

# Ringtest Phytoplankton 2008

## Abschlussbericht November 2009

Andreas Meybohm, Jan Trübsbach und Tilo Ihle

---

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV)  
in Kooperation mit der Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren (ATT e.V.)

# INHALT

<b>1.</b>	<b>ORGANISATION .....</b>	<b>1</b>
1.1.	Ausrichter .....	1
1.2.	Teilnehmer .....	2
1.3.	Ringversuchsdesign .....	3
1.4.	Ringversuchsablauf .....	3
1.5.	Probenherstellung.....	4
1.5.1.	Synthetische Probe .....	4
1.5.2.	Natürliche Phytoplanktonprobe.....	4
<b>2.</b>	<b>HOMOGENITÄTSTEST .....</b>	<b>5</b>
2.1.	Synthetische Proben.....	6
2.2.	Natürliche Proben .....	8
2.3.	Ergänzende Statistik .....	10
<b>3.</b>	<b>ERGEBNISSE.....</b>	<b>11</b>
3.1.	Komponente 1: Synthetische Probe .....	11
3.1.1.	Konzentration und Vermessung der Mikropartikel.....	11
3.2.	Komponente 2: Natürliche Probe .....	18
3.2.1.	Zellzahlen .....	18
3.2.2.	Gesamtbiovolumen und Biovolumenanteile der Algenklassen .....	28
3.3.	Komponente 3: Taxonomische Bestimmung / Videoclips.....	39
3.3.1.	Bestimmungsergebnisse .....	39
<b>4.</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>45</b>
4.1.	Komponente 1: synthetische Probe.....	45
4.1.1.	Betrachtungen zum statistischen Zählfehler .....	46
4.1.2.	Vermessung der Mikropartikel.....	47
4.1.3.	Zusammenhang zwischen Zählstrategie und Ergebnis .....	48
4.2.	Komponente 2: natürliche Probe.....	50
4.2.1.	Quantitative Aspekte.....	50
4.2.2.	Qualitative Aspekte .....	50
4.2.3.	Zellvolumina .....	54
<b>5.</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>56</b>

# 1. Organisation

## 1.1. Ausrichter

EQAT Phytoplankton ist eine gemeinsame Aktivität der Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V. (ATT) und der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV). Die ATT ist ein eine gemeinnützige Vereinigung von rund 40 Wasserversorgungsunternehmen, Wasserverbänden, Talsperrenbetrieben und -verwaltungen, Hochschul-, Untersuchungs- und Forschungsinstituten in der Bundesrepublik Deutschland und im Großherzogtum Luxemburg ([www.trinkwassertalsperren.de](http://www.trinkwassertalsperren.de)). Die LTV ist ein Staatsbetrieb im Geschäftsbereich des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft. Sie betreibt, bewirtschaftet und überwacht die 115 landeseigenen Talsperren und Speicher mit einem Gesamtstauraum von 523 Mio m<sup>3</sup> zur Bereitstellung von Rohwasser für die Trink- und Brauchwasserversorgung, zum Hochwasserschutz und zur Niedrigwasseraufhöhung und ist verantwortlich für die Unterhaltung und Ausbau von ca. 3000 km Gewässer I. Ordnung und der Grenzgewässer ([www.talsperren-sachsen.de](http://www.talsperren-sachsen.de)). Der Biologiearbeitskreis der ATT führt für seine Mitgliedsunternehmen seit Anfang der 90er Jahre Phytoplankton Ringversuche durch. Der Ringversuch EQAT Phytoplankton 2008 ist der zweite von der ATT/LTV durchgeführte Ringversuch, der allen interessierten Laboren offen stand. Die Organisation, Durchführung und die Auswertung liegen federführend in der Hand der LTV. Alle 4 Labore der LTV sind nach ISO 17025 für die Probenahme sowie Identifizierung und Zählung von Phytoplankton akkreditiert. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Aufgabenverteilung bei der Durchführung des Ringversuchs.

---

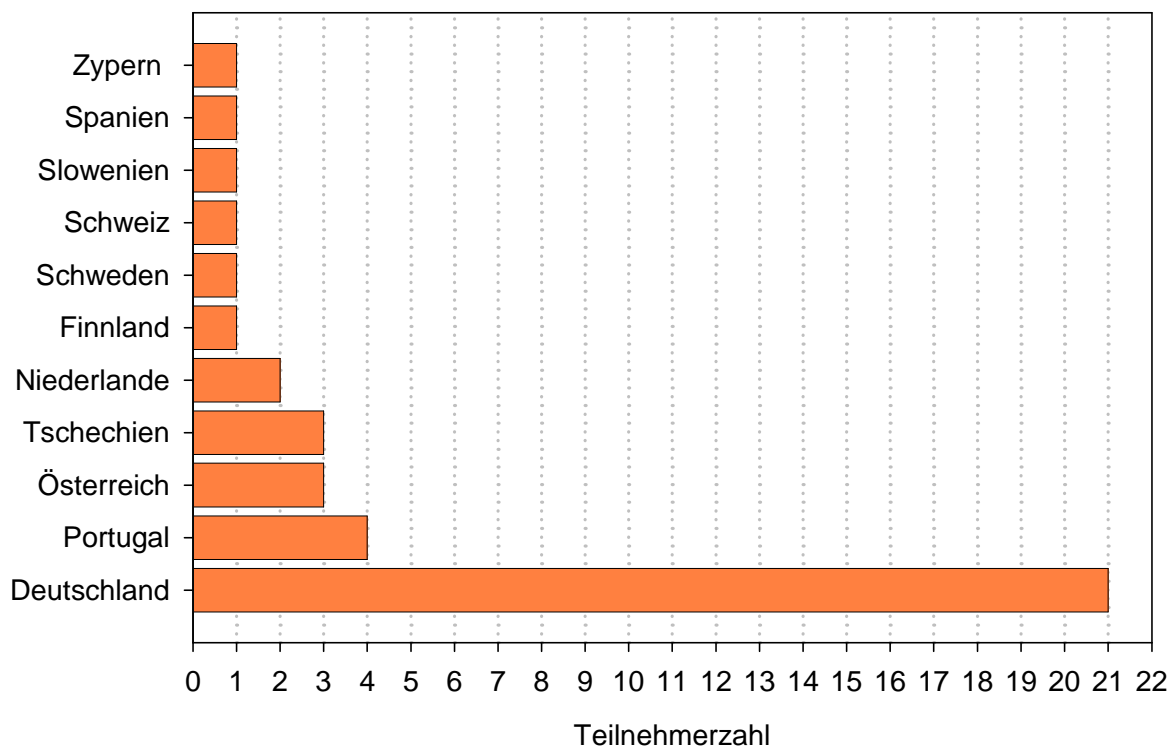
Ringversuchsleitung	Andreas Meybohm	LTV	Planung / Durchführung Auswertung, Bericht
Experten Gremium	Anita Nienhüser	ATT	Beratung
	Dr. Gabriele Packroff	ATT	Beratung
	Jan Trübsbach	LTV	Probenherstellung, Videos, Taxonomie
	Dr. Tilo Ihle	LTV	Statistik, Auswertung
	Dr. Regine Jahn	BGBM, FU Berlin	Taxonomie
	Wolf-Henning Kusber	BGBM, FU Berlin	Taxonomie

---

Kontaktperson: Andreas Meybohm  
Telefon: 0049-3741-1564102  
Email: [andreas.meybohm@ltv.sachsen.de](mailto:andreas.meybohm@ltv.sachsen.de)

## 1.2. Teilnehmer

Am Ringversuch Phytoplankton 2008 haben 39 Labore teilgenommen. Allen angemeldeten Laboren wurden die Ringversuchs-Proben zugestellt. 37 Teilnehmer sandten vollständige Ergebnisdatensätze zurück. Ein Labor schickte lediglich Zählergebnisse der synthetischen Proben, ein weiteres Labor berechnete keine Biovolumen der natürlichen Probe. Die Anmeldungen kamen von privaten Laboren, Wasserversorgungsunternehmen, staatlichen Behörden sowie Universitäten und Forschungseinrichtungen. Einen Überblick über die geografische Herkunft der Teilnehmer gibt **Abbildung 1**.

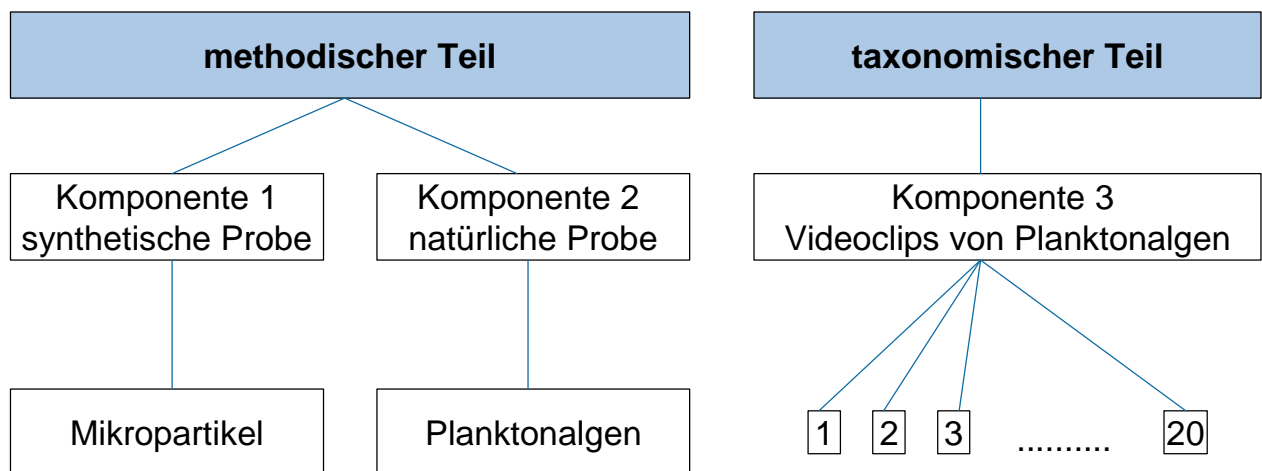


**Abbildung 1:** Geografische Herkunft der teilnehmenden Labore.

### 1.3. Ringversuchsdesign

Laborvergleichsuntersuchungen können durch eine breite Beteiligung einen wertvollen Beitrag zur Verbesserung der Qualität und der Vergleichbarkeit der produzierten Daten leisten. Dieses Potenzial wird jedoch nur dann optimal ausgeschöpft, wenn der Aufbau des Ringversuchs weitgehend an dem zu prüfenden Verfahren ausgerichtet ist. Im Fall der Phytoplanktonanalyse betrifft das die Bearbeitung kompletter Proben mit den einzelnen Schritten: Abfüllung in die Sedimentationskammern, Festlegung der Zählstrategie, Erfassen der Organismen, Berechnung der Abundanz, Vermessung der Organismen, Berechnung des Zellvolumens, Ermittlung des Gesamtbiovolumens, taxonomische Bestimmung und Zuordnung zu den Phytoplanktonklassen.

**Abbildung 2** visualisiert das Ringversuchsdesign. Mit dieser Struktur wurde versucht, den Ringversuch weitgehend an den praktischen Anforderungen der Phytoplanktonanalyse auszurichten.



**Abbildung 2:** Struktur des Phytoplankton Ringversuchs

### 1.4. Ringversuchsablauf

Die Ankündigung des Ringversuchs erfolgte ab Ende Mai 2008. Bis zum 31. Juli 2008 konnten sich Interessenten zur Teilnahme anmelden. Am 23. Oktober 2008 wurden die Proben und Videoclips an die Teilnehmer verschickt. Zeitgleich wurden

die erforderlichen Dokumente und Videoclips auf der EQAT Phytoplankton Webseite freigeschaltet. Für die Bearbeitung der Proben wurde den Teilnehmern bis zum 17. Dezember 2008 Zeit gegeben. Bis zu diesem Zeitpunkt mussten die Ergebnisse beim Ringversuchsausrichter eingegangen sein. Die sich anschließende Auswertung der Ergebnisse und die Erstellung des Abschlussberichts wurden im Oktober 2009 abgeschlossen. Seit dem steht der Bericht unter [www.planktonforum.eu](http://www.planktonforum.eu) zum download bereit.

## 1.5. Probenherstellung

### 1.5.1. Synthetische Probe

Für die Herstellung der synthetischen Probe wurden Mikropartikel zwei verschiedener Größenfraktionen verwendet (6,21 und 19,97  $\mu\text{m}$ ). Entsprechend der durchgeführten Pipettierolumina aus den Hersteller- und Stammsuspensionen sowie der Verdünnungsstufen ergaben sich in den versandfertigen Proben die in **Tabelle 1** dargestellten theoretischen Konzentrationen.

**Tabelle 1:** Theoretische Konzentration der Mikropartikel in den synthetischen Proben.

Partikeldurchmesser	Konzentration
19,97	16.500 L <sup>-1</sup>
6,21	494.400 L <sup>-1</sup>

Dabei ist zu beachten, dass diese Konzentrationen als Näherungswerte und nicht als Sollwerte zu verstehen sind. In der Praxis ist es nahezu unmöglich, aus 15 ml Herstellersuspension, deren Partikelanzahl im Bereich zwischen  $10^7$  und  $10^{12}$  Partikel/ml liegt, exakte Zielkonzentrationen einzustellen.

### 1.5.2. Natürliche Phytoplanktonprobe

Im Fall der natürlichen Probe war es das Ziel, eine frische und klar strukturierte Planktonprobe zur Verfügung zu stellen. Zu diesem Zweck wurden Proben mehrerer

Gewässer mikroskopisch untersucht, um geeignete Phytoplanktongesellschaften zu finden. Im Ergebnis wurde die im Ringtest verwendete Probe aus 2 unterschiedlichen Gewässern zusammengestellt.

## **2. Homogenitätstest**

Testmaterialien, die für Ringversuche verwendet werden, sollten eine „ausreichende“ Homogenität (d.h. die Variabilität der mittleren Zusammensetzung des Testmaterials sollte geringer sein als die analytische Variabilität) aufweisen. Nur so kann sichergestellt werden, dass sich die Variabilität der Testergebnisse ausschließlich aus zufälligen, subjektiven und methodischen Fehlern ergibt. Generell erfüllen Materialien - ausgenommen es handelt sich um „echte Lösungen“ - diesen Anspruch nur hinreichend (Fearn & Thomson 2001).

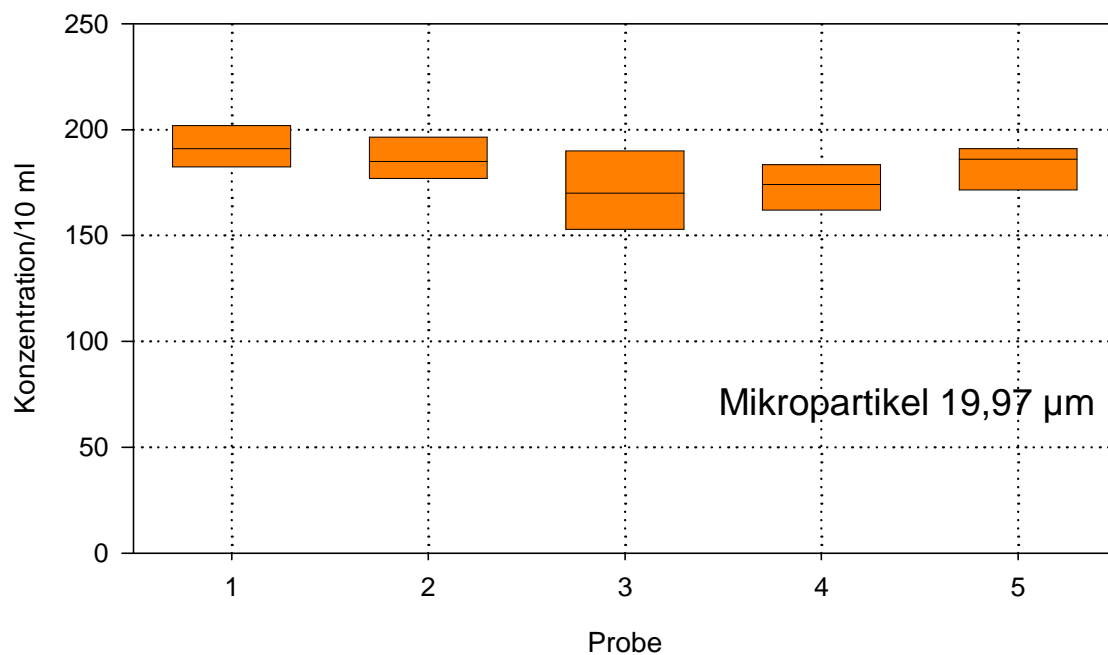
Im Fall der in diesem Ringversuch verwendeten Testmaterialien handelt es sich um synthetische Mikropartikel und natürliche Algen, die in suspendierter Form zur Verfügung gestellt wurden. Ihre Grundeigenschaften der Sedimentation und Agglomeration im wässrigen Medium führen zu Ungleichverteilungen im Medium. Diese Eigenschaften wurden bei der Herstellung und Abfüllung der Proben bestmöglich berücksichtigt. Die Überprüfung der homogenen Verteilung der Testmaterialien auf die Probenflaschen erfolgte im Fall der Mikropartikel für beide Fraktionen (19,97 und 6,21  $\mu\text{m}$ ). Im Fall der natürlichen Testmaterialien wurde die Homogenität stichprobenartig anhand der Euglenophyceae *Trachelomonas* sp. durchgeführt.

