

Facharbeit

aus dem Fach

Chemie

Thema:

Auswirkung von homöopathischen potenzierten Mitteln auf die Reinigungsleistung von Bakterien in der biologischen Reinigungsstufe einer Kläranlage

Verfasser: Thomas Demmel

Leistungskurs: 3C1

Kursleiter: LAss. Gallenberger

Abgabetermin: 26. Januar 2007

Erzielte Note: in Worten:

Erzielte Punkte: in Worten:
(Einfache Wertung)

Abgabe beim Kollegstufenbetreuer am

.....
(Unterschrift des Kursleiters)

Inhaltsverzeichnis

I. Die umstrittene Wirksamkeit der Homöopathie.....	3
II. Auswirkung von homöopathischen Präparaten auf die Reinigungsleistung von Bakterien in der biologischen Reinigungsstufe einer Kläranlage.....	4
1. Kläranlagen allgemein.....	4
1.1. Mechanische Reinigungsstufe.....	4
1.2. Biologische Reinigungsstufe.....	5
1.3. Chemische Reinigungsstufe.....	6
1.4. Grenzwerte.....	8
2. Homöopathie allgemein.....	10
2.1. Ansätze und Anwendungsgebiete der Homöopathie.....	10
2.1.1. Grundsätzliches.....	10
2.1.2. Das Ähnlichkeitsprinzip.....	11
2.1.3. Die Arzneimittelprüfung.....	11
2.1.4. Die Potenzierung.....	11
2.2. Problematiken der homöopathischen Präparate.....	13
2.2.1. Die chemische Sichtweise von homöopathischen Mitteln.....	13
2.2.2. Die wissenschaftliche Nachweisbarkeit der Erfolge von homöopathischen Behandlungen.....	14
3. Praktische Arbeiten und Versuch.....	15
3.1. Versuchsidee.....	15
3.2. Versuchsaufbau, -materialien, -methoden und –verlauf.....	15
3.3. Versuchsauswertung und –diskussion.....	17
3.3.1. PO ₄ -P und o-PO ₄ -P.....	17
3.3.2. CSB.....	19
3.3.3. NO ₃ -N und NH ₄ -N.....	19
3.3.4. pH-Wert.....	20
3.3.5. Mikroskopische Untersuchung des Klärschlammes.....	20
4. Zusammenfassung.....	22
III. Ergebnis.....	23
IV. Danksagungen.....	24
V. Verwendete Literatur.....	25
VI. Anhang.....	27
VII. Selbstständigkeitserklärung.....	45

I. Die umstrittene Wirksamkeit der Homöopathie

Durch die aktuelle Gesundheitsreform sind nicht nur Beitragserhöhungen und Leistungskürzungen in aller Munde. Es geht auch um Medikamente: Preise, Wirkungsweise und Alternativen.

Eine Alternative zur herkömmlichen Behandlung mit Medikamenten ist die Verwendung von homöopathisch potenzierten Stoffen, deren Wirkung jedoch stark umstritten ist.

Dies liegt vor allem an der fehlenden direkten Nachweisbarkeit. So gibt es zwar von den Patienten, denen homöopathische Mittel verabreicht wurden, einige, bei denen sich eine Verbesserung des Zustandes, also theoretisch eine Wirkung, gezeigt hat. Kritiker jedoch berufen sich immer wieder darauf, dass der Wirkstoff so stark verdünnt ist, dass je nach Potenz (Konzentrationsangabe^a) eigentlich nur noch Spuren des Wirkstoffs anstatt der Wirkstoff selbst nachweisbar sind.

Es gibt aber auch viele Fürsprecher der Homöopathie, welche argumentieren, die homöopathische Wirkungsweise beschränke sich nicht nur auf den sogenannten Placebo-Effekt, also einen psychischen Heilungseffekt, sondern würde, je nach Konzentration durch die *Erinnerungen* an bzw. die *Abdrücke* der Wirkstoffmoleküle (bei hohen Potenzen → starke Verdünnung)^b in den Trägersubstanzen oder die Wirkstoffmoleküle (bei höheren Konzentrationen) selbst durchaus eine bestimmte Wirkung auf lebende Organismen haben.

Es existieren viele unabhängige Studien, wobei bisher keine reproduzierbar war und somit die Wirksamkeit von Homöopathika nicht wissenschaftlich bewiesen werden konnte.

Eine dieser Studien beschäftigt sich mit der Auswirkung von homöopathischen Stoffen auf Bakterien im Klärschlamm des Klärwerks. Durchgeführt hat diese Professor Diplom-Ingenieur Eberhard Schädlich aus Würzburg.

Durch seine Versuche kam er zu dem Schluss, dass mittels Zugabe von homöopathischen Stoffen, in diesem Falle Phosphorus©, die Aufnahme der Bakterien von Phosphat angeregt werden kann.

In dieser Facharbeit soll der Versuch^c von Herrn Prof. Schädlich nachvollzogen und seine Ergebnisse und Schlussfolgerungen überprüft werden.

^a s. II.2.1.4 „Potenzen“

^b s. II.2.1.4 „Potenzen“

^c s. IV.1

II. Die Auswirkung von homöopathischen Präparaten auf die Reinigungsleistung von Bakterien in der biologischen Reinigungsstufe einer Kläranlage

1. Auf Grund des Bevölkerungsanstieges und der zunehmenden Belastung durch Industrieabwässer und den damit erforderlichen Hygiene- und Recyclingmaßnahmen, ist auch eine Wiederaufbereitung der Fäkal- und Abwässer nötig geworden.

Zu diesem Zweck gibt es in der Nähe von fast jedem größeren Ort eine Kläranlage, die vielfach von kleineren Städten und Dörfern in der Umgebung mit genutzt wird.

Der Reinigungsvorgang einer solchen Wiederaufbereitungsanlage lässt sich grob in drei Teilbereiche einteilen: Die mechanische, die biologische und die chemische Reinigungsstufe.

1.1 Begonnen wird mit der mechanischen Reinigung des Abwassers, wo zuerst Feststoffe, wie unlösliche Abfälle, Toilettenpapier, tote Tiere, Steine oder ähnliches mechanisch mit Hilfe von einer Art Rechen entfernt werden.

Anschließend müssen, bevor das Abwassergemisch in das Belebtschlammbecken der biologischen Reinigungsstufe (s. II.1.2) geleitet wird, noch Sande, Öle und Fette entfernt werden. Dies geschieht durch die Belüftung des Abwassers von der Seite, so dass ein Wirbel entsteht, der die, sich durch die Belüftung geringer werdende Dichte des Abwassers absetzenden, Materialien nach unten treibt. Das anfallende Material wird anschließend von organischen Stoffen gereinigt und recycelt.

Einige Kläranlagen arbeiten zusätzlich noch mit einem zwischengeschalteten Vorklärbecken, das die letzte mechanische Reinigungsstufe darstellt und durch langsames Umrühren (Fließgeschwindigkeit ca. 1,5 cm/s) dafür sorgt, dass kleinste Teilchen entweder absinken oder sich an der Oberfläche sammeln.

Durch diese erste Reinigungsstufe werden ca. 30% der Abfälle und Verschmutzungen beseitigt. Außerdem wird sichergestellt, dass die späteren

Reinigungsstufen nicht durch Feststoffe behindert oder beeinträchtigt werden.

Dies könnte zum Beispiel durch Verstopfung von Leitungen und Abflüssen oder durch zusätzlichen Widerstand im Abwasser, der die Schlammumwälzer erheblich be- oder sogar überlastet, geschehen.

1.2 Nun erreicht das Klärwasser das Belebtschlammbecken der biologischen Reinigungsstufe der Kläranlage. Der Belebtschlamm besteht aus kumulierten Bakterienflocken und Mikroorganismen.

Hier werden durch die Bakterien und Mikroorganismen unter Belüftung mit Sauerstoff (O_2 ; =aerob), Stickstoffverbindungen, wie Ammonium (NH_4^+), Ammoniak (NH_3), und Nitrit (NO_2^-) zu Nitrat (NO_3^-) oxidiert. Dies nennt man *Nitrifikation*.

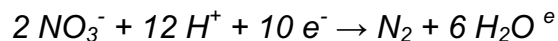
Die vereinfachte Reaktionsgleichung lautet wie folgt:



Wie man auch aus der Reaktionsgleichung ersehen kann, werden bei der Reaktion Protonen (H^+) freigesetzt. Damit sinkt der pH-Wert des Abwassers, wodurch eine vollständige Reaktion verhindert wird, da die zuständigen Nitrosifizierer^b und Nitrifizierer^c nur im neutralen bis leicht alkalischen Milieu arbeiten können.

Es folgt die *Denitrifikation*, die im sauerstoffarmen bzw. -freien Zustand stattfindet. An dieser Stelle wird durch anaerobe Vorgänge das Nitrat (NO_3^-) in molekularen Stickstoff^d (N_2) umgewandelt.

Die vereinfachte Gesamtreaktionsgleichung sieht folgendermaßen aus:



Damit die anaeroben Bakterien^f jedoch richtig arbeiten und ihren Stoffwechselkreislauf aufrecht erhalten können, ist die Zugabe einer Kohlenstoffquelle nötig. Hierfür käme zum Beispiel Ethanol (C_2H_5OH) in Frage.

^a In Nebenreaktionen reagiert NH_4^+ zu NH_3 , NH_3 zu NO_2^- und NO_2^- schließlich zu NO_3^- :
 $NH_4^+ \rightarrow NH_3 + H^+$ bzw. $NH_3 + 1/2 O_2 \rightarrow NO_2^- + H^+ + H_2O$ bzw. $NO_2^- + 1/2 O_2 \rightarrow NO_3^-$
 Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Nitrifikation

^b Nitrosifizierer = Nitritbakterien; wandeln Ammoniak mit Hilfe von Sauerstoff zu Nitrit um

^c Nitrifizierer = Nitratbakterien; wandeln Nitrit mit Hilfe von Sauerstoff zu Nitrat um

^d Dieser entweicht größtenteils in die Luft

^e Die Elektronen (e^-) werden durch die vorherige Oxidation von organischen und anorganischen Stoffen, wie Sumpfgas (H_2S) oder Wasserstoff (H_2) gewonnen;

Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Denitrifikation

^f =Denitrifizierer

Des Weiteren wird in der aeroben Phase Phosphat (PO_4^{3-}) von den Bakterien aufgenommen und in Form von Polyphosphaten gespeichert. Diesen Vorgang nennt man *Luxury Uptake*^a, da die Bakterien mehr Phosphat aufnehmen und speichern, als sie zum eigentlichen Überleben benötigen. Der Ablauf lässt sich verbessern, indem man eine anaerobe Zone vor- oder zwischenschaltet, wodurch die Bakterien veranlasst werden, mehr Phosphat als normalerweise, zusätzlich zur Auffüllung ihres Energievorrates, der in der anaeroben Phase aufgebraucht wurde einzubinden. Dies bezeichnet man als *Overplus Phenomen*^b. Das zusätzlich gespeicherte Phosphat wird in Form von Polyphosphaten ($M'_{n+2}P_nO_{3n+1}$)^c gespeichert. Polyphosphate werden außerhalb der Bakterienzellen (nach Absterben des Bakteriums und Auflösen der Zellmembran) hydrolytisch^d zu ortho-Phosphaten (PO_4^{3-}) und Oxoniumionen (H_3O^+) gespalten, ein wichtiger Umstand, da Polyphosphate nicht mit den Fällungsmitteln der chemischen Reinigungsstufe reagieren. Nebenbei werden auch noch organische Reste abgebaut und zu Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) umgewandelt oder zu anorganischen Stoffen (z.B. Sulfat: SO_4^{2-}) abgebaut.

1.3 Da mit der biologischen Reinigungsstufe allein die gesetzlichen Grenzwerte nicht eingehalten bzw. unterschritten werden können, wird durch die Zugabe von Chemikalien nachgebessert, um das Phosphat auszufällen.

Als Fällungsmittel kommen Metallionen, wie Eisen(III) (Fe^{3+}), Aluminium(III) (Al^{3+}), Calcium(II) (Ca^{2+}) oder Magnesium(II) (Mg^{2+}) in Form von Salzen, wie Eisen(-III)-Chlorid (FeCl_3), Aluminium(-III)-Chlorid (AlCl_3) und Magnesium(-II)-Chlorid (MgCl_2) zum Einsatz.

Teilweise werden auch Sulfate, wie $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ bzw. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ anstatt der Chloride eingesetzt.

Fällungsmittel haben die Eigenschaft mit Phosphat schwer lösliche Salze zu bilden (Eisen und Aluminium) bzw. feine, kolloidal gelöste Stoffe und winzige Schmutzpartikel zu binden und diese ebenfalls absinken zu lassen (Magnesium und Chlor).

^a luxury: engl. Luxus; uptake: engl. Aufnahme

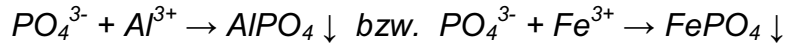
^b overplus: engl. ~übermäßig; phenomen: engl. Phänomen

^c M'=einwertiges Metall (z.B. Natrium); Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Polyphosphate

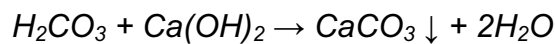
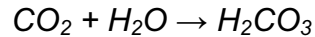
^d Hydrolytisch = Spaltung mit Wasser

Das Chlor-Ion wird durch die Phosphatgruppe ausgetauscht, wobei das Metallphosphat ausfällt. Chlor hat außerdem noch eine desinfizierende Wirkung.

Vereinfacht sieht die Reaktionsgleichung wie folgt aus:



Das Calcium(-II-)Hydroxid ($Ca(OH)_2$) dient vor Allem der Entsäuerung und der Ausfällung von CO_2 .



Durch die Entstehung von ungewünschten Verbindungen, wie Metallhydroxiden ($Al^{3+} + 3 H_2O \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3H^+$) oder Calciumcarbonat ($CaCO_3 \downarrow$) fällt jedoch deutlich mehr Schlamm an, wodurch sich letztlich ein Entsorgungsproblem ergibt, da der Klärschlamm beispielsweise wegen Seuchengefahr und Belastung mit umweltschädlichen Stoffen seit dem 1. Januar 2005 nicht mehr als Dünger auf die Felder gebracht werden darf, sondern verbrannt werden muss.

Anschließend wird das Klärwasser-Klärschlamm-Gemisch in das Nachklärbecken geleitet. Hier setzt sich der Klärschlamm ab.

Der zusätzlich anfallende Klärschlamm kommt in einen Faulbehälter, während der Rest (Rücklaufschlamm) wieder in das Belebtschlammbecken gepumpt wird.

Im Faulbehälter herrschen anoxische (anaerobe) Bedingungen, das heißt, dass kein Sauerstoff vorhanden ist. Hier entsteht aus dem Klärschlamm Faulschlamm und Faulgase, wie Schwefelwasserstoff ($=H_2S$) und Methan (CH_4 ; =Sumpfgas). Das Gas wird meist gereinigt (von H_2S), gespeichert und in Gasmotoren eingespeist, die dann für den Eigenbedarf der Kläranlage Strom und Wärme liefern.

Der Faulschlamm wird entwässert und später verbrannt.

Das geklärte Wasser läuft an der Oberfläche ab oder wird abgepumpt.

Bei manchen Anlagen (z.B. in Penzberg) wird das geklärte Wasser noch unter UV-Lampen hindurchgeführt, die Keime und Krankheitserreger abtöten sollen.

