IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur

Endbericht

Einsatz mikrobiologischer Produkte in Fettabscheidern

Auftragnehmer:

IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur
Exterbruch 1
45886 Gelsenkirchen

Auftraggeber:

Ministerium für
Umwelt und **Naturschutz,**
Landwirtschaft und **Verbraucherschutz**
des Landes NRW

WISSENSCHAFTLICHE LEITUNG

Dr.-Ing. B. Bosseler

PROJEKTLEITUNG UND BEARBEITUNG

Bauass. Dipl.-Ing. U. Gronau
Dr. Dipl.-Biol. B. – M. Grohs

Gelsenkirchen, September 2002

All rights reserved by GEK mbH

Danksagung
Das IKT – Institut für Unterirdische Infrastruktur bedankt sich an dieser Stelle beim Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen für das entgegengebrachte Vertrauen.

Der Dank gilt auch dem Hygiene-Institut in Gelsenkirchen, das durch seine Mitwirkung und Unterstützung an der Erstellung des Berichts maßgeblich beteiligt war.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

1. Veranlassung 1
2. Hintergrund 1
3. Literaturrecherche 3
3.1. Darstellung bezüglich der Nutzung biologischer Präparate zum Fettabbau in der wissenschaftlichen Literatur 3
3.2. Darstellung bezüglich der Nutzung biologischer Präparate zum Fettabbau in der Praxis 4
3.2.1. Microbe-Lift 6
3.2.2. Grease Digest 7
3.2.3. Super Bio WT Restaurant 7
3.3. Bewertung der Literatur 7
3.4. Literatur 9
4. Planung des Forschungsvorhabens sowie dessen Modifizierung 10
5. Beschreibung der ausgewählten mikrobiologischen Präparate für den Fettabbau im Fettabscheider mittels Untersuchungen im Labor 14
5.1. Material und Methoden 14
5.2. Ergebnisse und Diskussion 16
5.2.1. Mikrobiologische Charakterisierung der ausgewählten biologischen Präparate 16
5.2.2. Nachweis der Freisetzung lipolytischer Enzyme durch die in den biologischen Präparaten enthaltenen Bakterien im Agardiffusionstest in Abhängigkeit von äußeren Bedingen 19
5.2.3. Abbau von Fett durch die biologischen Präparate in nährstoffreicher Lösung 22
6. In-situ-Untersuchungen zur Auswirkung der biologischen Präparate auf die abwassertechnische und mikrobiologische Situation in einem Fettabscheider 29
6.1. Material und Methoden 31
6.1.1. Biologische Präparate 31
6.1.2. Betrieb der Fettabscheider 31
6.1.3. Erfassung der abwasserrelevanten Parameter 32
6.1.4. Erfassung der mikrobiologischen Parameter 32
6.1.5. Erfassung der fettrelevanten Parameter 33
6.2. Ergebnisse und Diskussion 33
6.2.1. In-situ-Wirkung des Präparats SanyDuo in dem Zwillingsfettabscheider der Firma Drei Kronen Menü, Dortmund 33
6.2.2. In-situ-Wirkung des Präparats Bioliquid in dem Zwillingsfettabscheider der Firma Drei Kronen Menü, Dortmund 46
7. Bewertung der Wirkung biologischer Präparate zum Fettabbau im Fettabscheider 68
8. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis 72
9. Anhang: Meßergebnisse 74
9.1. Zusatz des biologischen Präparats SanyDuo zum Fettabscheider der Firma Drei Kronen Menü, Dortmund 74
9.1.1. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 27.03.2001 bis 03.04.2001 74
9.1.2. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 20.06.2001 bis 26.06.2001 84
9.2. Zusatz des biologischen Präparats Bioliquid zum Fettabscheider der Firma Drei Kronen Menü, Dortmund 94
9.2.1. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 04.10.2001 bis 10.10.2001 94
9.2.2. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 05.12.2001 bis 11.12.2001 104
9.3. Zusatz des biologischen Präparats Microbe Lift in Verbindung mit Zeo-Lift zum Fettabscheider der Jowe Kost, Dortmund 114
9.3.1. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 29.04.2002 bis 06.05.2002 ohne Zusatz von Microbe Lift 114
9.3.2. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 10.06.2002 bis 14.06.2002 mit Zusatz von Microbe Lift 124

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

1. Veranlassung

Das *Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW* (jetzt: *Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW*) hat mit Datum vom 4.11.1999 ein Forschungsvorhaben beim Institut für Kanalisationstechnik (jetzt: IKT-Institut für Unterirdische Infrastruktur) in Gelsenkirchen in Auftrag gegeben, das die Auswirkung mikrobiologischer Präparate auf Fettabscheider prüfen soll. Der Hintergrund der Maßnahme besteht in der Überprüfung der Zulässigkeit des Verfahrens aus wasserrechtlicher Sicht. Zur Entscheidungsfindung muß geprüft werden, ob

- durch die mikrobiologischen Präparate die Abwasserfracht beeinflußt wird,
- durch die mikrobiologischen Präparate die Fette im Fettabscheider in der Hauptsache metabolisiert werden oder das ablaufende Abwasser zusätzlich mit gut löslichen organischen Säuren und dem dreiwertigen Alkohol Glycerin aus der enzymatischen Spaltung der unlöslichen Fette belastet wird (Erhöhung der Schadstofffracht, gegebenenfalls Bildung von Blähschlamm in der Kläranlage),
- die mikrobiologischen Präparate die Abwassermikroflora beeinflussen,
- die mikrobiologischen Präparate biochemische Vorgänge hervorrufen (z.B. Absenkung des pH-Wertes), die eine Korrosion zementgebundener Werkstoffe hervorrufen können,
- durch den Zusatz mikrobiologischer Präparate das Wartungsintervall eines Fettabscheiders beeinflußt wird.

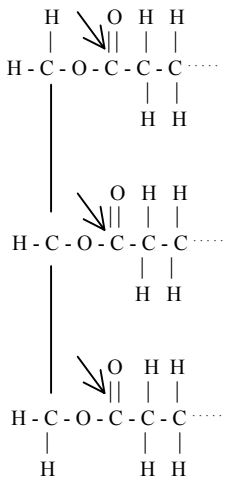
2. Hintergrund

Fette stellen in der Kanalisation ab einer gewissen Menge ein Problem dar, da sie bei Abkühlung erstarren, durch Verkleben mit anderen Abwasserinhaltsstoffen zu Verstopfungen und bei Zersetzung zur Bildung von belästigenden Gerüchen führen. In Kläranlagen schwimmen Fette auf und werden aufgrund der unzureichenden Verweilzeit nicht vollständig abgebaut. Daher werden Fette vor der Einleitung in die Kanalisation durch Fettabscheider abgetrennt. Die Fettabtrennung in herkömmlichen Fettabscheidern nach DIN 4040 beruht dabei auf dem Prinzip der Schwerkrafttrennung, so dass nur freie Öle und Fette eliminiert werden können. Liegen Fette als Emulsionen vor, so werden sie nicht abgetrennt. Die Rückstände in den Fettabscheidern sind regelmäßig zu entsorgen, d.h. ca. 14tägig bis monatlich. Darüber hinaus gilt, dass die abgeschiedenen Fette bevorzugt stofflich oder energetisch zu verwerten sind, d.h. sie werden in der Kosmetikbranche, Wasch- und Reinigungsmittelindustrie, bei der Herstellung von Anstrichmitteln, Emulgatoren, Verdickungsmitteln und Gelbildnern sowie aufgrund ihres hohen Brennwertes als Sonderbrennstoffe verwertet. Erst sekundär werden die abgeschiedenen Fette z.B. auf Deponien entsorgt.
Aufgrund der dargestellten Verhältnisse dienen somit Fettabscheider zur physikalischen Abtrennung der Fette aus dem Abwasser. Sie sind nicht zum mikrobiellen Abbau der Fette ausgelegt, und dieser ist nicht erwünscht. Entsprechend ist auch der Einsatz von biologischen Mitteln (Mikroorganismen, Enzymen) zur Standzeitverlängerung von Fettabscheidern nicht vorgesehen und der Fettabscheider entspricht bei Anwendung entsprechender Präparate nicht der DIN 4040.
Obwohl die Nutzung von Mikroorganismen für den Fettabbau im Fettabscheider weder geplant noch gewünscht ist, ist die Kapazität von Mikroorganismen zum Abbau von Fett hinlänglich bekannt. So finden sich Mikroorganismen, die zum Abbau von Fetten befähigt sind, sowohl bei den gram-negativen Bakterien (u.a. Bakterien der Gattung *Pseudomonas*),

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

den gram-positiven Bakterien (u.a. Bakterien der Gattung *Bacillus*), den Hefen als auch den Schimmelpilzen. In Abhängigkeit vom Stoffwechsel der Mikroorganismen kann es zur vollständigen Mineralisierung der Fette zu Kohlendioxid und Wasser kommen, oder es können niedermolekulare Fettsäuren freigesetzt werden.
Da Fette als hochmolekulare Substanzen nicht als Einheit in die Zellen aufgenommen werden können, scheiden die betreffenden Mikroorganismen zum Abbau zunächst fettspaltende Enzyme aus (sogenannte Lipasen). Diese spalten hydrolytisch die Esterbindungen zwischen dem dreiwertigen Alkohol Glycerin und den (im einfachsten Fall) 3 Fettsäuren. Diese Moleküle werden sodann in die Zellen aufgenommen und verstoffwechselt. Die von den unterschiedlichen Mikroorganismen freigesetzten Lipasen weisen jedoch variierende Eigenschaften bezüglich der Anzahl, des Types, der Position, etc. der von ihnen aus einem Fettmolekül freizusetzenden Fettsäuren auf. Entsprechend können als Produkte der enzymatischen Umsetzung u.a. freie Fettsäuren und Glycerin sowie Glycerinester mit einer oder zwei Fettsäuren auftreten.
Der Aufbau eines einfachen Fettes sowie die Angriffspunkte der Lipasen ist in der folgenden Abbildung festgehalten.

Abb. 1: Einfaches Fett (Triglycerid) mit Angriffspunkte der Lipasen



Legende: ⟶ Angriffspunkt der Lipasen

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

3. Literaturrecherche

Um einen Überblick über den Einsatz von mikrobiologischen Präparaten zum Abbau von Fetten in Fettabscheidern zu gewinnen, wurde eine Literaturstudie durchgeführt. Deren Ergebnisse sind im folgenden aufgeführt.

3.1. Darstellung bezüglich der Nutzung biologischer Präparate zum Fettabbau in der wissenschaftlichen Literatur

Obwohl die Befähigung von Mikroorganismen zum Fettabbau hinlänglich bekannt ist (u.a. [1]) und weltweit Präparate zum Fettabbau in Fettabscheidern und somit zur deren Standzeitverlängerung vertrieben werden (s. unten), sind der wissenschaftlichen Literatur nur wenige Hinweise auf den gezielten Einsatz von Mikroorganismen und Enzymen zur Fettbeseitigung in der Kanalisation oder in Fettabscheidern zu entnehmen.
Bezüglich des gezielten Einsatzes von Enzymen (gegebenenfalls in Kombination mit Bakterien) ist der Literatur zu entnehmen, dass sie Fettablagerungen reduzieren bzw. beseitigen [2; 3; 4 in 2]. Insgesamt wird dieser Einsatz in der Literatur nicht als positiv beurteilt, da die freigesetzten Fettsäuren bei hartem Wasser in Verbindung mit Erdalkalimetallen zur Bildung von Kalkseifen und entsprechendem Niederschlag in den Rohren führen könnten [3]. Weiterhin kam es durch den Einsatz von Enzymen zur Erhöhung des CSB sowie zum verstärkten Transport der Fettsäuren in die Kläranlagen [3], und es wurde seitens der Autoren angenommen, dass die Fettsäuren zur Entstehung und Stabilisierung von Schaum beitragen würden [3].
Weiterhin wird auch der Einsatz von Bakterien nicht befürwortet, da nicht eindeutig geklärt sei, inwieweit diese einen positiven Effekt auf den Fettabbau hätten [4; 5; 6 in 2].
In einer Studie [7] wird über den Einsatz eines kommerziell erhältlichen Produkts aus der Schweiz berichtet. In dieser Arbeit wurde gezeigt, dass das Produkt einen Stamm der Gattung *Bacillus* enthielt, darüber hinaus waren die Enzyme Lipase (Hauptkomponente), Cellulase und Xylanase nachweisbar. Das Präparat war zum aeroben Fettabbau befähigt, unter anaeroben Bedingungen fungierte es als Emulgator. Beim Fettabbau im Laborversuch setzte die Wirkung der Enzyme sofort ein, der Fettabbau durch die Bakterien bedurfte einer längeren Anlaufzeit im Vergleich zum Fettabbau durch Belebtschlamm. Bei Behandlung eines Fettabscheiders mit dem Präparat zeigte sich, dass die zugesetzten Bakterien nachzuweisen waren, sie also in der Lage waren, sich im Fettabscheider anzusiedeln. Generell wiesen die im behandelten Fettabscheider gefundenen Mikroorganismen eine höhere lipolytische Aktivität auf als die Mikroorganismen im unbehandelten Fettabscheider, jedoch war im Langzeitversuch im Labor die Fettabbaurate einer die zugesetzten Bakterien enthaltenden Fettprobe der Fettabbaurate einer Fettprobe mit Zusatz von Belebtschlamm vergleichbar. In beiden Fällen konnten die Fette quantitativ umgesetzt werden. [7].
Weiterhin wurde in einer Studie der McNeese State University in den Jahren 1997 und 1998 der Einfluß zweier biologischer Präparate auf den Fettgehalt von Abwasser aus Fettabscheidern im Laborversuch untersucht. Bei den Präparaten handelte es sich um eine Mischung bakterieller Kulturen, die zur Produktion fettabbauender Enzyme befähigt waren. Ein Präparat enthielt darüber hinaus ein Tensid. Die Untersuchungen ergaben, dass es bei Verwendung des tensidhaltigen Präparats zu einer verstärkten Solubilisierung von Öl und Fett aus dem abgeschiedenen Fett- und Öl-Anteil des Abwassers kam, das Präparat also dem Effekt eines Fettabscheiders entgegenwirkte. Für das Präparat ohne Tensid ließ sich eine Solubilisierung des Fett- und Öl-Anteils in einem vergleichbaren Ausmaß nicht nachweisen.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Jedoch ließ das Aussehen der Proben auf andere nicht näher definierte Probleme beim möglichen Einsatz des Präparats in Fettabscheidern schließen. [8]. Aufgrund dieser Ergebnisse wird seitens der Autoren der Einsatz biologischer Präparate für die Standzeitverlängerung eines Fettabscheiders nicht befürwortet.
Schließlich ist noch zu erwähnen, dass in der medizinischen Literatur keine Hinweise auf ein gesundheitliches Risiko durch den Einsatz von Mikroorganismen in Fettabscheidern zum Zweck des Fettabbaus gefunden wurden.

3.2. Darstellung bezüglich der Nutzung biologischer Präparate zum Fettabbau in der Praxis

Wie bereits erwähnt, sind in der wissenschaftlichen Literatur kaum Hinweise auf einen Einsatz biologischer Präparate in Fettabscheidern mit dem Ziel der Standzeitverlängerung zu finden. Jedoch bieten Firmen entsprechende Produkte weltweit u.a. auch im Internet an, so dass man von einer weltweiten Nutzung ausgehen kann. Insbesondere auf dem amerikanischen Markt sind entsprechende Firmen stark vertreten. Gegebenenfalls weisen die Firmen auch auf einen Fettabbau im Rohrsystem hin, jedoch soll dieser Aspekt in der vorliegenden Studie nicht weiter betrachtet werden.
Allgemein läßt sich sagen, dass die Präparate Bakterien, zumeist in Verbindung mit Enzymen und z.T. mit Tensiden, enthalten. Man geht davon aus, dass die Enzyme sofort die Auflösung von Fettablagerungen in Fettabscheidern bewirken, so dass für die reaktivierten Bakterien Nährstoffe zur Verfügung stehen. Dabei sollen die Fette vollständig zu Kohlendioxid und Wasser unter Bildung von Biomasse umgesetzt werden, so dass keine weitere Belastung der Umwelt erfolgen soll. Infolge der kombinierten Aktivität von Enzymen und Bakterien sollen die Fettablagerungen beseitigt und deren Neubildung verhindert werden, so dass die Kanalisation in geringerem Umfang verstopfen würde und die Fettabscheider weniger häufig abgepumpt werden müßten, sich deren Standzeiten also verlängern würden. Aus ökonomischen Gründen wird dies als sehr positiv für den Anwender dargestellt.
Über die Zusammensetzung der Bakterienflora der Präparate werden in der Regel keine Angaben gemacht. Die aufgeführten Hinweise lassen jedoch die Vermutung zu, dass die Präparate Bakterien der Gattung *Bacillus* enthalten. Ursache für die bevorzugte Verwendung von Species der Gattung *Bacillus* ist wahrscheinlich deren breites Stoffwechselrepertoire und die Befähigung zur Bildung hitzeresistenter Sporen. Lediglich im Falle des Präparats „Super Bio WT Restaurant“ von Ag-Technology Inc. wird angegeben, dass das Präparat Bakterien der Gattungen *Bacillus, Pseudomonas, Azotobacter, Azospirillum, Rhizobium* sowie bodenständige Cyanobakterien enthalte. Darüber hinaus wird teilweise mitgeteilt, dass die Präparate über einen breiten pH- und Temperaturbereich und weiterhin bei Dunkelheit und Licht sowie bei aeroben und anaeroben Verhältnissen wirksam seien.
In Tabelle 1 sind einige kommerziell erhältliche Produkte zusammengefaßt. Die Tabelle erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, im Internet sind gegebenenfalls weitere Produkte und Firmen unter den Stichwort „grease trap“ zu finden.

Im folgenden soll auf drei Präparate näher eingegangen werden, da sich in den Beschreibungen detaillierte Angaben zur Wirksamkeit finden. Hierbei handelt sich um die Präparate

- Pro-Pump (Inhalt: Micobe-Lift) von *EcoLab*
- Grease Digest von *Envirogenesis*
- Super Bio WT Restaurant von *Ag-Technology*

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 1: Übersicht über Produkte zur Standzeitverlängerung von Fettabscheidern

Präparat	Firma	Beschreibung des Präparats	Besonderheit	Internet-Adresse
LIPOBAC	Ingenieurbüro Ihlo & Smit	Bakterienkulturmischung		http://www.i-b-i-s.de/fett2.htm
Lipolyt	Aladin	Mikroorganismen Nutrienten (möglicherweise Lipasen)		http://www.franchise-net.de/presselounge/jour_aladin1.html
Biocult	Bio-System, Bi-Utec	spezialisierte Mikroorganismen	anaerober Abbau	http://bio-system.de/bio-system/index.htm
Pro-Pump (enthält MICROBE-LIFT)	EcoLab	mehrere Bakterienspecies	ausführliche Untersuchung durch Instytut Ochrony Srodowiska, Warschau,Vergleich mit anderen Präparaten	http://www.tncaustria.com/microbe-lift/default_de.htm
F-Microbes	Alabaster Corporation	Mikroorganismen Nährstoffe Enzyme		http://www.alabastercorp.com/S08t00008.htm
Grease Biodigest	Envirogenesis Inc.	selektierte Bakterienstämme Enzyme	ausführliche Studienbeschreibung	http://www.envirogenesis.com/index.html
Bio-Clean	Vertreiber: Fox Heating Service	natürliche Bakterien Enzyme		http://www.connel.net/bioclean/apps.htm
Maintain L	American Biosystems Inc.	sporenbildende Bakterien möglicherweise weitere Substanzen zur Vermeidung von Gasbildung		http://superbiosystems.com/sanimark.htm
Super Bio WT Restaurant	Vertrieb: Nature´s Technology Inc. Hersteller: Ag-Technology Inc.	Bakterien: *Bacillus, Pseudomonas, Azotobacter, Azospirillum, Rhizobium*, bodenständige Cyanobakterien	sehr detaillierte Darstellung	http://www.superbio.com/resttech.htm
	Chempace	Enzyme Bakterien		http://chempace.com/septic.htm
Big Dipper	Big Dipper-Thermaco			http://big-dipper.com/prodi.htm
Bio-Jet	Origin Jetters	Bakterien		http://origin.com.sg/biojet.htm
Drain Maintain	Tri Synergy Inc.	Bakterien (eventuell Enzyme, da diese als Bestandteile verschiedener Präparate angegeben sind)		http://www.trisyn.com/index.htm
BioCLEAR – 100	MetcoTech	8 hochspezialisierte Bakterienstämme (4 Haupt-, 4 Nebenstämme)		http://metcotech.com/biotech
Biozyme	Dynachem Water Treatment	Bakterien		http://www.dynachemproducts.com/biozyme.html
ALKEN CLEAR-FLO 4000 ALKEN CLEAR-FLO 4100	ALKEN MURRAY CORP.	Bakterien Tenside	ausführliche Darstellung	http://alken-murray.hypermart.net

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

3.2.1. Microbe-Lift

Microbe-Lift besteht aus unterschiedlichen Mikroorganismenarten, die in einer Konzentration von durchschnittlich insgesamt $4{,}5 \times 10^8$ Mikroorganismen pro Milliliter vorliegen. Die Zusammensetzung der Bakterienflora wird nicht angegeben, aus der Beschreibung läßt sich jedoch ableiten, dass vermutlich Bacilli enthalten sind. Das Präparat soll unter aeroben und an-aeroben Bedingungen, über einen breiten pH- sowie Temperaturbereich und unabhängig vom Lichteinfall aktiv sein. Es soll Verunreinigungen abbauen, indem es die Abfallstoffe im Wasser zerlegt und zur Biomasseproduktion nutzt.
Microbe-Lift wurde u.a. in verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben getestet. Nach Verwendung von Microbe-Lift kam es zur Verflüssigung dickflüssiger Jauche in der Jauchegrube, zum Abbau der Schwimmschicht auf der Jauchegrube sowie zur Geruchsverminderung.
Weiterhin wurde Microbe-Lift in der Kläranlage der Stadtgemeinde Deutsch-Wagram eingesetzt, die sich bereits vor Anwendung des Präparats durch eine gute Klärleistung auszeichnete. Durch die Verwendung von Microbe-Lift wurde die Geruchsbelästigung vermindert, die Deckschichten in Zulauf-, Belebungs- und Nachklärbecken wurden verringert bzw. aufgelöst. Darüber hinaus konnte der Schlamm ohne Schwierigkeiten entwässert werden, der Presskuchen war grobkörnig und leicht zu kompostieren.

Darüber hinaus wurden vom Instytut Ochrony Srodowiska, Warschau, 1994 Untersuchungen zur Wirksamkeit von Microbe-Lift durchgeführt.
So konnte u.a. in künstlichen Teichen eine Algenblüte durch den Zusatz von Microbe-Lift verhindert werden.
Weiterhin wurde der Einfluß von fünf biologischen Präparaten auf ein mit Belebtschlamm versetztes Abwasser, dessen CSB durch die Zugabe von Milch auf einen CSB von 850 mgO_2/l erhöht worden war, im Laborversuch untersucht. Die Belebtschlammkonzentration des mit Sauerstoff versetzten Abwassers betrug 2,5 – 3 mg/l. Die zusätzliche Verwendung der Bioprodukte in unterschiedlichen Konzentrationen erbrachte unter diesen Bedingungen keine verstärkte Abnahme des CSB. Sodann wurde die Belebtschlammkonzentration auf 0,5 mg/l gesenkt und die Sauerstoffzufuhr reduziert. Unter diesen Bedingungen ergab sich für den Zusatz von Microbe-Lift eine deutliche Reduzierung des CSB nach einer Versuchszeit von 24 Stunden im Vergleich mit der Kontrolle sowie den mit anderen Bioprodukten versetzten Proben. Nach 14tägiger Versuchsdauer hatten sich jedoch die CSB-Werte der verschiedenen Ansätze angeglichen.
Weiterhin wurden fünf Belebtschlämme mit zehn biologischen Präparten in unterschiedlichen Konzentrationen versetzt und der Einfluß auf den CSB bei einem Zulauf-CSB von 870 mg/l im Laborversuch untersucht. Es zeigte sich, dass nach einem Versuchszeitraum von einem Tag durch den Zusatz von Microbe-Lift die stärkste Abnahme des CSB zu verzeichnen war. Nach 14 Tagen hatten sich Werte der verschiedenen Ansätze jedoch angeglichen.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

3.2.2. Grease Digest

Grease Digest setzt sich aus unterschiedlichen Stämmen sporenbildender Bakterien (wahrscheinlich Bacilli) unter Zusatz von Enzymen zusammen. Bei den Bakterien handelt es sich nach Angaben des Herstellers um natürlich vorkommende Stämme, die zu einem verstärkten Abbau von Stärke, Proteinen und Lipiden befähigt seien. Sie seien in einem Temperaturbereich zwischen 10 °C und 50 °C aktiv und resistent gegen erhöhte Chlor- und Tensidkonzentrationen. Auch vermöchten sie sich in Form von Biofilmen in der Kanalisation anzusiedeln.
Daten, die die Effektivität von Grease Digest bezüglich der Reinigung von Fettabscheidern beschreiben, sind in der Zeitschrift „Operations Forum“ unter dem Titel „Bio-augmentation: Effectiveness in reducing food preparation wastewater effluent strength and system pumping requirements“ in der Ausgabe vom April 1999 veröffentlicht.
In der Studie wurde der Effekt von Grease Digest auf die Fettabscheider von 10 gewerblichen Nahrungsmittelproduzenten untersucht. In einer ersten Versuchsphase von 7 Wochen wurde der Zustand der Fettabscheider aufgenommen, sodann wurden die Fettabscheider entleert und über 13 Wochen mit Grease Digest behandelt. Dabei zeigte sich durch die Behandlung mit Grease Digest in allen Fällen eine starke Abnahme des Schlamm- sowie Fett- und Ölgehalts. Zusätzlich verbessert sich in 7 von 10 Fällen der BSB, in 8 von 10 Fällen der Gehalt an absetzbaren Stoffen und in 9 von 10 Fällen das Öl-/Fettverhältnis. In den Fällen, in denen das Mittel versagte, lagen Fettabscheideranomalien wie fehlende Abscheidewand bei hohem Wasserdurchfluß und fehlplazierte Abscheiderwand mit 3 Abläufen, die den Fettabscheider nicht passieren, vor. Die Ergebnisse zeigten, dass durch den Einsatz von Grease Digest die Kosten für die Wartung des Fettabscheiders verringert werden können, jedoch müssen hierfür die Fettabscheider in funktionsfähigem Zustand mit ausreichend langen Verweilzeiten für die Fettabscheidung sein.

3.2.3. Super Bio WT Restaurant

Super Bio WT Restaurant ist das einzige Produkt, dessen bakterielle Zusammensetzung angegeben ist. So besteht das Produkt aus Stämmen der Gattungen *Bacillus, Pseudomonas, Azotobacter, Azospirillum, Rhizobium* sowie aus bodenständigen Cyanobakterien. Darüber hinaus ist die anzuwendende Menge des Präparats angegeben. Auch sind die „Material Safety Data Sheets“ gezeigt, in denen die Unbedenklichkeit des Produkts unterstrichen wird.

3.3. Bewertung der Literatur

Der gesichteten Literatur und insbesondere den Beschreibungen der Präparate durch die Firmen ist zu entnehmen, dass sich biologische Präparate grundsätzlich zur Standzeitverlängerung von Fettabscheidern eignen sollen. Aufgrund der Wirkung von Enzymen und/oder Bakterien würden Fettablagerungen aufgelöst bzw. deren Neubildung verhindert, so dass die Fettabscheider weniger häufig abgepumpt werden müßten. Vom ökonomischen Standpunkt der Anwender aus würde sich daher der Einsatz biologischer Präparate in Fettabscheidern empfehlen.
Auch vom medizinischen Standpunkt sind keine Komplikationen zu befürchten, da anderenfalls bereits einschlägige Literatur zu finden sein müßte.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Offen bleibt jedoch die Frage, inwieweit es durch die Anwendung biologischer Präparate in Fettabscheidern tatsächlich zur vollständigen Mineralisierung der Fettablagerungen zu Kohlendioxid und Wasser kommt. In jedem Fall werden eventuell vorhandene Enzyme (Lipasen) ihre Wirkung zeigen und die Fettablagerungen auflösen. Es hängt dann direkt von der Stoffwechselaktivität der zugesetzten Bakterien ab, ob tatsächlich die mobilisierten Fette sowie die Abbauprodukte Glycerol und Fettsäuren vollständig eliminiert werden. In Übereinstimmung mit einigen Literaturstellen ist zu befürchten, dass die Bakterien hierzu nur begrenzt in der Lage sind. In diesem Zusammenhang spielen die Faktoren Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Temperatur, Tensidgehalt, Abwasserdurchsatz etc. eine entscheidende Rolle. Sollte die Aktivität der Mikroorganismen nicht ausreichen, um die mobilisierten Stoffe vollständig zu eliminieren, besteht die Möglichkeit, dass CSB, BSB und der Gehalt lipophiler Substanzen im Abwasser zunimmt und die Aufgabe des Fett- bzw. Fettsäureabbaus lediglich in die Kläranlagen verlagert wird.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

3.4. Literatur

[1] Wakelin, N.G.; Forster, C.F.
„An investigation into microbial removal of fats, oils and greases“
Bioresource Technology (1997); 59/1, 37-43

[2] “Biologische Zusatzstoffe in der Abwasserreinigung – Bakterien – Enzyme – Vitamine – Algenpräparate“
Arbeitsbericht der ATV-Arbeitsgruppe 2.6.1 „Blähschlammbehandlung und –bekäm-pfung“ im ATV-Fachasuschuß 2.6 „Aerobe biologische Abwasserreini-gungsverfahren“
Korrespondenz Abwasser (1990); 7; 793-799

[3] Lemmer, H.
„Enzymeinsatz in Fettabscheideranlagen – Problemlösung oder Problemschaffung?“
Korrespondenz Abwasser (1999); 46,10; 1611-1615

[4] Jäger, P.; Unterweger, A.; Wiener, W.; Augustin, H.
„Die Wirkung fettabbauender Bakterien und Enzyme in der Kläranlage Saalbach“
GWF Wasser-Abwasser (1989); 130; 328-333,

[5] Szabados, A.
„Pilotprojekt in der Münchener Universitätsmensa, Leopoldstraße, vom 15.4.1987 – 15.12.1987: Test der Produkte BioliBac und BioliSol unter kontrollierten,
praxisgerechten Einsatzbedingungen. Beurteilung und Begutachtung der erzielten Ergebnisse.“
Pettenkofer-Institut der Universität München (1988)

[6] Unterweger, A.; Wiener, W.
„Untersuchung über die Auswirkung von extrahierbaren Stoffen beim Betrieb und den Einsatz eines Mittels zum Fettabbau in kommunalen Abwasserreinigungsanlagen am Beispiel der Kläranlage Saalbach“.
Arbeitsgemeinschaft Limnologie Salzburg – Wien (1988)

[7] Kunst, S.; Helmer, C.; Atev, A.
„Einsatz von Bakterien- und Enzympräparaten in Fettabscheidern“.
VSA/ATV-Fachtagung vom 26.9.1996, Basel, Schweiz
VSA-Bericht 509 „Einsatz von biologischen Zusatzstoffen in Kläranlagen“

[8] Gary, Emilie; Sneddon, J.
„Determination of the effect of enzymes in a grease trap“.
Microchemical Journal (1999); 61; 53-57

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

4. Planung des Forschungsvorhabens sowie dessen Modifizierung

Das Forschungsvorhaben umfasste die folgenden Schwerpunkte:

- Beschreibung ausgewählter mikrobiologischer Präparate für den Fettabbau im Fettabscheider mittels Untersuchungen im Labor

- Beschreibung der Auswirkung der ausgewählten mikrobiologischen Präparate in einem ausgewählten Fettabscheider (in-situ-Untersuchung)

Um beispielhaft die Auswirkungen einiger am Markt erhältlicher mikrobiologischer Präparate für den Fettabbau im Fettabscheider zu ermitteln, wurden die folgenden drei Handelsunternehmen und Präparate ausgewählt:

- Fa. ChemTech Consulting GmbH, Am Goldmorgen 21, 41469 Neuss
  Die Firma *ChemTech Consulting GmbH* setzt ein Präparat mit dem Handelsnamen *SanyDuo* ein, das nach Herstellerangaben hauptsächlich aus natürlichen Bakterienkulturen in einer Pufferlösung besteht, aber auch freie Enzyme enthält, die den Abbauprozess im Fettabscheider rascher in Gang setzen sollen.

- Fa. Wieds EcoChem AG, Gewerbestraße 1a, 57258 Freudenberg
  Das von der *Fa. Wieds EcoChem AG* vertriebene Produkt mit dem Handelsnamen *Bioliquid* besteht nach Herstellerangaben in der Hauptsache aus natürlichen Bakterienkulturen in einer Pufferlösung und enthält zur Reaktionsbeschleunigung freie Enzyme.

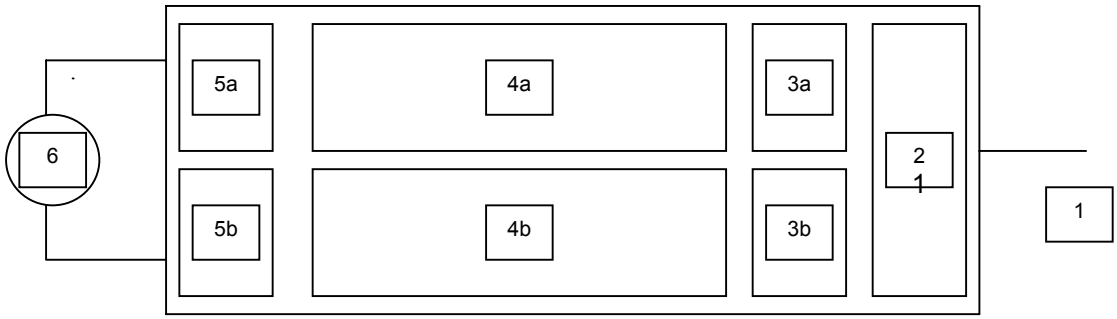
- Fa. EcoLab Produktion und Vertrieb GmbH, Leharstraße 1, A-4020 Linz (Österreich)
  Die *Fa. EcoLab Produktion und Vertrieb GmbH* ist der europäische Vertriebspartner der US-amerikanischen *Firma Ecological Laboratories, Inc.* Das von den beiden Firmen vertriebene Produkt trägt den Handelsnamen *Microbe-Lift* und enthält nach Herstellerangaben natürliche Bakterienkulturen (phototrophe Bakterien, Pseudomonaden, Hefen, Thiobacilli, etc.) und notwendige Nährstoffe, jedoch keine freien Enzyme. Nach neuesten Angaben wird *Microbe-Lift* vor dem Einsatz im Fettabscheider auf einem Zeolithen mit dem Handelsnamen *Zeo-Lift* immobilisiert. Diesem Zeolithen werden hydrolytische Enyzme (u.a. Lipasen zur Spaltung von Fetten) vor der Immobilisierung der Mikroorganismen zugesetzt.

Für die in-situ-Untersuchungen der Auswirkung von mikrobiologischen Präparaten in Fettabscheidern wurde der Fettabscheider der Firma *Drei Kronen Menü*, Fritz Pohl GmbH, Ezzestraße 3, 44379 Dortmund, zur Verfügung gestellt. Die Firma *Drei Kronen Menü* produziert Fertigmenüs für gewerbliche und private Kunden.
Bei dem Fettabscheider handelt es sich um einen Zwillings-Fettabscheider, dessen aktive Elemente (Schlammfang, Abscheidekammer, Auslauf) vollständig voneinander getrennt sind. Als gemeinsames Element wird nur die Einlaufkammer genutzt. Durch diese Anordnung ist es möglich, bei gleicher hydraulischer Belastung der beiden Kammern und identischer Zusammensetzung des Abwassers die Auswirkung des mikrobiologischen Präparats auf das Abwasser in einer Kammer im Vergleich zum Abwasser in der anderen Kontroll-Kammer darzustellen.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Der Aufbau des Fettabscheiders ist in der folgenden Skizze festgehalten:

Abb. 2: Skizze des Fettabscheiders bei der Firma *Drei Kronen Menü*, Dortmund



Legende:

1	Zulauf aus Küche
2	gemeinsamer Einlauf
3a	Schlammfang ohne mikrobiologisches Präparat in der Fettabscheiderkammer
3b	Schlammfang bei Zusatz des mikrobiologischen Präparats in der Fettabscheiderkammer
4a	Fettabscheiderkammer ohne mikrobiologisches Präparat
4b	Fettabscheiderkammer mit Zusatz des mikrobiologischen Präparats
5a	Auslauf ohne mikrobiologisches Präparat in der Fettabscheiderkammer
5b	Auslauf bei Zusatz des mikrobiologischen Präparats in der Fettabscheiderkammer
6	Ablauf in die Kanalisation

Für die Untersuchungen wurde der Fettabscheider dahingehend ausgerüstet, dass ein Schacht neben dem Fettabscheider für die Aufnahme des Präparatvorrats sowie der Dosierpumpe eingerichtet wurde. Zusätzlich wurden Probenahmeleitungen, Messkabel und Versorgungsleitungen in die Fettabscheiderkammern sowie den Zulauf gelegt und Probennehmer sowie Durchflußmeßgeräte, pH-Meter und Sauerstoffelektroden zur online-Registrierung der entsprechenden Daten installiert.

Weiterhin wurden die beiden Kammernsysteme des Zwillings-Fettabscheiders zu Beginn durch Reinigung des Einlaufes, der Schlammfänge sowie der Fettabscheiderkammern durch ein Reinigungsunternehmen in einen vergleichbaren Zustand gebracht. Sodann wurde einer Fettabscheiderkammer (siehe Skizze) das entsprechende Präparat zugesetzt. Über einen Zeitraum von mindestens 4 Wochen als Adaptationszeit für die Mikroorganismen wurde sodann der Fettabscheider wie üblich betrieben. Nach dieser Zeit und somit unmittelbar vor der Beprobung wurden beide Schlammfänge sowie die Kontroll-Abscheidekammer durch ein Reinigungsunternehmen erneut gereinigt, um eine übermäßige Ansammlung der Speisereste zu verhindern.
Die Zudosierung der mikrobiologischen Präparate erfolgte nach Absprache mit den entsprechenden Unternehmen wie folgt:

- Zugabe von *SanyDuo*: tägliche Zugabe gegen 17 Uhr (Ende der Arbeitszeit in der Küche), im Vorfeld der Beprobung erhöhte Mengen, dann niedrige Konzentration
- Zugabe von *Bioliquid*: zunächst tägliche Zugabe gegen 17 Uhr (Ende der Arbeitszeit in der Küche) im Vorfeld der Beprobung, mit Beginn der Beprobung wöchentliche Zugabe (freitags 17 Uhr)
- Die Zugabe von *Microbe Lift* sollte nach Immobilisierung der Mikroorganismen auf *Zeo-Lift* durch Zugabe der verdünnten Suspension auf den Boden der Fettabscheider-kammer erfolgen. Da allerdings ab Januar 2002 der Fettabscheider der *Firma Drei*

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Kronen Menü aufgrund der Küchenschließung nicht länger für Untersuchungen zur Verfügung stand, wurde das Präparat lediglich ein Mal ohne anschließende Untersuchung seines Effekts in den Fettabscheider eingebracht.

Folgende Abwasserproben wurden dem Fettabscheider entnommen:

- zulaufendes Abwasser aus der Küche (s. Abb. 2: 2; Bezeichnung: Zulauf)
- ablaufendes Abwasser aus der Referenzkammer (s. Abb. 2: 4a unmittelbar vor der Trennwand zu 5a; Bezeichnung: Ablauf Kontrolle)
- ablaufendes Abwasser aus der Fettabscheiderkammer mit Zusatz des biologischen Präparats (s. Abb. 2: 4b unmittelbar vor der Trennwand zu 5b; Bezeichnung: Ablauf Probe)

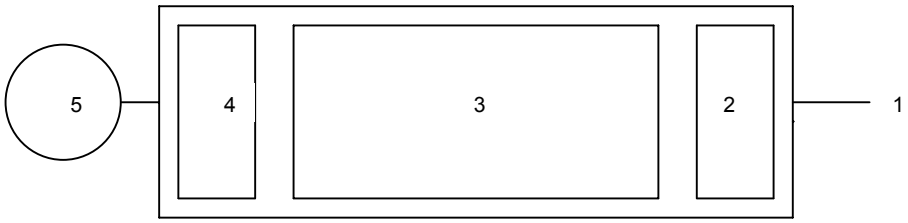
Im Verlauf der in-situ-Untersuchungen war es notwendig, Modifizierungen am Vorgehen der Untersuchung vorzunehmen. So kam es zu Verklebungen der Diaphragmen in den eingebrachten pH-Elektroden, Sauerstoffelektroden und Temperaturfühlern durch das sich abscheidende Fett. Entsprechend konnten diese nach kürzester Zeit nicht mehr benutzt werden. Weiterhin zersetzte sich im Fettabscheider das Durchflussmessgerät, so dass keine exakten Durchflussmengen ermittelt werden konnte. Da diese Probleme als nicht lösbar anzusehen waren, wurde auf eine online-Aufnahme der betreffenden Parameter verzichtet.
Ebenso erwies sich eine Beprobung des Fettabscheiders mittels automatischer Probenahme als ungünstig. Der Grund hierfür ist in der Tatsache zu sehen, dass die Proben für die Bestimmung der mikrobiologischen Parameter als Stichproben zu nehmen sind, da es bei ausgedehnter Lagerung des Abwassers im Probenehmer zu erheblichen Verschiebungen der entsprechenden Messswerte kommt. Um eine Bewertung der Analysenergebnisse für alle Parameter einer Probenahme zu gewährleisten, wurden infolgedessen alle Proben als Stichproben genommen.