Mit der Wahl der Mikropartikeln 19,97  $\mu\text{m}$  und von *Trachelomonas* wurde dabei ganz bewusst auf die Testmaterialien zurückgegriffen, welche auf Grund ihrer Konzentration verteilungsunabhängig mit vertretbarem Aufwand erfasst werden konnten (Zählung ganzer Sedimentationskammern). Zusätzlich erfolgte der Homogenitätstest auch für die Mikropartikel 6,21  $\mu\text{m}$ . Aufgrund der im Vergleich zu dem Mikropartikeln 19,97  $\mu\text{m}$  höheren Konzentration und der geringeren Größe wurden in diesem Fall 4 jeweils um 45° versetzte Transekte bei 400 facher Vergrößerung ausgezählt. Es sollte damit getestet werden, ob sich die Erfassung von kleinen Teilflächen der Sedimentationskammern negativ auf die Untersuchung der Homogenität auswirken.

Zur Durchführung der Homogenitätstests wurden dem jeweiligen Probenpool 10 Probenflaschen entnommen. Aus diesen 10 Probenflaschen mit den synthetischen und den natürlichen Testmaterialien wurden jeweils fünf 10 ml Sedimentationskammern mit den entsprechenden Sedimentationszylindern befüllt und nach einer festgelegten Sedimentationszeit komplett bzw. teilweise ausgezählt.

## 2.1. Synthetische Proben

**Abbildung 3** visualisiert die Ergebnisse der Homogenitätsuntersuchung für die Mikropartikel 19,97  $\mu\text{m}$ . Die Einzelergebnisse schwanken zwischen 148 und 222 gezählten Partikeln je Sedimentationsansatz. Die dargestellten Ergebnisse der durchgeführten ANOVA (**Tabelle 2**) belegen eine homogene Verteilung der Testmaterialien auf die Probenflaschen. Die Homogenität der Varianzen war mit  $p=0,645$  gegeben (Levene Statistik).

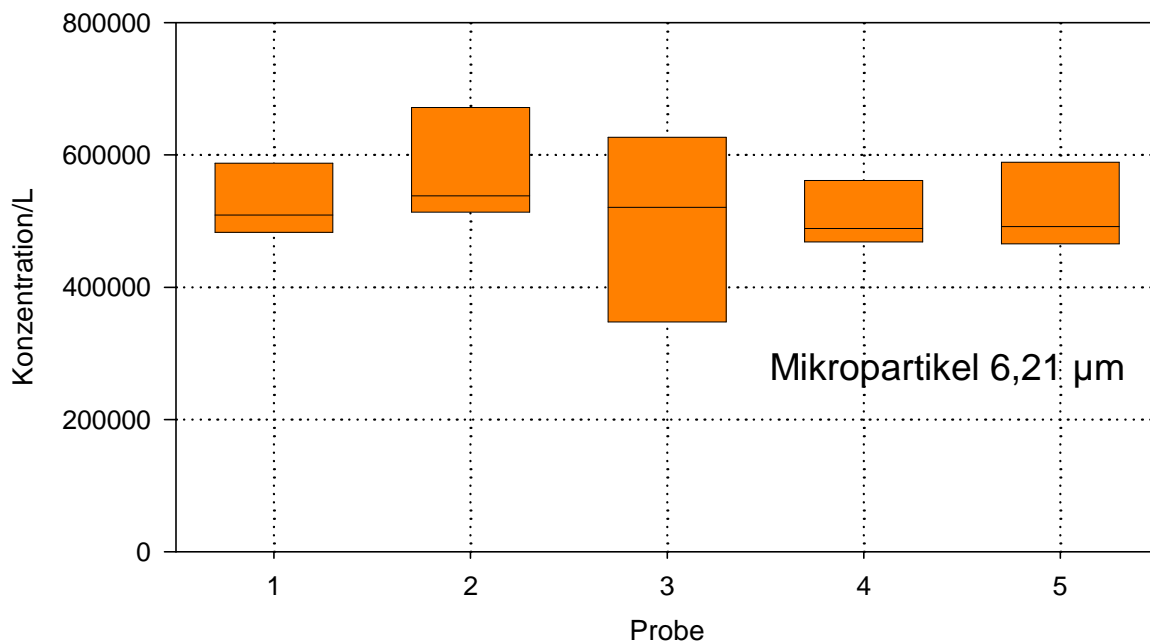


**Abbildung 3:** Homogenitätsuntersuchung der Mikropartikel 19,97  $\mu\text{m}$  (je Probe N=5).

**Tabelle 2:** Homogenitätsuntersuchung der Mikropartikel 19,97; Ergebnisse ANOVA.

Mikropartikel 19,97 $\mu\text{m}$	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	1.558	4	390	1,952	0,141
Innerhalb der Gruppen	3.991	20	200		
Gesamt	5.549	24			

In **Abbildung 4** sind die Ergebnisse der Homogenitätsuntersuchung für die Mikropartikel 6,21  $\mu\text{m}$  dargestellt. Die Einzelergebnisse schwanken zwischen 104 und 284 gezählten Partikeln je Sedimentationsansatz. Die in **Tabelle 3** dargestellten Ergebnisse der durchgeführten ANOVA belegen eine homogene Verteilung der Testmaterialien auf die Probenflaschen. Die Homogenität der Varianzen wurde im Vorfeld mittels Levene Statistik überprüft ( $p=0,928$ ).

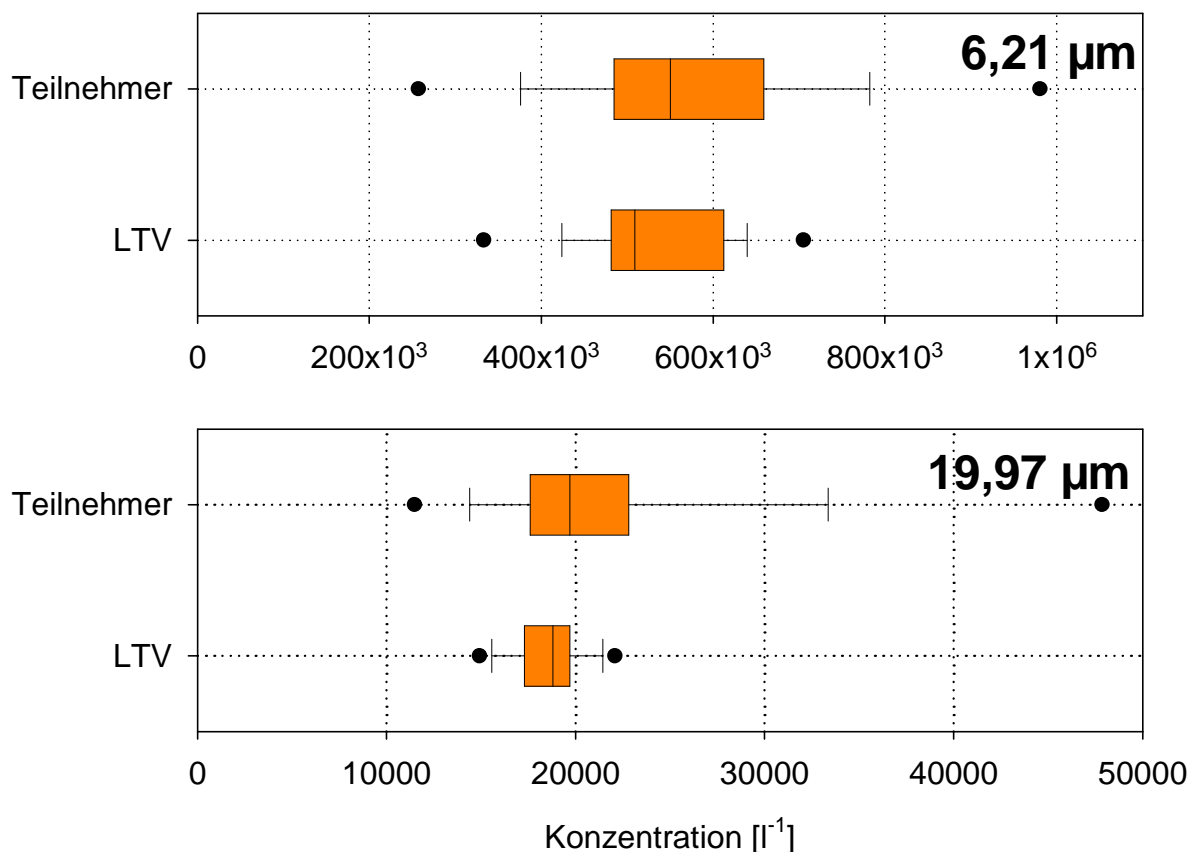


**Abbildung 4:** Homogenitätsuntersuchung der Mikropartikel 6,21  $\mu\text{m}$  (je Probe N=5).

**Tabelle 3:** Homogenitätsuntersuchung der Mikropartikel 6,21; Ergebnisse ANOVA.

Mikropartikel 6,21 $\mu\text{m}$	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	22.260.000.000	4	5.565.000.000	0,637	0,642
Innerhalb der Gruppen	174.700.000.000	20	8.735.000.000		
Gesamt	197.000.000.000	24			

Neben der Beantwortung der wichtigen Frage der Homogenität war darüber hinaus von Interesse, inwieweit die Ergebnisse der Homogenitätsuntersuchungen und die Ergebnisse der Ringversuchsteilnehmer bei diesen Testmaterialien übereinstimmen. Die Ergebnisse eines Mann-Whitney Tests zeigen, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Lageparametern gibt (Mikropartikel 6,21:  $p=0,185$ , Mikropartikel 19,97:  $p=0,072$ ) (**Abbildung 5**).

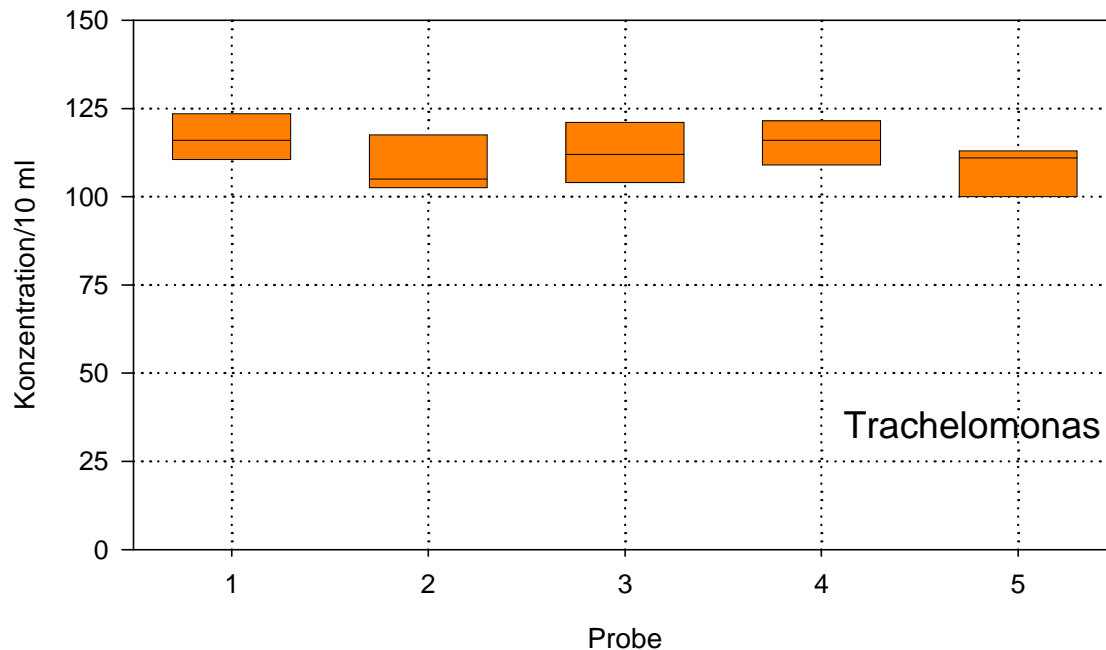


**Abbildung 5:** Mikropartikel 6,21  $\mu m$  und 19,97  $\mu m$ , Vergleich der Zählergebnisse zwischen den Teilnehmern und den Ergebnissen der Homogenitätszählung.

## 2.2. Natürliche Proben

Die Ergebnisse der Homogenitätsuntersuchung sind analog zu den synthetischen Proben grafisch dargestellt (**Abbildung 6**). Die Zählergebnisse für *Trachelomonas* sp. schwanken zwischen 90 und 131 Zellen/10 ml. Mit  $p=0,349$  wurde auch bei

diesem Testmaterial eine homogene Verteilung auf die Probenflaschen festgestellt (**Tabelle 4**). Im Vorfeld wurde die Gleichheit der Varianzen getestet (Levene Statistik  $p=0,928$ ).

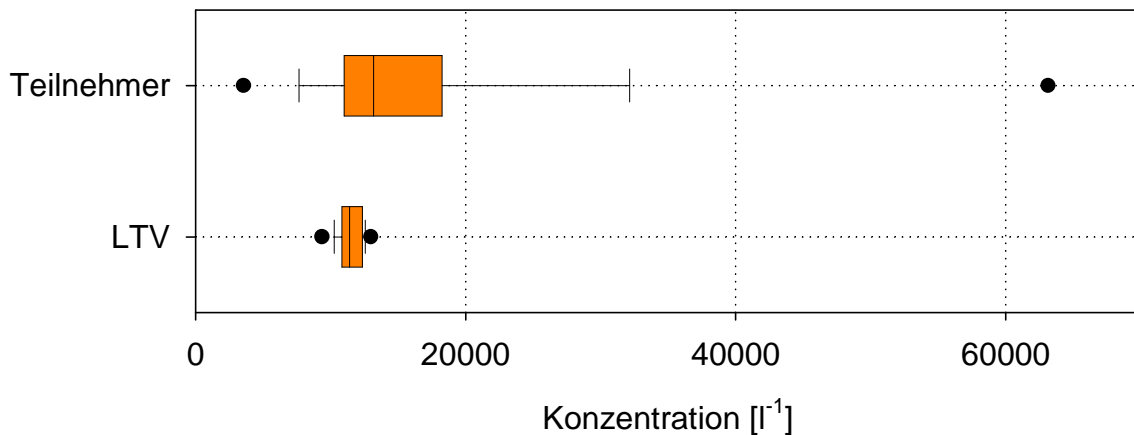


**Abbildung 6:** Homogenitätsuntersuchung der natürlichen Probe (je Probe  $N=5$ ).

**Tabelle 4:** Homogenitätsuntersuchung natürlichen Probe, Ergebnisse ANOVA.

Trachelomonas	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	324	4	81	1,182	0,349
Innerhalb der Gruppen	1.368	20	68		
Gesamt	1.692	24			

Analog zu den Mikropartikeln wurde auch für die ermittelten Zellzahlen von Trachelomonas ein Mann-Whitney Test durchgeführt. Dabei zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Homogenitätsuntersuchung und den Ergebnissen der Teilnehmer ( $p=0,019$ ). Die Ergebnisse aller Teilnehmer schwanken zwischen 1.849 und 67.400 Zellen/L. Die im Rahmen des Homogenitätstest ermittelten Zellzahlen schwanken zwischen 9.000 und 13.100 Zellen/L.



**Abbildung 7:** Natürliche Probe (Trachelomonas), Vergleich der Zählergebnisse zwischen den Teilnehmern und den Ergebnissen der Homogenitätzzählung.

