungen von der gewünschten Endqualität sind die Ausnahme.

Anders bei den Abwasserteichanlagen. Der technische Sauerstoffeintrag ist oft zwar kein Problem, aber die Stoffwechselgeschwindigkeit (die Reduzierung des BSB_5) ist multikausal und komplex, wobei hier angenommen werden soll, dass die Teichgestaltung optimal ist:

- Wassertemperatur
- Wind
- Sonneneinstrahlung
- Biomasse an Phytoplankton (Foto 9)
- Biomasse an Zooplankton
- Laubfall
- $P_{ges.}$-Rezirkulation und damit Sauerstoffreduktion
- mehr oder weniger starke Fäulnis im abgesetzten Schlamm
- ggf. Nährstoffeintrag durch Blaualgen

Auch wenn es Bemessungsregeln für Abwasserteiche gibt, bedeutet dies nicht, dass ihre Natur immer berechenbar ist.

Foto 9: Phytoplankton (u. a. Grünalgen) auf dem Teich 2 in der Nähe des Ablaufes

Abwasserteiche sind Anlagen, in denen Stoffwechselprozesse (Baustoffwechsel, Betriebsstoffwechsel) neben physikalischen Prozessen (Flotation, Sedimentation) ablaufen. Siehe hierzu Abbildung 1.

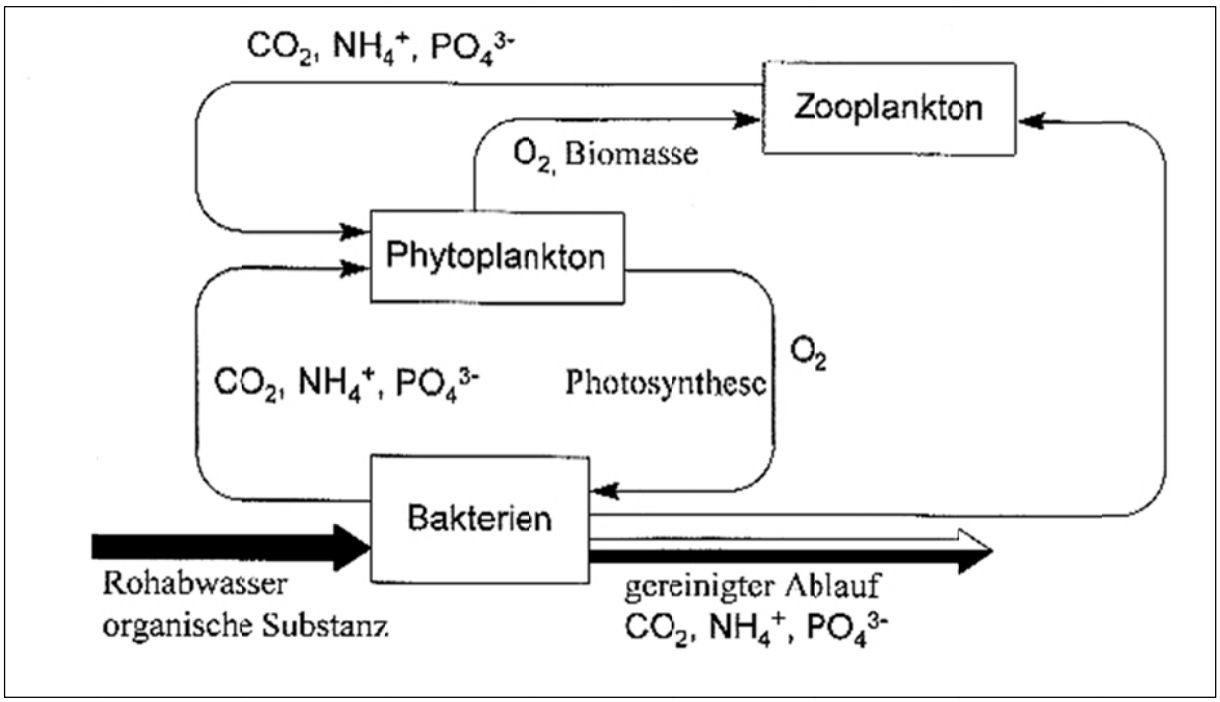

Abbildung 1: Schema intrabiozönotischer Wechselbeziehungen in natürlich belüfteten Abwasserteichen - Quelle: RÖSKE und UHLMANN [8]

Wind, Sonne, Eis, die Wassertemperatur sind einige Faktoren, die Einfluss auf den biologischen Abbau, der anaerob, aerob und simultan anaerob-aerob verläuft.

Dazu kann es auch zu einer Selbstverschmutzung der Anlage kommen, indem z. B. Blaualgen einen zusätzlichen Stickstoff- und Kohlenstoffeintrag verursachen.

Im Herbst und Winter gelangen N, P und C durch Fäulnis der im Sommer gebildeten Algen in die Lösung (Foto 9).

Biozönosen in natürlich belüfteten Abwasserteichen werden in Abbildung 1 veranschaulicht. Durch die schrittweise Reduktion der Raumbelastung infolge einer Teichkaskade mit Totzonenminimierung kann es nach RÖSKE und UHLMANN [8] aber schließlich im letzten Teich zur Bildung von Zooplankton und deshalb zu einem klaren Ablauf kommen (siehe auch Abbildung 2).

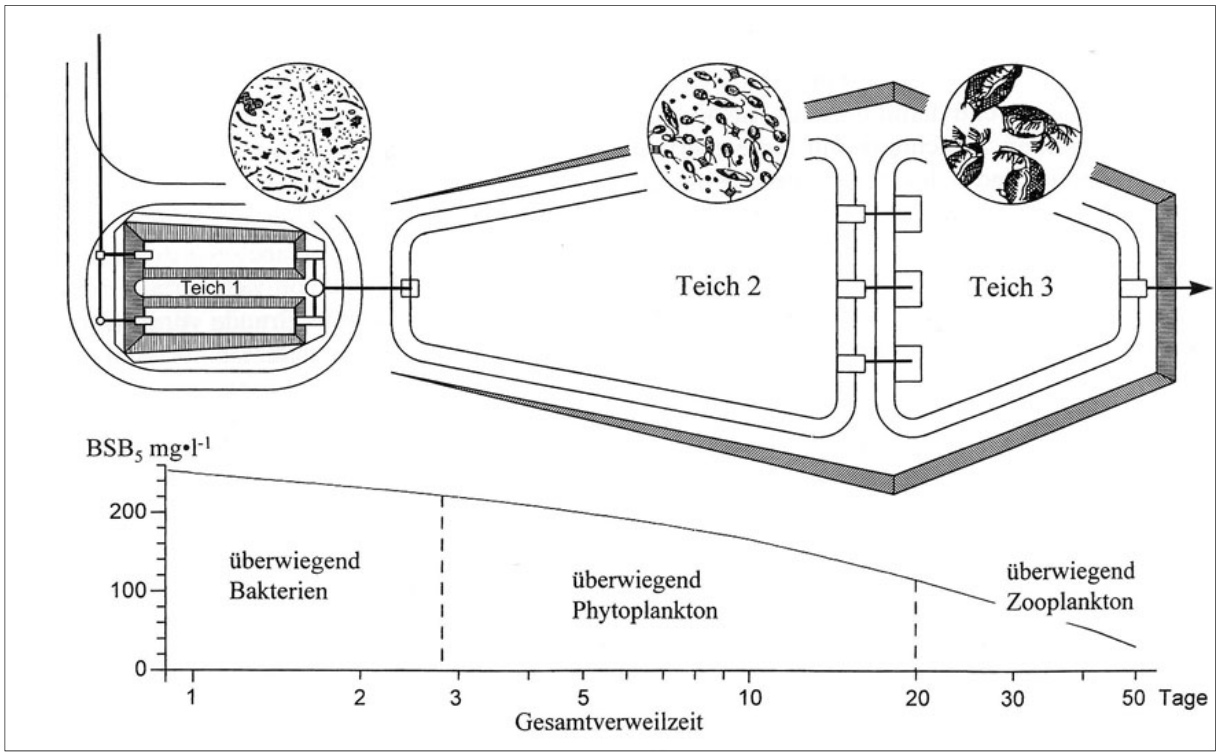

Abbildung 2: Biozönosen in natürlich belüfteten Abwasserteichen - Quelle: RÖSKE und UHLMANN [8]

4 Bewertung der Ablaufkonzentrationen

4.1 Überwachungswertüberschreitung und Anhang 1 der Abwasserverordnung

Die Bewertung der Ablaufkonzentrationen folgt aus der wasserrechtlichen Erlaubnis und diese auch aus den Mindestanforderungen nach Anhang 1 der Abwasserverordnung.

