



Versuch Nr.

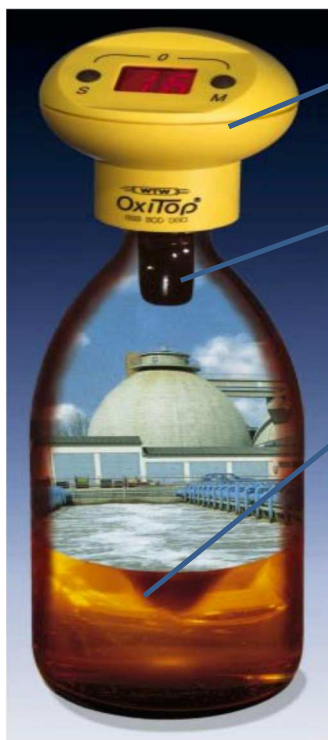
15

Biochemischer Sauerstoffbedarf [mg/l] BSB₅

- respirometrische Methode -

- Druck-Sensor-Methode -

© PG-1995-Stand: 03.05.2018



Drucksensor
Erfasst den Sauerstoffverbrauch
Verschließt die Flasche luftdicht

Kecher zur Aufnahme von
Natriumhydroxydplättchen
Dienen der Adsorption von CO₂

Bakterien in der Wasserprobe „fressen“ leicht
abbaubare Organik (C-Verbindungen)
unter O₂-Verbrauch! ⇒ Messwertanzeige!

Achtung!

Dieses Dokument enthält die Beschreibung des BSB-Analyseverfahrens.

Für ihre Ausarbeitung / Laborberichte müssen Sie

die im Kapitel 2 „Aufgabenstellung“ angeführten Bearbeitungspunkte alle erfüllen!!





Labor-Praktikum zur **Bachelor LV Modul-23020-WaVers**

AUFGABENSTELLUNG

1. Bedeutung des BSB in der Abwasserreinigung/-analyse kurz beschreiben (Begriffsbestimmung).
2. **Die** BSB-Ablesewerte für ihre Proben (nachstehende **Tab. 2, Seite 9** und **S. 10**) wurden mit den Tagesmessungen der beprobten Kläranlage verglichen und ggf. ergänzt/ersetzt. Bitte die **Tab. 2** ihrer Gruppe d auswerten (BSB₅-Ablesewert x Faktor) sowie die Grunddaten (Entnahmestelle, Probenvolumen, Faktor) in **Tab. 2** vervollständigen.
3. **Stellen** Sie die Ergebnisse aus Tab. 2 in einem Excel-Diagramm mit geeignetem Maßstab dar.
4. **Wird** der BSB-Überwachungswert am Ablauf-Nachklärbecken eingehalten? **Hilfe:** Tabelle im Skript/Literatur: Kläranlage Beuerbach gehört mit einem Anschlußwert von 10.001 - 100.000 Einwohnern zur **Größenklasse Nr.: 4**
5. **Warum** nimmt man bei der BSB-Bestimmung für Kläranlagen-Zuläufe eine kleinere Probenmenge als bei Kläranlagen-Abläufen (wurde im Labor-Praktikum erklärt!)?
6. **Welchen** Wert nimmt das **BSB/CSB-Verhältnis** von kommunalem Roh-Abwasser (Kläranlagen-Zulauf) in der Regel ein und was sagt dieses Verhältnis aus (s. Skript „Labor-Klärtechnik“)?

AUSARBEITUNGSHILFEN

Als Ausarbeitungshilfe für alle Praktikerversuche dient das **Skript „Labor-Klärtechnik“** sowie die Beschreibung aller Praktikerversuche.