1.4 Das abgegebene, geklärte Wasser der Kläranlagen muss gesetzlich vorgeschriebene Grenzwerte einhalten. Die Werte sind jedoch von Anlage zu Anlage unterschiedlich und hängen zum Beispiel von den Abwasseranteilen (wie groß der Anteil an Industrieabwässern ist) und von der Anzahl der Einwohner, deren Abwasser in dieser Anlage geklärt werden soll, ab. Alle Werte werden an den entsprechenden Stellen in der Kläranlage über Sonden überwacht, die mit einem Computersystem verbunden sind, das bei eventuellen Grenzwertüberschreitungen bzw. schon zuvor einen Alarm auslöst. Für die Kläranlagen Penzberg/ Roche sehen die Grenzwerte wie folgt aus:

Stoff/ Wert	Grenzwert Penzberg ^a	Grenzwert Roche ^b
Phosphor (gesamt)	1,5 mg/l	2 mg/l
Ammonium-Stickstoff (NH ₄ -N)	10 mg/l	k.A.
Stickstoff (gesamt)	18 mg/l	50 mg/l
CSB	50 mg/l	145 mg/l
pH	6,5 – 9,0	k.A.

Zur Erklärung:

Der Gesamtposphor schließt den Phosphor aus allen gebundenen oder gelösten Phosphor- oder Phosphatverbindungen ein, wie zum Beispiel ortho-Phosphat (PO₄³⁻) oder Polyphosphate, wie Pyrophosphat (P₂O₇²⁻). Dieser Wert darf nicht zu hoch sein, da sonst eine Eutrophierung, also ein übermäßiges Wachstum der Algen eintritt. Durch die starke Vermehrung der Algen würde dem Wasser der Sauerstoff entzogen, so dass Tiere, wie Fische, oder aerob arbeitende Bakterien nicht mehr überleben könnten. Wenn kein Sauerstoff mehr im Wasser vorhanden ist, „kippt“ das Gewässer und es setzen anaerobe Abbauprozesse ein, deren Produkte Methan (CH₄) und Schwefelwasserstoff (H₂S) toxisch wirken und normales Leben verhindern. Der Phosphatgehalt des Abwassers beim Erreichen des Klärwerks liegt im Normalfall bei ca. 6 mg/l^c.

^a Quelle: Manfred Kreuzer, Betriebsleiter der Penzberger Kläranlage

^b Quelle: Matthias Vogel, Klärwerk Roche Penzberg

^c Quelle: www.biologie.uni-

osnabrueck.de/Mikrobiologie/MikrobOekoSem/SS2002/Phosphateliminierung/einleitung1.html

Der Ammonium-Stickstoffgehalt zeigt den Anteil des Stickstoffs im Abwasser an, der in Ammoniumverbindungen vorhanden ist.

Am Zulauf der Kläranlage liegt der Wert meist bei ca. 40 mg/l ^a

Der Gesamtstickstoffwert enthält, ähnlich wie der Gesamtphosphorwert, den Stickstoff aller Stickstoffverbindungen, wie zum Beispiel Nitrit (NO₂⁻), Nitrat (NO₃), Ammonium (NH₄⁺) oder Ammoniak (NH₃).

Der CSB ist der **chemische Sauerstoffbedarf** des Abwassers und gibt an, wie viel Sauerstoff nötig ist, um alle organischen und anorganischen Verbindungen im geklärten Abwasser zu oxidieren. Dieser Wert sollte möglichst niedrig sein, da er ein Indikator dafür ist, wie viele oxidierbare Stoffe noch im Wasser gelöst sind.

Der *pH-Wert* entspricht dem negativen dekadischen Logarithmus der Konzentration der im Wasser vorhandenen Oxonium-Ionen (H₃O⁺).

$$pH = - \lg \{c(H_3O^+)\}$$

Ein Wert bei ca. 7 gilt als neutral, bei Werten gegen 0 sind zunehmend mehr Oxonium-Ionen vorhanden und die Lösung ist sauer. Bei Werten, die gegen 14 gehen, spricht man von einer alkalischen(=basischen) Lösung.

^a Quelle: www.biologie.uni-osnabrueck.de/Mikrobiologie/MikrobOekoSem/SS2002/nitrifikation/index.htm

2. Die Homöopathie (homoin [griech.]: gleich, gleichartig; páthos [griech.]: Leid, Krankheit) ist eine alternative Heilungsmethode, deren Wirkungsweise stark von der normaler Medikamente abweicht. Obwohl weitverbreitet und häufig angewandt, gibt es immer noch keine schlüssigen und wissenschaftlich belegten Erfolgsfälle, die nicht dem Placebo-Effekt^a zuzuordnen sind.

2.1 Zunächst soll auf die Grundsätze und Anwendungsgebiete der Homöopathie eingegangen werden, um genauer zwischen Schulmedizin und alternativer Heilmethodik unterscheiden zu können.

2.1.1 Begründet hat die Homöopathie der Deutsche Dr. Christian Friedrich Samuel Hahnemann (*10. April 1755 in Meißen; † 2. Juli 1843 in Paris), ein Arzt, Chemiker, Schriftsteller und Übersetzer, der die These aufgestellt hat, dass Krankheitssymptome mit Stoffen bekämpft werden können, die bei gesunden Menschen die gleichen Symptome hervorrufen.

Es gibt jedoch auch Hinweise, dass bereits die Griechen ein ähnliches Verfahren angewandt haben, jedoch bei Weitem nicht so umfassend und systematisch, wie Hahnemann.

Hahnemann geht in seinen Lehren davon aus, dass jedem Menschen eine Lebenskraft innewohnt, die diesem Empfindungsfähigkeit verleiht. Eine Krankheit entspräche somit einer „Verstimmung“^b der Lebenskraft, die nur durch Umstimmung wieder beseitigt werden könne. Letzteres soll durch Aufhebung sämtlicher Symptome erreicht werden, indem kleine Konzentrationen von Stoffen verabreicht werden, deren Auswirkungen auf den Patienten denen des vorhandenen Krankheitsbildes entsprechen.

Materielle Krankheitsursachen lehnt Hahnemann strikt ab, obwohl er „feinste Thiere niederer Ordnung“^c als Ursache für zum Beispiel Cholera vermutet.

Hahnemann sieht die Homöopathie jedoch nicht als Alternative zur Chirurgie. Bei akutem Versagen einer einzelnen „Lebensfunktion“^d sieht er die normale Medizin („Schulmedizin“^e) als unersetzlich an.

^a s. II.2.2.2 (S. 14)

^b Quelle: [de.wikipedia.org/wiki/homöopathie](https://de.wikipedia.org/wiki/hom%C3%B6opathie)

^c Quelle: [de.wikipedia.org/wiki/homöopathie](https://de.wikipedia.org/wiki/hom%C3%B6opathie)

^d Quelle: [de.wikipedia.org/wiki/homöopathie](https://de.wikipedia.org/wiki/hom%C3%B6opathie)

^e Quelle: [de.wikipedia.org/wiki/homöopathie](https://de.wikipedia.org/wiki/hom%C3%B6opathie)

Sämtliche seiner Erkenntnisse sind im *Organon*, einer Art Regelwerk der Homöopathie, niedergeschrieben. Hahnemann veröffentlichte insgesamt sechs verschiedene Auflagen, die sich teilweise stark unterscheiden.

2.1.2 Seine Theorie funktioniert nach dem Ähnlichkeitsprinzip (=Simile-Prinzip; „similia similibus curentur“ → „Ähnliches werde durch Ähnliches geheilt“)^a.

Für eine genaue Diagnose ist es wichtig, jede kleinste Veränderung zum vorher gesunden Zustand mit aufzunehmen und dabei auch auf das Befinden speziell einzugehen (zum Beispiel Nervosität, Schwäche, Traurigkeit oder Schlaflosigkeit).

Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Homöopathie sind also sowohl eine exakte Erfassung des Krankheitsbildes, als auch eine genaue Kenntnis der homöopathischen Mittel^b, damit sich Krankheitsbild und Wirkung der verabreichten Mittel möglichst zu hundert Prozent decken.

2.1.3 Damit ein möglichst breites Repertoire an Homöopathika zur Behandlung von verschiedensten Symptom-Kombinationen zur Verfügung steht, müssen durch die Arzneimittelprüfung so viele Wirkstoffe wie möglich analysiert und ihre Wirkung aufgezeichnet werden.

Einige der in der Homöopathie verwendeten Wirkstoffe (oder deren Urstoffe), sind in ihrer Reinform oder normalen Konzentration giftig oder gesundheitsschädlich. Durch die Arzneimittelprüfung werden ungefährliche Konzentrationen (Potenzen^c) bestimmt und festgelegt.

Seit 2004 ist durch die EU geregelt, dass homöopathische Arzneimittel mit folgender Aufschrift versehen werden müssen: „*Homöopathisches Arzneimittel ohne genehmigte Heilanzeigen*“^d.

2.1.4 Der wohl umstrittenste Teil der homöopathischen Lehre (s. II.2.2) liegt in der Potenzierung der Wirkstoffe. Hierbei geht es nicht nur um die Lösung der Mittel bis hin zu chemisch nicht mehr nachweisbaren Konzentrationen, sondern auch um die *Dynamisierung*, also *Verschüttelung* oder *Verreibung*,

^a Quelle: www.homeoint.org/books4/organon/einleitung.htm

^b s. II.2.1.3 (Seite 11)

^c s. II.2.1.4 (Seite 11)

^d Quelle: EU Richtlinie (2001/83) bzw. EU Richtlinie (2004/27)

der Wirksubstanzen in den Verdünnungsmitteln, wie zum Beispiel Ethanol (Trinkalkohol), destilliertem Wasser, Glycerin ($C_3H_8O_3$) oder Milchzucker ($C_{11}H_{22}O_{11}$)^a.

Zur Veranschaulichung hier eine Tabelle^b der D-Potenzen:

Potenz	Verdünnung	Das entspricht durchschnittlich	
		einem Tropfen auf	einem Wassermolekül auf
D1	1:10	das Volumen einer Erbse	
D2	1:100	einen halben Esslöffel	
D3	1:1000	zweieinhalb Schnapsgläser	
D6	1:10 ⁶	dem Inhalt einer kleinen Mülltonne	
D9	1:10 ⁹	einen Öltankcluster samt Anhänger	
D12	1:10 ¹²	25 Olympische Schwimmbecken	
D20	1:10 ²⁰	den „Lake Michigan“ in den USA	
D23	1:10 ²³	das Mittelmeer	3 g Wasser
D30	1:10 ³⁰	50-mal das Volumen der Erde	30 t Wasser (Tanklastzug)
D78	1:10 ⁷⁸		dem gesamten Universum (~10 ⁷⁸ Teilchen)

Es existieren auch noch die C-(Centesimal)Reihe (C1 ↔ 1:100) und die LM-Reihe (Q1 ↔ 1:50000).

Da ab einer gewissen Verdünnung faktisch kein Wirkstoffmolekül mehr nachweisbar ist, geht die Homöopathie davon aus, dass *Abdrücke* (sogenannte Erinnerungen) der Wirkstoffmoleküle in der Trägersubstanz zurückbleiben.

Diese These wird gestützt durch physikalische Studien, die belegen, dass zum Beispiel Wasser bei Körpertemperatur nicht nur aus einer Anhäufung von H₂O-Molekülen besteht, sondern die Moleküle sich auch zu sogenann-

^a Disaccharid aus β-D-Galaktose und α-D-Glukose; β-1,4-glycosidisch verknüpft

^b Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Homöopathie

ten Clustern zusammenschließen. Sie weisen kristallin-ähnliche Strukturen auf und können durch Abdrücke der Wirkstoffmoleküle geprägt werden und diese „Information“ behalten, auch wenn durch weitere Verdünnung kein eigentliches Wirkstoffmolekül mehr vorhanden ist.

Die Schwelle für das Nicht-mehr-vorhanden-sein der Wirksubstanz gibt die Loschmidtsche Zahl ($\approx 2,687 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$) ^a an. Bei der D-Reihe entspräche die Schwelle der D 23-Potenz, bei der C-Reihe der C 12-Potenz und bei der LM-Reihe der LM 6-Potenz.

Für homöopathische Präparate gibt es verschiedene Darreichungsformen:

Darreichungsform	Abkürzung	Einzeldosis (je nach Alter und Schwere der Symptome)
Globuli ^b	Glob.	1 - 5
Tablette	Tab.	1 Tablette
Lösung	Dil.	1 – 10 Tropfen
Verreibung	Trit.	1 Messerspitze

Nicht selten ist eine Erstverschlimmerung nach Aufnahme der Behandlung mit homöopathischen Medikamenten festzustellen. In solchen Fällen ist ein Absetzen und bei Besserung des Zustandes die Wiederaufnahme der Behandlung mit dem entsprechenden Mittel vorgesehen.

Natürlich ist auf Allergien des Patienten bei der Wahl des Mittels zu achten, um allergischen Schocks vorzubeugen.

2.2 Die Wissenschaft weigert sich jedoch strikt, die Homöopathie als vollwertige und funktionierende Behandlungsweise zu akzeptieren.

2.2.1 Dies liegt zum Einen an dem aus chemischer Sicht Nicht-mehr-vorhanden-sein des Wirkstoffs bei hohen Potenzen. Die Auswirkung des *Abdrucks* eines Wirkstoffmoleküls^c wird als äußerst fragwürdig eingestuft. Genauso die Funktionsweise der Verdünnung mit gleichzeitigem *Verreiben* und *Verschütteln*.

^a Quellen: de.wikipedia.org/wiki/Loschmidt-Zahl bzw. www.gns-software.de (Homdemo15.exe; Homöopathie Repertorium)

^b Kleine, kugelförmige Tabletten; Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Globuli

^c vgl. II.2.1.4 (Seite 11)

Aus wissenschaftlicher Sicht ist bei höheren Potenzen eine Wirkung schon auf Grund des fehlenden Wirkstoffgehaltes ausgeschlossen.

Des Weiteren wird auch das Heilprinzip der Homöopathie, das Ähnlichkeitsprinzip, in Frage gestellt. Die Behandlung einer Krankheit durch Bekämpfung der Symptome scheint der Schulmedizin unlogisch, geradezu kontraproduktiv^a. Außerdem ist eher eine Verstärkung der Symptome durch die Zugabe von Wirkstoffen, die dieselben Symptome hervorrufen wahrscheinlich, als eine Linderung.

2.2.2 Doch nicht nur die Theorie der Homöopathie wird angezweifelt, sondern auch die Praxis. So existieren zwar bereits unzählige Studien, mit dem Ziel die Wirkung der Homöopathie zu belegen. Jedoch ist so gut wie keine dieser Studien wissenschaftlich nachvollziehbar. Viele dieser Studien sind Selbstversuche.

Ein weiteres Problem ist, dass viele der Heilungserfolge, die auf homöopathischem Weg erreicht werden, eher dem Placebo-Effekt anzurechnen sind, als der Homöopathie.

Der Placebo-Effekt beschreibt die Heilung eines Patienten oder die Verbesserung seines Zustandes nur durch dessen Glauben, ein Medikament gegen seine Krankheit eingenommen zu haben. Tatsächlich jedoch hat dieser dann sogenannte Placebos (lat. „ich werde gefallen“)^b, also Präparate ohne jeglichen Wirkstoff, zu sich genommen. Der Heilungsprozess ist dann kein medizinischer, sondern ein psychisch bedingter Erfolg.