Nachdem die Auswirkungen der Präparate *SanyDuo* und *Bioliquid* auf diesen Fettabscheider ermittelt worden waren, wurde die Großküche des Unternehmens geschlossen. Die weiteren Untersuchungen bezüglich der Wirkung des Präparats *Microbe Lift* in Kombination mit Zeo-Lift wurden daher in dem Fettabscheider des Unternehmens *Jowe Kost*, Alter Hellweg, Dortmund, durchgeführt. Dieser Fettabscheider weist eine Fettabscheiderkammer sowie einen Zulauf, Schlammfang und Ablauf auf, so dass die Auswirkung das Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* nicht direkt ermittelt werden kann. Vielmehr muß ungeachtet der variierenden Zusammensetzung des Abwassers und hydraulischen Belastung des Fettabscheiders während einer Beprobung der Ist-Zustand des Fettabscheiders aufgenommen werden und deren Ergebnisse mit denen einer weiteren Beprobung nach Zusatz des Präparats *Microbe Lift* und Verbindung mit *Zeo-Lift* verglichen werden.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Der Aufbau des Fettabscheiders der Firma *Jowe Kost*, Dortmund, ist in der folgenden Skizze festgehalten:

Abb. 3: Skizze des Fettabscheiders bei der Firma *Jowe Kost*, Dortmund



Legende:
1 Zulauf aus Küche
2 Schlammfang
3 Fettabscheiderkammer
4 Auslauf
5 Ablauf in die Kanalisation

Für die Beprobung des Fettabscheiders ohne Zusatz von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* vom 29.04. bis 06.05.2002 wurde dieser am 16.04.2002 gründlich gereinigt, d.h. das Abwasser sowie die Rückstände im Schlammfang sowie in der Fettabscheiderkammer wurden abgesaugt und alle Bereiche mit Wasser ausgespritzt. Am 06.05.2002 sowie 24.05.2002 wurde *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* wie unten beschrieben dem Fettabscheider zugesetzt. Um eine mechanische Entfernung des zugesetzten biologischen Präparats zu verhindern, wurde am 28.05.2002 lediglich der Schlammfang des Fettabscheiders gereinigt. Nach einer ca. 4wöchigen Adaptationszeit des biologischen Präparats wurde der Fettabscheider in der Zeit vom 10.06. bis 14.06.2002 erneut beprobt, um die Auswirkung des biologischen Präparats auf die Verhältnisse im Fettabscheider zu ermitteln.

In dem oben beschriebenen Fettabscheider wurde das biologische Präparat *Microbe Lift* der *Firma EcoLab Produktion und Vertrieb GmbH*, Linz, verwendet. Es handelt sich hierbei nach Angaben der Firma um ein Präparat, das sich aus phototrophen Bakterien, Bacilli, Pseudomonaden, Hefen, etc. zusammensetzt. Das Präparat wurde auf *Zeo-Lift*, einem Zeolithen, immobilisiert. Nach Angabe der Firma *EcoLab Produktion und Vertrieb GmbH*, Linz, wurde die bei der in-situ-Untersuchung verwendete Charge von *Zeo-Lift* mit hydrolytisch aktiven Enzymen (u.a. Lipasen) versetzt. Ein entsprechender Nachweis erfolgte nicht.
Das Präparat wurde in Absprache mit der Firma *EcoLab Produktion und Vertrieb GmbH*, Linz, im Fettabscheider ausgebracht. Hierfür wurde *Microbe Lift* (ca. 4 Liter) der Fettabscheiderkammer am 06.05.2002 nach eintägiger Immobilisierung auf *Zeo-Lift* (ca. 4 kg) sowie Verdünnung des Gemischs mit Leitungswasser durch Auftragung auf den Boden zugesetzt. Weiterhin wurde *Microbe Lift* (ca. 4 Liter) ohne weitere Immobilisierung auf den Boden der Fettabscheiderkammer ausgebracht und *Zeo-Lift* (ca. 4 kg) in die Fettabscheiderkammer sowie in den Schlammfang gestreut. Eine Nachbeimpfung des Fettabscheiders erfolgte am 24.5.2002. Hierbei wurde *Microbe Lift* (ca. 4 Liter) nach eintägiger Immobilisierung auf *Zeo-Lift* (ca. 4 kg) auf dem Boden der Fettabscheiderkammer ausgebracht sowie *Zeo-Lift* (ca. 4 kg) in die Fettabscheiderkammer sowie in den Schlammfang gestreut.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Folgende Abwasserproben wurden dem Fettabscheider entnommen:

- Zulauf Abwasser im Zulaufschacht zur Fettabscheiderkammer
- Ablauf Abwasser im Ablaufschacht der Fettabscheiderkammer

Alle Proben wurden als Schöpfproben und somit Stichproben genommen, da sich die Einrichtung von Probenehmern als wenig sinnvoll erwiesen hatte. Darüber hinaus wurde auf die Installation von Sauerstoff-, pH- und Temperaturelektroden im Hinblick auf die während der ersten Untersuchungen gemachten Erfahrungen verzichtet.

5. Beschreibung der ausgewählten mikrobiologischen Präparate für den Fettabbau im Fettabscheider mittels Untersuchungen im Labor

Wie bereits erwähnt, werden von verschiedenen Unternehmen biologische Präparate zur Standzeitverlängerung von Fettabscheidern u.a. im Internet vertrieben. In der vorliegenden Studie kamen die Präparate *SanyDuo*, *Bioliquid* sowie *Microbe Lift* in Kombination mit *Zeo-Lift* zum Einsatz. Es erhebt sich nun die Frage nach dem fettabbauenden Potential dieser Präparate. Ihr wurde mittels der folgenden Versuche unter Laborbedingungen nachgegangen, wobei sich die Untersuchung in folgende Unterpunkte gliederte:

- mikrobiologische Charakterisierung der ausgewählten biologischen Präparate
- Nachweis der Freisetzung lipolytischer Enzyme durch die in den biologischen Präparaten enthaltenen Bakterien in Abhängigkeit von äußeren Bedingungen im Agardiffusionstest
- Abbau von Fett durch die biologischen Präparate in nährstoffreicher Lösung

5.1. Material und Methoden

Keimzahlbestimmung

Für die Keimzahlbestimmung wurden die biologischen Präparate in steriler physiologischer Natriumchloridlösung in dekadischen Stufen verdünnt. Von jeder Verdünnungsstufe wurden 100 µl pro Agarplatte ausgebracht. Soweit im Ergebnisteil nicht anderweitig angezeigt, wurden folgende Agartypen und Inkubationsbedingungen verwendet:

Bestimmung der Keimzahl:	Plate-Count-Agar, Inkubation 2 Tage bei 30 °C
Bestimmung der Lipolytenkonzentration:	Tributyrinagar, Inkubation 3 Tage bei 30 °C
Bestimmung der Schimmelpilz- und Hefekonzentration:	Sabouraud-Agar mit Chloramphenicol, Inkubation 2 Tage bei 25 °C
Bestimmung der Pseudomonadenkonzentration in *Microbe Lift*	Cetrimid-Agar, Inkubation 2 Tage bei 30 °C

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Bestimmung der Thiobacillus-Konzentration in *Microbe Lif*	MPN[1]-Verfahren auf Selektivmedium (0,1 g Ammoniumchlorid, 3 g Kaliumdihydrogenphosphat, 0,1 g Magnesiumchlorid-hexahydrat, 0,14 g Calciumchlorid-dihydrat, 10 g Natriumthiosulfat, 0,1 g Hefeextrakt, 1000 ml Aqua dest. bei pH 3, 4 bzw. 5) in flacher Schicht, Inkubation 7 Tage bei 30 °C
Nachweis phototropher Bakterien	Phototrophe Bakterien wurden nach Abzentrifugation in *Microbe Lift* des Präparats mittels Mikroskopie nachgewiesen. Falls die Bakterien über Chlorophyll verfügen, zeigen sie die hierfür charakteristische Rotfluoreszenz.

In die Bestimmung der Keimzahl auf Plate-Count-Agar sowie Sabouraud-Agar und Cetrimid-agar gingen alle auf den Agarplatten erkennbaren Kolonien ein. Bei der Bestimmung der Lipolytenkonzentration wurden die Bakterienkolonien erfasst, um die sich eine Aufhellungszone aufgrund des Tributyrinabbaus bzw. dessen Lyse gebildet hatte. Dieser Abbau bzw. diese Lyse wird durch lipolytisch aktive Enzyme (insbesondere Lipasen) hervorgerufen, die von den Bakterien ausgeschieden werden.
Für die Bestimmung des Einflusses des pH-Wertes auf das Wachstum der Mikroorganismen bzw. auf die Freisetzung lipolytisch aktiver Enzyme wurden die Medien gegebenenfalls auf die im Ergebnisteil angegebenen Werte eingestellt.
Die Bestimmung der Thiobacillus-Konzentration erfolgte mittels MPN-Verfahren im Selektivmedium anhand des Wachstums der Thiobacilli im Selektivmedium.

Identifizierung der Bakterien mittels api-Test
Nach einer vorläufigen Einordnung der Bakterien wurden diese mit Hilfe des api-Test 50 CH der Firma bioMerieux, Nürtingen, gemäß der Testanleitung identifiziert.

Bestimmung der Glycerinkonzentration
Die Bestimmung des Glyceringehalts erfolgte mit Hilfe des enzymatischen Tests zur Bestimmung der Glycerinkonzentration der Firma r-biopharm, Darmstadt.

Bestimmung des Gehalts an lipophilen Stoffen

Der Gehalt lipophiler Stoffe wurde gemäß

> DIN 38409, Teil 17: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser-, und Schlammuntersuchung, Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H), Bestimmung von schwerflüchtigen, lipophilen Stoffen (Siedepunkte > 250 °C (H17); Ausgabe Mai 1981

bestimmt.

Bestimmung der Anwesenheit lipolytisch aktiver Enzyme
Für den Nachweis der Anwesenheit lipolytisch aktiver Enzyme in den biologischen Präparaten wurden 0,1 ml sterilfiltriertes Präparat zu 100 ml Aqua dest. mit 5% (w/v) $CaCl_2$ und 5% (v/v) handelsüblichem Fett (Sonnenblumenöl „Butella“) gegeben und der Ansatz über 3 Tage auf dem Rotationsschüttler bei 36 °C inkubiert.

[1] MPN: most probable number

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Weiterhin wurden im Falle von *Microbe Lift* 0,5 g *Zeo-Lift* in 5 ml sterilem Aqua dest. suspendiert und 1 ml der sterilfiltrierten Suspension zu 100 ml Aqua dest. mit 5% (w/v) $CaCl_2$ und 5% (v/v) handelsüblichem Fett (Sonnenblumenöl „Butella“) gegeben und der Ansatz über 3 Tage auf dem Rotationsschüttler bei 36 °C inkubiert.
Durch lipolytisch aktive Enzyme aus dem Fett freigesetzte Fettsäuren reagieren mit den Calciumionen zu wasserunlöslichen Verbindungen, die die Lösung trüben.

5.2. Ergebnisse und Diskussion

5.2.1. Mikrobiologische Charakterisierung der ausgewählten biologischen Präparate

Folgende Mikroorganismenkonzentrationen wurden für die biologischen Präparate nachgewiesen:

Tabelle 2: Keimgehalt der biologischen Präparate

Parameter	**Keimzahl [KBE/ml]**		
	SanyDuo	***Bioliquid***	***Microbe Lift***
Keimzahl auf PC-Agar	$6{,}2 \times 10^7$	$1{,}52 \times 10^6$	$6{,}3 \times 10^5$
Lipolyten	$8{,}8 \times 10^7$	$1{,}82 \times 10^6$	$5{,}6 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	< 1	< 1	< 1
Pseudomonaden			< 1
phototrophe Bakterien			in sehr großer Zahl (dominieren mikroskopisches Bild)
Thiobacilli			< 1

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Anhand des optischen Erscheinungsbildes wurden auf Tributyrinagar Kolonien von unterschiedlicher Koloniemorphologie näher untersucht. Deren Eigenschaften sind in den folgenden Tabellen festgehalten.

Tabelle 3: Erscheinungsbild der Mikroorganismen in *SanyDuo* auf Tributyrinagar bzw. mikroskopisches Bild

Kolo-nie-typ	**Beschreibung**	**ungefähre Konzentra-tion in SanyDuo [KBE/ml]**	**Identifizierung mittels api-Test**
1	große Kolonien, beige gefärbt, Rand gewellt, Mitte erhaben und glänzend, Konsistenz fest bewegliche Stäbchen mit terminal gelegenen Endosporen starke Lipolyse	1×10^7	Identifizierung auf Gattungsebene: *Bacillus* (*B. licheniformis* oder *B. megaterium* oder *B. circulans*)
2	kleine Kolonien, beige gefärbt, glänzend, Konsistenz fest bewegliche Stäbchen mit terminal gelegenen Endosporen sehr geringe Lipolyse	1×10^6	ausgezeichnete Identifizierung: *Bacillus licheniformis*
3	kleine Kolonien, beige gefärbt, Mitte erhaben und glänzend, Konsistenz fest bewegliche Stäbchen mit terminal gelegenen Endosporen starke Lipolyse	7×10^6	Identifizierung auf Gattungsebene: *Bacillus* (*B. amyloliquefaciens* oder *B. licheniformis*)
4	große Kolonien, beige gefärbt, Rand gewellt, Mitte erhaben und opak, Konsistenz fest bewegliche Stäbchen mit terminal gelegenen Endosporen starke Lipolyse	$4{,}5 \times 10^7$	Identifizierung auf Gattungsbene: Bacillus (*B. licheniformis* oder *B. subtilis* oder *B. circulans* oder *B. amyloliquefaciens* oder *B. megaterium*)
5	punktförmige Kolonien, beige gefärbt, Konsistenz fest bewegliche Stäbchen mit terminal gelegenen Endosporen deutliche Lipolyse	$1{,}5 \times 10^7$	sehr gute Identifizierung: *Bacillus licheniformis*

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 4: Erscheinungsbild der Mikroorganismen in *Bioliquid* auf Tributyrinagar bzw. mikroskopisches Bild

Kolo-nie-typ	**Beschreibung**	**ungefähre Konzentra-tion in Bioliquid [KBE/ml]**	**Identifizierung mittels api-Test**
1	mittelgroße Kolonien, beige gefärbt, Rand gewellt, Mitte punktförmig erhaben, Konsistenz fest bewegliche Stäbchen mit terminal gelegenen Endosporen starke Lipolyse	1×10^6	gute Identifizierung: *Brevibacillus laterosporus*
2	große glänzende Kolonien, beige gefärbt, Rand glatt, Konsistenz extrem schleimig vermutlich aufgrund von Exopolysaccharidbildung bewegliche Stäbchen mit terminal gelegenen Endosporen starke Lipolyse	2×10^5	Identifizierung auf Gattungsebene: *Bacillus* (*B. coagulans* oder *B. pumilus* oder *B. subtilis* oder *B. licheniformis*)
3	mittelgroße Kolonien, Rand gewellt, Mitte punktförmig erhaben und glänzend, Konsistenz fest bewegliche Kurzstäbchen mit subterminal gelegenen Endosporen starke Lipolyse	2×10^5	sehr gute Identifizierung: *Bacillus pumilus*

Tabelle 5: Erscheinungsbild der Mikroorganismen in *Microbe Lift* auf Tributyrinagar bzw. mikroskopisches Bild

Kolo-nie-typ	**Beschreibung**	**ungefähre Konzentra-tion in Microbe Lift [KBE/ml]**	**Identifizierung mittels api-Test**
1	große Kolonien, beige gefärbt, Rand gewellt, Mitte erhaben und glänzend, Konsistenz fest bewegliche Stäbchen mit terminal gelegenen Endosporen geringe Lipolyse	5×10^5	nicht akzeptable Identifizierung (wahrscheinlich *Brevibacillus brevis*)

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Anhand dieser Ergebnisse ist zu sagen, dass das mikrobielle Spektrum der Präparate *SanyDuo* und *Bioliquid* ausschließlich aus lipolytisch aktiven Bakterien in Konzentrationen von ca. 10^8 KBE/ml bzw. ca. 10^6 KBE/ml besteht, die lipolytisch aktive Enzyme ausscheiden. Bei allen untersuchten Bakterienstämmen handelt es sich um Bakterien der Gattung *Bacillus*.
Hingegen setzt sich das mikrobielle Spektrum des Präparats *Microbe Lift* im wesentlichen aus photosynthetisch aktiven Bakterien in großer Zahl sowie Bakterien in einer Konzentration von ca. 5 x 10^5 KBE/ml zusammen, die in geringem Umfang lipolytisch aktive Enzyme ausscheiden. Pseudomonaden und Thiobacilli, die laut Produktbeschreibung in *Microbe Lift* enthalten sein sollen, konnten in 1 Milliliter *Microbe Lift* nicht auf den angegebenen Medien nachgewiesen werden. Bei dem Bakterienstamm, der in geringem Umfang lipolytisch aktive Enzyme ausscheidet, handelt es sich vermutlich um Bakterien der Gattung *Brevibacillus*.

5.2.2. Nachweis der Freisetzung lipolytischer Enzyme durch die in den biologischen Präparaten enthaltenen Bakterien im Agardiffusionstest in Abhängigkeit von äußeren Bedingen

In den zuvor aufgeführten Versuchen konnte gezeigt werden, dass die Präparate Bakterien und bakterielle Lipolyten in hoher Konzentration enthalten. Es erhebt sich nun die Frage, inwieweit die Vermehrung der Bakterien sowie die Freisetzung lipolytischer Enzyme von äußeren Bedingungen wie pH-Wert, Temperatur und Sauerstoffversorgung auch im Hinblick auf die Situation im Fettabscheider abhängt.
Die entsprechenden Untersuchungen wurden im Agardiffusiontest auf Tributyrinagar und/oder PC-Agar durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengefaßt.

Tabelle 6: Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme auf Tributyrinagar in Abhängigkeit vom pH-Wert (Inkubation: 3 Tage bei 30 °C)

pH-Wert des Medium	***SanyDuo***		***Bioliquid***		***Microbe Lift***	
	Wachstum	Freisetzung lipolytischer Enzyme	Wachstum	Freisetzung lipolytischer Enzyme	Wachstum	Freisetzung lipolytischer Enzyme
3	nicht vorhanden	nicht vorhanden	kein Wachstum	keine Lipolyse	kein Wachstum	keine Lipolyse
4	nicht vorhanden	nicht vorhanden	kein Wachstum	keine Lipolyse	kein Wachstum	keine Lipolyse
5	geringfügiges Wachstum	nicht vorhanden	kein Wachstum	keine Lipolyse	kein Wachstum	keine Lipolyse
6	gutes Wachstum	starke Lipolyse	gutes Wachstum	starke Lipolyse	starkes Wachstum	keine Lipolyse
7	gutes Wachstum	starke Lipolyse	gutes Wachstum	starke Lipolyse	starkes Wachstum	deutliche Lipolyse
8	gutes Wachstum	starke Lipolyse	gutes Wachstum	starke Lipolyse	starkes Wachstum	schwache Lipolyse

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 7: Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme in Abhängigkeit von der Inkubationstemperatur (Inkubation: 3 Tage)

Inkubations-temperatur [°C]	***SanyDuo***		***Bioliquid***		***Microbe Lift***	
	Wachstum auf PC-Agar	Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme auf Tribuytrin-agar	Wachstum auf PC-Agar	Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme auf Tribuytrin-agar	Wachstum auf PC-Agar	Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme auf Tribuytrin-agar
20	mäßiges Wachstum	mäßige Lipolyse	geringes Wachstum	deutliche Lipolyse	starkes Wachstum	keine Lipolyse
25	gutes Wachstum	starke Lipolyse	gutes Wachstum	starke Lipolyse	starkes Wachstum	deutliche Lipolyse
30	gutes Wachstum	starke Lipolyse	gutes Wachstum	starke Lipolyse	starkes Wachstum	keine Lipolyse
36	gutes Wachstum	starke Lipolyse	gutes Wachstum	starke Lipolyse	starkes Wachstum	keine Lipolyse
41	gutes Wachstum	starke Lipolyse	gutes Wachstum	starke Lipolyse	starkes Wachstum	keine Lipolyse
45	gutes Wachstum	starke Lipoylse	gutes Wachstum	starke Lipolyse	starkes Wachstum	keine Lipolyse

Tabelle 8: Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme in Abhängigkeit von der Sauerstoffversorgung (Inkubation: 3 Tage bei 30 °C)

Sauerstoff versor-gung	***SanyDuo***		***Bioliquid***		***Microbe Lift***	
	Wachstum auf PC-Agar	Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme auf Tributyrin-agar	Wachstum auf PC-Agar	Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme auf Tributyrin-agar	Wachstum auf PC-Agar	Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme auf Tributyrin-agar
aerob	gutes Wachstum	gutes Wachstum starke Lipolyse	gutes Wachstum	starke Lipolyse	starkes Wachstum	schwache Lipolyse
anaerob	geringfügiges Wachstum	äußerst geringfügiges Wachstum keine Lipolyse	kein Wachstum	keine Lipolyse	starkes Wachstum	keine Lipolyse

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Anhand der Ergebnisse ist zu erkennen, dass die in den Präparaten vorhandenen Mikroorganismen sich unter folgenden Umgebungsbedingungen bevorzugt vermehren **und** lipolytisch aktive Enzyme freisetzen:

SanyDuo

- pH-Wert des Mediums zwischen 6 und 8 (soweit getestet)
- Inkubationstemperatur zwischen 20 °C und 45 °C (soweit getestet)
- aerobe Bedingungen

Bioliquid

- pH-Wert des Mediums zwischen 6 und 8 (soweit getestet)
- Inkubationstemperatur zwischen 20 °C und 45 °C (soweit getestet)
- aerobe Bedingungen

Microbe Lift unter aeroben Bedingungen

- Temperatur von 30 °C und pH-Werten zwischen 7 und 8
- Temperatur von 25 °C bei einem pH-Wert von 7,5 (keine Einstellung des pH-Wertes des Tributyrinagars)

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

5.2.3. Abbau von Fett durch die biologischen Präparate in nährstoffreicher Lösung

In den zuvor aufgeführten Versuchen wurde das Wachstum sowie die lipolytische Aktivität der in den biologischen Präparaten enthaltenen Bakterien im Agardifffusionstest in Abhängigkeit von verschiedenen äußeren Bedingungen beschrieben. Es erhebt sich nun die Frage nach dem Fettabbau durch die Präparate in einer nährstoffreichen Lösung in Anlehnung an die im Fettabscheider vorhandenen Gegebenheiten. Hierfür wurde als nährstoffreiche Lösung CS-Lösung (Caseinpepton-Sojamehlpepton-Lösung) verwendet, der kommerziell erhältliches Fett (Sonnenblumenöl „Butella“) in einer Konzentration von 1% (v/v) zugesetzt wurde.

Grundsätzlicher Nachweis der fettabbauenden Wirkung.
Zunächst wurde in grundsätzlicher Weise die fettabbauende Wirkung der biologischen Präparate untersucht und insbesondere der Frage nachgegangen, ob das Präparat neben den Bakterien auch lipolytisch aktive Enzyme enthält. Hierfür wurde CS-Lösung mit 1% (v/v) Fett (Sonnenblumenöl „Butella“) mit 0,1% (v/v) biologischem Präparat bzw. 0,1% (v/v) Sterilfiltrat des biologischen Präparats versetzt und 5 Tage bei 30 °C auf einem Rotationsschüttler inkubiert. Nach dieser Zeit wurde die Keimzahl auf PC-Agar, der Gehalt lipolytisch aktiver Bakterien, die Glycerinkonzentration sowie der Gehalt an lipophilen Stoffen ermittelt. Weiterhin wurde die Anwesenheit lipolytisch aktiver Enzyme im Sterilfiltrat anhand der Trübung einer wässrigen calciumchloridhaltigen Lösung mit 5% (v/v) Fett nachgewiesen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle 9: Auswirkung von *SanyDuo* bzw. sterilfiltriertem *SanyDuo* auf eine nährstoffreiche Lösung mit Fettzusatz nach 5tägiger Inkubation bei 30 °C auf einem Rotationsschüttler

Versuchs-ansatz	**Aussehen des Ansatzes**	**Keimzahl auf PC-Agar [KBE/ml]**	**Lipolyten-konzen-tration [KBE/ml]**	**lipophile Stoffe [g/l]**	**freies Glycerin [mg/l]**	**lipolytisch aktive Enzyme**
Kontrolle	CS-Lösung klar große Fetttropfen	< 1	< 1	6,79	59,1	nicht vorhanden
Ansatz mit sterilfiltrier-tem *SanyDuo*	CS-Lösung getrübt kleine Fetttropfen	< 1	< 1	7,84	52,5	vorhanden
Ansatz mit *SanyDuo*	CS-Lösung getrübt keine Fetttropfen	$5{,}9 \times 10^8$	$7{,}7 \times 10^8$	1,45	4,0	nicht durch-geführt

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Tabelle 10: Auswirkung von *Bioliquid* bzw. sterilfiltriertem *Bioliquid* auf eine nährstoffreiche Lösung mit Fettzusatz nach 5tägiger Inkubation bei 30 °C auf einem Rotationsschüttler

Versuchs-ansatz	**Aussehen des Ansatzes**	**Keimzahl auf PC-Agar [KBE/ml]**	**Lipolyten-konzen-tration [KBE/ml]**	**Glycerin-konzen-tration [mg/l]**	**Lipophile Stoffe [g/l]**	**lipolytisch aktive Enzyme**
Kontrolle	CS-Lösung klar große Fetttropfen	< 1	< 1	53	6,96	nicht vorhanden
Ansatz mit sterilfiltrier-tem *Bioliquid*	CS-Lösung getrübt kleine Fetttropfen	< 1	< 1	48	5,50	vorhanden
Ansatz mit *Bioliquid*	CS-Lösung getrübt keine Fetttropfen	$1{,}2 \times 10^{10}$	$8{,}9 \times 10^{8}$	13	1,22	nicht durch-geführt

Tabelle 11: Auswirkung von *Microbe Lift* bzw. sterilfiltriertem *Microbe Lift* und *Zeo-Lift* auf eine nährstoffreiche Lösung mit Fettzusatz nach 5tägiger Inkubation bei 30 °C auf einem Rotationsschüttler

Versuchs-ansatz	**Aussehen des Ansatzes**	**Keimzahl auf PC-Agar [KBE/ml]**	**Lipolyten-konzen-tration [KBE/ml]**	**Glycerin-konzen-tration [mg/l]**	**Lipophile Stoffe [g/l]**	**lipolytisch aktive Enzyme**
Kontrolle	CS-Lösung klar große Fetttropfen	< 1	< 1	52	6,84	nicht vorhanden
Ansatz mit sterilfiltrier-tem *Mi-crobe Lift* und *Zeo-Lift*	CS-Lösung klar große Fetttropfen	< 1	< 1	37	7,78	*Microbe Lift*: nicht nachweis-bar *Zeo-Lift*: nicht nachweis-bar
Ansatz mit *Microbe Lift*	CS-Lösung getrübt kleine Fetttropfen	$3{,}2 \times 10^{10}$	geschätzt: ca. 3×10^{10}	19	0,61	nicht durch-geführt

Anhand der Ergebnisse ist zu erkennen, dass die Kontrollansätze sowie die Ansätze mit den Sterilfiltraten aller untersuchten biologischen Präparate wie erwartet keine Mikroorganismen enthielten. Lediglich die Ansätze, die die biologischen Präparate enthielten, wiesen Lipolyten in hohen Konzentrationen auf.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Aufgrund der Tatsache, dass es im Vergleich zu den Kontrollansätzen zu einer Verringerung des Fett- sowie des Glyceringehalts aufgrund des Zusatzes von *SanyDuo*, *Bioliquid* und *Microbe Lift* kam, ist davon auszugehen, dass die in den biologischen Präparaten enthaltenen Mikroorganismen sowohl die Fette als auch das vorhandene freie Glycerin abbauen und zur Bildung von Biomasse nutzen.
Des weiteren ließen sich in den Sterilfiltraten von *SanyDuo* und *Bioliquid* lipolytisch aktive Enzyme nachweisen. Trotz dieser Tatsache veränderten sich durch die Zugabe der Sterilfiltrate zu der fettreichen nährstoffreichen Lösung die Gehalte an lipophilen Stoffen und freiem Glycerin im Vergleich zu den Kontrollansätzen nur unwesentlich. Daher ist davon auszugehen, dass es durch die in den Präparaten enthaltenen lipolytisch aktiven Enzyme lediglich zu einer partiellen Freisetzung von Fettsäuren aus den Fetten kommt und nicht alle im Fett als Triacylglycerinester enthaltenen Fettsäuren freigesetzt werden. Infolgedessen ist zu erwarten, dass das restliche Fett in Form von Monoacylglycerinestern bzw. Diacylglycerinestern vorliegt und sich trotz Anwesenheit der lipolytisch aktiven Enzyme freies Glycerin nicht in erhöhten Konzentrationen nachweisen läßt.
Hingegen ließen sich weder im Sterilfiltrat von *Microbe Lift* noch von 0,5 g *Zeo-Lift* lipolytisch aktive Enzyme nachweisen.

Kinetik des Fettabbaus durch die biologischen Präparate
In den zuvor angeführten Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die biologischen Präparate in ihrer Gesamtheit zum Abbau von Fett befähigt sind. Nun erhebt sich die Frage nach dem zeitlichen Verlauf der Vermehrung der Bakterien sowie des Fettabbaus in nährstoffreicher Lösung. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in den folgenden Abbildungen zusammengefaßt.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Abbildung 4 Zeitlicher Verlauf der Biomassebildung und des Fettabbaus durch das Präparat *SanyDuo* in nährstoffreicher Lösung

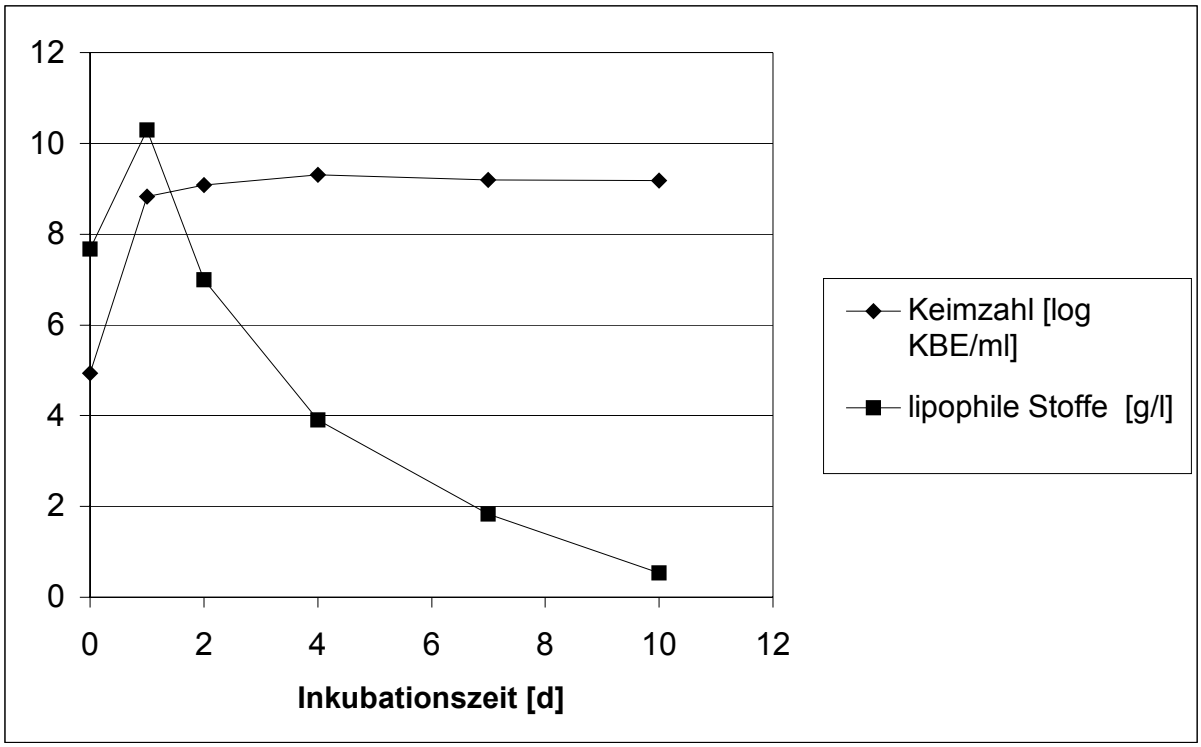
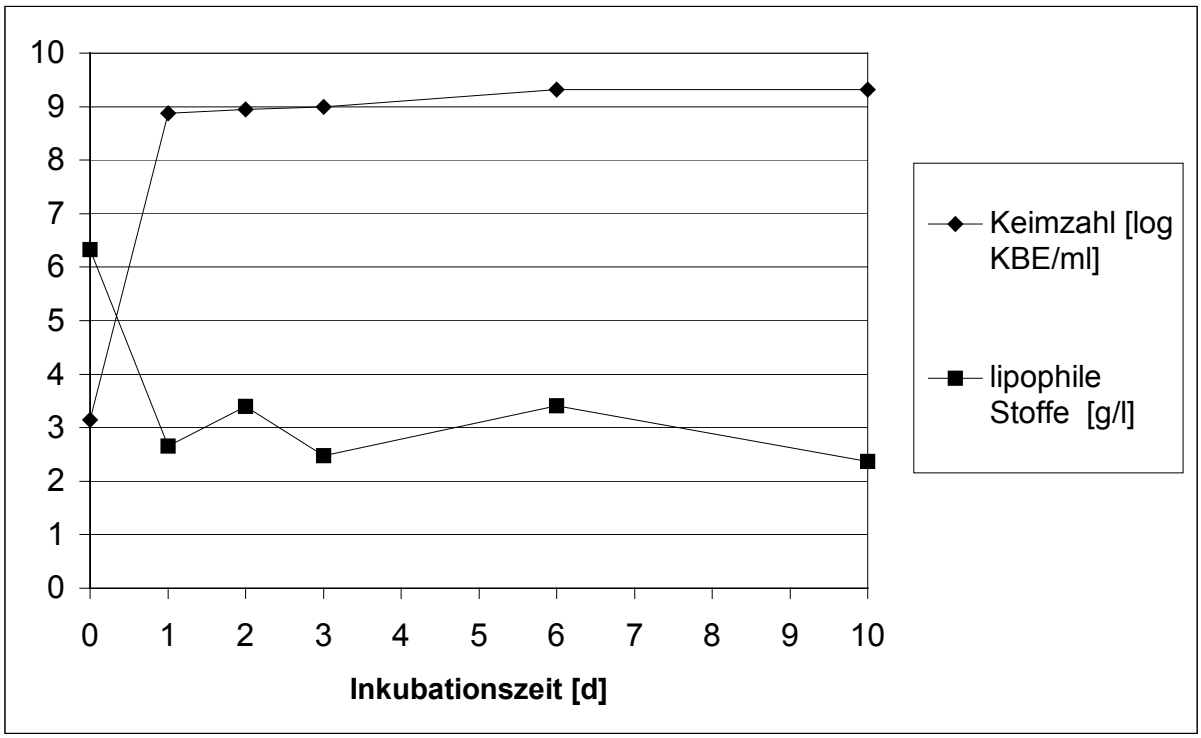
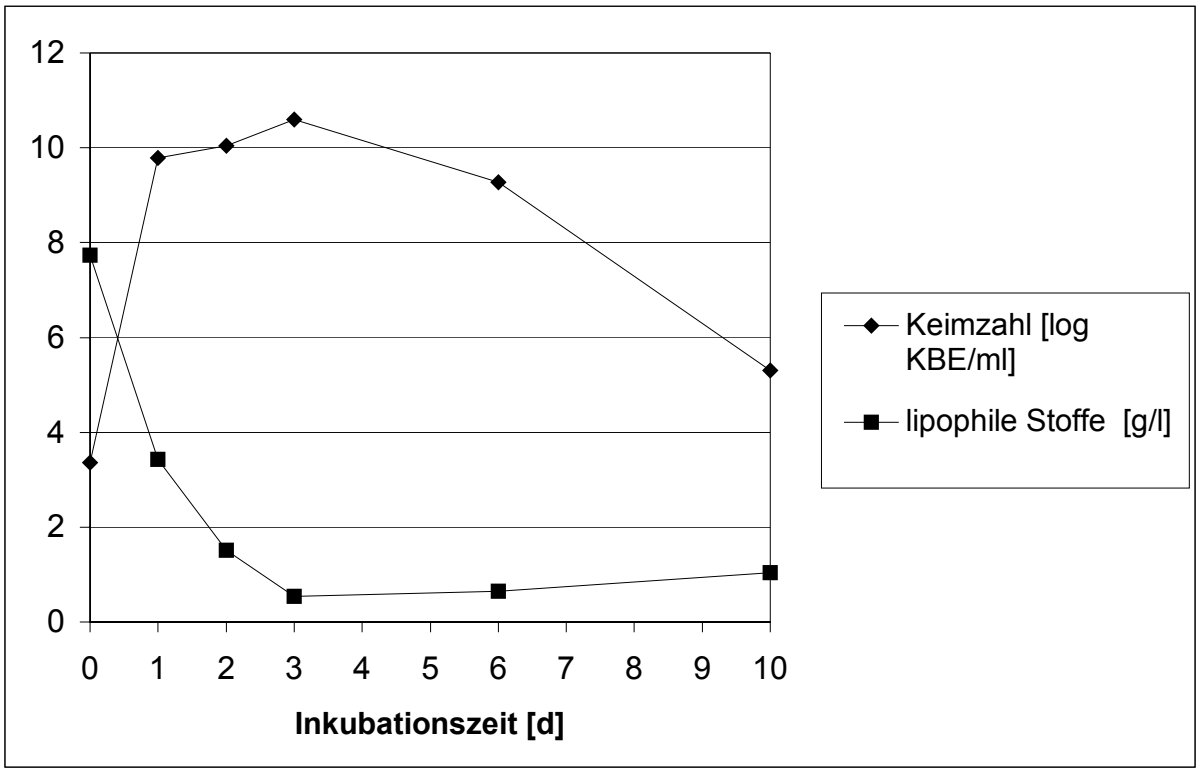


Abbildung 5 Zeitlicher Verlauf der Biomassebildung und des Fettabbaus durch das Präparat *Bioliquid* in nährstoffreicher Lösung



© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Abbildung 6 Zeitlicher Verlauf der Biomassebildung und des Fettabbaus durch das Präparat *Microbe Lift* in nährstoffreicher Lösung



Anhand der Ergebnisse ist zu erkennen, dass es durch die Zugabe von *SanyDuo* zu einer nährstoffreichen Lösung mit Zusatz von Fett zunächst zu einer Vermehrung der Bakterien kam, ohne dass eine entsprechende Verringerung des Fettgehalts eintrat. Erst im weiteren Verlauf der Inkubation war eine Abnahme des Fettgehalts zu verzeichnen, so dass nach einer 10tägigen Inkubation das Fett weitgehend abgebaut war. Entsprechend ist davon auszugehen, dass in nährstoffreicher Lösung von den in *SanyDuo* vorhandenen Mikroorganismen zunächst andere Nährstoffe zur Biomassebildung genutzt werden und es zeitverzögert nach Verbrauch anderer Nährstoffe zum Abbau von Fetten kommt.

Im Gegensatz hierzu kam es durch die Zugabe von *Bioliquid* und *Microbe Lift* zu einer nährstoffreichen Lösung mit Zusatz von Fett zu einer zeitgleichen Vermehrung der Bakterien sowie Abbau des Fettes.
Im Falle von *Bioliquid* trat dieser Vorgang im wesentlichen innerhalb des ersten Inkubationstages ein. Im weiteren Verlauf der Inkubation veränderten sich die Bakterienkonzentration sowie der Fettgehalt nur geringfügig. Nach 10tägiger Inkubation war in der Suspension noch ein erheblicher Fettanteil nachzuweisen. Entsprechend ist davon auszugehen, dass es in nährstoffreicher Lösung innerhalb von 10 Tagen nur zu einem partiellen Fettabbau durch das Präparat *Bioliquid* kommt, wobei der Fettabbau im wesentlichen während der Vermehrung der Bakterien stattfindet.
Im Falle von *Microbe Lift* kam es zu einer starken Vermehrung der Bakterien bis ca. zum 3. Tag der Inkubation. Zur gleichen Zeit wurde das zugesetzte Fett nahezu vollständig abgebaut. Im weiteren Verlauf der Fermentation kam es zu einem Absterben der Bakterien wahrscheinlich aufgrund des Verbrauchs der Nährstoffe.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Entsprechend ist davon auszugehen, dass es in einer nährstoffreichen Lösung bei Zugabe von *Microbe Lift* zum zeitgleichen Abbau der Mikroorganismen sowie zum Abbau der Fette kommt.

5.3. Zusammenfassung der Ergebnisse sowie Bewertung der biologischen Präparate im Hinblick auf eine möglichen Einsatz im Fettabscheider

Die untersuchten biologischen Präparate sind in Bezug auf die potentielle Nutzung zum Fettabbau im Fettabscheider wie folgt zu charakterisieren:

SanyDuo

- Konzentration der lipolytisch aktiven Bakterien: ca. 1 x10^8 KBE/ml (Bakterien der Gattung *Bacillus*)
- keine weiteren Mikroorganismen im Präparat nachweisbar
- Ausscheidung von lipolytisch wirksamen Enzymen (Lipasen) durch Bakterien
- Vermehrung der im Präparat vorhandenen Bakterien und die damit verbundene Freisetzung lipolytisch aktiver Enzyme bei pH-Werten zwischen 6 und 8, Temperaturen zwischen 20 °C und 45 °C und aeroben Verhältnissen (soweit getestet)
- Anwesenheit von lipolytisch wirksamen Enzymen in *SanyDuo*, die Fett partiell hydrolysieren, so dass keine Freisetzung von Glycerin erfolgt
- bevorzugte Nutzung anderer Nährstoffe zur Zellvermehrung im Vergleich zu Fett, zeitversetzter Abbau des Fettes

Anhand der Untersuchungsergebnisse im Labor ist zu erwarten, dass es bei Zusatz des Präparats *SanyDuo* zu einem Fettabscheider, der bevorzugt Abwasser mit erhöhten Temperaturen und erniedrigten pH-Werten führt, zu keiner Vermehrung und Ansiedlung der in *SanyDuo* enthaltenen Bakterien kommt. Vielmehr ist zu erwarten, dass die Bakterien als Dauerform (Endosporen) inaktiv bleiben. Sollte es unter entsprechend günstigen Randbedingungen jedoch zu einer Vermehrung der Bakterien kommen, so werden zunächst andere Nährstoffe von den Bakterien zur Biomassebildung genutzt und erst sekundär Fette verwertet.
Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass *SanyDuo* aufgrund seines Enzymgehalts einen Einfluß auf den Fettgehalt des Fettabscheiders hat. So ist nicht auszuschließen, dass die Fette durch die Enzyme partiell hydrolysiert und somit scheinbar abgebaut werden, ohne dass tatsächlich eine Mineralisierung derselben stattfindet. Da es bei der Fetthydrolyse durch die in *SanyDuo* enthaltenen Enzyme bevorzugt zur Freisetzung von einer oder zwei Fettsäuren aus den Triglyceriden kommt (bedingt durch die Aktivität der Enzyme), findet keine Erhöhung des Glyceringehalts des Abwassers statt.

