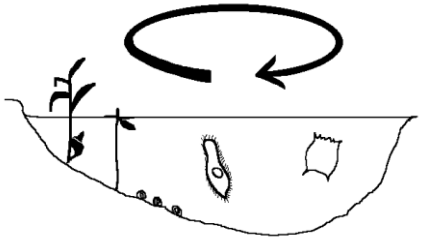
Hochschule Ravensburg-Weingarten
Technik | Wirtschaft | Sozialwesen

HOCHSCHULE KONSTANZ
TECHNIK, WIRTSCHAFT UND GESTALTUNG

Evaluierung eines Probeteilers für limnologische Anwendungen

Projektarbeit
angefertigt im LimSa Gewässerbüro



Graf Irina

Gliederung

- Aufgabenstellung
- Einführung
- Bestimmung des Zooplantongehaltes
- Probenteilung nach Geller
- Vorgehensweise
- Ergebnisse
- Verbesserungsvorschläge
- Quellen

Aufgabenstellung

- Untersucht: Subsampling-Methode nach Geller
- Überprüfung: Gleichwertigkeit der Teilproben untereinander, sowie der Fehler
- Mit Ersatzpartikeln im Mikro (<200 µm)- und Mesobereich (200 µm – 2000 µm)
- Verbesserung der Methode

Einführung

Zur Bewertung eines Gewässers:

→ laufend Untersuchungen und Auswertungen

→ langfristiges Untersuchungsprogramm

→physikalischen und chemischen Eigenschaften

→Stoff- und Energiehaushalts

→biologisch-ökologische Struktur und Funktion

→Artenvielfalt und – zusammensetzung

- Phytoplankton und Zooplankton

  → Ungleichverteilung im Jahresverlauf und Vertikal –und Horizontalwanderungen

Bestimmung des Zooplanktongehaltes

- Entnahme: Netze, Wasserschöpfer, Wasserpumpen
- Fixierung der Organismenproben
- Aliquote → homogene Verteilung Voraussetzung!

- Zählen einer Planktonprobe:
  - Herstellen einer geeigneten Teilprobe (volumen-, flächenäquivalente Methoden)
  - Einfüllen des Planktons in die Zählkammer (Röhren- , Utermöhlkammer)
  - zählen selbst (Mikroskop oder Stereolupe)
  - Berechnung des Plantongehaltes der Gesamtprobe