Da die statistische Wirksamkeit von homöopathischen Präparaten nicht über die von Placebos hinaus geht, gilt ihre Wirkung als wissenschaftlich nicht er- bzw. bewiesen.

^a In der Schulmedizin liegt das Augenmerk auf der Bekämpfung der Krankheitsursache. Die Linderung der Symptome dient dem Wohlbefinden des Patienten, nicht der Heilung der Krankheit.

^b Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Placebo

3. Wichtiger als der Wirksamkeitsnachweis eines Einzelpräparates wäre jedoch, das *Prinzip*^a der Homöopathie als solches zu verifizieren. Theoretisch müsste die Wirkungsweise sich nicht nur beim Menschen nachweisen, sondern sich zum Beispiel auch auf Bakterien übertragen lassen.

3.1. Selbiges hat Professor Diplom-Ingenieur Eberhard Schädlich in seinen Versuchen mit Bakterien im Klärschlamm in Betracht gezogen. Eine Reaktion der Biomasse auf die Zugabe homöopathischer Präparate, nämlich ein erhöhter Phosphateinbau in die Bakterienzellen, hätte zudem den Vorteil, dass ein Placebo-Effekt auszuschließen wäre, da Bakterien nicht in dem Bewusstsein wären, ein Medikament eingenommen zu haben. Somit könnte kein psychischer Effekt für eine Reaktion verantwortlich gemacht werden.

3.2. Der Versuchsaufbau von Herrn Prof. Schädlich wurde weitestgehend analog nachvollzogen. So wurden sieben verschiedene Becken mit je 20 Litern (orig. 30 Liter) mit Klärwasser und -schlamm aus dem Belebtschlammbecken gefüllt und mit Druckluft durch einen am Boden der Behälter verlegten porösen Schlauch sowohl umgewälzt, als auch belüftet^b. Auf die Gleichmäßigkeit der Belüftung in den verschiedenen Becken wurde geachtet. Der Gesamt-Phosphat-Phosphorgehalt des verwendeten Klärwassers wurde mit 1,46 mg/l bestimmt (orig. 1,0 mg/l).

Die verschiedenen Becken wurden markiert, um eine Verwechslung auszuschließen.

Den verschiedenen Becken wurden unterschiedliche Potenzen des Wirkstoffs Phosphorus ©^c zugegeben: D6, D12, D30, D200, D1000.

Einem Becken wurde nur Ethanol 51% (ebenfalls in den Phosphoruspräparaten enthalten) zugegeben, um die Auswirkung des Ethanols auf den Klärschlamm von den Auswirkungen des homöopathischen Wirkstoffs differenzieren zu können.

Zusätzlich befand sich ein belüftetes Becken im Leerlauf, es wurden also keinerlei Chemikalien oder sonstige Stoffe zugegeben.

^a s. 2.1.2 „Das Ähnlichkeitsprinzip“ (Seite 11)

^b Gemessener Sauerstoffgehalt: 5,44 mg/l

^c Die homöopathischen Reagenzien wurden freundlicherweise von der DHU bereitgestellt.

Die Versuchsdauer betrug 10 Tage (orig. 9 Tage) mit einer sechstägigen Zugabephase und einer viertägigen Beobachtungsphase (ohne Zugabe der Mittel)^a.

Die Versuchsanordnung sah wie folgt aus:



Die Proben wurden jeden Vormittag um etwa die selbe Zeit entnommen, filtriert, um Schlammpartikel herauszufiltern und anschließend photometrisch^b analysiert.

Anschließend, und ebenfalls in einem gleichbleibenden Zeitraum, wurden den entsprechenden Becken jeweils 13,3 ml (orig. 20 ml) der jeweiligen Mittel zu titriert.

Der pH-Wert wurde ebenfalls jeden Tag mit einem pH-Meter direkt in den Becken gemessen.^c

Am ersten Tag wurde, zur Prüfung der Gleichmäßigkeit der Luftzufuhr, die Sauerstoffsättigung in den Becken gemessen.

Am ersten und achten Tag wurden Mikroskopaufnahmen^d von Schlammflocken jedes Beckens gemacht, um eventuelle Auswirkungen auf Faktoren wie die Flockenstruktur oder Kleinstlebewesen feststellen zu können.

^a Durch ein organisatorisches Problem wurden die Mittel einen Tag länger zugegeben, als in der Vorgabe. Deshalb wurde die Versuchsdauer um einen Tag verlängert, um die Reaktionszeit für den Klärschlamm zu gewährleisten. Dies sollte das Versuchsergebnis jedoch nicht negativ beeinflussen.

^b Mit einem Photometer: Es werden, je nach Messart, verschiedene Indikatoren und Substanzen zugegeben und anschließend anhand der Lichtdurchlässigkeit, die Konzentration von z.B. Nitrat bestimmt.

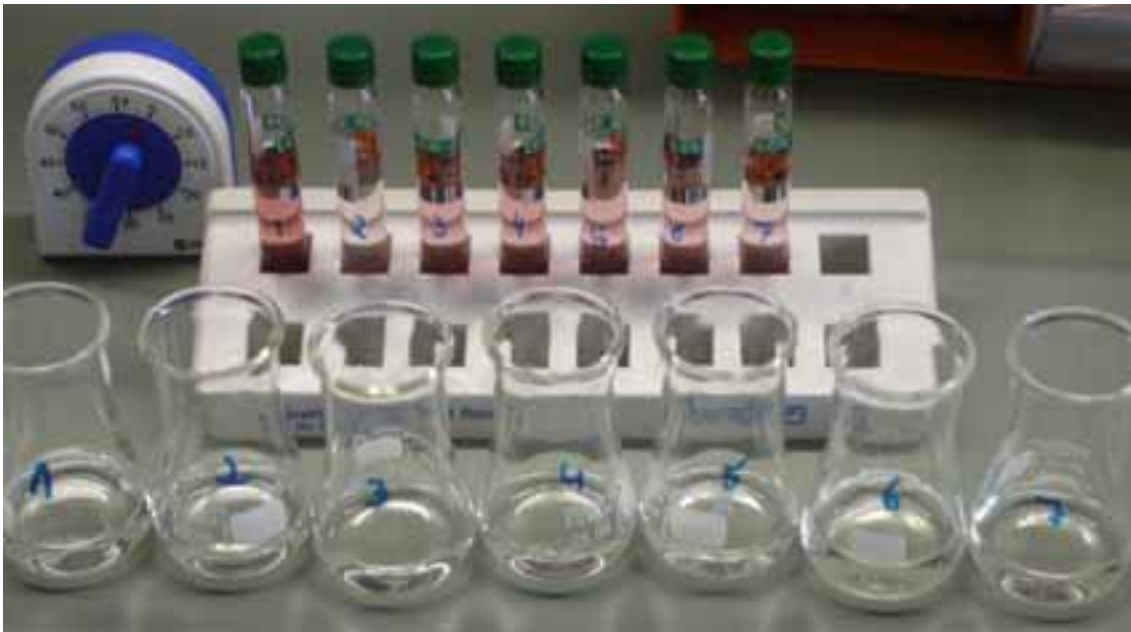
^c Der Messstab des pH-Meters wurde nach jedem Becken gereinigt, um eine Verschleppung zu verhindern.

^d s. Anhang: VI.3 (Seite 37)

Die Nitrit-Werte blieben stets unterhalb des Messbereichs von mind. 0,1 mg/l des Photometers und waren somit vernachlässigbar klein.

Alle Messwerte wurden in eine Tabelle eingetragen.

Auf dem folgenden Bild sieht man Reagenzien zur Nitratmessung^a. Im Vordergrund stehen die Filtrate der gezogenen Proben und dahinter die mit Indikatoren vermischten Messlösungen in Küvetten.



3.3. Es folgt nun die Interpretation der Messungen.

Anmerkung: Der Start des Versuchs (eigentlich Tag 0) ist als Tag 1 angegeben.

3.3.1. Bei der *Phosphat-Phosphor-Messung*^b werden sämtliche Phosphat- und Phosphorverbindungen berücksichtigt. Um die Messung möglich zu machen, muss zuerst ein Aufschluss der Phosphatverbindungen durch Kochen mit Schwefelsäure (H_2SO_4) erfolgen. Danach kann der Gesamtphosphorgehalt photometrisch gemessen werden.

Es wird ersichtlich, dass sich die Messergebnisse von Prof. Schädlich stark von denen des nachvollzogenen Versuchs unterscheiden. Es muss aber

^a 1,0 ml des Filtrats werden zu 0,2 ml Dimethylphenollösung hinzugegeben, geschwenkt und nach 15 Minuten im Photometer analysiert.

(Quelle: www.studenten-city.de/forum/showthread.php?t=16412)

^b s. Anhang: VI.2.1 (Seite 31)

auch eine gewisse Messtoleranz eingeräumt werden, die jedoch den Unterschied der Messungen nicht wettmachen kann.

In der Nullphase ist von Anfang an ein starker Anstieg an Phosphat zu erkennen. Dies liegt daran, dass die Bakterien und Kleinstlebewesen in diesem Becken keine Kohlenstoffquelle hatten und deshalb nach und nach abgestorben sind. Das in den Bakterien gespeicherte Polyphosphat und sämtliche in der Zelle vorkommenden Phosphatverbindungen (z.B. in der DNA^a) werden nach Auflösen der Zellmembran freigesetzt und lösen sich im Wasser.

Interessant ist, dass sich die Werte von D12, D30, D200 und D1000 um den Wert des Ethanol, der auch in den genannten Mitteln vorhanden ist, verteilen, wobei die höheren Potenzen mit der niedrigeren Wirkstoffkonzentration sich unterhalb (mehr Phosphat-Aufnahme der Bakterien) und die niedrigeren Potenzen mit der höheren Wirkstoffkonzentration sich oberhalb (weniger Phosphat-Aufnahme der Bakterien) des Ethanol-Wertes anordnen. Hier deutet sich eine Wirkung der höher-potenziierten Mittel an.

Bei der *ortho-Phosphat-Phosphor*-Bestimmung^b wird der Phosphorgehalt der gelösten *ortho-Phosphate* gemessen.

Hierbei handelt es sich um die meistens vorkommenden, gewöhnlichen PO_4^{3-} -Verbindungen, weswegen die Messergebnisse im Vergleich zum Phosphat-Phosphor auch relativ ähnlich sind.

Erkennbar ist, dass der Wert der Nullphase, wie zu erwarten, wieder zunimmt.

Alle anderen Werte liegen nahe beisammen.

Diese zweite Messreihe, die etwas Ähnliches misst, wie die erste, bestätigt durch ihre analogen Ergebnisse die erste Messung.

Eine deutliche Absenkung des *ortho-Phosphat*-Gehalts ist nur beim D1000 festzustellen. Dies widerspricht jedoch, wie auch schon bei der ersten Messung, dem Originalversuchsergebnis von Prof. Schädlich, bei dem D1000 letztlich nicht zur Verringerung des Phosphatgehaltes im Klärwasser beitrug.

^a In der **DesoxyriboNukleinAcid** kommen abwechselnd Phosphat- und Zuckerbausteine vor.

^b s. Anhang: VI.2.2 (Seite 32)

3.3.2. Der *CSB*^a gibt den chemischen Sauerstoffbedarf des Klärwassers an.

Dieser Wert zeigt an, wieviel Sauerstoff benötigt wird, um alle sich in der Lösung befindlichen oxidierbaren Stoffe zu oxidieren. Somit kann bestimmt werden, wie viele oxidierbare Stoffe sich noch im Abwasser befinden.

Der Ausbruch des Beckens mit Ethanolzugabe am neunten Tag ist entweder ein Messfehler oder Folge eines nährstoffmangelbedingten massenhaften Bakteriensterbens, bei dem der Inhalt der Bakterien freigesetzt wird und als oxidierbares Material oder anderen Bakterien als Nahrung dient.

Der Einbruch des D1000-Beckens am 10. Tag ist ebenfalls auf einen Messfehler zurückzuführen.

Ansonsten ist hier kein auffälliger Unterschied zwischen den Becken mit und ohne Zugabe von homöopathischen Mitteln festzustellen.

3.3.3. Der *Nitrat-Stickstoff-Wert*^b gibt an, wieviel Stickstoff (N) in Form von Nitrat (NO_3^-) im Wasser vorhanden ist.

Der Peak des D1000-Beckens am dritten Tag ist vermutlich ein Messfehler.

Es ist zu erkennen, dass der Nitratgehalt in allen Becken, außer bei der Nullphase, bei der die Bakterien ohne Zugabe eines Nährstoffes ihre Tätigkeiten einstellen, abnimmt.

Die einzigen Erklärungsmöglichkeiten für die Abnahme des Nitratgehaltes sind Messschwankungen und eine partielle Denitrifikation, die dadurch zu Stande kommt, dass für die Belüftung kein reiner Sauerstoff verwendet wurde, sondern nur (Umgebungs-)Druckluft, deren Sauerstoffgehalt nur bei ca. 20% liegt, so dass zwar eine konstante Sauerstoffzufuhr vorhanden ist, diese jedoch durch die Nitrifizierer^c und Destruenten gemindert wird und ein zumindest sauerstoffarmes Milieu entsteht, in dem die Denitrifizierer^d arbeiten können.

Der *Ammonium-Stickstoff-Gehalt*^e gibt die Menge des im Ammonium gebundenen Stickstoffs an. Es ist zu erkennen, dass es hier zwischen den einzelnen Becken keine gravierenden Unterschiede gibt und der Ammonium-Gehalt aller Becken großen Schwankungen unterliegt.

^a s. Anhang: VI.2.3 (Seite 33)

^b s. Anhang: VI.2.4 (Seite 34)

^c s. 1.2 „Nitrifikation“

^d s. 1.2 „Denitrifikation“

^e s. Anhang: VI.2.5 (Seite 35)

Die Similität der Becken kann jedoch durch den schon zu Beginn sehr geringen Ammonium-Stickstoff-Gehalt erklärt werden.

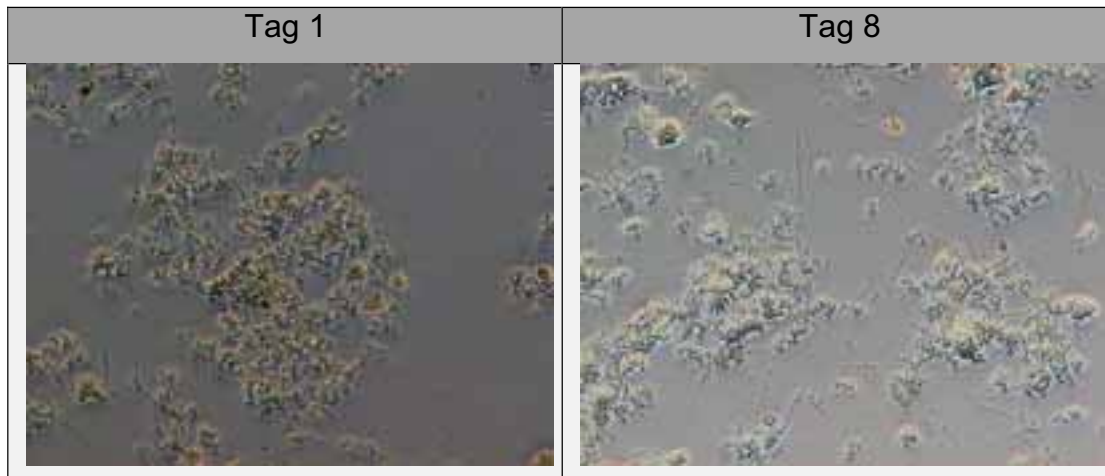
3.3.4. Der pH-Wert^a gibt den negativen dekadischen Logarithmus der Konzentration der Oxonium-Ionen an.