Bioliquid

- Konzentration der lipolytisch aktiven Bakterien: ca. 1 x10^6 KBE/ml (Bakterien der Gattung *Bacillus*)
- keine weiteren Mikroorganismen im Präparat nachweisbar
- Ausscheidung von lipolytisch wirksamen Enzymen (Lipasen) durch Bakterien

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

- Vermehrung der im Präparat vorhandenen Bakterien und die damit verbundene Freisetzung lipolytisch aktiver Enzyme bei pH-Werten zwischen 6 und 8, Temperaturen zwischen 20 °C und 45 °C und aeroben Verhältnissen (soweit getestet)
- Anwesenheit von lipolytisch wirksamen Enzymen in *Bioliquid*, die Fett partiell hydrolysieren, so dass keine Freisetzung von Glycerin erfolgt
- partieller Fettabbau in nährstoffreicher Lösung zeitgleich mit der Vermehrung der Bakterien

Anhand der Untersuchungsergebnisse im Labor ist zu erwarten, dass es bei Zusatz des Präparats *Bioliquid* zu einem Fettabscheider, der bevorzugt Abwasser mit erhöhten Temperaturen und erniedrigten pH-Werten führt, zu keiner Vermehrung und Ansiedlung der in *Bioliquid* enthaltenen Bakterien kommt. Vielmehr ist zu erwarten, dass die Bakterien als Dauerform (Endosporen) inaktiv bleiben. Sollte es unter entsprechend günstigen Randbedingungen jedoch zu einer Vermehrung der Bakterien kommen, so wird der bakterielle Fettabbau in der Phase der Bakterienvermehrung stattfinden.
Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass *Bioliquid* aufgrund seines Enzymgehalts einen Einfluß auf den Fettgehalt des Fettabscheiders hat. So ist nicht auszuschließen, dass die Fette durch die Enzyme partiell hydrolysiert und somit scheinbar abgebaut werden, ohne dass tatsächlich eine Mineralisierung derselben stattfindet. Da es bei der Fetthydrolyse durch die in *Bioliquid* enthaltenen Enzyme bevorzugt zur Freisetzung von einer oder zwei Fettsäuren aus den Triglyceriden kommt (bedingt durch die Aktivität der Enzyme), findet keine Erhöhung des Glyceringehalts des Abwassers statt.

Microbe Lift

- sehr hohe Konzentration photosynthetisch aktiver Bakterien (dominieren das Erscheinungsbild von *Microbe Lift*), Konzentration der lipolytisch aktiven Bakterien: ca. 5×10^5 KBE/ml (wahrscheinlich Bakterien der Gattung *Brevibacillus*)
- Pseudomonaden, Hefen, Schimmelpilze und Thiobacilli in 1 ml *Microbe Lift* mit Hilfe der angegebenen Methoden nicht nachweisbar
- geringe Ausscheidung lipolytisch wirksamer Enzymen (Lipasen) durch lipolytisch aktive Bakterien
- Vermehrung der im Präparat vorhandenen Bakterien und die damit verbundene Freisetzung lipolytisch aktiver Enzyme unter aeroben Verhältnissen bei 30 °C und pH-Werten von 7 bis 8 sowie bei 25 °C und einem pH-Wert von 7,5
- lipolytisch wirksame Enzyme in *Microbe Lift* sowie *Zeo-Lift* als Träger für die Mikroorganismen nicht nachweisbar
- zeitgleiche Verwertung des Fettes sowie Vermehrung der Mikroorganismen, bei Erschöpfung der Nährstoffe rascher Zelltod

Anhand der Untersuchungsergebnisse im Labor ist zu erwarten, dass es bei Zusatz des Präparats *Microbe Lift* zu einem Fettabscheider, der bevorzugt Abwasser mit erhöhten Temperaturen und erniedrigten pH-Werten führt, zu keiner Vermehrung und Ansiedlung der in *Microbe Lift* enthaltenen lipolytisch aktiven Bakterien kommt. Vielmehr ist zu vermuten, dass die Bakterien als Dauerform (Endosporen) inaktiv bleiben. Inwieweit die photosynthetisch aktiven Bakterien Einfluß auf das Milieu im Fettabscheider nehmen, ist anhand der Untersuchungen nur grob abschätzbar. Aufgrund der fehlenden Lichteinstrahlung im Fettabscheider kommt ihre photosynthetische Aktivität nicht zum Tragen. Photosynthetisch aktive Bakterien verfügen in ihrer Gesamtheit jedoch über einen sehr

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

flexiblen Stoffwechsel, der auch die Verwertung von Nährstoffen bei Dunkelheit unter aeroben und aneroben Verhältnissen einschließt, wobei es jedoch unter anaeroben Verhältnissen nicht zu einer bedeutsamen Vermehrung der Bakterien kommt. Weiterhin vermehren sich die photosynthetisch aktiven Bakterien bevorzugt im Bereich neutraler pH-Werte und Temperaturen um ca. 25 °C, so dass von einer ausdrücklichen Aktivität der Bakterien in einem Fettabscheider mit niedrigen pH-Werten und erhöhten Temperaturen nicht ausgegangen werden kann.
Lipolytisch aktive Enzyme lassen sich weder in *Microbe Lift* noch in *Zeo-Lift* nachweisen. Anhand der vorliegenden Untersuchungen ist daher nicht davon auszugehen, dass es durch die Zugabe von *Microbe Lift* in einen Fettabscheider zu einer Hydrolyse der Fette und infolgedessen zur Freisetzung von Fettsäuren ohne Beteiligung der Bakterien kommt.
In diesem Zusammenhang ist jedoch zu bedenken, dass die Firma *Selan* ausdrücklich die Beschickung von *Zeo-Lift* mit Enzymen (u.a. auch Lipasen) in Erwägung zieht. Gegebenenfalls lag für die Untersuchung ein Präparat vor, das noch nicht mit Enzymen versetzt worden war. Sollte jedoch eine Beschickung von *Zeo-Lift* mit Enzymen routinemäßig durchgeführt werden und *Zeo-Lift* in dieser Form beim Einsatz von *Microbe Lift* Verwendung finden, so ist nicht auszuschließen, dass es zu einer Freisetzung von Fettsäuren durch die Enzyme kommt, ohne dass diese durch die zugesetzten Bakterien teilweise oder vollständig abgebaut werden.

6. In-situ-Untersuchungen zur Auswirkung der biologischen Präparate auf die abwassertechnische und mikrobiologische Situation in einem Fettabscheider

Mit Hilfe der zuvor aufgeführten Laboruntersuchungen konnte gezeigt werden, dass die für die Untersuchung ausgewählten biologischen Präparate *SanyDuo*, *Bioliquid* und *Microbe Lift* grundsätzlich zum Abbau von Fett befähigt sind. In allen Fällen war durch Zugabe der Präparate zur einer fettreichen Nährlösung von neutralem pH ein Abbau des Fettes möglich. Jedoch zeigte sich auch, dass der Fettabbau durch Umgebungsbedingungen (insbesondere saurer pH) stark eingeschränkt wurde. Unter diesen Bedingungen war kein Fettabbau durch die in den Präparaten vorhandenen Mikroorganismen zu verzeichnen. Weiterhin ist zu erwähnen, dass in *SanyDuo* und *Bioliquid* lipolytisch aktive Enzyme nachgewiesen wurden. Diese konnten in der Chargen des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift*, die im Labor untersucht wurden, nicht nachgewiesen werden, jedoch hat *die Fa. EcoLab Produktion und Vertrieb GmbH* mitgeteilt, dass alle späteren Chargen des Zeolithen mit hydrolytisch wirksamen Enzymen, u.a. Lipasen, versetzt sind.
In diesem Zusammenhang erhebt sich nun die Frage nach den Auswirkungen dieser Präparate auf die abwassertechnische und mikrobiologische Situation in einem Fettabscheider. Dieser Frage wurde durch den Zusatz der Präparate *SanyDuo* und *Bioliquid* zu einer Kammer des Zwillingsfettabscheiders der Firma *Drei Kronen Menü*, Dortmund, nachgegangen. Die folgenden Meßgrößen wurden hierbei analysiert:

- abwasserrelevante Parameter
  - pH-Wert
  - Temperatur
  - Sauerstoffgehalt (s. unten)
  - CSB
  - BSB_5
  - TOC (s. unten)
  - anionische Tenside (s. unten)
  - nicht-ionische Tenside (s. unten)
  - absetzbare Stoffe

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

- fettrelevante Parameter
  - lipophile Stoffe
  - Trigylceridgehalt
  - Glyceringehalt
- mikrobiologische Parameter
  - Gesamtkeimzahl
  - Konzentration der lipolytisch aktiven Bakterien
  - Konzentration der Schimmelpilze und Hefen

Sie wurden am Zulauf des Fettabscheiders sowie an den Abläufen der beiden Kammern erfasst. Auf diese Weise war es möglich, den Einfluß des biologischen Präparats auf die Abwasserzusammensetzung durch vergleichende Gegenüberstellung zu erfassen und unter abwasserrelevanten Aspekten zu bewerten.
Zu erwähnen ist, dass aufgrund von Erfahrungen, die bei den ersten Beprobungen des Fettabscheiders gemacht wurden, langfristig auf die Parameter Sauerstoffgehalt (Schwierigkeiten bei der Probenahme), TOC (Information durch CSB und BSB_5) sowie anionische und nicht-ionische Tenside (kein Einfluß auf die Situation im Fettabscheider) verzichtet wurde.

Da nach diesen Untersuchungen das Unternehmen *Drei Kronen Menü*, Dortmund, den Betrieb der Großküche einstellte, wurden die entsprechenden Untersuchungen für das Präparat *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* in dem Fettabscheider der Firma *Jowe Kost*, Dortmund, durchgeführt. Für die Ermittlung der Wirkung von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* wurden die folgenden

- abwasserrelevanten Parameter
  - pH-Wert
  - Temperatur
  - CSB
  - BSB_5
  - absetzbare Stoffe
- fettrelevanten Parameter
  - lipophile Stoffe
  - Trigylceridgehalt
  - Glyceringehalt
- mikrobiologischen Parameter
  - Gesamtkeimzahl
  - Konzentration der lipolytisch aktiven Bakterien
  - Konzentration der Schimmelpilze und Hefen

an dem Zulauf des Fettabscheiders sowie an dessen Ablauf erfaßt. Auf diese Weise war es möglich, den Einfluß des biologischen Präparats auf die Abwasserzusammensetzung zu erfassen und unter abwasserrelevanten Aspekten zu bewerten.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

6.1. Material und Methoden

6.1.1. Biologische Präparate

In der Studie kamen wie erwähnt die Präparate *SanyDuo*, *Bioliquid* und *Microbe Lift* zum Einsatz.
Das Präparat *Sanyduo* wurde der einen Kammer des Fettabscheiders der Firma *Drei Kronen Menü* im Untersuchungszeitraum jeden Tag gegen 17 Uhr automatisch zudosiert, so dass den Mikroorganismen jeweils die Zeit von 17 Uhr bis 4 Uhr des folgenden Tages für den Fettabbau zur Verfügung stand.
Das Präparat *Bioliquid* wurde der einen Kammer des Fettabscheiders der Firma *Drei Kronen Menü* vom 24.08.01 bis zum 20.09.01 jeden Tag gegen 17 Uhr automatisch zudosiert, so dass den Mikroorganismen jeweils die Zeit von 17 Uhr bis 4 Uhr des folgenden Tages für den Fettabbau zur Verfügung stand. Ab dem 21.09.01 wurde das Präparat unter der Annahme, dass sich die Mikroorganismen im Fettabscheider etabliert hatten, einmal wöchentlich am Freitag gegen 17 Uhr automatisch zudosiert.
Das Präparat *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* wurde nach der Schließung der Großküche der Firma D*rei Kronen Menü*, Dortmund, im Fettabscheider der Firma *Jowe Kost*, Dortmund, eingesetzt. Hierbei ist das Präparat *Microbe Lift* (ca. 4 Liter) der Fettabscheiderkammer am 06.05.2002 nach eintägiger Immobilisierung auf *Zeo-Lift* (ca. 4 kg) sowie Verdünnung des Gemischs mit Leitungswasser durch Auftragung auf den Boden zugesetzt worden. Weiterhin wurde *Microbe Lift* (ca. 4 Liter) ohne weitere Immobilisierung auf den Boden der Fettabscheiderkammer ausgebracht und *Zeo-Lift* (ca. 4 kg) auf das Abwasser in der Fettabscheiderkammer sowie in den Schlammfang gestreut. Eine Nachbeimpfung des Fettabscheiders erfolgte am 24.5.2002. Hierbei wurde *Microbe Lift* (ca. 4 Liter) nach eintägiger Immobilisierung auf *Zeo-Lift* (ca. 4 kg) auf dem Boden der Fettabscheiderkammer ausgebracht sowie *Zeo-Lift* (ca. 4 kg) auf das Abwasser in der Fettabscheiderkammer sowie in den Schlammfang gestreut.

6.1.2. Betrieb der Fettabscheider

Einsatz des Präparats *SanyDuo* in dem Fettabscheider der Firma *Drei Kronen Menü*, Dortmund
Für die Beprobung des Fettabscheiders im März/April 2001 wurde dieser zu Beginn des Jahres 2001 gründlich (beide Schlammfänge, beide Fettabscheiderkammern) gereinigt. Die Zudosierung von *SanyDuo* begann Mitte Januar 2001. Inwieweit beide Kammern des Fettabscheiders in der Zeit bis zur eigentlichen Probenahme gereinigt wurden, entzieht sich unserer Kenntnis.
Vor der Beprobung des Fettabscheiders im Juni 2001 wurde dieser am 15.06.2001 dahingehend gereinigt, dass beide Schlammfänge sowie die Kontrollfettabscheiderkammer leergepumpt und ausgespritzt wurden.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Einsatz des Präparats *Bioliquid* in dem Fettabscheider der Firma *Drei Kronen Menü*, Dotmund

Für die Beprobung des Fettabscheiders im Oktober 2001 wurde dieser vor Zusatz von *Bioliquid* gründlich (beide Schlämmfänge, beide Fettabscheiderkammern) gereinigt. Zusätzlich wurde die Kontrollfettabscheiderkammer sowie die beiden Schlammfänge am 28.09.01 gereinigt.
Weiterhin wurde vor der Beprobung im Dezember 2001 am 30.11.01 die Kontrollfettabscheiderkammer sowie die beiden Schlammfänge gereinigt.

Einsatz des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung *mit Zeo-Lift* in dem Fettabscheider der Firma *Jowe Kost*, Dortmund

Für die Beprobung des Fettabscheiders der Firma *Jowe Kost*, Dortmund, ohne Zusatz von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* vom 29.04. bis 06.05.2002 wurde dieser am 16.04.2002 gründlich gereinigt, d.h. das Abwasser sowie die Rückstände im Schlammfang sowie in der Fettabscheiderkammer wurden abgesaugt und alle Bereiche mit Wasser gesäubert. Am 06.05.2002 sowie 24.05.2002 wurde *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* wie oben beschrieben dem Fettabscheider zugesetzt. Um eine mechanische Entfernung des zugesetzten biologischen Präparats zu verhindern, wurde am 28.05.2002 lediglich der Schlammfang des Fettabscheiders gereinigt. Nach einer ca. 4wöchigen Adaptationszeit des biologischen Präparats ist der Fettabscheider in der Zeit vom 10.06. bis 14.06.2002 erneut beprobt worden, um die Auswirkung des biologischen Präparats auf die Verhältnisse im Fettabscheider zu ermitteln.

6.1.3. Erfassung der abwasserrelevanten Parameter

Die Temperatur der Abwasserproben wurde vor Ort bestimmt. Die abwasserrelevanten Parameter pH-Wert, Sauerstoffeghalt (nach Winkler), CSB, BSB_5, Tensidgehalt, lipophile Stoffe, absetzbare Stoffe und TOC wurden von der Abteilung Abwasser des Hygiene-Instituts unter Zugrundelegung der entsprechenden Richtlinien erfaßt.

6.1.4. Erfassung der mikrobiologischen Parameter

Als mikrobiologische Parameter wurde die Gesamtkeimzahl, die Lipolytenkonzentration und die Konzentration der Schimmelpilze und Hefen gewählt. Zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl wurde Plate-Count-Agar (Oxoid), zur Bestimmung der Lipolytenkonzentration Tributyrin-Agar (Tributyrin-Agar-Basis (Merck), 1% (v/v) Tributyrin (Merck), 0,4% (v/v) Tween 80 (Merck)) und zur Bestimmung der Konzentration der Schimmelpilze und Hefen Sabouraud-Agar (Sabouraud-Agar (Merck), 0,01% (w/v) Chloramphenicol (Merck)) verwendet.
Für die Analyse wurde das Abwasser dekadisch mit steriler physiologischer Natriumchloridlösung verdünnt; Aliquots von 100 µl der entsprechenden Verdünnungsstufen wurden pro Agarplatte eingesetzt. Die beimpften Agarplatten wurden 2 Tage bei 30 °C (Plate-Count-Agar), 2 Tage bei 25 °C (Sabouraud-Agar) bzw. 3 Tage bei 30 °C (Tributyrin-Agar) inkubiert; sodann wurde die Koloniezahl ermittelt, mit dem Abwasservolumen korreliert und als KBE/ml[2] angegeben.

[2] KBE/ml: koloniebildende Einheiten pro Milliliter

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

6.1.5. Erfassung der fettrelevanten Parameter

Beim mikrobiellen Fettabbau wird das Fett durch Enzyme, die von den Mikroorganismen ausgeschieden werden, extrazellulär in freie Fettsäuren und Glycerin gespalten. Diese Substanzen werden von den Mikroorganismen aufgenommen und in Abhängigkeit vom mikrobiellen Stoffwechsel gegebenenfalls vollständig metabolisiert. Hieraus ergibt sich, dass der Gehalt an freiem Glycerin ein Maß für die freigesetzten, jedoch nicht verstoffwechselten Fettsäuren darstellt. Steigt die Konzentration an freiem Glycerin unter dem Einfluß des biologischen Präparats an, so ist davon auszugehen, dass es zwar zu einer Spaltung der Fette kommt, diese aber nicht abgebaut werden. Neben dem Gehalt an freiem Glycerin ist die Fettkonzentration des Abwassers von Interesse.
Der Parameter „Glycerinkonzentration“ wurde mit Hilfe des enzymatischen Tests zur Bestimmung der Glycerinkonzentration der Firma r-biopharm gemäß Analyseanleitung erfaßt.
Für die Bestimmung des Fettgehalts wurden die in den Proben enthaltenen Fette durch Zugabe von Natriumhydroxidlösung und 10minütige Inkubation bei 80 °C verseift. Der Gehalt an freigesetztem Glycerin wurde ebenfalls mit Hilfe des oben genannten enzymatischen Tests ermittelt. Anhand des ermittelten Glyceringehalts wurde die Triglyceridkonzentration errechnet. Sollte die Probe verstärkt Mono- und Diglyceride enthalten, so werden im Test diese ebenfalls zu Glycerin und Fettsäuren gespalten und die Konzentration des freigesetzten Glycerins wird ebenfalls erfasst. Die ermittelte Glycerinkonzentration geht sodann in den Triglyceridwert ein. Entsprechend ist eine Differenzierung zwischen Mono-, Di- und Triglyceriden anhand des r-biopharm-Tests nicht möglich. Sollte eine hohe Konzenztration an Mono- und Diglyceriden vorliegen, wird gegebenenfalls anhand des Tests eine zu hohe Triglyceridkonzentration ermittelt.

6.2. Ergebnisse und Diskussion

6.2.1. In-situ-Wirkung des Präparats *SanyDuo* in dem Zwillingsfettabscheider der *Firma Drei Kronen Menü*, Dortmund

Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 27.03.2001 bis 03.04.2001

In der Zeit vom 27.03.2001 bis zum 03.04.2001 wurde der Fettabscheider bei Zusatz des Präparats *SanyDuo* erstmalig beprobt und das Abwasser im Zulauf zu den beiden Kammern des Fettabscheiders sowie im Bereich der Abläufe der beiden Fettabscheiderkammern auf die Parameter Temperatur, pH, Sauerstoffgehalt, CSB, BSB_5, TOC, anionische Tenside, nichtionische Tenside, absetzbare Stoffe, lipophile Stoffe, Glycerin, Fett, Keimzahl, Lipolytenkonzentration und Konzentration der Schimmelpilze und Hefen untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind im Anhang detailliert zusammengefasst.

Anhand dieser Ergebnisse ist zu sagen, dass das Abwasser in den Abläufen des Fettabscheiders - unabhängig vom Zusatz des biologischen Präparats - durchschnittlich eine stärkere organische Belastung aufweist als das Abwasser in Zulauf des Fettabscheiders. Entsprechend sind die Parameter CSB, BSB_5, TOC, absetzbare Stoffe, etc. erhöht.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Darüber hinaus schwanken die Mikroorganismenkonzentrationen des Abwassers im Zulauf sowie in den Abläufen stark, so dass sich keine Tendenz bezüglich des Mikroorganismengehalts des Abwassers feststellen läßt. Es kann lediglich festgehalten werden, dass der Schimmelpilz- und Hefengehalt des Abwassers gering ist, so dass nicht davon auszugehen ist, dass das Mikroorgansimenspektrum des Fettabscheiders von Pilzen dominiert wird.

Insgesamt legen die genannten Tatsachen die Annahme nahe, dass der Fettabscheider in seiner Funktion gestört ist, und es nicht oder nur unzureichend zur Abtrennung von Sedimenten und Fetten aus dem Abwasser kommt. Möglicherweise sind die Schlammfänge und/oder die Fettabscheidekammern derart gefüllt, so dass Speisereste in die Abwasserabläufe gedrückt werden.

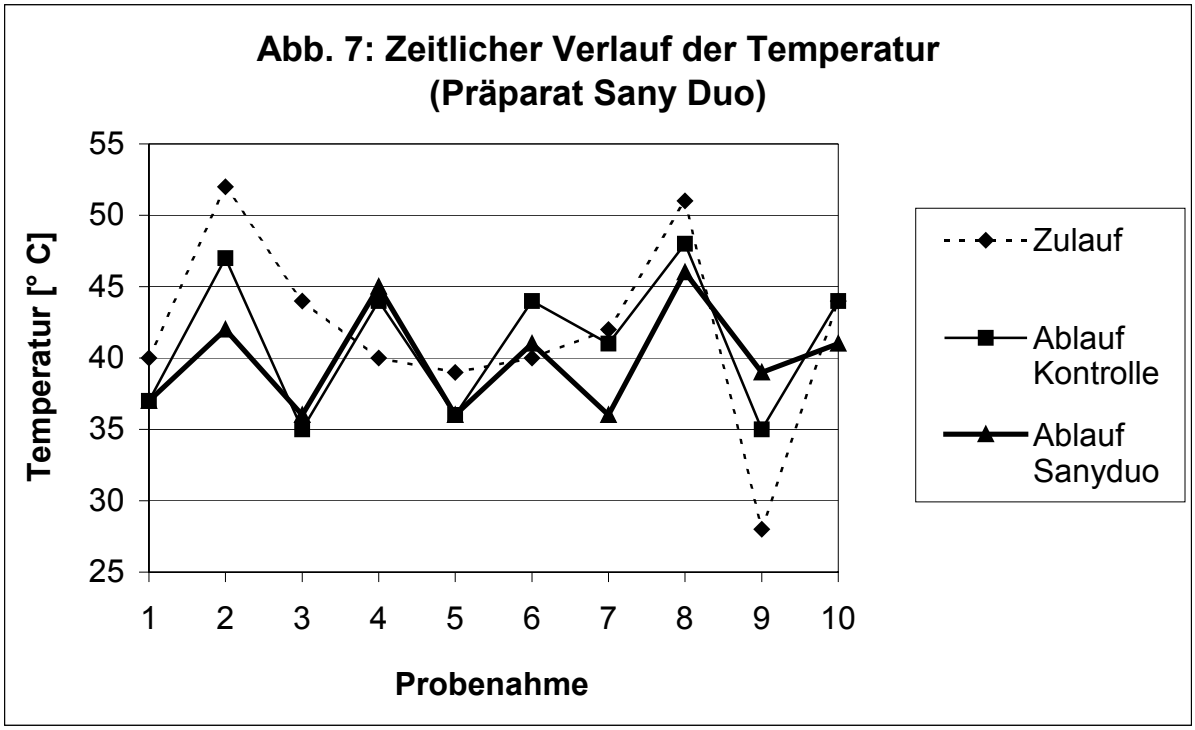
Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 20.06.2001 bis 26.06.2001

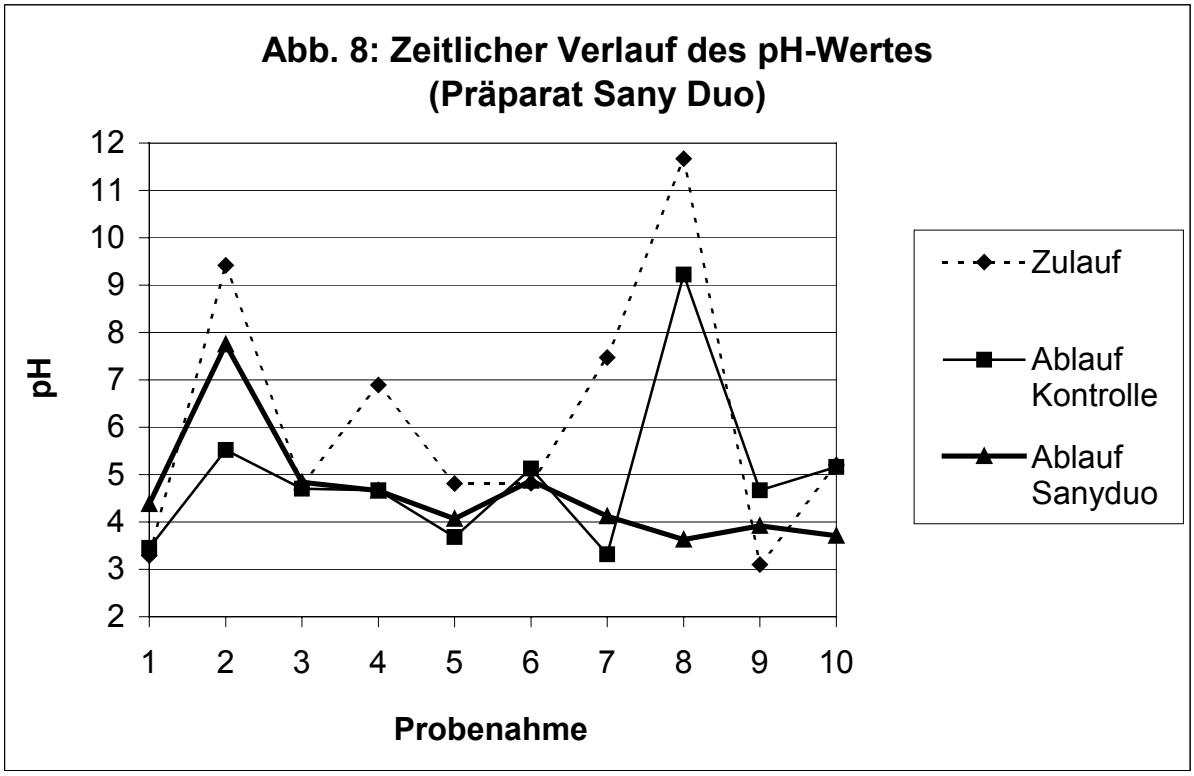
In der Zeit vom 20.06.2001 bis zum 26.06.2001 wurde der Fettabscheider bei Zusatz des Präparats *SanyDuo* zum zweiten Mal beprobt und das Abwasser im Zulauf zu den beiden Kammern des Fettabscheiders sowie in deren Abläufen auf die Parameter Temperatur, pH, Sauerstoffgehalt, CSB, BSB_5, TOC, anionische Tenside, nichtionische Tenside, absetzbare Stoffe, lipophile Stoffe, Glycerin, Fett, Keimzahl, Lipolytenkonzentration und Konzentration der Schimmelpilze und Hefen untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind im Anhang detailliert zusammengefasst.

Anhand dieser Daten lassen sich folgende Aussagen treffen:

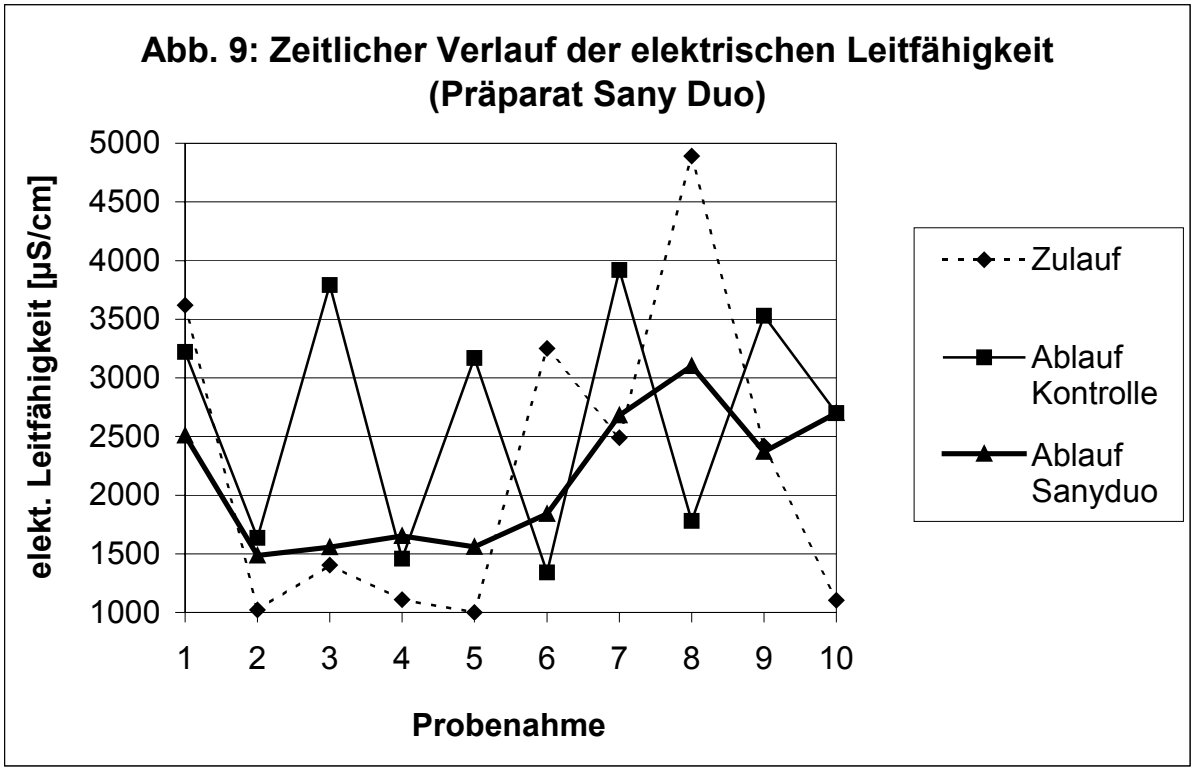
Die Temperatur des Abwassers sowie dessen pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit waren sowohl im Abwasserzulauf zum Fettabscheider als auch in den Abläufen der beiden Fettabscheiderkammern starken Schwankungen unterworfen (s. Abbildungen 7, 8 und 9). So bewegte sich die Abwassertemperatur im Zulauf des Fettabscheiders zwischen 28 und 52 °C und in den beiden Abläufen zwischen 35 und 48 °C. Der pH-Wert des Abwassers lag im Abwasserzulauf zwischen 3 und 11,5, im Ablauf der Fettabscheiderkammer ohne Zusatz von *SanyDuo* zwischen 3,2 und 9,2 und im Ablauf der Fettabscheiderkammer mit Zusatz von *SanyDuo* zwischen 3,8 und 7,8; durchschnittlich lag der pH-Wert bei Werten zwischen 4 und 5. Die elektrische Leitfähigkeit des Abwassers bewegte sich im Zulauf zwischen 1.000 und 4.800 µS/cm und in den beiden Abläufen zwischen 1500 und 4000 µS/cm. Eine systembezogene Aussage über den Sauerstoffgehalt des Abwassers ließ sich aufgrund der technischen Gegebenheiten bei der Probenahme, die mit großer Wahrscheinlichkeit eine Sauerstoffanreicherung des Wassers bedingte, nicht treffen.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH



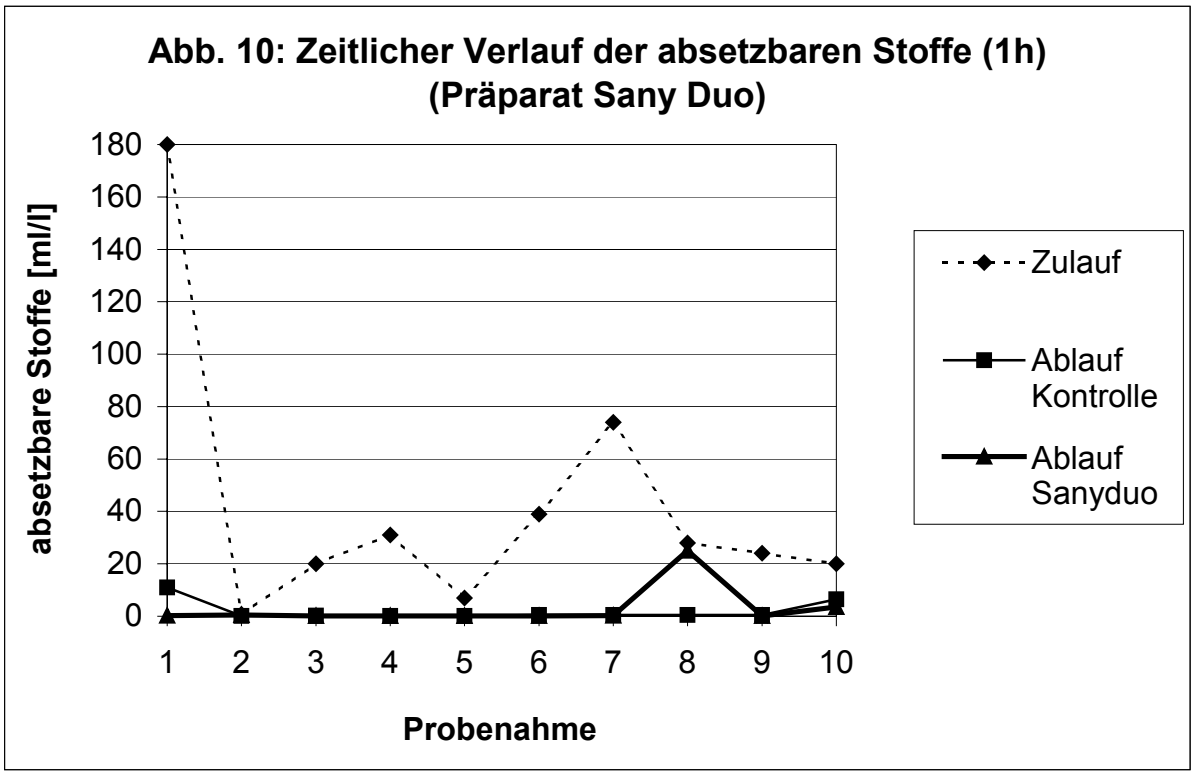


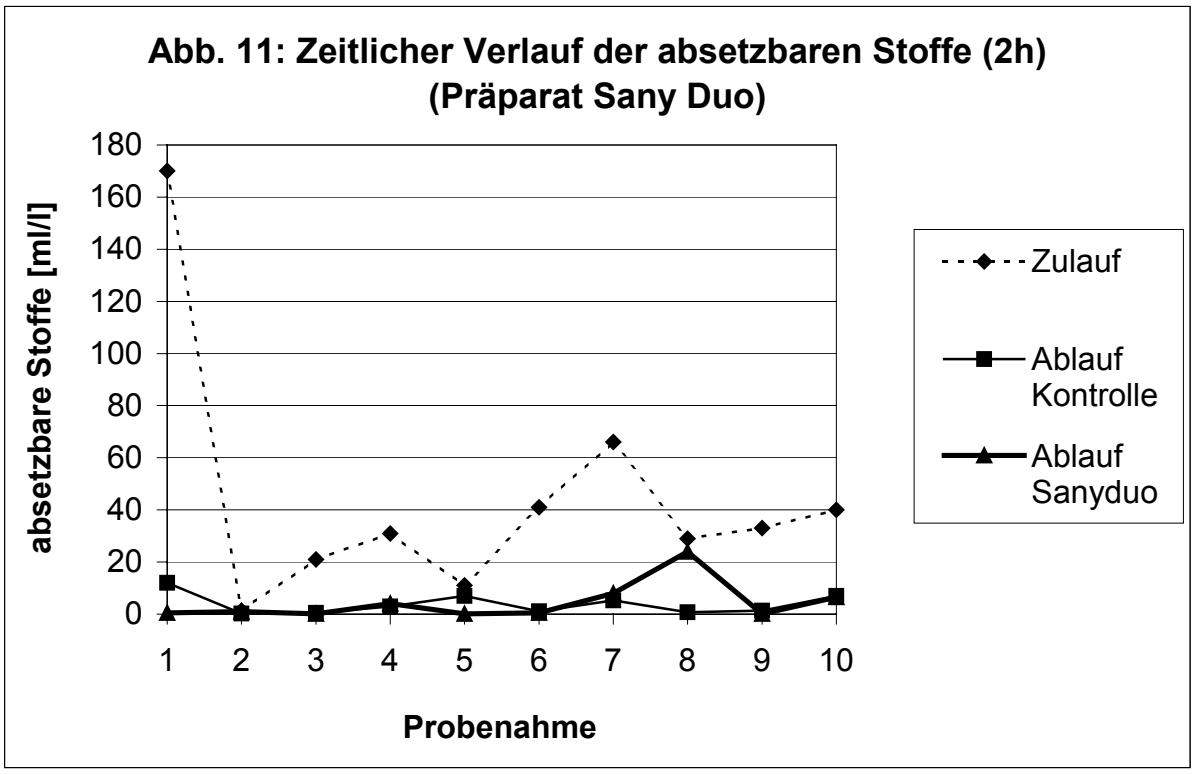
© 2002 All rights reserved by GEK mbH



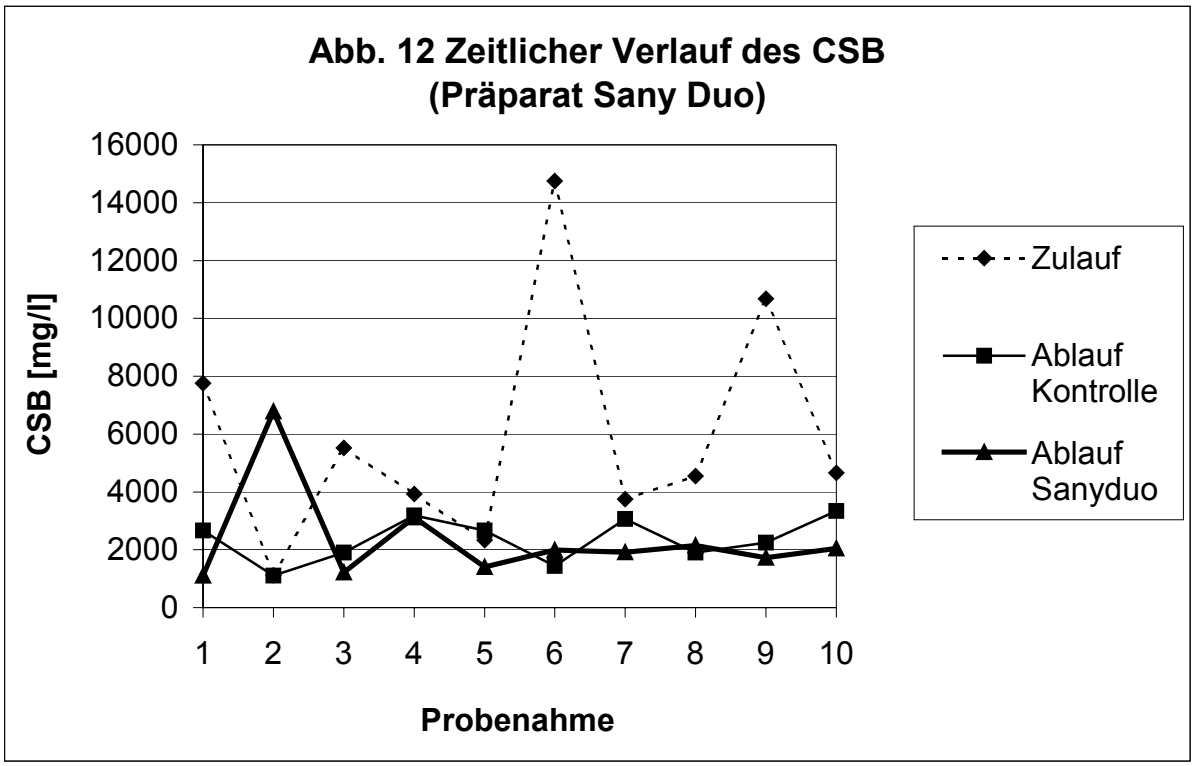
Bezüglich der abwasserrelevanten Parameter absetzbare Stoffe nach 1 und 2 Stunden, CSB, BSB_5, TOC und lipophile Stoffe ist festzustellen, dass die genannten Parameter im Abwasser des Zulaufs zum Fettabscheider im Vergleich zu den Abwässern in den beiden Abläufen der Fettabscheiderkammern erhöht waren (s. Abbildungen 10, 11, 12, 13, 14, 15). Somit kam es zur Abnahme der ermittelten Konzentrationen vom Abwasserzulauf zum Ablauf aus den beiden Fettabscheiderkammern. In allen Fällen waren im Abwasser der Abläufe beider Fettabscheiderkammern vergleichbare Konzentrationen der genannten Parameter zu verzeichnen.