### 2.3. Ergänzende Statistik

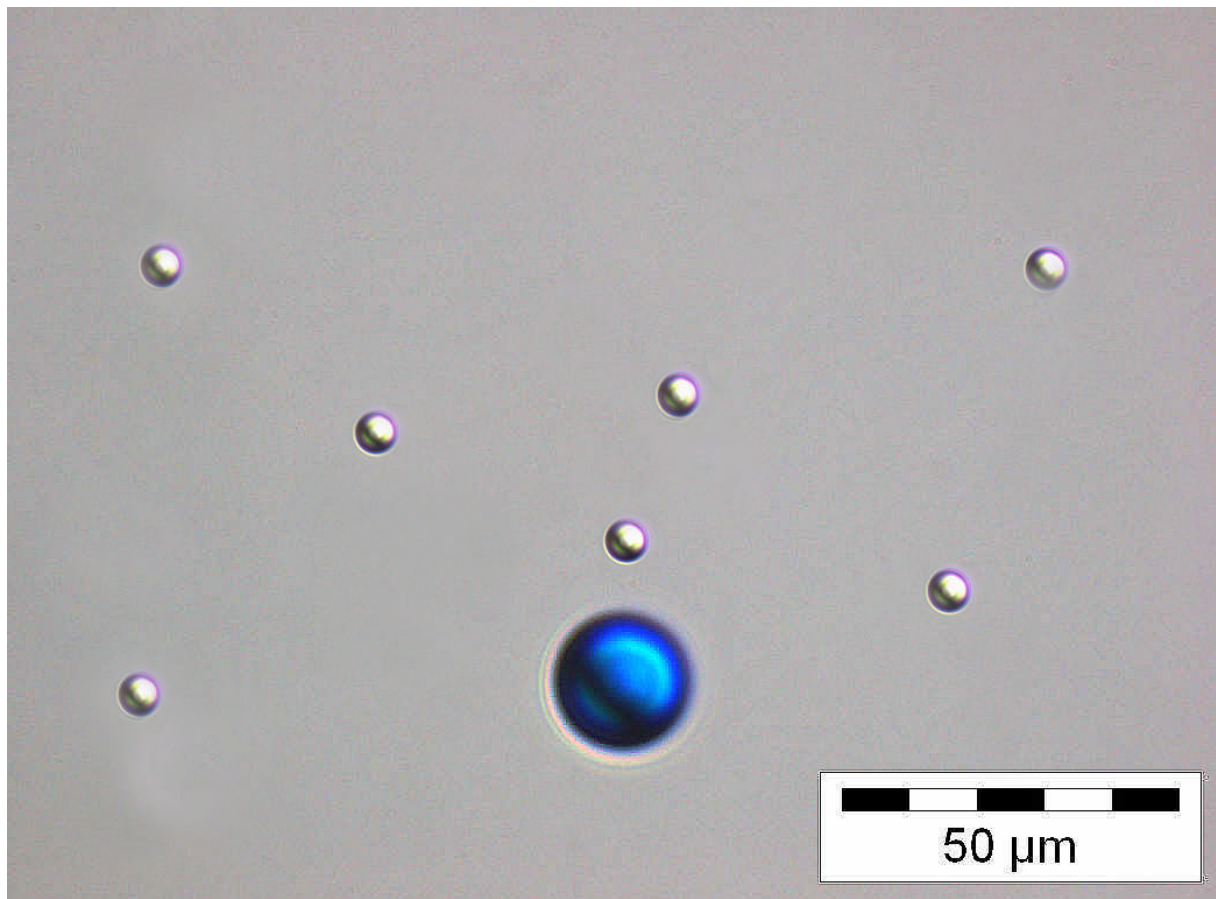
Einfache Varianzanalysen sind zur Homogenitätsüberprüfung unter Umständen – d.h. bei zu geringer als auch bei zu hoher analytischer Präzision – problematisch. Des Weiteren wird die Zwischen-Proben-Varianz aufgrund der relativ hohen Anzahl von Freiheitsgraden oft nicht ausreichend genau ermittelt. Darüber hinaus liegt die Präzision eines einzelnen Labors oft bei ca. 30%, welche entsprechend Protocol for Proficiency Testing (Thompson et al. 2006) als Zielstandardabweichung gefordert ist. Die Ergebnisse der Homogenitätzzählungen wurden deshalb zusätzlich mit dem Fearn-Test überprüft (Fearn & Thomson 2001), der dieser Problematik entsprechend Rechnung trägt. Die zugrunde gelegte Zielstandardabweichung wurde aus einer vorangegangenen Laborvergleichsuntersuchungen ermittelt (Meybohm et al. 2005). Im Ergebnis dieser Analyse zeigte sich, dass die geschätzten Varianzen zwischen den Proben sowohl bei den synthetischen als auch bei den natürlichen Proben geringer als der jeweils kritische Wert der Testvariablen nach Fearn & Thomson (2001) waren. Insofern bestätigen auch die Ergebnisse des Fearn-Tests eine ausreichende Homogenität sowohl der synthetischen als auch der natürlichen Proben. Die dem Test zugrundeliegende Zielstandardabweichung wurde aus der Vergleichsstandardabweichung vorangegangener Laborvergleichsuntersuchungen (Meybohm et al. 2005, 2008) abgeleitet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Komponente 1: Synthetische Probe

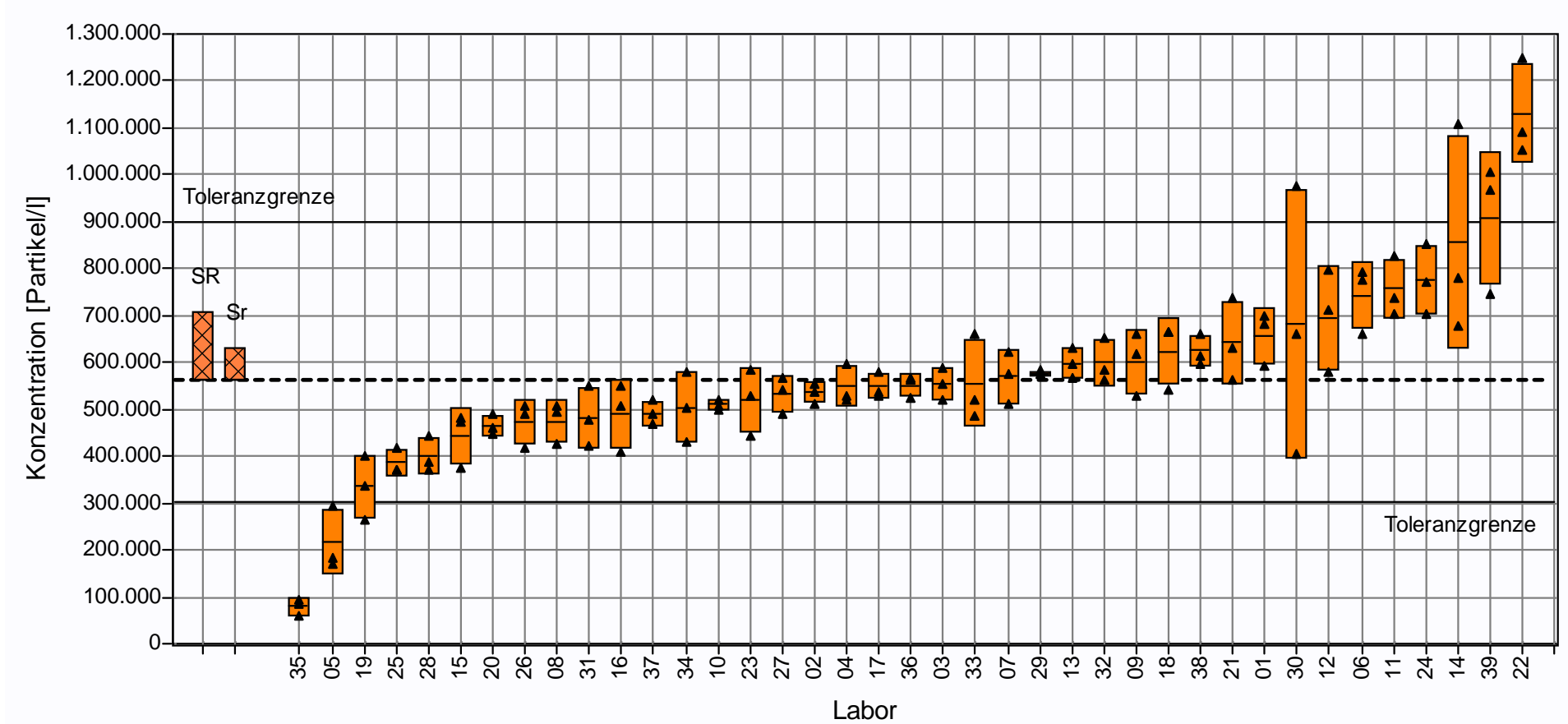
##### 3.1.1. Konzentration und Vermessung der Mikropartikel

Nachfolgende Abbildungen zeigen die Ergebnisse der Ringversuchsteilnehmer. Im Fall der Konzentration der drei Größenfraktionen der Mikropartikel werden jeweils der Labormittelwert und die Standardabweichung abgebildet. In die Abbildungen sind jeweils die obere und untere Toleranzgrenze sowie der robuste Mittelwert eingetragen. Im Fall der Größenmessungen sind jeweils der Labormittelwert sowie die Einzelmessungen visualisiert. Analog zur Konzentration sind hier der Referenzwert und die Toleranzgrenzen dargestellt.



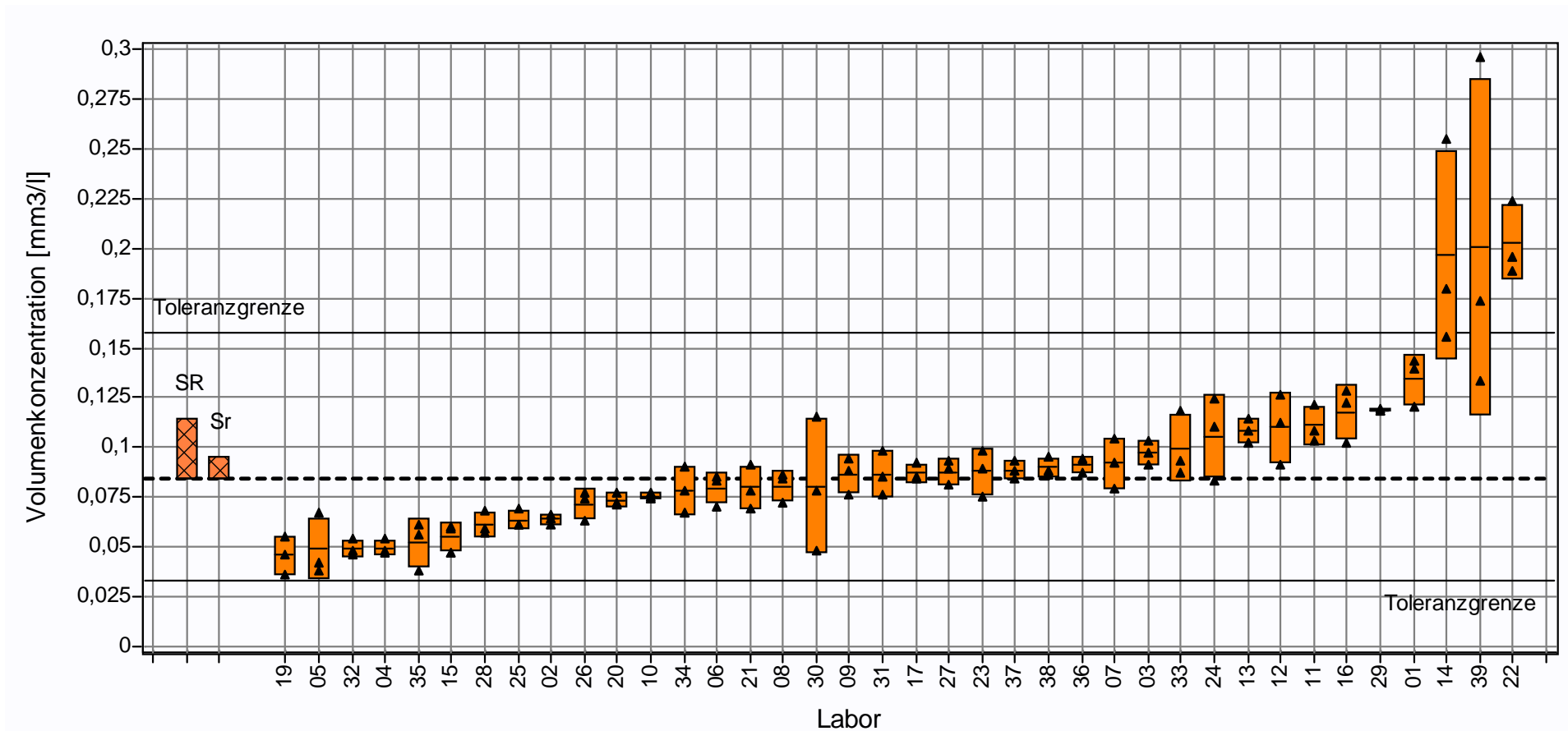
**Abbildung 8:** Synthetische Proben und deren Testmaterialien.

<b>Probe:</b>	<b>Synthetische Probe</b>	Robuster Mittelwert:	561.551 Partikel/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Mikropartikel 6,21 µm</b>	Rel. Vergleichs - STD:	25,70%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	12,17%
Anzahl der Teilnehmer:	39	Toleranzgrenzen ( Zu-score <2,0):	301.306 - 898.039 Partikel/l



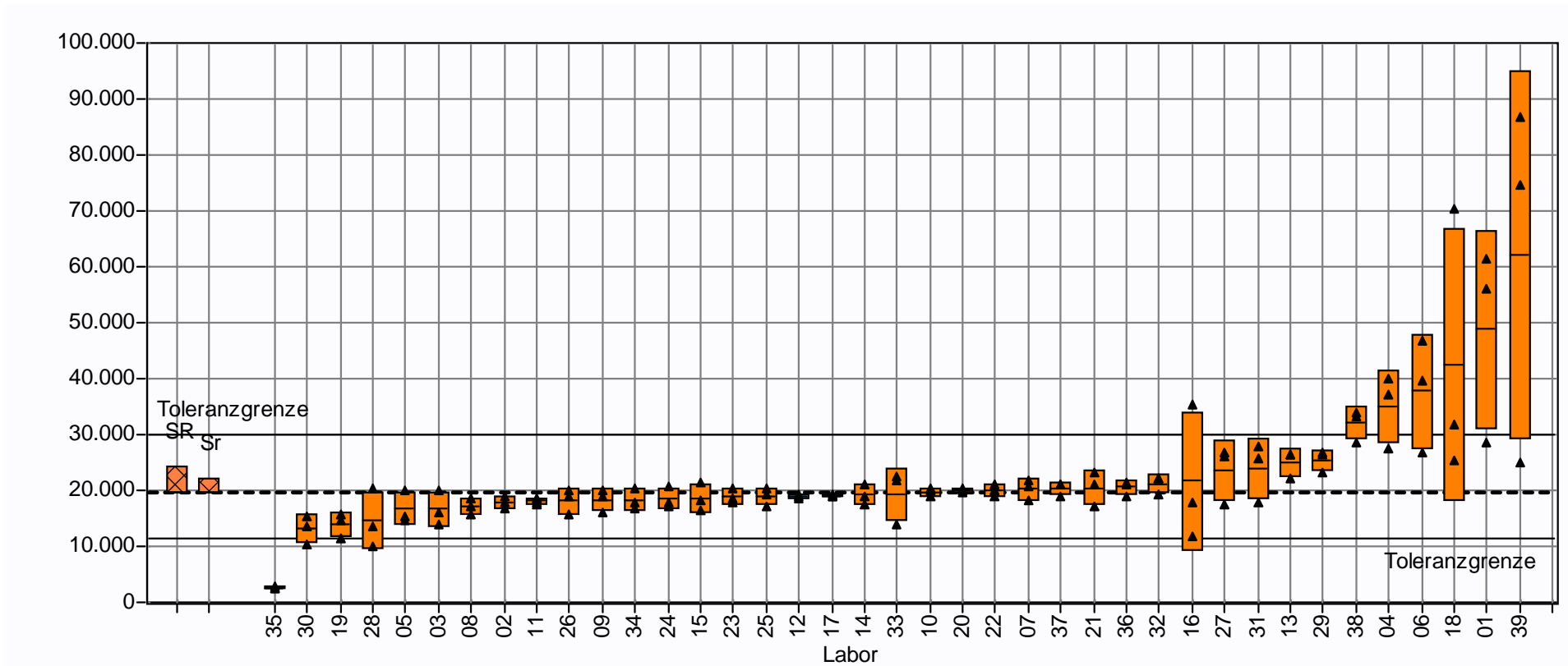
**Abbildung 9:** Ergebnisse der Konzentrationsbestimmung der Mikropartikel 6,21 µm, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Synthetische Probe</b>	Robuster Mittelwert:	0,085 mm <sup>3</sup> /l
<b>Merkmal:</b>	<b>Mikropartikel 6,21 µm</b>	Rel. Vergleichs - STD:	35,10%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	12,32%
Anzahl der Teilnehmer:	39	Toleranzgrenzen ( Zu-score <2,0):	0,033 - 0,158 mm <sup>3</sup> /l