Probenteilung nach Geller

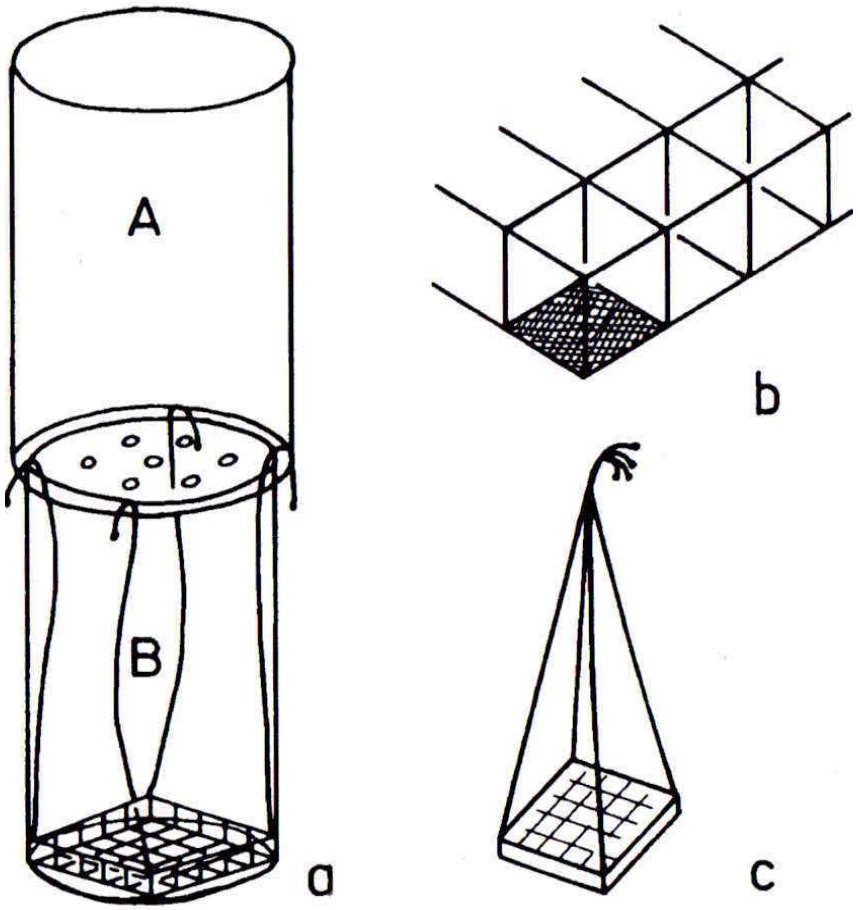


Tabelle 1: Abmessungen des Probenteilers (Quelle: Schwoerbel, 1986)

Abmessungen des Probenteilers und Größe der Teilproben (Schwoerbel, 1986 S.69):	
Bodenfläche der Sedimentationskammer:	150 cm²
Gesamtfläche des Flächenteilers:	100 cm²
Fläche einer der 25 Probenteilkammern:	4 cm²
Der Flächenteiler erfasst:	66,8%
Eine Probenteilkammer erfasst:	2,67 ± 0,5%

Abbildung 1: Subsampler für Zooplanktonproben nach Geller. a Einfüllkammer . 4l, Bodenlochung von 5 mm Durchmesser (A) und Sedimentierkammer (B) mit Flächenteiler; b Teilansicht des Flächenteilers mit eingeklebter Gaze; c Flächenteiler mit Schnüren (Quelle: Schwoerbel, 1986)

Probenteilung nach Geller

Versuchsdurchführung:

1. Flächenteiler in Sedimentierkammer
2. 0,5 l Wasser einfüllen
3. Probe in 4 l Rundkolben, gleichmäßig suspendieren
4. Probe in Einfüllkammer, durchlaufen lassen
5. Nachspülen mit 1 l Wasser
6. 30 Minuten sedimentieren
7. Flächenteiler entnehmen, in mit Wasser gefüllte Schale
8. Teilproben entnehmen, auszählen

Vorgehensweise

- Herstellung von Ersatzpartikeln im Mikro (<200 µm) - und Mesobereich (200 µm - 2000 µm)
- Bestimmung der Sinkgeschwindigkeit von Zooplanktonproben und Ersatzpartikeln zur Ermittlung der Reynoldszahl
- Versuche mit Ersatzpartikeln
- Statistische Auswertung mittels Excel und SigmaPlot®
- Ideenentwicklung zur Verbesserung der Methode

Ergebnisse

Herstellung von Ersatzpartikeln

- Partikel aus POM, $\rho = 1{,}39\ g/cm^3$

  Größenfraktionen:
  - 1000 µm – 1400 µm, Farbe: Blau
  - 500 µm – 710 µm, Farbe: Grün
  - 125 µm – 250 µm, Farbe: Rot

- Partikel aus PVC, $\rho = 1{,}10\ g/cm^3$

  Größenfraktionen:
  - 710 µm – 1000 µm, Farbe: Weiß
  - 250 µm – 355 µm, Farbe: Weiß

Ergebnisse

Bestimmung der Sinkgeschwindigkeit

$$Re = \frac{w * d * \rho fl}{\eta}$$

w= Sinkgeschwindigkeit des Partikels (m/s)
d= Durchmesser des Partikels (m)
ρfl= Dichte des Fluids (kg/m³)
η= Viskosität des Fluids (Pa*s)

Tabelle 2: Sinkgeschwindigkeits- und Reynoldszahlbestimmung von Zooplankton und Ersatzpartikeln

Partikel/Farbe	Zooplankton	POM/Blau	POM/Grün	POM/Rot	PVC/Weiß	PVC/Weiß
Größe von-bis/µm	500-1000	1000-1400	500-710	125-250	710-1000	250-355
Durchschn. Sinkgeschwin-digkeit w/ m/s	0,001551	0,060305	0,012286	0,002849	0,010194	0,002863
Durchschn. Reynoldszahl	1,161039	72,236153	7,419746	0,533207	8,699796	0,864606

