



Qualitätssicherung der biologischen Untersuchung

Phytoplankton-Ringversuch

Abschlussbericht

März 2004

organisiert vom

Arbeitskreis Biologie der Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V. (ATT)

Planung und Durchführung:

A. Meybohm / LTV Sachsen
A. Nienhüser / Bergisches Wasserlabor
G. Packroff / Wahnbachtalsperrenverband

Herstellung des Ringversuchsmaterials:

Dr. R. Kümmerlin / ISF Langenargen
A. Nienhüser

Auswertung und Bericht:

A. Meybohm

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen
Referat Wassergütebewirtschaftung/Untersuchungsstelle Plauen
Bärenstraße 46
08523 Plauen

I. Einleitung

Der Gehalt an Phytoplankton ist ein wichtiges Gütekriterium für die Wasserbeschaffenheit. In Abhängigkeit von der Gewässercharakteristik kann die Algenbiomasse im Jahresverlauf um den Faktor 100 schwanken. Damit liegen die möglichen Schwankungen in ihrem Ausmaß über denen vieler wasserchemischer Kriterien. Der Einfluss des Phytoplanktons ist jedoch nicht nur auf den Stoffpool „Algen“ begrenzt. Als eine lebende Komponente wirken Algen auf den gesamten Stoff- und Energiekreislauf von Gewässern. Entsprechend hoch ist der Einfluss auf die Wasserbeschaffenheit und auf den Prozess der Wasseraufbereitung. Bei der Nutzung von Talsperren als Lieferant von Rohwasser für die Trinkwassergewinnung ist neben einer dichten zeitlichen und räumlichen Beprobung auch die Qualität der biologischen Untersuchung von großer Bedeutung. Erst durch die Kombination eines entsprechend engen Beprobungsrasters und einer hohen Qualität der Untersuchung kann die Planktonanalyse einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der Wasseraufbereitung leisten. Ein Arbeitsschwerpunkt des Arbeitskreises Biologie ist die Definition von Qualitätsstandards der biologischen Untersuchung (siehe auch ATT Technische Information Nr. 7) innerhalb der ATT. Ein wesentlicher Teil ist dabei die regelmäßige Durchführung von Ringversuchen zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit der einzelnen Labors. Im Rahmen dieses Ringversuchs sollten die Abundanz und die Volumenkonzentration einer Freilandprobe sowie einer synthetischen Probe ermittelt werden.

2. Material und Methoden

2.1 Herstellung der Proben

Bei der Freilandprobe handelte es sich um eine mit Lugolscher Lösung fixierte Schöpfprobe aus dem Bodensee, die von Herrn Dr. Kümmerlin (ISF Langenargen) zur Verfügung gestellt wurde. Zur besseren Auflösung möglicher systematischer Fehler wurde zusätzlich zur Freilandprobe eine „synthetische“ Probe aus einer Stammsuspension von Latexbeads hergestellt. Diese Proben wurden vom Bergischen Wasserlabor angesetzt. Die Probe wurde durch Zusatz von HCl stabilisiert (pH 3-4). Beide Proben wurden im Rahmen des Planktonkurses 7.-9.4.2003 bei der Bodenseewasserversorgung an die Teilnehmer ausgegeben. An dem Ringversuch beteiligten sich insgesamt 18 Bearbeiter aus 14 Labors.

2.2 Methodische Vorgaben

Die Taxonomie des Bodenseepanktons war ein Tagesordnungspunkt des Planktonkurses, sodass die Teilnehmer dort gewisse Hinweise auf die Artenzusammensetzung der Ringversuchsprobe erhielten. Von den dominanten Arten sollten mindestens 100 Zählheiten erfasst werden.

Für die Bearbeitung der synthetischen Proben wurden 10 ml Sedimentationskammern empfohlen. Die Auszählung sollte mit Hilfe der Streifenzählung bei 400-facher Vergrößerung erfolgen (2 Streifen). Bei der Abfüllung war auf eine schnelle Durchführung zu achten, da die Latexbeads extrem schnell sedimentierten. Es sollten nur Kammern mit annähernder Gleichverteilung der Latexbeads auf dem Kammerboden zur Auswertung kommen. Im Fall einer Aggregation bzw. starken Ungleichverteilung war eine kurze Behandlung mit Ultraschall oder kräftiges Schütteln der Probenflaschen und ein erneutes Ansetzen der Proben vorzunehmen.

2.3 Auswertung

Die Auswertung des Ringversuchs erstreckte sich bei der Freilandprobe auf die taxonomische Zusammensetzung und die Bestimmung der Abundanz. Auf eine Auswertung der ebenfalls ermittelten Biovolumina wurde verzichtet, da im Planktonkurs Zellvolumina bekanntgegeben wurden. Verschiedene Teilnehmer verwendeten diese Festvolumina, andere nahmen eigene Messungen als Grundlage, sodass eine Vergleichbarkeit der ermittelten Biovolumina nicht gegeben war. Bei den synthetischen Proben wurden sowohl die Konzentration der Latexbeads in der Probe als auch ihre Volumenkonzentration ermittelt und ausgewertet. Die Berechnung der Volumenkonzentration setzte eine Vermessung der Latexbeads durch die einzelnen Teilnehmer voraus. Die Bestimmung der Sollwerte erfolgte nicht mit Hilfe eines Referenzlabors. Diese wurden mit Hilfe des M-Schätzers nach Huber bestimmt, welcher der Ermittlung des sogenannten robusten Mittelwertes dient. Werte die in der Vorbetrachtung als Ausreißer detektiert worden sind, wurden bei der Bestimmung des robusten Mittelwertes nicht berücksichtigt. Die Bewertung der Einzelergebnisse erfolgte mit Hilfe von z-scores. Das Labor Nr. 2 war ausstattungsbedingt nicht in der Lage Vermessungen durchzuführen.

3. Ergebnisse

3.1 Synthetische Probe

3.1.1 Beschreibung der Probe

Die synthetischen Proben wurden aus einer Latexbeads-Stamm suspension hergestellt. Es wurden drei Ansätze bereitgestellt. Die eingegangenen Ergebnisse stammen aus den Ansätzen 1 und 2. Die Konzentration der Latexbeads wurde mit einem Partikelmessgerät bestimmt (Ansatz 1: $2,874 \times 10^6 \text{ L}^{-1}$, Ansatz 2: $2,992 \times 10^6 \text{ L}^{-1}$). Der Durchmesser der Latexbeads betrug laut Herstellerangabe $13,8 \mu\text{m}$. Daraus errechnete sich ein Kugelvolumen von $1376 \mu\text{m}^3$.

3.1.2 Häufigkeitsverteilung und Test auf Normalverteilung

Die Analysenergebnisse schwankten zwischen $3,108 \times 10^6$ und $5,993 \times 10^6 \text{ Beads L}^{-1}$. Die Daten sind mit einer Wahrscheinlichkeit von $p=0,541$ als normalverteilt anzusehen.