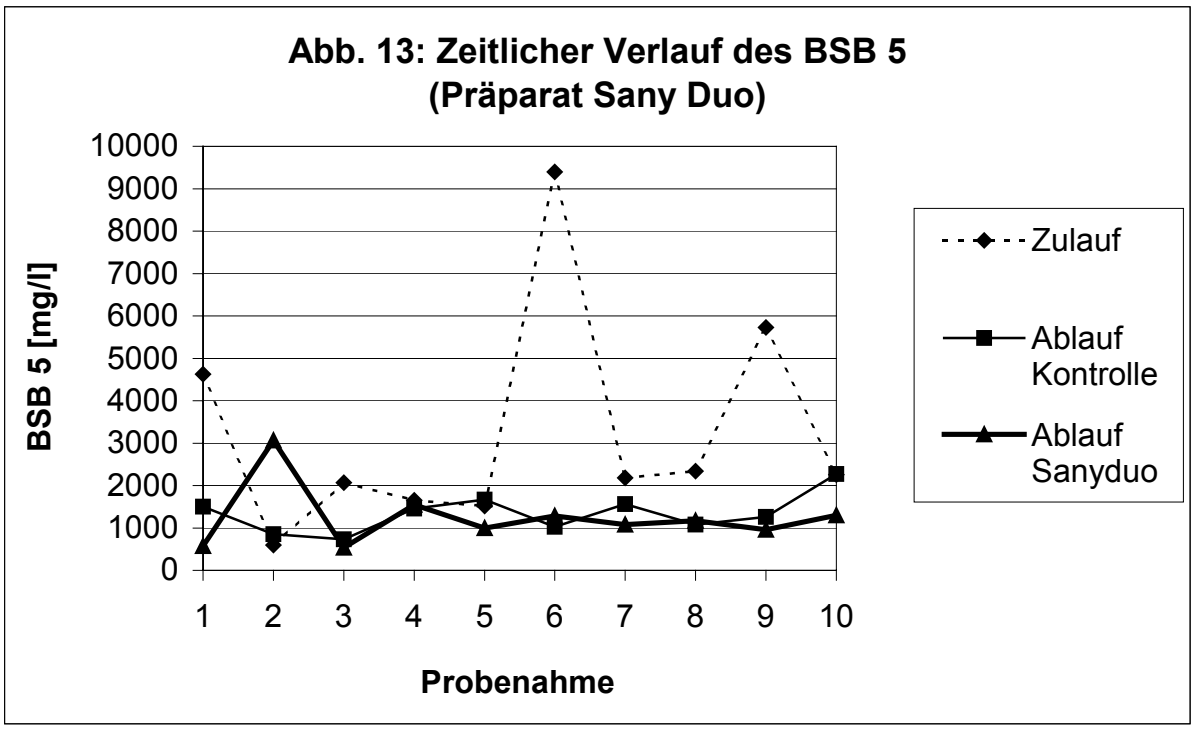
© 2002 All rights reserved by GEK mbH



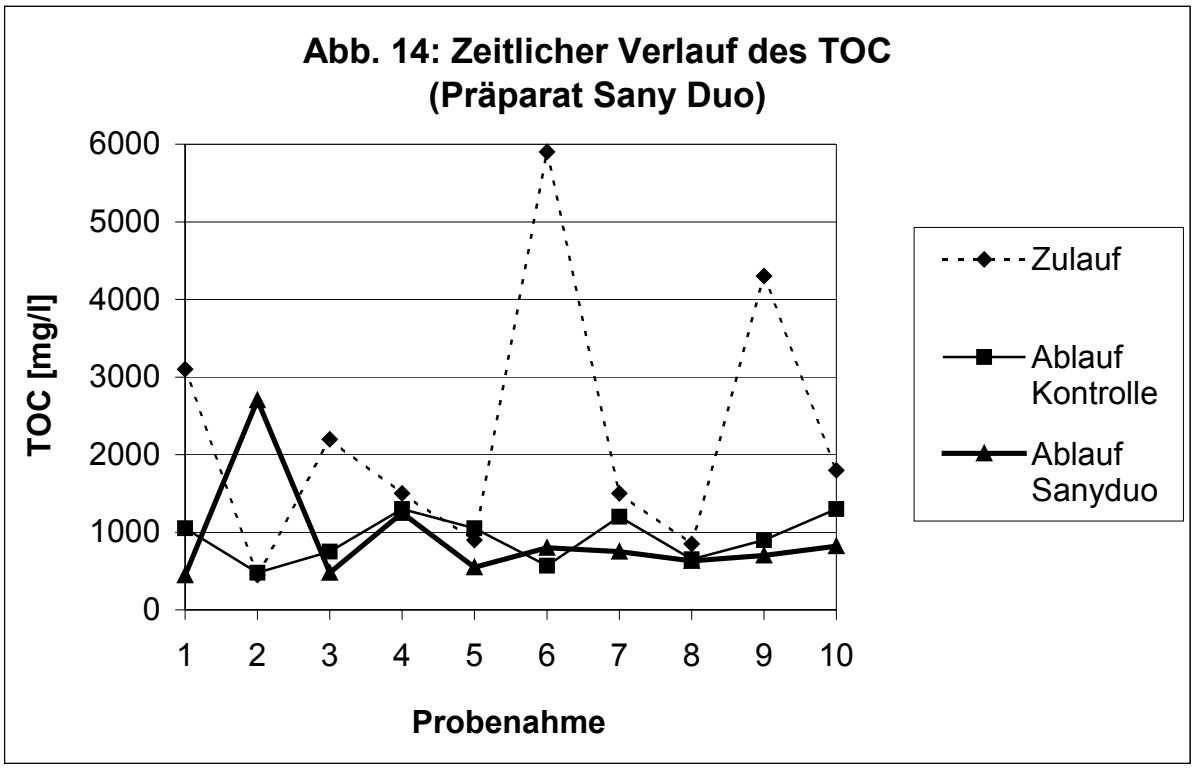


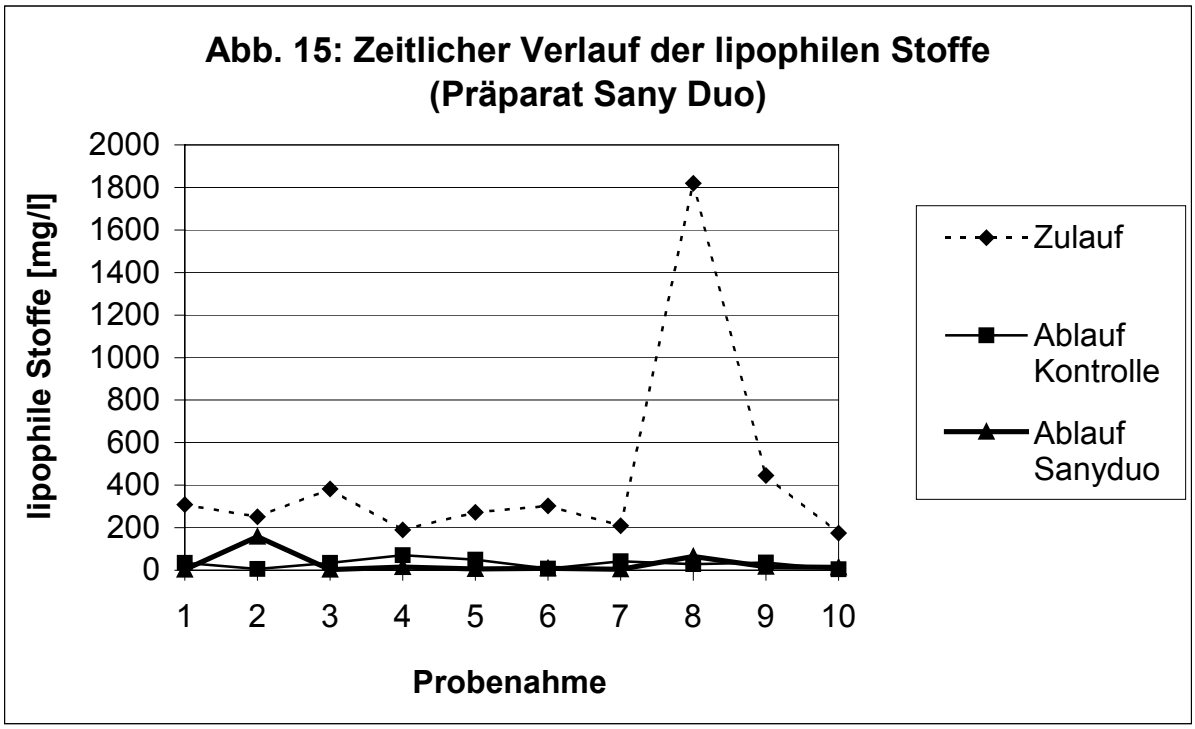
© 2002 All rights reserved by GEK mbH





© 2002 All rights reserved by GEK mbH





© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Die Bestimmung des Tensidgehalts im Abwasser des Zulaufs zum Fettabscheider sowie in den Abläufen aus beiden Fettabscheiderkammern ergab, dass das Abwasser an allen Probenahmestellen vergleichbare Konzentrationen anionischer sowie nicht-ionischer Tenside enthielt und somit kein Tensidabbau im Fettabscheider feststellbar war (s. Abbildungen 16 und 17).

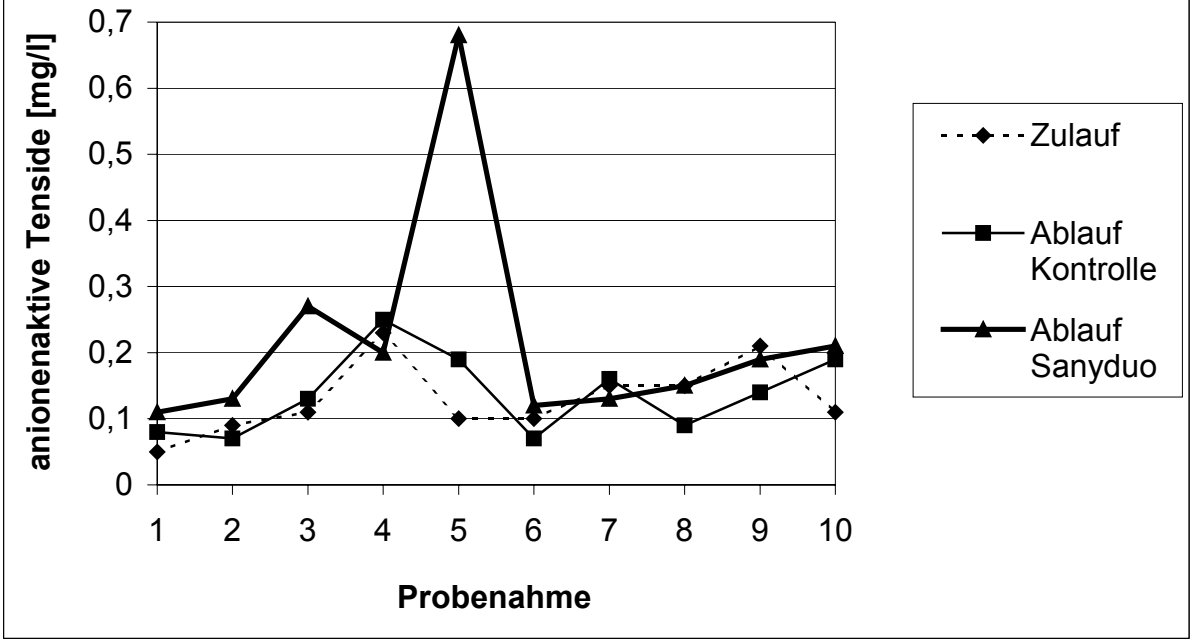


Abb. 16: Zeitlicher Verlauf der anionenaktiven Tenside (Präparat Sany Duo)

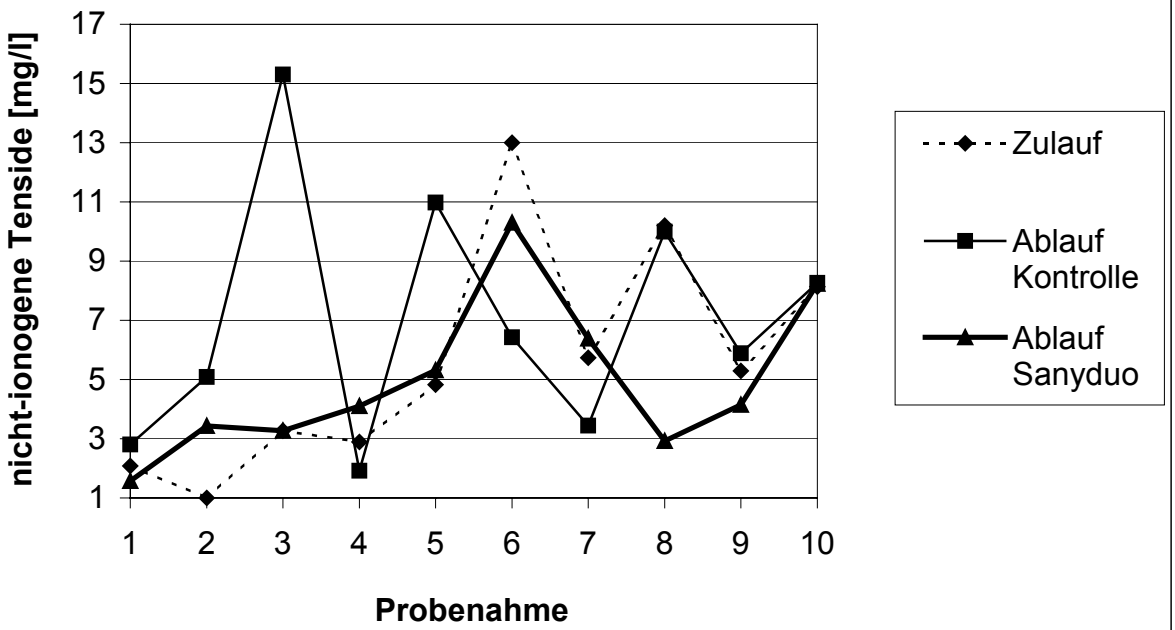
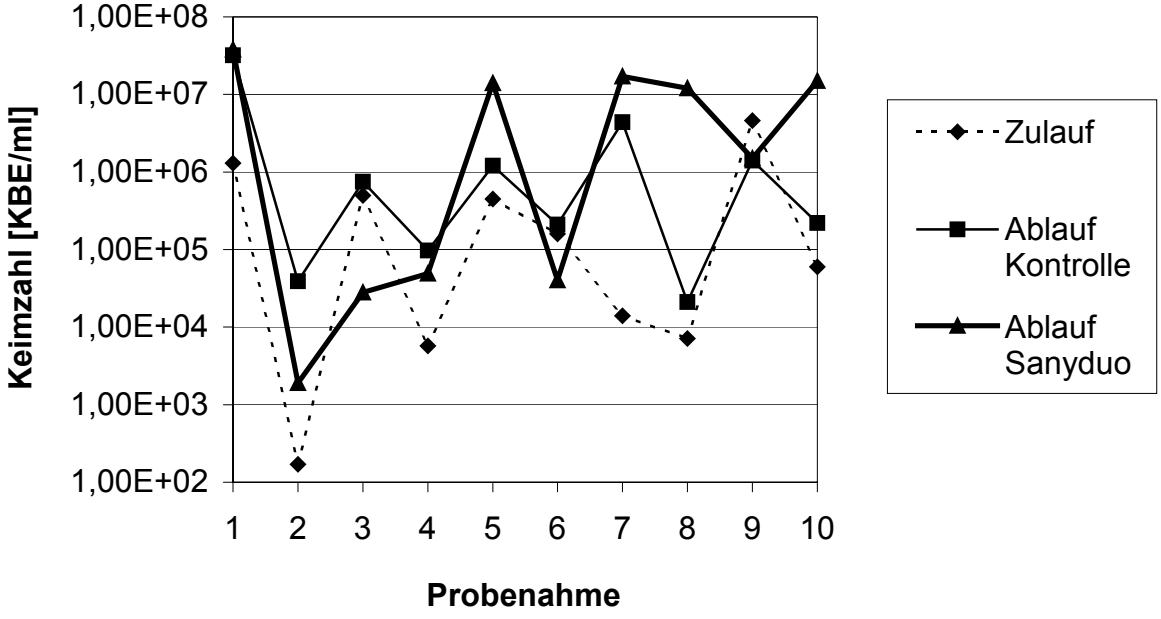


Abb. 17: Zeitlicher Verlauf der nicht-ionischen Tenside (Präparat Sany Duo)

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Aufgrund der Eingangskeimbelastung des Abwassers sowie des Gehalts an organischen Substanzen ist davon auszugehen, dass das Abwasser stark mit Mikroorganismen belastet ist. Anhand der Ergebnisse (s. Abbildungen 18, 19, 20) ist davon auszugehen, dass Bakterien, bestimmt als Keimzahl auf PC-Agar, in großer Zahl im Abwasser im Zulauf zum Fettabscheider sowie in den Abläufen beider Fettabscheiderkammern vorlagen. Eine Tendenz bezüglich der Verteilung der Bakterien im Zulauf sowie in den beiden Abläufen läßt sich nicht feststellen. Im Vergleich hierzu lag der Gehalt des Abwassers an Schimmelpilzen und Hefen niedriger, und das Pilzspektrum wurde von Hefen dominiert. Wie auch bei den Bakterien ließ sich keine Tendenz bezüglich der Verteilung der Hefen im Abwasser an den unterschiedlichen Probenahmestellen erkennen. Weiterhin ließen sich lipolytisch aktive Bakterien im Abwasser sowohl im Zulauf zum Fettabscheider als auch in den Abläufen aus beiden Fettabscheiderkammern nachweisen. Dabei unterlag die Lipolytenkonzentration im Abwasser im Zulauf starken Schwankungen, während sie im Abwasser aus beiden Fettabscheidekammern relativ konstant war. Die Lipolytenkonzentration im Abwasser aus der Fettabscheidekammer ohne Zusatz von *SanyDuo* lag bei ca. 8 x 10^4 KBE/ml, während sie im Abwasser aus der Fettabscheidekammer mit Zusatz von *SanyDuo* ca. 5 x 10^3 KBE/ml betrug. Somit war die Lipolytenkonzentration in der Fettabscheidekammer, der kein Lipolytenhaltiges biologisches Präparat zugesetzt wurde, im Vergleich zu der Fettabscheidekammer, der das Präparat zugesetzt wurde, erhöht.

Abb. 18: Zeitlicher Verlauf der Keimzahl auf Plate Count Agar (Präparat Sany Duo)



© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Abb. 19: Zeitlicher Verlauf der Keimzahl auf Sabouraud Agar (Präparat Sany Duo)

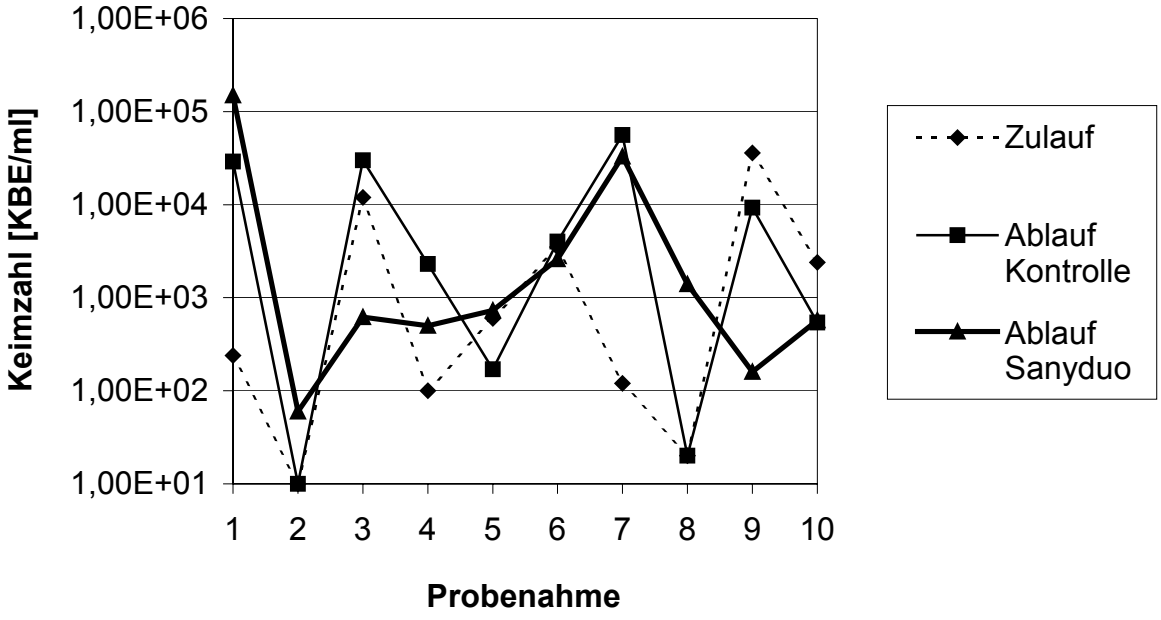
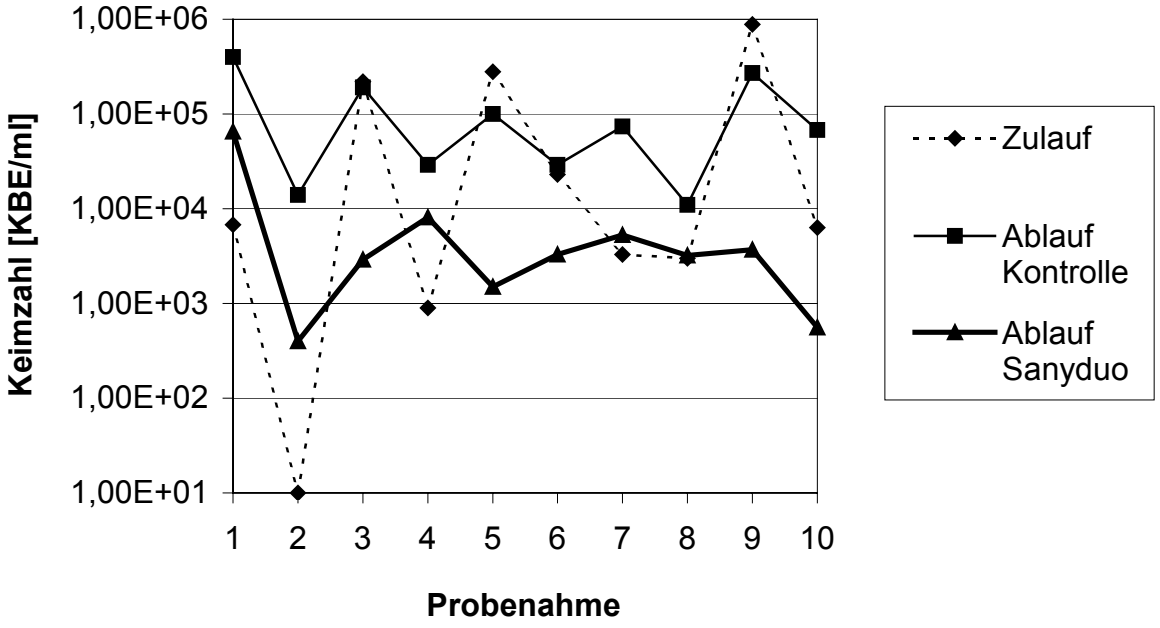
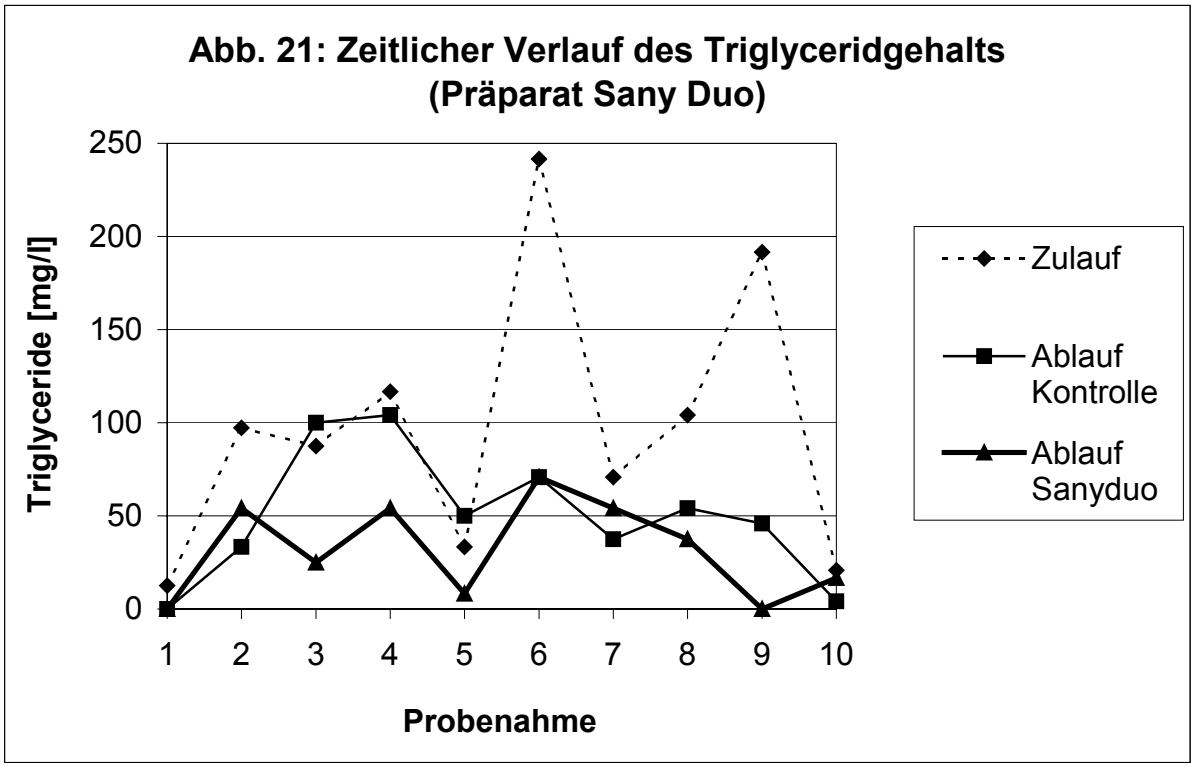


Abb. 20: Zeitlicher Verlauf der Keimzahl der Lipolyten (Präparat Sany Duo)

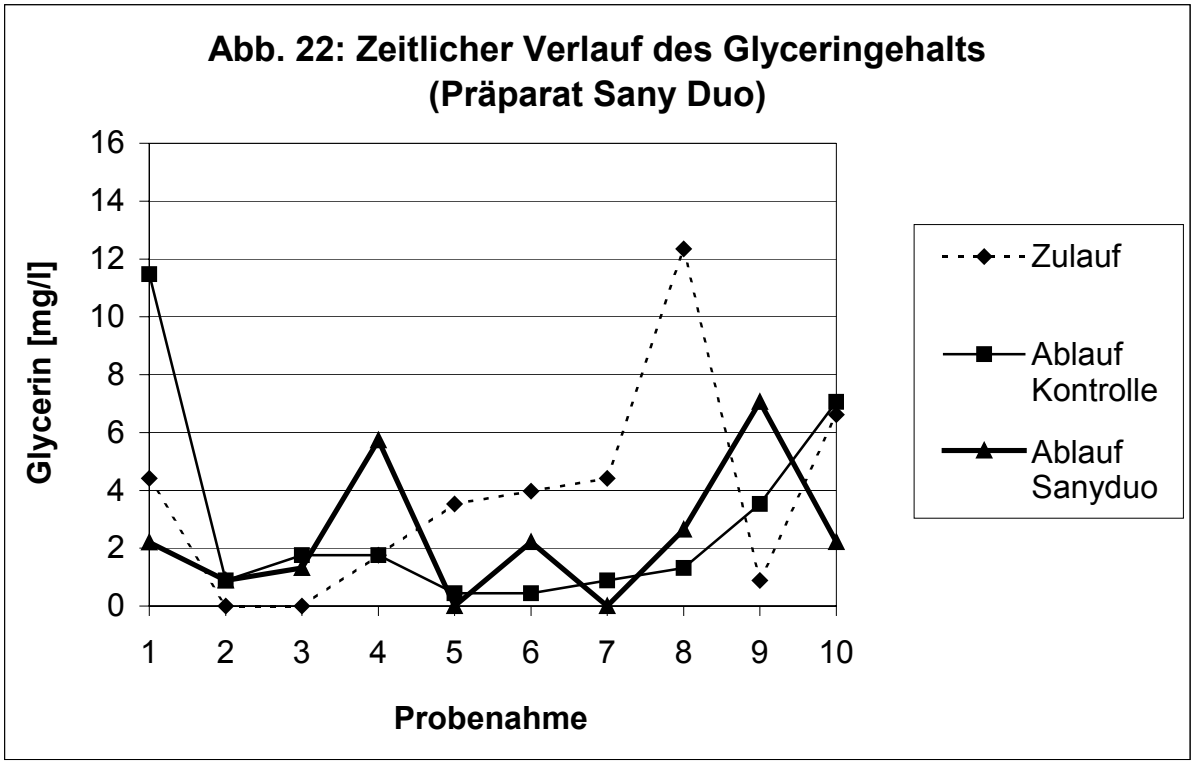


© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Bezüglich der Triglycerid- und Glyceringehalte des Abwassers ist zu sagen, dass diese Parameter an allen Probenahmestellen starken Schwankungen unterworfen waren (s. Abbildungen 21 und 22). Besonders ausgeprägt waren diese Schwankungen beim Abwasser im Zulauf zum Fettabscheider. Tendenziell waren die Triglyceridkonzentrationen des Abwassers aus dem Ablauf der Fettabscheiderkammer, die das Mittel *SanyDuo* enthielt, etwas geringer als die des Abwassers aus der Fettabscheiderkammer, der das Mittel nicht zugesetzt wurde. Weiterhin sind die in den Abwässern aus den Abläufen beider Fettabscheiderkammern ermittelten Glycerinkonzentrationen vergleichbar, gegebenenfalls kann die Glycerinbelastung des Abwassers aus der Fettabscheiderkammer, der das Mittel *SanyDuo* zugesetzt wurde, als geringfügig höher angesetzt werden.



© 2002 All rights reserved by GEK mbH



Aufgrund der Untersuchungsergebnisse läßt sich die Situation im Fettabscheider unter Einwirkung von *SanyDuo* wie folgt beschreiben:

Unabhängig von den Einzelwerten für die Parameter pH-Wert und Temperatur des Abwasserzulaufs liegt in beiden Fettabscheiderkammern ein saures Milieu mit pH-Werten zwischen 4 und 5 und ein deutlich erhöhtes Temperaturniveau mit Temperaturen zwischen 36 und 47 °C vor. Über den Sauerstoffgehalt des Abwassers lassen sich aufgrund der genannten Gegebenheiten bei der Probenahme keine Angaben machen.

Im Zuge der Abwasserpassage durch den Fettabscheider ist eine deutliche Abnahme des Gehalts an absetzbaren Stoffen, CSB, BSB_5, TOC und lipophilen Stoffen zu verzeichnen, wobei das Abwasser aus beiden Fettabscheiderkammern bezüglich der genannten Parameter vergleichbare Konzentrationen aufweist. Somit erfüllt der Fettabscheider seine Funktion als Leichtstoffabscheider, indem es in beiden Kammern des Systems zu einem Absinken der schweren Bestandteile sowie einem Aufschwimmen der lipophilen Stoffe kommt. Das Abwasser wird entsprechend auf physikalischem Weg gereinigt und in die Kanalisation entlassen.

Eine Abnahme des Tensidgehalts des Abwassers im Zuge der Fettabscheiderpassage ist nicht zu verzeichnen.

Aufgrund der Eingangskeimbelastung des Abwassers sowie des Gehalts an organischen Substanzen sind hohe Mikroorganismenkonzentrationen an allen Probenahmestellen zu verzeichnen. Trotz des sauren Milieus sowie der erhöhten Temperaturen in beiden Fettabscheiderkammern dominieren Bakterien das Mikoorganismenspektrum, so dass davon auszugehen ist, dass sich solche Bakterien im Fettabscheider angesiedelt haben, die diese Randbedingungen tolerieren. Im Bereich der Pilze sind schwerpunktmäßig Hefen zu finden; Schimmelpilze spielen, wie im Wasserbereich üblich, eine untergeordnete Rolle.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Bezüglich der Konzentration lipolytisch aktiver Bakterien ist zu sagen, dass diese in erhöhten Konzentrationen bevorzugt in der Fettabscheiderkammer vorliegen, der das biologische Präparat *SanyDuo* nicht zugesetzt wurde. Somit ist davon auszugehen, dass es auf natürlichem Wege zu einer Anreicherung lipolytisch aktiver Bakterien gekommen ist, die unter den gegebenen Bedingungen (pH-Wert, Temperatur, Sauerstoffgehalt) aktiv sind. Der Zusatz des biologischen Präparats, das lipolytische Bakterien enthält, bewirkt keine Erhöhung der Lipolytenkonzentration in der betroffenen Fettabscheiderkammer. Somit ist nicht davon auszugehen, dass es zu einer Ansiedlung der in dem Präparat enthaltenen Bakterien im Fettabscheider kommt. Gegen ein Anwachsen spricht ebenfalls der pH-Wert und die Temperatur des Abwassers im Fettabscheider. So bevorzugen Bakterien im allgemeinen neutrale bis leicht basische pH-Werte und Temperaturen bis ca. 36 °C zur Reproduktion. Dies gilt ebenfalls für Bakterien der Gattung *Bacillus*, die in dem Präparat enthalten sind. Unter den im Fettabscheider herrschenden Bedingungen (saurer pH-Wert, erhöhte Temperatur) ist nicht davon auszugehen, dass diese vermutlich als Endosporen, d.h. als stoffwechselinaktive Dauerform, vorliegenden Bakterien auskeimen und in einen stoffwechselaktiven Zustand übergehen.

Bezüglich der Triglyceridbelastung der Abwasserproben ist zu sagen, dass tendenziell eine etwas geringere Triglyceridbelastung des Abwassers aus der Fettabscheiderkammer, der das Mittel *SanyDuo* zudosiert wurde, im Vergleich zum Abwasser aus der Fettabscheiderkammer ohne Zusatz des Mittels zu verzeichnen ist. Dies spricht für eine wenn auch geringe Aktivität des Präparats *SanyDuo* in seiner Gesamtheit, die wahrscheinlich auf die im Präparat vorliegenden lipolytischen Enzyme zurückgeht. Eine deutliche Ansammlung von Glycerin als Stoffwechselprodukt eines rein enzymatischen Fettabbaus in der Fettabscheiderkammer, der das Mittel *SanyDuo* zugesetzt wurde, ist nicht zu erkennen. Dies geht zum einen auf die Tatsache zurück, dass die in dem Präparat *SanyDuo* enthaltenen Enzyme die in dem Fett vorhandenen Fettsäuren nur partiell unter Bildung von Mono- und Diacylglyceriden freisetzen (siehe Laborversuche), zum anderen auf die Tatsache, dass die in dem Fettabscheider nativ vorhandenen Mikroorganismen das leicht zu metabolisierende Glycerin abbauen.

Insgesamt ist anhand der vorliegenden Daten davon auszugehen, dass es durch die Fettabscheiderpassage auf rein physikalischem Weg zu einer Reinigung des Abwassers der Firma *Drei Kronen Menü*, Dortmund, kommt. Durch den Zusatz des biologischen Präparats *SanyDuo* wird eine geringfügige Verminderung des Triglyceridgehalts des Abwassers bewirkt. Da sowohl das Milieu im Fettabscheider (saurer pH-Wert, erhöhte Temperaturen) als auch die ermittelte Lipolytenkonzentration im Abwasser gegen eine Ansiedlung der in *SanyDuo* enthaltenen Bakterien im Fettabscheider spricht, ist davon auszugehen, dass die Abnahme des Trigylceridgehalts im wesentlichen auf die in *SanyDuo* enthaltenen Enzyme zurückgeht.

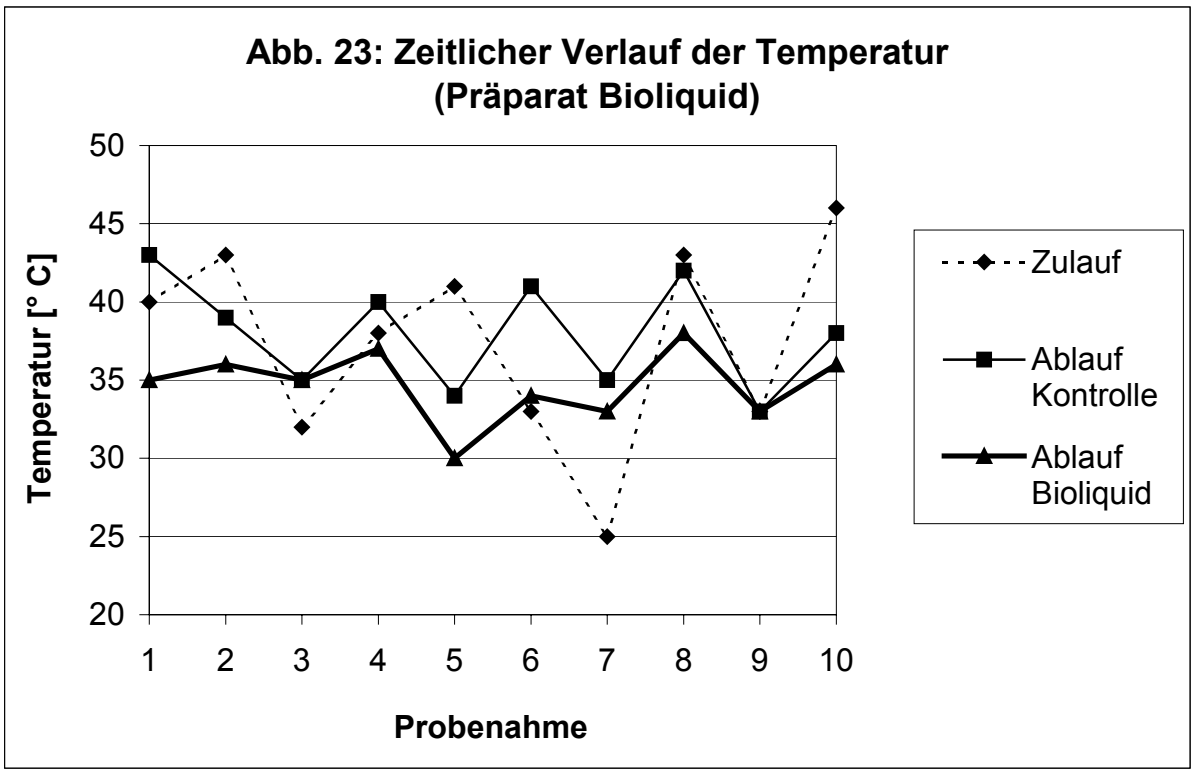
© 2002 All rights reserved by GEK mbH

6.2.2. In-situ-Wirkung des Präparats *Bioliquid* in dem Zwillingsfettabscheider der *Firma Drei Kronen Menü*, Dortmund

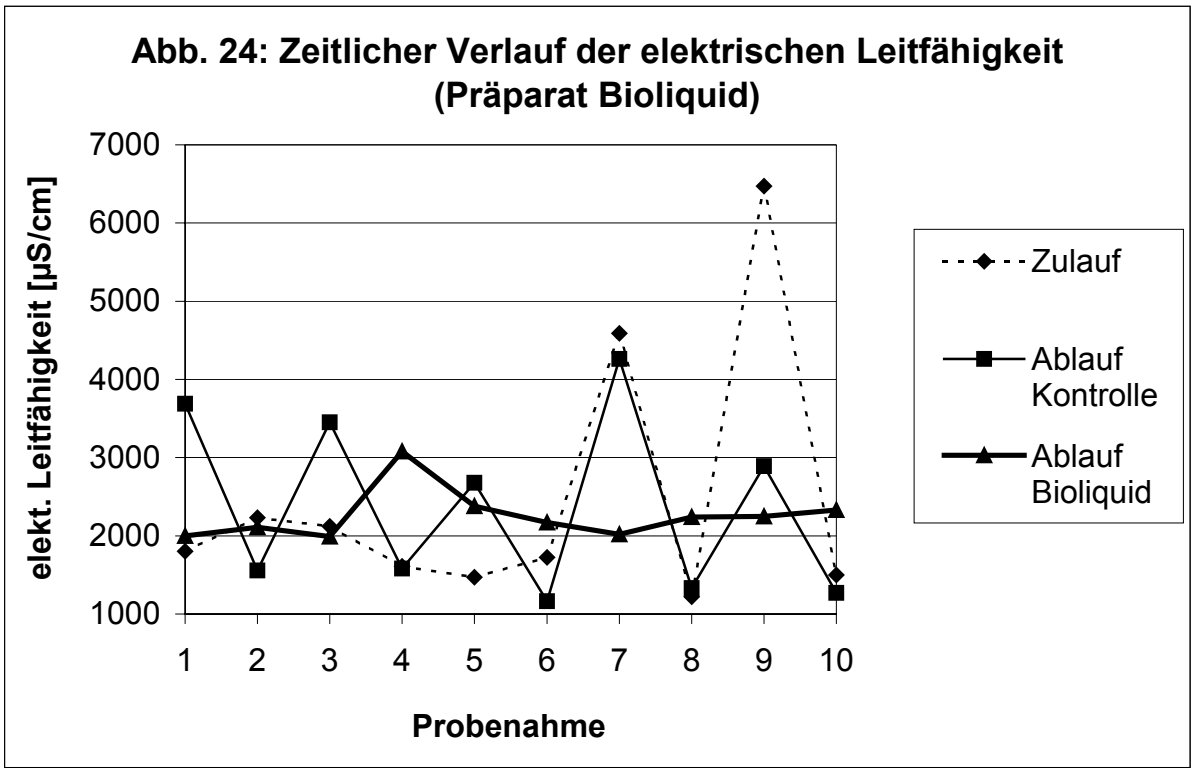
Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 04.10.2001 bis 10.10.2001

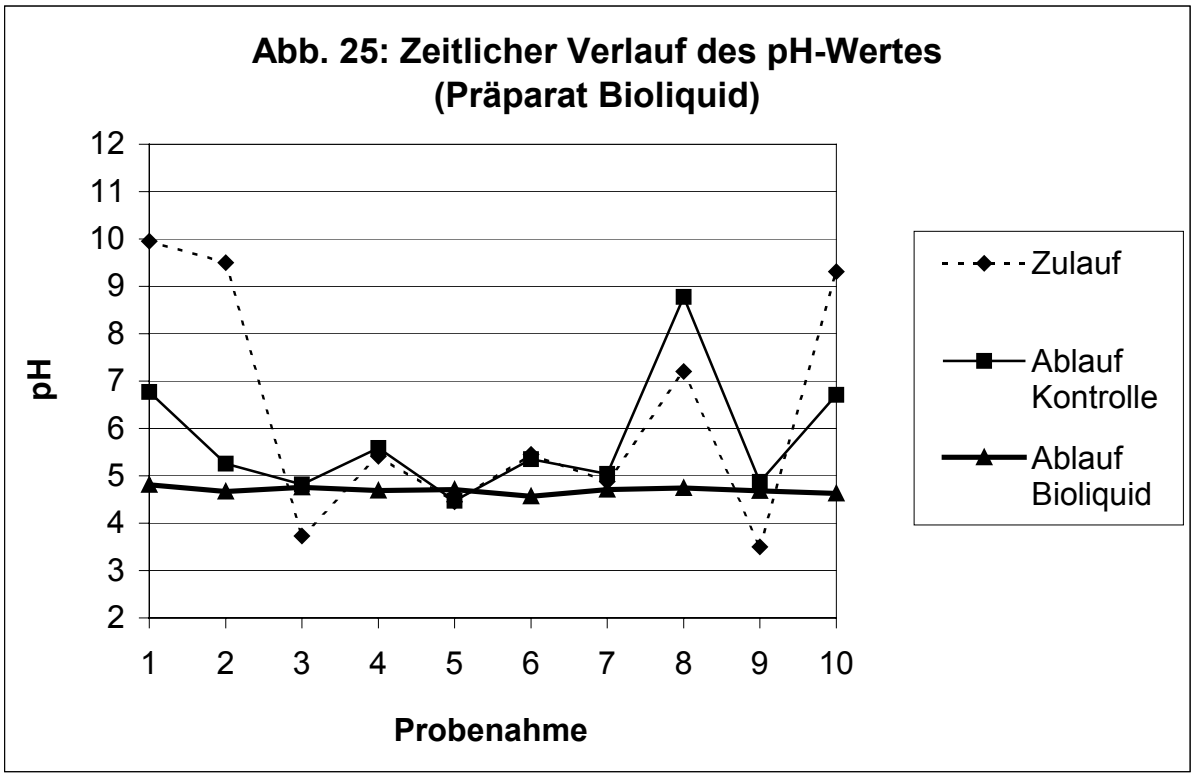
In der Zeit vom 04.10.2001 bis zum 10.10.2001 wurde der Fettabscheider erstmalig beprobt und das Abwasser im Zulauf zu den beiden Kammern des Fettabscheiders sowie in deren Abläufen auf die Parameter Temperatur, pH, CSB, BSB5, absetzbare Stoffe, lipophile Stoffe, Glycerin, Fett, Keimzahl, Lipolytenkonzentration sowie die Konzentration an Schimmelpilzen und Hefen untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind im Anhang detailliert zusammengefaßt.