Ergebnisse

Versuche mit Ersatzpartikeln und Auswertung

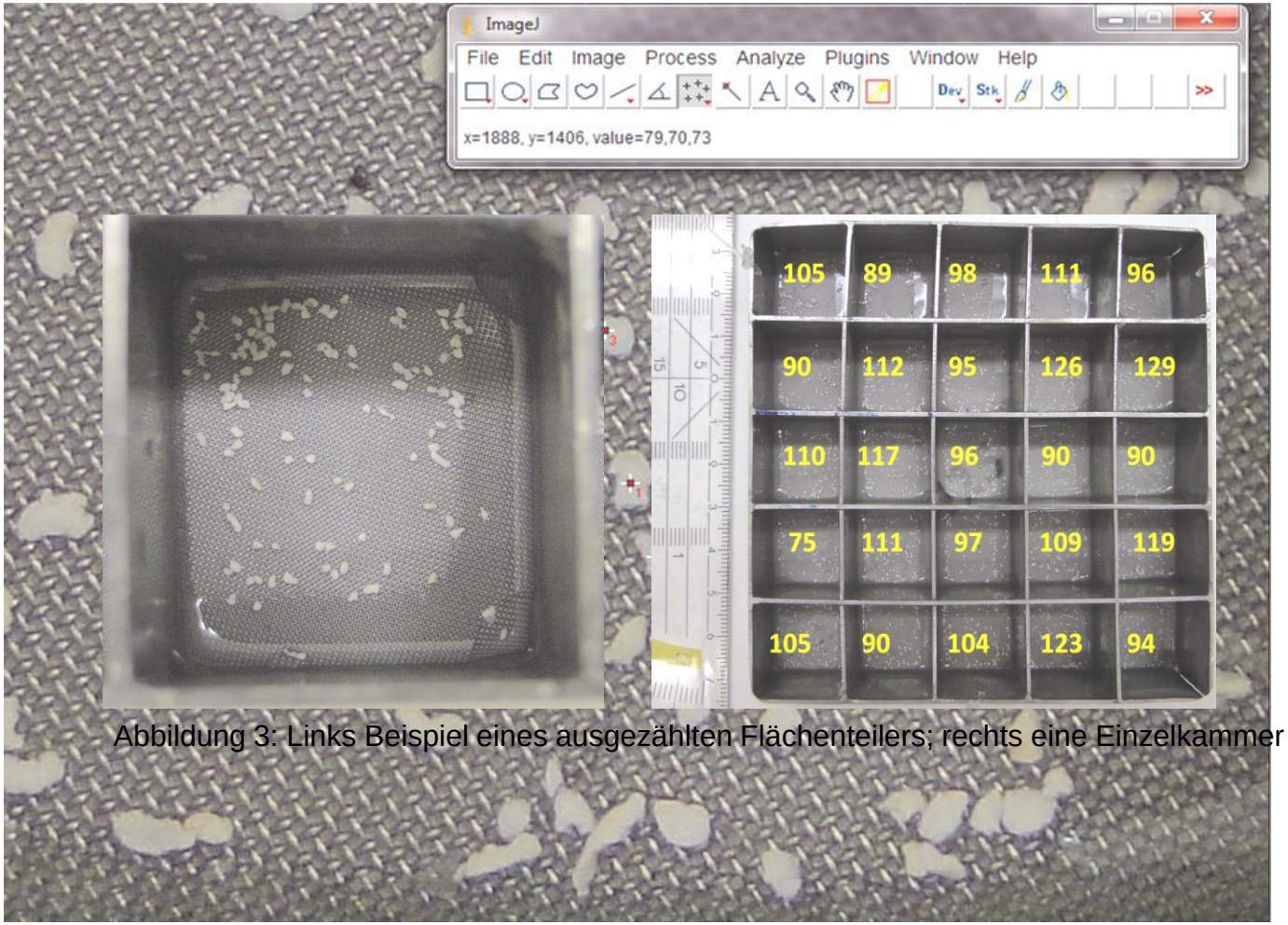


Abbildung 3: Links Beispiel eines ausgezählten Flächenteilers; rechts eine Einzelkammer

Abbildung 2: Screenshot der Ersatzpartikel nach Sedimentation, bearbeitet und gezählt mit ImageJ

Ergebnisse

Versuche mit Ersatzpartikeln und Auswertung

Tabelle 4: Abmessungen des Probenteilers (Quelle: Schwoerbel, 1986)

Abmessungen des Probenteilers und Größe der Teilproben (Schwoerbel, 1986 S.69):	
Der Flächenteiler erfasst:	66,8% der Probe
Eine Probenteilkammer erfasst:	2,67 ± 0,5% Probe