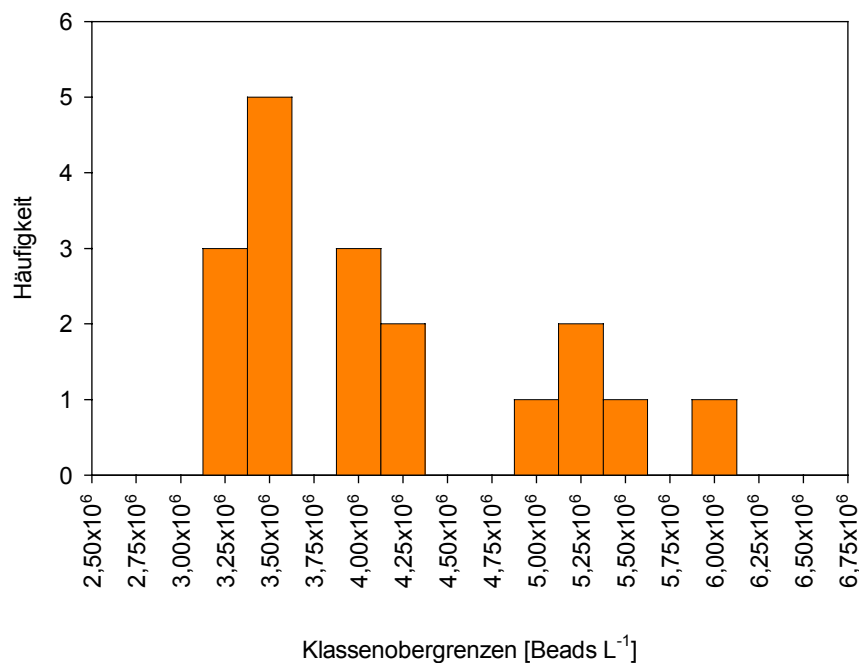


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung der Konzentration der Latexbeads in den synthetischen Proben

Tab. 1: Test auf Normalverteilung der Messergebnisse (Konzentration der Latexbeads)

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest		
Anzahl der Messwerte		18
Parameter der Normalverteilung	Mittelwert	4019673
	Standardabweichung	883974
Kolmogorov-Smirnov-Z		0,802
Signifikanz (2-seitig)		0,541

Die Ergebnisse der Volumenkonzentration der Latexbeads schwankten zwischen 3,93 und 9,92 mm³ L⁻¹. Die Daten sind mit einer Wahrscheinlichkeit von $p=0,401$ als normalverteilt anzusehen.

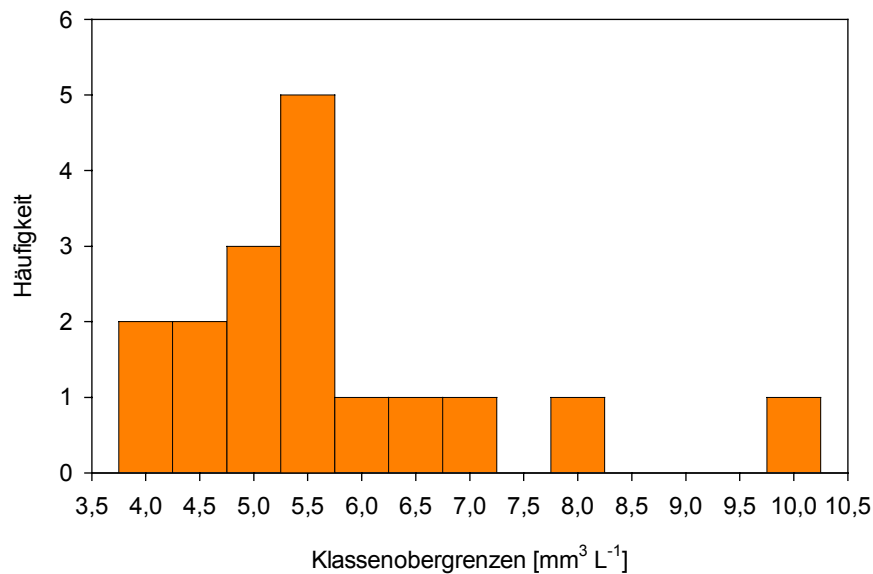


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Volumenkonzentrationen der Latexbeads in den synthetischen Proben

Tab. 2: Test auf Normalverteilung der Messergebnisse (Volumenkonzentration der Latexbeads)

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest		
Anzahl der Messwerte		17
Parameter der Normalverteilung	Mittelwert	5,48
	Standardabweichung	1,52
Kolmogorov-Smirnov-Z		0,897
Signifikanz (2-seitig)		0,401

3.1.3 Ausreißertest

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Ausreißertests nach Nalimov und Grubbs. Lag die jeweilige Prüfgröße über dem kritischen Tabellenwert, so wurde das Ergebnis als Ausreißer angesehen (Irrtumswahrscheinlichkeit 5 %). Der Test nach Nalimov scheint etwas empfindlicher zu sein. Als Ausreißer wurden nur die Werte angesehen, die vom Grubbs-Test detektiert worden waren. Das Konzentrations-Ergebnis von Labor 2 wurde vom Test nach Nalimov als Ausreißer angesehen. Beim Grubbs-Test lag die Prüfgröße knapp unterhalb des kritischen Tabellenwertes. Bei der Bestimmung der Volumenkonzentration wurde darüber hinaus das Ergebnis von Labor 18 vom Nalimov-Test und dem Grubbs-Test als Ausreißerwert bestimmt.

Tab. 3: Test auf Ausreißer (Konzentration der Latexbeads), Ausreißerwerte sind rot gekennzeichnet

Labornummer	Beads [L^{-1}]	Nalimov	Grubbs
3	3108000	0,876	0,844
6	3122260	0,859	0,828
5	3124500	0,857	0,826
9	3288397	0,664	0,640
8	3333000	0,612	0,590
16	3333084	0,612	0,590
10	3336282	0,608	0,586
4	3439000	0,487	0,470
14	3860480	0,007	0,007
15	3959408	0,123	0,119
13	3972800	0,139	0,134
12	4093440	0,281	0,271
11	4093440	0,281	0,271
1	4797500	1,107	1,067
17	5041300	1,394	1,343
7	5065000	1,421	1,370
18	5393150	1,807	1,741
2	5993070	2,511	2,420
PG (alpha 5%)		1,931	2,504

Tab. 4: Test auf Ausreißer (Volumen-Konzentration der Latexbeads), Ausreißerwerte sind rot gekennzeichnet

Labornummer	Beads [$mm^3 L^{-1}$]	Nalimov	Grubbs
5	3,93	0,775	0,747
6	3,96	0,753	0,726
3	4,07	0,682	0,657
4	4,17	0,611	0,589
8	4,74	0,221	0,213
9	4,93	0,091	0,088
14	4,94	0,083	0,080
16	5,04	0,016	0,016
12	5,07	0,005	0,005
15	5,10	0,022	0,021
10	5,33	0,179	0,173
13	5,50	0,296	0,285
11	5,66	0,410	0,395
7	6,31	0,850	0,819
17	6,78	1,172	1,130
1	7,66	1,772	1,707
18	9,92	3,314	3,194
PG (alpha 5%)		1,928	2,475

3.1.4 Toleranzgrenzen der Konzentrations- und Volumenkonzentrationsbestimmung

Überschreitungen der Toleranzgrenzen waren lediglich im oberen Bereich festzustellen. Bei der Konzentrationsbestimmung befand sich das Ergebnis von Labor 2 über der Toleranzgrenze. Ca. 72 % der Analyseergebnisse lagen im Bereich der einfachen Standardabweichung. Bei der Volumenkonzentration befand sich neben dem Ausreißerwert ein Ergebnis außerhalb der oberen Toleranzgrenze. Ca. 65 % der Ergebnisse lagen innerhalb der einfachen Standardabweichung. Die mit einem Partikelmessgerät ermittelte Konzentration betrug durchschnittlich $2,933 \times 10^6$ Beads L^{-1} . Dieses Ergebnis lag somit im Mittel mit ca. 921.200 Beads L^{-1} unter den Befunden der mikroskopischen Analyse.