In der wasserrechtlichen Erlaubnis [5] wurden die Mindestanforderungen um zwei Parameter verschärft (Tabelle 3). Die Verschärfung ist nicht nachvollziehbar, weil die konkrete Begründung[17] fehlt.

Nach Anlage 2 und den Aufzeichnungen im Betriebstagebuch 2015 und 2016 von Januar-August [27] wurden folgende BSB_5-Überwachungswertüberschreitungen festgestellt:

Datum	Ergebnis	Überschreitung	
11.02.2015	50 mg/l	10 mg/l	25%
03.03.2015	68 mg/l	28 mg/l	70%
09.04.2015	57 mg/l	17 mg/l	43%
08.07.2015	64 mg/l	24 mg/l	60%
01.03.2016	56 mg/l	16 mg/l	40%
Mittelwert	59 mg/l	19 mg/l	48%

Tabelle 2: Überschreitungen des BSB_5-Überwachungswertes

[17] Eine konkrete Begründung wäre z. B. Schutz eines naheliegenden Trinkwasserbrunnens, Muschelschutz, schützenswertes Hyporheal. Abstrakte Verschärfungen sind auch dann unzulässig, wenn die industrielle Landwirtschaft von analogen Schutzauflagen zugleich unberührt bleibt. (Diskriminierungsverbot, Verstoß gegen das Sparsamkeitsprinzip). Es wäre auch zu prüfen und zu bewerten, was denn die Verschärfung der NH^{4+}-N und $P_{ges.}$-Ablaufkonzentrationen außer zusätzlichen Betriebskosten (jährlich einige Hundert Euro) an Vorteilen für konkrete Tierarten am oder im Gewässer gebracht hat.

Proben nach Größenklassen (GKL) der Abwasserbehandlungsanlagen					Chemischer Sauerstoffbedarf	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen	Ammonium-stickstoff	Stickstoff, gesamt, als Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff	Phosphor, gesamt
GKL	BSB_5 (roh)		bezogen auf Einwohner (E)		CSB	BSB_5	NH_4-N	N_{ges}	P_{ges}
	von	bis	von	bis	Qualifizierte Stichprobe oder 2-Std.-Mischprobe				
	kg/d		1 E = 60 g BSB_5		mg/l				
1	2	3	4	5	6	7	8	8	10
GKL 1	0	60	0	1000 E	150	40	–	–	–
GKL 2	>60	300	>1.000 E	5000 E	110	25	–	–	–
GKL 3	>300	600	>5.000 E	10000 E	90	20	10	–	–
GKL 4	>600	6.000	>10.000 E	100.000 E	90	20	10	18	2
GKL 5	>6.000		>100.000 E		75	15	10	13	1
TKA Wallstawe (Größenklasse 1)			*aktuelle Verschärfung nach [5]*		*150*	*40*	*40*		*10*
					0%	*0%*	*unendlich*		
			Mindestanforderungen		*150*	*40*	*-*		
(Zur besseren Veranschaulichung um einige Spalten ergänzt. Anforderungen natürlich nicht geändert!)									

Tabelle 3: Mindestanforderungen nach Anhang 1 der Abwasserverordnung und Verschärfung der Überwachungswerte

Das mag zwar in dem Zeitraum wenig erscheinen. Vor dem Hintergrund der geringen Anzahl der BSB_5-Proben ist es durchaus denkbar, dass mit Erhöhung der Probenahmeintensität Überschreitungen häufiger registriert würden.

Die Überschreitung eines Überwachungswertes ist einerseits ein Straftatbestand der unerlaubten Gewässerverschmutzung. Andererseits sind die folgenden Erörterungen der wasserwirtschaftlichen Konsequenzen vielleicht aufschlussreich, denn sie relativieren die Konsequenzen der Überschreitungen nachvollziehbar und bislang fehlt ein konkreter Schadensbeweis. So ist nach Gliederungspunkt 4.2 ein Gewässerschaden durch eine Überschreitung des BSB_5-Überwachungswertes eine Fiktion, weil die BSB_5-Ablauffracht trotz Überschreitung des BSB_5-Überwachungswertes deutlich reduziert wurde. Ursache ist hier die Unterschreitung der spezifischen Bemessungsabwassermenge durch das Wassersparen.

Abgesehen davon lassen sich aus der Überwachungswertüberschreitung des BSB_5 ohne weiteres keine Schäden konstruieren. So ist z. B. eine gewisse Überwachungswertüberschreitung des BSB_5 im Winter bei einer Wassertemperatur von beispielsweise 5 °C aus 4 Gründen für das Gewässer meist belangloser als im Sommer:

Erstens gibt es einen „Messfehler“ von 27 % zwischen dem Abbau unter Laborbedingungen bei 20 °C und jenen in der Natur von z. B. 5 °C. Das heißt, Ergebnisse, die unter Laborbedingungen gewonnen wurden, sind oft nicht ohne weiteres auf die Natur übertragbar.

Zweitens verläuft die durchschnittliche Zehrung bis zum nahezu vollständigen Abbau im Winter viel langsamer, weil die biologischen Prozesse viel langsamer ablaufen. Während ein BSB_5 von z. B. 50 mg/l im Sommer nach schätzungsweise 20 Tagen beinahe sein Abbauende mit einem BSB_{20} = 72,4 mg/l gefunden hat, wird das Abbauende bei 5 °C erst nach 40 Tagen erreicht. Damit ist auch die stündliche Zehrung erheblich geringer.

Drittens ist die Sauerstoffsättigungsgrenze im Winter um 40 % größer. Damit löst sich auch mehr Sauerstoff im Wasser. Bei 20 °C lösen sich im Sommer 9,08 mg O_2/l und im Winter sind es bei z. B. 5 °C 12,75 mg O_2/l. Sinkt die Wassertemperatur auf 1 °C ab, dann beträgt die Sauerstoffsättigungskonzentration 14,64 mg O_2/l. Im Verhältnis zum „lauwarmen 20°C-Wasser“ im Hochsommer beträgt der Löslichkeitsunterschied 61 %.

Viertens ist die biologische Aktivität in der Natur bei 5 °C nur halb so groß, wie in dem 20 °C warmen Brutschrank. Das heißt, eine BSB_5-Überschreitung von z. B. 10 mg/l bedeutet bei 5 °C eine Zehrung von 0,02 mg O_2/lh. In der Zeit (2 + 5 Tage) kann die Probe schon (überspitzt) in der Nordsee sein, ehe das Zehrungspotential auch nur annähernd so wirken kann, wie es nach dem Laborergebnis sein könnte.

Analog wäre die Betrachtung für den Sommer anzustellen. Was passiert konkret im Sommer?

Nun, bei 50 % Überschreitung des BSB_5-Überwachungswertes z. B. bekommen die Fische mehr zu fressen (Foto 7, Seite 10).

Vor gut 10 Jahren notierte der deutsche Zoologe, Evolutionsbiologe und Ökologe Prof. Reichholf:

„Ist es gerechtfertigt, den Rückgang von Großmuscheln, Libellen, Fischen und anderen Tieren der Gewässer in den Roten Listen zu beklagen, wenn eine der Hauptursachen, in unserer Zeit, die wahrscheinlich bedeutendste überhaupt, im Natur- und

Umweltschutzziel des sauberen Wassers liegt? Wir können nicht all diesen Tieren die Nahrung wegnehmen und dann darüber klagen, dass sie seltener werden." [22]

Mit diesen Ausführungen sollte in Erinnerung gerufen werden, dass die üblichen Bewertungen im Rahmen des Anhangs 1 der Abwasserverordnung, konkret also des CSB, BSB_5, NH_4-N, NO_3-N oder des P_{ges} zwar gesetzlich richtig, aber natürlich[18] abstrakt sind. Sie beruhen auf zu Gesetz erhobenen Fiktionen, denen meist außerdem die wissenschaftliche Grundlage fehlt. Siehe hierzu „Gewässergüte und Artendiversität im Vorfluter" im Kapitel 3.2. Auf weiteres wasserwirtschaftliches Grundlagenwissen im Einzelnen einzugehen, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

4.2 Wasserrecht als eigentliche Ursache der Überwachungswertüberschreitung

4.2.1 Behauptung

Ursache der Überwachungswertüberschreitung im vorliegenden Fall sind einige unwissenschaftliche, unlogische Regelungen im Wasserrecht[19].