Am sechsten und siebten Tag konnten leider keine Messungen vorgenommen werden, da am Wochenende kein Zugang zum Labor möglich war.

Der pH-Wert ist leicht angestiegen, das Klärwasser wurde also noch etwas alkalischer, als es zuvor schon war. Dies lässt sich durch die stattfindende Denitrifikation erklären, bei der Protonen (H^+) verbraucht werden. Somit sinkt die Konzentration an Oxonium-Ionen und der pH-Wert steigt.

Da bei der Nullphase keine Denitrifikation erfolgt, bleibt der pH-Wert fast gleich.

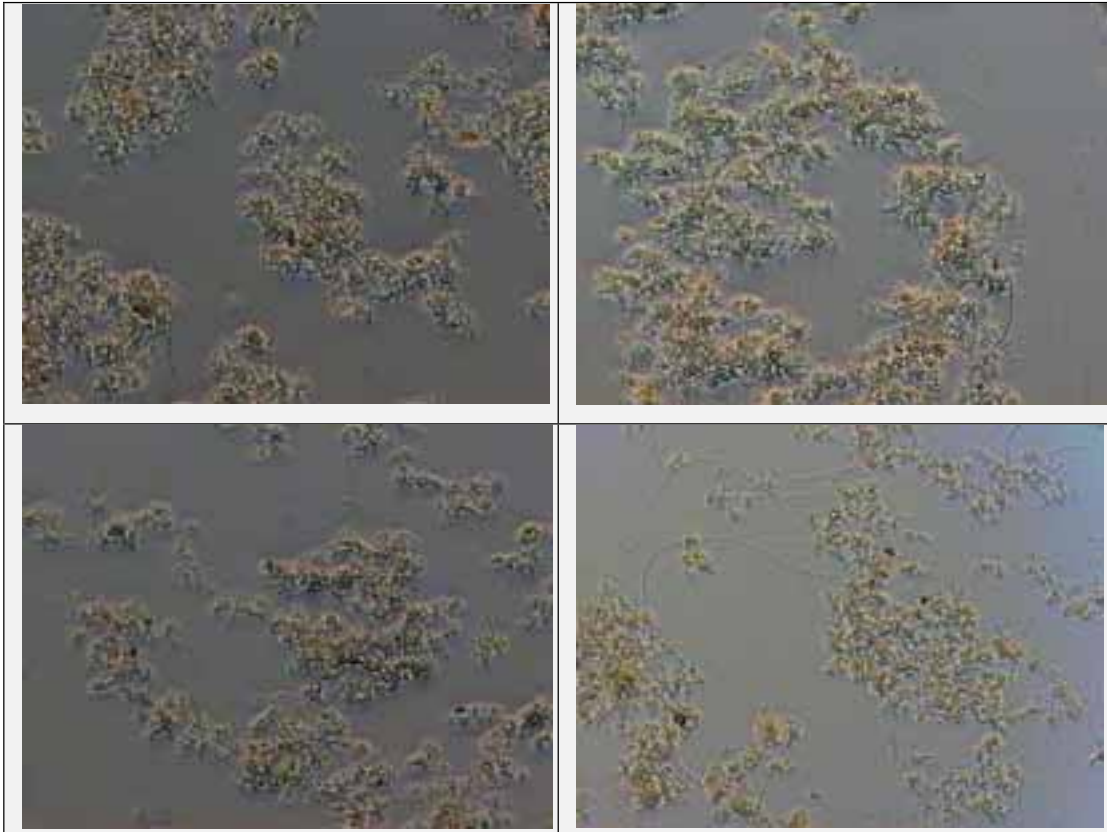
3.3.5. Die mikroskopischen Bilder des Klärschlammes sollen physikalische Veränderungen desselben und eventuelle Anomalien aufzeigen.



Leerlauf :

Eine Veränderung der Schlammzusammensetzung ist zu erkennen, da die Schlammflocken verteilter sind und weniger Makroflocken bilden. Das ist ein Anzeichen für schlechte Lebensbedingungen im Klärwasser. Außerdem sind viele Fadenbakterien zu sehen, die zum Aufblähen des Klärschlammes führen und häufig in leicht abbaubaren bzw. faulen Gewässern zu finden sind. Dieses Ergebnis war jedoch zu erwarten.

^a s. Anhang: III.2.6 (Seite 36) bzw. Anhang: III.4 (Seite 44)



D6, D12, Ethanol 51% (repräsentativ für die Becken unter Zugabe der homöopathischen Mittel bzw. von Ethanol):

Es kann eine Vermehrung und Akkumulation der Flocken festgestellt werden: Ein „gutes Zeichen“ für Klärschlamm. Auch konnten einige Mikroorganismen^a, wie Wimperntierchen oder Rädertierchen, in relativ großer Arten- und Individuenzahl beobachtet werden. Die homöopathischen Mittel hatten also keinen Einfluss auf die Flockung der Klärschlammes, da jediglich der Effekt des Ethanols als Kohlenstoffquelle festgestellt werden kann.

^a Quelle: www.biologie.uni-osnabrueck.de/Mikrobiologie/MikrobOekoSem/SS2002/belebtschlamm/org.html

4. Insgesamt konnte das Versuchsergebnis von Prof. Schädlich weder nachvollzogen noch reproduziert werden.

Der Phosphat-Phosphor-Gehalt des Klärwassers konnte durch homöopathisch angeregte Assimilation von ortho-Phosphaten durch Bakterien nicht erheblich gesenkt werden und auch sonst fand keine nennenswerte Reaktion der Biomasse auf die homöopathischen Wirkstoffe statt.

Die Endergebnisse der Becken, denen verschiedene Phosphorus-Potenzen zugegeben wurden, sind alle dem Ergebnis des Beckens mit Ethanolzugabe ähnlich, wobei die Unterschiede im Bereich der Messfehlertoleranz bzw. im Bereich normaler biologisch bedingter Schwankungen liegen.

Allerdings ist die Abwasserzusammensetzung einer Betriebskläranlage eine andere als die einer kommunalen. Ebenfalls abweichend ist der Klärschlamm, der in jeder Kläranlage unterschiedlich zusammengesetzt ist und auch anders auf Reize und Veränderungen reagiert.

Folglich ist ein direkter Vergleich der Studie von Prof. Schädlich mit dieser Testreihe nur schwer möglich.

III. Ergebnis

Es ist schade, dass das Versuchsergebnis von Prof. Schädlich nicht reproduziert werden konnte. Es zeichnen sich zwar Tendenzen ab, diese genügen jedoch bei Weitem nicht für einen wissenschaftlichen Beweis.

Gleichzeitig bleiben die grundsätzlichen Probleme der Homöopathie, die Reproduzierbarkeit der Erfolge und die Fragwürdigkeit des Heilprinzips bestehen.

Aus Sicht der Kläranlagen wäre jedoch auch ein Erfolg nicht weiter interessant gewesen, da eine Behandlungsdauer von 9 Tagen kapazitäten-technisch nicht realisierbar ist, da das Klärwasser in der Regel nur ca. 2 Tage in der Kläranlage verweilt, bis es gereinigt wieder abgeleitet wird.

Um das Abwasser für einen längeren Zeitraum behandeln zu können, wären wesentlich mehr und größere Becken erforderlich.

Des Weiteren sind homöopathische Mittel recht teuer, was die Betriebskosten der Kläranlagen auch im Hinblick auf die großen benötigten Mengen der Mittel noch weiter erhöhen würde.

Persönlich hatte ich noch keine eigene Meinung über Homöopathie, als ich diese Facharbeit ausgewählt und später die Versuche durchgeführt habe.

Mittlerweile, nach einiger Recherche, finde ich zwar, dass das Heilprinzip der Homöopathie in der Theorie plausibel klingt, aber durch die fehlende wissenschaftliche Nachweisbarkeit insgesamt etwas dahingestellt wirkt.

Allerdings bin ich trotz des fehlgeschlagenen Versuchs offen für neue Erkenntnisse und Studien.

Die Thematik und Grundsätze von Kläranlagen fand und finde ich immer noch interessant und außerdem habe ich großes Interesse an praktischen Anwendungsgebieten der Chemie, was auch ein Grund für meine Wahl des Leistungskurses Chemie war.

Abschließend bleibt zu sagen, dass die analytischen Arbeiten in einem richtigen Labor, die sich natürlich sehr von den Schulpraktika unterscheiden, sowie auch die eingehende Beschäftigung mit einem so wichtigen wie alltäglichen Thema wie der Wasseraufbereitung, prägende Erfahrungen waren.

IV. Danksagungen

Hiermit möchte ich mich bei allen bedanken, die durch ihr Engagement und ihr Wissen zu dieser Facharbeit beigetragen und mir ihre kostbare Zeit geopfert haben, wie zum Beispiel:

- Der Firma Roche für die Bereitstellung der Laboratorien, insbesondere Herrn Matthias Vogel und den Laborantinnen der Betriebskläranlage für ihre Geduld und ihren Willen mir bei meinen Arbeiten zu helfen.
- Herrn Kreuzer von der städtischen Kläranlage für die Führung und die Erläuterung der Funktionsweise von Kläranlagen.
- Der Deutschen Homöopathie-Union für die Bereitstellung der homöopathischen Präparate.
- Herrn Gallenberger für die Idee und die Unterstützung bei der Facharbeit

V. Literaturverzeichnis

In Klammern: Dateinummer auf CD

- (1) www.biologie.uni-osnabrueck.de/Mikrobiologie/MikrobOekolSem/SS2002/nitrifikation/index.htm
- (2) www.biologie.uni-osnabrueck.de/Mikrobiologie/MikrobOekolSem/SS2002/Phosphateliminierung/einleitung1.html
- (3) www.biologie.uni-osnabrueck.de/Mikrobiologie/MikrobOekolSem/SS2002/belebtschlamm/index.htm
- (4) www.biologie.uni-osnabrueck.de/Mikrobiologie/MikrobOekolSem/SS2002/belebtschlamm/org.html
- (5) www.biologie.uni-osnabrueck.de/Mikrobiologie/MikrobOekolSem/SS2002/belebtschlamm/schlamm.html
- (6) Artikel *Denitrifikation*. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.
Bearbeitungsstand: 24. November 2006, 15:54 UTC. URL:
<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Denitrifikation&oldid=24234636>
(Abgerufen: 24. Januar 2007, 18:02 UTC)
- (7) Artikel *Globuli*. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.
Bearbeitungsstand: 4. Januar 2007, 21:17 UTC. URL:
<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Globuli&oldid=25971300>
(Abgerufen: 24. Januar 2007, 18:03 UTC)
- (8) Artikel *Homöopathie*. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.
Bearbeitungsstand: 15. Januar 2007, 11:44 UTC. URL:
<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Hom%C3%B6opathie&oldid=26445507> (Abgerufen: 24. Januar 2007, 17:55 UTC)
- (9) Artikel *Avogadrozahl*. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.
Bearbeitungsstand: 30. Dezember 2006, 03:08 UTC. URL:
<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Avogadrozahl&oldid=25719680>
(Abgerufen: 24. Januar 2007, 18:05 UTC)
- (10) Artikel *Nitrifikation*. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.
Bearbeitungsstand: 23. November 2006, 16:45 UTC. URL:
<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Nitrifikation&oldid=24191561>
(Abgerufen: 24. Januar 2007, 18:03 UTC)
- (11) Artikel *Placebo*. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.
Bearbeitungsstand: 22. Januar 2007, 13:24 UTC. URL:

<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Placebo&oldid=26764070>

(Abgerufen: 24. Januar 2007, 18:03 UTC)

(12) Artikel *Polyphosphate*. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.

Bearbeitungsstand: 12. Dezember 2006, 21:24 UTC. URL:

<http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Polyphosphate&oldid=25048527>

(Abgerufen: 24. Januar 2007, 18:04 UTC)

(13) www.europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/2001/l_311/

[l_31120011128de00670128.pdf](http://www.europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/2001/l_311/l_31120011128de00670128.pdf)

(14) www.gns-software.de/Homdemo.exe (Homöopathie Repertorium)

(15) www.homeoint.org/books4/organon/einleitung.htm

(16) www.klaeranlagen-vergleich.de/kleinklaeranlagen/technik/systembeschreibungen/klaerung-abwasser.htm

(17) www.studenten-city.de/forum/showthread.php?t=16412

VI. Anhang

1. Original Artikel von Prof. Schädlich:

Originalia

Mikrobiologische, chemische und physikalische Veränderungen von Abwasserschlämmen durch Zugabe homöopathisch potenziierter Wirkstoffe

Phosphorelimination durch PHOSPHORUS,
dargestellt am Belebtschlamm aus der Kläranlage Würzburg

von E. Schädlich

Zusammenfassung

In der Abwasserreinigung ist die Phosphorelimination eine gesetzliche Forderung. Die chemische Phosphorelimination ist zwar verfahrenstechnisch gelöst, führt aber zur Aufsalzung des Ablaufes und damit des Vorfluters sowie zur Vergrößerung des Schlammvolumens. Die bisherige biologische Phosphorelimination ist nicht prozestabil und erreicht nicht die Mindestanforderungen.

In einer ersten Versuchsreihe konnte gezeigt werden, daß in Anlehnung an die Homöopathie/Isopathie durch Zugabe des homöopathisch potenzierten Wirkstoffes PHOSPHORUS eine Phosphorelimination unter dem gesetzlichen Grenzwert von 1 mg/l $\text{gesPO}_4\text{-P}$ bei länger belüfteten Belebtschlämmen einer Kläranlage möglich wird.

Die Biomasse zeigt bei Zugabe von PHOSPHORUS D30 bzw. D200 die stärkste Reaktion.

Schlüsselwörter

Abwasserreinigung, Biomasse, Phosphorelimination, homöopathisch potenzierte Wirkstoffe, Homöopathie, Isopathie, Phosphorus.

Summary

The law demands phosphor elimination in the water purification process.

The chemical elimination of phosphate is achieved through an engineering process which leads to a salt accumulation blocking not only of the water drainage system but also of the drawing canal with an increase of mud. The former biological

phosphor elimination process is not a very stable one and does not reach the minimum requirements.

It could be shown by a series of experiences that by analogy with homeopathy/isopathy when adding an intensified homeopathic active substance of phosphor phosphor elimination would be below the legal limit of 1 mg/l $\text{totPO}_4\text{-P}$ in extensively ventilated activated sludge of waste water purification plants.

Biomass exhibits the strongest reaction when phosphor D30, respectively D200 is added.

Keywords

Water purification process, biomass, phosphor elimination, homeopathic active substance, homeopathy, isopathy, phosphorus.

In der Abwasserreinigung stellt die chemische oder die dritte Reinigungsstufe, die die Phosphor- und Stickstoffverbindungen eliminieren soll, zur Zeit die größten Probleme dar. Die Herausnahme von Phosphor aus dem Abwasser geschieht nur zum Teil durch eine biologische Phosphorelimination, zum größten Teil jedoch durch chemische Phosphatfällung, was einerseits einen sehr hohen Schlammanfall bedingt, andererseits zu einer Aufsalzung des Vorfluters führt.