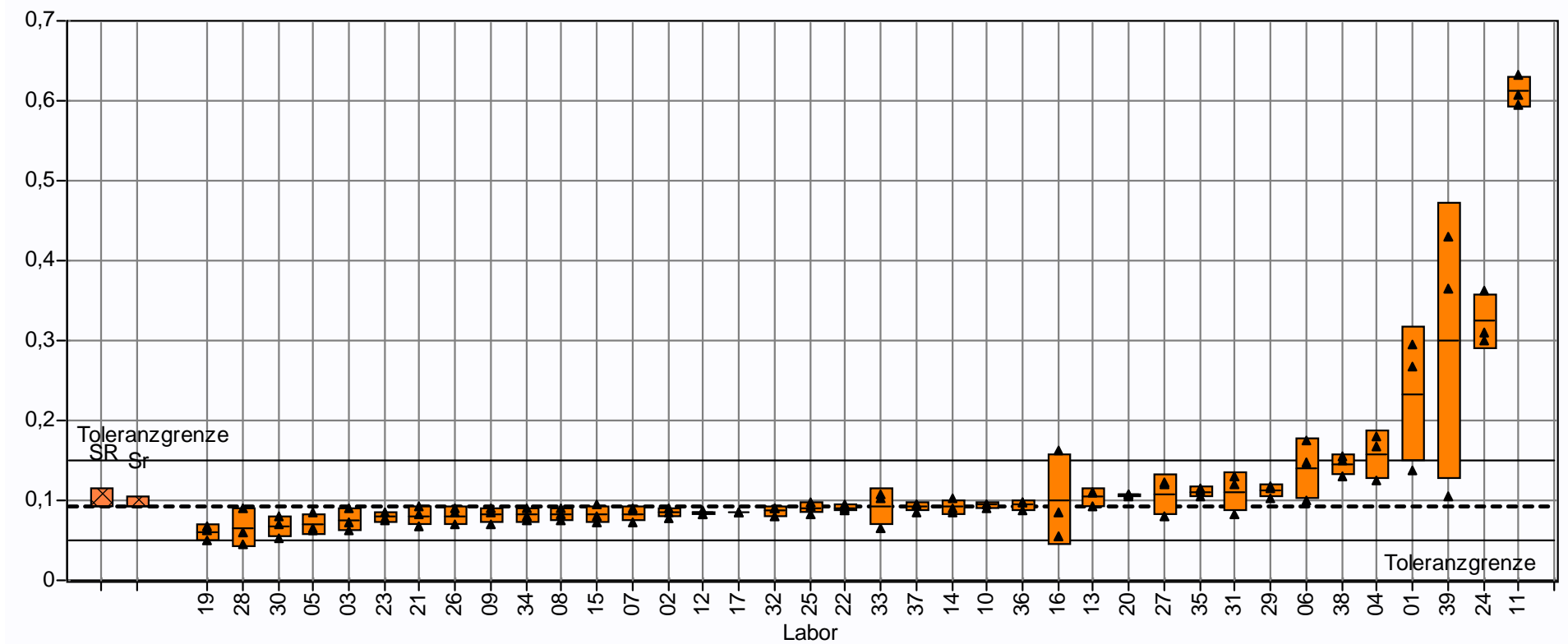
**Abbildung 10:** Ergebnisse der Volumenkonzentrationsbestimmung der Mikropartikel 6,21 µm, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Synthetische Probe</b>	Robuster Mittelwert:	19.614 Partikel/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Mikropartikel 19,97 µm</b>	Rel. Vergleichs - STD:	23,32%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	13,76%
Anzahl der Teilnehmer:	39	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	11.301 - 30.108 Partikel/l



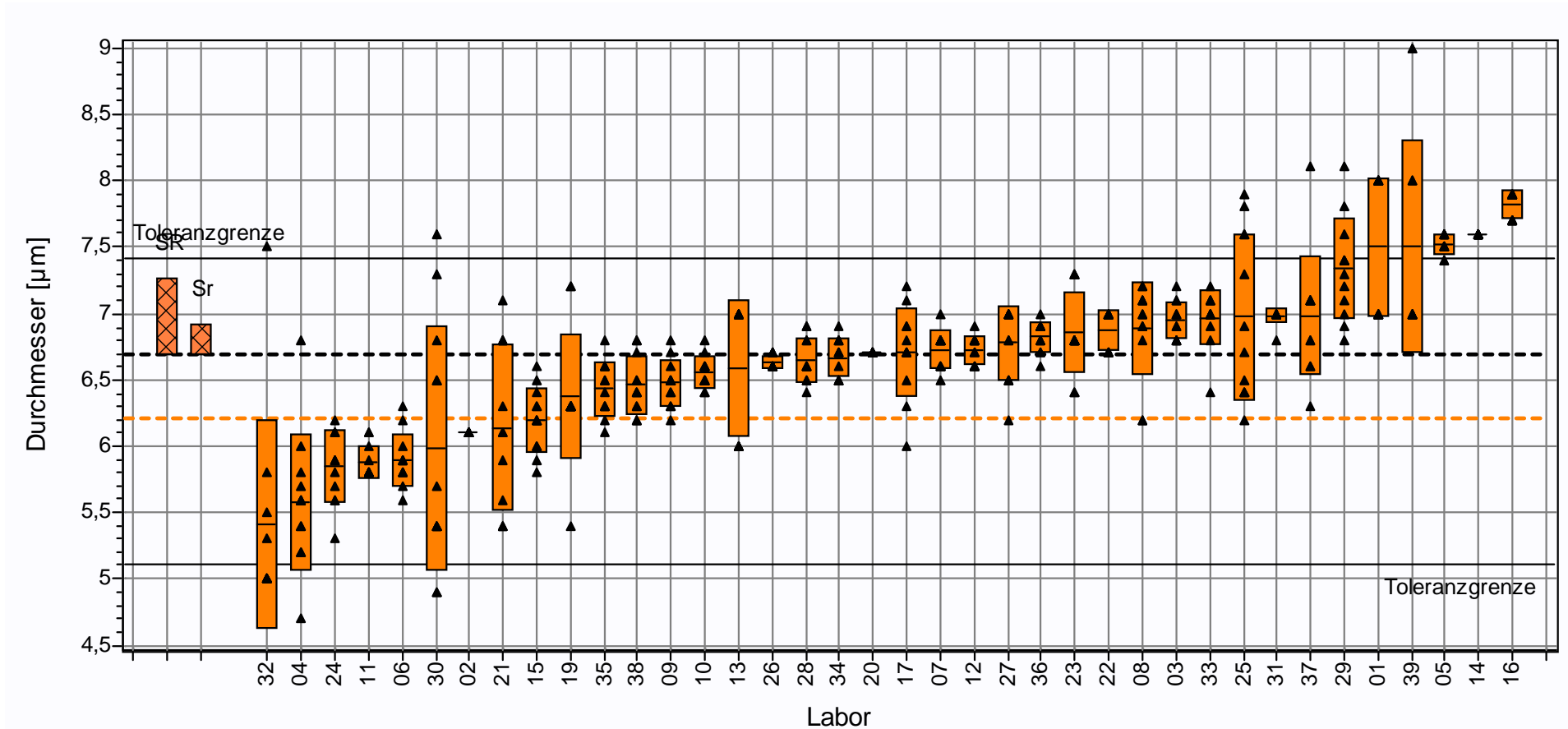
**Abbildung 11:** Ergebnisse der Konzentrationsbestimmung der Mikropartikel 19,97 µm, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Synthetische Probe</b>	Robuster Mittelwert:	0,09 mm <sup>3</sup> /l
<b>Merkmal:</b>	<b>Mikropartikel 19,97 µm</b>	Rel. Vergleichs - STD:	25,96%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	13,60%
Anzahl der Teilnehmer:	39	Toleranzgrenzen ( Zu-score <2,0):	0,05 - 0,15 mm <sup>3</sup> /l



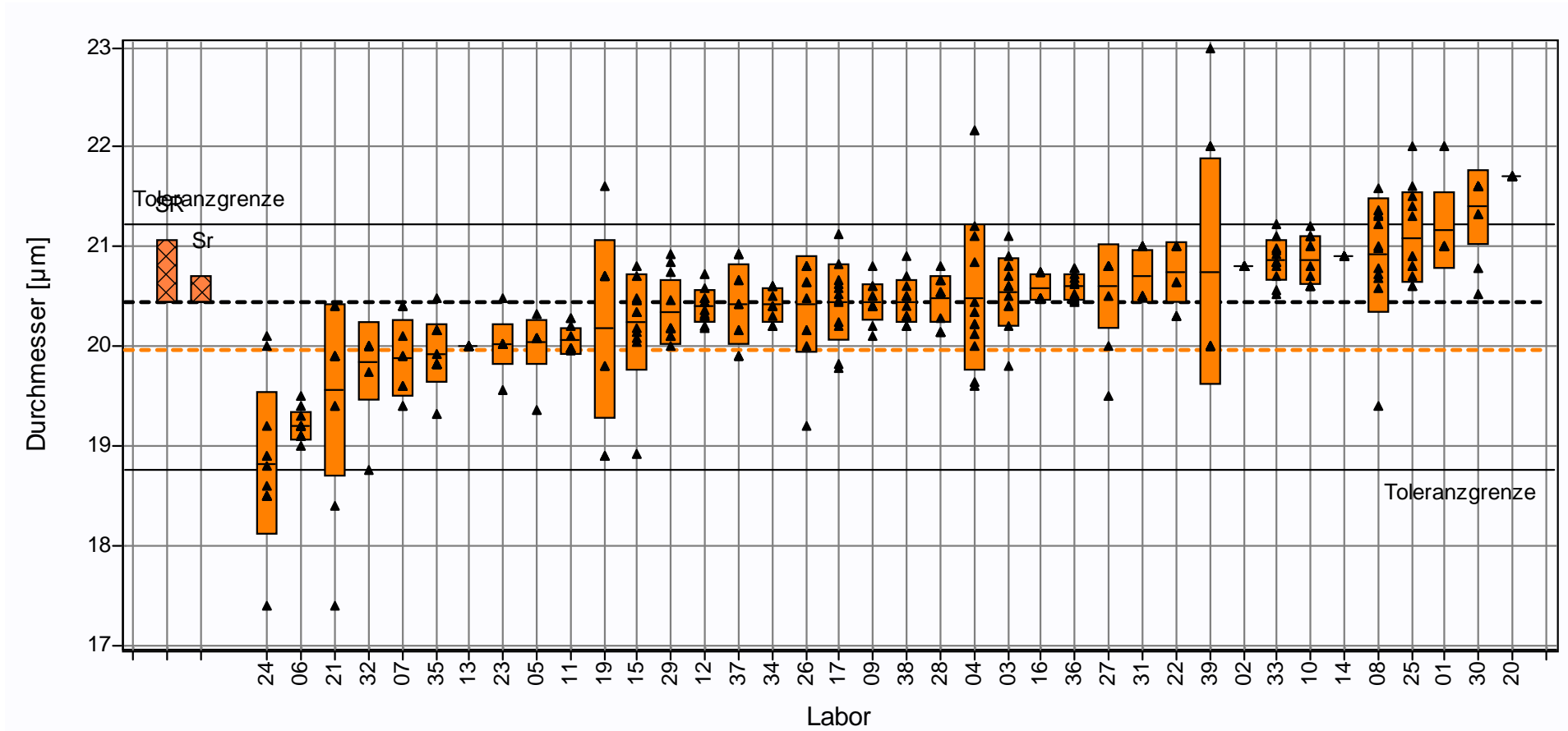
**Abbildung 12:** Ergebnisse der Volumenkonzentrationsbestimmung der Mikropartikel 19,97 µm, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Synthetische Probe</b>	Referenzwert:	6,21 $\mu\text{m}$
<b>Merkmal:</b>	<b>Mikropartikel 6,21 <math>\mu\text{m}</math></b>	Rel. Vergleichs - STD:	9,23%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	3,53%
Anzahl der Teilnehmer:	38	Toleranzgrenzen ( $ Z\text{-score}  < 2,0$ ):	5,11 - 7,41 $\mu\text{m}$



**Abbildung 13:** Ergebnisse der Vermessung der Mikropartikel 6,21  $\mu\text{m}$ , Labormittelwert, 25/75% Perzentil (Boxen), Referenzwert (gestrichelte, orange Linie), robuster Mittelwert (gestrichelte, schwarze Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Synthetische Probe</b>	Referenzwert:	19,97 $\mu\text{m}$
<b>Merkmal:</b>	<b>Mikropartikel 19,97 <math>\mu\text{m}</math></b>	Rel. Vergleichs - STD:	3,07%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	1,30%
Anzahl der Teilnehmer:	38	Toleranzgrenzen ( $ Z\text{-score}  < 2,0$ ):	18,76 - 21,22 $\mu\text{m}$



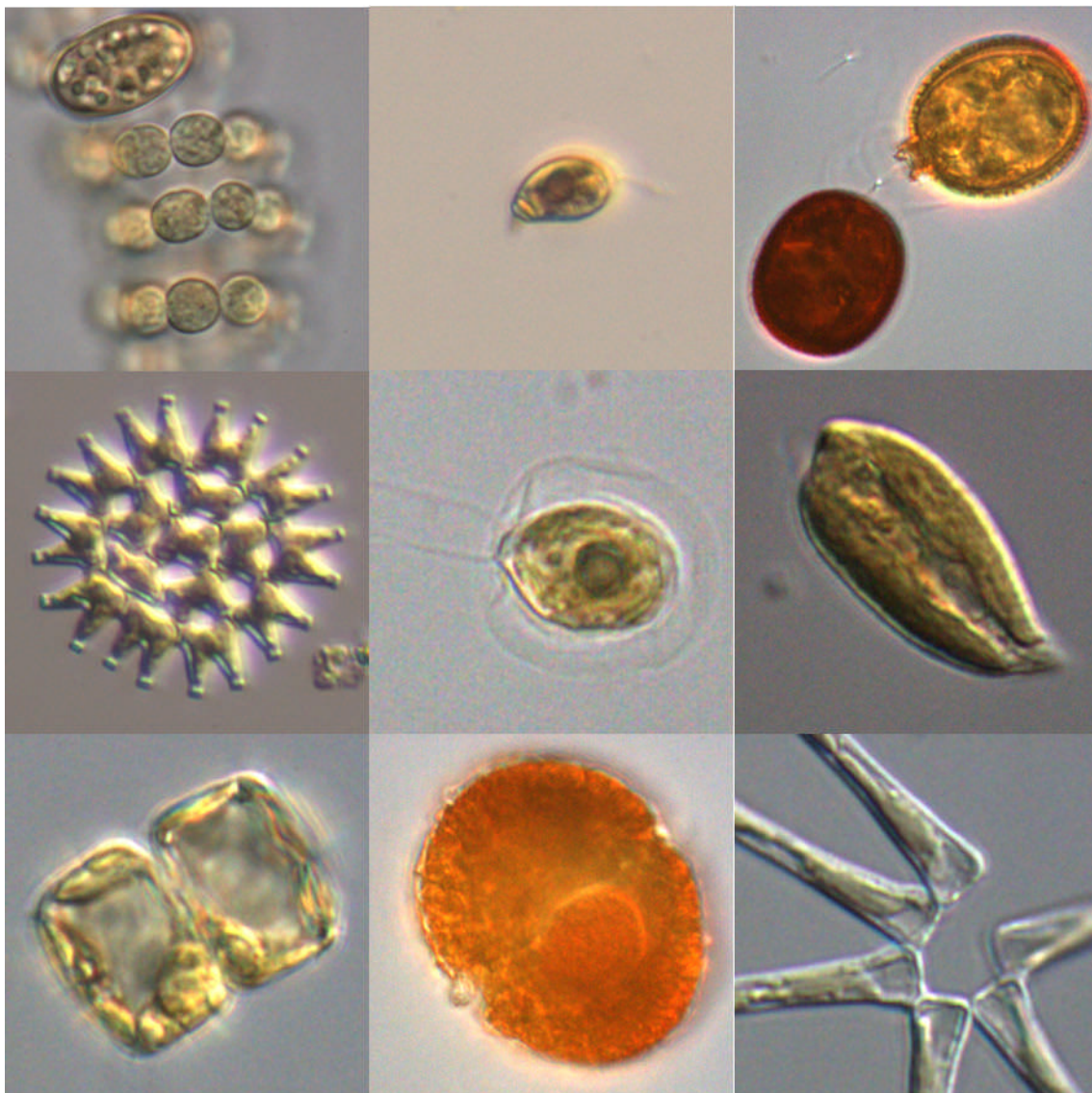
**Abbildung 14:** Ergebnisse der Vermessung der Mikropartikel 19,97  $\mu\text{m}$ , Labormittelwert, 25/75% Perzentil (Boxen), Referenzwert (gestrichelte, orange Linie), robuster Mittelwert (gestrichelte, schwarze Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