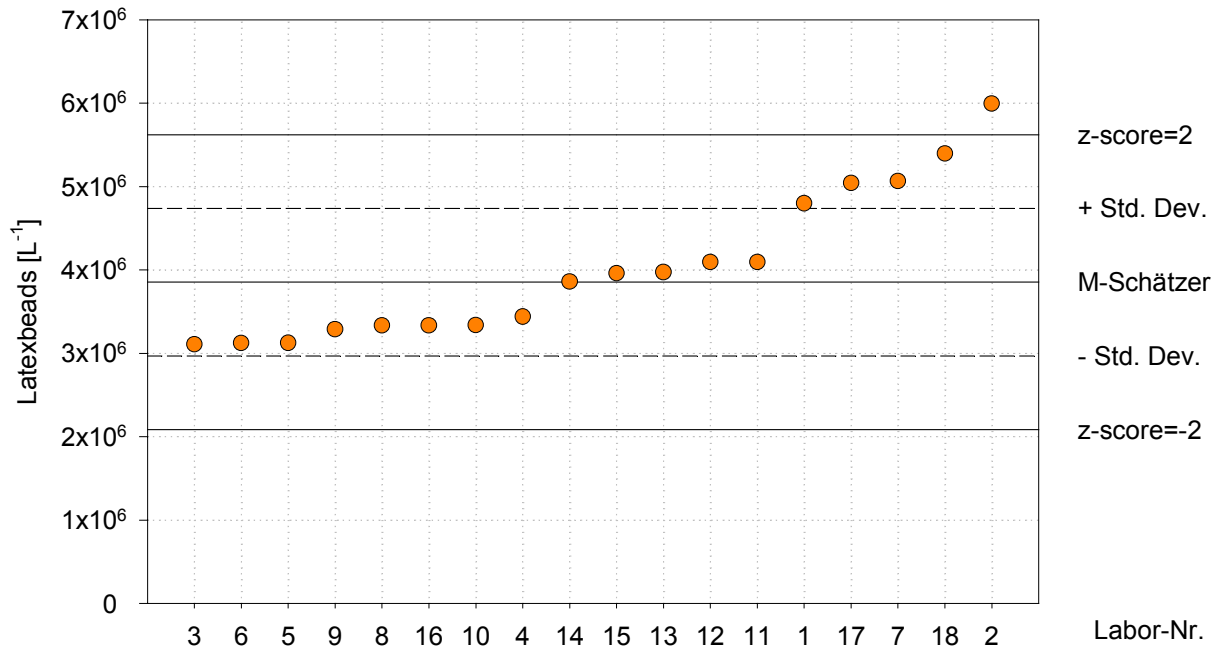


Abb. 3: Toleranzgrenzen (z-scores), Standardabweichung und M-Schätzer für die Ergebnisse der Konzentration der Latexbeads. Ausreißer sind als rote Dreiecke gekennzeichnet.

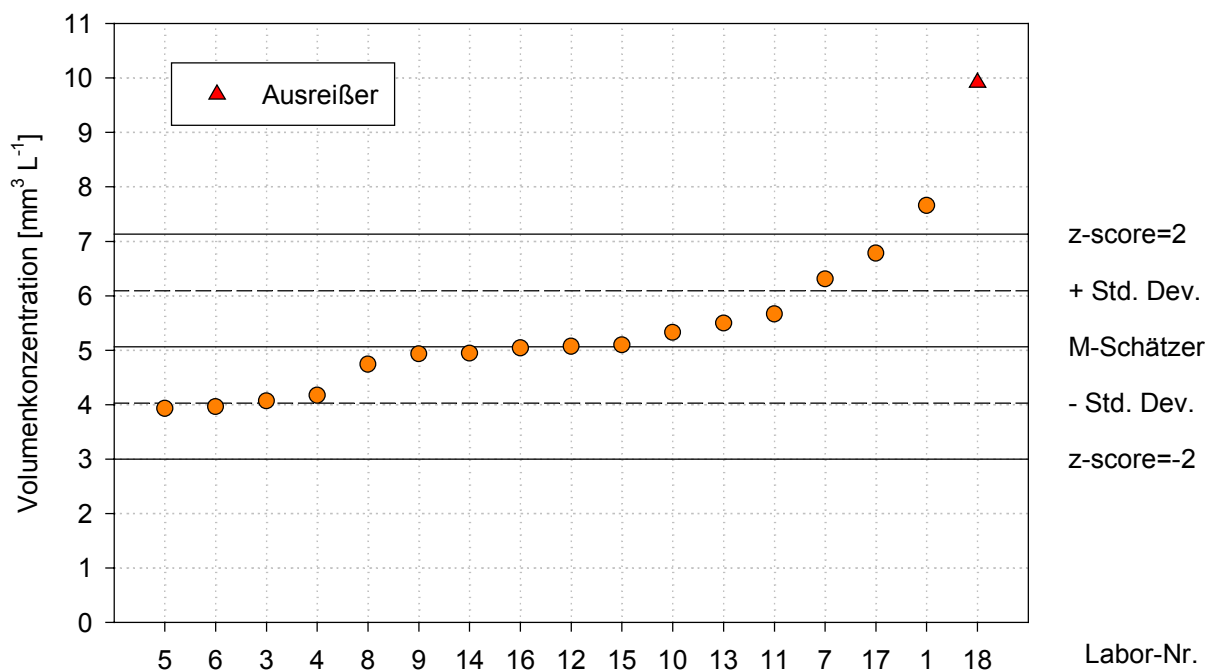


Abb. 4: Toleranzgrenzen (z-scores), Standardabweichung und M-Schätzer für die Ergebnisse der Volumen-Konzentration der Latexbeads. Ausreißer sind als rote Dreiecke gekennzeichnet.

3.1.5 Vermessung der Latexbeads

Die Messdaten der Labore 6, 9 und 15 folgten keiner Normalverteilung (K-S-Test, $p < 0,05$) und konnten auch nicht durch eine Transformation in eine Normalverteilung überführt werden. Die Varianzen unterschieden sich signifikant zwischen allen Laboren (Levene Test, $p < 0,001$). Die von den Teilnehmern des Ringversuchs berechneten Medianwerte wiesen untereinander signifikante Unterschiede auf (Kruskal-Wallis-ANOVA, $p < 0,001$). Das bedeutet jedoch nicht, dass sich auch nur ein einziger Medianwert signifikant vom Sollwert ($13,8 \mu\text{m}$) unterscheiden muss. Bei diesen signifikanten aber vergleichsweise geringen mittleren Abweichungen ist die Frage nach der Relevanz dieses Befundes zu stellen. Der Medianwert des Labors Nr. 18 wurde mit dem Test nach Nalimov als Ausreißerwert detektiert ($r^* = 2,55 > r_{(14, 0,05)} = 1,928$). Beim Test nach Grubbs war die Prüfgröße kleiner als der Grubbs-Tabellenwert $PG = 2,46 < rM_{(16, 0,05)} = 2,475$). Der Messwert wurde somit nicht als Ausreißerwert bezeichnet. Auf Grund der sehr geringen Differenz zwischen beiden Prüfgrößen, ist das Ergebnis als ausreißerverdächtig anzusehen.