Hilfe für die u.a. Aufgabenstellung:

Skript „Labor-Klärtechnik“ Kap. „Abwasser Überwachungswerte - Rechtliche Aspekte“, dort: „**Tab.: Anforderungen an kommunales Abwasser nach Anhang-1 der AbwV vom 21.3.1997**“

Das **Skript „Labor-Klärtechnik“**, die Beschreibung aller Praktikerversuche und die dazugehörige Aufgabenstellungen mit Analysedaten sind zum Download hinterlegt unter:

❖ <http://www.paulguckelsberger.de/BachelorPraktika.htm>

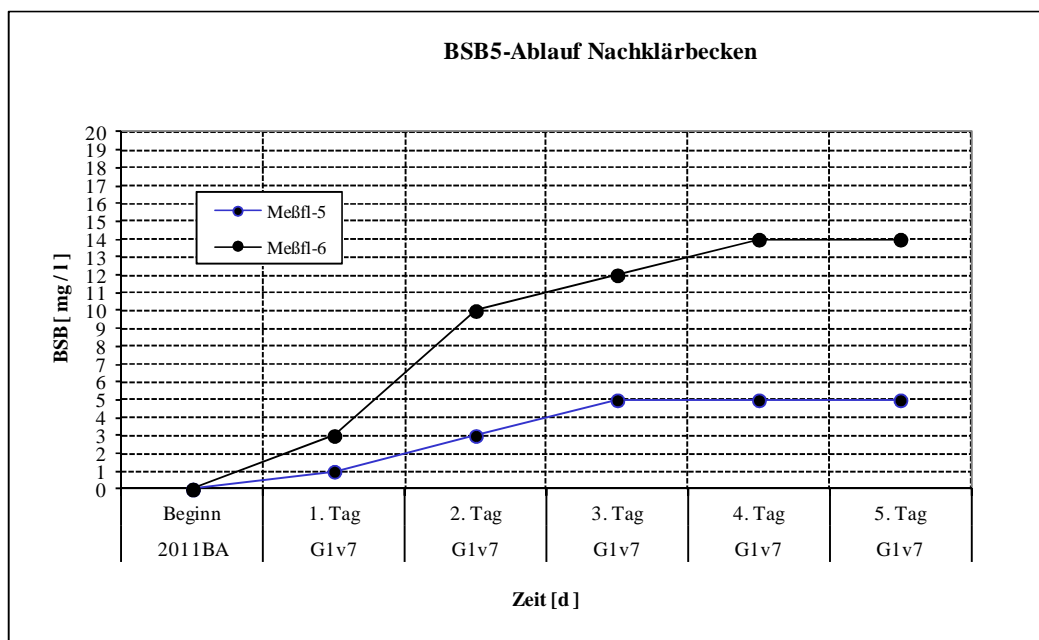
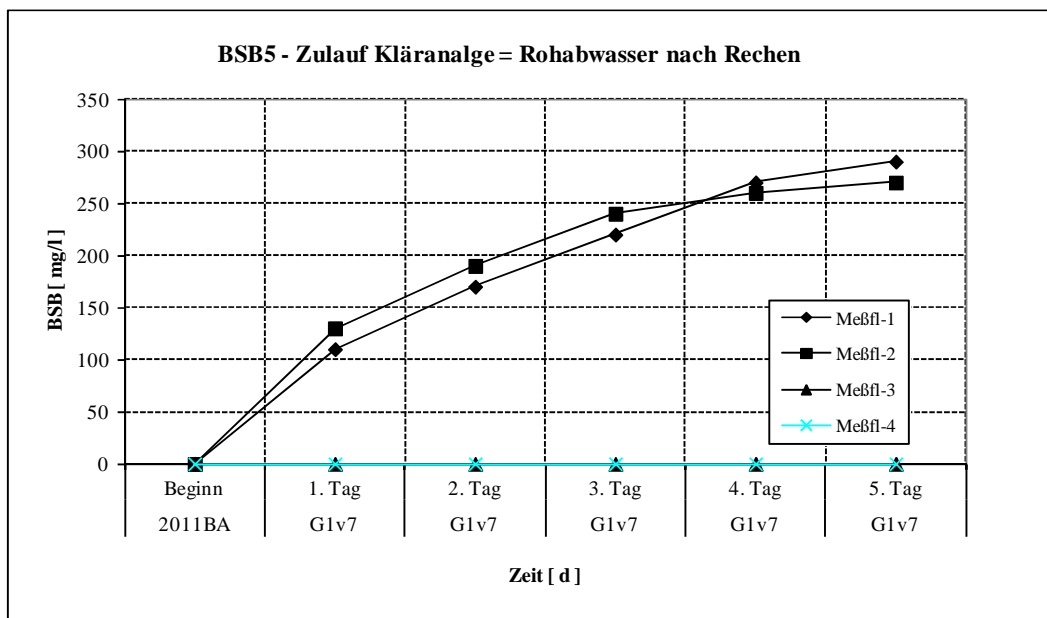
Darüber hinaus haben die Studierenden eigenständige Literatur & Internetrecherchen für die Bearbeitung ihrer Aufgabenstellung anzustellen. Literatur- und Internetauszüge die verwendet werden, sind in der Ausarbeitung als Quelle anzugeben (Autor, Titel, Verlag, Jahr; Link+Link-Datum).