Die wasserrechtlich abstrakte Kläranlagenüberwachung, losgelöst von konkreten hydrobiologischen und ökologischen Gesetzen führt dazu,

- dass wasserrechtliche Urteile paradox werden bzw. ein Dilemma verursachen.
- dass die Abwasserabgabe als Lenkungsinstrument versagt und sogar in die falsche Richtung lenkt.
- dass Abwasserbeseitigungspflichtige wegen Überwachungswertüberschreitungen bestraft werden, obwohl sie bei hinreichend geringem Abwasseranfall nachweislich und tatsächlich oft sogar die Abwasserfracht trotz Überwachungswertüberschreitung reduzieren.

Die zweite Ursache der Überwachungswertüberschreitungen kann also ein spezifischer Abwasseranfall sein, wenn er deutlich unter der spezifischen Bemessungsabwassermenge (150 l/Ed) liegt[20].

Da Wassersparen kaum als Argument einer Gewässerverschmutzung gültig ist, bleibt als relevante Ursache ein falsches, unlogisches, aber gesetzlich verbindliches Bewertungsverfahren einer unerlaubten Gewässerverschmutzung übrig.

Zudem sind Überwachungswertüberschreitungen bei Teichkläranlagen recht häufig.

Einer Untersuchung des Landesamtes für Umweltschutz - Fachbereich 2 (Sachsen-Anhalt) zufolge, überschritten 20 % der Ablaufmessungen von natürlich belüfteten Abwasserteichen den Überwachungswert von 40 mg BSB_5/l. Siehe dazu Diagramm 1.

[18] Naturgesetze

[19] Hintergrund war und ist eine bequeme Rationalisierung bei der Kläranlagenüberwachung, die in der Konsequenz aber zu erheblichen zusätzlichen Kosten und Schäden bei den Abwasserbeseitigungspflichtigen führte und führt. Das ist nicht neu. Das vorliegende Gutachten veranschaulicht das Durcheinander nur in einem Fall.

[20] Ähnliche Beobachtungen werden auch zunehmend bei der Überwachung von Kleinkläranlagen gemacht bei denen ein zu geringer Abwasseranfall (<< 150 l/Ed) ebenfalls zur Überschreitungen der Überwachungswerte führen kann.

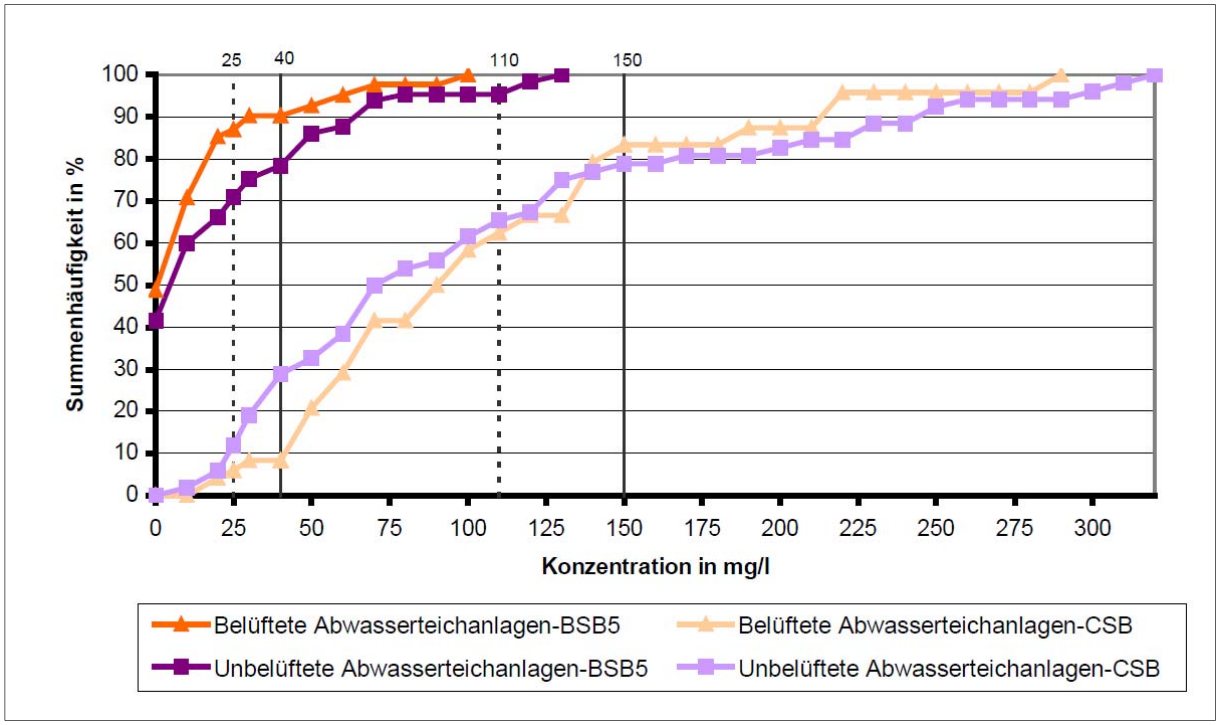

Diagramm 1: Ergebnisse der behördlichen Überwachung 2004 [23]

4.2.2 Erklärungen zur Begründung eines logischen Mangels im Wasserrecht

4.2.2.1 Naturgesetz von Dosis und Wirkung - Gesetz von Paracelsus

Kein System hat einen Wirkungsgrad von 100 %. Auch biologische Systeme nicht.

Angenommen Kläranlagen haben einen Wirkungsgrad (schon die Fracht des Überschussschlammes abgezogen) von 95 %, dann gelangt die Restfracht, hier von 5 %, in den Vorfluter.

Die Konzentration im Ablauf muss dann zwangsläufig in dem Maße steigen wie die Abwassermenge sinkt. Dazu ein Beispiel:

Ausgetragen wird bei einer 500 EW-Teichkläranlage eine Fracht von 3 kg BSB_5/d. Wird die Bemessungsabwassermenge von 150 l/Ed (75 m³/d) eingehalten, dann beträgt die Ablaufkonzentration 40 mg BSB_5/l[21]. Sinkt nun die Abwassermenge von 150 l/Ed auf 60 l/Ed (30 m³/d), dann beträgt die Ablaufkonzentration bei gleicher Fracht 100 mg BSB_5/l und überschreitet damit den Überwachungswert.

Das am Ende die Konzentration und Fracht tatsächlich nicht so hoch ausfällt liegt daran, dass bedingt durch die längere Verweilzeit die Fracht von 3 kg BSB_5/d zusätzlich reduziert wird.

[21] 40 mg/l = 3.000.000 mg / 75 000 l

Diese eigentlich simplen Zusammenhänge werden im Wasserrecht nicht berücksichtigt und verknüpfen Bewertungen, die auf Konzentrationsgrenzwerten beruhen, mit dem Zufall[22].

4.2.2.2 Erklärung nach Uhlmann

Die Formeln, nach denen Abwasserteiche berechnet werden (DWA-A 201 [30] oder Uhlmann [10]) beruhen auf Empirie.

Es handelt sich dabei um Beobachtungen oder Ablaufmessungen in der Praxis, wobei angenommen wurde, dass die Ergebnisse (Ablaufkonzentrationen) die Konsequenz von Zulaufeigenschaften (Wassermenge, Fracht) und Teicheigenschaften (Größe, Geometrie) sind.