## 3.2. Komponente 2: Natürliche Probe

### 3.2.1. Zellzahlen

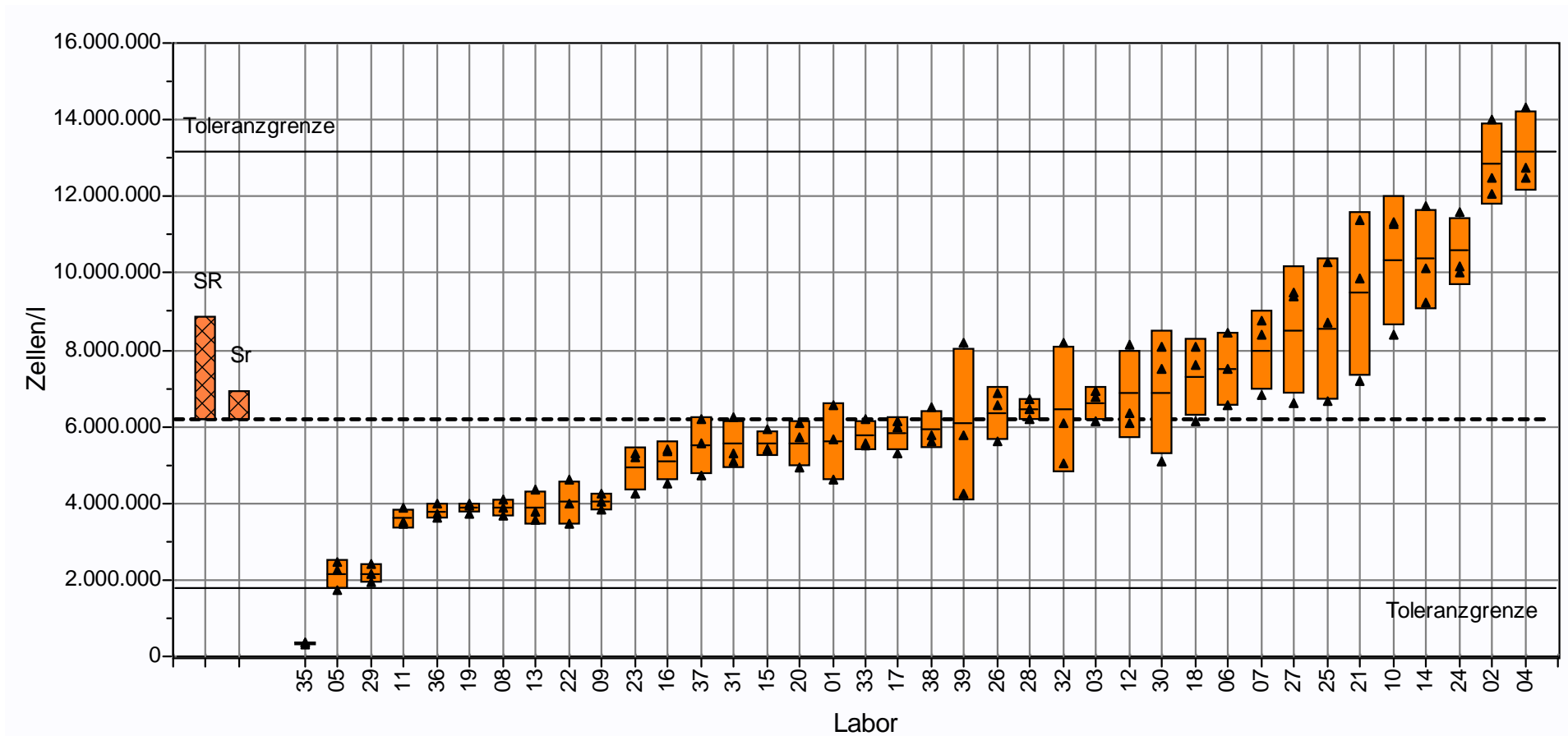
Nachfolgende Abbildungen zeigen die Ergebnisse der Zellzahlbestimmung in der natürlichen Probe. Als Erstes sind die Ergebnisse der Gesamtzellzahl dargestellt. Die weiteren Abbildungen in diesem Abschnitt bilden die Ergebnisse auf der Ebene der Algenklassen ab.

In die Abbildungen sind jeweils die obere und untere Toleranzgrenze sowie der robuste Mittelwert eingetragen (Ausnahmen: Chrysophyceae und Übrige Klassen).



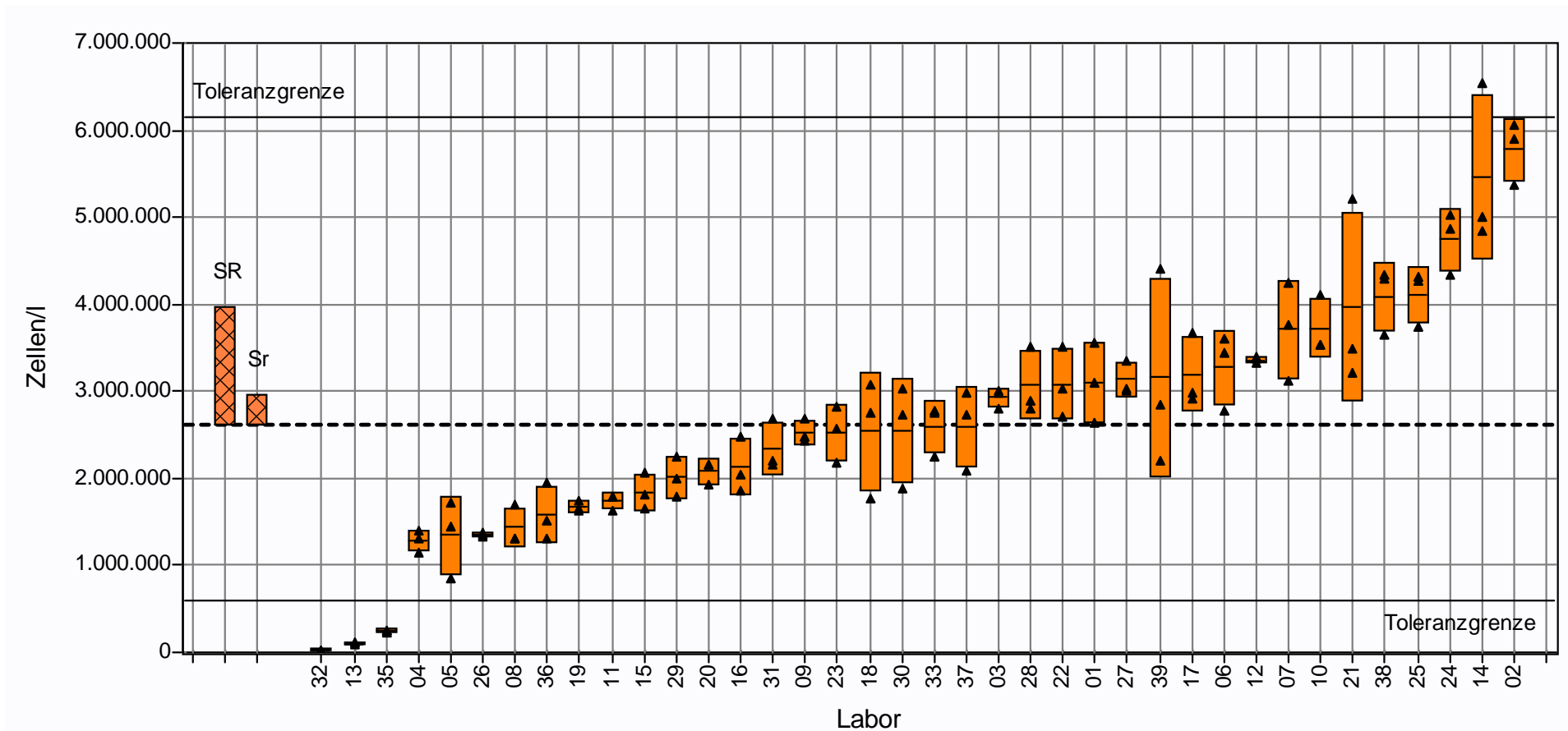
**Abbildung 15:** Beispiele für Testmaterialien.

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	6.073.619 Zellen/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Gesamtzellzahl</b>	Rel. Vergleichs - STD:	47,35%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	11,51%
Anzahl der Teilnehmer:	39	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	1.542.963 - 13.591.450 Zellen/l



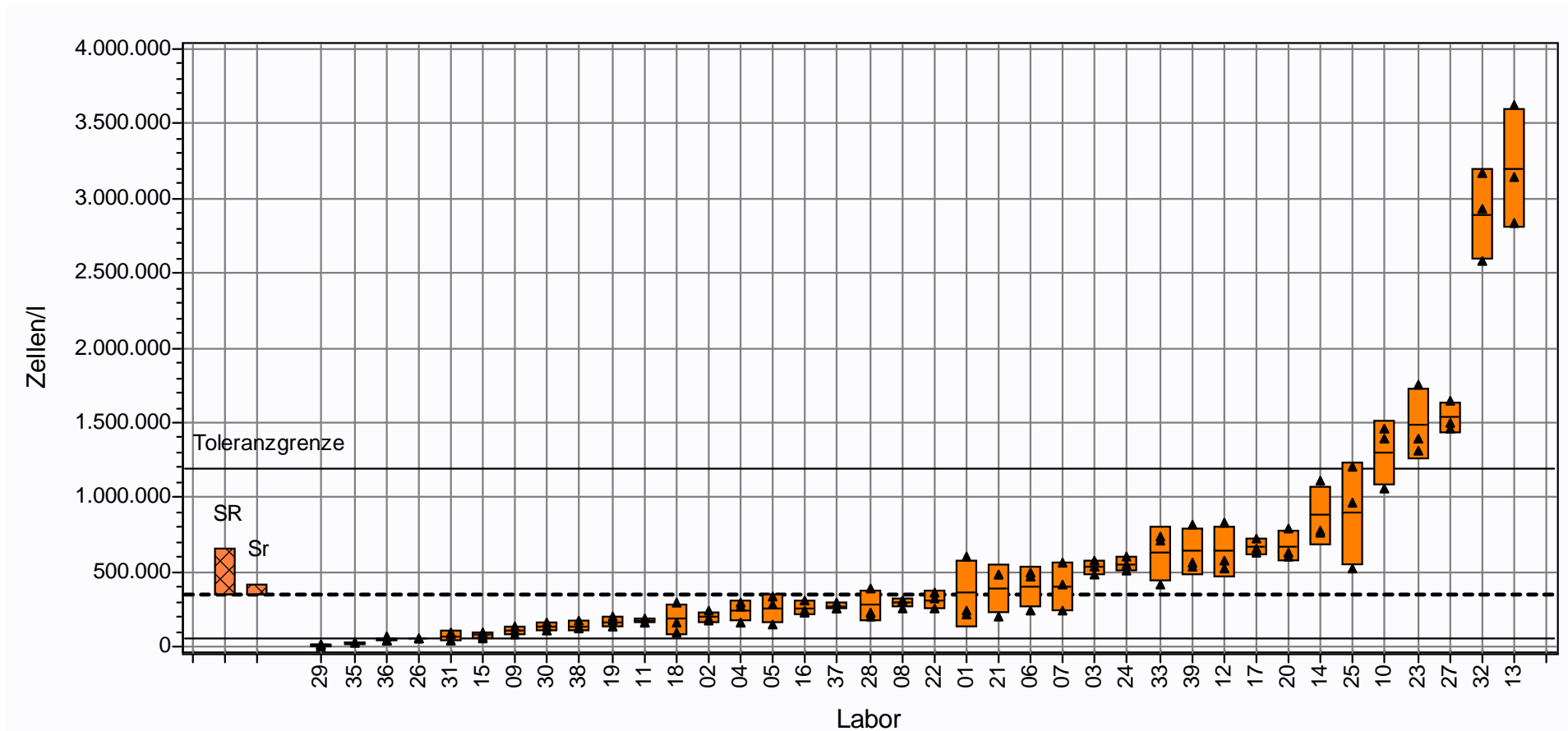
**Abbildung 16:** Ergebnisse der Gesamtzellzahlbestimmung der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	2.626.517 Zellen/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Bacillariophyceae Abundanz</b>	Rel. Vergleichs - STD:	51,03%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	12,52%
Anzahl der Teilnehmer:	38	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	599.150 - 6.159.500 Zellen/l



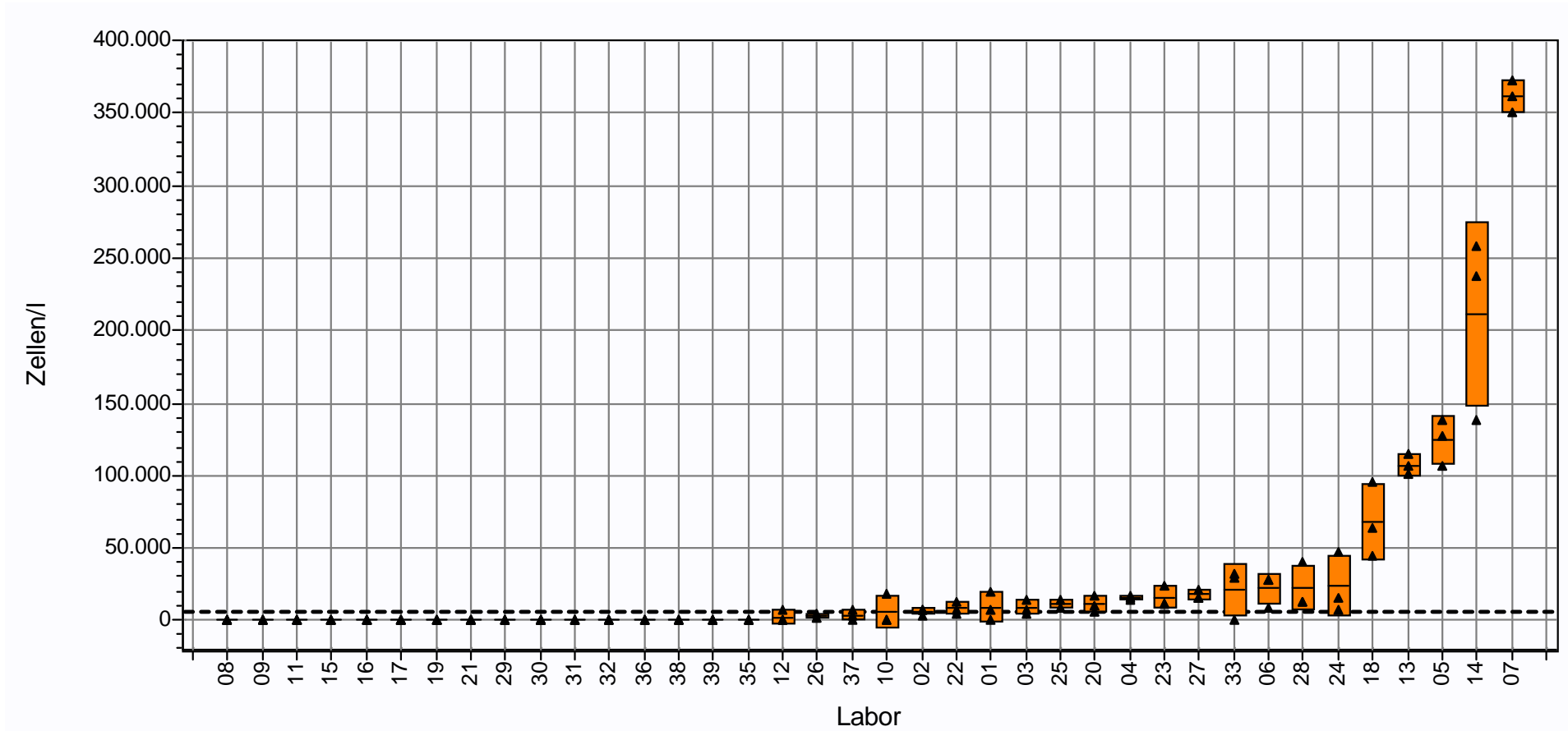
**Abbildung 17:** Ergebnisse der Zellzahlbestimmung der Bacillariophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	353.880 Zellen/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Chlorophyceae Abundanz</b>	Rel. Vergleichs - STD:	86,95%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	17,59%
Anzahl der Teilnehmer:	38	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	49.725 - 1.186.479 Zellen/l