Die gesetzlichen Forderungen liegen in Abhängigkeit von der Kläranlagengröße bei max. $P_{\text{ges}} = 1\text{mg/l}$ am Kläranlagenauslauf. Prozeßtechnisch werden im Betrieb der Kläranlage Würzburg im Zulauf zu den Belebungsbecken Fällungsmittel zur

simultanen Phosphatfällung hinzugegeben.

Beim Verfasser entstand die Idee, in Anlehnung an die Homöopathie/Isopathie, durch Zugabe von „Arzneimitteln“ in homöopathischer Verdünnung eine Reaktion der Biomasse des Belebtschlammes zu erreichen.

Warum sollte eine „Resonanz“ in den Zellen, eine „Übertragung der Stoffinformation“, nicht auch bei den Mikroorganismen der Biomasse der Kläranlagen möglich sein?

In einer ersten, zunächst rein orientierenden Untersuchung wurden sechs, je 30 l fassende Becken mit Belebtschlamm der biologischen Reinigungsstufe der Kläranlage Würzburg, verdünnt im Verhältnis 1:1 mit dem Ablauf aus dem Nachklärbecken gefüllt. Die Sauerstoff-

versorgung der Mikroorganismen und die Umwälzung des Belebtschlammes wurde im Labor durch Druckluftbelüftung über mittig angebrachte Filtersteine vorgenommen. Um entstehende Aerosole abzuführen wurden die abgedeckten „Belebungsbecken“ im Abzug aufgestellt.

Die Untersuchungen wurden über 9 Tage durchgeführt, wobei neben einer Nullphase täglich 5 Tage lang Phosphorus Dil. bzw. Ethanol zugegeben wurde. Die Reagenzien wurden von der Deutschen Homöopathie-Union Karlsruhe-DHU zur Verfügung gestellt. Zugegeben wurde jeweils eine Flasche der Packungsgröße N1 (20 ml).

Untersucht wurde somit bei der „Langzeitbelüftung über 9 Tage“ die

Mikrobiologische, chemische und physikalische Veränderungen von Abwasserschlämmen durch Zugabe homöopathisch potenziertter Wirkstoffe

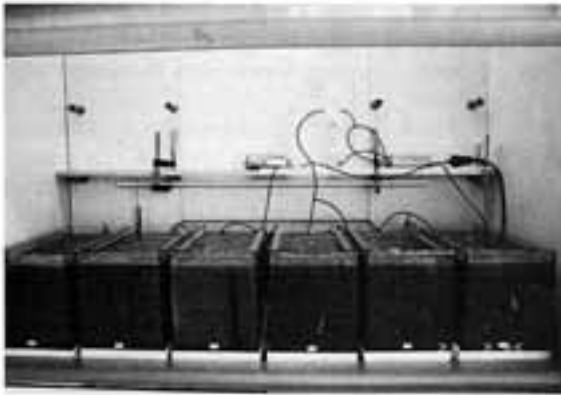


Abb. 1

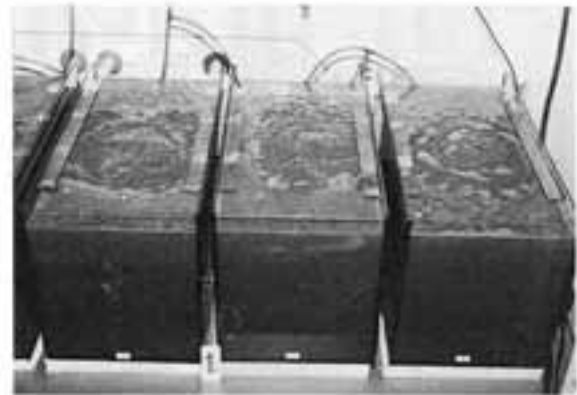


Abb. 2

Entwicklung und das Verhalten des Belebtschlammes unter Einwirkung von Phosphorus und Ethanol.¹⁾

Die Untersuchungen wurden im Blindversuch durchgeführt.

Festgestellt wurde täglich der Gehalt an ortho-Phosphat, Gesamt-Phosphat-P, Ammonium, Nitrit-, Nitrat-N, CSB²⁾, der pH-Wert sowie der O₂-Gehalt. Am Anfang und Ende der Versuchsreihe wurde der Schlammindex ermittelt. Täglich wurde zusätzlich das mikroskopische Bild des Belebtschlammes bestimmt. Die chemischen Untersuchungen wurden photometrisch mit Hilfe von Dr. Lange-Küvetten-Tests durchgeführt.

Für die Untersuchungen wurden zwei Versuchsreihen angesetzt:

In der ersten Versuchsreihe wurden den Becken 5 Tage lang täglich je Phosphorus D3, D6, sowie die Trägersubstanz Ethanol 99% bzw. 90% zugegeben. Die Nullphase lief ohne Zugabe mit. Zur gleichmäßigen Auslastung der Belüftung wurde das sechste Becken mit Leitungswasser ohne weitere Kontrolle belüftet.

1) Diplomarbeit von Frau Gabriele Schenk und Herrn Rudolf Krümer (unveröffentlicht), unter Mitbetreuung durch den Lehrbeauftragten, Herrn Dipl.-Biologen Erhard Kaiser.

2) Unter CSB versteht man den Chemischen Sauerstoff Bedarf. Er ist ein wichtiger Parameter in der Abwasserreinigungstechnik für die „Abwasserverschmutzung“. Der Wert wird durch Kochen mit Kaliumdichromat ermittelt.

In der zweiten Versuchsreihe wurden den Becken 5 Tage lang täglich je Phosphorus D1000, D200, D30, D12, Ethanol 51 Vol% zugegeben. Die Nullphase lief unverändert mit. Dn bezeichnet die „homöopathische Konzentrationsstufe“ 10ⁿ.

Foto 1 zeigt eine Übersicht über die Versuchseinrichtung.

Foto 2 stellt eine Ausschnittsvergrößerung der Versuchsanlage dar. Foto 3/4: Es ist zu erkennen, wie die mit Belebtschlamm gefüllten Becken der Versuchseinrichtung die Belüftungsbecken der Kläranlagen simulieren:

- ein Druckluft-Belüftungsbecken der Kläranlage Würzburg (Foto 3),
- ein Druckluft-Belüftungsbecken der Kläranlage Winterhausen (Foto 4).

Ergebnis

Die zweite Versuchsreihe mit Zugabe von PHOSPHORUS in mittleren und hohen Potenzen zeigt durchweg signifikante Reaktionen der Biomasse.

Beispielhaft sei dies in der Anlage am Gesamt-Phosphat-Phosphor (PO₄-P) dargestellt:



Abb. 3

Mikrobiologische, chemische und physikalische Veränderungen von Abwasserschlammern durch Zugabe homöopathisch potenziierter Wirkstoffe



Abb. 4

Die Nullphase brachte nach Ablauf der Versuchsdauer von 9 Tagen einen $\text{PO}_4\text{-P}$ -Gehalt von 4,85 mg/l.

bei den Becken mit Ethanol 51% und D 1000 lag der $\text{PO}_4\text{-P}$ bei 2,39 bzw. bei 2,66 mg/l, d.h. D1000 entspricht hier der Ethanolwirkung, während die Zugabe von D12, D30 und D200 eine signifikante biogene Phosphorelimination aufwies:

Der Gesamt-Phosphat-Phosphor lag hier bei 0,727/0,154/0,204 mg/l (s. Abb. 5), Werte wie sie sonst nur bei chemischer Fällung erreicht werden, wobei D30 noch vor D200 die größte Reaktion zeigte – unter den vorgegebenen Versuchsbedingungen.

Auch die Graphen für den CSB und den Nges (additiv) zeigen für D12, D30 und D200 einen Gleichlauf, wobei hier D200 die höchste Reaktion der Mikroorganismen brachte.

Die Ergebnisse der ersten Versuchsreihe bei Zugabe der Tiefpotenzen mit ihren hohen Alkoholkonzentrationen als Trägersubstanz brachten weniger aussagekräftige Ergebnisse.

Eine Veränderung der mikroskopischen Struktur in beiden Versuchsreihen konnte nicht festgestellt werden:

Eine morphologische Veränderung war nicht zu erkennen, „angeregt“ wurde aber die Funktion der Mikroorganismen, wie die Abb. 5 zeigt. Wenn auch der Wirkungsmechanismus noch nicht erforscht werden konnte, so ist die Wirkung doch meßbar.

Ausblick

Die bisherige Untersuchung, die zur grundsätzlichen Orientierung gedacht war, zeigt, daß die Biomasse von Belebungsbecken auf homöopathische „Arzneimittel“ in mittlerer und hoher Potenz reagiert. In der Anwendung homöopathischer Potenzen in der Abwasserreinigung lassen sich ungeahnte Möglichkeiten vermuten.

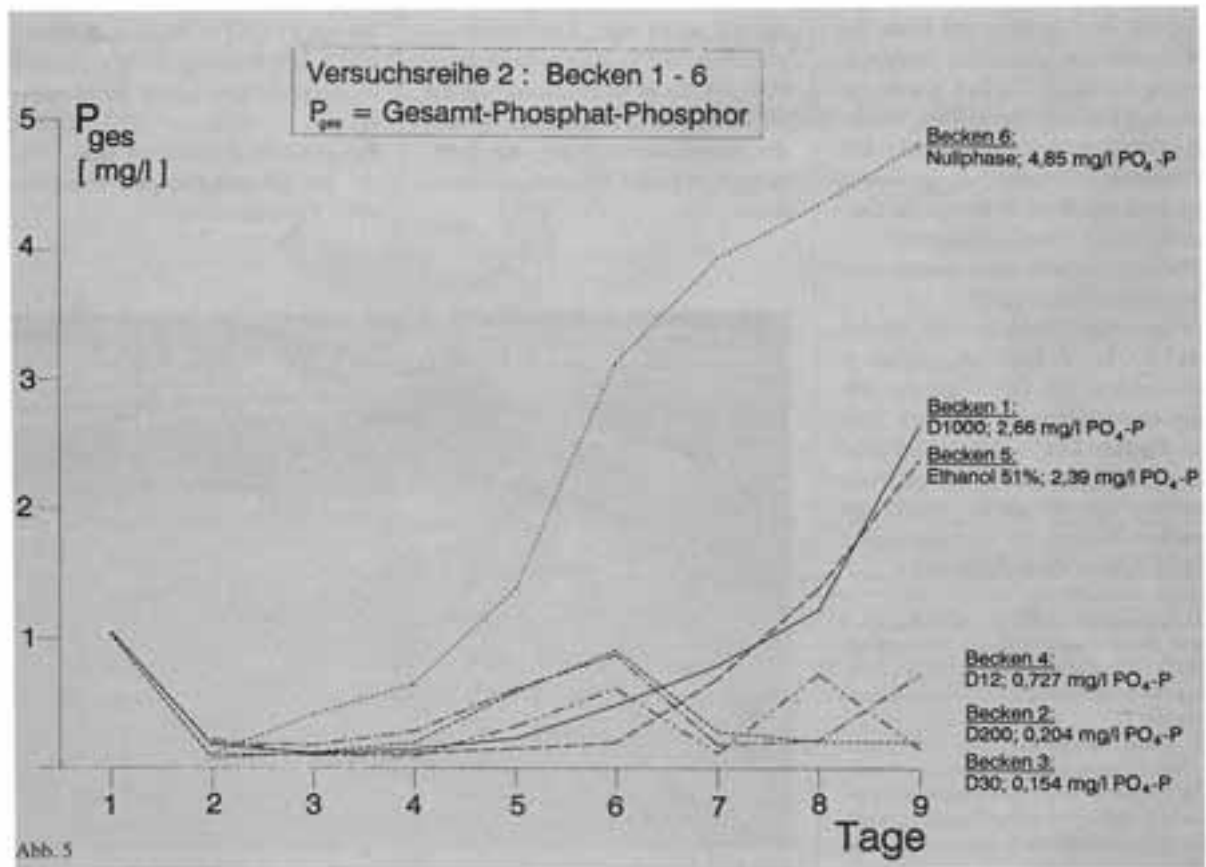


Abb. 5

Mikrobiologische, chemische und physikalische Veränderungen von Abwasserschlämmen durch Zugabe homöopathisch potenziierter Wirkstoffe

Dies bedingt weiteren Forschungsbedarf:

Neben einer versuchstechnischen Optimierung, z.B. der erforderlichen Sauerstoffzuführung und der Schlammumwälzung, Meßmethoden und -Intervallen,

Ermittlung der optimalen Zugabe der „Arzneimittel“ – nach Menge und Dauer,

Ermittlung der optimalen und maximalen Wirkungsdauer,

Ermittlung der Wirkung anderer potenziierter Wirkstoffe,

Ermittlung der Auswirkung anderer Trägersubstanzen, z.B. Milchzucker anstelle von Alkohol,

Ermittlung der Wirkung anderer Potenzierungsverfahren, z.B. C- und LM-Potenzen,

Ermittlung der Wirkung potenziierter Wirkstoffe auf anaerobe Reinigungsvorgänge in Kläranlagen, bei Kompostierungen und in der Deponietechnik, ebenso wie bei Ölunfällen,

Ermittlung der Anwendungsmöglichkeiten geobiologischer Erkenntnisse, usw.,

zuletzt, aber am wichtigsten: die Anwendung und Bestätigung im großtechnischen Versuch.