Ergebnisse, die mit den Formeln der DWA-A 201 [30] oder von Uhlmann [10]) gewonnen wurden, sind also nicht wahr oder falsch, sondern nur mehr oder weniger wahrscheinlich oder unwahrscheinlich.

Damit ist klar, dass eine Teichkläranlage, die nach dem Stand der Technik dimensioniert und errichtet wurde, durchaus hin und wieder aus natürlichen Gründen eine Überschreitung von Überwachungswerten verursachen kann, ohne dass dafür dem Anlagenbetreiber Vorhaltungen zu machen sind.

Dieser Fakt zeigt sich auch beim Vergleich der Ergebnisse, die mit den Berechnungen nach der DWA-A 201 [30] oder die mit einem wissenschaftlichen und sicher auch präziseren Formelwerk von Uhlmann [10] gewonnen wurden.

Beide Berechnungen beruhen auf einer Empirie. Das Werk von Uhlmann [10] erlaubt zudem die Berücksichtigung der Wassertemperatur, der Abwassermenge und kalkuliert die BSB_5-Ablaufkonzentration und erscheint präziser zu sein, als die Berechnungen nach der DWA-A 201 [30].

<u>Kalkulation für 500 EW</u>

Bei der Bemessung nach der DWA (~~Tabelle 14~~, Seite 38) werden für 500 EW 4.400 m² Wasseroberfläche benötigt.

Wird dagegen genauer nach UHLMANN [10] kalkuliert, dann wird schon die Flächenbelastung bei einer Abwassertemperatur im Teich von 21 °C nach der DWA-A 201 [30] in Tabelle 4 mit 7,4 E/m² (Soll = 8 E/m²) unterschritten.

Fällt die Abwassertemperatur im Teich auf 10 °C, dann ist mit einer Überschreitung des Überwachungswertes zu rechnen (Tabelle 5, Seite 24).

Eine Überschreitung des Überwachungswertes wird in diesem Beispiel durch die Erhöhung des spezifischen Abwasseranfalls auf 200 l/Ed vermieden (Tabelle 6).

[22] Es lag und liegt sicher nicht im Sinne des Gesetzgebers, Frachtreduzierungen im Kläranlagenablauf zu bestrafen. Aber bei der Gesetzgebung wurden diese Zusammenhänge nicht beachtet. Ein Widerspruch besteht darin, dass einerseits der Bau und Betrieb von Kläranlagen nach dem Stand der Technik gefordert wird, aber andererseits bei der Leistungsbewertung von Kläranlagen das Wirken bekannter Naturgesetze (Gesetz der Dosis von Paracelsus) nicht beachtet oder genutzt werden darf. Damit werden wasserwirtschaftlich Fehlinvestitionen wegen gesetzlicher Mängel verursacht. Die Konsequenz ist, dass der Staat in solchen Fällen bei Abwasserbeseitigungspflichtigen Kosten verursacht, die tatsächlich völlig unnötig sind. Konkret werden z. B. vollfunktionsfähige Kläranlagen entwertet oder Anlagestufen errichtet, die bei vernünftiger Bewertung der Kläranlagen nach wissenschaftlichen sachlichen Grundlagen nicht erforderlich wären.

Konstanten und Primärdaten

Überwachungswert		40	mg BSB5/l
Zahl der Einwohner, deren Abwasser behandelt wird		500	E
spezifische Abwassermenge	q	52	l/Ed
Fremdwasserantall im Trockenwetterfall	QF24	5	%
Einwohnergleichwert nach der Vorklärung (1 EGW ländlicher Raum = 54 g BSB5/Ed), gerechnet mit 40 g		40	g/Ed
Anzahl der hintereinander geschalteten Teiche	n	3	
mittlere Teichtiefe	t	1,2	
Raumbelastung BR, gewählt		4,5	g BSB5/m²d
Wassertemperatur T, gewählt		21,0	°C

Ergebnisse

BSB5 im Ablauf des letzten Teiches	S	39	mg BSB5/l
Anlagenreserve bzw. -sicherheit		3	%
Flächenbelastung	BA	7,4	m²/E
Teichvolumen	V	4.444,44	m³
Wasseroberfläche der "n"-Teiche	A	3.703,70	m²
mittlere Verweilzeit	t*	162,80	Tage

Kalkulation der Abmessungen

Programmierung: Uwe Halbach, 17.10.2007

Zwischenergebnisse

Abbaukonstante nach Prof. Uhlmann und Dr. Schwarz	K1	0,031	d-1
Substratkonzentration nach der Vorklärung	S0	733	mg BSB5/l
Schmutzwassermenge	Qs	26,00	m³/d
Gesamter Abwasserzulauf	Qd	27,30	m³/d
Zulauffracht nach der Vorklärung	LBiologie	20,00	kg BSB5/d

Literatur und Rechenweg:

Röske, I.; Uhlmann, D..
Biologie der Wasser- und Abwasserbehandlung
Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 2005

Tabelle 4: Kalkulation mit 21 °C, 52 l/Ed und ca. 4.400 m² Wasseroberfläche

Konstanten und Primärdaten

Überwachungswert		40	mg BSB5/l
Zahl der Einwohner, deren Abwasser behandelt wird		500	E
spezifische Abwassermenge	q	52	l/Ed
Fremdwasserantall im Trockenwetterfall	QF24	5	%
Einwohnergleichwert nach der Vorklärung (1 EGW ländlicher Raum = 54 g BSB5/Ed), gerechnet mit 40 g		40	g/Ed
Anzahl der hintereinander geschalteten Teiche	n	3	
mittlere Teichtiefe	t	1,2	
Raumbelastung BR, gewählt		4,5	g BSB5/m²d
Wassertemperatur T, gewählt		10,0	°C

Ergebnisse

BSB5 im Ablauf des letzten Teiches	S	72	mg BSB5/l
Anlagenreserve bzw. -sicherheit		-79	%
Flächenbelastung	BA	7,4	m²/E
Teichvolumen	V	4.444,44	m³
Wasseroberfläche der "n"-Teiche	A	3.703,70	m²
mittlere Verweilzeit	t*	162,80	Tage

Kalkulation der Abmessungen

Programmierung: Uwe Halbach, 17.10.2007

Zwischenergebnisse

Abbaukonstante nach Prof. Uhlmann und Dr. Schwarz	K1	0,022	d-1
Substratkonzentration nach der Vorklärung	S0	733	mg BSB5/l
Schmutzwassermenge	Qs	26,00	m³/d
Gesamter Abwasserzulauf	Qd	27,30	m³/d
Zulauffracht nach der Vorklärung	LBiologie	20,00	kg BSB5/d

Literatur und Rechenweg:

Röske, I.; Uhlmann, D..
Biologie der Wasser- und Abwasserbehandlung
Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 2005

Tabelle 5: Kalkulation mit 10 °C, 52 l/Ed und ca. 4.400 m² Wasseroberfläche

Konstanten und Primärdaten

Überwachungswert		40	mg BSB5/l
Zahl der Einwohner, deren Abwasser behandelt wird		500	E
spezifische Abwassermenge	q	200	l/Ed
Fremdwasseranfall im Trockenwetterfall	QF24	5	%
Einwohnergleichwert nach der Vorklärung (1 EGW ländlicher Raum = 54 g BSB5/Ed), gerechnet mit 40 g		40	g/Ed
Anzahl der hintereinander geschalteten Teiche	n	3	
mittlere Teichtiefe	t	1,2	
Raumbelastung BR, gewählt		4,5	g BSB5/m²d
Wassertemperatur T, gewählt		10,0	°C

Ergebnisse

BSB5 im Ablauf des letzten Teiches	S	39	mg BSB5/l
Anlagenreserve bzw. -sicherheit		1	%
Flächenbelastung	BA	7,4	m²/E
Teichvolumen	V	4.444,44	m³
Wasseroberfläche der "n"-Teiche	A	3.703,70	m²
mittlere Verweilzeit	t*	42,33	Tage

Kalkulation der Abmessungen

Programmierung: Uwe Halbach, 17.10.2007

Zwischenergebnisse

Abbaukonstante nach Prof. Uhlmann und Dr. Schwarz	K1	0,049	d-1
Substratkonzentration nach der Vorklärung	S0	190	mg BSB5/l
Schmutzwassermenge	Qs	100,00	m³/d
Gesamter Abwasserzulauf	Qd	105,00	m³/d
Zulauffracht nach der Vorklärung	LBiologie	20,00	kg BSB5/d

Literatur und Rechenweg:

Röske, I.; Uhlmann, D..
Biologie der Wasser- und Abwasserbehandlung
Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 2005

Tabelle 6: Kalkulation mit 10 °C, 200 l/Ed und ca. 4.400 m² Wasseroberfläche

Es genügt in der Tabelle 7 die Abwassermenge von 60 l/Ed auf 40 l/Ed zu reduzieren, damit in Tabelle 8 die Ablaufkonzentration von 40 auf 42 mg BSB_5/l steigt.