Anhand dieser Ergebnisse sind folgende Aussagen zu machen:
Die Temperatur des Abwassers sowie dessen elektrische Leitfähigkeit (siehe Abbildungen 23 und 24) waren sowohl im Abwasserzulauf zum Fettabscheider als auch in den Abläufen der beiden Fettabscheiderkammern starken Schwankungen unterworfen. So bewegte sich die Abwassertemperatur im Zulauf des Fettabscheiders zwischen 25 und 47 °C und in den beiden Abläufen zwischen 30 und 43 °C. Hierbei wies das Abwasser aus der Fettabscheiderkammer, der *Bioliquid* nicht zugesetzt worden war, tendenziell eine höhere Temperatur auf, so dass eine ungleichmässige hydraulische Belastung der beiden Fettabscheiderkammern mit Abwasser aus der Grossküche nicht ausgeschlossen werden kann. Die elektrische Leitfähigkeit des Abwassers bewegte sich im Zulauf zwischen 1100 und 6500 µS/cm und in den beiden Abläufen zwischen 1100 und 4200 µS/cm.
Der pH-Wert des Abwassers (siehe Abbildung 25) war im Abwasserzulauf sowie im Ablauf der Fettabscheiderkammer ohne Zusatz von *Bioliquid* starken Schwankungen unterworfen. So lag der pH-Wert im Abwasserzulauf zwischen 3,5 und 10 und im Ablauf der Fettabscheiderkammer ohne *Bioliquid* zwischen 4,5 und 8,8. Im Gegensatz hierzu war der pH-Wert des Abwassers im Ablauf der Fettabscheiderkammer mit Zusatz von *Bioliquid* konstant und betrug ca. 4,8.



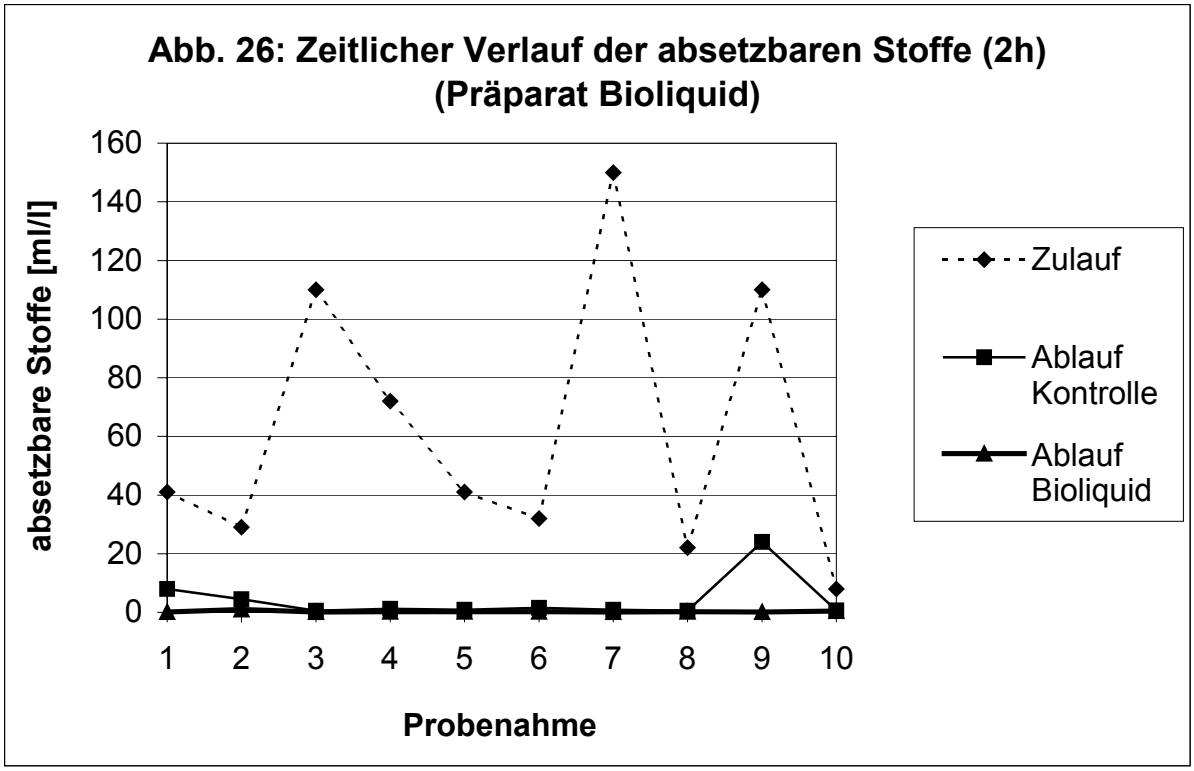
© 2002 All rights reserved by GEK mbH



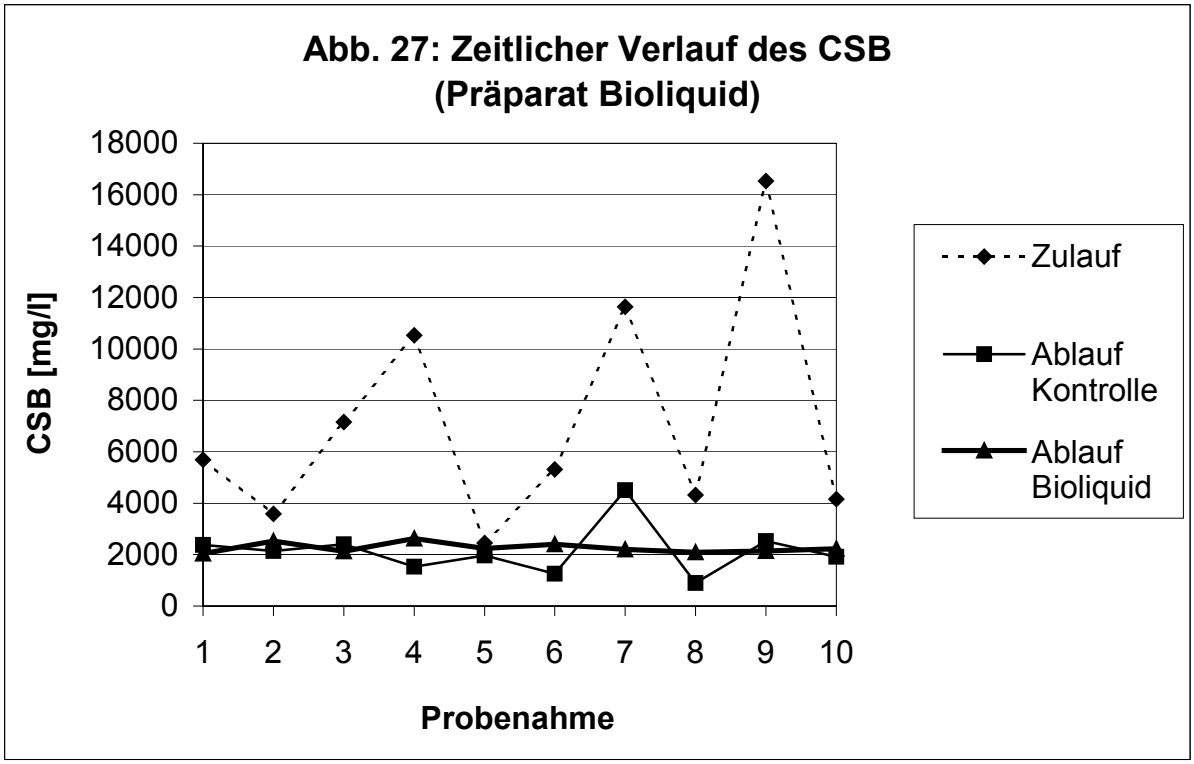


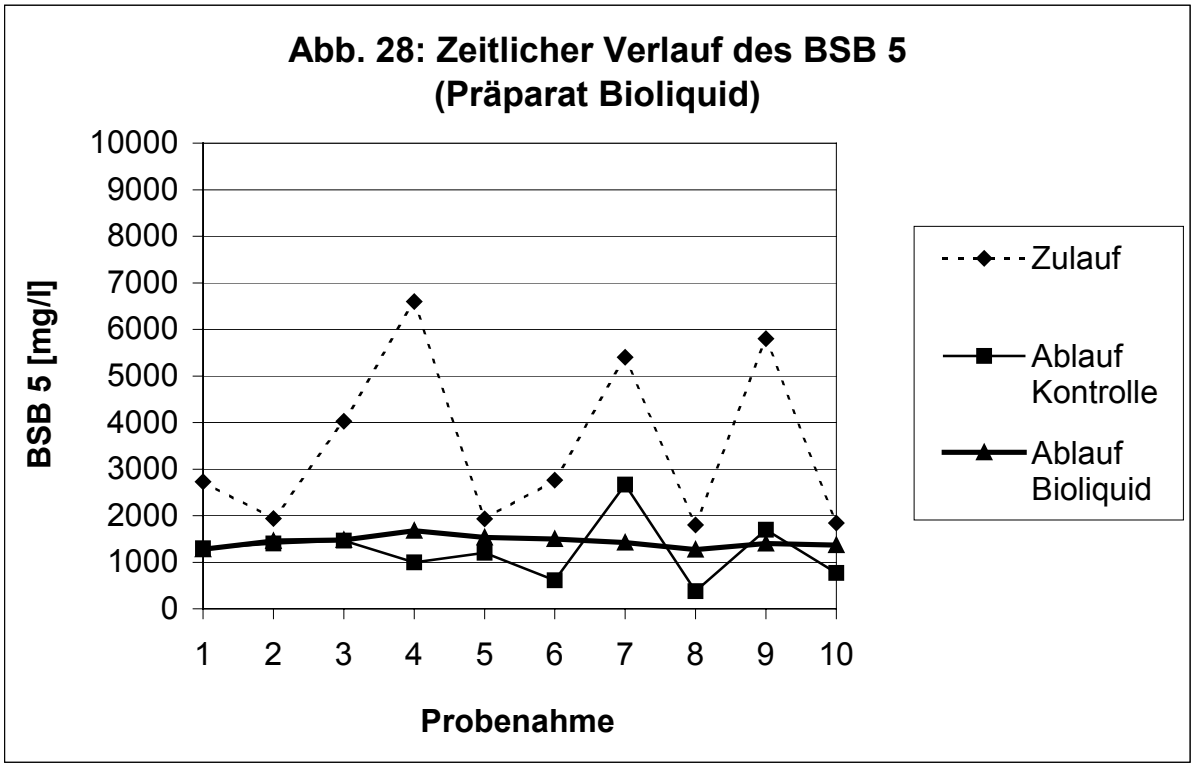
© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Bezüglich der abwasserrelevanten Parameter absetzbare Stoffe nach 2 Stunden, CSB, BSB_5, und lipophile Stoffe ist festzustellen, dass die genannten Parameter im Abwasser des Zulaufs im Vergleich zu den Abwässern in den beiden Abläufen der Fettabscheiderkammern erhöht und starken Schwankungen unterworfen waren (s. Abbildungen 26, 27, 28, 29). Somit kam es zur Abnahme der ermittelten Konzentrationen vom Abwasserzulauf zum Ablauf aus den beiden Fettabscheiderkammern. In allen Fällen waren im Abwasser der Abläufe beider Fettabscheiderkammern vergleichbare Konzentrationen der genannten Parameter zu verzeichnen. Es ist jedoch herauszustellen, dass die ermittelten Werte für das Abwasser aus der Fettabscheiderkammer, der *Bioliquid* zugesetzt worden war, nahezu konstant waren.

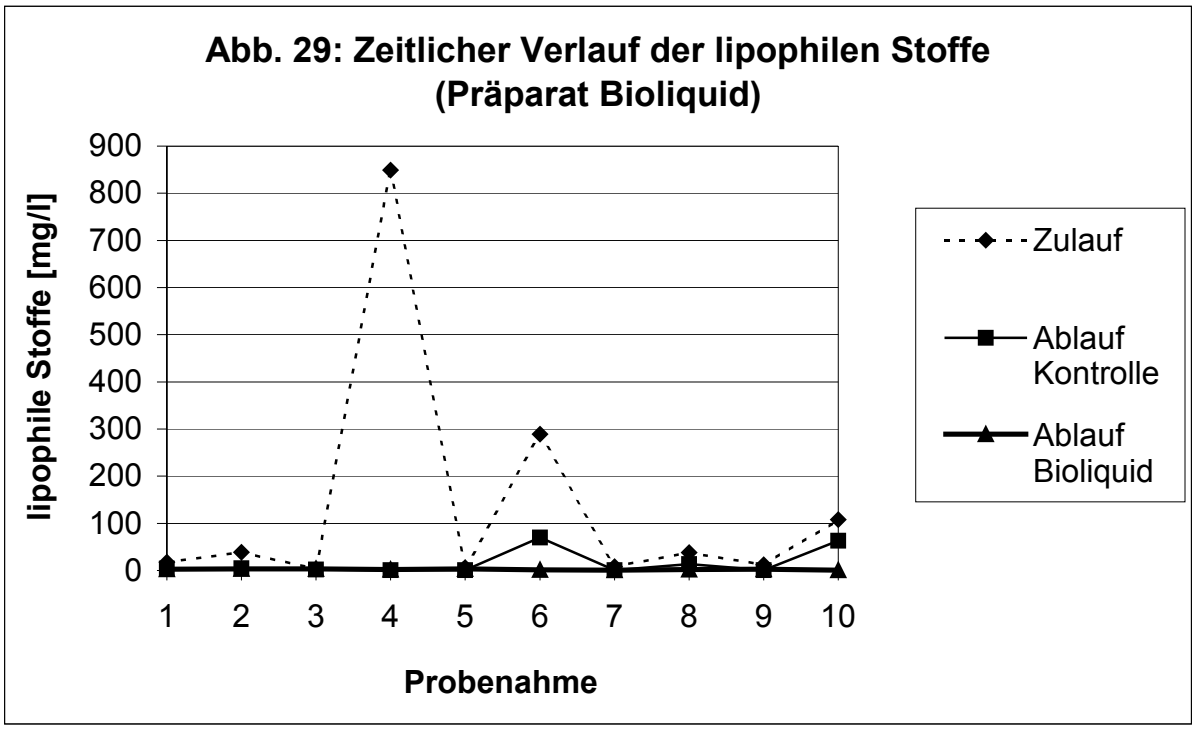


© 2002 All rights reserved by GEK mbH





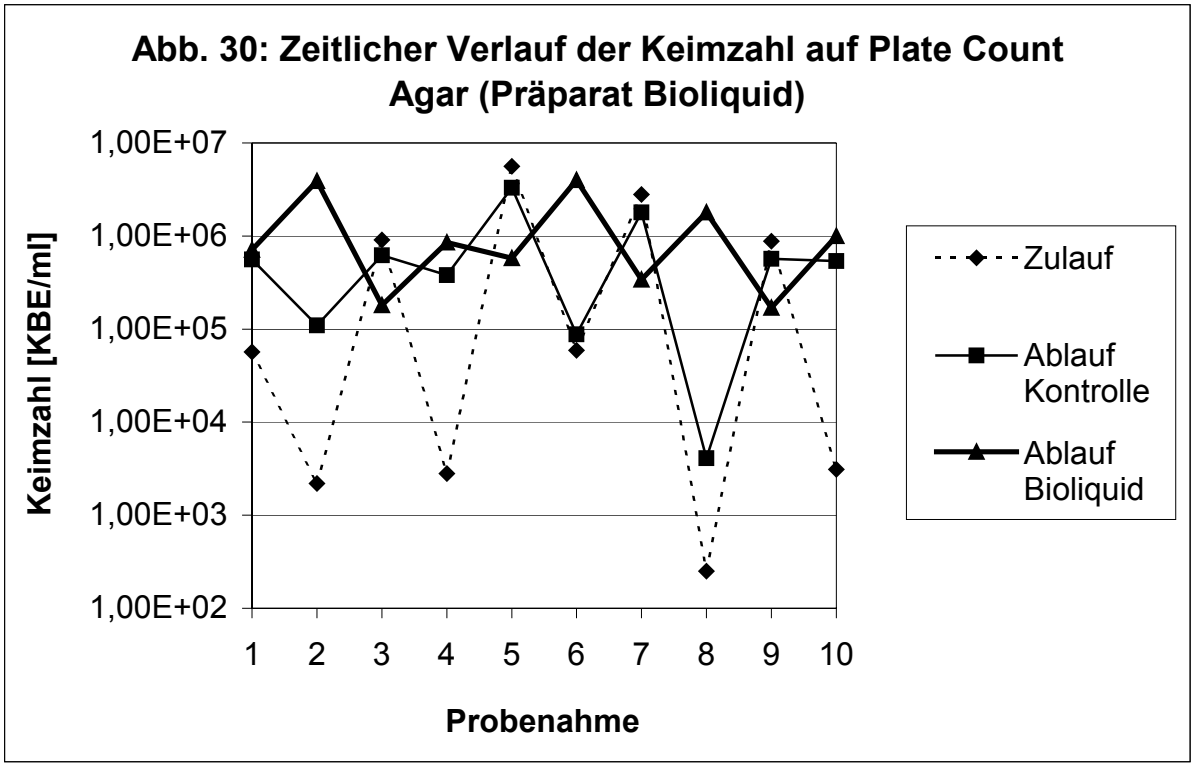
© 2002 All rights reserved by GEK mbH

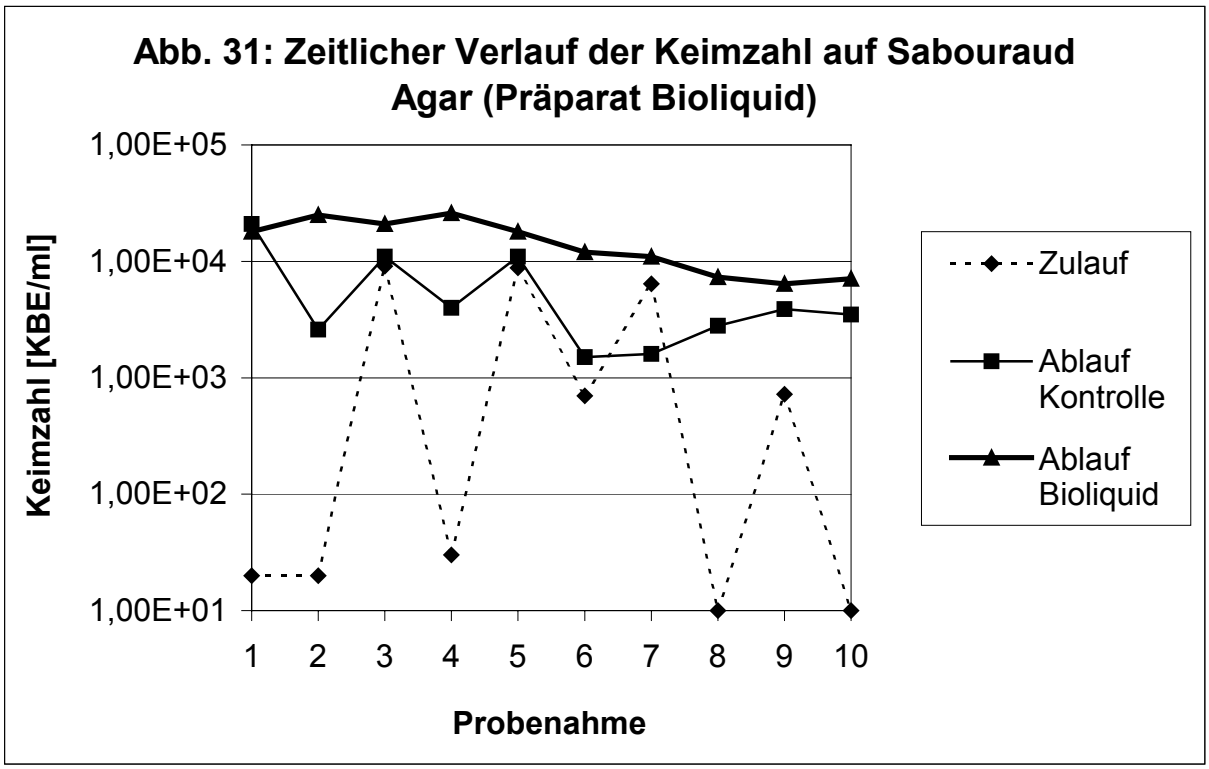


Aufgrund der Eingangskeimbelastung des Abwassers sowie des Gehalts an organischen Substanzen ist davon auszugehen, dass das Abwasser stark mit Mikroorganismen belastet ist. Die Ergebnisse (siehe Abbildungen 30, 31, 32) zeigen, dass die mikrobielle Belastung des Abwassers, gemessen als Keimzahl auf PC-Agar, Konzentration der Schimmelpilze und Hefen, sowie der Lipolyten im Zulauf starken Schwankungen unterworfen war. Im Vergleich hierzu waren die Variationen in der mikrobiellen Belastung des Abwassers in den beiden Fettabscheiderabläufen weniger stark ausgeprägt, wobei tendenziell die größte Stabilität im Ablauf der Fettabscheiderkammer mit Zusatz von *Bioliquid* zu verzeichnen war. In diesem Zusammenhang ist zu bemerken, dass die Hefen im wässrigen Milieu wie erwartet das Spektrum der Pilze dominierten.

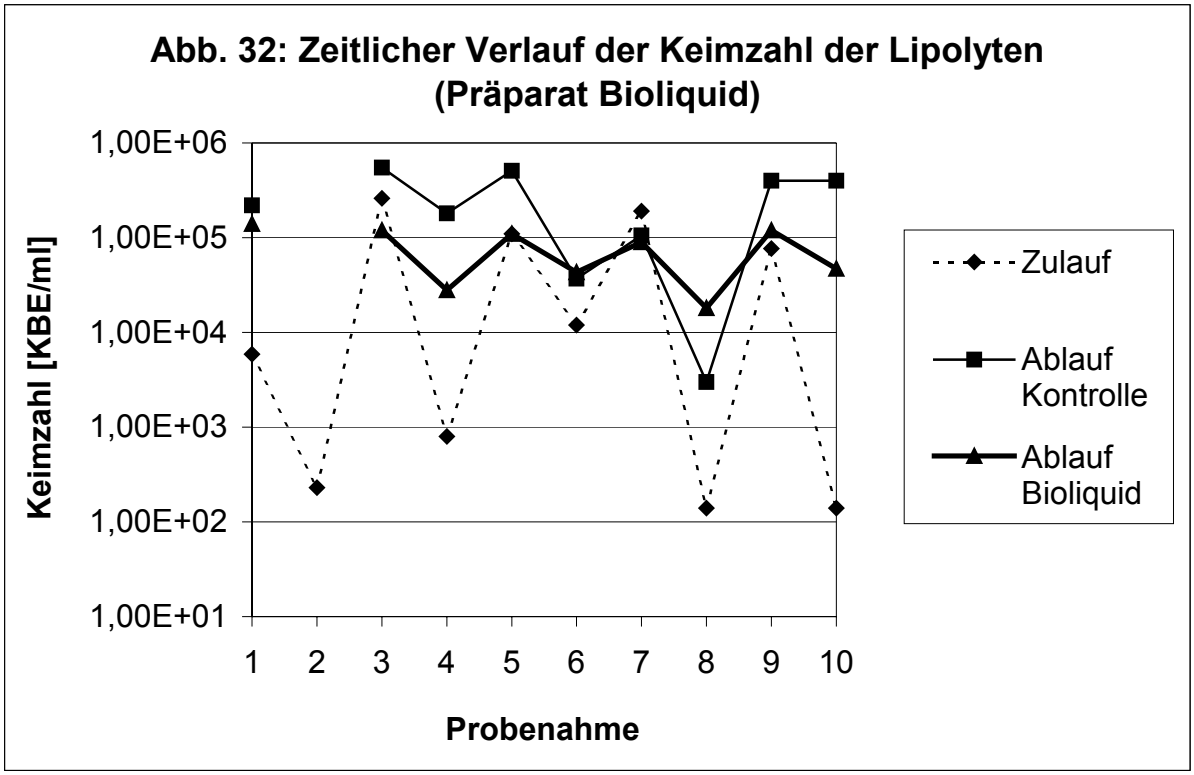
Betrachtet man die Parameter Keimzahl auf PC-Agar, Konzentration der Hefen sowie Lipolytenkonzentration in Bezug auf die Abläufe der beiden Fettabscheiderkammern, so ergaben sich für beide Kammern vergleichbare Keimzahlen auf PC-Agar. Im Vergleich hierzu ist tendenziell eine niedrigere Lipolytenkonzentration sowie eine konstant höhere Hefekonzentration im Ablauf der Fettabscheiderkammer zu verzeichnen, der *Bioliquid* zugesetzt worden war.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH





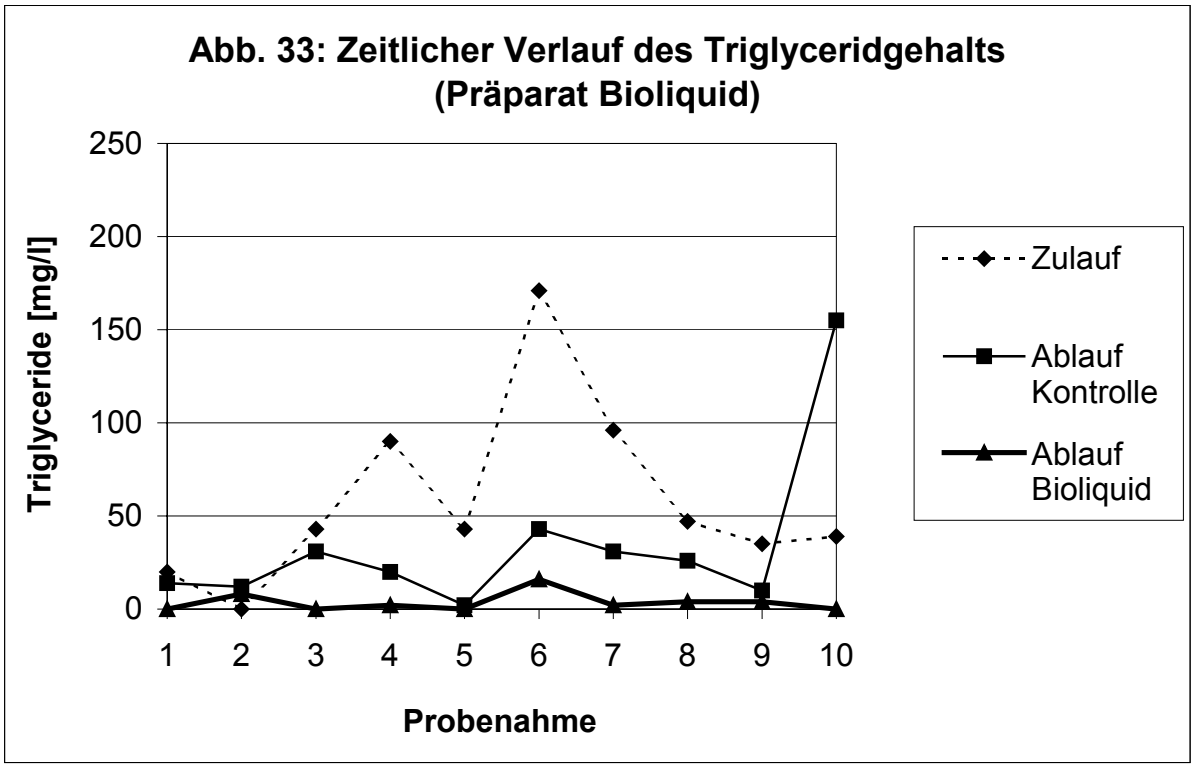
© 2002 All rights reserved by GEK mbH

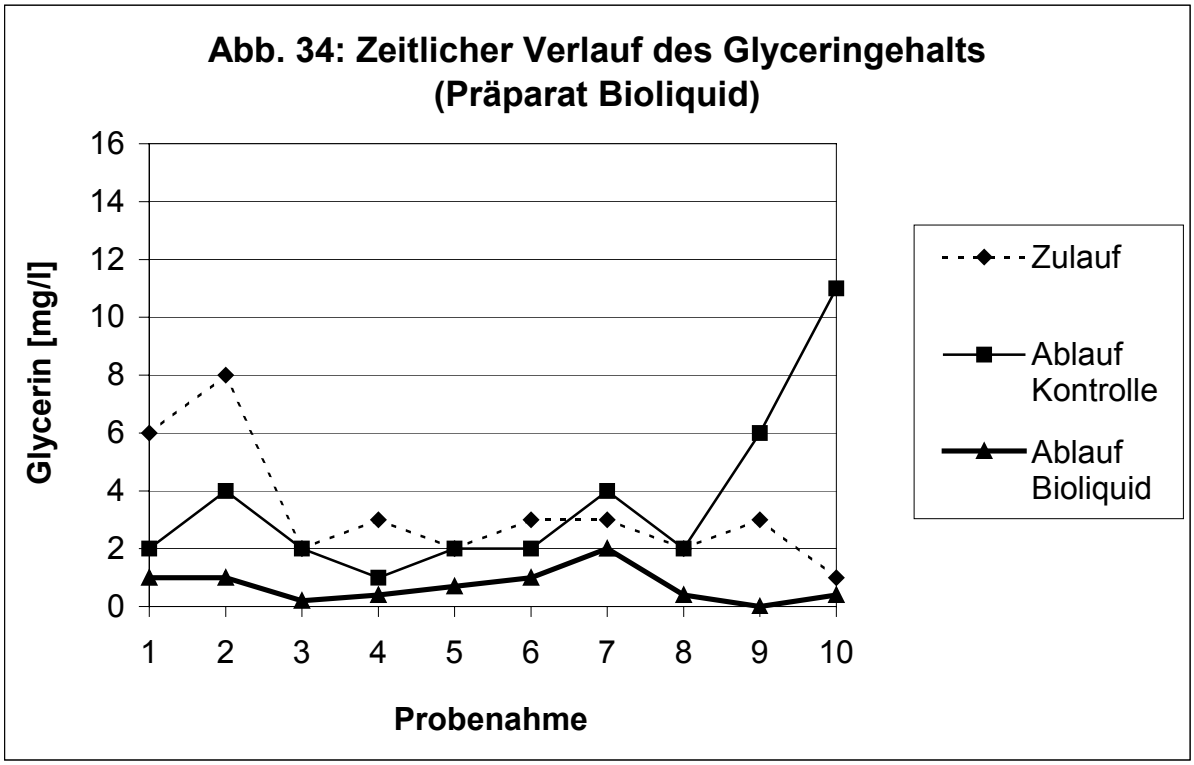


Bezüglich des Triglyceridgehalts des Abwassers (siehe Abbildung 33) ist festzustellen, dass dieser tendenziell im Abwasserzulauf am höchsten und den stärksten Schwankungen unterworfen war. Im Vergleich hierzu waren die Triglyceridkonzentrationen in den Abläufen aus den beiden Fettabscheiderkammern erniedrigt. Die stabilsten und zugleich niedrigsten Triglceridgehalte waren im Abwasser aus der Fettabscheiderkammer zu verzeichnen, der *Bioliquid* zugesetzt worden war.

In Bezug auf die Glycerinkonzentrationen des Abwassers (siehe Abbildung 34) ist zu sagen, dass diese im Zulauf sowie im Ablauf der Fettabscheiderkammer, die kein *Bioliqui*d enthielt, vergleichbar waren. Die stabilsten und zugleich niedrigsten Glycerinkonzentrationen waren in dem Abwasser zu verzeichnen, das aus der Fettabscheiderkammer, die *Bioliquid* enthielt, entnommen worden war.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH





© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Aufgrund der genannten Tatsachen sind die Vorgänge im Fettabscheider wie folgt zu beschreiben:

Unabhängig von den Einzelwerten für die Parameter Temperatur und pH-Wert des Abwasserzulaufs liegt in der Fettabscheiderkammer ohne Zusatz des Präparats *Bioliquid* die Temperatur zwischen 33 und 44 °C und der pH-Wert zwischen 4,7 und 8,8, während das Abwasser in der Fettabscheiderkammer, der *Bioliquid* zugesetzt wurde, eine erniedrigte Temperatur von 30 bis 38 °C und einen nahezu konstanten pH-Wert von ca. 4,8 aufweist. Somit zeichnet sich der Fettabscheider durch erhöhte Temperaturen in Verbindung mit einem sauren Milieu aus, wobei das saure Milieu insbesondere in der Fettabscheiderkammer, der *Bioliquid* zugesetzt wurde, vorzufinden ist.

Aufgrund der Eingangskeimbelastung des Abwassers sowie des Gehalts an organischen Substanzen sind hohe Mikroorganismenkonzentrationen an allen Probenahmestellen zu verzeichnen. Während die mikrobielle Belastung des Abwassers im Zulauf zum Fettabscheider wie zu erwarten starken Schwankungen unterworfen ist, ist diese in den beiden Fettabscheiderkammern relativ konstant.
Während sich die Bakteriendichte in beiden Fettabscheiderkammern vergleichbar um eine Wert von ca. 8 x 10^5 KBE/ml bewegt, ist die Zahl der bakteriellen Lipolyten im Abwasser in der Fettabscheiderkammer, der Lipolyten-haltiges *Bioliquid* zugesetzt wurde, tendenziell um ca. eine halbe Zehnerpotenz niedriger als in dem Abwasser, das der Fettabscheiderkammer ohne Zusatz von *Bioliquid* entstammt. Somit ist davon auszugehen, dass es auf natürlichem Wege zu einer Anreicherung lipolytisch aktiver Bakterien in dem Fettabscheider gekommen ist, die unter den gegebenen Bedingungen (pH-Wert, Temperatur) aktiv sind. Der Zusatz des biologischen Präparats *Bioliquid*, das lipolytische Bakterien enthält, bewirkt keine Erhöhung der Lipolytenkonzentration in der betroffenen Fettabscheiderkammer. Diese Annahme wird durch die Laboruntersuchungen zum Fettabbau durch das Präparat *Bioliquid* gestützt. Hierbei wurde belegt, dass sich die in *Bioliquid* enthaltenen Bakterien bei Temperaturen zwischen 20 °C und 45 °C sowie pH-Werten zwischen 6 und 8 optimal vermehren und lipolytisch aktive Enzyme für den Fettabbau ausscheiden. Aufgrund dieser Gegebenheiten ist nicht davon auszugehen, dass es in dem Fettabscheider mit einem sauren Milieu (und insbesondere der Fettabscheiderkammer, der *Bioliquid* zugesetzt wird) zu einer Vermehrung der Bakterien in Verbindung mit einem Fettabbau kommt. Vielmehr ist zu erwarten, dass die Bakterien als Endosporen in stoffwechselinaktiver Form vorliegen.
Im Zusammenhang mit der mikrobiellen Belastung des Abwassers ist zu erwähnen, dass Hefen und Schimmelpilze in Konzentrationen von ca. 10^4 KBE/ml im Abwasser in beiden Fettabscheiderkammern anzutreffen sind, wobei Hefen, wie im wässrigen Milieu zu erwarten, das Pilzspektrum dominieren. Vergleicht man das Abwasser in beiden Fettabscheiderkammern in Bezug auf den Hefegehalt, so ist auffällig, dass das Abwasser in der Fettabscheiderkammer, der *Bioliquid* zugesetzt wurde, eine konstant höhere Hefekonzentration aufweist. Eine mögliche Ursache hierfür mag der konstant niedrige pH-Wert in der Fettabscheiderkammer, der *Bioliquid* zugesetzt wurde, sein, da sich bei niedrigen pH-Werten Hefen und Schimmelpilze bevorzugt vermehren.

Im Zuge der Abwasserpassage durch den Fettabscheider ist eine deutliche Abnahme des Gehalts an absetzbaren Stoffen, CSB, BSB_5, lipophilen Stoffen, und Triglyceriden zu verzeichnen, wobei das Abwasser aus der Fettabscheiderkammer, der *Bioliquid* zugesetzt wurde, bezüglich der genannten Parameter niedrigere Konzentrationen aufweist als das Abwasser, das der Fettabscheiderkammer ohne Zusatz von *Bioliquid* entstammt.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Somit erfüllt der Fettabscheider seine Funktion als Leichtstoffabscheider, indem es in beiden Kammern des Systems zu einem Absinken der schweren Bestandteile sowie einem Aufschwimmen der lipophilen Stoffe kommt. Das Abwasser wird entsprechend auf physikalischem Weg gereinigt und in die Kanalisation entlassen.

Bezüglich der Triglycerid- und Glycerinbelastung der Abwasserproben ist zu sagen, dass sich die geringsten Konzentrationen ausschließlich in dem Abwasser befinden, das der Fettabscheiderkammer mit Zusatz von *Bioliquid* entstammt. Hingegen sind die Glyceringehalte des Abwassers im Zulauf zum Fettabscheider sowie im Ablauf der Fettabscheiderkammer, der *Bioliquid* nicht zugesetzt wurde, vergleichbar. Der Triglyceridgehalt des zufließenden Abwassers ist im Vergleich zu dem Abwasser, das der Fettabscheiderkammer ohne Zusatz von *Bioliquid* entstammt, erhöht.

Wie den Ergebnissen zu entnehmen ist, weist das Abwasser aus der Fettabscheiderkammer, der das Präparat *Bioliquid* zugesetzt wurde, einige Besonderheiten auf. Hierzu zählen u.a.

- konstant niedriger pH-Wert
- konstant erniedrigter Gehalt an lipophilen Stoffen
- konstant erniedrigter Triglycerid- und Glyceringehalt
- konstant erhöhte Hefekonzentrationen

Wie zuvor beschrieben, sind diese Gegebenheiten mit größter Wahrscheinlichkeit nicht auf die Aktivität der in *Bioliquid* enthaltenen Bakterien zurückzuführen, da diese aufgrund des niedrigen pH-Wertes in stoffwechselinaktiver Form vorliegen müßten. In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, dass im Zuge der Laboruntersuchungen zum Fettabbau durch das Präparat *Bioliquid* gezeigt werden konnte, dass das Präparat freie Enzyme (Lipasen) enthält, die die Freisetzung von einer oder zwei Fettsäuren aus Trigylceriden unter Bildung von Monoacyl- und/oder Diacylglyceriden katalysieren. Geht man davon aus, dass die Aktivität dieser Enzyme in geringerem Maß vom pH-Wert des Mediums abhängig ist als die Vermehrung der Bakterien, so bedeutet dies, dass durch die Aktivität der in *Bioliquid* enthaltenen Enzyme Fettsäuren aus Trigylceriden abgespalten werden, ohne dass sich der Glyceringehalt des Mediums erhöht. Als Folge der Spaltung ist zu erwarten, dass der Gehalt an lipophilen Stoffen sowie der pH-Wert sinkt. Aufgrund des verringerten pH-Wertes nimmt die Konzentration an Hefen zu, da sich diese bevorzugt bei niedrigen pH-Werten vermehren. Diese Gegebenheiten sind in der Fettabscheiderkammer, der *Bioliquid* zugesetzt wurde, nachgewiesen.