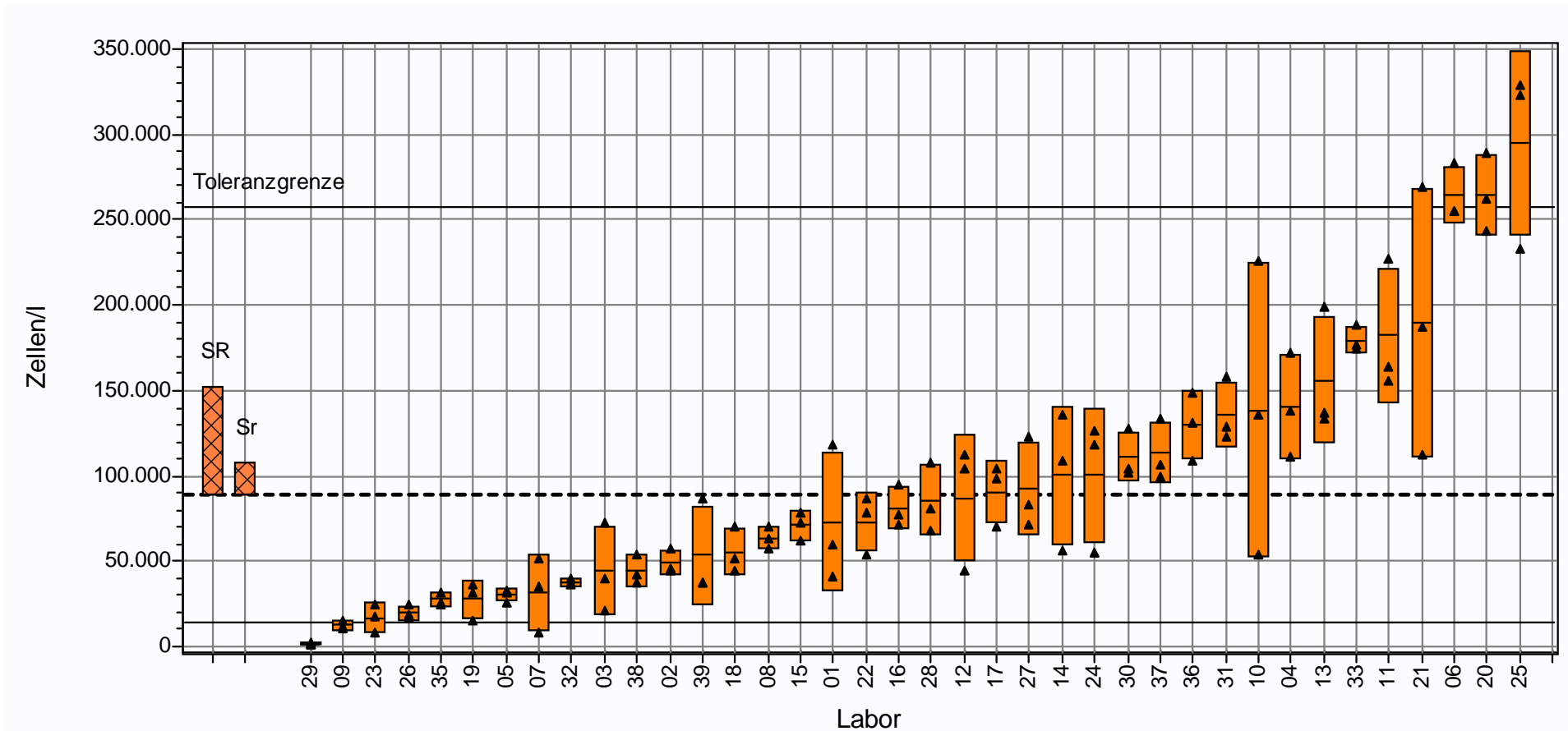
**Abbildung 18:** Ergebnisse der Zellzahlbestimmung der Chlorophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	6.377 Zellen/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Chrysophyceae Abundanz</b>	Rel. Vergleichs - STD:	166,50%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	82,55%
Anzahl der Teilnehmer:	38	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	933 - 35.535 Zellen/l



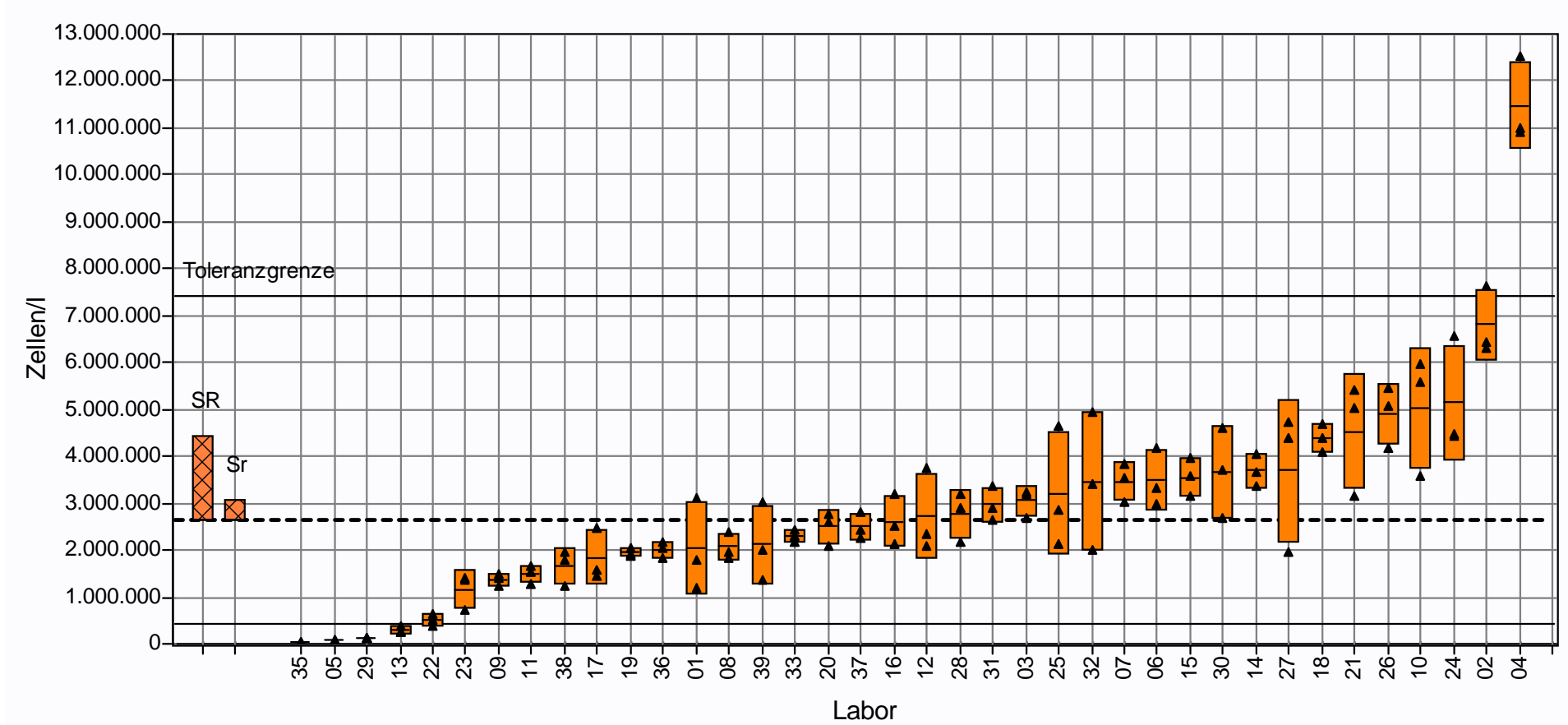
**Abbildung 19:** Ergebnisse der Zellzahlbestimmung der Chrysophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen) und robuster Mittelwert (gestrichelte Linie).

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	88.755 Zellen/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Cryptophyceae Abundanz</b>	Rel. Vergleichs - STD:	70,86%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	21,52%
Anzahl der Teilnehmer:	38	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	14.038 - 257.902 Zellen/l



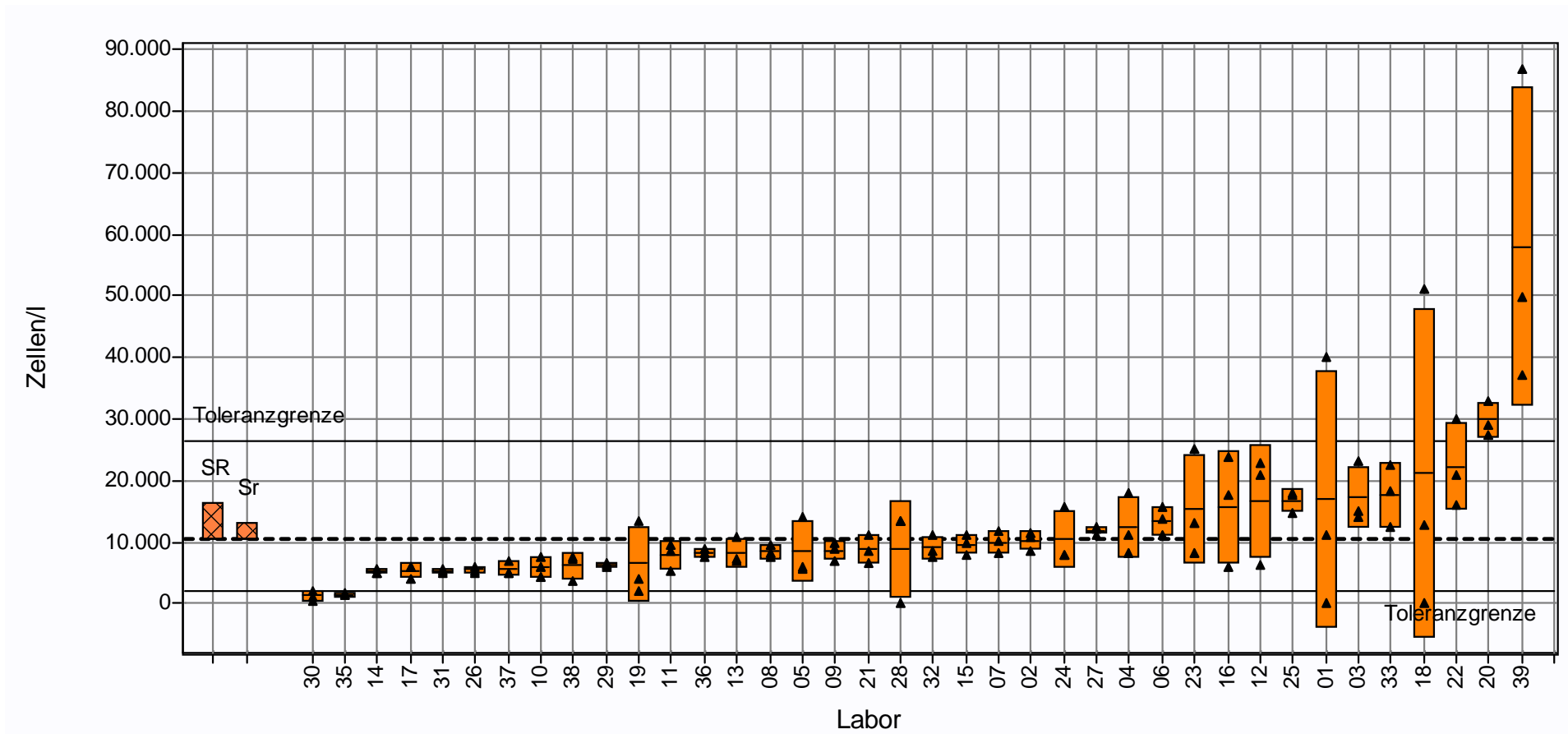
**Abbildung 20:** Ergebnisse der Zellzahlbestimmung der Cryptophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	2.507.295 Zellen/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Cyanophyceae Abundanz</b>	Rel. Vergleichs - STD:	70,43%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	16,24%
Anzahl der Teilnehmer:	38	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	398.457 - 7.255.719 Zellen/l



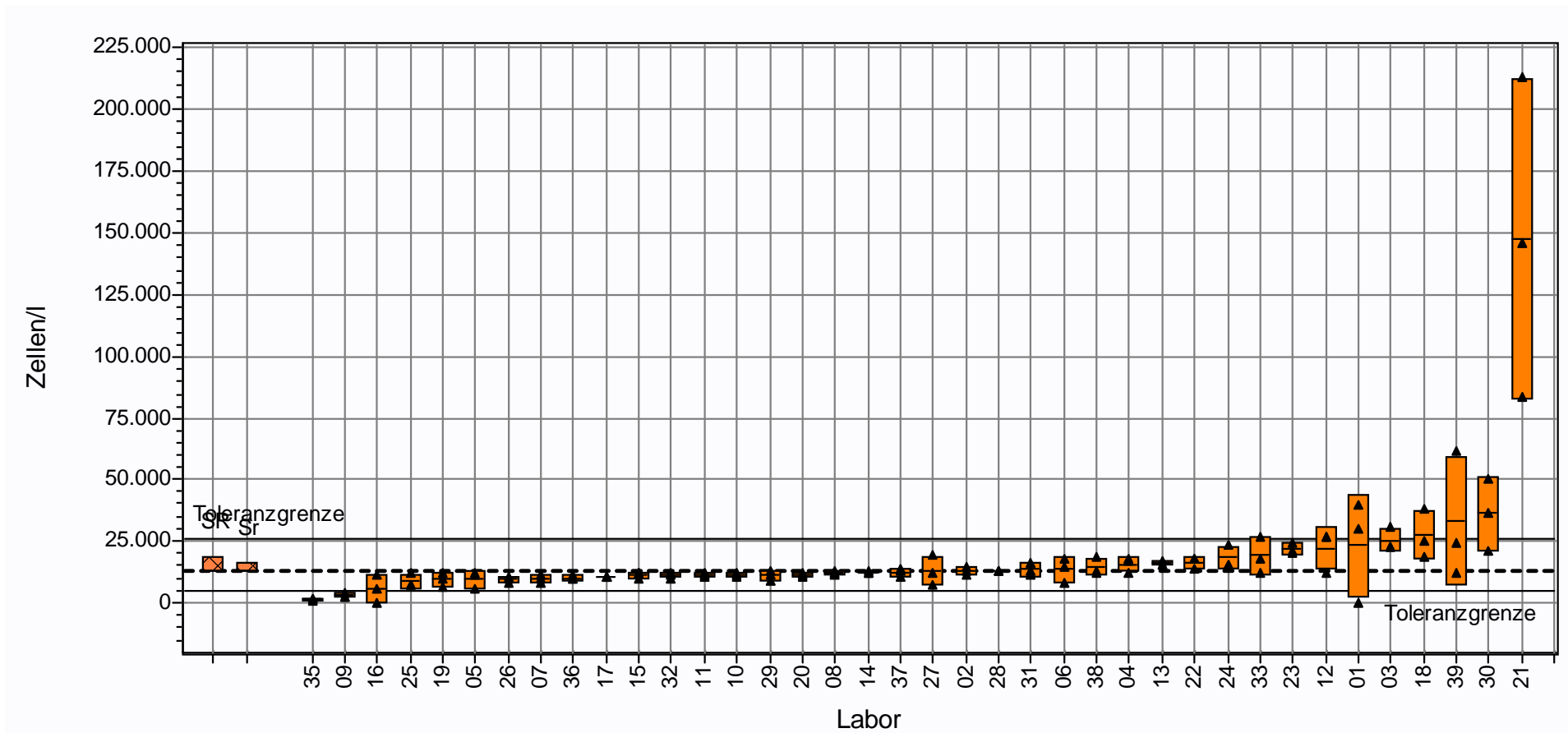
**Abbildung 21:** Ergebnisse der Zellzahlbestimmung der Cyanophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	10.379 Zellen/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Dinophyceae Abundanz</b>	Rel. Vergleichs - STD:	58,42%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	26,52%
Anzahl der Teilnehmer:	38	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	1.985 - 26.537 Zellen/l