Technische und wirtschaftliche Folgerungen

Eine Bestätigung der unter Laborbedingungen bisher erreichten Ergebnisse, z.B. die biologische Phosphatelimination mit Hilfe von PHOSPHORUS unter den gesetzlich vorgegebenen Schwellenwert herunterzufahren, hat weitreichende technische und wirtschaftliche Bedeutung. Um die gesetzlichen Mindestanforderungen an Einleitungen aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen zu erfüllen, sind die Kläranlagenbetreiber gezwungen, z.B. über große Siloanlagen, dem Abwasser-Phosphat-Fällungsmittel, wie z.B. Eisensulfat, Eisenchlorid, Aluminiumsulfat u.ä. zuzumischen. Die Folge ist zwar die erwünschte Ausfällung von den entsprechenden Phosphaten, bedingt aber zwangsläufig

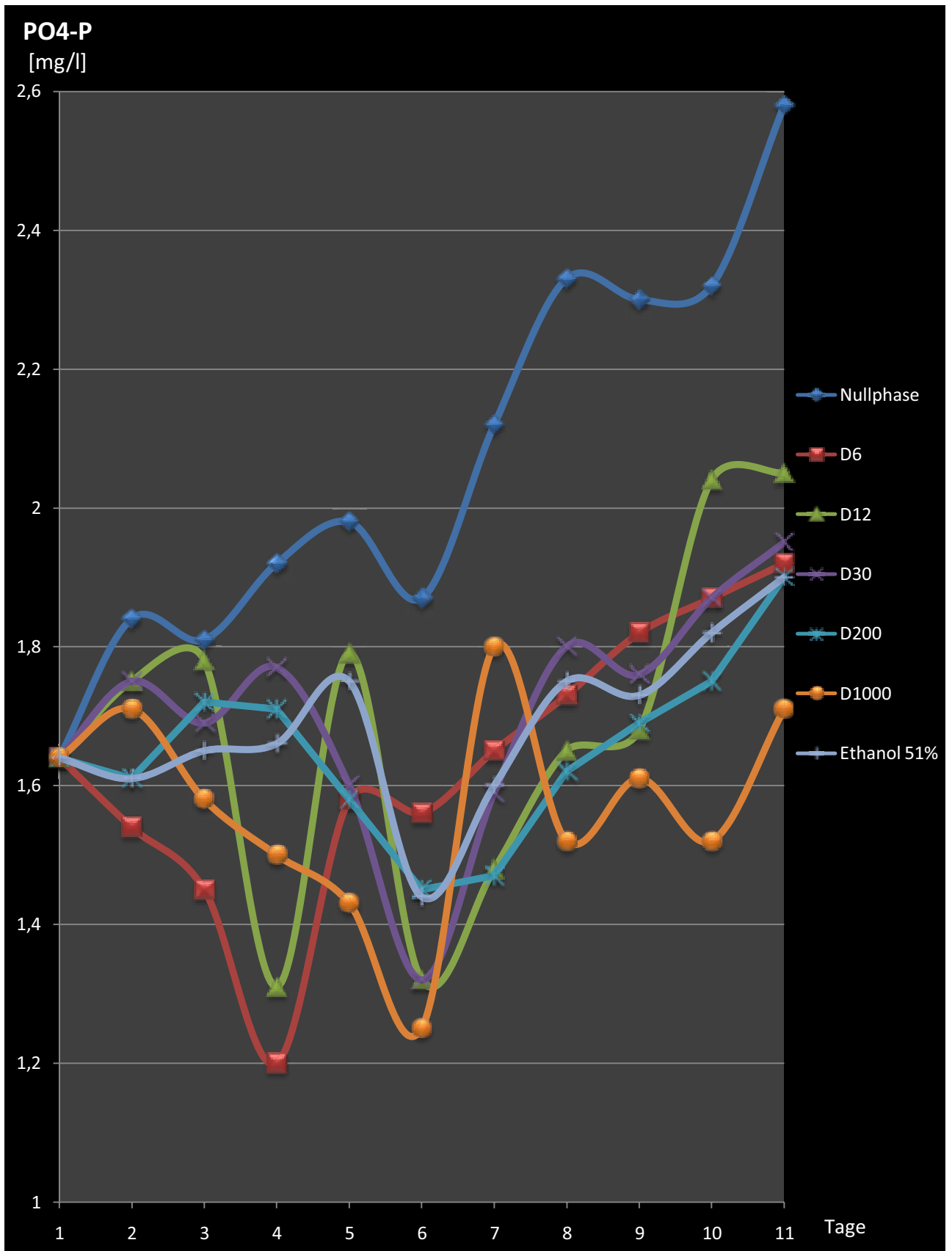
auch eine entsprechende Aufsalzung des Vorfluters mit Chloriden oder Sulfaten. Die Phosphatausfällung führt aber – je nach Verfahren – zu einem zusätzlichen Schlammfall bis zu 50%, d.h. alle Schlammbehandlungsanlagen bedürfen eines entsprechenden Volumenzuschlages.

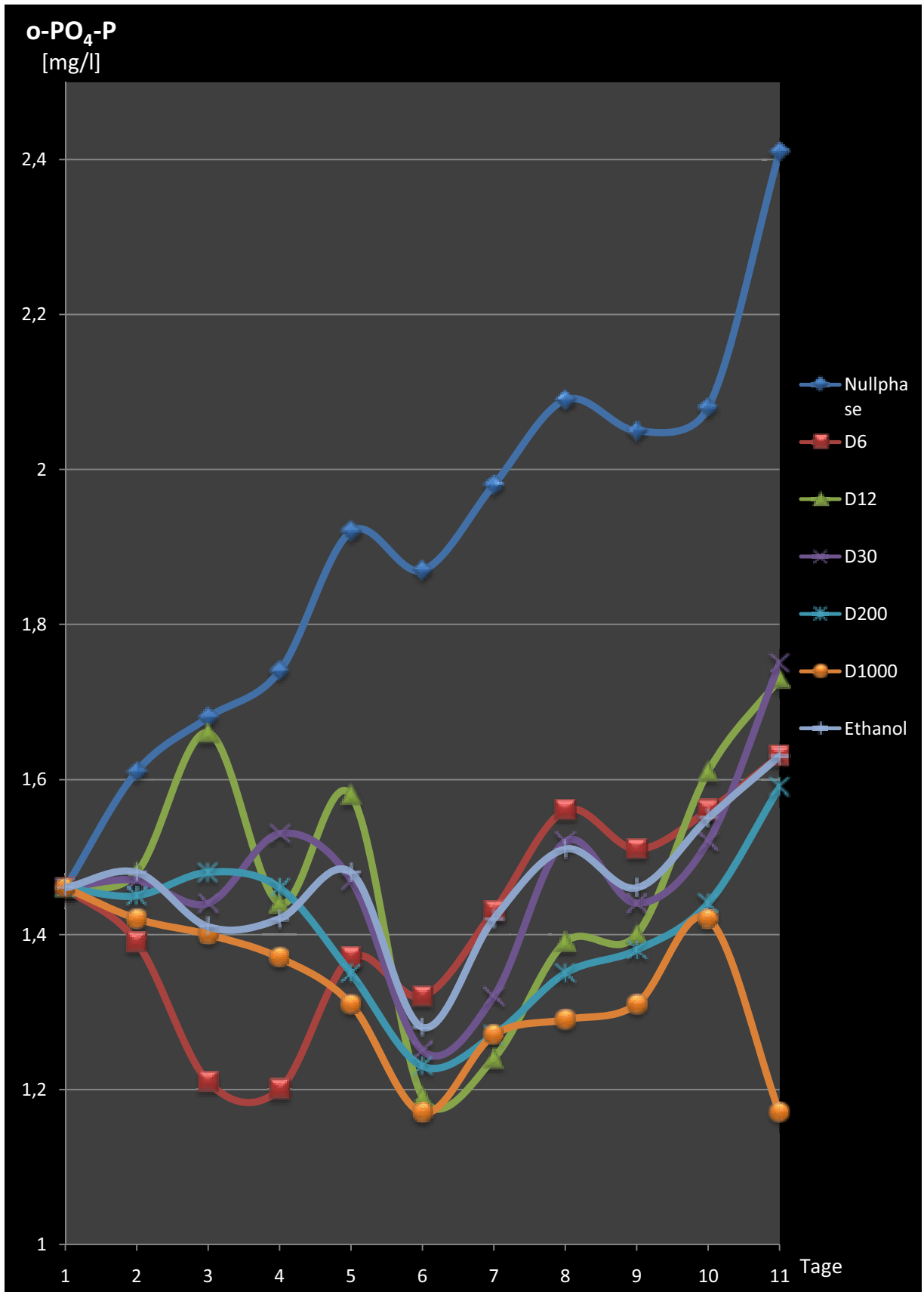
Die Schlammbehandlung wächst sich zu einem hohen Kostenfaktor aus.

Die Zugabe von potenzierten Wirkstoffen, z.B. PHOSPHORUS, könnte den enormen Schlammfall erheblich vermindern und damit die Betriebskosten senken – sowie einer Aufsalzung des Vorfluters entgegenwirken.

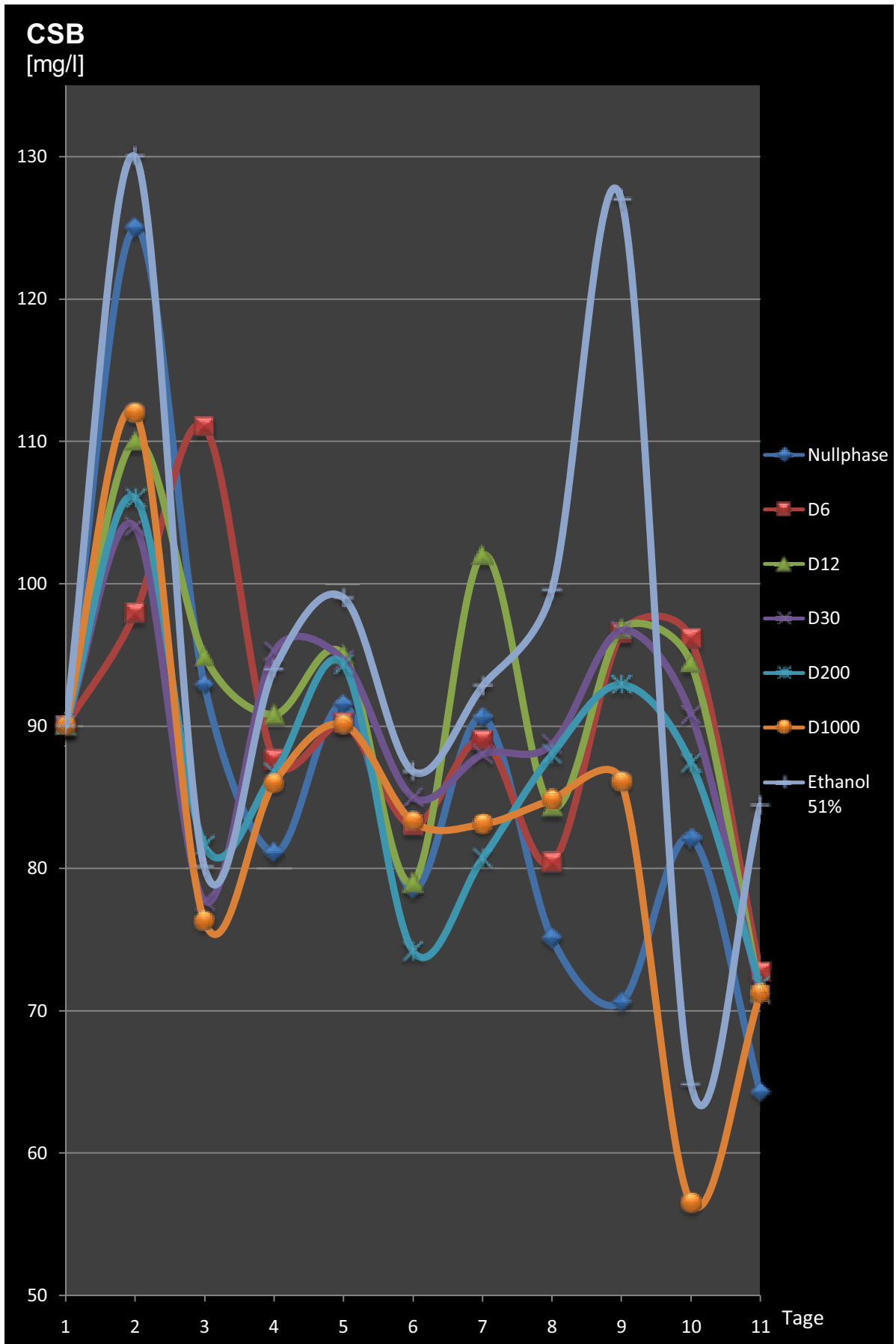
Korrespondenzadresse:
Professor Dipl.-Ing. Eberhard Schädlich,
Franz-Liszt-Str. 18, 97074 Würzburg

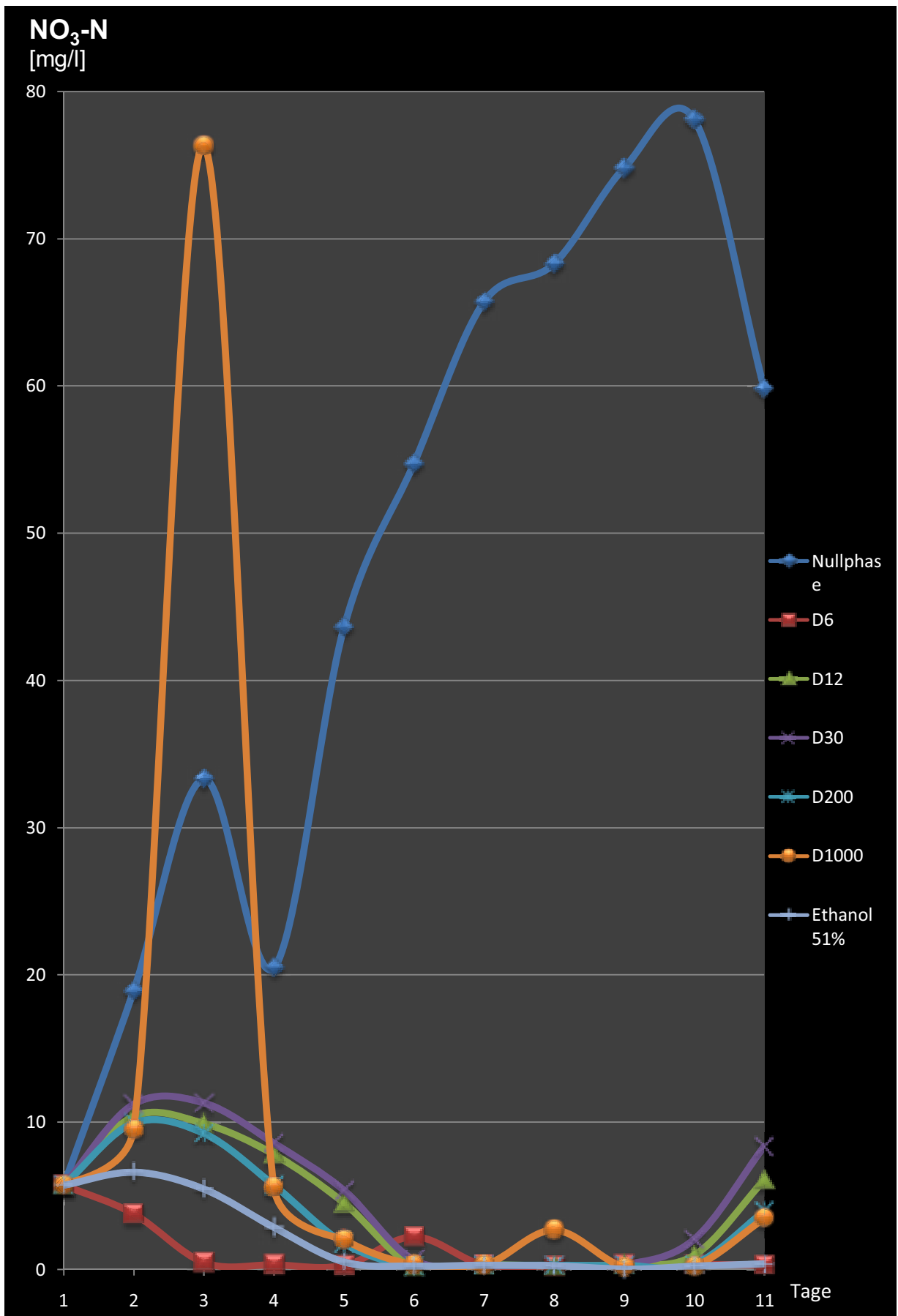
2. Graphen der Messwerte:

2.1 PO₄-P:

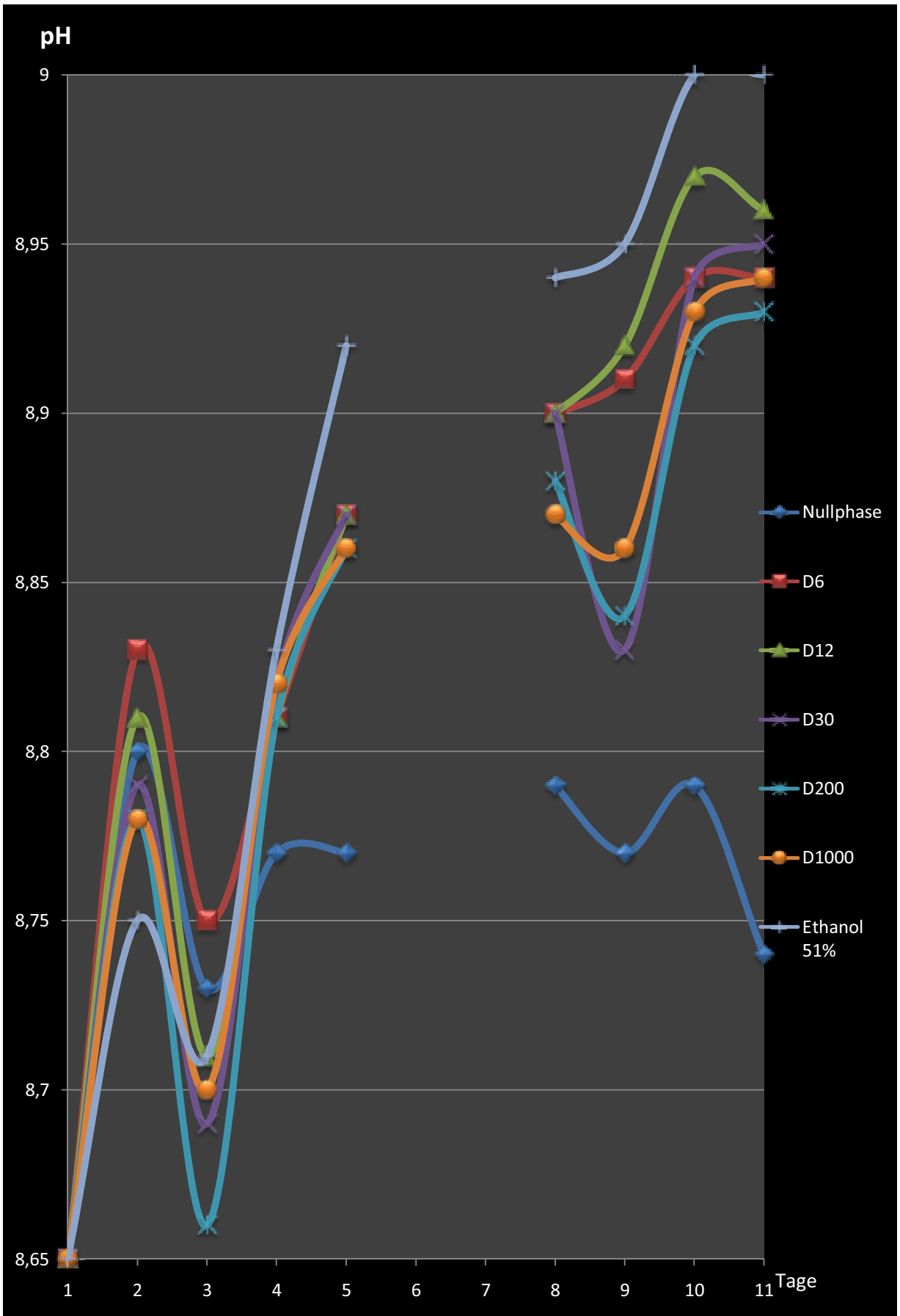
2.2 o-PO₄-P:

2.3 CSB:



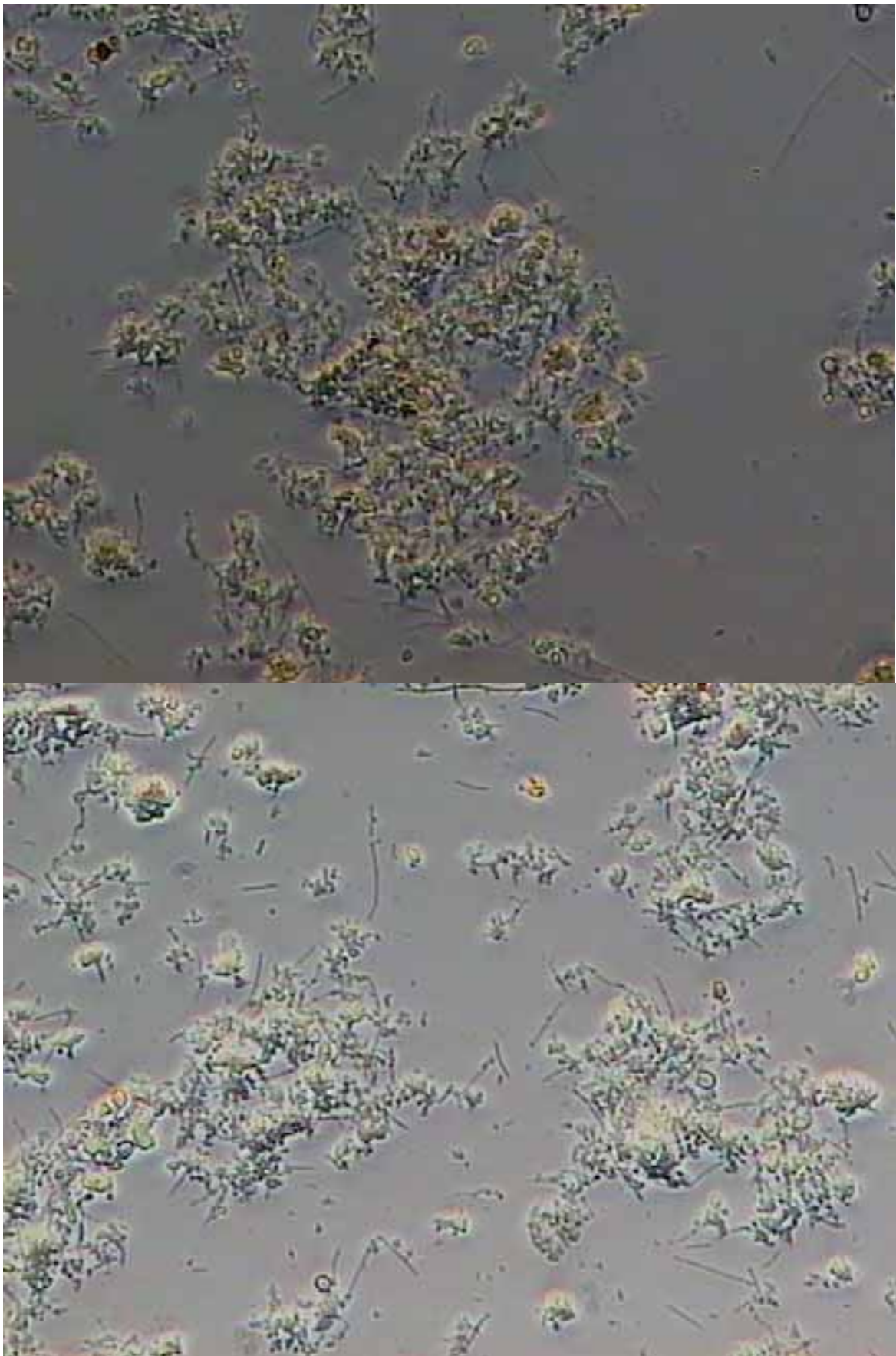
2.4 $\text{NO}_3\text{-N}$:

2.6 pH-Wert:

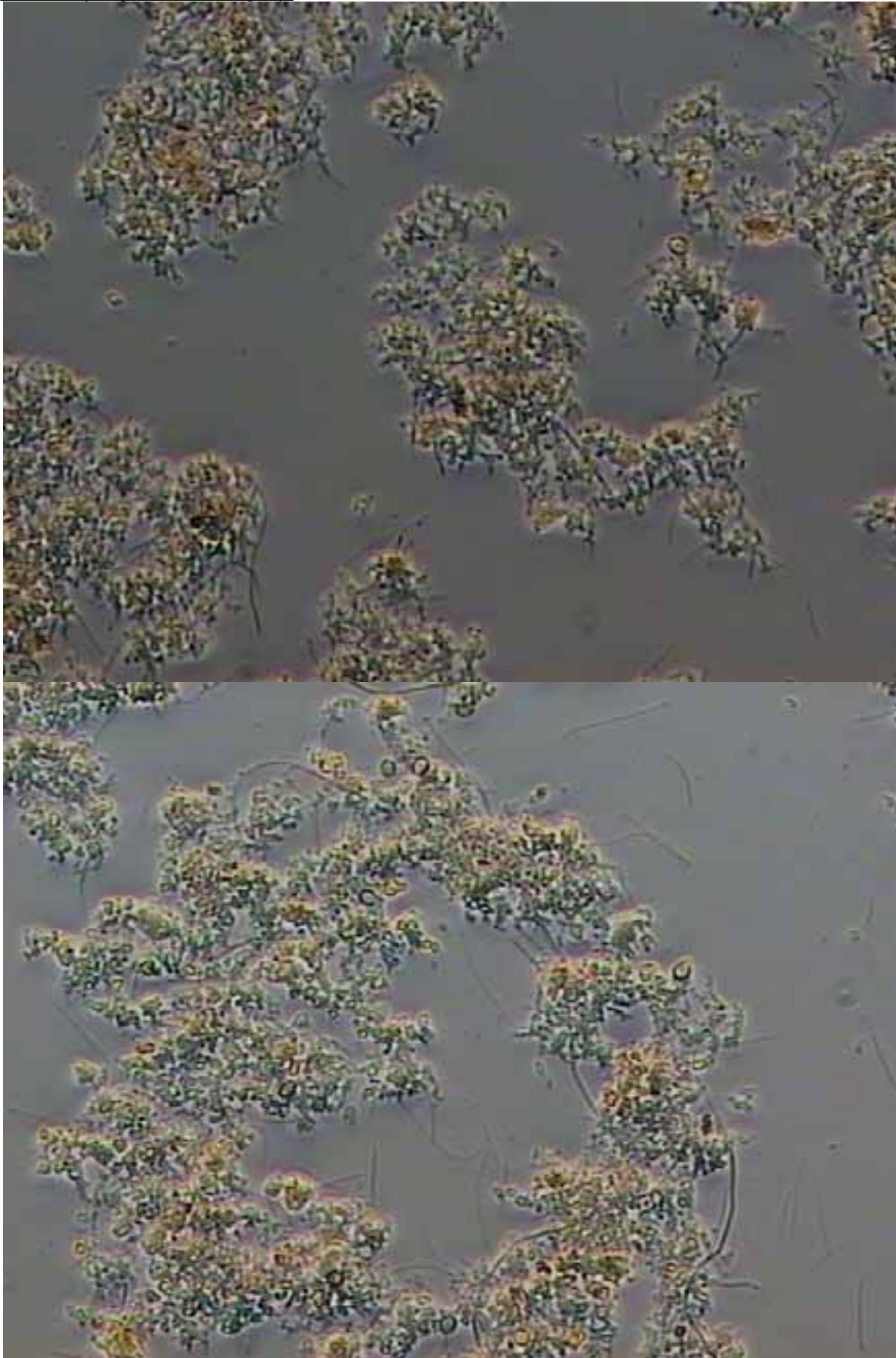


3. Mikroskopische Bilder der Klärschlammflocken:

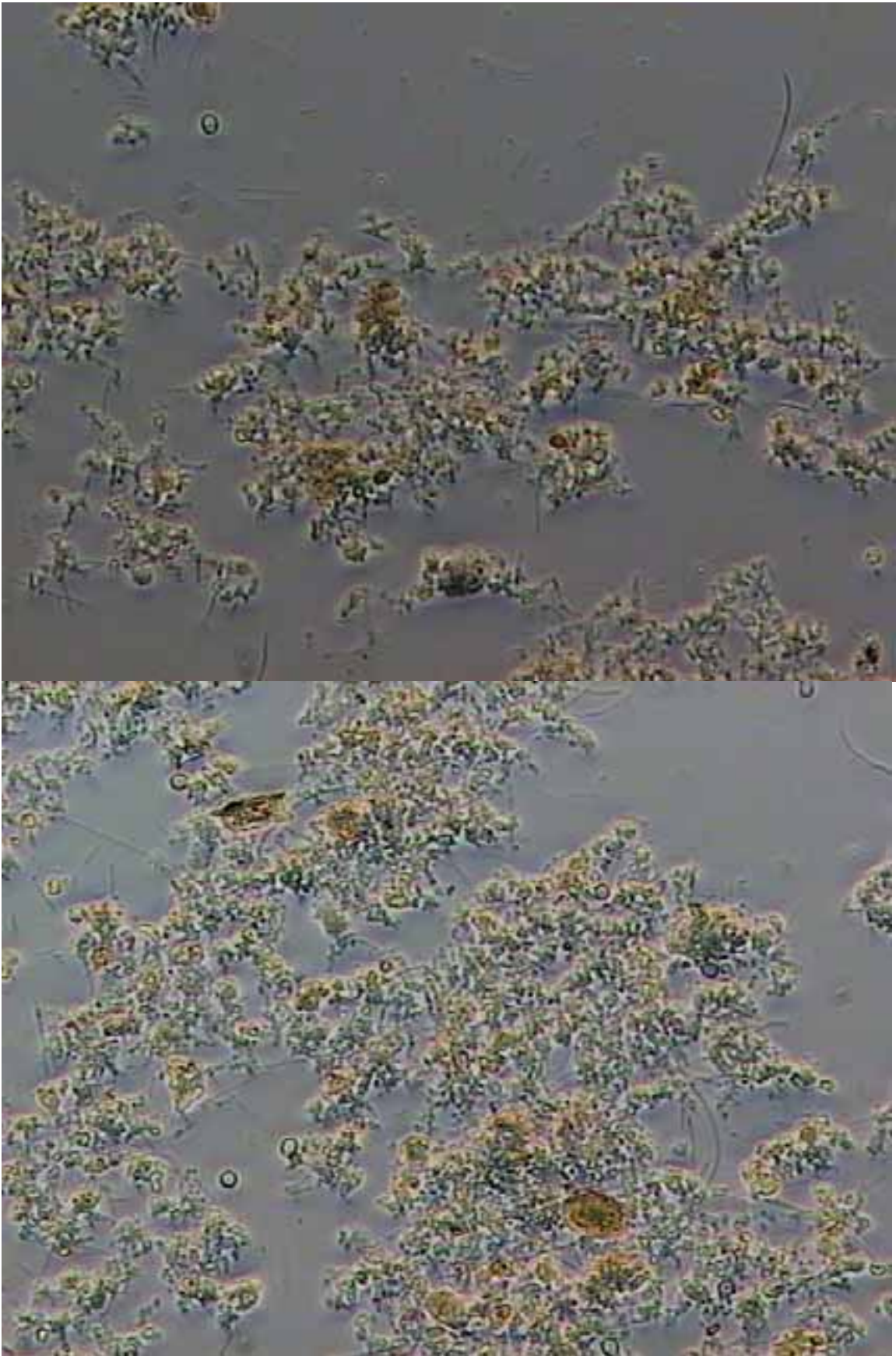
3.1 Leerlauf (Tag 1 bzw. Tag 8):