Labor-Praktikum zur **Bachelor LV Modul-23020-WaVers**

BEISPIEL: GRAPHISCHE AUSWERTUNG (EXCEL-DIAGRAMM)^

D a t u m		Meßfl-1	Meßfl-2	Meßfl-3	Meßfl-4	Meßfl-5	Meßfl-6
		Zul_KA	Abl_VK			Abl_NK	Abl_NK
2011BA	Beginn	0	0	0	0	0	0
G1v7	1. Tag	110	130	0	0	1	3
G1v7	2. Tag	170	190	0	0	3	10
G1v7	3. Tag	220	240	0	0	5	12
G1v7	4. Tag	270	260	0	0	5	14
G1v7	5. Tag	290	270	0	0	5	14





Labor-Praktikum zur **Bachelor LV Modul-23020-WaVers**

Die Proben für die manometrische BSB₅-Messung über Drucksensoren werden i.d.R. am Kläranlagen-Zulauf (nach Rechen) am Ablauf der mechanischen Vorreinigung (Ablauf-Vorklär- bzw. Absetzbecken) und am Ablauf der letzten Klärstufe (Ablauf-NachklärBecken NB), genommen. Festzuhalten ist dabei folgendes:

Probe Nr.	Probenahmestelle	Entnahmemenge [L]



Abb. 1: Erste Probenahmestelle nach dem Rechenbauwerk = Zulauf zum Sand- und Fettfang

Da die BSB-Analyse erst **nach 5 Tagen** das endgültige Ergebnis liefert und damit zeitlich einen relativ hohen Aufwand erfordert, wird eine BSB-Analyse zur Sicherheit als Doppel-Analyse durchgeführt. D.h. eine Probe wird zweimal angesetzt. Sofern die Ergebnisse der beiden identischen Proben stark voneinander abweichen, kann die Fehlmessung meist erkannt und die richtige Messung ins Analyseprotokoll aufgenommen werden (der Analyseaufwand war nicht umsonst). Aufgrund der o.g. Doppelbestimmung sind demnach insgesamt 6 BSB-Analysen durchzuführen:

2-mal Probe Nr. 1:

2-mal Probe Nr. 2:

2-mal Probe Nr. 3:

1. Vorbereitung der Wasserprobe

1.1 pH-Wert der Abwasserprobe prüfen

Günstigste pH-Wert für biochemische Oxidation: pH 6,5 - 7,5.

Zu hohen pH-Wert mit Schwefelsäure, zu niedrigen pH-Wert mit Natronlauge auf pH 6,5 und 7,5 einstellen.