Die Medianwerte der Größenmessung folgten mit $p = 0,655$ einer Normalverteilung

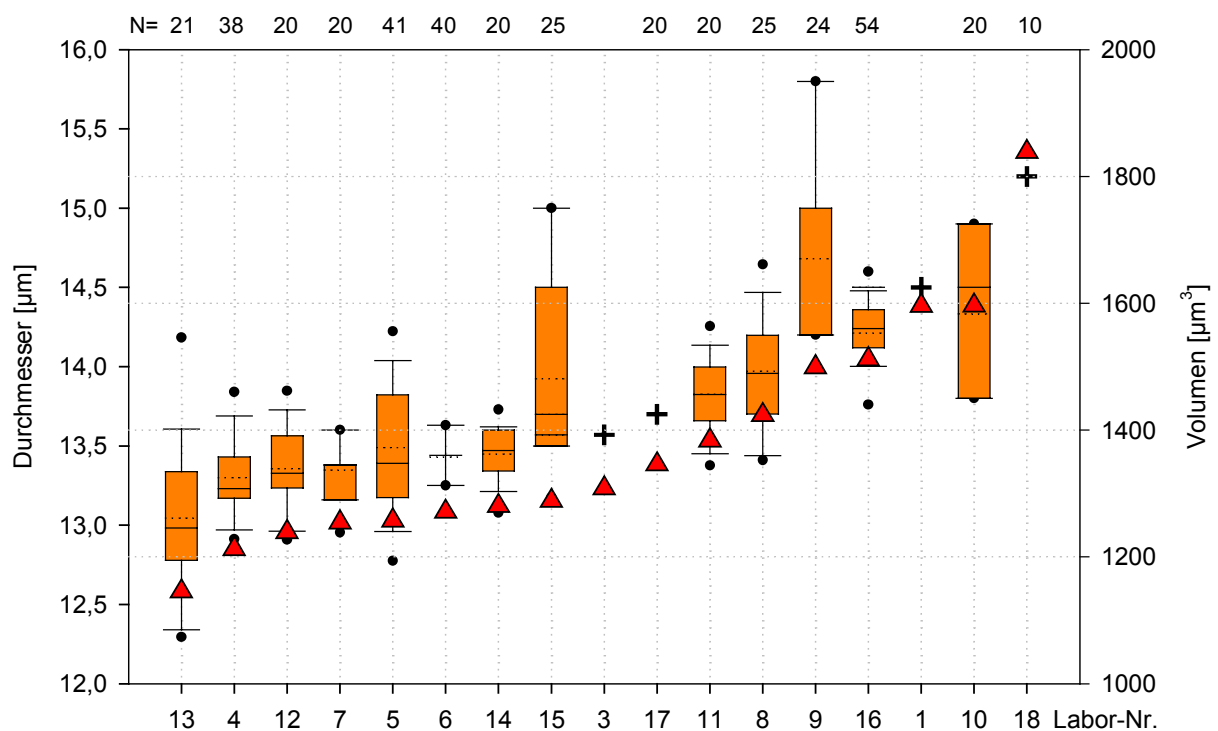


Abb. 5: Boxplotdarstellung der Durchmesser der Latexbeads (95/5 % Perzentile, Median (Linie) und Mittelwert (gepunktet) sowie Volumen der Latexbeads (rote Dreiecke). Von den Laboren 1, 3, 17 und 18 lagen keine bzw. keine verwertbaren Einzelmessungen vor. In diesen Fällen ist der angegebene Median mit einem Kreuz gekennzeichnet.

Tab. 5: Test auf Normalverteilung der Messergebnisse (Medianwerte der Größenmessung)

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest		
Anzahl der Messwerte		17
Parameter der Normalverteilung	Mittelwert	13,79
	Standardabweichung	0,57
Kolmogorov-Smirnov-Z		0,733
Signifikanz (2-seitig)		0,655

3.1.6 Toleranzgrenzen der Größenmessung

Ein Ergebnis der Größenmessung lag außerhalb der oberen Toleranzgrenze. Ca. 71 % der Ergebnisse befanden sich innerhalb des Bereichs der einfachen Standardabweichung. Die Abweichung der Labormediane vom Sollwert betrug maximal ca. 1,4 μm . Der Mittelwert aller Mediane (M-Schätzer: 13,64 μm) unterschied sich nur unwesentlich vom Sollwert.

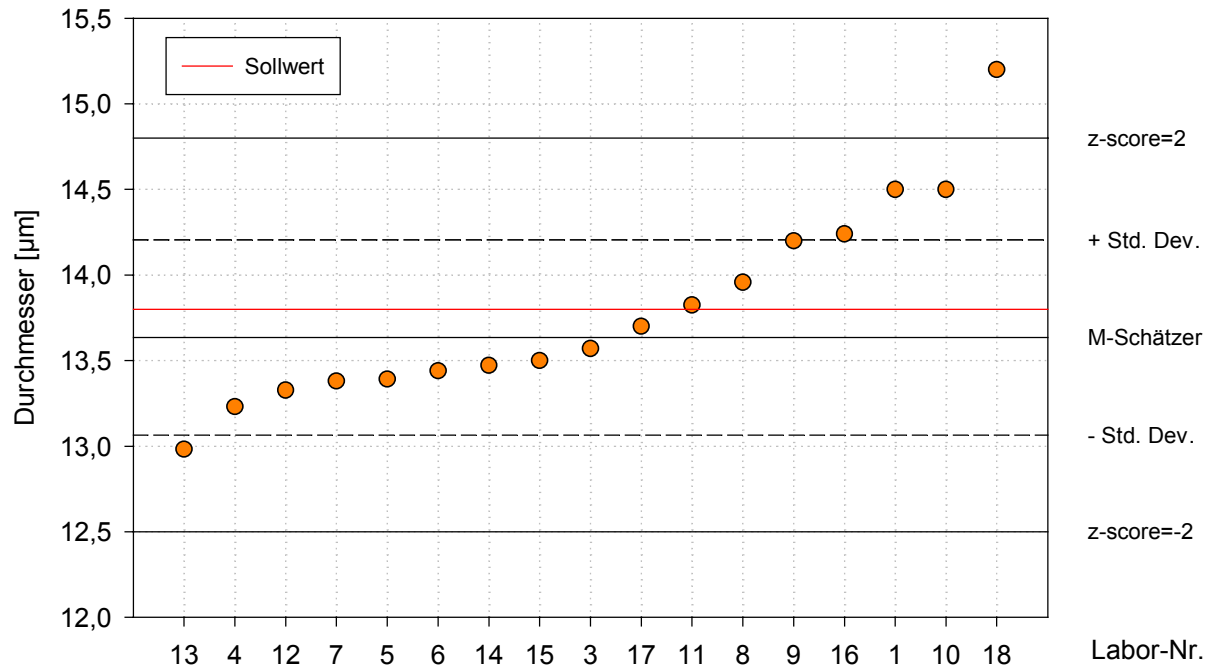


Abb. 6: Toleranzgrenzen (z-scores), Standardabweichung, Mittelwert und Sollwert der Größenmessung der Latexbeads

3.2 Freilandprobe

3.2.1 Beschreibung der Probe

Die Algengemeinschaft setzte sich hauptsächlich aus Kieselalgen zusammen. Innerhalb dieser Klasse hatten Vertreter der Centrales die höchsten Abundanzanteile. Die Abundanz anderer Kieselalgen bzw. von Algen aus anderen Klassen war z.T. sehr niedrig. Die vorkommenden Algenarten deckten einen weiten Bereich des Größenspektrums ab. Die Gesamtabundanz lag in einem mittleren Bereich. Von den Teilnehmern wurden Ansätze vom 2 bis 10 ml Sedimentationsvolumen gewählt. Die einzelnen Arten wurden in Abhängigkeit von ihrer Größe bei 40- bis 400-facher Vergrößerung erfasst.

3.2.2 Taxonomische Charakterisierung

Von den einzelnen Teilnehmern wurden zwischen 14 und 48 Taxa bzw. Zählkategorien unterschieden. Darunter befanden sich jedoch z.T. auch Größenklassen ein und desselben Taxons. Die aus den Einzelergebnissen der Teilnehmer zusammengesetzte Gesamtartenliste umfasste 113 verschiedene Artbezeichnungen. 5 Arten wurden von allen Laboren erkannt bzw. identisch bezeichnet. 52 Arten wurden jeweils nur von einem Labor gefunden bzw. identisch bezeichnet.