Tabelle 3: Versuchsergebnisse Einfüllkammer 1

Versuch	Durchschn. Partikelanzahl in Teilkammer / %-Anteil		Partikel gesamt in Flächenteiler / %-Anteil		Partikel gesamt in Probe	Standard-abw.	Bei 0,5% Abweichung	Normalverteilt	χ^2	p / %-Anteil	
1	111,40	2,61	2785	65,18	4273	14,33	21,37	Nein	44,22	0,0072	0,72
2	101,16	2,57	2529	64,37	3929	14,34	19,65	Ja	48,77	0,0020	0,20
3	132,76	2,56	3319	64,12	5176	15,37	25,88	Ja	42,70	0,0108	1,08
4	103,80	2,34	2595	58,62	4427	13,49	22,14	Ja	42,08	0,0126	1,26
5	107,52	2,56	2688	63,89	4207	12,82	21,04	Ja	36,67	0,0472	4,72
6	103,24	2,58	2581	64,53	4000	13,41	20,00	Ja	41,83	0,0135	1,35
7	93,84	2,50	2346	62,59	3748	9,97	18,74	Ja	25,40	0,3844	38,44
8	106,44	2,54	2661	63,39	4198	15,56	20,99	Ja	54,61	0,0004	0,04
9	101,76	2,48	2544	62,08	4098	19,82	20,49	Ja	92,67	0,0000	0,00
10	97,76	2,47	2444	61,64	3965	12,21	19,83	Ja	36,59	0,0481	4,81
Mittel-wert	105,97	2,52	2649,20	63,04	4202	14,13	21,01		46,55	0,0526	5,26

Ergebnisse

Statistische Auswertung mittels Excel und SigmaPlot®

Abbildung 4: Ausgezählter Flächenteiler

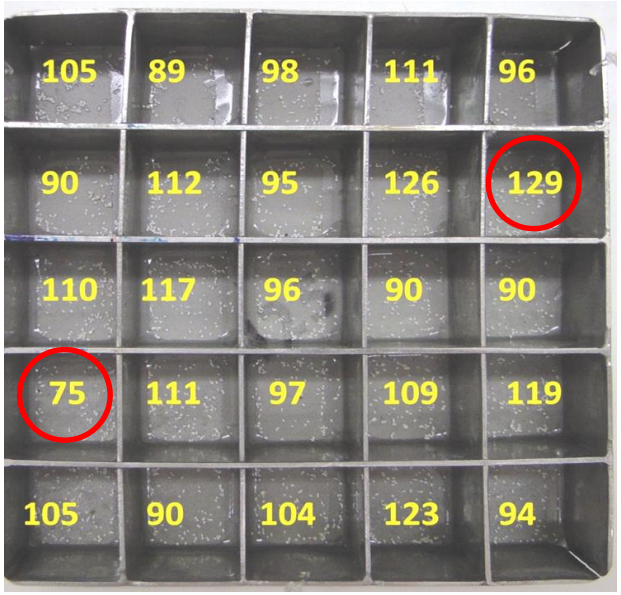


Tabelle 4: Differenz zwischen der minimalen und maximalen Partikelanzahl in den 25 Teilkammern

	V 1	V 2	V 3	V 4	V 5	V 6	V 7	V 8	V 9	V 10
E 1	48	53	52	45	47	54	48	71	82	59
E 2	60	73	60	70	49	42	63	47	58	64
E 3	58	77	49	50	44	64	42	57	51	50

Ergebnisse

Statistische Auswertung mittels Excel und SigmaPlot®

Tabelle 5 : Kritischer Wert bei 24 Freiheitsgraden und dem entsprechenden Signifikanzniveau

Signifikanzniveau	Kritischer Wert X^2_c bei 24 Freiheitsgraden
α= 0,05	36,415
α= 0,01	42,980
α= 0,001	51,179

Tabelle 6: X^2-Werte und X^2c-Werte der Einfüllkammern 1,2,3

X^2-Wert	Werte< 36,615 α > 5%	Werte< 42,980 α >1%	Werte< 51,179 α >0,1%	Werte> 51,179 α <0,1%
Einfüllkammer 1	25,4	42,7	48,77	54,61
	36,59	42,08	44,22	92,67
		36,67		
		41,83		
Einfüllkammer 2	31,1	39,32	48,18	68,85
			46,96	102,1
			43,73	96,58
				76,58
				53,96
Einfüllkammer 3	29,1	39,14	44,97	81,93
	25,38	38,14		86,75
				68,27
				56,8
				52,8
Anzahl Werte	5	7	6	12