1.2 Wasserprobe mischen, kurz absetzen lassen, ggf. abfiltrieren oder homogenisieren

Je nach Beschaffenheit des Abwassers (z.B. Fabrikabwasser, Oberflächenwasser, Molkereiabwasser etc.) Probe vorbehandeln: Faserhaltige Proben homogenisieren; Algenhaltige Proben filtrieren. BSB₅-Meßergebnisse sind nur vergleichbar, wenn gleiche Vorbehandlung erfolgt.

1.3 Ca. 300 ml Zulaufprobe (1), 300 ml Ablauf-VB¹ (2) in entspr. Beschriftete Kolben / Bechergläser geben und mit Dispergiergerät (Aufschlaggerät) ½ - 1 Min. homogenisieren

1 VB = VorklärBecken (z.B. Vorklärbecken, MehrKammerGrube o.ä.)



Labor-Praktikum zur **Bachelor LV Modul-23020-WaVers**

Achtung !:

- Vor Inbetriebnahme Gerät in das Probemedium eintauchen.
- immer mit kleinster Drehzahlstufe beginnen
- Zulaufproben bei ca. 25.000 U aufschlagen.

- | | |
|-----|---|
| 1.4 | Ca. 500 ml <u>nicht</u> homogenisierte <u>Ablauf</u> probe-NB in beschriftete Bechergläser geben. |
| 1.5 | Spülen der Braunglas-Messflaschen mit dem Probenwasser, evtl. mit Trinkwasser. |
| 1.6 | Nitrifikationshemmer B: 10 Tropfen pro Flasche zur Hemmung der Nitrifikation (Stickstoffoxidation) in die Messflaschen mit dem „ <u>Ablauf</u> -NB“ geben. |

Achtung ! Nitrifikationshemmer nicht in die Zulaufprobe geben!

NitriHemmer insbesondere dann zugeben, wenn Abwassertemperatur > 10 °C, da in diesem Fall die Nitrifikation früher (vor 5 Tagen) einsetzt und somit das Ergebnis verfälschen kann.

Nitrobakterien zehren ebenfalls Sauerstoff. Diese Zehrung setzt im Allgemeinen erst zwischen dem 5. und 7. Tag ein. In bestimmten Fällen kann sie aber auch früher einsetzen. Bei der BSB-Bestimmung soll normalerweise die Sauerstoffzehrung durch Nitrobakterien nicht erfaßt werden. Mit „Nitrifikationshemmer“ kann die Nitrifikation unterbunden werden. Soll der Sauerstoffbedarf durch Nitrifizierung ermittelt werden, wird eine Probe mit und eine zweite ohne Nitrifikationshemmer B angesetzt. Differenz der Meßwerte = Sauerstoffbedarf der Nitrobakterien.

2. Vorbereiten der Messung
 - 2.1 Meßbereich abschätzen und zugehörige Probemenge in Braunglasflaschen abfüllen.

Probemenge über den abgeschätzten Meßbereich (Tab. 1.0) wählen, mit Überlaufmeßkolben abmessen und über Trichter in die Braunglasmeßflaschen einfüllen (auf gleichm. Verteilung der Schwebstoffe achten). Im Allgemeinen wird für den Zulauf kommunaler Kläranlagen die Probenmenge von 157 ml oder 164 ml (Meßbereich 0-350 mg/l BSB, entsprechend der Skala) und für den Kläranlagenablauf eine Probenmenge von 428 ml (Meßbereich 0-35 mg/l BSB, jeder Skalenstrich = 1 mg/l BSB) verwendet. Hier werden zur Füllung der Meßflaschen also folgende Abwasservolumen eingesetzt:

Probe Nr.	Probenvolumen [ml]	Meßflasche Nr.	Bemerkung
1	157	1	
1	157	2	
2	428	3	
2	428	4	



Labor-Praktikum zur **Bachelor LV Modul-23020-WaVers**

2.2 **Sauberes Magnetrührstäbchen** in jede Probeflasche geben.