Tab. 6: Gesamtartenliste aller Teilnehmer und Anzahl der Teilnehmer mit entsprechendem Positivbefund

Taxon	Befunde	Taxon	Befunde
<i>Asterionella formosa</i>	18	<i>Nitzschia palea</i>	2
<i>Chlamydomonas</i> sp.	18	<i>Oocystis</i> sp.	2
<i>Cryptomonas ovata/erosa</i>	18	<i>Scenedesmus</i> sp.	2
<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	18	<i>Synedra angustissima</i>	2
<i>Tabellaria fenestrata</i>	18	<i>Achnanthes catenata</i>	1
<i>Ceratium hirudinella</i>	17	<i>Amphidinium elenkinii</i>	1
<i>Gymnodinium helveticum</i>	17	<i>Aulacoseira ambigua</i>	1
<i>Rhodomonas minuta</i>	17	<i>Aulacoseira varians</i>	1
<i>Stephanodiscus parvus</i>	17	<i>Carteria</i> sp.	1
<i>Erkenia subaequiciliata</i>	16	<i>Chromulina</i> sp.	1
<i>Rhodomonas lens</i>	16	<i>Closteriopsis longissima</i>	1
<i>Rhodomonas minuta v. nanoplanktica</i>	16	<i>Closterium acutum v. variabile</i>	1
<i>Fragilaria crotonensis</i>	14	<i>Coelastrum</i> sp.	1
<i>Chrysochromulina parva</i>	13	<i>Cosmarium reniformis</i>	1
<i>Gymnodinium lantzschii</i>	13	<i>Cryptomonas reflexa</i>	1
<i>Synedra acus</i>	11	<i>Cyclotella bodanica</i>	1
<i>Fragilaria capucina</i>	10	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	1
<i>Pandorina morum</i>	10	<i>Cyclotella stelligera</i>	1
<i>Cyclotella</i> sp.	9	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	1
<i>Elakatothrix</i> sp.	9	<i>Didymocystis bicellularis</i>	1
<i>Cosmarium depressum</i>	8	<i>Elakatothrix viridis</i>	1
<i>Diatoma elongatum</i>	8	<i>Euglena gracilis</i>	1
<i>Stephanodiscus alpinus</i>	8	<i>Euglena</i> sp.	1
<i>Mallomonas akrokomos</i>	7	<i>Fragilaria virescens</i>	1
<i>Synedra acus v. angustissima</i>	7	<i>Katablepharis ovalis</i>	1
<i>Centrales</i> div. sp.	6	<i>Kirchneriella obesa</i>	1
<i>Chlorococcale</i> sp.	6	<i>Koliella</i> sp.	1
<i>Nitzschia</i> sp.	6	<i>Monoraphidium contortum</i>	1
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	5	<i>Monoraphidium minutum</i>	1
<i>Fragilaria acus</i>	5	<i>Monoraphidium</i> sp.	1
<i>Fragilaria acus v. radians</i>	5	<i>Navicula radiosa</i>	1
<i>Nitzschia acicularis</i>	5	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	1
<i>Ochromonas</i> sp.	5	<i>Nitzschia linearis</i>	1
<i>Synedra radians</i>	5	<i>Nitzschia</i> sp.	1
<i>Chlorella</i> sp.	4	<i>Oscillatoria limnetica</i>	1
<i>Cosmarium</i> sp.	4	<i>Oscillatoria limosa</i>	1
<i>Fragilaria acus v. angustissima</i>	4	<i>Pandorina</i> sp.	1
<i>Koliella longiseta</i>	4	<i>Pediastrum duplex</i>	1
<i>Mallomonas</i> sp.	4	<i>Peridinium aciculiferum</i>	1
<i>Nitzschia acicularis</i>	4	<i>Peridinium pusillum</i>	1
<i>Peridinium</i> sp.	4	<i>Peridinium Willei</i>	1
<i>Ankistrodesmus / Monoraphidium</i> sp.	3	<i>Picoplankton</i> div. sp.	1
<i>Choricystis minor</i>	3	<i>Platymonas cordiformis</i>	1
<i>Coelastrum microporum</i>	3	<i>Pseudopedinella erkensis</i>	1
<i>Cosmarium depressum v. planktonica</i>	3	<i>Pseudosphaerocystis lacustris</i>	1
<i>Cryptomonas marssonii</i>	3	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1
<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	3	<i>Scherffelia</i> sp.	1
<i>Diatoma tenue</i>	3	<i>Sonstige groß</i>	1
<i>Diatoma vulgare</i>	3	<i>Sonstige klein</i>	1
fädige Blaualge	3	<i>Spumella</i> sp.	1
<i>Fragilaria</i> sp.	3	<i>Stephanodiscus binderanus</i>	1
<i>Fragilaria ulna v. angustissima</i>	3	<i>Stephanodiscus medius</i>	1
<i>Koliella planktonica</i>	3	<i>Synedra cyclopum</i>	1
<i>Synedra acus v. radians</i>	3	<i>Synedra ulna</i>	1
<i>Dinobryon divergens/sociale</i>	2	<i>Synura uvella</i>	1
<i>Fragilaria ulna v. acus</i>	2	<i>Tetraedron minimum</i>	1
<i>Gymnodinium</i> sp.	2		

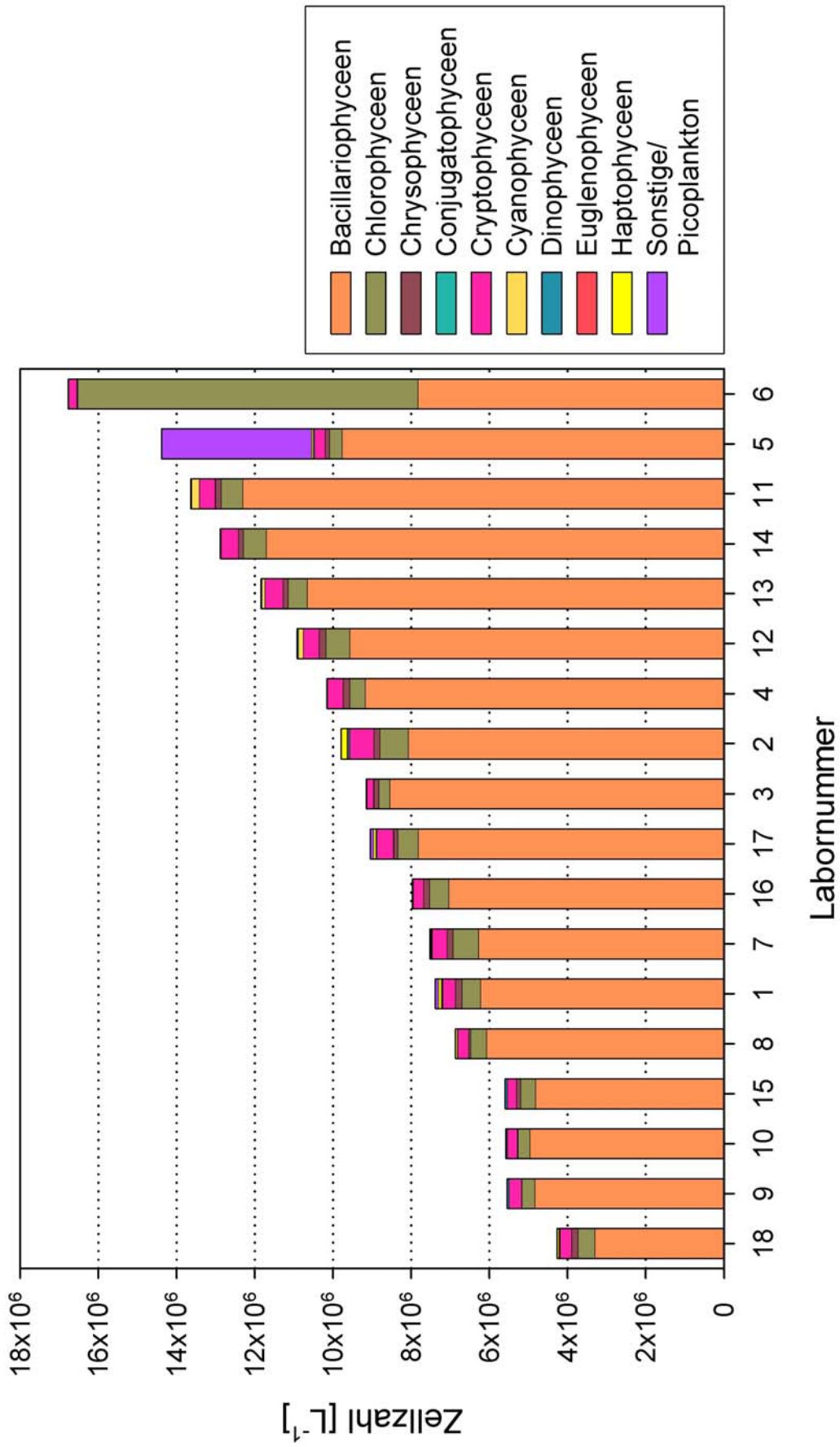


Abb. 7: Zusammensetzung der Ringversuchsprobe auf der Grundlage der ermittelten Zellzahlen