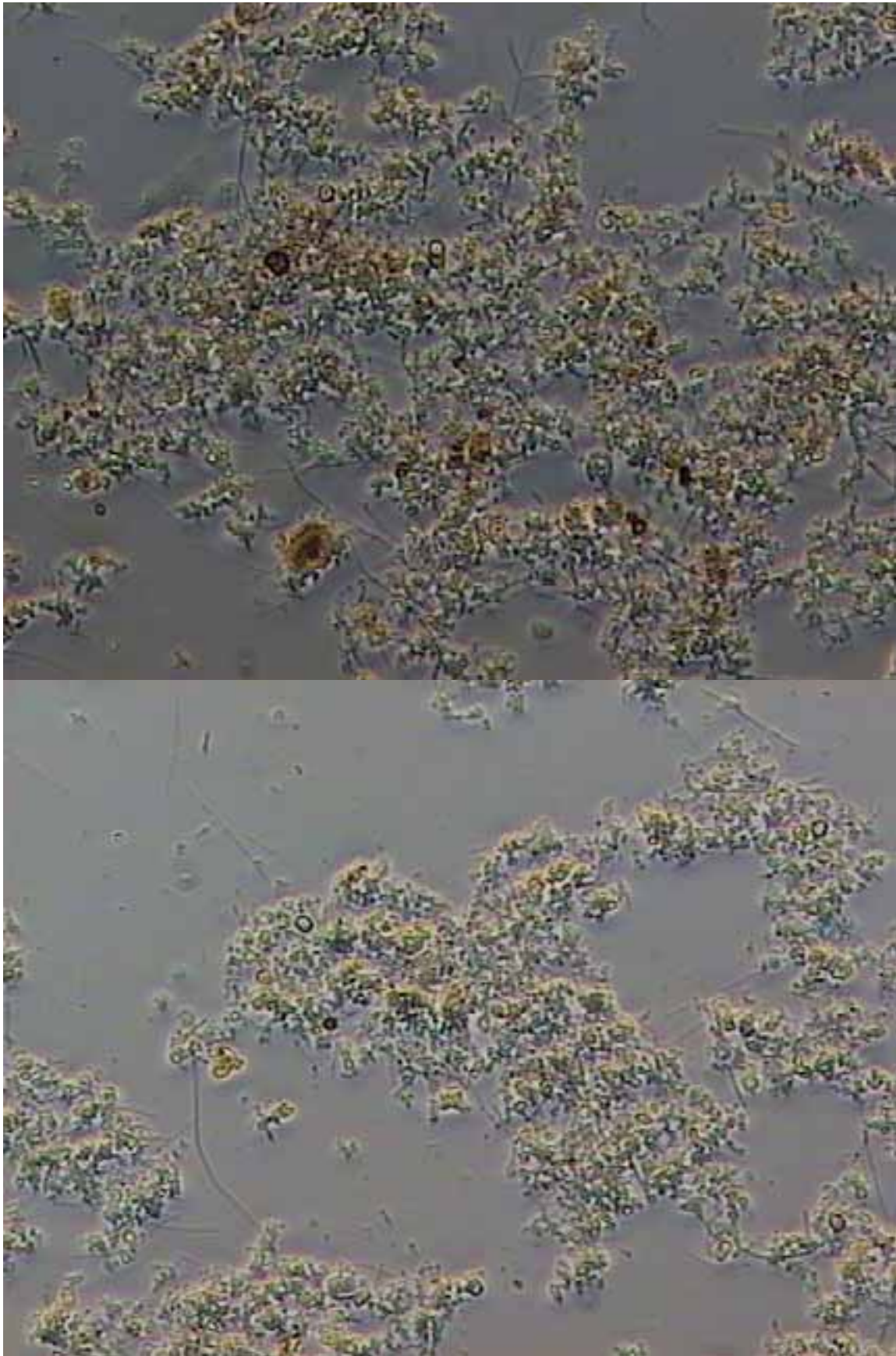
3.2 D6 (Tag 1 bzw. Tag 8):



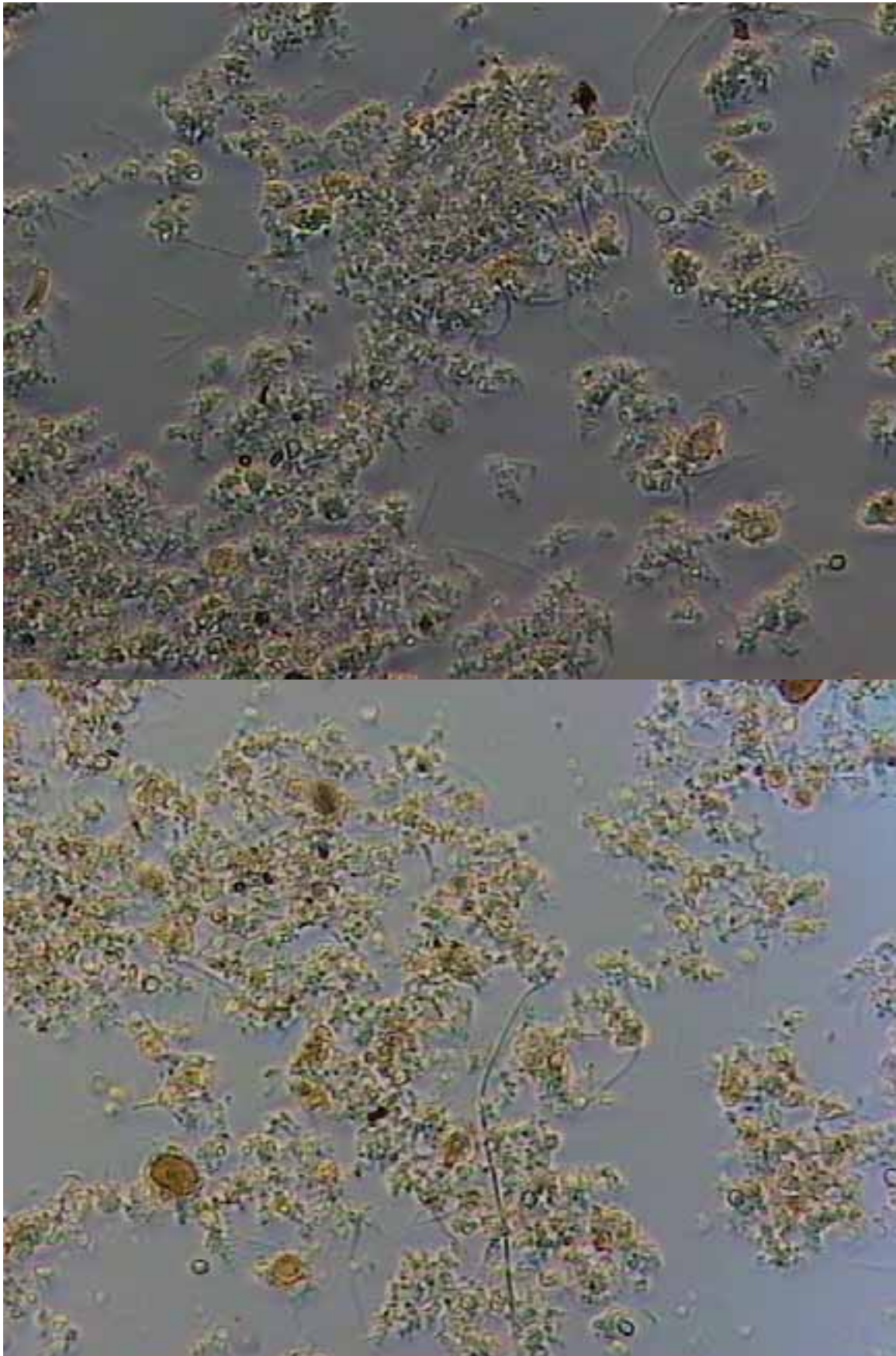
3.3 D12 (Tag 1 bzw. Tag 8):



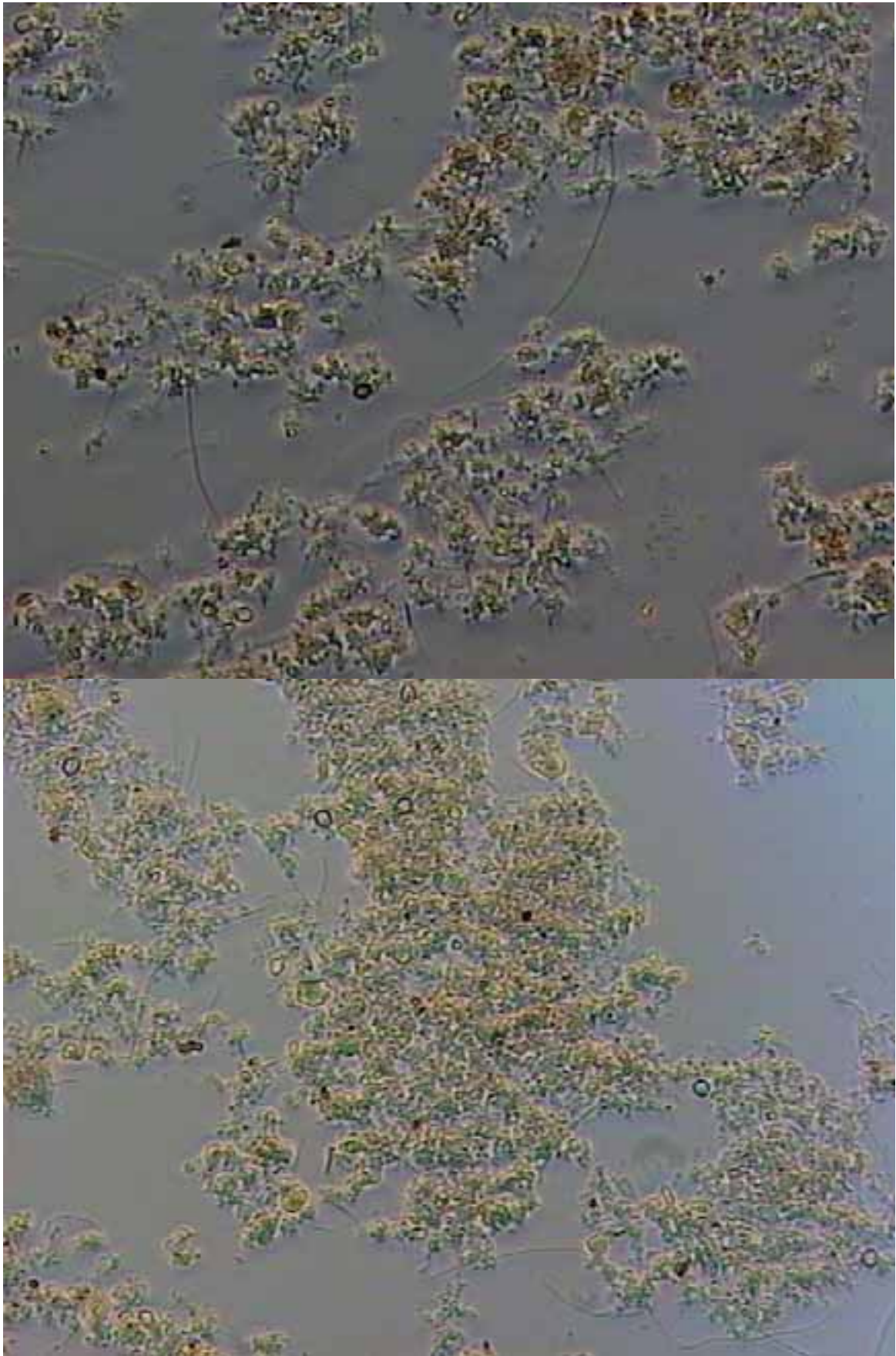
3.4 D30 (Tag 1 bzw. Tag 8):



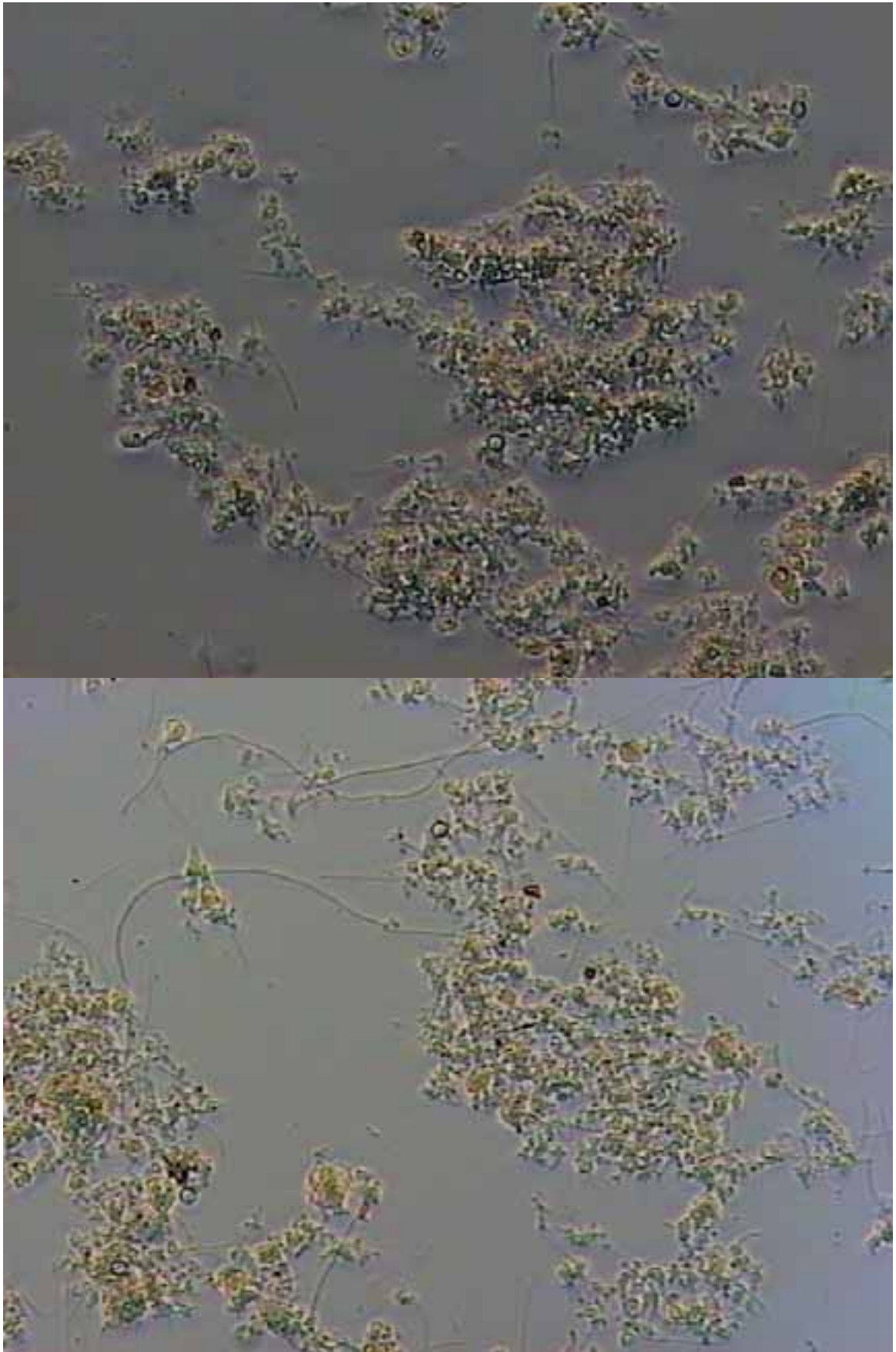
3.5 D200 (Tag 1 bzw. Tag 8):



3.6 D1000 (Tag 1 bzw. Tag 8):



3.7 Ethanol 51% (Tag 1 bzw. Tag 8):



4. Bilder von der pH-Wert-Messung mittels eines pH-Meters:



VII. Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die Facharbeit ohne fremde Hilfe angefertigt habe und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

....., den

Ort

Datum

.....
Unterschrift des Schülers