Partikel im Flächenteiler nach der Sedimentation nicht gleichverte

Verbesserungsvorschläge

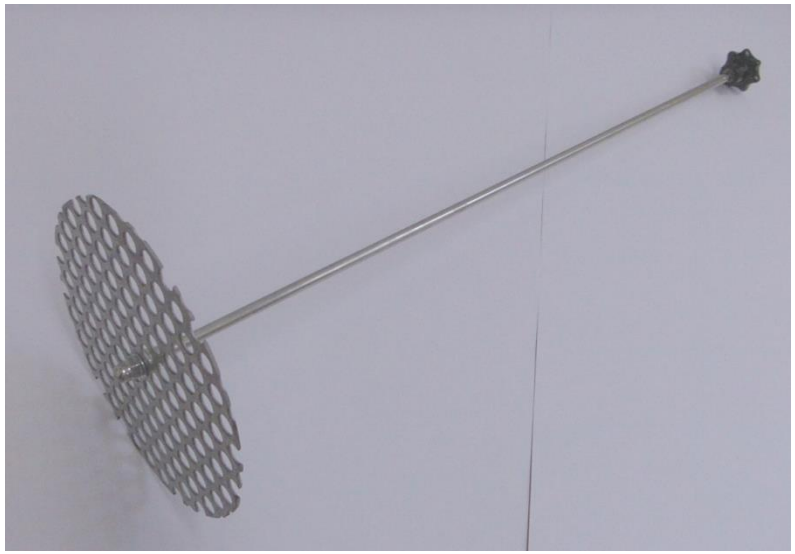


Abbildung 5: Entwickelter Mischer

Verbesserungsvorschläge

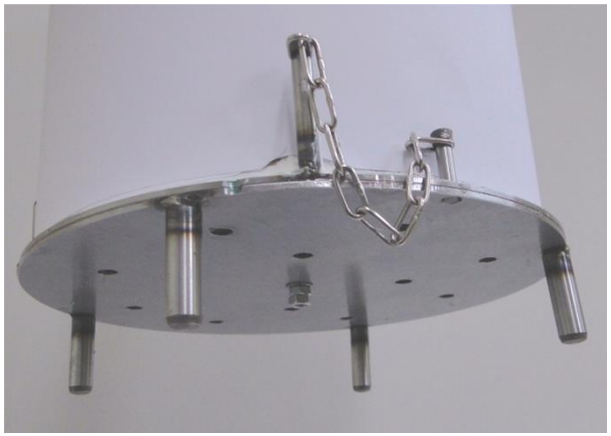


Abbildung 6: Entwickelter Prototyp der Apparatur

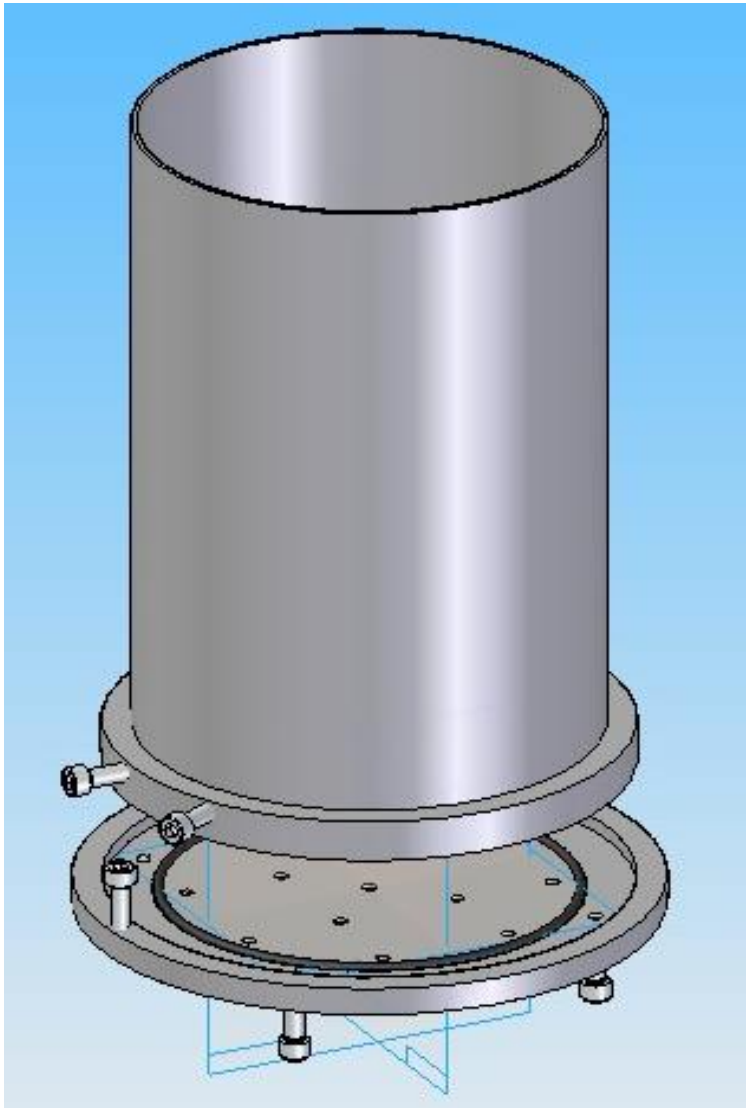


Abbildung 7: Zusammengebaute Apparatur (obere und untere Platte) 3D- Konstruktionszeichnung

Verbesserungsvorschläge

Tabelle 7: Variationsmöglichkeiten zur Methodenoptimierung

Variations-möglichkeit	Einsatz verschiedener Einfüllkammern mit statischer Partikelanzahl	Erhöhtes Suspensionsvolumen	Einsatz des Mischers	Einsatz der Apparatur
1	x			
2	x	x		
3			x	
4		x	x	
5				x
6		x		x
7		x	x	x

Quellen

Bärlocher F. (1999) Biostatistik, Praktische Einführung in Konzepte und Methoden, Georg Thieme Verlag Stuttgart

Bleymüller J., Gehlert G., Gülicher H. (2008) WiST-Studienkurs, Statistik für Wirtschaftswissenschaftler, 15. Auflage, Verlag Franz Vahlen München

Burger W., Burge M. J. (2005) Digitale Bildverarbeitung, Eine Einführung mit Java und ImageJ, 2., Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ferreira T., Rasband W. (2012) ImageJ User Guide, IJ 1.46r, Revised Edition, PDF, http://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/ (entnommen 08.13)

Hoehn E., Ketelaars H, Ewig B. (1998) Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen, 2. Auflage, ATT Technische Informationen Nr. 7 Siegburg 1998, Kommissionsverlag R. Oldenbourg München