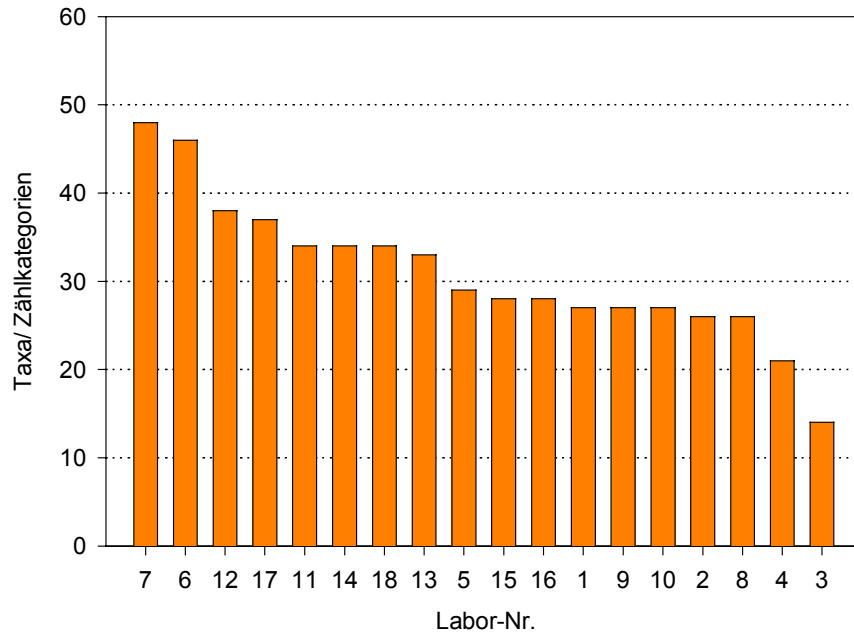


Abb. 8: Anzahl der Zählkategorien, die von den einzelnen Laboren erfasst wurden

Abbildung 7 verdeutlicht die dominante Stellung der Kieselalgen zum Zeitpunkt der Probenahme. Lediglich ein Labor hat zusätzlich einen vergleichsweise hohen Anteil an Chlorophyceen ermittelt. Dabei handelte es sich um *Choricystis minor*, welche insgesamt von 3 Laboren erfasst wurde. Ein weiteres Labor hat eine verhältnismäßig hohe Abundanz in der Sammelgruppe Sonstige/Picoplankton festgestellt. Auf der Ebene der Algenklassen ergab sich zwischen den Laboren eine hohe Übereinstimmung der taxonomischen Differenzierung.

Tabelle 6 zeigt prozentuale Anteile verschiedener Algengruppen an der Gesamtabundanz der Proben. Es fanden dabei nur die Arten Berücksichtigung, die sowohl die höchsten Anteile an der Gesamtabundanz als auch bei der überwiegenden Anzahl der Teilnehmer zusammen mehr als 95 % der Gesamtabundanz bildeten. Deutlich wurde dabei, dass in den meisten Fällen ca. 95 % der Abundanz von 4 Gattungen bzw. einer Ordnung gebildet wurde. Die restlichen Zählkategorien hatten hinsichtlich der Zellzahlbestimmung lediglich eine untergeordnete Bedeutung, wiesen jedoch z.T. große Unterschiede in der taxonomischen Bestimmung auf.

Tab 7: Prozentualer Anteil der Algengattungen bzw. -ordnung an der jeweiligen Gesamtabundanz.

Labor-Nr.	Cyclotella spp.	Stephanodiscus spp.	Centrales	Chlamydomonas spp.	Rhodomonas spp.	Summe
1	53,7	31,4		6,4	4,3	95,8
2	36,1	46,0		6,1	5,7	93,9
3		0,03	93,3	3,0	1,8	98,1
4		30,3	59,7	3,9	3,9	97,8
5		12,5	55,2	2,1	1,9	71,7
6	40,5	5,9		1,0	1,1	48,5
7	62,4	18,2		8,0	5,0	93,6
8	72,6	15,4		5,7	4,0	97,7
9	20,8	66,0		5,6	5,6	98,0
10	21,2	67,0		5,3	4,3	97,8
11	60,8	29,1		3,2	3,0	96,1
12	58,2	29,0		4,5	3,7	95,4
13	61,3	28,3		3,3	3,9	96,8
14	60,9	29,6		3,4	3,4	97,3
15	66,0	19,6		6,5	4,0	96,1
16		77,0	10,7	6,1	3,3	97,1
17	1,8	84,1		5,3	4,7	96,0
18	42,4	33,9		9,7	6,7	92,7

3.2.3 Häufigkeitsverteilung und Test auf Normalverteilung

Die Ergebnisse der Abundanzbestimmung schwankten in der Freilandprobe zwischen 4,26 und 16,77 Zellen L⁻¹. Die Daten sind mit einer Wahrscheinlichkeit von $p=0,990$ als normalverteilt anzusehen.

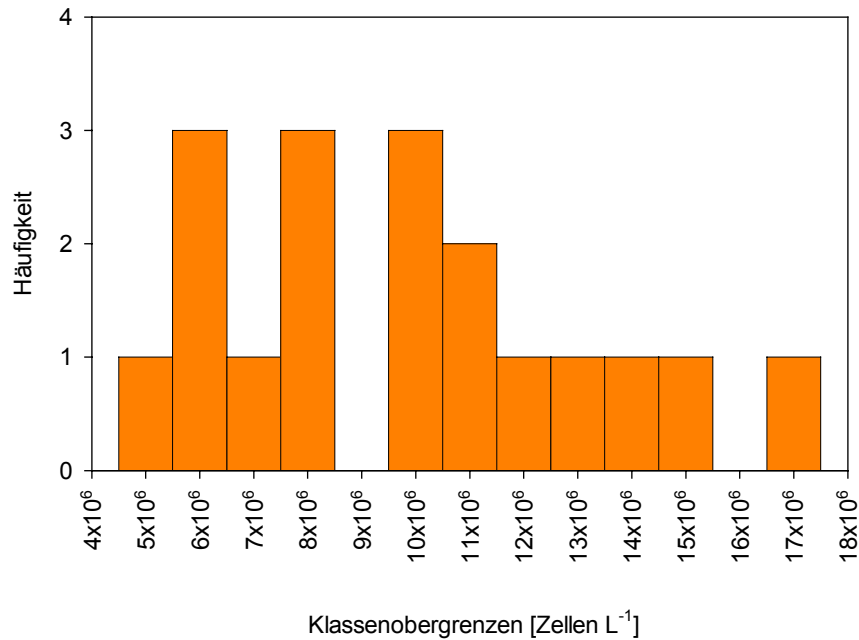


Abb. 9: Häufigkeitsverteilung der Ergebnisse der Abundanzermittlung in den Freilandproben

Tab. 8: Test auf Normalverteilung der Messergebnisse (Gesamtabundanz der Freilandprobe)

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest		
Anzahl der Messwerte		18
Parameter der Normalverteilung	Mittelwert	9397113
	Standardabweichung	3473155
Kolmogorov-Smirnov-Z		0,441
Signifikanz (2-seitig)		0,990

3.2.4 Ausreißertest

Der Test nach Grubbs hatte keinen ausreißerverdächtigen Wert detektiert. Der Test nach Nalimov bezeichnete das Ergebnis von Labor 6 als Ausreißerwert.