2.3 **Kohlendioxidabsorber in trockenen nicht gefetteten Köcher geben.**

Mit Pipette 2 Tropfen 45%-iges Kaliumhydroxid (= Kalilauge) in jeden Köcher füllen und Köcher in die Flaschen einhängen (Köcher keinesfalls fetten). Statt 2 Tropfen 45%-iges Kaliumhydroxid kann man auch 2 bis 4 Natriumhydroxidplättchen (mind. 2 Stck.) mit Pinzette (ätzend!) in jeden Köcher geben.

2.4 **Temperatenausgleich und Inbetriebnahme**

Flaschen auf BSB-Rühreinheit in Themoschrank stellen, in Betrieb setzen und etwa 30 Minuten lang bei 20 °C und offenen Flaschen vortemperieren.

Das DIN-Standardverfahren schreibt für die BSB-5-Bestimmung eine konstante Inkubationstemperatur von 20 °C vor. Abweichende oder schwankende Temperaturen haben einen erheblichen Einfluß auf die Meßergebnisse. Eine Temperaturdifferenz von 1 - 1,5 °C führt zu Meßwertabweichungen von 5 - 10 %. Eine konstante Temperatur ist deshalb wichtig.

2.5 **Verschließen und Messbeginn.** Luft einblasen, BSB-Sensoren auf Meßflaschen aufsetzen und sorgfältig schließen, da das System absolut dicht sein muß. Datum und Uhrzeit des Meßbeginns in das Meßprotokoll eintragen.

Hinweis: Verwenden Sie für die Aqualytic BSB/BOD-Sensoren sowie für die Köcher keinesfalls Fette oder sonstige Schmierstoffe als zusätzliches Dichtungsmittel. Solche Produkte können Lösungsmittel enthalten, die den Korpus der Sensoren angreifen. Dies kann zu schweren Schäden am Kunststoffgehäuse bis zum Ausfall der Sensoren führen.

2.6 Messbeginn – Nulleinstellung

Sensortasten **S** und **M** gleichzeitig 2 Sekunden drücken, dabei wechselt die Anzeige auf **00**. Gespeicherte Werte werdendabei gelöscht. Danach die Sensortasten loslassen.

Die BSB5-Messung ist damit aktiviert!

Probeflaschen in die Rühreinheit stellen und den Motor der Rühreinheit einschalten. Die Probe muß nun für 5 Tage auf 20°C temperiert und gleichmäßig gerührt werden. Nach Erreichen der Meßtemperatur (frühestens nach 1 Stunde, spätestens nach 3 Stunden) beginnen die Sensoren die BSB5-Messung.

Das Probenwasser sollte nach Möglichkeit vor der Messung 20°C haben. Dadurch werden Unter- oder Überdrücke im System vermieden. Die Auto-Start-Funktion der Sensoren ist eine zusätzliche Hilfe. Sie startet die BSB5-Messung erst, wenn keine Druckveränderung mehr im System auftritt. Infolge der dadurch bedingten Zeitverzögerung können geringe Abweichungen bei der Messung auftreten.

3. Auswertung der Messung

3.1 **Die BSB/BOD-Sensoren** bilden alle 24 Stunden für maximal 5 Tage einen Meßwert, der automatisch über die Memory-Funktion abgespeichert wird. Der aktuelle Tagesmeßwert kann jedoch durch Drücken der Sensortaste **M** (1 Sekunde) abgefragt werden.

3.2 **Ergebnisse ablesen und protokollieren:** Nach Ablauf von 5 Tagen werden die jeweiligen Tageswerte abgelesen. Durch Drücken der Sensortaste **S** werden sie in ihrer Reihenfolge angezeigt, ins Messprotokoll eintragen mit dem Faktor (Tab. 1.0) der eingefüllten Probemenge multiplizieren und ein Diagramm erstellen. Die BSB-Aufzeichnung kritisch auswerten. Bei Verdünnung der Proben Verdünnungsfaktor beachten



Labor-Praktikum zur **Bachelor LV Modul-23020-WaVers**

1. Displayanzeige : 1. Messtag 2. Displayanzeige : 1. Tagesmesswert

Durch erneutes Drücken der Sensortaste „S“ erscheinen die Tage 2, 3, 4 und 5 mit ihren jeweiligen Meßwerten. Diese Meßwerte sind nun mit dem - nach dem Probenvolumen - zugeordneten Faktor zu multiplizieren, womit man die endgültigen Meßergebnisse in [mg BSB₅ pro Literl] erhält.