Internetquelle 1: (http://www.netzwelt.de/download/12709-imagej.html, (entnommen: 09.2013).

Internetquelle 2: http://de.statistica.com/statistik/lexikon/ definition/122/signifikanz/ (entnommen: 09.13)

Rasband W. (1997-2004) ImageJ, Image Processing and Analysis in JAVA, Toronto Western Research Institute, University Health Network, PDF, http://rsb.info.nih.gov/ij/ (entnommen 08.13)

Schwoerbel J. (1986) Methoden der Hydrobiologie Süßwasserbiologie, 3. Auflage, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, UTB

Sommer U. (1996) Algen, Quallen, Wasserfloh, Die Welt des Planktons, Springer Verlag Berlin Heidelberg

Spurk J. H., Aksel N. (2010) Strömungslehre, Einführung in die Theorie der Strömungen, 8. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Stich H.B., Maier G.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden Württemberg (2012) Projekt Zooplankton-Zählen, Bestimmen, Auswerten, Bericht des Instituts für Seenforschung Langenargen

Stieß M. (2009) Mechanische Verfahrenstechnik-Partikeltechnologie 1, 3., vollst. neu bearb. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Uhlmann D. (1988) Hydrobiologie; Ein Grundriss für Ingenieure und Naturwissenschaftler, 3. Auflage, Gustav Fischer Verlag Stuttgart New York

Zierep J., Bühler K. (2013) Grundzüge der Strömungslehre, Grundlagen, Statik und Dynamik der Fluide, 9., Auflage, Springer Vieweg Verlag

Zöfel P. (1988) Statistik in der Praxis, 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag Stuttgart, UTB