Man erkennt also nach UHLMANN [10]: Die Wahrscheinlichkeit von Überwachungswertüberschreitungen sinkt mit steigender Wassertemperatur und steigender spezifischer Abwassermenge (auch Niederschläge) bzw. im Umkehrschluss:

Die Wahrscheinlichkeit von Überwachungswertüberschreitungen steigt mit sinkender spezifischer Abwassermenge und sinkender Abwassertemperatur.

Prämisse ist hier eine mathematische Funktion beruhend auf Messungen.

Konstanten und Primärdaten

Überwachungswert		40	mg BSB5/l
Zahl der Einwohner, deren Abwasser behandelt wird		500	E
spezifische Abwassermenge	q	60	l/Ed
Fremdwasseranfall im Trockenwetterfall	QF24	0	%
Einwohnergleichwert nach der Vorklärung (1 EGW ländlicher Raum = 54 g BSB5/Ed), gerechnet mit 40 g		40	g/Ed
Anzahl der hintereinander geschalteten Teiche	n	3	
mittlere Teichtiefe	t	1,2	
Raumbelastung BR, gewählt		1,7	g BSB5/m²d
Wassertemperatur T, gewählt		10,0	°C

Ergebnisse

BSB5 im Ablauf des letzten Teiches	S	40	mg BSB5/l
Anlagenreserve bzw. -sicherheit		1	%
Flächenbelastung	BA	**19,6**	m²/E
Teichvolumen	V	11.764,71	m³
Wasseroberfläche der "n"-Teiche	A	9.803,92	m²
mittlere Verweilzeit	t*	392,16	Tage

Kalkulation der Abmessungen

Programmierung: Uwe Halbach, 17.10.2007

Zwischenergebnisse

Abbaukonstante nach Prof. Uhlmann und Dr. Schwarz	K1	0,012	d-1
Substratkonzentration nach der Vorklärung	S0	667	mg BSB5/l
Schmutzwassermenge	Qs	30,00	m³/d
Gesamter Abwasserzulauf	Qd	30,00	m³/d
Zulauffracht nach der Vorklärung	LBiologie	20,00	kg BSB5/d

Literatur und Rechenweg:

Röske, I.; Uhlmann, D..
Biologie der Wasser- und Abwasserbehandlung
Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 2005
ISBN: 3-8252-8300-3 (UTB Bestellnummer)

Tabelle 7: Kalkulation mit 10 °C, 500 EW ergibt ≈ 11.800 m² Wasseroberfläche

Konstanten und Primärdaten

Überwachungswert		40	mg BSB5/l
Zahl der Einwohner, deren Abwasser behandelt wird		500	E
spezifische Abwassermenge	q	40	l/Ed
Fremdwasseranfall im Trockenwetterfall	QF24	0	%
Einwohnergleichwert nach der Vorklärung (1 EGW ländlicher Raum = 54 g BSB5/Ed), gerechnet mit 40 g		40	g/Ed
Anzahl der hintereinander geschalteten Teiche	n	3	
mittlere Teichtiefe	t	1,2	
Raumbelastung BR, gewählt		1,7	g BSB5/m²d
Wassertemperatur T, gewählt		10,0	°C

Ergebnisse

BSB5 im Ablauf des letzten Teiches	S	42	mg BSB5/l
Anlagenreserve bzw. -sicherheit		-5	%
Flächenbelastung	BA	**19,6**	m²/E
Teichvolumen	V	11.764,71	m³
Wasseroberfläche der "n"-Teiche	A	9.803,92	m²
mittlere Verweilzeit	t*	588,24	Tage

Kalkulation der Abmessungen

Programmierung: Uwe Halbach, 17.10.2007

Zwischenergebnisse

Abbaukonstante nach Prof. Uhlmann und Dr. Schwarz	K1	0,010	d-1
Substratkonzentration nach der Vorklärung	S0	1.000	mg BSB5/l
Schmutzwassermenge	Qs	20,00	m³/d
Gesamter Abwasserzulauf	Qd	20,00	m³/d
Zulauffracht nach der Vorklärung	LBiologie	20,00	kg BSB5/d

Literatur und Rechenweg:

Röske, I.; Uhlmann, D..
Biologie der Wasser- und Abwasserbehandlung
Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 2005
ISBN: 3-8252-8300-3 (UTB Bestellnummer)

Tabelle 8: Kalkulation mit 10 °C, 500 EW ergibt ≈ 11.800 m² Wasseroberfläche

Im Übrigen wird bei der DWA-A 201 [30] unterstellt, dass die Flächenbelastungen auch für den Winter genügen. Das scheint aber nach UHLMANN [10] nicht der Fall zu sein. Die Teiche deshalb größer zu bemessen, wäre unverhältnismäßig und deshalb nicht wasserwirtschaftlich. Eine Kalkulation mit 10 °C und 500 EW ergibt nach Tabelle 7 bzw. Tabelle 8 ≈ 11.800 m² Wasseroberfläche!

4.2.2.3 Erklärung durch die Bemessungsabwassermenge

Nun könnte es ja sein, dass die Bemessung der Teichkläranlagen auch für niedrigere Abwassermengen gilt. Das könnte nach der DWA-A 201 von 2011 [30] auch tatsächlich der Fall sein, denn dieses Werk gilt scheinbar für alle spezifischen Abwassermengen.

Diese Überlegung ist aber falsch, denn die Anlagenbemessung (z. B. spezifische Flächenbelastungen) hat sich wenigstens seit 1989 [29] nicht geändert und damals galt eine Bemessungsabwassermenge.

Zum Zeitpunkt als empirisch der Wirkungsgrad von Abwasserteichkläranlagen festgestellt wurde, lag im ländlichen Raum der Abwasseranfall - bedingt durch einen hohen Trinkwasserverbrauch - bei maximal 110…150 l/Ed. Beweis: z. B.: Randolf 1974 ([28], Seite 18)

Dem heute nicht mehr gültigen Arbeitsblatt DWA-A 201 vom Oktober 1989 [29] ist zu entnehmen:

"Bei der Bemessung von Abwasserteichanlagen ist in der Regel von folgenden Richtwerten auszugehen:

Spezifische BSB_5-Fracht *60 g BSB_5 /Ed*

Schmutzwasseranfall: *150 l/Ed*

Fremdwasser ist nach örtlichen Gegebenheiten zusätzlich einzubeziehen."

Angaben zur Dimensionierung technisch belüfteter Teiche (Raumbelastung $\leq$ 25 g/m³d) oder für natürlich belüftete Teiche, z. B. Flächenbelastung $\geq$ 10 m²/E haben aber sich seit 1989 nicht verändert.

Beweis: Arbeitsblatt DWA-A 201, vom Oktober 1989 [29] und die korrigierte Fassung vom Dezember 2011 [30]

Die Bemessungen im Regelwerk für Abwasserteichkläranlagen (korrigierte Fassung vom Dezember 2011 [30]) gelten also für eine spezifische Abwassermenge in einer Höhe von 150 l/Ed!

Das ist Stand der Technik wenigstens seit 1989 [29].

4.2.2.4 Vergleich der TKA in Bayern mit ausgewählten in Sachsen-Anhalt

Interessant ist nun, dass der Autor einer Masterarbeit (FRANCKE [26]) mit einem anderen Ansatz (man kann sagen nach Paracelsus) hinsichtlich der Wassermenge zum gleichen Ergebnis kommt. Hintergrund war die Beobachtung, dass bayrische TKA die Ablaufwerte sicherer einhalten als sachsen-anhaltinische Teichkläranlagen.