Beispiel: Messbereich : 0-400 mg/l
Probenvolumen : 157 ml (Überlaufmeßkolben)
Faktor : **10** (s. Tab. 1.0 unten)

<u>Auswertung:</u>	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
<u>Sensor-Anzeige:</u>	15	22	24	25	26

$$\text{BSB}_5 \text{ [mg/l]} = \text{Sensor-Anzeige} \times \text{Faktor}$$

1. Tag $\text{BSB}_5 \text{ [mg/l]} = 15 \times 10 = 150 \text{ mg BSB}_5/\text{l}$

BSB₅ [mg/l]:	150	220	240	250	260
--------------------------------	------------	-----	-----	-----	-----

Diese Meßergebnisse werden anschließend in ein Diagramm übertragen und kritisch bewertet.

Tab. 1.0: Meßbereichabhängige Probemengen u. Multiplikations-Faktoren

Meßbereich [mg BSB ₅ /l]	Probemenge [ml]	Faktor [-]	Bemerkung
0 bis 40	428	1	z.B. gereinigtes Awas- ser (Ablauf Kläranlage)
0 bis 80	360	2	
0 bis 200	244	5	
0 bis 400	157	10	z.B. Rohabwasser (Zu- lauf Kläranlage)
0 bis 800	94	20	
0 bis 2.000	56	50	
0 bis 4.000	21,7	100	

Quelle: [A10]



Labor-Praktikum zur **Bachelor LV Modul-23020-WaVers**

15.3 ABLESUNG UND ERGEBNISAUSWERTUNG

Ablesedaten für Gruppe I und 2!!

Achtung: Einige Ablesewerte (Abl) sind nach Tab. 1 (S. 8) je nach verwendeter Probemenge mit einem Faktor (F) zu multiplizieren!

Tab. 2.0 : Ablesungen am BSB-Sensor und Umrechnung in BSB5 [mg/l]

Meßflasche Nr.			1	2	3	4	5	Bemerkung
Entnahmestelle			Zul-KA (*)	Abl-VK	Abl-NK			
Probenvolumen angesetzt. [ml]			157		428			
Faktor F (siehe Tab. 1)								
Verdünnung								
Datum	Uhr							
Start		Ablesung	0		0			
		Abl. x F						
1. Tag		Ablesung	13		2			
		Abl. x F						
2. Tag		Ablesung	21,5		4			
		Abl. x F						
3. Tag		Ablesung	27,5		7			
		Abl. x F						
4. Tag		Ablesung	30,6		9			
		Abl. x F						
5. Tag		Ablesung	32,5		10			
		Abl. x F						
		Ablesung						
		Abl. x F						

(*) **Zul-KA** = Zulaufwasser nach dem Rechen = Rohabwasser ohne Rechengut (sperrige Feststoffe)
Abl-VK = Ablaufwasser des Vorklärbeckens = Absetzbecken = Endstufe der mechan. Reinigung
Abl-NK = Ablaufwasser des Nachklärbeckens = letzte Reinigungsstufe ⇒ Einleitung in ein Gewässer



Labor-Praktikum zur **Bachelor LV Modul-23020-WaVers**

15.3 ABLESUNG UND ERGEBNISAUSWERTUNG

Ablesedaten für Gruppe 3, 4 und 5!!

Achtung: Einige Ablesewerte (Abl) sind nach Tab. 1 (S. 8) je nach verwendeter Probemenge mit einem Faktor (F) zu multiplizieren!