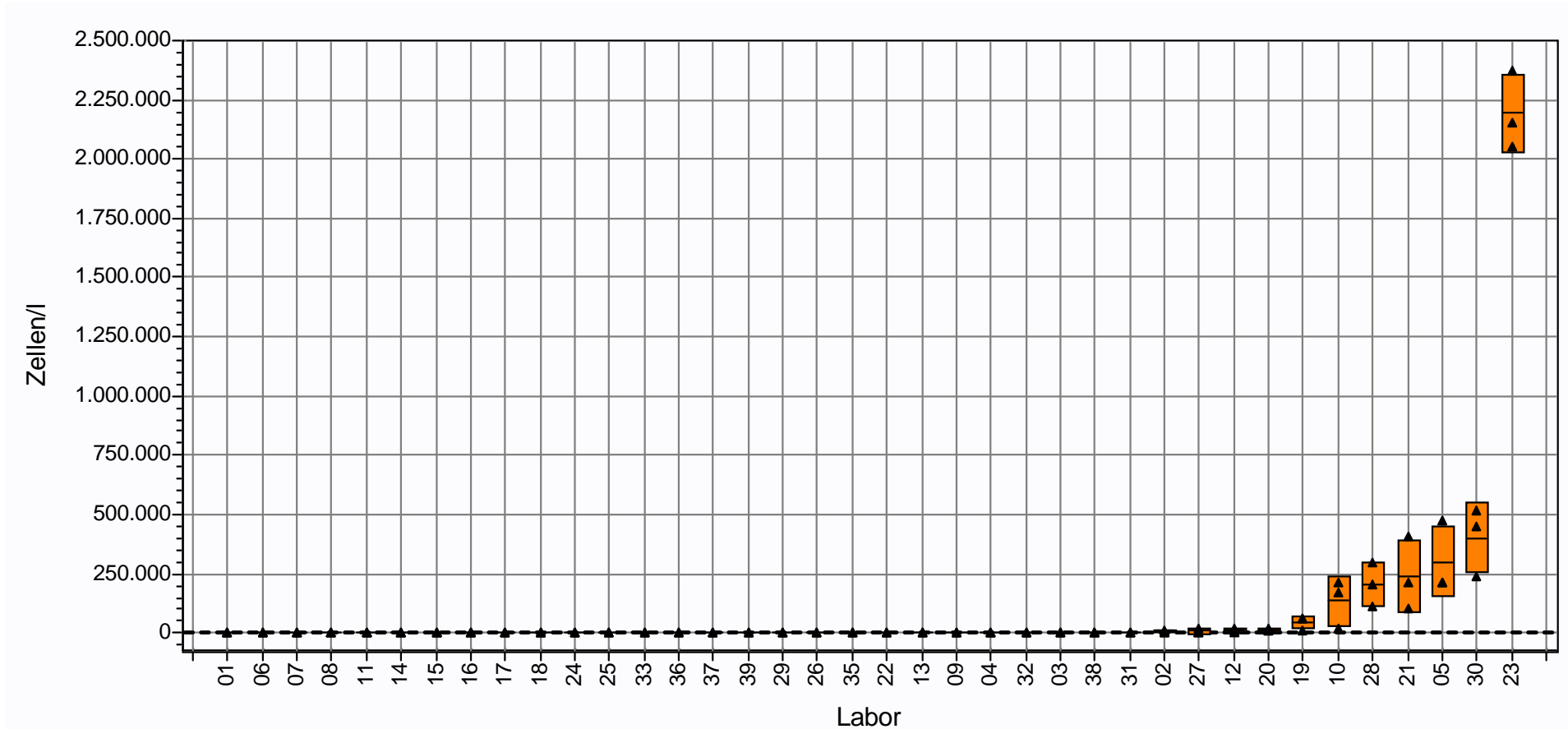
**Abbildung 22:** Ergebnisse der Zellzahlbestimmung der Dinophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	13.423 Zellen/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Euglenophyceae Abundanz</b>	Rel. Vergleichs - STD:	37,78%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	21,09%
Anzahl der Teilnehmer:	38	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	4.744 - 26.198 Zellen/l



**Abbildung 23:** Ergebnisse der Zellzahlbestimmung der Euglenophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

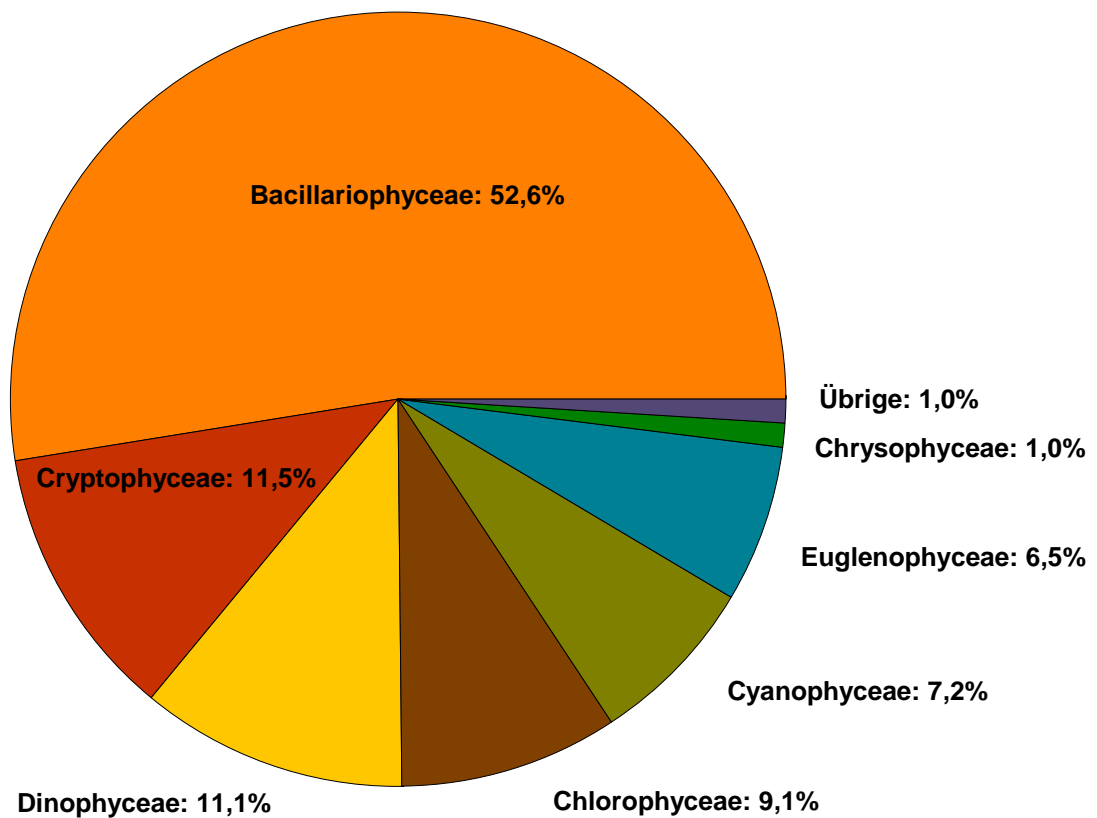
<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	547 Zellen/l
<b>Merkmal:</b>	<b>Übrige Klassen Abundanz</b>	Rel. Vergleichs - STD:	405%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	345%
Anzahl der Teilnehmer:	38	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	139 - 6.722 Zellen/l



**Abbildung 24:** Ergebnisse der Zellzahlbestimmung der Übrigen Klassen in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen) und robuster Mittelwert (gestrichelte Linie).

### 3.2.2. Gesamtbiovolumen und Biovolumenanteile der Algenklassen

Die Abbildungen in diesem Abschnitt zeigen die absoluten Gesamtbiovolumina sowie die relativen Anteile der einzelnen Algenklassen. Analog zu den vorherigen Darstellungen sind auch hier jeweils die obere und untere Toleranzgrenze sowie der robuste Mittelwert eingetragen.



**Abbildung 25:** Biovolumenanteile der Algenklassen als Mittelwert der Ergebnisse aller Teilnehmer.

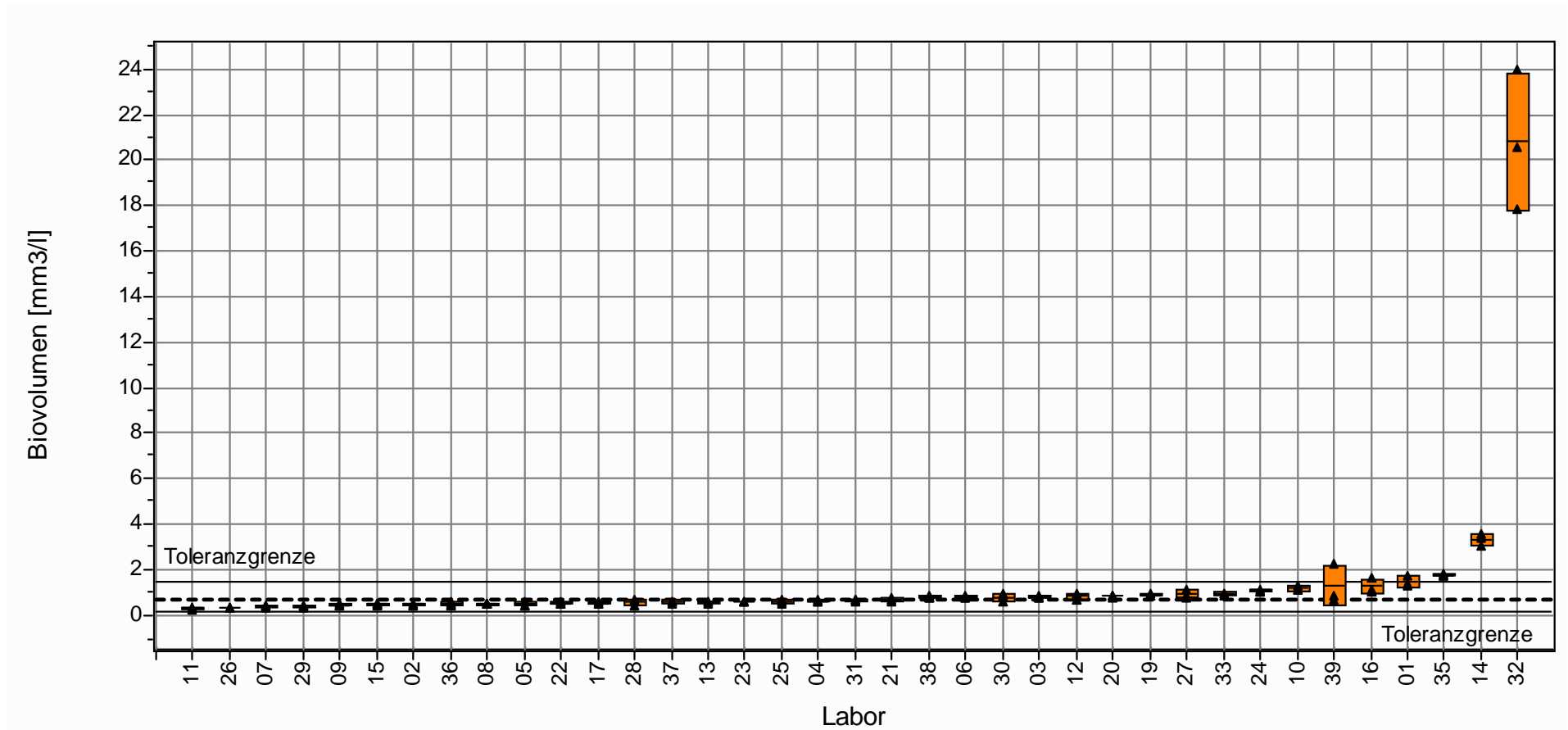
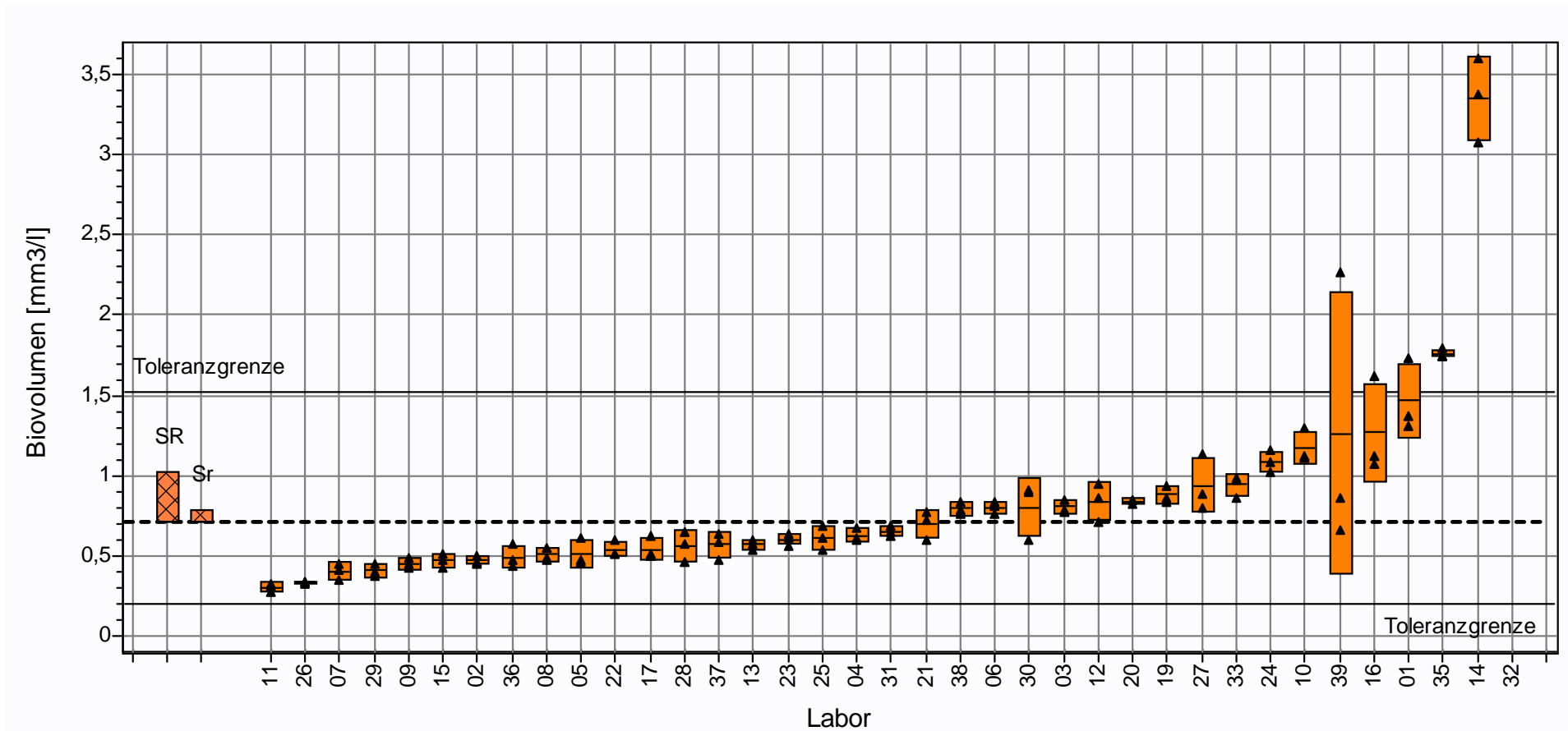


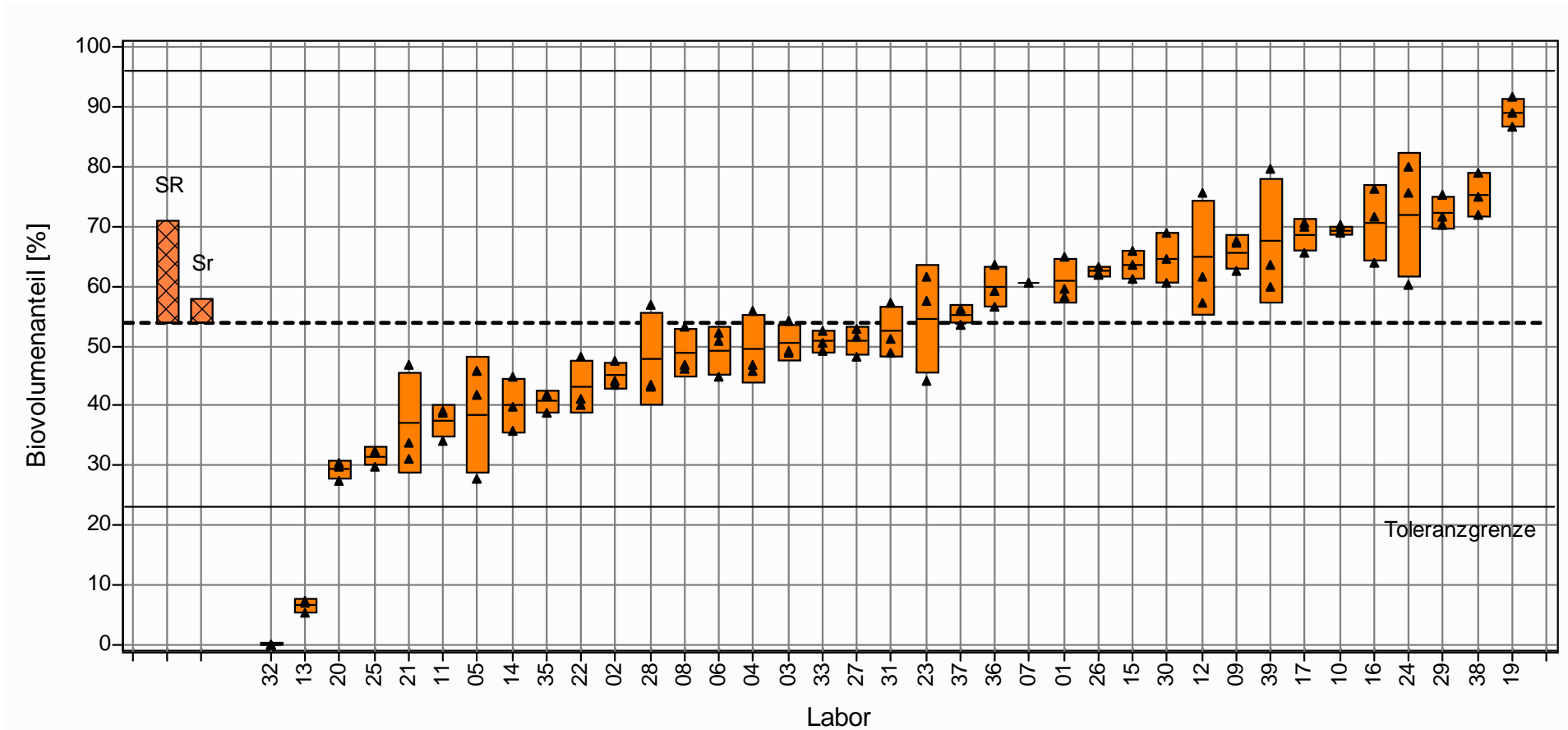
Abbildung 26: Ergebnisse der Gesamtbiovolumenbestimmung in der natürlichen Probe.