Vergleiche dazu Diagramm 2 und Diagramm 3.

FRANCKE [26]:

„Die Darstellung der emittierten Frachten von 85 Teichkläranlagen zeigen, dass der reale Stoffaustrag der Anlagen aus Sachsen-Anhalt nicht überdurchschnittlich hoch ist und daher von den Anlagen keine erhöhte Gefährdung für die Gewässer ausgeht."

Ein Beweis mehr, dass es kontraproduktiv ist, die Funktion von Kläranlagen nach der Höhe von Ablaufkonzentrationen zu bewerten.

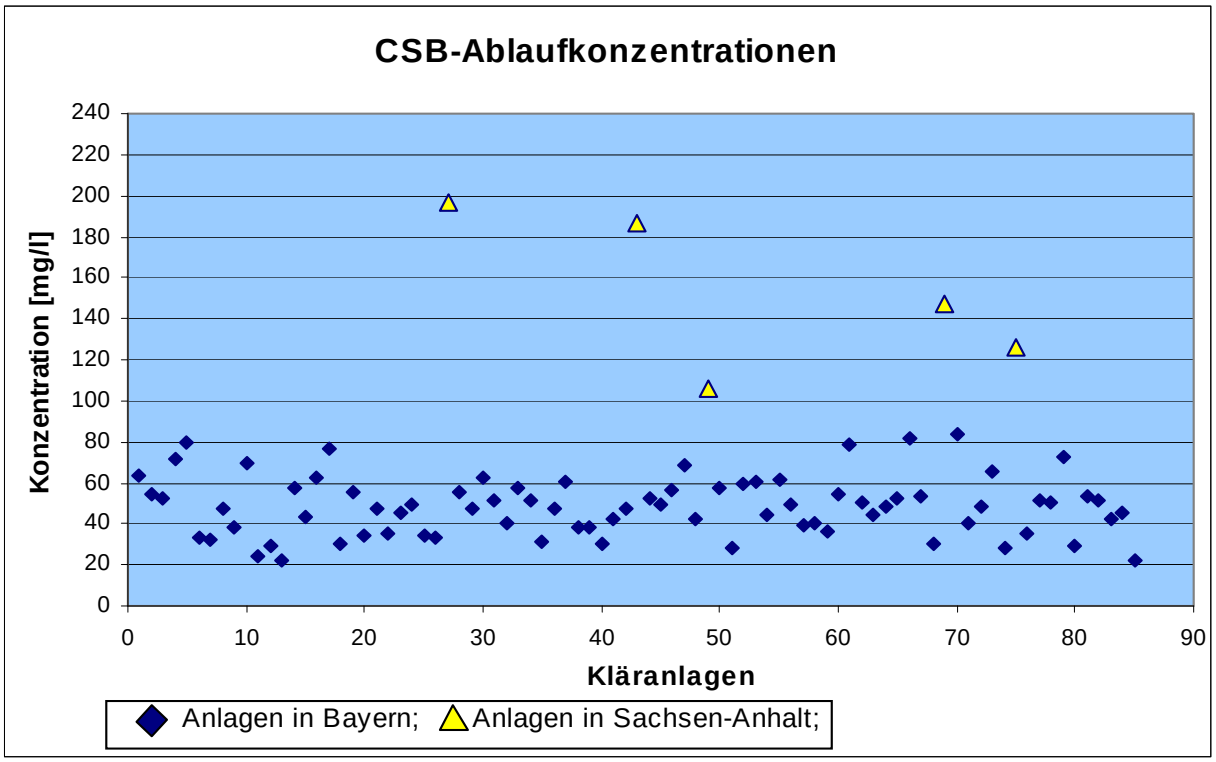

Diagramm 2: CSB-Ablaufkonzentrationen von 85 Teichkläranlagen (aus Sachsen-Anhalt und Bayern) FRANCKE [26]

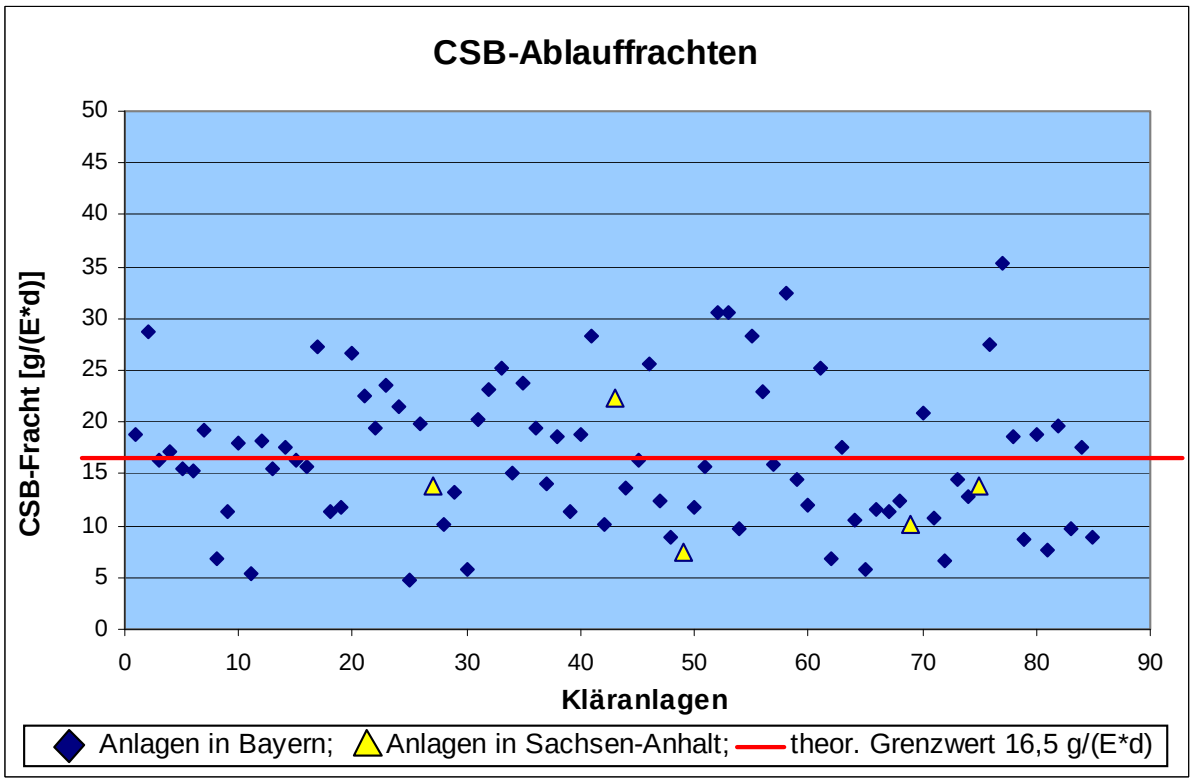

Diagramm 3: CSB-Ablauffrachten von 85 Teichkläranlagen (aus Sachsen-Anhalt und Bayern) FRANCKE [26]

4.2.3 Konsequenzen der Reduzierung der Ablauffracht in der Praxis

In dem Fall, dass die spezifische Abwassermenge im Zulauf zudem ≥ 150 l/Ed betragen würde, dann stiege bei 500 E die Abwassermenge auf 75 m³/d und die gesetzlich zulässige Fracht betrüge bei einer angenommenen Ablaufkonzentration von z. B. ≤ 40 mg BSB_5/l dann ca. ≤ 3 kg BSB_5/d.

Es wäre also im Fall der TKA Wallstawe gesetzlich legitim, Frachten deutlich größer als ≥ 3 kg BSB_5/d abzuleiten.

Angenommen nun, die Teichkläranlage Wallstawe hätte bei einer tatsächlichen Abwassermenge von 26 m³/d den Überwachungswert jeden Tag, z. B. um 50 %, also mit 20 mg BSB_5/l überschritten (Ablaufkonzentration = 60 mg BSB_5/l), dann würde damit eine Fracht von 1,6 kg BSB_5/d[23] in den Vorfluter eingetragen.