In diesem Zusammenhang ist jedoch auf die Problematik des erniedrigten Glycerin- und Triglyceridgehalts in dem betreffenden Abwasser einzugehen.
Anders als bei den übrigen Analysen (z.B. Bestimmung der lipophilen Stoffe) wird bei diesem Nachweis letztendlich der Glyceringehalt der aufgearbeiteten Probe (nach Hydrolyse der Mono-, Di- und Triglyceride) als Molekülzahl bestimmt; die Ermittlung des Triglyceridgehalts aus diesem Wert erfolgt auf rein rechnerischem Wege. Somit wäre bei Anwesenheit einer erhöhten Mono- und Diglyceridkonzentration (aufgrund der in Bioliquid vorhandenen Lipasen) eine rechnerische Erhöhung des Triglyceridgehalts zu erwarten. Diese lässt sich jedoch nicht feststellen, so dass angenommen werden muß, dass weitere in dem Fettabscheider originär vorhandene Mikroorganismen die durch die Enzyme partiell abgebauten Fette sowie das freie Glycerin metabolisieren.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Insgesamt ist anhand der vorliegenden Daten davon auszugehen, dass es durch die Fettabscheiderpassage auf rein physikalischem Weg zu einer Reinigung des Abwassers der Firma *Drei Kronen Menü*, Dortmund, kommt. Durch den Zusatz des biologischen Präparats *Bioliquid* wird eine Verminderung der lipophilen Stoffe des Abwassers bewirkt. Da sowohl das Milieu im Fettabscheider (saurer pH-Wert) als auch die ermittelte Lipolytenkonzentration im Abwasser gegen eine Ansiedlung der in *Bioliquid* enthaltenen Bakterien im Fettabscheider sprechen, ist davon auszugehen, dass die Abnahme des Gehalts an lipophilen Stoffen im wesentlichen auf die in *Bioliquid* enthaltenen Enzyme zurückgeht. Als Folge der Enzymaktivität kommt es zu einer Freisetzung von Fettsäuren, einhergehend mit einem Absinken des pH-Wertes und einem Anwachsen von Hefen im Fettabscheider. Da die Abnahme des Triglycerid- und Glyceringehalts des Abwassers nicht ausschließlich auf die Aktivität der Enzyme zurückzuführen ist, muß davon ausgegangen werden, dass es durch die im Fettabscheider originär vorhandenen und damit an diese Bedingungen angepaßten Mikroorganismen zu einem Abbau der durch die Enzyme partiell hydrolysierten Fette sowie des Glycerins kommt.

Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 05.12.2001 bis 11.12.2001

In der Zeit vom 05.12.2001 bis zum 11.12.2001 wurde der Fettabscheider zum zweiten Mal in Analogie zur ersten Beprobung untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind im Anhang detailliert zusammengefaßt.

Während der zweiten Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 05.12.2001 bis zum 11.12.2001 war eine Probenahme des Abwassers im Zulauf des Fettabscheiders aufgrund der geringen Abwassermenge nicht möglich. Zusätzlich war ein deutlicher Schwefelwasserstoffgeruch der Abwasserprobe der Fettabscheiderkammer mit Zusatz von *Bioliquid* zu verzeichnen. Dies läßt auf anaerobe Stoffwechselvorgänge in der Fettabscheiderkammer schließen. Diese Annnahme wird durch die Tatsache gestützt, dass der Schieber, der die gleichmäßige Verteilung des Abwassers im Zulaufbereich des Fettabscheiders in Bezug auf die betreffende Abscheidekammer regelt, nahezu verschlossen war. Aufgrund dieser Tatsachen ist es nicht sinnvoll, die in diesem Versuchsdurchgang ermittelten Ergebnisse näher zu bewerten, da keine regulären Versuchsbedingungen vorlagen.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

6.2.3 In-situ-Wirkung des Präparats *Microbe Lift* in dem Ein-Kammer-Fettabscheider der *Firma Jowe Kost*, Dortmund

Wie oben beschrieben, kam für diese Untersuchung ein Fettabscheider zum Einsatz, der einen Schlammfang sowie eine Fettabscheiderkammer aufwies. Entsprechend war es notwendig, in einer ersten Beprobung den grundsätzlichen Zustand des Fettabscheiders in Bezug auf die abwasser- und fettrelevanten sowie mikrobiolgischen Parameter zu beschreiben. Diese Beprobung erfolgte in der Zeit vom 29.04. bis 06.05. 2002. Sodann wurde das Präparat *Microbe Lift* z.T. nach Immobilisierung auf *Zeo-Lift* wie beschrieben der Fettabscheiderkammer zugesetzt. Dessen Auswirkungen auf die Verhältnisse im Fettabscheider wurden während der Beprobung in der Zeit vom 10.06. bis 14.06.2002 ermittelt. Bei beiden Beprobungen wurden die Parameter Temperatur, pH, CSB, BSB_5, absetzbare Stoffe, lipophile Stoffe, Glycerin, Fett, Keimzahl, Lipolytenkonzentration sowie die Konzentration an Schimmelpilzen und Hefen berücksichtigt. Alle Untersuchungsergebnisse sind im Anhang festgehalten. Darüber hinaus sind die Ergebnisse in den Abbildungen 35 bis 46 zusammenfassend dargestellt.

Anhand der Ergebnisse sind folgende Gegebenheiten zu erkennen:

Für alle Parameter ist tendenziell festzustellen, dass die ermittelten Meßergebnisse bezüglich der aus dem Abwasserzulauf entnommenen Proben stärkeren Schwankungen unterworfen waren als die Meßergebnisse der Proben, die am Abwasserablauf des Fettabscheiders entnommen wurden. In diesem Zusammenhang stellten lediglich die Parameter elektrische Leitfähigkeit, Keimzahl der Lipolyten sowie Trigyceridgehalt Ausnahmen dar; in diesen Fällen waren die Meßergebnisse an beiden Probenahmestellen vergleichbaren Schwankungen unterworfen.
Als Ursache hierfür ist zu nennen, dass sich im Zulauf zur Fettabscheiderkammer das Abwasser befindet, das von der Großküche im Rahmen der Speisenzubereitung selektiv abgegeben worden ist. Somit ist die Zusammensetzung des Abwassers von den zu den jeweiligen Zeitpunkten durchgeführten wasserintensiven Arbeiten (Kochen, Spülen, etc.) in vollem Umfang abhängig. Im Gegensatz hierzu ist das Abwasser zu sehen, das den Fettabscheider verläßt. Im Fettabscheider, der als Leichtstoffabscheider ausgelegt ist, erfolgt eine partielle Reinigung des Abwassers sowie ein Konzentrationsausgleich, da das Abwasser eine längere Zeit in diesem Bereich verweilt.

Unter der vorgenannten Prämisse läßt sich anhand der Parameter Temperatur und pH-Wert (siehe Abbildungen 35 und 36) feststellen, dass sich das Wasser im Fettabscheider durch erhöhte Temperaturen und erniedrigte pH-Werte auszeichnet. So lag für das Abwasser im Fettabscheiderauslauf die Temperatur im Durchschnitt bei 35 bis 40 °C und der pH-Wert bei 3,8 bis 5.

Weiterhin wird der Fettabscheider seiner Funktion als Leichtstoffabscheider insofern gerecht, da es im Zuge der Abwasserpassage durch den Fettabscheider zu einer Verringerung der absetzbaren sowie lipophilen Stoffe (siehe Abbildungen 38 und 41) kam; entsprechend wiesen die Abwasserproben im Fettabscheiderablauf geringere Werte bezüglich der genannten Parameter auf als die dem Fettabscheiderzulauf entnommenen Proben. Diese Aussage trifft auch im wesentlichen auf die Parameter CSB und BSB_5 (siehe Abbildungen 39 und 40) zu, für die während der Beprobung des Fettabscheiders nach Zusatz des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* ähnliche Gegebenheiten ermittelt wurden.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Bei der Beprobung des Fettabscheiders vor Zusatz des Präparats war jedoch keine Verringerung des CSB und BSB_5 des Abwassers bei vergleichender Gegenüberstellung zu verzeichnen. So wiesen die dem Abwasserzulauf zum Fettabscheider entnommenen Proben zum Teil niedrigere CSB- und BSB_5-Werte auf als die aus dem Ablauf des Fettabscheiders entnommenen Proben. Als Ursache kommen gegebenenfalls die oben genannten schwankenden frachtmäßigen und hydraulischen Belastungsverhältnisse im zulaufenden Wasser in Betracht.

Darüber hinaus ist das Abwasser in erheblichem Maße mit Mikroorganismen besiedelt. So wies das Abwasser im Fettabscheiderablauf und somit im Fettabscheider eine Keimzahl von ca. 10^8 KBE/ml (siehe Abbildung 10) auf, und der Gehalt an Hefen und Schimmelpilzen bewegte sich zwischen $5x10^2$ und 10^5 KBE/ml (siehe Abbildung 43). Die Zahl der Lipolyten lag größenordnungsmäßig bei 10^3 bis 10^4 KBE/ml (siehe Abbildung 44).
Dominiert wird das Mikroorganismenspektrum des Fettabscheiders trotz des vorherrschenden erniedrigten pH-Wertes von Bakterien; Hefen und Schimmelpilze spielen nur eine untergeordnete Rolle. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang lediglich, dass -wie im Wasserbereich zu erwarten- der Schwerpunkt der mikrobiellen Belastung in bezug auf Schimmelpilze und Hefen bei den letzteren lag. Darüber hinaus wies das Abwasser eine erhebliche Zahl von lipolytisch aktiven Mikroorganismen auf. Dies läßt sich durch die Tatsache erklären, dass viele Mikroorganismen über diese Aktivität verfügen (z.B. Bakterien der Gattungen *Bacillus*, *Pseudomonas*, etc.). Der Nachweis der lipolytisch aktiven Bakterien auch vor Zusatz des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* läßt den Schluß zu, dass sich im Fettabscheider lipolytisch aktive Bakterien angesiedelt haben, die in der Lage sind, sich unter den im Fettabscheider vorliegenden Gegebenheiten (erhöhte Temperatur, erniedrigter pH-Wert) zu vermehren und z.T. Fette abzubauen bzw. zu verstoffwechseln.

Zu den Triglycerid- und Glyceringehalten als Parameter zur Beschreibung des Abbaus von Fetten durch Enzyme bzw. Mikroorganismen ist zu sagen, dass die Meßergebnisse beider Parameter im Abwasser des Fettabscheiderablaufes Schwankungen unterworfen waren und daher das Abwasser im Fettabscheider variierende Gehalte an Trigylceriden und Glycerin aufwies. Tendenziell waren erhöhte Meßwerte nach Zusatz des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* zu finden (siehe Abbildungen 45 und 46).

Betrachtet man die Meßergebnisse für die ermittelten Parameter für das Abwasser im Fettabscheiderablauf vor und nach Zugabe des Präparats *Microbe-Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* und somit im Hinblick auf die Auswirkungen des Präparats auf die Situation im Fettabscheider, so lassen sich folgende Gegebenheiten ableiten:

- keine Veränderungen von CSB, BSB_5 und dem Gehalt an absetzbaren Stoffen nach Zugabe von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift*

- leichte Erhöhung des Gehalts an lipophilen Stoffen bei tendenziell erhöhtem Trigylcerid- und Glyceringehalt nach Zugabe von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift*

- geringfügige Erniedrigung des pH-Wertes nach Zugabe von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift*

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

- geringfügige Abnahme der Keimzahl auf Plate-Count-Agar und geringfügige Zunahme des Gehalts an Schimmelpilzen und Hefen bei tendenziell gleichem Gehalt an Lipolyten nach Zugabe von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift*

Somit kann festgestellt werden, dass es durch die Zugabe des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* nicht zu einer Erhöhung des CSB und BSB_5 sowie des Gehalts an absetzbaren Stoffen im Abwasser des Fettabscheiderablaufs kommt, so dass angenommen werden kann, dass die Funktion des Fettabscheiders als Leichtstoffabscheider und die hiermit einhergehende Abscheidung von Fetten auf rein physikalischem Weg durch den Zusatz des Präparats nicht beeinträchtigt wird.

Durch den Zusatz von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* kommt es ebenfalls nicht zu einer Erhöhung des Gehalts lipolytisch aktiver Mikroorganismen im Fettabscheider, obwohl diese in *Microbe Lift* nachgewiesen wurden und somit dem Fettabscheider zugesetzt worden sind. Somit findet keine Ansiedlung bzw. kein Anwachsen der Mikroorganismen im Fettabscheider statt. Bei den im Fettabscheider nachgewiesenen lipolytisch aktiven Mikroorganismen handelt es sich infolgedessen um solche Mikroorganismenspecies, die sich auf natürlichem Weg im Fettabscheider angesiedelt haben und sich unter den dort vorliegenden Gegebenheiten (erhöhte Temperaturen, erniedrigter pH-Wert) vermehren und stoffwechselaktiv sind. Man spricht in diesem Zusammenhang von dem in-situ vorhandenen und aktiven Mikroorganismenspektrum.

Wie oben beschrieben kommt es durch den Zusatz von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* nicht zu einer Ansiedlung der in *Microbe Lift* vorhandenen lipolytisch aktiven Mikroorganismen. Trotzdem ist eine leichte Zunahme des Gehalts an lipophilen Stoffen sowie des Trigylceridgehalts des Abwassers im Fettabscheiderablauf und somit im Fettabscheider nach Zugabe des Präparats zu erkennen. Diese Erhöhung der Meßwerte läßt sich möglicherweise durch die Zugabe von *Zeo-Lift* erklären, wenn man annimmt, dass der in *Zeo-Lift* vorliegende Zeolith bereits abgeschiedene Fette an der Oberfläche bindet und infolgedessen mobilisiert. Da jedoch keine Erhöhung der Zahl der lipolytisch aktiven Mikroorganismen zu verzeichnen ist, unterbleibt der Abbau der mobilisierten Fette, die sich im Abwasser ansammeln und eine Erhöhung des Gehalts an lipophilen Stpffen sowie des Triglyceridgehalts hervorrufen.

Zusätzlich ist nach Zusatz des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* eine leichte Abnahme des pH-Wertes und der Keimzahl auf Plate-Count-Agar sowie eine leichte Zunahme des Gehalts an freiem Glycerin sowie des Gehalts an Hefen und Schimmelpilzen zu verzeichnen. Diese Effekte könnten sich durch den Zusatz lipolytisch aktiver Enzyme erklären lassen, da nach Angaben der Firma *EcoLab Produktion und Vertrieb GmbH*, Linz, im Fettabscheider eine Charge von *Zeo-Lift* zum Einsatz gekommen ist, auf der zuvor hydrolytisch aktive Enzyme, u.a. Lipasen, immobilisiert wurden. Durch die im Labor seinerzeit durchgeführten Untersuchungen ließen sich diese Angaben nicht bestätigen, da eine andere Charge *Zeo-Lift* verwendet wurde.

Da Enzyme und entsprechend auch Lipasen in der Regel weniger empfindlich gegen nicht optimale pH-Werte und Temperaturen sind, ist davon auszugehen, dass diese nach Ausbringung im Fettabscheider enzymatische Aktivität entfalteten, d.h. im Falle der Lipasen, dass Fettsäuren aus den Trigylceriden abgespalten wurden. Dies mag die Ursache für die geringfügige Erniedrigung des pH-Wertes im Fettabscheider sein. Dieser Effekt wiederum könnte eine leichte Verschiebung des Mikroorganismenspektrums hervorgerufen haben.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

So sind Bakterien, die bevorzugt auf Plate-Count-Agar erfasst werden, empfindlich gegen erniedrigte pH-Werte, bei denen sie sich nicht mehr vermehren und stoffwechselinaktiv sind. Im Gegensatz hierzu liegt der optimale pH-Bereich für die Vermehrung und Stoffwechselaktivität von Hefen und Schimmelpilzen im Bereich saurer pH-Werte. Infolgedessen verschiebt sich durch die enzymatische Freisetzung der Fettsäuren das Mikroorganismenspektrum im Abwasser des Fettabscheiders geringfügig zu Gunsten der Hefen und Schimmelpilze.

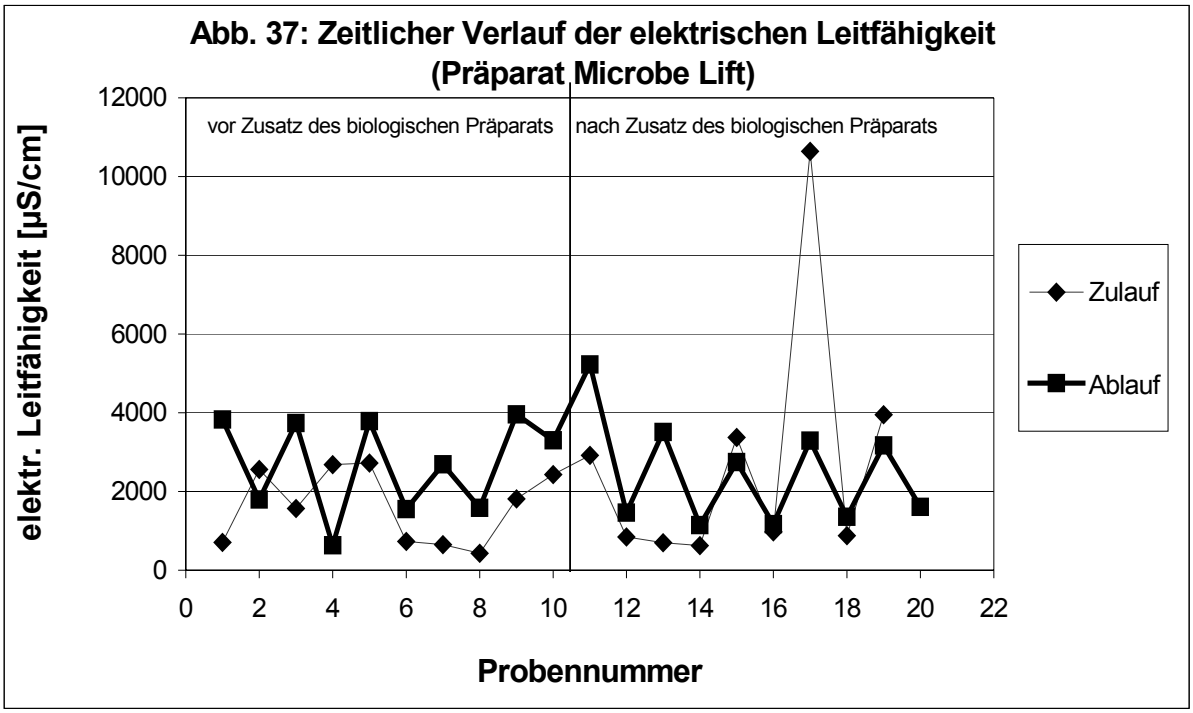
Letztendlich ist unter dem Einfluß von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* eine Erhöhung des Glyceringehalts zu verzeichnen. Diese Erhöhung ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Aktivität der zugesetzten Lipasen zurückzuführen. Sollte es sich bei dem im Präparat vorhandenen Lipasen um solche Enzyme oder Enzymkombinationen handeln, die alle in den Triglyceriden vorhandenen Fettsäuren abspalten, so wird neben den Fettsäuren auch Glycerin als weiteres Spaltprodukt freigesetzt und kann sich bei fehlendem Abbau durch die im Fettabscheider vorhandenen Mikroorganismen im Abwasser ansammeln.

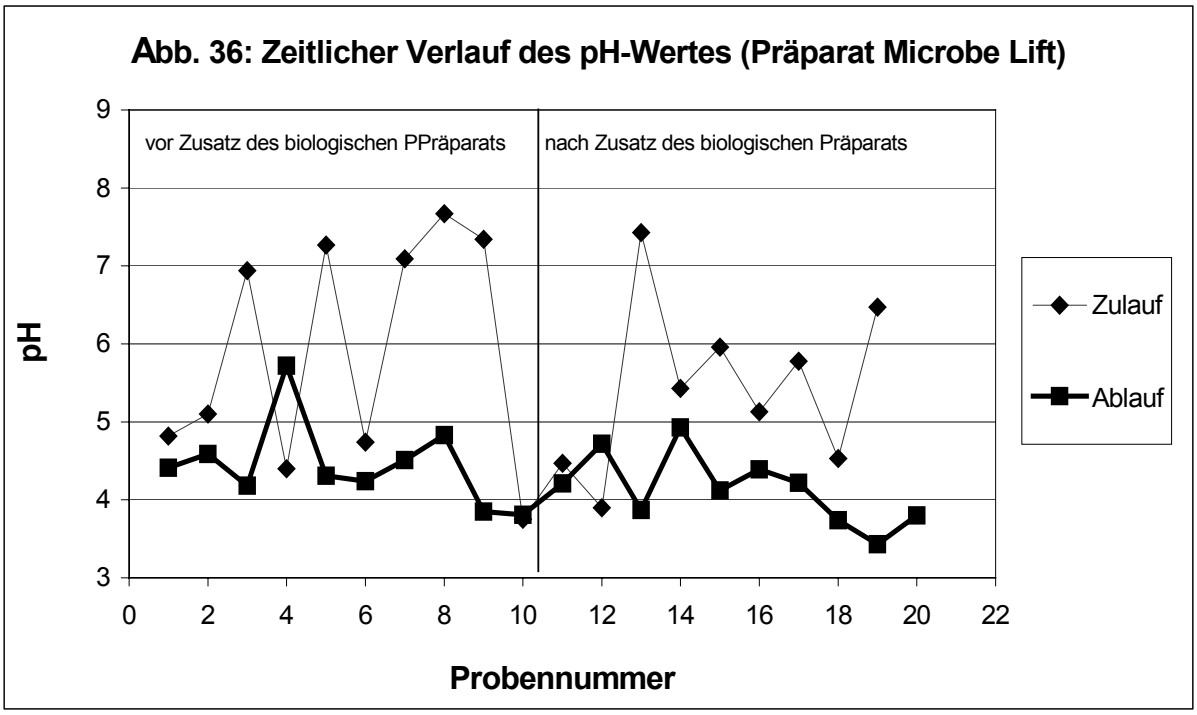
Im folgenden werden die Ergebnisse bezüglich des Einflusses des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* auf den Fettabscheider der Firma *Jowe Kost*, Dortmund, zusammenfassend dargestellt, wobei eine frachtmäßige Betrachtung der Ergebnisse aus versuchstechnischen Gründen nicht erfolgen kann.
Zunächst ist anhand der Ergebnisse festzustellen, dass sich das Wasser des Fettabscheiders durch einen erniedrigten pH-Wert von ca. 4 bis 5 und erhöhte Temperaturen von 35 bis 40 °C auszeichnet. Unter diesen Bedingungen erfüllt der Fettabscheider seine Funktion als Leichtstoffabscheider, indem es im Verlauf der Abwasserpassage zur Abnahme des Gehalts an absetzbaren und lipophilen Stoffen sowie des CSB und BSB_5 kommt. In diesem Zusammenhang sei jedoch auf die Tatsache verwiesen, dass während der ersten Beprobung des Fettabscheiders diese Funktion in Bezug auf CSB und BSB_5 nicht gegeben war.
Wird diesem Fettabscheider das Präparat *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* zugesetzt, so werden Veränderungen in der Abwasserzusammensetzung hervorgerufen.
Obwohl in Laborversuchen die Anwesenheit lipolytisch aktiver Bakterien in *Microbe Lift* nachgewiesen wurde, kommt es nach dessen Zugabe zu keiner Erhöhung des Gehalts an lipolytisch aktiven Mikroorganismen im Fettabscheider. Somit dürfte es sich bei den im Fettabscheider nachgewiesenen lipolytisch aktiven Mikroorganismen um solche Species handeln, die sich unter den im Fettabscheider vorhandenen Gegebenheiten (niedriger pH-Wert, hohe Temperatur) angesiedelt haben, sich vermehren und stoffwechselaktiv sind.
Weiterhin ist nach Zugabe von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* eine Erhöhung des Gehalts an lipophilen Stoffen und Trigylceriden im Abwasser zu verzeichnen, die sich wahrscheinlich auf eine Mobilisierung der bereits abgeschiedenen Fette durch den in *Zeo-Lift* vorhandenen Zeolithen zurückführen läßt.
Darüber hinaus enthält nach Angaben des Herstellers die im Fettabscheider eingesetzte Charge des Präparats *Zeo-Lift* hydrolytisch aktive Enzyme, u.a. auch Lipasen. Es besteht somit die Möglichkeit, dass durch diese Lipasen bzw. deren Kombinationen die im Fettabscheider vorliegenden Fette unter Freisetzung der in ihnen vorhandenen Fettsäuren sowie von Glycerin abgebaut werden. Die freigesetzten Fettsäuren können eine geringe Absenkung des pH-Wertes in Verbindung mit einer geringfügigen Abnahme der Keimzahl auf Plate-Count-Agar sowie einer geringfügigen Zunahme des Gehalts an Schimmelpilzen und Hefen bewirken. Unter diesen Voraussetzungen kann sich das freigesetzte Glycerin bei fehlendem mikrobiellem Abbau im Abwasser angereichert haben.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

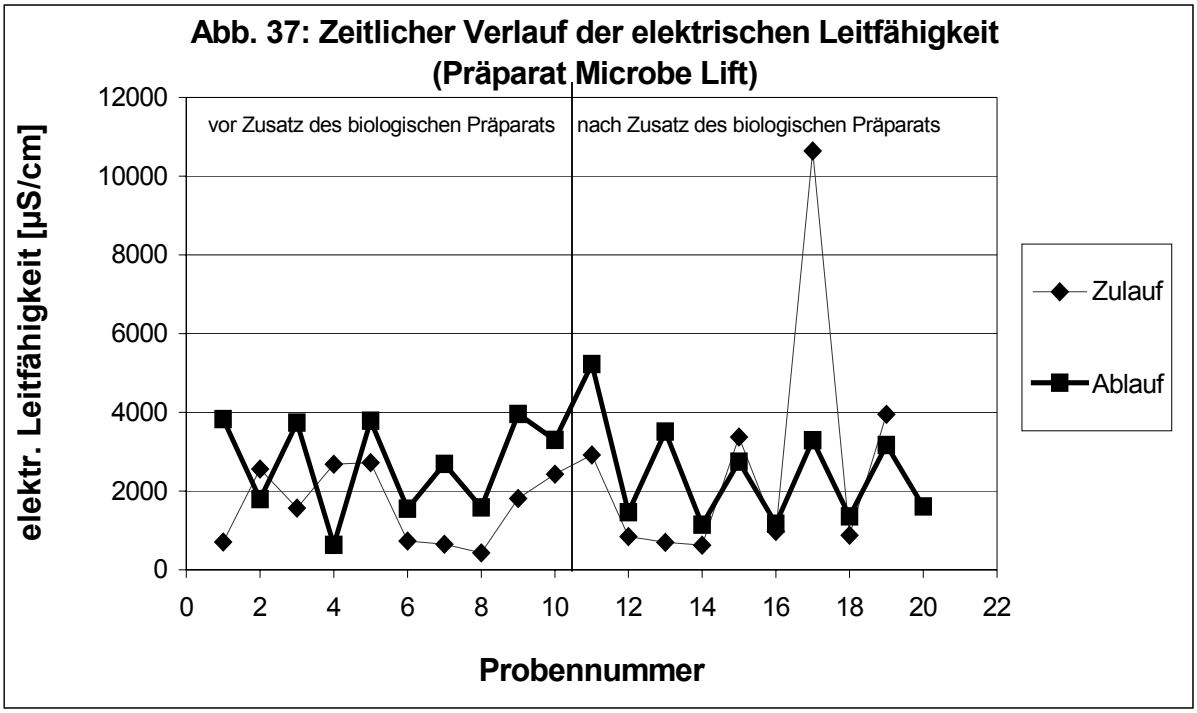
Aus den vorliegenden Ergebnissen ergibt sich somit die Schlußfolgerung, dass die Zugabe des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* in den Fettabscheider der Firma *Jowe Kost* keinen Abbau der im Fettabscheider vorliegenden Fette bewirkt hat. Vielmehr werden mit großer Wahrscheinlichkeit Triglyceride und lipophile Stoffe im Fettabscheider mobilisiert. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dass die auf *Zeo-Lift* immobilisierten Lipasen eine enzymatische Spaltung der Triglyceride in Fettsäuren und Glycerin, gefolgt von einer Erniedrigung des pH-Wertes des Abwassers und von einer Verschiebung des Mikroorganismenspektrums des Abwassers ohne Ansiedlung lipolytisch aktiver Mikroorganismen, hervorrufen. Zusätzlich sammelt sich wahrscheinlich aufgrund des fehlenden mikrobiellen Abbaus Glycerin im Abwasser an. Insgesamt erscheint aufgrund der genannten Tatsachen der Einsatz des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* im Fettabscheider mit dem Ziel der Standzeitverlängerung als nicht sinnvoll.