Tab. 2.0 : Ablesungen am BSB-Sensor **und Umrechnung in BSB5** [mg/l]

Meßflasche Nr.			1	2	3	4	5	Bemerkung
Entnahmestelle			Zul-KA (*)	Abl-VK	Abl-NK			
Probenvolumen angesetzt. [ml]			157		428			
Faktor F (siehe Tab. 1)								
Verdünnung								
Datum	Uhr							
Start		Ablesung	0		0			
		Abl. x F						
1. Tag		Ablesung	14		2			
		Abl. x F						
2. Tag		Ablesung	23		4			
		Abl. x F						
3. Tag		Ablesung	29		4			
		Abl. x F						
4. Tag		Ablesung	32		6			
		Abl. x F						
5. Tag		Ablesung	33		7			
		Abl. x F						
		Ablesung						
		Abl. x F						

(*) **Zul-KA** = Zulaufwasser nach dem Rechen = Rohabwasser ohne Rechengut (sperrige Feststoffe)
Abl-VK = Ablaufwasser des Vorklärbeckens = Absetzbecken = Endstufe der mechan. Reinigung
Abl-NK = Ablaufwasser des Nachklärbeckens = letzte Reinigungsstufe ⇒ Einleitung in ein Gewässer



Labor-Praktikum zur **Bachelor LV Modul-23020-WaVers**



15.3.1 BSB₅-MEßDIAGRAMM FÜR IHRE PROBEN

Diagramm in Excel (Beispiel oben) oder per Hand erstellen, hier einfügen oder beifügen!



Labor-Praktikum zur **Bachelor LV Modul-23020-WaVers**

KURZFASSUNG-BSB₅-ANALYSE FÜR ABWASSER MIT DRUCKSENSOR

Kläranlagen- <u>Z</u> ulaufwasser nach Rechen oder nach VKB	Kläranlagen- <u>A</u> blaufwasser nach Nachklärbecken	
Probe Schütteln, ggf. mit Aufschlaggerät 1-2 Minuten homogenisieren	Kein Homogenisieren erforderlich	
Magnetrührstäbchen in jede BSB-Flasche geben	Magnetrührstäbchen in jede BSB-Flasche geben	
157 ml Probe mit Überlaufmeßkolben abfüllen und mit Trichter (Trichter anheben) zügig in die BSB-Flasche kippen.	428 ml Probe mit Überlaufmeßkolben abfüllen und mittel Trichter (Trichter anheben) zügig in die BSB-Flasche kippen.	
Keinen Nitrifikationshemmer in die BSB-Flasche tropfen	Ggf. 10 Tropfen Nitrifikationshemmer in die BSB-Flasche tropfen	
Kecher einsetzen und 3-4 Natriumhydroxid-Plätzchen mit Pinzette in den Kecher legen.	Kecher einsetzen und 3-4 Natriumhydroxid-Plätzchen mit Pinzette in den Kecher legen.	
BSB-Flaschen 5-10 Minuten offen bei 18 bis 25 stehen lassen	BSB-Flaschen 5-10 Minuten offen bei 18 bis 25 stehen lassen	
BSB-Flaschen mit Drucksensorkopf luftdicht zudrehen - Nicht zu fest drehen sonst Gewindeschaden	BSB-Flaschen mit Drucksensorkopf luftdicht zudrehen - Nicht zu fest drehen sonst Gewindeschaden	
Alle BSB-Flaschen in Temperierschrank (19-21 °C) stellen. Beide Knöpfe am Flaschenkopf so lange und gleichzeitig drücken bis 00 erscheint. Schrank schließen und nach 5 Tagen ablesen	Alle BSB-Flaschen in Temperierschrank (19-21°C) stellen. Beide Flaschenkopf-Knöpfe so lange und gleichzeitig drücken bis 00 erscheint. Schrank schließen. Nach 5 Tagen ablesen	