Die BSB_5-Fracht, die in diesem Beispiel unter der falschen Annahme einer täglichen Überschreitung des Überwachungswertes um 20 mg BSB_5/l reduziert wird, ist ≈ 47 % niedriger als bei Einhaltung des Überwachungswertes bei der Bemessungsabwassermenge!

Ein weiteres Beispiel: Unter der falschen Annahme, dass es nicht täglich, sondern nur an 25 % aller Tage zur Überschreitung des Überwachungswertes um 20 mg BSB_5/l kam und dass sonst die Ablaufwerte bei 40 mg BSB_5/l lagen, resultiert bei einer tatsächlichen Abwassermenge von 26 m³/d eine tägliche durchschnittliche Fracht von ≈ 1,2 kg BSB_5/d und daraus eine Frachtreduktion von ≈ 60 %!

Es ist absurd, dass die Reduktion der Fracht eines Überwachungswertes - der ja angeblich Schaden verursachen soll - um 60 % tatsächlich zu einem Gesetzesverstoß[24] führt und zudem dem Verband noch ein Strafgeld (zusätzliche Abwasserabgabe) verursacht.

2015 kam es im Falle der Überschreitung der Überwachungswerte bei der Abwassereinleitung in das Gewässer zu einer erheblichen Senkung der Abwasserfracht[25].

Alles aber, was der Verband kommunaler Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Salzwedel unternimmt, um die Häufigkeit der Überwachungswertüberschreitungen zu minimieren[26], ist eine wasserwirtschaftliche Fehlinvestition, weil es dafür keine sachliche Begründung gibt. Man darf also auch darüber nachdenken, ob denn erhebliche Investitionen zur Umgehung eines beweisbaren wasserrechtlichen Paradoxons nicht gegen das Sparsamkeitsprinzip verstoßen, zu dessen Einhaltung ja der Staat und die Kommunen wohl verpflichtet sind?

4.2.4 Lösungsvorschlag

Der Gesetzgeber, oder wer auch immer das Wasserrecht anzuwenden hat, steht nun vor einem Dilemma: Entweder Kläranlagen werden künftig nach wissenschaftlichen Anforderungen (ablauffrachtdeterminiert) überwacht oder Abwasserteichkläranlagen

[23] 0,06 kg BSB_5 /m³ * 26 m³/d

[24] Straftatbestand der unerlaubten Gewässerverschmutzung

[25] Schaut man sich bei Akzeptanz der dargelegten Tatsachen die „Überschreitungen" der Überwachungswerte Tabelle 2 auf Seite 10 an, dann müsste die Kläranlage Wallstawe den Titel „Kläranlage mit hervorragender Reinigungsleistung" verpasst bekommen.

[26] korrespondierend mit einer Frachtreduktion im Anlagenablauf

werden für Abwassermengen < 150 l/Ed verboten, weil für diese Abwassermengen die Mindestanforderungen nicht hinreichend sicher eingehalten werden können[27].

Letztere Entscheidung hat – weil neue Kläranlagen dann zu bauen sind - Vorteile für die Bauindustrie, aber wegen der willkürlichen Entwertung von Kommunalvermögen Nachteile für die Kommunen.

Abgesehen davon würde der Gesetzgeber dann gegen sein eigenes Verschlechterungsverbot verstoßen, denn die Stilllegung von Abwasserteichen ist zweifelsfrei eine konkrete Verschlechterung durch Vernichtung eines meist wertvollen und seltenen Ökosystems (siehe Gliederungspunkt 3.1).

Eine Lösung für Abwasserteichkläranlagen könnte eine Anpassung der Überwachungswerte an die spezifische Abwassermenge im Anlagenzulauf sein. Dazu bedarf es wohl einer Gesetzesänderung.

Ausgehend von den Ergebnissen in ~~Tabelle 12~~ wäre im Fall der TKA Wallstawe mit einem Abwasserzulauf von 26 m³/d zu rechnen. Der spezifische Abwasseranfall beträgt dann bei 500 Einwohnern 52 l/Ed.

Unter Beachtung des Gleichheitsprinzips folgt nach Diagramm 4 ein BSB_5-Überwachungswert von 120 mg BSB_5/l für das Gewässer frachtäquivalent zu dem verbindlichen Überwachungswert von 40 mg BSB_5/l.

Grundlage des Diagrammes ist eine Lastkonsequenz im Anlagenablauf bei der Bemessungsabwassermenge von 150 l/Ed kombiniert mit den Mindestanforderungen nach Anhang 1 der Abwasserverordnung in Höhe von

- 22,5 g CSV/Ed[28],
- 6 g BSB_5/Ed.

Die Akzeptanz und Nutzung des Diagrammes durch die Wasserbehörden ist ein kleiner Schritt im Vergleich zu den finanziellen Konsequenzen und weiteren Nachteilen die Zweckverbände oder Kommunen haben werden, um natürliche Klärverfahren dem Wasserrecht anzupassen.

Zur Lösung werden die Überwachungswerte von Abwasserteichkläranlagen in Abhängigkeit der spezifischen Schmutz- und Fremdwassermenge festgelegt.

[27] Beweis: Diagramm 1 und Diagramm 2

[28] 22,5 g CSV/Ed = 0,15 g CSB/l * 150 l/Ed bzw. 6 g BSB_5 /Ed = 0,04 g BSB_5 /l * 150 l/Ed

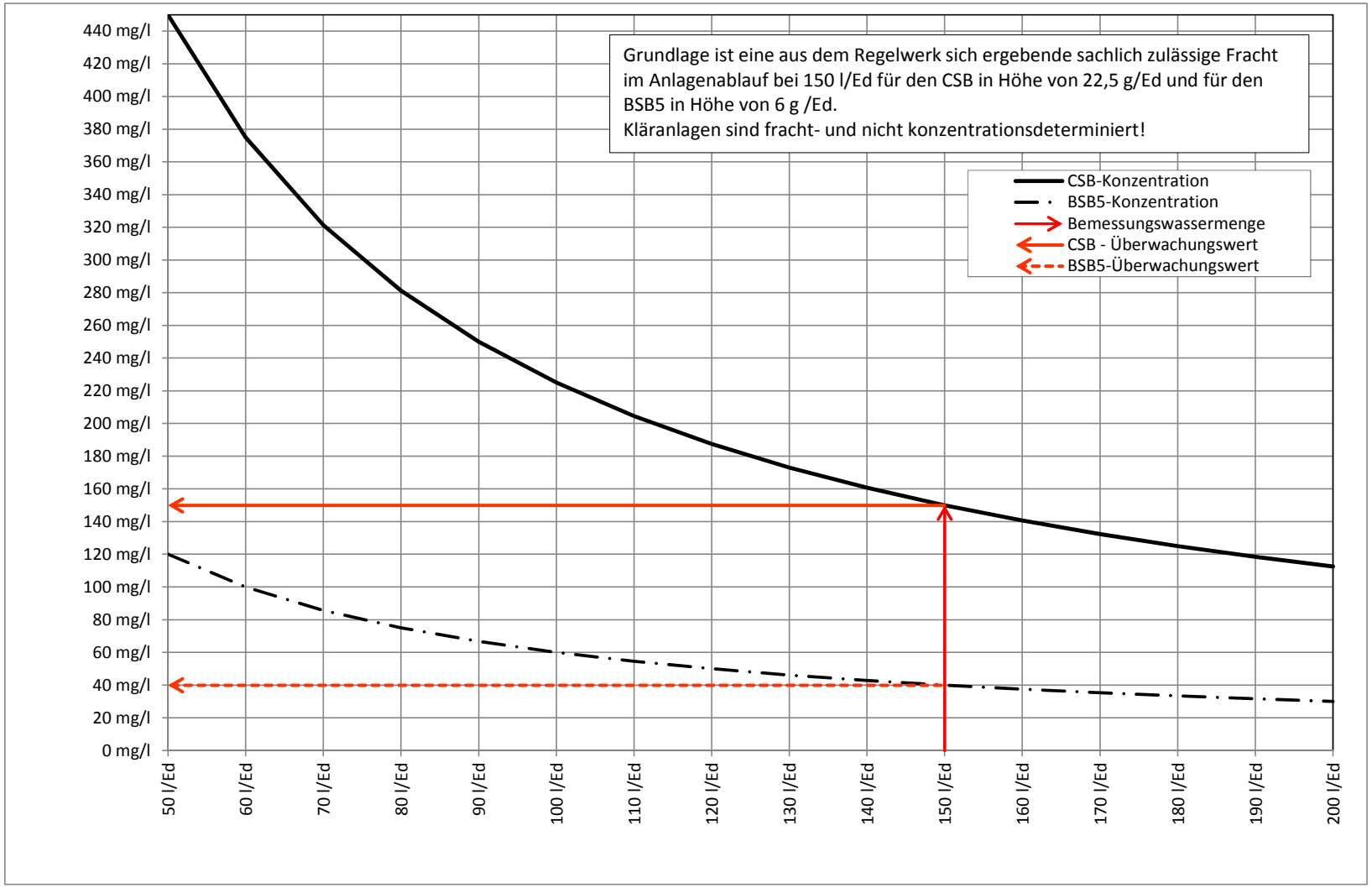

Diagramm 4: Überwachungswerte bei Akzeptanz des technischen Standes und des tatsächlichen Leistungsvermögens