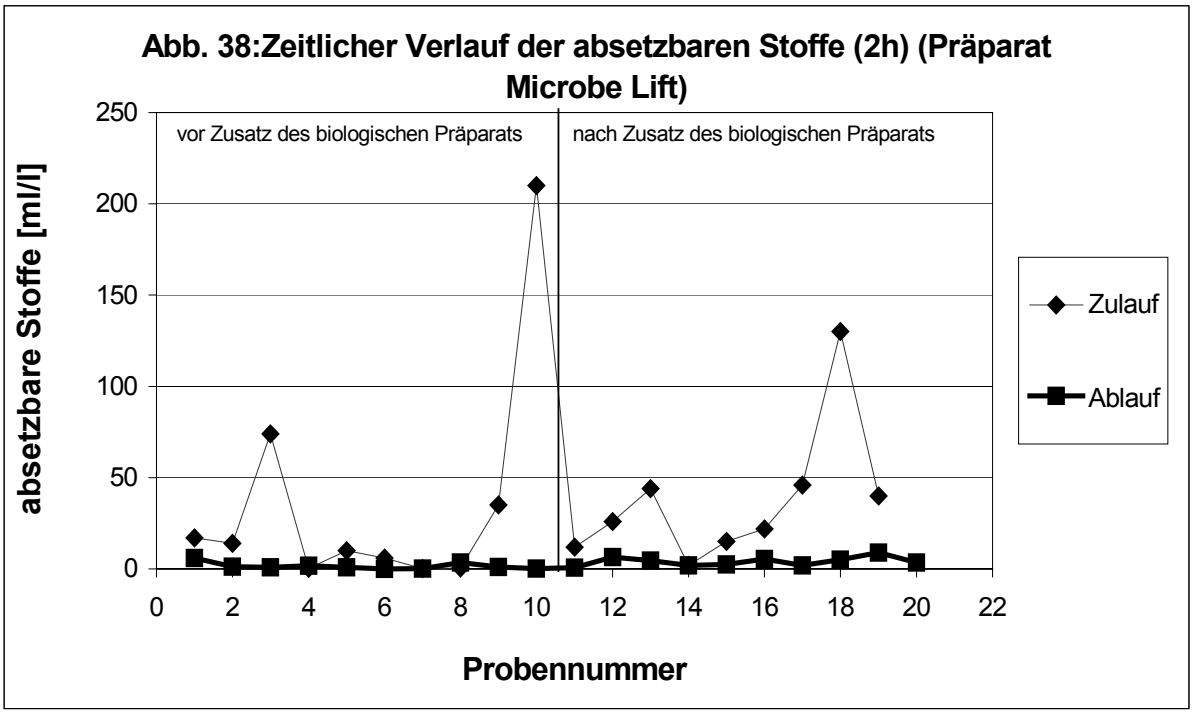
© 2002 All rights reserved by GEK mbH



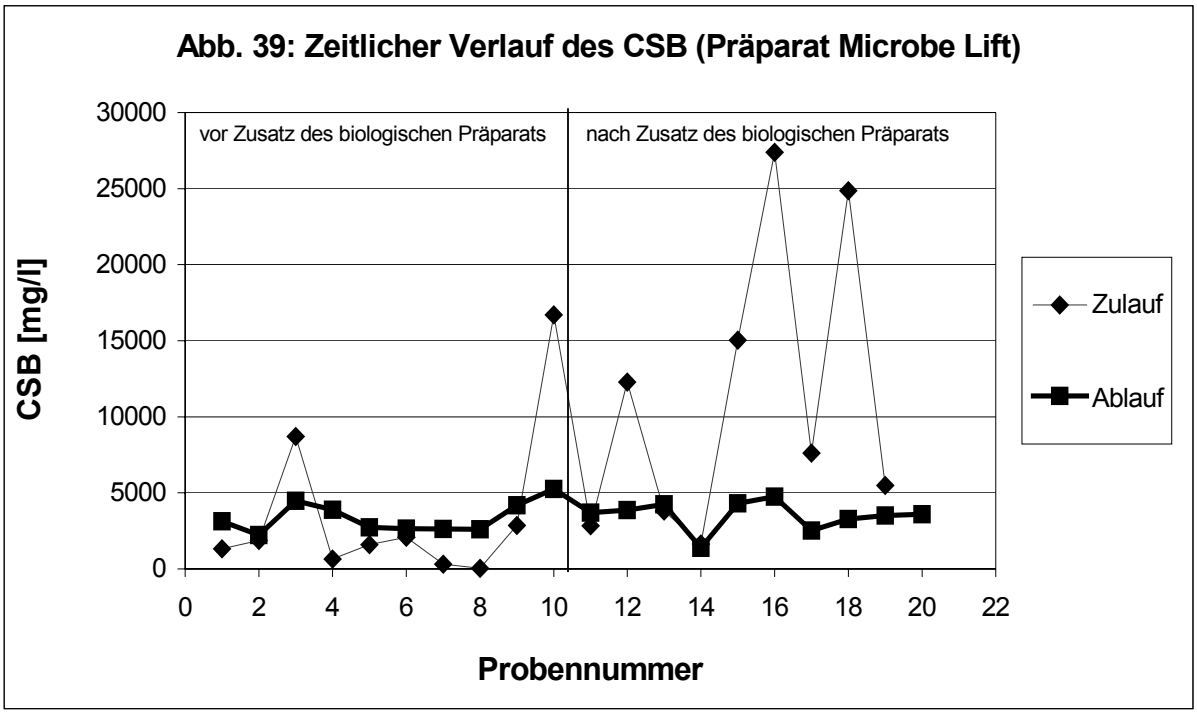


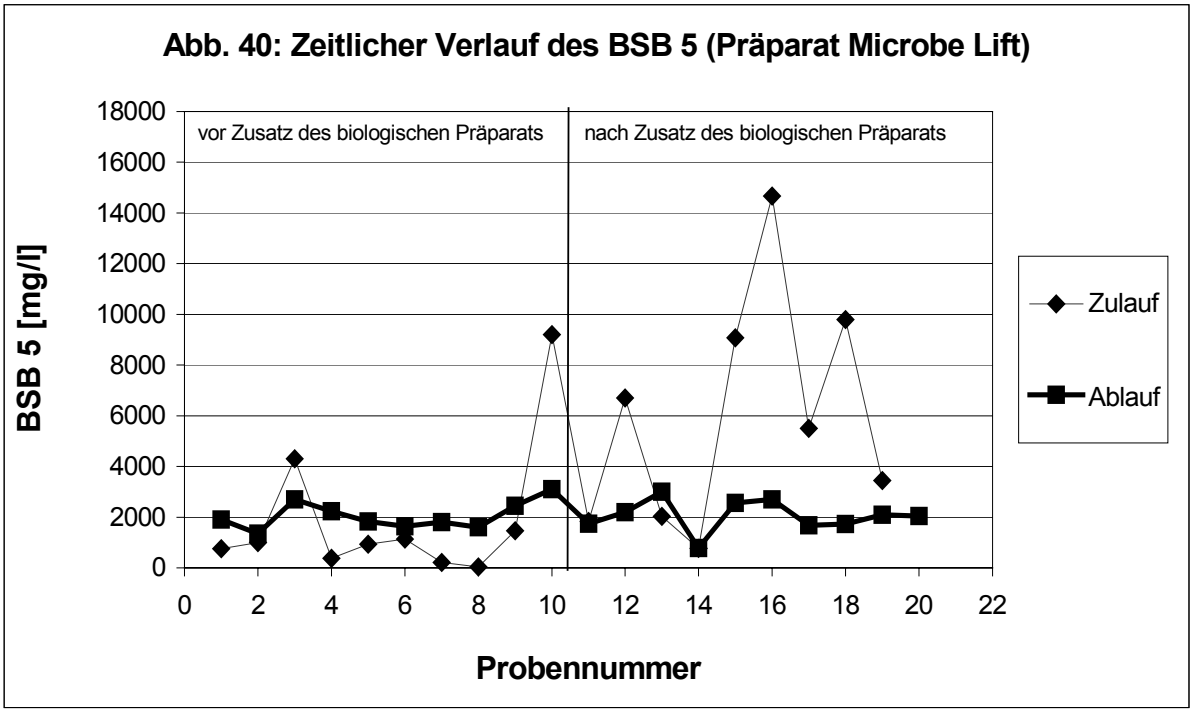
© 2002 All rights reserved by GEK mbH



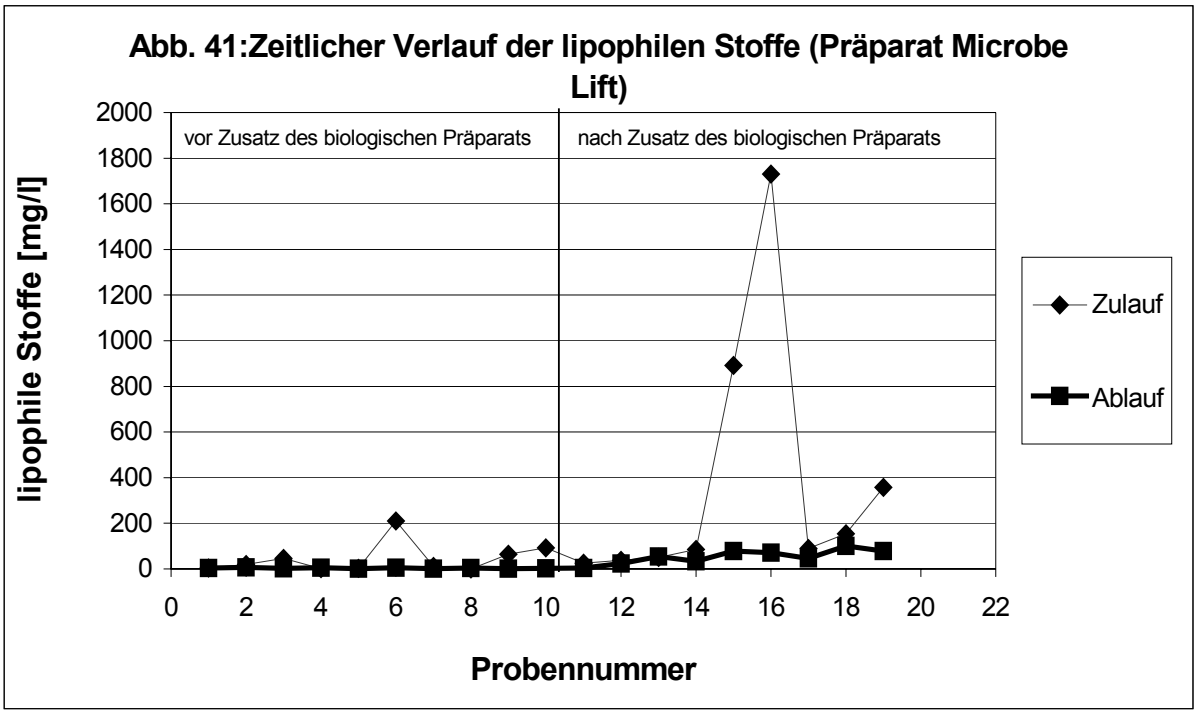


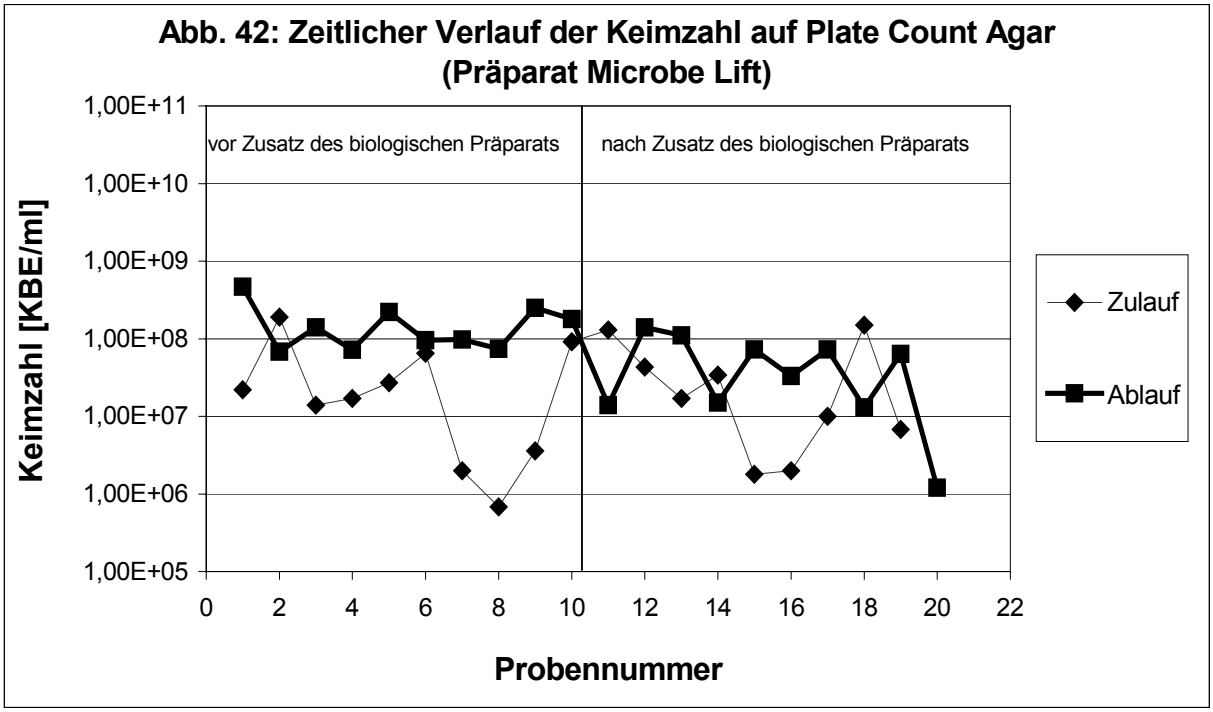
© 2002 All rights reserved by GEK mbH



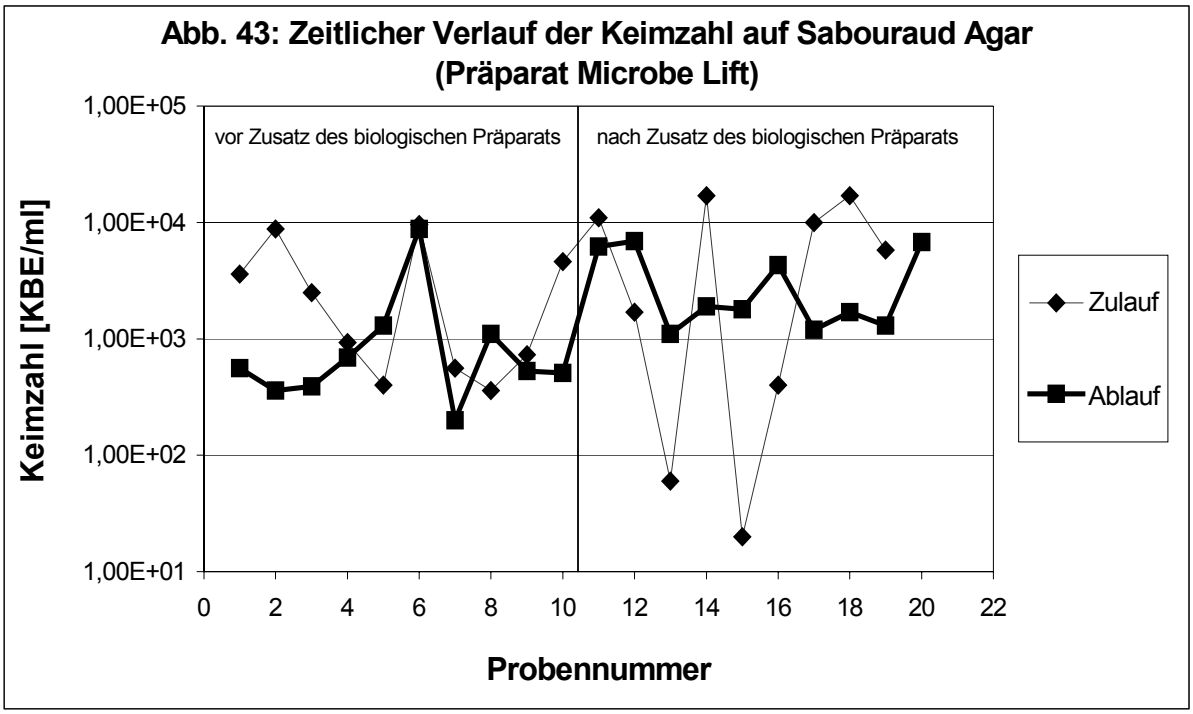


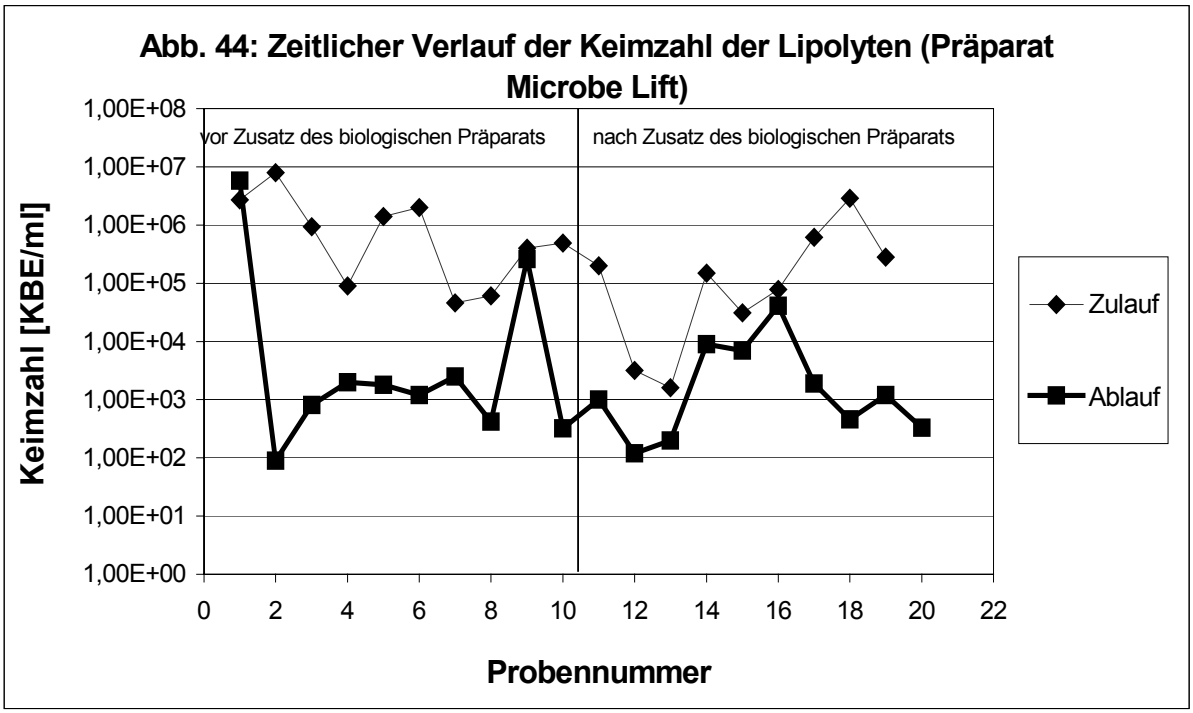
© 2002 All rights reserved by GEK mbH



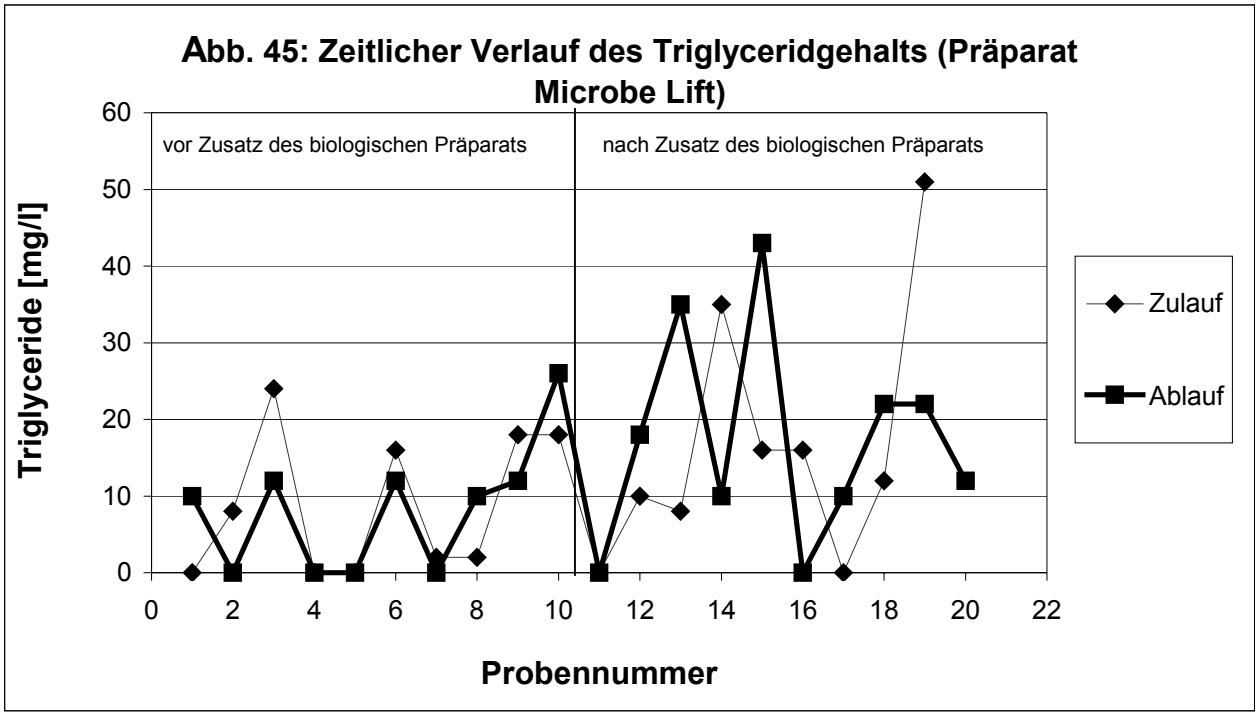


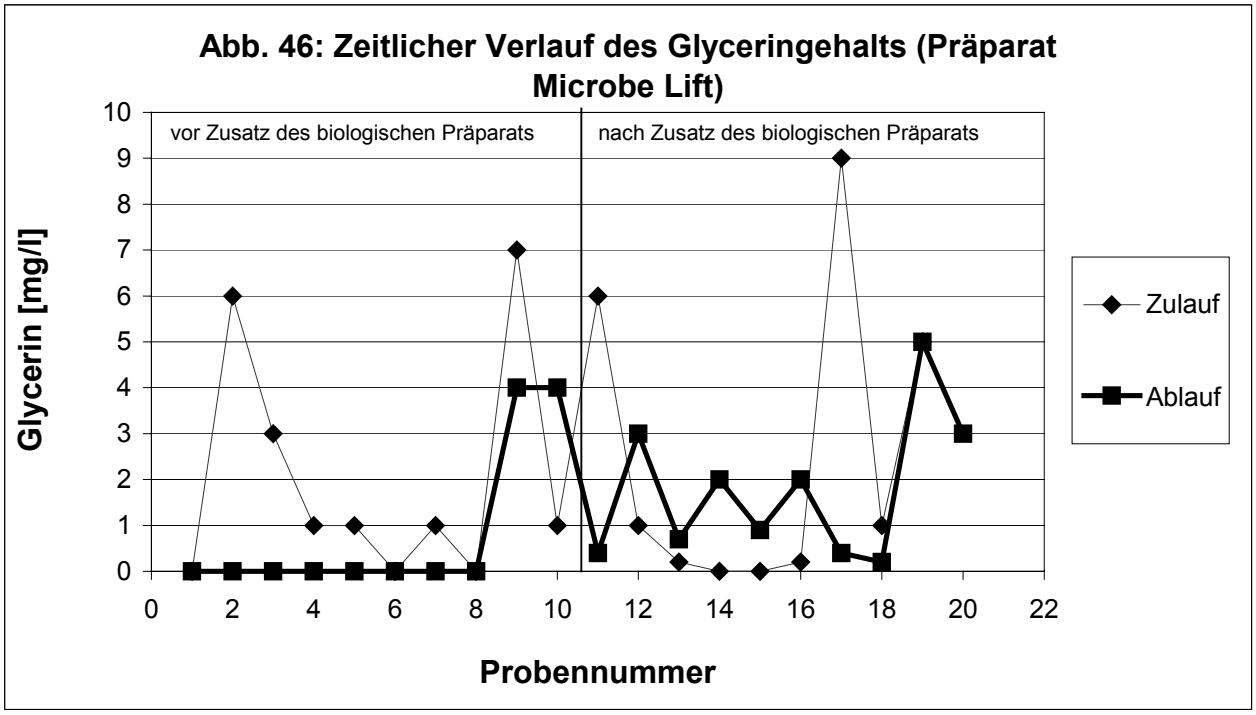
© 2002 All rights reserved by GEK mbH





© 2002 All rights reserved by GEK mbH





© 2002 All rights reserved by GEK mbH

7. Bewertung der Wirkung biologischer Präparate zum Fettabbau im Fettabscheider

Im Folgenden sollen die zuvor beschriebenen Untersuchungsergebnisse bezüglich der Auswirkung von biologischen Präparaten zum Abbau von Fett im Fettabscheider -und zugleich zur Standzeitverlängerung des Fettabscheiders- zusammenfassend bewertet werden.

Zunächst ist zu sagen, dass die Präparate *SanyDuo* und *Bioliquid* als Mikroorganismen Bakterien der Gattung *Bacillus* enthalten. Die Bakterien zeichnen sich dahingehend aus, dass sie sich bevorzugt bei pH-Werten zwischen 6 und 8 vermehren und lipolytisch aktive Enzyme ausscheiden; bei Temperaturen zwischen 20 und 45 °C sowie unter aeroben Verhältnissen sind sie stoffwechselaktiv.
In dem Präparat *Microbe Lift* wurden photosynthetisch aktive Mikroorganismen sowie lipolytisch aktive Mikroorganismen (vermutlich der Gattung *Brevibacillus*) nachgewiesen. Eine Bewertung des Potentials der photosynthetisch aktiven Mikroorganismen in Bezug auf den Abbau von Fett wurde aus versuchstechnischen Gründen nicht vorgenommen. Die lipolytisch aktiven Bakterien zeichnen sich dahingehend aus, dass sie sich bevorzugt unter aeroben Verhältnissen bei 30 °C und pH-Werten von 7 bis 8 sowie bei 25 °C und einem pH-Wert von 7,5 vermehren und in geringem Umfang lipolytisch aktive Enzyme ausscheiden. Bei niedrigeren pH-Werten sind sie stoffwechselinaktiv.

Weiterhin sind die in den verschiedenen Präparaten enthaltenen Bakterien in der Lage, Fette in nährstoffreicher Lösung bei einem neutralen pH-Wert und unter aeroben Verhältnissen abzubauen, wobei der Zeitpunkt des Fettabbaus im Verhältnis zum Wachstum von dem in dem jeweiligen Präparat vorhandenen Bakterienstämmen abhängt. Betrachtet man diese Eigenschaften der in den Präparaten enthaltenen Bakterien, so sind Rückschlüsse auf ihre Stoffwechselleistungen in einem Fettabscheider möglich.

Zeichnet sich der betreffende Fettabscheider -wie im vorliegenden Fall des Zwillingsfettabscheiders der Firma *Drei Kronen Menü*, Dortmund, sowie des Ein-Kammer-Fettabscheiders der Firma *Jowe Kost*, Dortmund,- durch Abwasser aus, das einen konstant niedrigen pH-Wert (gegebenenfalls in Verbindung mit anaeroben Verhältnissen) aufweist, so ist nicht davon auszugehen, dass die lipolytisch aktiven Bakterien in stoffwechselaktiver Form vorliegen und sich vermehren; eine entsprechende Aussage zu den in *Microbe Lift* vorhandenen photosynthetisch aktiven Bakterien lassen sich wie oben erwähnt nicht machen. Ein Abbau des im Fettabscheider vorliegenden Fettes findet trotz der grundsätzlichen Befähigung dieser Bakterien zum Fettabbau nicht statt. Vielmehr ist zu erwarten, dass die lipolytisch aktiven Bakterien der Gattungen *Bacillus* bzw. *Brevibacillus* in Form ihrer stoffwechselinaktiven und sehr resistenten Endosporen aufgrund der ständigen Zudosierung des Präparats im Fettabscheider vorliegen. Diese Gegebenheiten wurden durch die in-situ-Untersuchungen bestätigt. In keinem Fall kam es zu einer Erhöhung der Lipolytenkonzentration in der Fettabscheiderkammer, der die lipolytisch aktiven Bakterien zugesetzt worden waren.

Sollte das Abwasser in einem Fettabscheider -entgegen den gängigen Erwartungen bei Großküchenanlagen- sich durch aerobe Verhältnisse und nahezu neutrale pH-Werte auszeichnen, so besteht die Möglichkeit, dass die Bakterien in ihre stoffwechselaktive Form übergehen und sich vermehren. Unter diesen Bedingungen könnte ein Fettabbau stattfinden, wobei die spezifischen Eigenschaften der zugesetzten Bakterien (z.B. zeitliche Relation zum Abbau anderer Substanzen) über das Ausmaß des Fettabbaus entscheiden.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

Eine entsprechende Aussage bezüglich der photosynthetisch aktiven Bakterien ist wie oben erwähnt nicht möglich.

Im Zusammenhang mit der fehlenden Ansiedlung der Lipolyten in den Fettabscheidern ist zu sagen, dass die in der Untersuchung genutzten Fettabscheider der Firmen *Drei Kronen Menü* und *Jowe Kost* bereits über ein Mikroorganismenspektrum verfügt, das lipolytisch aktive Bakterien aufweist, die unter den im Fettabscheider vorliegenden Bedingungen (erniedrigter pH-Wert, erhöhte Temperaturen, vermutlich niedriger Sauerstoffgehalt) aktiv sind. Diese Tatsache ist nicht verwunderlich, da die Befähigung zum Abbau von Fett unter den Mikroorganismen weit verbreitet ist und sich sowohl bei Bakterien als auch bei Hefen und Schimmelpilzen findet. In den vorliegenden Fällen der Fettabscheider der Firmen *Drei Kronen Menü* und *Jowe Kost* hat sich eine natürliche Mikroorganismenflora herausgebildet, die im Prinzip zum Abbau des Fettes in der Lage wäre.

Neben den Bakterien enthalten die biologischen Präparate *SanyDuo* und *Bioliquid* lipolytisch aktive Enzyme. In dem Präparat Microbe Lift wurden in den Laborversuchen ebensowenig lipolytisch aktive Enzyme nacgewiesen wie in *Zeo-Lift*, einem Zeolithen, der bei der Immobilisierung der in *Microbe Lift* vorhandenen Mikroorganismen Verwendung findet. In diesen Versuchen kam jedoch eine andere Charge *Zeo-Lift* zum Einsatz als bei den in-situ-Untersuchungen im Fettabscheider. Nach Angaben der Firma *EcoLab Produktion und Vertrieb GmbH*, Linz, wurde die bei der in-situ-Untersuchung verwendete Charge mit hydrolytisch aktiven Enzymen, u.a. auch Lipasen zum enzymatischen Abbau von Fetten, versetzt.
Zwar wird grundsätzlich auch die Aktivität von Enzymen durch pH-Wert und Temperatur beeinflusst, jedoch kommt die Aktivität der Enzyme (außer bei sehr extremen pH-Werten und Temperaturen) selten vollständig zum Erliegen. Entsprechend besteht die Möglichkeit, dass die lipolytisch aktiven Enzyme auch in einem Fettabscheider aktiv sind, der Abwasser von niedrigem pH-Wert und erhöhten Temperaturen aufweist.
Im Falle des Präparats *SanyDuo* wurden lipolytisch aktive Enzyme vorgefunden, jedoch ließ sich deren Wirkung im Fettabscheider nicht eindeutig nachweisen.
Im Gegensatz hierzu zeigten die in dem Präparat *Bioliquid* vorhandenen lipolytisch aktiven Enzyme deutliche Auswirkungen auf die Gegebenheiten im Fettabscheider, so dass davon auszugehen ist, dass diese Enzyme im Vergleich zu den Enzymen in *SanyDuo* entweder in größerer Menge vorhanden sind oder aber über eine höhere Aktivität verfügen. Bei Zusatz von *Bioliquid* ergab sich als Effekt der zugesetzten Enyzme ein konstant erniedrigter pH-Wert und konstant erniedrigter Gehalt an lipophilen Stoffen sowie als Folge des niedrigen pH-Wertes eine konstant erhöhte Hefekonzentration, da sich letztere bevorzugt bei erniedrigten pH-Werten vermehren. Somit beeinflußt das Präparat *Bioliquid* das in dem Fettabscheider vorhandene Mikroorganismenspektrum. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass die von den Enzymen freigesetzten langkettigen Fettsäuren aus dem Fettabscheider ausgespült und auf Dauer in der entsprechenden Kläranlage Schwierigkeiten bei der Abwasserklärung hervorrufen. Auch ist zu erwägen, dass langfristig durch den niedrigen pH-Wert des Abwassers eine Korrosion zementgebundener Werkstoffe in den Abwasserleitungen hervorgerufen werden kann sofern keine Neutralisation der Abwässer erfolgt.
Bei Zusatz von *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* ergab sich als Auswirkung der enzymatischen Aktivität der auf *Zeo-Lift* immobilisierten Enzyme ein geringfügig erniedrigter pH-Wert und als Folge des erniedrigten pH-Wertes eine geringfügige Zunahme der Konzentration der Hefen und Schimmelpilze, da diese sich bevorzugt bei niedrigen pH-Werten vermehren. Somit beeinflußt das Präparat *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* das in dem Fettabscheider vorhandene Mikroorganismenspektrum. Zusätzlich zu den

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

genannten Effekten führen die Aktivitäten der lipolytisch aktiven Enzyme auf *Zeo-Lift* zu einer Ansammlung des Glycerins, das in diesem Fall nicht abgebaut wird. Da durch die Aktivität der Enzyme neben Glycerin auch langkettige Fettsäuren aus den Fetten freigesetzt werden, besteht die Möglichkeit, dass diese Fettsäuren aus dem Fettabscheider ausgespült und auf Dauer in der entsprechenden Kläranlage Schwierigkeiten bei der Abwasserklärung hervorrufen. Auch ist zu erwägen, dass langfristig durch den niedrigen pH-Wert des Abwassers eine Korrosion zementgebundener Werkstoffe in den Abwasserleitungen hervorgerufen werden kann. Als Besonderheit des Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* ist zu erwähnen, dass es durch den in *Zeo-Lift* vorliegenden Zeolithen zu einer Mobilisierung der bereist abgeschiedenen Fette wahrscheinlich durch deren Anbindung an die Zeolithenoberfläche kommt, die eine Verteilung der Fette im Abwasser des Fettabscheiders bewirkt. Infolgedessen erhöht sich geringfügig der Gehalt an lipophilen Stoffe sowie die Triglyceridkonzentration. Eine Erhöhung des CSB, des BSB_5 und des Gehalts an absetzbaren Stoffen ist trotz dieser Mobilisierung nicht zu verzeichnen.

Die dargestellten Tatsachen lassen den Schluß zu, dass sich die Problematik des Einsatzes biologischer Präparate zum Fettabbau im Fettabscheider (und damit zur Standzeitverlängerung des Fettabscheiders) nicht grundsätzlich klären läßt. Stets beeinflußt die Kombination aus den Eigenschaften des Präparats (mikrobieller Fettabbau und Vermehrung in Abhängigkeit von pH-Wert, Temperatur und Sauerstoffgehalt; Vorhandensein lipolytisch aktiver Enzyme, deren Konzentration und Aktivität) sowie den Eigenschaften des Fettabscheiders (pH-Wert, Temperatur und Sauerstoffgehalt des Abwassers; chemische Zusammensetzung des Abwassers) das Ergebnis des Einsatzes des biologischen Präparats. Stimmen die Anforderungen der Mikroorganismen an die Gegebenheiten zum Fettabbau mit den realen Bedingungen im Fettabscheider überein, so ist gegebenenfalls ein Fettabbau zu erreichen. Stimmen diese Anforderungen jedoch nicht mit den realen Gegebenheiten überein, so ist bestenfalls kein Effekt des Präparats zu verzeichnen. Enthält das Präparat jedoch zusätzlich lipolytisch aktive Enzyme, so können negative Folgen für das Mikroorganismenspektrum des Fettabscheiders, die Behandlung des Abwassers in der Kläranlage sowie den baulichen Zustand der Abwasserleitungen auf Dauer nicht ausgeschlossen werden.

Insgesamt ergibt sich anhand der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen die Tatsache, dass jeder einzelne Fall des geplanten Einsatzes eines biologischen Präparats in einem Fettabscheider separat zu erwägen ist. Hierbei könnten Laboruntersuchungen bezüglich der Eigenschaften des betreffenden biologischen Präparats (mikrobieller Fettabbau und Vermehrung in Abhängigkeit von pH-Wert, Temperatur und Sauerstoffgehalt; Vorhandensein lipolytisch aktiver Enzyme, deren Konzentration und Aktivität) sowie bezüglich der Gegebenheiten im Fettabscheider (pH-Wert, Temperatur und Sauerstoffgehalt des Abwassers; chemische Zusammensetzung des Abwassers) erste Hinweise auf die wahrscheinlichen Auswirkungen des Einsatzes des biologischen Präparats in dem betreffenden Fettabscheider geben.

Da die Auswirkungen des Einsatzes biologischer Präparate zum Fettabbau im Fettabscheider anhand der Untersuchungen u.a. aufgrund der Komplexität der Situation im Fettabscheider und der untersuchungstechnischen Schwierigkeiten nur in Ansätzen dargestellt werden konnten, empfehlen sich für eine weitergehende Bearbeitung dieser Fragestellungen entsprechende Untersuchungen mit Hilfe eines biotechnologischen Ansatzes. So könnte z.B. eine biotechnologische Anlage in der Weise ausgerüstet werden, dass ein Zwillingsfettabscheider simuliert wird, der eine vergleichbare hydraulische und frachtmäßige Belastung beider Kammern mit Modell-Abwässern gewährleistet. Diesem Fettabscheider

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

könnten definierte Modell-Abwässer zugeleitet werden, deren Zusammensetzungen in Bezug auf Kohlehydrat-, Fett- und Proteingehalt, pH-Werte, Temperaturen, Tensidgehalte, etc. bekannt sind. Bei Zusatz eines biologischen Präparats zu einer der beiden Kammern dürfte dann unter den genannten Bedingungen eine Ermittlung des Einflusses jedes einzelnen Präparats auf die jeweilige Abwasserzusammensetzung (gegebenenfalls in Verbindung mit einer Bilanzierung) möglich sein.

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

8. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

8.1 Tabellenverzeichnis

		Seite
Tab. 1	Übersicht über Produkte zur Standzeitverlängerung von Fettabscheidern	**5**
Tab. 2	Keimgehalt der biologischen Präparate	**16**
Tab. 3	Erscheinungsbild der Mikroorganismen in *SanyDuo* auf Tributyrinagar bzw. mikroskopisches Bild	**17**
Tab. 4	Erscheinungsbild der Mikroorganismen in *Bioliquid* auf Tributyrinagar bzw. mikroskopisches Bild	**18**
Tab. 5	Erscheinungsbild der Mikroorganismen in *Microbe Lift* auf Tributyrinagar bzw. mikroskopisches Bild	**18**
Tab. 6	Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme auf Tributyrinagar in Abhängigkeit vom pH-Wert (Inkubation: 3 Tage bei 30 °C)	**19**
Tab. 7	Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme auf Tributyrinagar in Abhängigkeit von der Inkubationstemperatur (Inkubation: 3 Tage)	**20**
Tab. 8	Wachstum und Freisetzung lipolytischer Enzyme auf Tributyrinagar in Abhängigkeit von der Sauerstoffversorgung (Inkubation: 3 Tage bei 30 °C)	**20**
Tab. 9	Auswirkung von *SanyDuo* und sterilfiltriertem *SanyDuo* auf eine nährstoffreiche Lösung mit Fettzusatz nach 5tägiger Inkubation bei 30 °C auf einem Rotationsschüttler	**22**
Tab. 10	Auswirkung von *Bioliquid* und sterilfiltriertem *Bioliquid* auf eine nährstoffreiche Lösung mit Fettzusatz nach 5tägiger Inkubation bei 30 °C auf einem Rotationsschüttler	**23**
Tab. 11	Auswirkung von *Microbe Lift* bzw. sterilfiltriertem *Microbe Lift* und *Zeo-Lift* auf eine nährstoffreiche Lösung mit Fettzusatz nach 5tägiger Inkubation bei 30 °C auf einem Rotationsschüttler	**23**

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

8.2. Abbildungsverzeichnis

		Seite
Abb. 1	Einfaches Fett (Triglycerid) mit Angriffspunkt der Lipasen	2
Abb. 2	Skizze des Fettabscheiders bei der Firma *Drei Kronen Menü*, Dortmund	11
Abb. 3	Skizze des Fettabscheiders bei der Firma *Jowe Kost*, Dortmund	13
Abb. 4	Zeitlicher Verlauf der Biomassebildung und des Fettabbaus durch das Präpart *SanyDuo* in nährstoffreicher Lösung	25
Abb. 5	Zeitlicher Verlauf der Biomassebildung und des Fettabbaus durch das Präparat *Bioliquid* in nährstoffreicher Lösung	25
Abb. 6	Zeilicher Verlauf der Biomassebildung und des Fettabbaus durch das Präparat *Microbe Lift* in nährstoffreicher Lösung	26
Abb. 7	Zeitlicher Verlauf der Temperatur (Präparat Sany Duo)	35
Abb. 8	Zeitlicher Verlauf des pH-Wertes (Präparat Sany Duo)	35
Abb. 9	Zeitlicher Verlauf der elektrischern Leitfähigkeit (Präparat Sany Duo)	36
Abb. 10	Zeitlicher Verlauf der absetzbaren Stoffe (1 h) (Präparat Sany Duo)	37
Abb. 11	Zeitlicher Verlauf der absetzbaren Stoffe (2 h) (Präparat Sany Duo)	37
Abb. 12	Zeitlicher Verlauf des CSB (Präparat Sany Duo)	38
Abb. 13	Zeitlicher Verlauf des BSB_5 (Präparat Sany Duo)	38
Abb. 14	Zeitlicher Verlauf des TOC (Präparat Sany Duo)	39
Abb. 15	Zeitlicher Verlauf der lipophilen Stoffe (Präparat Sany Duo)	39
Abb. 16	Zeitlicher Verlauf der anionenaktiven Tenside (Präparat Sany Duo)	40
Abb. 17	Zeitlicher Verlauf der nicht-ionischen Tenside (Präparat Sany Duo)	40
Abb. 18	Zeitlicher Verlauf der Keimzahl auf Plate Count Agar (Präparat Sany Duo)	41
Abb. 19	Zeitlicher Verlauf der Keimzahl auf Sabouraud Agar (Präparat Sany Duo)	42
Abb. 20	Zeitlicher Verlauf der Keimzahl der Lipolyten (Präparat Sany Duo)	42
Abb. 21	Zeitlicher Verlauf des Triglyceridgehalts (Präparat Sany Duo)	43
Abb. 22	Zeitlicher Verlauf des Glyceringehalts (Präparat Sany Duo)	44
Abb. 23	Zeitlicher Verlauf der Temperatur (Präparat Bioliquid)	46
Abb. 24	Zeitlicher Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit (Präparat Bioliquid)	47
Abb. 25	Zeitlicher Verlauf des pH-Wertes (Präparat Bioliquid)	47
Abb. 26	Zeitlicher Verlauf der absetzbaren Stoffe (2 h)	48
Abb. 27	Zeitlicher Verlauf des CSB (Präparat Bioliquid)	49
Abb. 28	Zeitlicher Verlauf des BSB_5	49
Abb. 29	Zeitlicher Verlauf der lipophilen Stoffe (Präparat Bioliquid)	50
Abb. 30	Zeitlicher Verlauf der Keimzahl auf Plate Count Agar	51
Abb. 31	Zeitlicher Verlauf der keimzahl auf Sabouraud Agar (Präparat Bioliquid)	51
Abb. 32	Zeitlicher Verlauf der Keimzahl der Lipolyten (Präparat Bioliquid)	52
Abb. 33	Zeitlicher Verlauf des Triglyceridgehalts (Präparat Bioliquid)	53
Abb. 34	Zeitlicher Verlauf des Glyceringehalts (Präparat Bioliquid)	53
Abb. 35	Zeitlicher Verlauf der Temperatur (Präparat Microbe Lift)	62
Abb. 36	Zeitlicher Verlauf des pH-Wertes (Präparat Microbe Lift)	62
Abb. 37	Zeitlicher Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit (Präparat Microbe Lift)	63
Abb. 38	Zeitlicher Verlauf der absetzbaren Stoffe (2 h) (Präparat Microbe Lift)	63
Abb. 39	Zeitlicher Verlauf des CSB (Präparat Microbe Lift)	64
Abb. 40	Zeitlicher Verlauf des BSB_5 (Präparat Microbe Lift)	64
Abb. 41	Zeitlicher Verlauf der lipophilen Stoffe (Präparat Microbe Lift)	65
Abb. 42	Zeitlicher Verlauf der Keimzahl auf Plate Count Agar (Präparat Microbe Lift)	65
Abb. 43	Zeitlicher Verlauf der keimzahl auf Sabouraud Agar (Präparat Microbe Lift)	66
Abb. 44	Zeitlicher Verlauf der Keimzahl der Lipolyten (Präparat Microbe Lift)	66
Abb. 45	Zeitlicher Verlauf des Triglyceridgehalts	67
Abb. 46	Zeitlicher Verlauf des Glyceringehalts	67

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

9. Anhang: Meßergebnisse

9.1. Zusatz des biologischen Präparats *SanyDuo* zum Fettabscheider der *Firma Drei Kronen Menü*, Dortmund

9.1.1. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 27.03.2001 bis 03.04.2001

1. Messung

Datum: 27.03.2001
Uhrzeit: 14.00 Uhr
Besonderheit: Wasserstand im Zulauf zu niedrig für korrekte Probenahmen zwecks Bestimmung des Sauerstoffgehalts sowie der chemischen Parameter

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	24	22	21
pH		9,42	4,07	4,46
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	857	1.962	2.070
Sauerstoff	[mg/l]	n. b.	2,2	< 0,1
CSB	[mg/l]	1.940	3.475	3.310
BSB_5	[mg/l]	1.380	2.500	2.060
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	17,0	120	9,0
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	19,0	120	15,5
TOC	[mg/l]	272	945	718
anionenaktive Tenside	[mg/l]	< 0,05	< 0,05	< 0,05
nichtionische Tenside	[mg/l]	3,10	3,28	4,09
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,2 \times 10^2$	$2,6 \times 10^7$	$1,9 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$3,0 \times 10^1$	$4,1 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)
lipophile Stoffe	[mg/l]	144	67	165
Triglyceride	[mg/l]	100	0	117
Glycerin	[mg/l]	0	13	7

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

2. Messung

Datum: 28.03.2001
Uhrzeit: 8.30 Uhr
Besonderheit: Wasserstand im Zulauf zu niedrig für korrekte Probenahmen zwecks Bestimmung des Sauerstoffgehalts sowie der chemischen Parameter

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	25	23	27
pH		7,79	3,63	3,94
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.324	3.730	2.750
Sauerstoff	[mg/l]	7,9	< 0,1	< 0,1
CSB	[mg/l]	2.100	3.395	4.685
BSB_5	[mg/l]	1.400	2.670	4.080
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	< 0,1	2,5	18,0
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	< 0,1	3,0	20,0
TOC	[mg/l]	37,9	1.126	1.138
anionenaktive Tenside	[mg/l]	< 0,05	0,13	0,07
nichtionische Tenside	[mg/l]	21,5	3,26	2,33
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,2 \times 10^6$	$3,7 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$9,0 \times 10^3$	$2,4 \times 10^2$	$4,2 \times 10^2$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)
lipophile Stoffe	[mg/l]	1.660	4,4	41,6
Triglyceride	[mg/l]	62	12	37
Glycerin	[mg/l]	2	2	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

3. Messung

Datum: 28.03.2001
Uhrzeit: 14.00 Uhr
Besonderheit: Wasserstand im Zulauf relativ niedrig

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	30	20	27
pH		6,63	6,56	6,25
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.841	1.588	1.544
Sauerstoff	[mg/l]	3,4	4,5	2,7
CSB	[mg/l]	4.525	2.180	1.940
BSB_5	[mg/l]	2.800	1.400	1.450
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	14,0	6,0	10,0
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	17,0	10,0	13,0
TOC	[mg/l]	696	330	408
anionenaktive Tenside	[mg/l]	< 0,05	0,55	< 0,05
nichtionische Tenside	[mg/l]	2,38	3,54	< 1,0
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$2,6 \times 10^6$	$2,2 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$6,4 \times 10^3$	n.b.	n.b.
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)
lipophile Stoffe	[mg/l]	176	32,0	221
Triglyceride	[mg/l]	0	17	33
Glycerin	[mg/l]	110	4	7

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

4. Messung

Datum: 29.03.2001
Uhrzeit: 8.30 Uhr
Besonderheit: eventuell zu hoher Sauerstoffgehalt im Zulauf

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	39	29	29
pH		11,15	3,77	3,79
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	3.840	2.650	2.290
Sauerstoff	[mg/l]	0,5	< 0,1	< 0,1
CSB	[mg/l]	1.560	3.700	4.600
BSB_5	[mg/l]	760	1.930	2.400
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	4,5	8,5	14,0
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	4,5	20,0	16,0
TOC	[mg/l]	274	833	785
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,08	0,48	< 0,05
nichtionische Tenside	[mg/l]	2,76	1,07	1,27
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$2,6 \times 10^5$	$1,8 \times 10^6$	$2,6 \times 10^6$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$3,1 \times 10^2$	$5,9 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)
lipophile Stoffe	[mg/l]	12,0	28,6	31,9
Triglyceride	[mg/l]	17	29	12
Glycerin	[mg/l]	30	9	6

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

5. Messung

Datum: 29.03.2001
Uhrzeit: 14.00 Uhr
Besonderheit: Probe des Zulauf setzt sich aus zwei Zuflußschüben zusammen
Ablauf Probe enthält sehr viele Reststoffe, entspricht im Aussehen den Vorstellungen eines Zulaufs

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	28	31	32
pH		5,45	5,47	4,20
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.419	1.058	1.310
Sauerstoff	[mg/l]	4,7	2,4	< 0,1
CSB	[mg/l]	13.670	2.820	7.300
BSB_5	[mg/l]	9.300	1.470	3.630
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	9,5	8,0	96,0
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	12,0	8,5	99,0
TOC	[mg/l]	2.060	454	744
anionenaktive Tenside	[mg/l]	< 0,05	0,44	0,05
nichtionische Tenside	[mg/l]	8,13	11,2	8,07
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,1 \times 10^5$	$4,7 \times 10^6$	$3,5 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$2,2 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)
lipophile Stoffe	[mg/l]	175	20	499
Triglyceride	[mg/l]	50	121	167
Glycerin	[mg/l]	4	0	8

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

6. Messung

Datum: 30.03.2001
Uhrzeit: 8.30 Uhr
Besonderheit: Ablauf Probe enthält sehr viele Reststoffe, entspricht im Aussehen den Vorstellungen eines Zulaufs

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	45	24	27
pH		9,80	3,36	3,54
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	920	2.400	1.675
Sauerstoff	[mg/l]	3,6	< 0,1	< 0,1
CSB	[mg/l]	2.290	4.670	46.560
BSB_5	[mg/l]	1.050	2.800	22.800
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	10,0	7,0	990
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	11,0	14,0	950
TOC	[mg/l]	234	1.370	1.910
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,05	< 0,05	0,28
nichtionische Tenside	[mg/l]	2,06	7,65	8,35
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$4,0 \times 10^2$	$3,9 \times 10^7$	$2,9 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$	$2,8 \times 10^2$	$9,0 \times 10^1$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)
lipophile Stoffe	[mg/l]	7,0	3,1	61,0
Triglyceride	[mg/l]	8	29	592
Glycerin	[mg/l]	0	19	45

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

7. Messung

Datum: 30.03.2001
Uhrzeit: 14.00 Uhr
Besonderheit: -

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	42	32	33
pH		8,78	6,41	5,05
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	640	1.167	1.333
Sauerstoff	[mg/l]	4,1	2,6	2,5
CSB	[mg/l]	2.100	2.760	3.910
BSB_5	[mg/l]	880	1.750	2.325
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	1,0	3,0	62,0
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	1,4	5,0	62,0
TOC	[mg/l]	306	610	906
anionenaktive Tenside	[mg/l]	2,43	< 0,05	0,13
nichtionische Tenside	[mg/l]	6,52	17,0	3,05
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^5$	$9,8 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$5,0 \times 10^1$	$9,6 \times 10^2$	$7,3 \times 10^2$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)
lipophile Stoffe	[mg/l]	32,0	36,0	78,0
Triglyceride	[mg/l]	58	67	17
Glycerin	[mg/l]	0	7	4

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

8. Messung

Datum: 02.04.2001
Uhrzeit: 8.45 Uhr
Besonderheit: -

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	41	33	30
pH		6,60	7,43	4,88
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.212	1.262	2.110
Sauerstoff	[mg/l]	6,1	4,0	< 0,1
CSB	[mg/l]	1.050	1.730	3.760
BSB_5	[mg/l]	770	1.000	2.160
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	21	17	58
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	21	18	59
TOC	[mg/l]	200	344	698
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,10	0,05	0,06
nichtionische Tenside	[mg/l]	1,14	n.b.	1,42
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,6 \times 10^6$	$5,0 \times 10^3$	$3,8 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$5,8 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^1$	$2,5 \times 10^2$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)
lipophile Stoffe	[mg/l]	24,6	42,0	24,6
Triglyceride	[mg/l]	0	25	12
Glycerin	[g/l]	0	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

9. Messung

Datum: 02.04.2001
Uhrzeit: 14.00 Uhr
Besonderheit: -

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	35	37	37
pH		5,68	5,91	3,95
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	771	1.306	2.110
Sauerstoff	[mg/l]	5,8	3,5	< 0,1
CSB	[mg/l]	6.759	3.125	3.185
BSB_5	[mg/l]	3.200	1.520	1.720
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	10,0	4,5	7,0
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	10,5	6,5	8,0
TOC	[mg/l]	560	644	853
anionenaktive Tenside	[mg/l]	40,9	0,08	0,13
nichtionische Tenside	[mg/l]	6,38	7,35	3,56
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$5,5 \times 10^6$	$1,1, \times 10^6$	$2,8 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$2,8 \times 10^3$	$7,0 \times 10^2$	$3,9 \times 10^4$ Schimmelpilze: $8,0 \times 10^3$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach frei-gesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach frei-gesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (leichter Geruch nach freigesetzter Butter-säure)
lipophile Stoffe	[mg/l]	133	3,5	23,0
Triglyceride	[mg/l]	54	71	21
Glycerin	[mg/l]	3	7	4

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

10. Messung

Datum: 03.04.2001
Uhrzeit: 8.45 Uhr
Besonderheit: -

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	34	29	31
pH		10,26	5,64	4,23
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	6.290	5.100	4.630
Sauerstoff	[mg/l]	3,5	1,5	< 0,1
CSB	[mg/l]	6.080	7.005	8.560
BSB_5	[mg/l]	3.430	4.400	5.250
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	33	60	170
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	33	57	155
TOC	[mg/l]	1032	1410	1392
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,10	< 0,05	< 0,05
nichtionische Tenside	[mg/l]	60,2	5,75	4,16
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,1 \times 10^4$	$9,3 \times 10^5$	$1,2 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$2,7 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$8,0 \times 10^2$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)	$< 1,0 \times 10^1$ (kein Geruch nach freigesetzter Buttersäure)
lipophile Stoffe	[mg/l]	27,0	7,9	158
Triglyceride	[mg/l]	4	37	71
Glycerin	[mg/l]	6	4	7