Tab. 9: Test auf Ausreißer (Freilandprobe), Ausreißerwerte sind rot gekennzeichnet

Labornummer	Freiland [$Z L^{-1}$]	Nalimov	Grubbs
18	4263260	1,44	1,38
9	5547251	1,05	1,01
10	5581615	1,04	1,00
15	5589570	1,04	1,00
8	6867100	0,66	0,63
1	7285600	0,53	0,51
7	7514400	0,46	0,45
16	7968215	0,33	0,32
17	9045100	0,01	0,01
3	9141723	0,02	0,02
2	9787140	0,22	0,21
4	10150018	0,32	0,31
12	10908200	0,55	0,53
13	11840010	0,83	0,80
14	12877650	1,14	1,10
11	13632080	1,36	1,31
5	14378994	1,59	1,53
6	16770109	2,30	2,22
PG (alpha 5%)		1,931	2,504

3.2.5 Toleranzgrenzen

Ein Labor lag knapp über der Toleranzgrenze. Ca. 55,6 % aller Ergebnisse befanden sich innerhalb des Bereichs der einfachen Standardabweichung.

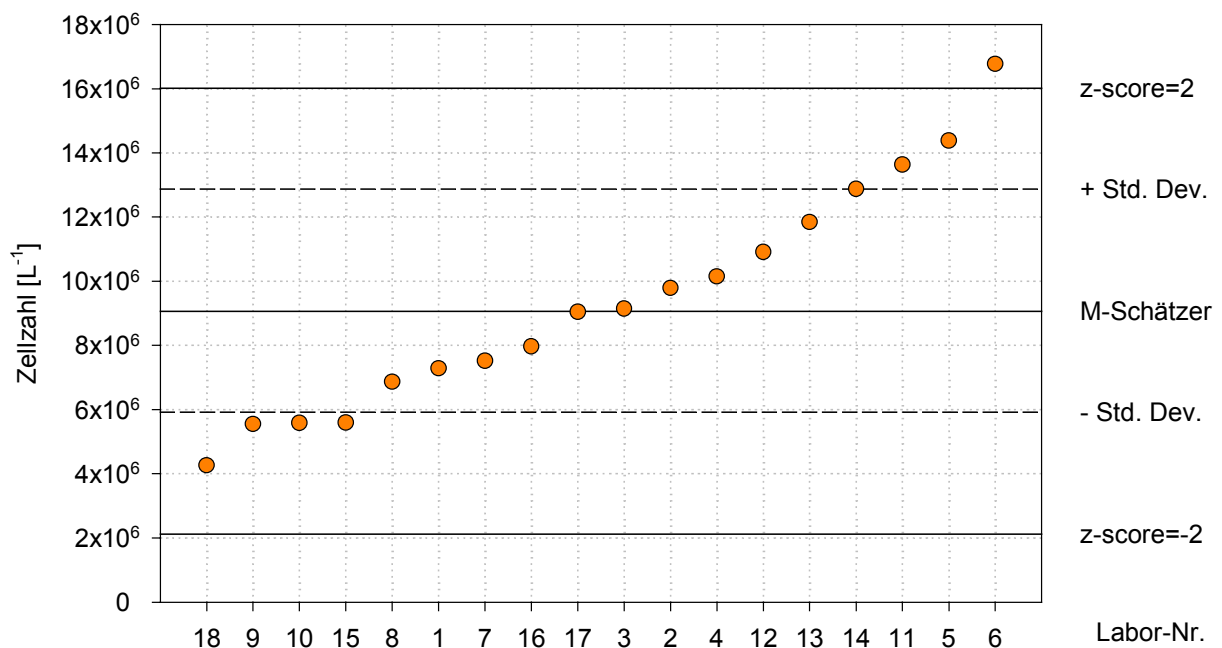


Abb. 10: Toleranzgrenzen (z-scores), Standardabweichung und M-Schätzer für die Ergebnisse der Abundanzermittlung in den Freilandproben.

4. Diskussion

Aufgrund der festgestellten Normalverteilung der Analysendaten sowie der vergleichsweise niedrigen Variationskoeffizienten, konnte auf eine Verwendung von z_u -scores, denen ein asymmetrisches Toleranzintervall zugrunde liegt, verzichtet werden. Es ist davon auszugehen, dass niedrige Analysenwerte keine Bevorzugung erfuhren.

Die Ergebnisse der Konzentrationsbestimmung in den synthetischen Proben zeigten einen Schwankungsbereich von ca. 3,11 bis 5,99 Mio Beads L^{-1} . Der Variationskoeffizient lag mit 22,9 % deutlich unter dem Wert aus dem vorhergehenden Ringversuch (32 %). Während der Variationskoeffizient bei den Ergebnissen der Volumenkonzentration der Latexbeads im Jahr 2002 auf 43 % anstieg, war bei diesem Ringversuch keine starke Erhöhung festzustellen. Er betrug 30 %. Dieses sehr gute Ergebnis ist neben der Leistungsfähigkeit der einzelnen Labore sicher auch auf die exakteren Vorgaben im Vorfeld des Ringversuchs zurückzuführen.

Weiterhin zeigten die Ergebnisse der Vermessung der Latexbeads eine sehr viel niedrigere Schwankungsbreite. Die Mediane der einzelnen Labore lagen zwischen 12,9 und 15,2 μm . Der entsprechende Variationskoeffizient betrug lediglich ca. 4,2 % (2002: 9,4 %). Daraus lässt sich ableiten, dass die Vermessung der Latexbeads von allen Laboren in der Schärfeebene des maximalen Durchmessers der Beads erfolgte. Die Vermessung in unterschiedlichen Schärfeebenen sowie das Erkennen der Abgrenzung der Beads gegen den Lichthof konnte bei diesem Ringversuch als maßgebliche Fehlerquelle minimiert werden. Demzufolge fiel der Anstieg des Variationskoeffizienten von den Konzentrations- zu den Volumenkonzentrationsmesswerten sehr viel geringer aus. Lagen die Messergebnisse der Größemessung außerhalb der äußeren Toleranzgrenze bzw. im Bereich von Mittelwert \pm Standardabweichung und z score = ± 2 , wird empfohlen, die Kalibration der Vermessung zu überprüfen. Obwohl die Ergebnisse eines Labors als Ausreißerwert detektiert wurden, sollten keine gravierenden methodischen Mängel vermutet werden. Dazu hätte es einer Mehrfachbestimmung bedurft. Der Anteil „erfolgreicher“ Labors betrug bei der Konzentrationsbestimmung 94,4 % und bei der Bestimmung der Volumenkonzentration bei 88,2 %.

Bei der Bearbeitung der Freilandprobe wurde von allen Laboren die große Bedeutung der centrischen Kieselalgen erkannt. Darüber hinaus konnte auf der Ebene von Algenklassen zwischen allen Teilnehmern eine hohe Übereinstimmung der taxonomischen Klassifizierung festgestellt werden. Mit steigender Bestimmungstiefe traten jedoch Unterschiede zu Tage. Die heterogene taxonomische Differenzierung ist v.a. bei den Arten mit den größten Anteilen an der Gesamtzellzahl aber nicht darin begründet, dass diese Arten von einigen Teilnehmern nicht erkannt worden sind. Vielmehr ist es ein deutlicher Hinweis auf die Schwierigkeiten der taxonomischen Differenzierung und der uneinheitlichen Bezeichnung der Arten. Als Centrales wurden zwischen 67,7 und 93,6 % der Algen in den Proben bezeichnet. Vier Labore nahmen für einen Anteil von 10,6 bis 93,3 % aller Algen keine weitere Differenzierung vor. Alle Labore fanden *Stephanodiscus* in ihren Proben. Der Anteil dieser Gattung an der Gesamtabundanz betrug zwischen 0,03 und 84,1 %. Dabei wurde von 18 Laboren die Art *S. parvus* als die dominante Form innerhalb dieser Gattung benannt.