Die Anwendung des Diagrammes ist simpel:

Die durchschnittliche spezifische Jahresschmutzwassermenge (l/Ed) bestimmt den jeweiligen Überwachungswert.

Interessant ist ein neuer Akzent im Wasserhaushaltsgesetz. Von Interesse soll der Kommentar zu § 1 WHG sein:

„Wie in neueren Gesetzen üblich, enthält nun auch das zum 01.03.2010 neu gefasste Wasserhaushaltsgesetz eine ausdrückliche Zweckbestimmung: Zweck dieses Gesetzes ist es, durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen (§ 1 WHG). Daneben blieb aber die bisherige Gesetzesbezeichnung erhalten. Das Wasserhaushaltsgesetz wird also stärker auf den Gewässerschutz ausgerichtet, ohne den Bewirtschaftungsauftrag aufzugeben."
WEKA [35]

Eine Prämisse im § 1 WHG ist also der Schutz des Lebensraumes für Tiere und Pflanzen sowie das Wasser als nutzbares Gut.

Entscheidend ist beim Schutz immer das Konkrete, denn nur dies ist wertbestimmend.

Wenn es also um den konkreten Lebensraum für Tiere und Pflanzen geht, dann wäre - wenn der § 1 WHG [34] tatsächlich von Bedeutung sein soll - die abstrakte und anspruchslose Konzentrationsbewertung des Ablaufes einer Kläranlage aufzugeben, auch weil sie mit Gewissheit nicht dem Technischen Stand - konkret noch nie dem wissenschaftlichen Stand der Hydrologie und Ökologie entsprach und entspricht.

Da es aber eher unwahrscheinlich ist, dass die Wasserbehörde vom Anhang 1 der Abwasserverordnung abweichen und den sachlichen Überlegungen in diesem Kapitel folgen darf[29], werden in den nachstehenden Abschnitten des Gutachtens Lösungen erörtert, um den Wirkungsgrad der Kläranlage Wallstawe in überdurchschnittlicher Weise - auch wenn es wasserwirtschaftlich unnötig ist - zu erhöhen.

[29] selbst wenn es dafür konkrete Gründe gibt

9 Quellen- und Literaturverzeichnis

[1] KA Wallstawe
Bestandsplan mit Luftbildhinterlegung
30.05.2015
VKWA Salzwedel
Blatt 1.1.

[2] KA Wallstawe
Bestandsplan mit Luftbildhinterlegung
30.05.2015
VKWA Salzwedel
Blatt 1.2.

[3] KA Wallstawe
Bestandsplan
30.05.2015
VKWA Salzwedel
Blatt 2.1

[4] KA Wallstawe
Bestandsplan
30.05.2015
VKWA Salzwedel
Blatt 2.2

Bescheid
Wasserrechtliche Erlaubnis

[7] N.N.
Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Abwasserteichanlagen
Arbeitsblatt DWA-A 201,
August 2005

[8] Röske, I.; Uhlmann, D..
Biologie der Wasser- und Abwasserbehandlung
Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 2005

[9] Uhlmann, D.; Recknagel, F.; Sandring, G.; Schwartz, S.; Eckelmann, G.
A new design procedure for waste stabilization ponds
Journal Water Pollution Control Federation (1983) 55(10): 1252-1255

[10] Uhlmann, D.; Schwarz, S.
Erfahrungen mit der Berechnung des Wirkungsgrades von Abwasserteichen
Wasserwirtschaft - Wassertechnik 5 (1985), S. 104-105

[11] Fuchs, L.; Straub, E.; Ebers, T.
Belüftete Abwasserteiche
wwt, April 1998

[12] Halbach, U.
Software zur Optimierung der natürlich belüfteten Abwasserteiche nach UHLMANN [5]
http://www.institut-halbach.de/downloads/

[13] Halbach, U.
Interne Software „abwasser.exe“

[14] Halbach, U.
Stellungnahme und Versuchsplan zur Ertüchtigung der Kläranlage „Schollene“
Gutachten im Auftrag des Trink- und Abwasserzweckverbandes Havelberg
Werdau, 15. Juli 2002

[15] Leonhard, D. und Uhlmann, D.
Abwasserteiche nach wie vor eine Alternative für kleine Anschlussgrößen
Dresdner Berichte (1997) Band 11, Seite 73-101

[20] Brennecke, R.
Avifaunistischer Jahresbericht 2007 Haldensleben
Haldenslebener Vogelkunde-Informationen
26 - 2008 - ornithologische Arbeitsgemeinschaft Haldensleben e.V.

[21] Brennecke, R.
Ergebnisprotokoll „Ornithologische Bewertung der Teichkläranlage Nordgermersleben“
Ornithologische Arbeitsgemeinschaft Haldensleben e.V.
2. Juli 2007

[22] Reichholf, Joseph, H.
Die Zukunft der Arten
C.H. Beck
2. Auflage 2006, S. 63

[23] Abwasserteichanlagen zur kommunalne Abwasserreinigung
Landesamt für Umweltschutz - Fachbereich 2
Sachsen-Anhalt
März 2006

[24] Utschick, H.
Wasservögel als Indikatoren für den ökologischen Zustand von Seen
Verhandlungen der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern
Band 22, Heft 3 / 4, 1976, Seiten 395/438

[25] Wasserwirtschaftsamt München
Der Speichersee und die Abwasserfischteiche - technische Großanlage und „Europareservat“ für Wasservögel
Infoblatt 2/99

[26] Francke, R.
Effizienz von Teichkläranlagen in Sachsen-Anhalt
Zustand, Vorschläge, Perspektiven
Masterarbeit Ingenieurhochschule Magdeburg / Stendal
2003

[27] Düster, M.
Betriebstagebuch 2016 von Januar-August der TKA Wallstawe
übergeben vom VKWA Salzwedel

[28] Randolf, R.
Kanalisation und Abwasserbehandlung
VEB Verlag für Bauwesen Berlin, 1974

[29] N.N.
Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Abwasserteichanlagen
Arbeitsblatt DWA-A 201,
Oktober 1989 (heute nicht mehr gültig)

[30] N.N.
Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Abwasserteichanlagen
Arbeitsblatt DWA-A 201,
Korrigierte Fassung: Dezember 2011

[31] Halbach, U.
CSB - Beweismittel einer Gewässerverschmutzung?
wwt 6, 7-8 und 9/2013

[32] Steinberg, Ch.
Von Mistbienen, Haussperlingen und der EU-Wasserrahmenrichtlinie - eine beabsichtigte Polemik
Wasser & Boden

[33] Uhlmann, D.: Hydrobiologie. VEB Gustav Fischerverlag, 1975

[34] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG))
Zur ersten Änderungsmarkierung vom 31. Juli 2009
(BGBl. I Nr. 51 vom 06.08.2009 S. 2585)
Letzte Änderung: 11. August 2010
WEKA MEDIA GmbH & Co. KG, Römerstraße 4, D-86438 Kissing
Aktualisierung: August 2016