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

9.1.2. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 20.06.2001 bis 26.06.2001

11. Messung

Datum: 20.06.2001
Uhrzeit: 8.30 Uhr
Besonderheit: -

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	40	37	37
pH		3,29	3,45	4,38
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	3.620	3.220	2.510
Sauerstoff	[mg/l]	5,9	3,0	< 0,1
CSB	[mg/l]	7.754	2.667	1.108
BSB_5	[mg/l]	4.630	1.500	570
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	180	11	0,2
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	170	12	0,5
TOC	[mg/l]	3.100	1.050	445
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,05	0,08	0,11
nichtionische Tenside	[mg/l]	2,08	2,81	1,57
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,3 \times 10^6$	$3,2 \times 10^7$	$3,8 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$2,4 \times 10^2$ (fast ausschließlich Hefen)	$2,9 \times 10^4$ (fast ausschließlich Hefen)	$1,5 \times 10^5$ (viele Schimmel-pilze)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$6,8 \times 10^3$ (vereinzelt starke lipolytische Aktivität)	$4,0 \times 10^5$ (vereinzelt starke lipolytische Aktivität)	$6,5 \times 10^4$ (zumeist geringe lipolytische Aktivität)
lipophile Stoffe	[mg/l]	308	34	3
Triglyceride	[mg/l]	12,5	0	0
Glycerin	[mg/l]	4,41	11,47	2,2

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

12. Messung

Datum: 20.06.2001
Uhrzeit: 13.45 Uhr
Besonderheit: -

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	52	47	42
pH		9,42	5,52	7,75
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.021	1.635	1.486
Sauerstoff	[mg/l]	7,2	1,8	3,8
CSB	[mg/l]	1.121	1.106	6.781
BSB_5	[mg/l]	600	853	3.067
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	0,7	< 0,1	0,5
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	1,3	0,3	1,0
TOC	[mg/l]	450	480	2.700
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,09	0,07	0,13
nichtionische Tenside	[mg/l]	< 1	5,09	3,43
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,7 \times 10^2$	$3,9 \times 10^4$	$1,9 \times 10^3$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$	$6,0 \times 10^1$ (ausschließlich Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$1,0 \times 10^1$ (geringe lipolytische Aktivität)	$1,4 \times 10^4$ (zumeist geringe lipolytische Aktivität)	$4,0 \times 10^2$ (zumeist geringe lipolytische Aktivität)
lipophile Stoffe	[mg/l]	251	6	158
Triglyceride	[mg/l]	97,17	33,33	54,16
Glycerin	[mg/l]	0	0,89	0,89

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

13. Messung

Datum: 21.06.2001
Uhrzeit: 8.25 Uhr
Besonderheit: -

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	44	35	36
pH		4,80	4,70	4,84
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.404	3.790	1.557
Sauerstoff	[mg/l]	4,6	< 0,1	3,1
CSB	[mg/l]	5.521	1.905	1.217
BSB_5	[mg/l]	2.067	733	535
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	20	0,3	< 0,1
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	21	0,5	< 0,1
TOC	[mg/l]	2.200	750	480
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,11	0,13	0,27
nichtionische Tenside	[mg/l]	3,27	15,3	3,27
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$5,0 \times 10^5$	$7,5 \times 10^5$	$2,8 \times 10^4$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$1,2 \times 10^4$ (ausschließlich Hefen)	$3,0 \times 10^4$ (ausschließlich Hefen)	$6,2 \times 10^2$ (ausschließlich Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$2,2 \times 10^5$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)	$1,9 \times 10^5$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)	$2,9 \times 10^3$ teilweise starke lipolytische Aktivität)
lipophile Stoffe	[mg/l]	382	34	3
Triglyceride	[mg/l]	87,49	100,0	25,0
Glycerin	[mg/l]	0	1,76	1,32

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

14. Messung

Datum: 21.06.2001
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: sehr lange Probenahme im Zulauf

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	40	44	45
pH		6,89	4,67	4,66
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.109	1.459	1.653
Sauerstoff	[mg/l]	1,7	5,1	4,6
CSB	[mg/l]	3.923	3.188	3.120
BSB_5	[mg/l]	1.650	1.460	1.550
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	31	< 0,1	< 0,1
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	31	3	4
TOC	[mg/l]	1.500	1.300	1.250
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,23	0,25	0,20
nichtionische Tenside	[mg/l]	2,89	1,92	4,10
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$5,7 \times 10^3$	$9,7 \times 10^4$	$4,9 \times 10^4$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$1,0 \times 10^2$ (ausschließlich Hefen)	$2,3 \times 10^3$ (ausschließlich Hefen)	$5,0 \times 10^2$ (vereinzelt Schimmelpilze)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$9,0 \times 10^2$ (geringe lipolytische Aktivität)	$2,0 \times 10^4$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)	$8,1 \times 10^3$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)
lipophile Stoffe	[mg/l]	190	71	15
Triglyceride	[mg/l]	116,65	104,15	54,16
Glycerin	[mg/l]	1,76	1,76	5,73

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

15. Messung

Datum: 22.06.2001
Uhrzeit: 8.30 Uhr
Besonderheit: -

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	39	36	36
pH		4,81	3,68	4,07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.000	3.170	1.560
Sauerstoff	[mg/l]	8,5	< 0,1	< 0,1
CSB	[mg/l]	2.330	2.665	1.403
BSB_5	[mg/l]	1.520	1.667	1.000
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	7	0,1	< 0,1
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	11	7	< 0,1
TOC	[mg/l]	900	1.050	550
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,10	0,19	0,68
nichtionische Tenside	[mg/l]	4,83	10,98	5,31
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$4,5 \times 10^5$	$1,2 \times 10^6$	$1,.4 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$6,0 \times 10^2$ (vereinzelt Schimmelpilze)	$1,7 \times 10^2$ (ausschließlich Hefen)	$7,3 \times 10^2$ (ausschließlich Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$2,8 \times 10^5$ (geringe lipolytische Aktivität)	$1,0 \times 10^5$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)	$1,5 \times 10^3$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)
lipophile Stoffe	[mg/l]	273	49	5,5
Triglyceride	[mg/l]	33,33	50,0	8,33
Glycerin	[mg/l]	3,53	0,44	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

16. Messung

Datum: 22.06.2001
Uhrzeit: 13.40 Uhr
Besonderheit: sehr viele Speisereste im Zulauf

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	40	44	41
pH		4,82	5,13	4,87
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	3.250	1.340	1.840
Sauerstoff	[mg/l]	< 0,1	3,4	2,4
CSB	[mg/l]	14.750	1.439	1.994
BSB_5	[mg/l]	9.400	1.025	1.280
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	39	0,5	< 0,1
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	41	1,1	0,5
TOC	[mg/l]	5.900	570	800
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,10	0,07	0,12
nichtionische Tenside	[mg/l]	13,0	6,43	10,3
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,6 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	$4,0 \times 10^4$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$3,5 \times 10^3$ (vereinzelt Schimmelpilze)	$4,0 \times 10^3$ (ausschließlich Hefen)	$2,6 \times 10^3$ (vereinzelt Schimmelpilze)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$2,3 \times 10^4$ (geringe lipolytische Aktivität)	$2,9 \times 10^4$ (geringe lipolytische Aktivität)	$3,3 \times 10^3$ (geringe lipolytische Aktivität)
lipophile Stoffe	[mg/l]	303	7,9	9,3
Triglyceride	[mg/l]	241,63	70,82	70,82
Glycerin	[mg/l]	3,97	0,44	2,21

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

17. Messung

Datum: 25.06.2001
Uhrzeit: 8.05 Uhr
Besonderheit: Speisereste im Zulauf

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	42	41	36
pH		7,47	3,32	4,12
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	2.490	3.920	2.680
Sauerstoff	[mg/l]	5,7	2,2	1,5
CSB	[mg/l]	3.750	3.065	1.910
BSB_5	[mg/l]	2.180	1.560	1.080
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	74	0,5	0,2
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	66	5,3	8,0
TOC	[mg/l]	1.500	1.200	750
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,15	0,16	0,13
nichtionische Tenside	[mg/l]	5,73	3,44	6,38
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,4 \times 10^4$	$4,4 \times 10^6$	$1,7 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$1,2 \times 10^2$ (ausschließlich Hefen)	$5,6 \times 10^4$ (ausschließlich Hefen)	$3,3 \times 10^4$ (vereinzelt Schimmel-pilze)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$3,3 \times 10^3$ (vereinzelt starke lipolytische Aktivität)	$7,4 \times 10^4$ (vereinzelt starke lipolytische Aktivität)	$5,3 \times 10^3$ (geringe lipolytische Aktivität)
lipophile Stoffe	[mg/l]	209	42	4
Triglyceride	[mg/l]	70,82	37,49	54,16
Glycerin	[mg/l]	4,41	0,88	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

18. Messung

Datum: 25.06.2001
Uhrzeit: 13.40 Uhr
Besonderheit: viele Speisereste im Zulauf

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	51	48	46
pH		11,67	9,22	3,63
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	4.890	1.781	3.100
Sauerstoff	[mg/l]	3,8	4,0	< 0,1
CSB	[mg/l]	4.549	1.902	2.142
BSB_5	[mg/l]	2.340	1.080	1.170
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	28	0,5	25
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	29	0,7	24
TOC	[mg/l]	850	650	630
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,15	0,09	0,15
nichtionische Tenside	[mg/l]	10,2	10,0	2,92
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$7,1 \times 10^3$	$2,1 \times 10^4$	$1,2 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$2,0 \times 10^1$ (ausschließlich Hefen)	$2,0 \times 10^1$ (ausschließlich Hefen)	$1,4 \times 10^3$ (ausschließlich Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$3,0 \times 10^3$ (vereinzelt starke lipolytische Aktivität)	$1,1 \times 10^4$ (vereinzelt starke lipolytische Aktivität)	$3,2 \times 10^3$ (geringe lipolytische Aktivität)
lipophile Stoffe	[mg/l]	1820	29	65
Triglyceride	[mg/l]	104,15	54,16	37,50
Glycerin	[mg/l]	12,35	1,32	2,65

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

19. Messung

Datum: 26.06.2001
Uhrzeit: 8.00 Uhr
Besonderheit: Speisereste im Zulauf

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	28	35	39
pH		3,10	4,67	3,92
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	2.420	3.530	2.370
Sauerstoff	[mg/l]	3,5	0,8	0,5
CSB	[mg/l]	10.674	2.242	1.726
BSB_5	[mg/l]	5.730	1.260	960
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	24	0,5	< 0,1
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	33	1,4	0,1
TOC	[mg/l]	4.300	900	700
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,21	0,14	0,19
nichtionische Tenside	[mg/l]	5,29	5,89	4,15
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$4,6 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$	$1,5 \times 10^6$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$3,6 \times 10^4$ (vereinzelt Schimmel-pilze)	$9,3 \times 10^3$ (vereinzelt Schimmel-pilze)	$1,6 \times 10^2$ (ausschließlich Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$8,8 \times 10^5$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)	$2,7 \times 10^5$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)	$3,7 \times 10^3$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)
lipophile Stoffe	[mg/l]	446	36	16
Triglyceride	[mg/l]	191,64	45,83	0
Glycerin	[mg/l]	0,88	3,53	7,06

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

20. Messung

Datum: 26.06.2001
Uhrzeit: 13.45 Uhr
Besonderheit: viele Speisereste im Zulauf

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	44	44	41
pH		5,20	5,16	3,71
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.104	2.700	2.700
Sauerstoff	[mg/l]	4,7	< 0,1	< 0,1
CSB	[mg/l]	4.657	3.346	2.049
BSB_5	[mg/l]	2.260	2.270	1.300
absetzbare Stoffe, 1h	[ml/l]	20	6,5	3,5
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	40	7,0	6,5
TOC	[mg/l]	1.800	1.300	820
anionenaktive Tenside	[mg/l]	0,11	0,19	0,21
nichtionische Tenside	[mg/l]	8,13	8,27	8,23
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$6,0 \times 10^4$	$2,2 \times 10^5$	$1,5 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$2,4 \times 10^3$ (ausschließlich Hefen)	$5,4 \times 10^2$ (ausschließlich Hefen)	$5,7 \times 10^2$ (ausschließlich Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$6,3 \times 10^3$ (geringe lipolytische Aktivität)	$6,8 \times 10^4$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)	$5,6 \times 10^2$ (teilweise starke lipolytische Aktivität)
lipophile Stoffe	[mg/l]	175	5	13
Triglyceride	[mg/l]	20,83	4,17	16,66
Glycerin	[mg/l]	6,62	7,06	2,21

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

9.2. Zusatz des biologischen Präparats *Bioliquid* zum Fettabscheider der *Firma Drei Kronen Menü*, Dortmund

9.2.1. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 04.10.2001 bis 10.10.2001

1. Messung

Datum: 04.10.2001
Uhrzeit: 8 Uhr 20
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	40	43	35
pH		9,95	6,77	4,81
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.803	3.690	1.999
CSB	[mg/l]	5.694	2.379	2.047
BSB_5	[mg/l]	2.730	1.300	1.280
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	41	8	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$5,7 \times 10^4$	$5,6 \times 10^5$	$7,1 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$2,0 \times 10^1$	$2,1 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$5,9 \times 10^3$	$2,2 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$
lipophile Stoffe	[mg/l]	17,9	4,1	3,0
Triglyceride	[mg/l]	20	14	0
Glycerin	[mg/l]	6	2	1

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

2. Messung

Datum: 04.10.2001
Uhrzeit: 13 Uhr 30
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension		Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	43	39	36
pH		9,50	5,26	4,67
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	2.230	1.557	2.110
CSB	[mg/l]	3.581	2.143	2.532
BSB_5	[mg/l]	1.940	1.400	1.460
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	29	4,5	1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$2,2 \times 10^3$	$1,1 \times 10^5$	$3,9 \times 10^6$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$2,0 \times 10^1$	$2,6 \times 10^3$	$2,5 \times 10^4$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$2,3 \times 10^2$	nicht bestimmbar	nicht bestimmbar
lipophile Stoffe	[mg/l]	38,7	4,5	3,4
Triglyceride	[mg/l]	0	12	8
Glycerin	[mg/l]	8	4	1

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

3. Messung

Datum: 05.10.2001
Uhrzeit: 8 Uhr 20
Besonderheit: keine

Parameter		Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	32	35	35
pH		3,73	4,82	4,76
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	2.120	3.450	1.990
CSB	[mg/l]	7.162	2.398	2.130
BSB_5	[mg/l]	4.025	1.467	1.480
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	110	0,5	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$9,1 \times 10^5$	$6,2 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$9,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$	$2,1 \times 10^4$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$2,6 \times 10^5$	$5,5 \times 10^5$	$1,2 \times 10^5$
lipophile Stoffe	[mg/l]	3,2	2,3	3,1
Triglyceride	[mg/l]	43	31	0
Glycerin	[mg/l]	2	2	0,2

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

4. Messung

Datum: 05.10.2001
Uhrzeit: 13 Uhr 40
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	38	40	37
pH		5,41	5,59	4,69
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.610	1.580	3.080
CSB	[mg/l]	10.536	1.529	2.631
BSB_5	[mg/l]	6.600	1.000	1.680
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	72	1,2	0,2
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$2,8 \times 10^3$	$3,8 \times 10^5$	$8,5 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$3,0 \times 10^1$	$4,0 \times 10^3$	$2,6 \times 10^4$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$8,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^5$	$2,8 \times 10^4$
lipophile Stoffe	[mg/l]	849	< 1,0	2,0
Triglyceride	[mg/l]	90	20	2
Glycerin	[mg/l]	3	1	0,4

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

5. Messung

Datum: 98.10.2001
Uhrzeit: 8 Uhr 30
Besonderheit: keine

Parameter		Zulauf	Ablauf Kontrolle	
Temperatur	[°C]	41	34	30
pH		4,45	4,47	4,71
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.469	2.680	2.380
CSB	[mg/l]	2.451	1.961	2.239
BSB_5	[mg/l]	1.930	1.200	1.530
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	41	0,9	0,2
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$5,6 \times 10^6$	$3,3 \times 10^6$	$5,8 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$8,8 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$ (viele Schimmelpilze)	$1,8 \times 10^4$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$1,1 \times 10^5$	$5,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
lipophile Stoffe	[mg/l]	6,1	< 1,0	3,2
Triglyceride	[mg/l]	43	2	0
Glycerin	[mg/l]	2	2	0,7

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

6. Messung

Datum: 08.10.2001
Uhrzeit: 13 Uhr 45
Besonderheit: keine

Parameter		Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	33	41	34
pH		5,45	5,35	4,57
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.726	1.164	2.170
CSB	[mg/l]	5.317	1.261	2.404
BSB_5	[mg/l]	2.760	610	1.500
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	32	1,5	0,2
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$5{,}0 \times 10^4$	$8{,}8 \times 10^4$	$4{,}0 \times 10^6$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$7{,}0 \times 10^2$	$1{,}5 \times 10^3$	$1{,}2 \times 10^4$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$1{,}2 \times 10^4$	$3{,}7 \times 10^4$	$4{,}3 \times 10^4$
lipophile Stoffe	[mg/l]	289	70	1,3
Triglyceride	[mg/l]	171	43	16
Glycerin	[mg/l]	3	2	1

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

7. Messung

Datum: 09.10.2001
Uhrzeit: 8 Uhr 15
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	25	35	33
pH		4,88	5,04	4,71
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	4.590	4.260	2.020
CSB	[mg/l]	11.638	4.511	2.203
BSB_5	[mg/l]	5.400	2.670	1.420
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	150	0,9	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$2,8 \times 10^6$	$1,8 \times 10^6$	$3,4 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$6,4 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$1,1 \times 10^4$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$1,9 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$	$9,0 \times 10^4$
lipophile Stoffe	[mg/l]	8,0	< 1,0	< 1,0
Triglyceride	[mg/l]	96	31	2
Glycerin	[mg/l]	3	4	2

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

8. Messung

Datum: 09.10.2001
Uhrzeit: 14 Uhr 45
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	43	42	38
pH		7,20	8,78	4,74
elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	1.222	1.333	2.240
CSB	[mg/l]	4.324	896	2.086
BSB_5	[mg/l]	1.800	380	1.270
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	22	0,5	0,2
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$2,5 \times 10^2$	$4,1 \times 10^3$	$1,8 \times 10^6$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$< 1,0 \times 10^1$	$2,8 \times 10^3$	$7,3 \times 10^3$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$1,4 \times 10^2$	$3,0 \times 10^3$	$1,8 \times 10^4$
lipophile Stoffe	[mg/l]	38	13,3	1,9
Triglyceride	[mg/l]	47	26	4
Glycerin	[g/l]	2	2	0,4

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

9. Messung

Datum: 10.10.2001
Uhrzeit: 7 Uhr 50
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	33	33	33
pH		3,50	4,87	4,68
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	6.470	2.890	2.250
CSB	[mg/l]	16.536	2.523	2.141
BSB_5	[mg/l]	5.800	1.700	1.400
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	110	24	0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$8,8 \times 10^5$	$5,7 \times 10^5$	$1,7 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$7,2 \times 10^2$	$3,9 \times 10^3$	$6,4 \times 10^3$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$7,7 \times 10^4$	$4,0 \times 10^5$	$1,2 \times 10^5$
lipophile Stoffe	[mg/l]	12,3	< 1,0	2,5
Triglyceride	[mg/l]	35	10	4
Glycerin	[mg/l]	3	6	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

10. Messung

Datum: 10.10.2001
Uhrzeit: 13 Uhr 30
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	46	38	36
pH		9,31	6,71	4,63
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.498	1.272	2.330
CSB	[mg/l]	4.156	1.911	2.224
BSB_5	[mg/l]	1.840	767	1.367
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	8	0,7	0,4
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$3{,}1 \times 10^2$	$5{,}4 \times 10^5$	$1{,}0 \times 10^6$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$< 1{,}0 \times 10^1$	$3{,}5 \times 10^3$	$7{,}1 \times 10^3$
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$1{,}4 \times 10^2$	$4{,}0 \times 10^5$	$4{,}7 \times 10^4$
lipophile Stoffe	[mg/l]	108	63	< 1,0
Triglyceride	[mg/l]	39	155	0
Glycerin	[mg/l]	1	11	0,4

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

9.2.2. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 05.12.2001 bis 11.12.2001

11. Messung

Datum: 05.12.2001
Uhrzeit: 7 Uhr 50
Besonderheit: - keine Probenahme im Zulauf möglich (kein Abwasser vorhanden)
- Ablauf Probe starker Geruch nach Schwefelwasserstoff (wahrscheinlich durch anaerobe Verhältnisse, da der Schieber nahezu geschlossen und somit der Wasserzufluß äußerst gering war)

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	-	29	25
pH		-	4,44	4,92
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	2.130	2.430
CSB	[mg/l]	-	2.422	2.110
BSB_5	[mg/l]	-	1.700	1.567
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	12,0	1,6
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$5,8 \times 10^7$	$3,2 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$1,7 \times 10^4$ (Schwerpunkt: Hefen)	$4,1 \times 10^4$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$6,9 \times 10^5$ (teilweise starke Lipolyse)	$7,7 \times 10^4$ (teilweise starke Lipolyse)
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	13	8,3
Triglyceride	[mg/l]	-	0	0
Glycerin	[mg/l]	-	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

12. Messung

Datum: 05.12.2001
Uhrzeit: 13 Uhr 30
Besonderheit: - keine Probenahme im Zulauf möglich (kein Abwasser vorhanden)
- Ablauf Probe starker Geruch nach Schwefelwasserstoff (wahrscheinlich durch anaerobe Verhältnisse, da der Schieber nahezu geschlossen und somit der Wasserzufluß äußerst gering war)

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	-	33	25
pH		-	5,38	4,94
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	1.560	2.420
CSB	[mg/l]	-	1.813	2.108
BSB_5	[mg/l]	-	1.117	1.533
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	1,0	< 1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$1,6 \times 10^6$	$5,1 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$2,2 \times 10^4$ (Schwerpunkt: Hefen)	$3,8 \times 10^4$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$7,5 \times 10^5$ (teilweise starke Lipolyse)	$1,5 \times 10^5$ (teilweise starke Lipolyse)
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	3,4	11
Triglyceride	[mg/l]	-	29	0
Glycerin	[mg/l]	-	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

13. Messung

Datum: 06.12.2001
Uhrzeit: 8 Uhr 30
Besonderheit: - keine Probenahme im Zulauf möglich (kein Abwasser vorhanden)
- Ablauf Probe starker Geruch nach Schwefelwasserstoff (wahrscheinlich durch anaerobe Verhältnisse, da der Schieber nahezu geschlossen und somit der Wasserzufluß äußerst gering war)

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	-	32	26
pH		-	4,60	4,92
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	3.780	2.420
CSB	[mg/l]	-	1.976	2.103
BSB_5	[mg/l]	-	1.330	1.530
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	0,1	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$7{,}0 \times 10^7$	$1{,}4 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$3{,}9 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$1{,}1 \times 10^4$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$4{,}7 \times 10^4$ (teilweise starke Lipolyse)	$7{,}8 \times 10^4$ (teilweise starke Lipolyse)
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	5,3	1,8
Triglyceride	[mg/l]	-	0	0
Glycerin	[mg/l]	-	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

14. Messung

Datum: 06.12.2001
Uhrzeit: 13 Uhr 30
Besonderheit: - keine Probenahme im Zulauf sowie im Ablauf Probe möglich (kein Abwasser vorhanden bzw. Leitungen mit Fett verlegt)

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	-	33	-
pH		-	4,07	-
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	2.320	-
CSB	[mg/l]	-	4.514	-
BSB_5	[mg/l]	-	2.470	-
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	1,5	-
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$1,1 \times 10^6$	-
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$4,8 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	-
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$1,1 \times 10^5$ (teilweise starke Lipolyse)	-
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	11,4	-
Triglyceride	[mg/l]	-	0	-
Glycerin	[mg/l]	-	0	-

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

15. Messung

Datum: 07.12.2001
Uhrzeit: 7 Uhr 30
Besonderheit: - keine Probenahme im Zulauf möglich (kein Abwasser vorhanden)
- direkte Probenahme aus dem Fettabscheider, da Leitungen mit Fett verlegt
- Ablauf Probe starker Geruch nach Schwefelwasserstoff (wahrscheinlich durch anaerobe Verhältnisse, da der Schieber nahezu geschlossen und somit der Wasserzufluß äußerst gering war)

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	-	22	30
pH		-	3,63	4,95
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	5.790	2.420
CSB	[mg/l]	-	6.093	1.932
BSB_5	[mg/l]	-	3.600	1.500
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	15	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$5{,}0 \times 10^7$	$9{,}4 \times 10^4$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$1{,}6 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)	$5{,}2 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$1{,}3 \times 10^3$ (teilweise starke Lipolyse)	$8{,}0 \times 10^3$ (teilweise starke Lipolyse)
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	8,8	6,0
Triglyceride	[mg/l]	-	92	0
Glycerin	[mg/l]	-	12	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

16. Messung

Datum: 07.12.2001
Uhrzeit: 13 Uhr 30
Besonderheit: - keine Probenahme im Zulauf möglich (kein Abwasser vorhanden)
- Probenahme nach Durchspülung der Leitungen mit Wasser
- Ablauf Probe starker Geruch nach Schwefelwasserstoff (wahrscheinlich durch anaerobe Verhältnisse, da der Schieber nahezu geschlossen und somit der Wasserzufluß äußerst gering war)

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	
Temperatur	[°C]	-	32	25
pH		-	5,04	4,90
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	1.172	2.450
CSB	[mg/l]	-	1.303	2.142
BSB_5	[mg/l]	-	775	1.400
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	2,7	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$5,4 \times 10^5$	$5,5 \times 10^4$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$7,5 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$4,7 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$3,2 \times 10^4$ (teilweise starke Lipolyse)	$1,6 \times 10^4$ (teilweise starke Lipolyse)
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	80,4	24,4
Triglyceride	[mg/l]	-	0	0
Glycerin	[mg/l]	-	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

17. Messung

Datum: 10.12.2001
Uhrzeit: 8 Uhr 15
Besonderheit: - keine Probenahme im Zulauf möglich (kein Abwasser vorhanden)
- Ablauf Probe starker Geruch nach Schwefelwasserstoff (wahrscheinlich durch anaerobe Verhältnisse, da der Schieber nahezu geschlossen und somit der Wasserzufluß äußerst gering war)

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	-	23	22
pH		-	3,94	4,96
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	4.990	2.450
CSB	[mg/l]	-	4.621	1.973
BSB_5	[mg/l]	-	3.120	1.475
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	4,5	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$3{,}0 \times 10^7$	$1{,}6 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$3{,}6 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$8{,}1 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$2{,}7 \times 10^5$ (teilweise starke Lipolyse)	$5{,}4 \times 10^4$ (teilweise starke Lipolyse)
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	3	< 1
Triglyceride	[mg/l]	-	0	0
Glycerin	[mg/l]	-	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

18. Messung

Datum: 10.12.2001
Uhrzeit: 13 Uhr 30
Besonderheit: - keine Probenahme im Zulauf möglich (kein Abwasser vorhanden)
- Ablauf Probe starker Geruch nach Schwefelwasserstoff (wahrscheinlich durch anaerobe Verhältnisse, da der Schieber nahezu geschlossen und somit der Wasserzufluß äußerst gering war)

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	-	32	24
pH		-	5,49	4,92
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	1.624	2.460
CSB	[mg/l]	-	1.547	2.080
BSB_5	[mg/l]	-	867	1.330
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	14	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$2,5 \times 10^5$	$3,1 \times 10^4$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$2,3 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$7,8 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$9,6 \times 10^4$ (teilweise starke Lipolyse)	$1,4 \times 10^4$ (teilweise starke Lipolyse)
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	13,2	< 1
Triglyceride	[mg/l]	-	0	0
Glycerin	[mg/l]	-	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

19. Messung

Datum: 11.12.2001
Uhrzeit: 8 Uhr 40
Besonderheit: - keine Probenahme im Zulauf möglich (kein Abwasser vorhanden)
- Ablauf Probe starker Geruch nach Schwefelwasserstoff (wahrscheinlich durch anaerobe Verhältnisse, da der Schieber nahezu geschlossen und somit der Wasserzufluß äußerst gering war)

Parameter	Dimension	Zulauf	Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	-	32	23
pH		-	4,47	4,98
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	2.670	2.470
CSB	[mg/l]	-	2.146	2.098
BSB_5	[mg/l]	-	1.300	1.330
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	1,2	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$7,4 \times 10^7$	$1,7 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$5,9 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)	$4,9 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$1,4 \times 10^5$ (teilweise starke Lipolyse)	$3,6 \times 10^4$ (teilweise starke Lipolyse)
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	2,8	1,7
Triglyceride	[mg/l]	-	8	0
Glycerin	[mg/l]	-	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

20. Messung

Datum: 11.12.2001
Uhrzeit: 14 Uhr 30
Besonderheit: - keine Probenahme im Zulauf möglich (kein Abwasser vorhanden)
- Ablauf Probe starker Geruch nach Schwefelwasserstoff (wahrscheinlich durch anaerobe Verhältnisse, da der Schieber nahezu geschlossen und somit der Wasserzufluß äußerst gering war)

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf Kontrolle	Ablauf Probe
Temperatur	[°C]	-	30	23
PH		-	4,89	4,94
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	6.670	2.480
CSB	[mg/l]	-	3.682	2.007
BSB_5	[mg/l]	-	2.030	1.340
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	60	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$1,7 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$7,0 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$3,1 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$3,3 \times 10^5$ (teilweise starke Lipolyse)	$7,1 \times 10^4$ (teilweise starke Lipolyse)
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	5,0	< 1,0
Triglyceride	[mg/l]	-	13	0
Glycerin	[mg/l]	-	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

9.3. Zusatz des biologischen Präparats *Microbe Lift* in Verbindung mit *Zeo-Lift* zum Fettabscheider der *Jowe Kost*, Dortmund

9.3.1. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 29.04.2002 bis 06.05.2002 ohne Zusatz von *Microbe Lift*

1. Messung

Datum: 29.04.2002
Uhrzeit: 8 Uhr 00
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension		Ablauf
Temperatur	[°C]	37	34
pH		4,82	4,41
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	711	3.830
CSB	[mg/l]	1.329	3.129
BSB_5	[mg/l]	760	1.900
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	17	6
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$2,2 \times 10^7$	$4,7 \times 10^8$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$3,6 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$8,8 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$2,7 \times 10^6$	$5,8 \times 10^6$
lipophile Stoffe	[mg/l]	3,9	3,6
Triglyceride	[mg/l]	0	10
Glycerin	[mg/l]	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

2. Messung

Datum: 29.04.2002
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: keine

Parameter			Ablauf
Temperatur	[°C]	58	45,0
pH		5,10	4,59
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	2.560	1.796
CSB	[mg/l]	1.868	2.231
BSB_5	[mg/l]	1.000	1.350
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	14,0	1,3
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,9 \times 10^8$	$6,8 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$5,6 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)	$3,6 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$8,0 \times 10^6$	$9,0 \times 10^1$
lipophile Stoffe	[mg/l]	19,7	6,8
Triglyceride	[mg/l]	8	0
Glycerin	[mg/l]	6	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

3. Messung

Datum: 30.04.2002
Uhrzeit: 8 Uhr 00
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	25	32
pH		6,94	4,18
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.573	3.740
CSB	[mg/l]	8.717	4.483
BSB_5	[mg/l]	4.300	2.700
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	74	0,9
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,4 \times 10^7$	$1,5 \times 10^8$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$2,5 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$3,9 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$9,3 \times 10^5$	$8,1 \times 10^2$
lipophile Stoffe	[mg/l]	46,3	3,2
Triglyceride	[mg/l]	24	12
Glycerin	[mg/l]	3	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

4. Messung

Datum: 30.04.2002
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	42	38,4
pH		4,40	5,72
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	2.680	635
CSB	[mg/l]	653	3.894
BSB_5	[mg/l]	383	2.240
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	0,4	1,7
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,7 \times 10^7$	$7,2 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$9,3 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)	$6,9 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$9,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^3$
lipophile Stoffe	[mg/l]	1,3	5,6
Triglyceride	[mg/l]	0	0
Glycerin	[mg/l]	1	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

5. Messung

Datum: 02.05.2002
Uhrzeit: 8 Uhr 00
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	38	37
pH		7,27	4,31
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	2.720	3.790
CSB	[mg/l]	1.608	2.731
BSB_5	[mg/l]	930	1.830
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	10	0,8
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$2,7 \times 10^7$	$2,2 \times 10^8$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$4,0 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)	$1,3 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$1,4 \times 10^6$	$1,8 \times 10^2$
lipophile Stoffe	[mg/l]	3,2	1,3
Triglyceride	[mg/l]	0	0
Glycerin	[mg/l]	1	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

6. Messung

Datum: 02.05.2002
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	31	41
pH		4,74	4,24
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	735	1.553
CSB	[mg/l]	2.082	2.661
BSB_5	[mg/l]	1.130	1.640
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	6	< 0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$6,5 \times 10^7$	$9,6 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$9,6 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$1,7 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$2,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^3$
lipophile Stoffe	[mg/l]	210	6,2
Triglyceride	[mg/l]	16	12
Glycerin	[mg/l]	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

7. Messung

Datum: 03.05.2002
Uhrzeit: 8 Uhr 00
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	43	40
pH		7,09	4,51
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	652	2.690
CSB	[mg/l]	312	2.624
BSB_5	[mg/l]	210	1.800
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	0,2	0,2
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$2{,}0 \times 10^6$	$9{,}8 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$1{,}4 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)	$2{,}0 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$4{,}6 \times 10^4$	$2{,}5 \times 10^3$
lipophile Stoffe	[mg/l]	11,0	2,1
Triglyceride	[mg/l]	2	0
Glycerin	[mg/l]	1	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

8. Messung

Datum: 03.05.2002
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	25	39
pH		7,67	4,83
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	433	1.587
CSB	[mg/l]	33,9	2.613
BSB_5	[mg/l]	33	1.600
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	0,5	3,5
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$6,8 \times 10^5$	$7,4 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$3,6 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)	$1,1 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$6,1 \times 10^4$	$4,2 \times 10^2$
lipophile Stoffe	[mg/l]	> 1,0	4,0
Triglyceride	[mg/l]	2	10
Glycerin	[mg/l]	0	0

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

9. Messung

Datum: 06.05.2002
Uhrzeit: 8 Uhr 00
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension		Ablauf
Temperatur	[°C]	28	32
pH		7,34	3,85
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	1.815	3.960
CSB	[mg/l]	2.863	4.180
BSB_5	[mg/l]	1.467	2.450
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	35	1,0
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$3,6 \times 10^6$	$2,5 \times 10^8$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$7,3 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)	$5,3 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$4,0 \times 10^5$	$2,6 \times 10^5$
lipophile Stoffe	[mg/l]	65	1,7
Triglyceride	[mg/l]	18	12
Glycerin	[mg/l]	7	4

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

10. Messung

Datum: 06.05.2002
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	38	35
pH		3,75	3,81
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	2.430	3.300
CSB	[mg/l]	16.710	5.261
BSB_5	[mg/l]	9.200	3.100
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	210	0,1
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$9{,}1 \times 10^7$	$1{,}8 \times 10^8$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$4{,}6 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$5{,}1 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$4{,}9 \times 10^5$	$3{,}2 \times 10^2$
lipophile Stoffe	[mg/l]	93	3,4
Triglyceride	[mg/l]	18	26
Glycerin	[mg/l]	1	4

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

9.3.2. Beprobung des Fettabscheiders in der Zeit vom 10.06.2002 bis 14.06.2002 mit Zusatz von *Microbe Lift*

11. Messung

Datum: 10.06.2002
Uhrzeit: 8 Uhr 00
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	46	41
pH		4,47	4,21
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	2.920	5.230
CSB	[mg/l]	2.840	3.710
BSB_5	[mg/l]	1.830	1.740
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	12	0,7
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,3 \times 10^8$	$1,4 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$1,1 \times 10^4$ (Schwerpunkt: Hefen)	$6,2 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Schimmelpilze)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$2,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^3$
lipophile Stoffe	[mg/l]	24,8	4,8
Triglyceride	[mg/l]	0	0
Glycerin	[mg/l]	6	0,4

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

12. Messung

Datum: 10.06.2002
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	38	41
pH		3,90	4,72
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	849	1.461
CSB	[mg/l]	12.290	3.870
BSB_5	[mg/l]	6.700	2.200
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	26	6,5
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$4,3 \times 10^7$	$1,4 \times 10^8$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$1,7 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$6,9 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Schimmelpilze)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$3,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^2$
lipophile Stoffe	[mg/l]	37,5	24,2
Triglyceride	[mg/l]	10	18
Glycerin	[mg/l]	1	3

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

13. Messung

Datum: 11.06.2002
Uhrzeit: 8 Uhr 00
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	48	41
pH		7,43	3,87
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	698	3.510
CSB	[mg/l]	3.810	4.255
BSB_5	[mg/l]	2.035	3.000
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	44	4,5
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,7 \times 10^7$	$1,1 \times 10^8$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$6,0 \times 10^1$ (Schwerpunkt: Hefen)	$1,1 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$1,6 \times 10^3$	$2,0 \times 10^2$
lipophile Stoffe	[mg/l]	50	55
Triglyceride	[mg/l]	8	35
Glycerin	[mg/l]	0,2	0,7

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

14. Messung

Datum: 11.06.2002
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	
Temperatur	[°C]	37	33
pH		5,43	4,93
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	625	1.149
CSB	[mg/l]	1.640	1.390
BSB_5	[mg/l]	770	780
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	2,0	2,0
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$3{,}4 \times 10^7$	$1{,}5 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$1{,}7 \times 10^4$ (Schwerpunkt: Hefen)	$1{,}9 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$1{,}5 \times 10^5$	$9{,}0 \times 10^3$
lipophile Stoffe	[mg/l]	85	33
Triglyceride	[mg/l]	35	10
Glycerin	[mg/l]	0	2

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

15. Messung

Datum: 12.06.2002
Uhrzeit: 8 Uhr 00
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	42	40
pH		5,96	4,12
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	3.370	2.750
CSB	[mg/l]	15.040	4.305
BSB_5	[mg/l]	9.080	2.560
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	15	2,5
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,8 \times 10^6$	$7,3 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$2,0 \times 10^1$ (Schwerpunkt: Hefen)	$1,8 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$3,1 \times 10^4$	$7,0 \times 10^3$
lipophile Stoffe	[mg/l]	892	78
Triglyceride	[mg/l]	16	43
Glycerin	[mg/l]	0	0,9

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

16. Messung

Datum: 12.05.2002
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension		Ablauf
Temperatur	[°C]	32	39
pH		5,13	4,39
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	975	1.168
CSB	[mg/l]	27.390	4.750
BSB_5	[mg/l]	14.670	2.700
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	22	5,5
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$2{,}0 \times 10^6$	$3{,}3 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$4{,}0 \times 10^2$ (Schwerpunkt: Hefen)	$4{,}3 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$7{,}8 \times 10^4$	$4{,}1 \times 10^4$
lipophile Stoffe	[mg/l]	1.731	71
Triglyceride	[mg/l]	16	0
Glycerin	[mg/l]	0,2	2

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

17. Messung

Datum: 13.06.2002
Uhrzeit: 8 Uhr 00
Besonderheit: keine

Parameter		Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	37	41
pH		5,78	4,22
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	10.640	3.290
CSB	[mg/l]	7.610	2.520
BSB_5	[mg/l]	5.500	1.680
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	46	2,0
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,0 \times 10^7$	$7,3 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$1,0 \times 10^4$ (Schwerpunkt: Hefen)	$1,2 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$6,2 \times 10^5$	$1,9 \times 10^3$
lipophile Stoffe	[mg/l]	90	46
Triglyceride	[mg/l]	0	10
Glycerin	[mg/l]	9	0,4

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

18. Messung

Datum: 13.06.2002
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: keine

Parameter	Dimension	Zulauf	
Temperatur	[°C]	32	45
pH		4,53	3,74
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	882	1.358
CSB	[mg/l]	24.860	3.290
BSB_5	[mg/l]	9.800	1.735
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	130	5,0
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$1,5 \times 10^8$	$1,3 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$1,7 \times 10^4$ (Schwerpunkt: Hefen)	$1,7 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$2,9 \times 10^6$	$4,6 \times 10^2$
lipophile Stoffe	[mg/l]	154	101
Triglyceride	[mg/l]	12	22
Glycerin	[mg/l]	1	0,2

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

19. Messung

Datum: 14.06.2002
Uhrzeit: 8 Uhr 00
Besonderheit: keine

Parameter		Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	41	40
pH		6,47	3,43
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	3.950	3.170
CSB	[mg/l]	5.490	3.520
BSB_5	[mg/l]	3.450	2.100
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	40	9,0
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	$6,8 \times 10^6$	$6,4 \times 10^7$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	$5,8 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)	$1,3 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	$2,8 \times 10^5$	$1,2 \times 10^3$
lipophile Stoffe	[mg/l]	357	79
Triglyceride	[mg/l]	51	22
Glycerin	[mg/l]	5	5

© 2002 All rights reserved by GEK mbH

20. Messung

Datum: 14.06.2002
Uhrzeit: 14 Uhr
Besonderheit: kein Wasserfluß im Zulauf zum Fettabscheider

Parameter	Dimension	Zulauf	Ablauf
Temperatur	[°C]	-	36
pH		-	3,80
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	-	1.610
CSB	[mg/l]	-	3.600
BSB_5	[mg/l]	-	2.050
absetzbare Stoffe, 2h	[ml/l]	-	3,5
Gesamtkeimzahl	[KBE/ml]	-	$1,2 \times 10^6$
Schimmelpilze und Hefen	[KBE/ml]	-	$6,8 \times 10^3$ (Schwerpunkt: Hefen)
bakterielle Lipolyten	[KBE/ml]	-	$3,3 \times 10^2$
lipophile Stoffe	[mg/l]	-	33
Triglyceride	[mg/l]	-	12
Glycerin	[mg/l]	-	3

© 2002 All rights reserved by GEK mbH