Die Gattung *Cyclotella* wurde von 14 Laboren gefunden. Innerhalb dieser Gattung schwankte der ermittelte Anteil an der Gesamtzellzahl zwischen 0 und 72 %. Die taxonomische Bezeichnung war heterogen. Bei 5 Laboren erfolgte eine Artbestimmung der dominanten *Cyclotella*-Formen (*C. pseudostelligera*, *C. cyclopuncta*). Alle anderen Labors, die hochabundante *Cyclotella*-Formen in ihren Proben bestimmten, legten sich nicht auf eine Art fest und beließen es bei der Artangabe „sp.“ oder gaben Größenklassen an.

Die Gattung *Rhodomonas* wurde von allen 17 Laboren erkannt. Der Anteil an der Gesamtabundanz schwankte zwischen 1,1 und 6,7 %. Von 16 Laboren wurden die drei Arten *R. minuta*, *R. minuta v. nanoplantica* und *R. lens* unterschieden.

Von ausnahmslos allen Laboren wurde die Gattung *Chlamydomonas* gefunden. Ihr Abundanzanteil schwankte zwischen 1 und 9,7 %. Eine Artdifferenzierung wurde von keinem Labor durchgeführt, da die Bestimmung vergleichsweise schwierig ist. Es wurden lediglich Angaben zur Form und Größe gemacht.

Die genannten Vertreter hatten die größten Abundanzanteile und bildeten zusammen ca. 95 % der Gesamtabundanz. Alle anderen Arten wurden nicht weiter betrachtet. Sie wiesen z.T. sehr geringe Zellzahlen auf. Damit stieg die Wahrscheinlichkeit, dass diese Arten von immer weniger Teilnehmern gefunden wurden. Diese Arten sind für eine Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Labore wenig geeignet.

Vor dem Hintergrund der unterschiedlichen taxonomischen Differenzierung bzw. der unterschiedlichen Bezeichnung weniger dominanter Formen wird die Notwendigkeit der Festlegung von entsprechenden Konventionen deutlich. Das betrifft u.a. die Festlegung von Bestimmungstiefen im Vorfeld von Ringversuchen. Darüber hinaus scheint ein noch stärkerer Brückenschlag zum Planktonkurs erforderlich. Ziel sollte es sein, zu einheitlichen und hochgradig reproduzierbaren taxonomischen Bestimmungen zu kommen, die mehreren Randbedingungen gerecht werden:

- Grenzen der Lichtmikroskopie
- Arbeitsumfeld von Betriebslaboren, die vorrangig die Steuerung der Rohwasserentnahme, die Überwachung des Wasseraufbereitungsprozesses und das Gewässermonitorings zur Aufgabe haben
- ökologische Relevanz hoher Bestimmungstiefen

Neben exakten Vorgaben im Vorfeld von Ringversuchen, hat auch eine Nachbereitung im Planktonkurs hohe Bedeutung. Mithilfe von Rückstellproben kann die taxonomische Bestimmung zumindest für Arten, die nur geringen morphologischen Veränderungen unterliegen, überprüft werden. Im Planktonkurs zu erstellende Bestimmungshilfen zur Unterscheidung von Familien und Gattungen wie z.B. im aktuellen Fall von *Cyclotella* und *Stephanodiscus* können eine große Hilfe sein. Weiterhin zeigt sich hier die große Bedeutung der Loseblatt-Sammlung, welche für die wichtigsten Arten Bestimmungshilfen und Hinweise zur Ökologie gibt.

Bei der Bestimmung der Abundanz ist es sehr erfreulich, dass kein Ergebnis als Ausreißer detektiert worden ist (Grubbs-Test). Die Ergebnisse der Gesamtabundanz schwankten zwischen 4,26 und 16,77 Mio Zellen L⁻¹. Der Variationskoeffizient betrug 38,3 %. Der vergleichsweise starke Einfluss picoplanktischer Algen auf die Zellzahl, wie er von 2 Labors festgestellt wurde, hätte sich bei Betrachtung der hier nicht ausgewerteten Biomassebestimmung stark abgeschwächt. Dabei wurde jedoch auch deutlich, dass Vorgaben zur Erfassung des Picoplanktons notwendig sind, um die Unterschiede zu vermeiden, die ihre einzige Ursache in der Erfassung bzw. Nicht-Erfassung dieser planktischen Komponente haben. Lediglich ein Ergebnis lag außerhalb des Toleranzbereichs. Damit betrug der Anteil „erfolgreicher“ Labors 94,4 %.

Zwischen dem Zählaufwand und einem erfolgreichen Ergebnis scheint es im Rahmen dieses Ringversuchs keinen Zusammenhang zu geben. Bei der Konzentrationsbestimmung der Latexbeads wurden zwischen 278 und 5720 Zählleinheiten erfasst. Bei annähernder Gleichverteilung in der Zählkammer war ein Zählaufwand im unteren Bereich völlig ausreichend. Höhere Aufwände führten nicht zwangsläufig zu einem besseren Ergebnis. Im Fall der Freilandprobe (441-4812 erfasste Zählleinheiten) scheint ein Zählaufwand von ca. 1000 Zählleinheiten erforderlich, da es sich um mehrere Arten handelte. Ein sehr viel höherer Aufwand führte auch hier nicht zwangsläufig zu einem Ergebnis, welches näher am robusten Mittelwert lag als Ergebnisse, die mit geringerem Aufwand erreicht wurden. Der maximal mögliche statistische Zählfehler (Cavalli-Sforza 1965) spielte keine nennenswerte Rolle.

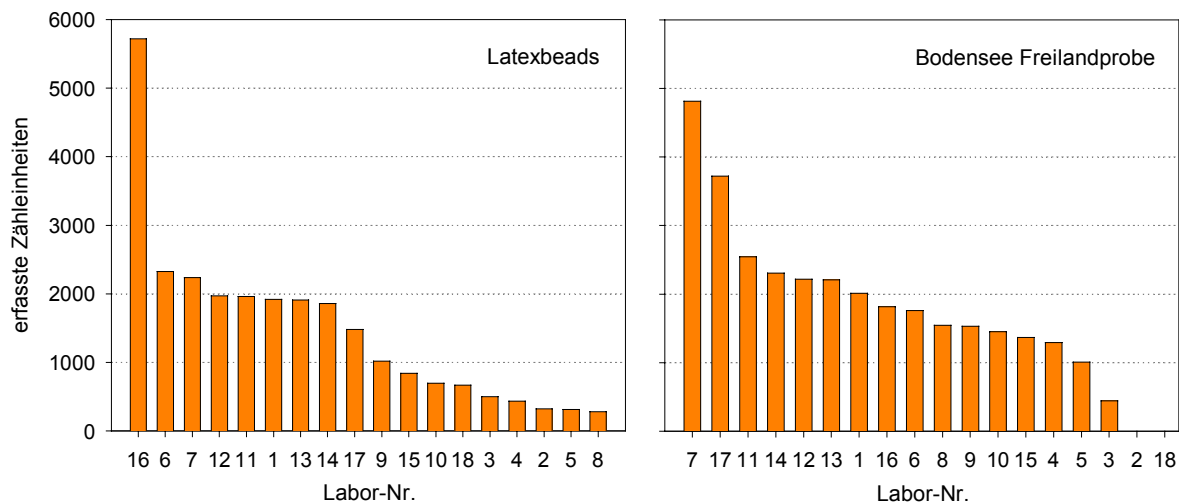


Abb. 11: Zählaufwand der einzelnen Teilnehmer bei der Bearbeitung der synthetischen und der Freilandprobe.

5. Zusammenfassung

Die vorliegenden Ergebnisse belegen einerseits die Leistungsfähigkeit der teilgenommenen Labore, andererseits aber auch das Potenzial diese noch weiter zu verbessern. Deutlich wurde die Notwendigkeit der Verfeinerung einer einheitlichen taxonomischen Bestimmung, die noch stärker im Planktonkurs mit den geeigneten Hilfsmitteln (Loseblatt-Sammlung, Bestimmungshilfen, Vor- und Nachbereitung der Ringversuche) vorangetrieben werden sollte.