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	0,709 mm <sup>3</sup> /l
<b>Merkmal:</b>	<b>Gesamt-Biovolumen</b>	Rel. Vergleichs - STD:	43,99%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	10,65%
Anzahl der Teilnehmer:	37	Toleranzgrenzen ( Zu-score <2,0):	0,20 - 1,52 mm <sup>3</sup> /l



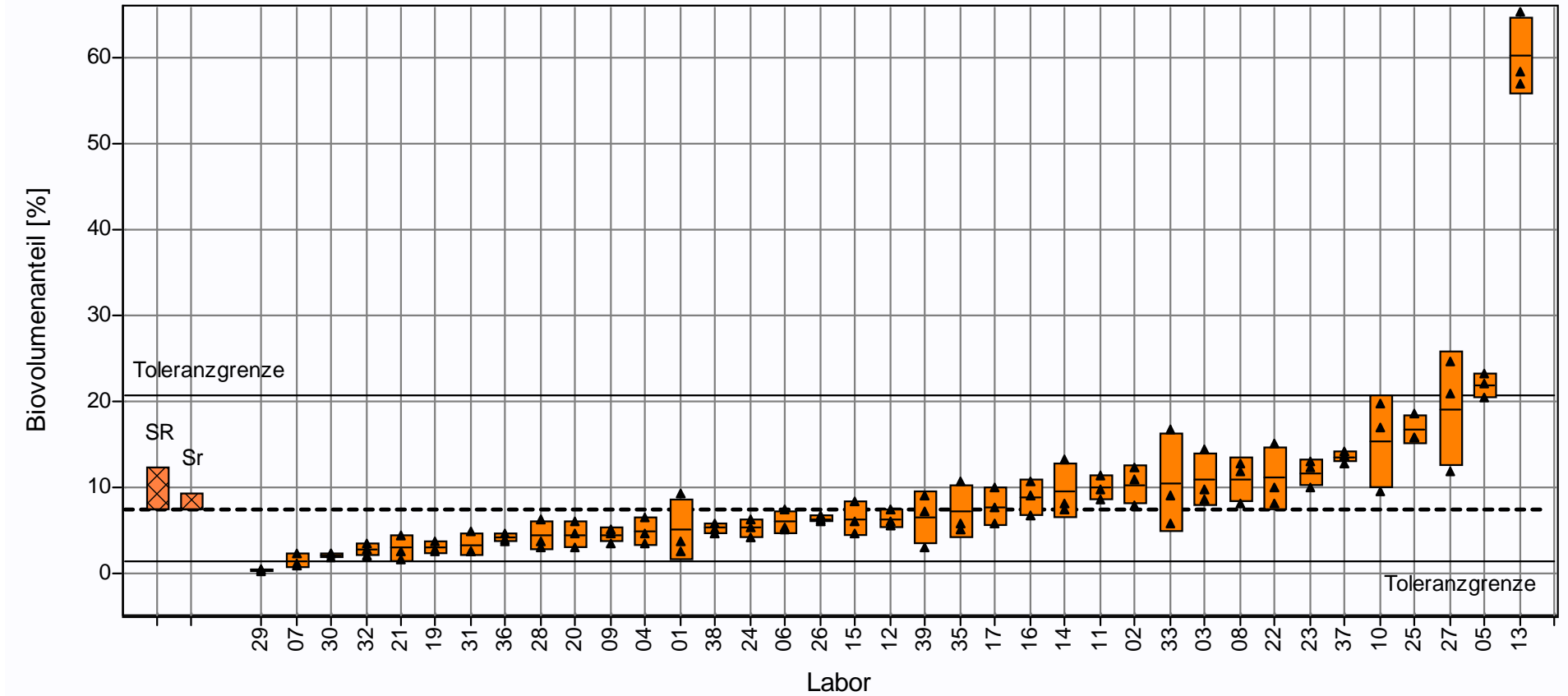
**Abbildung 27:** Ergebnisse der Gesamtbiovolumenbestimmung in der natürlichen Probe (vergrößert, ohne Labor 32). Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	53,70%
<b>Merkmal:</b>	<b>Bacillariophyceae Biovolumenanteil</b>	Rel. Vergleichs - STD:	32,28%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	7,77%
Anzahl der Teilnehmer:	37	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	23,2 - 96%



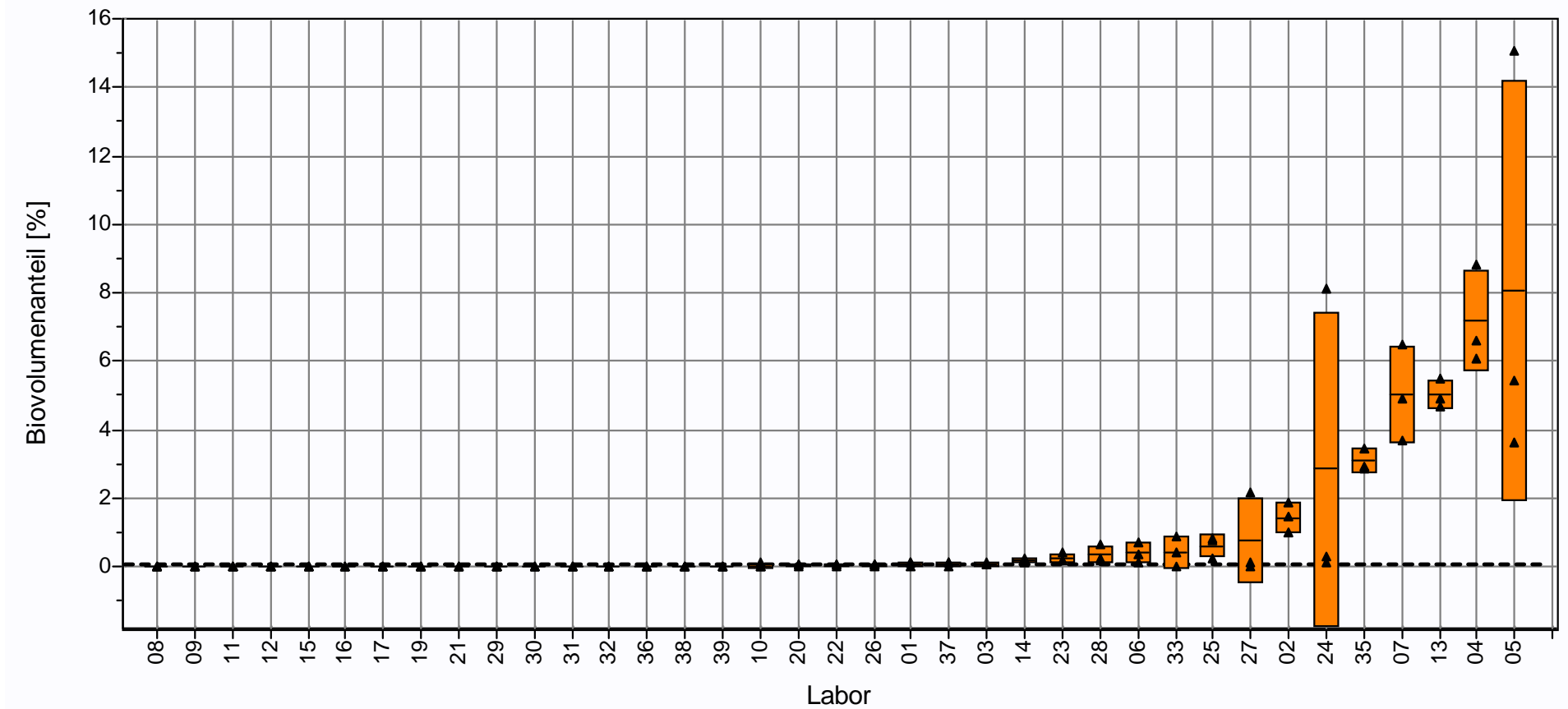
**Abbildung 28:** Biovolumenanteil der Bacillariophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie), untere und obere Toleranzgrenze sowie Vergleichsstandardabweichung (karierte Boxen).

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	7,30%
<b>Merkmal:</b>	<b>Chlorophyceae Biovolumenanteil</b>	Rel. Vergleichs - STD:	67,33%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	24,86%
Anzahl der Teilnehmer:	37	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	0,1,2 - 20,6%



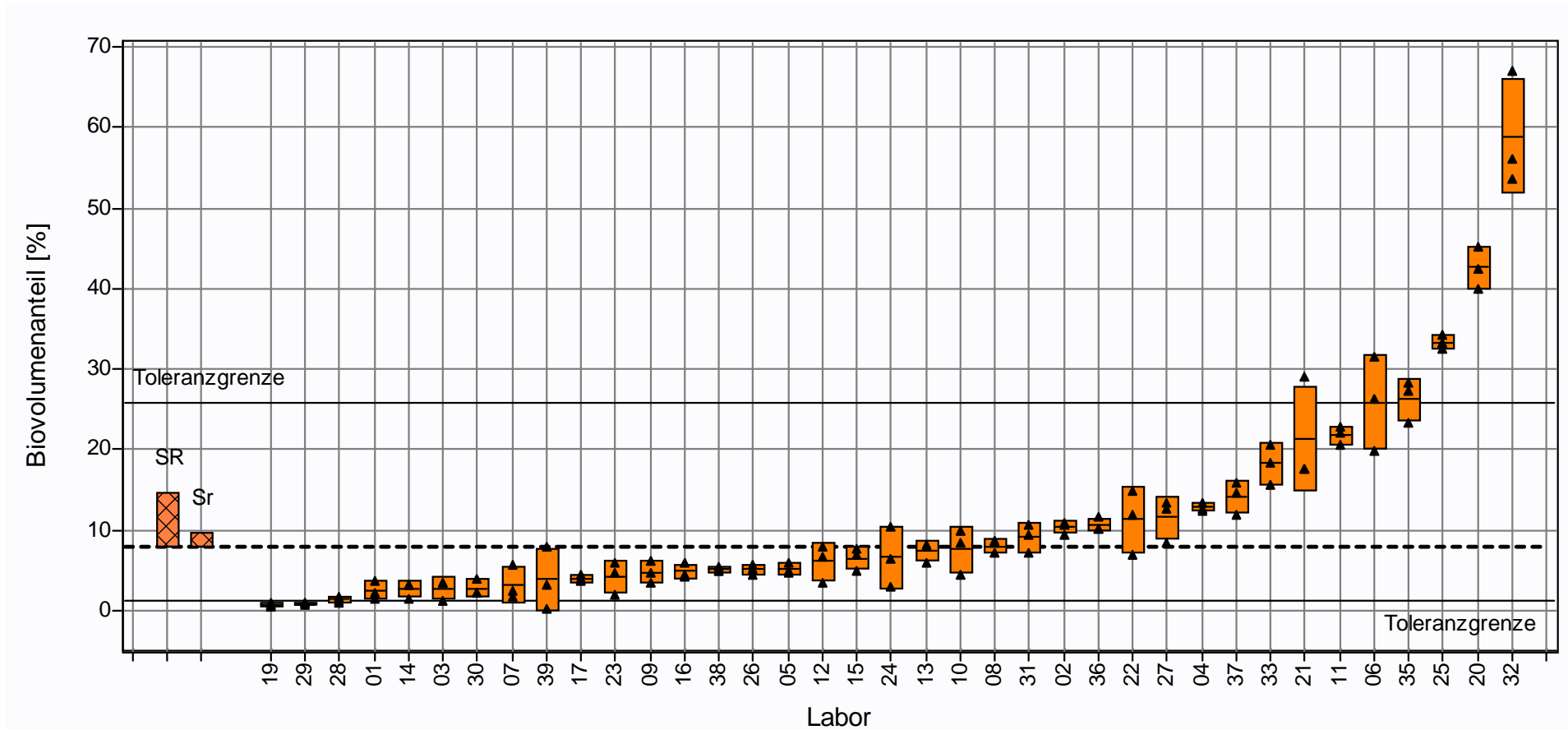
**Abbildung 29:** Biovolumenanteil der Chlorophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie), untere und obere Toleranzgrenze sowie Vergleichsstandardabweichung (karierte Boxen).

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	0,06%
<b>Merkmal:</b>	<b>Chrysophyceae Biovolumenanteil</b>	Rel. Vergleichs - STD:	251,90%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	251,90%
Anzahl der Teilnehmer:	37	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	0,011 - 0,477%



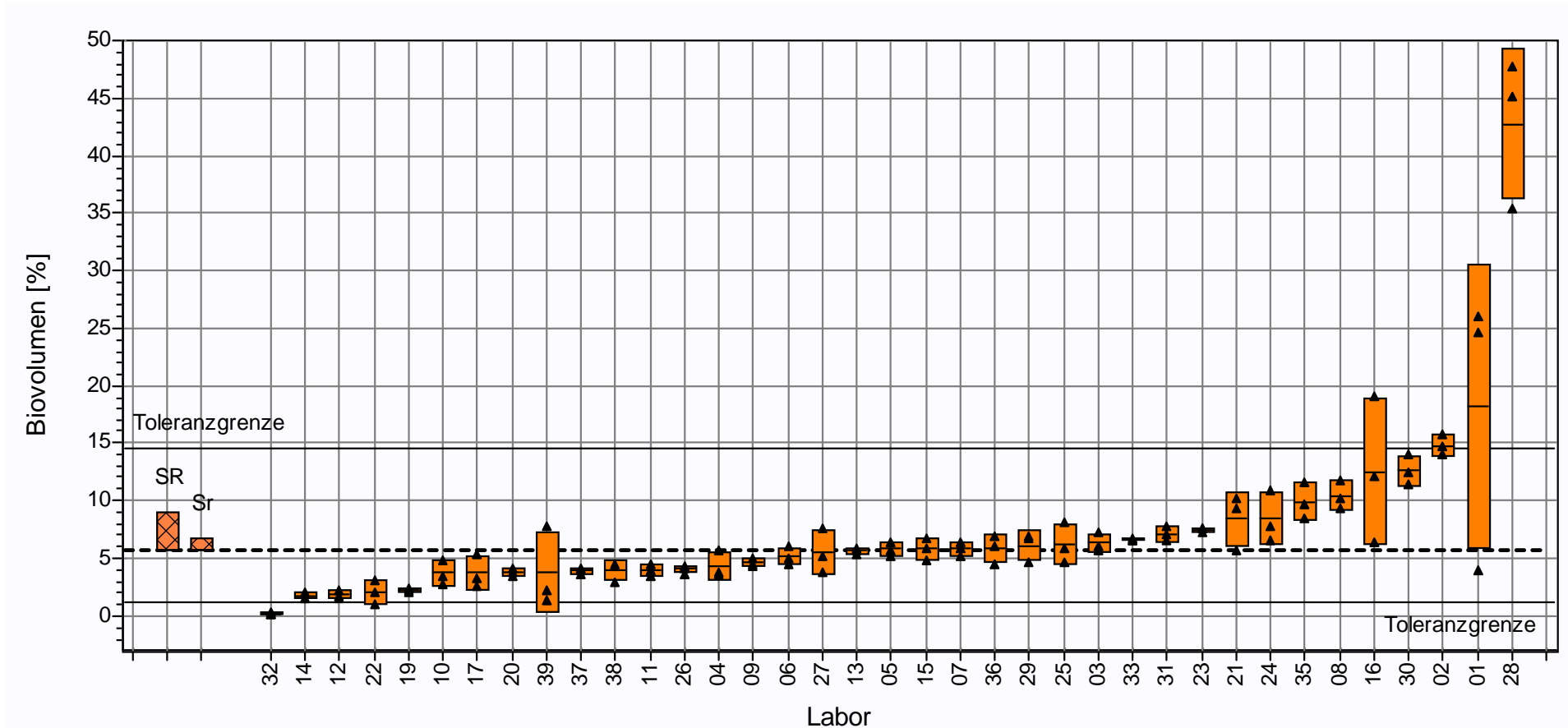
**Abbildung 30:** Biovolumenanteil der Chrysophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	7,90%
<b>Merkmal:</b>	<b>Cryptophyceae Biovolumenanteil</b>	Rel. Vergleichs - STD:	83,30%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	21,28%
Anzahl der Teilnehmer:	37	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	1,1 - 25,8%



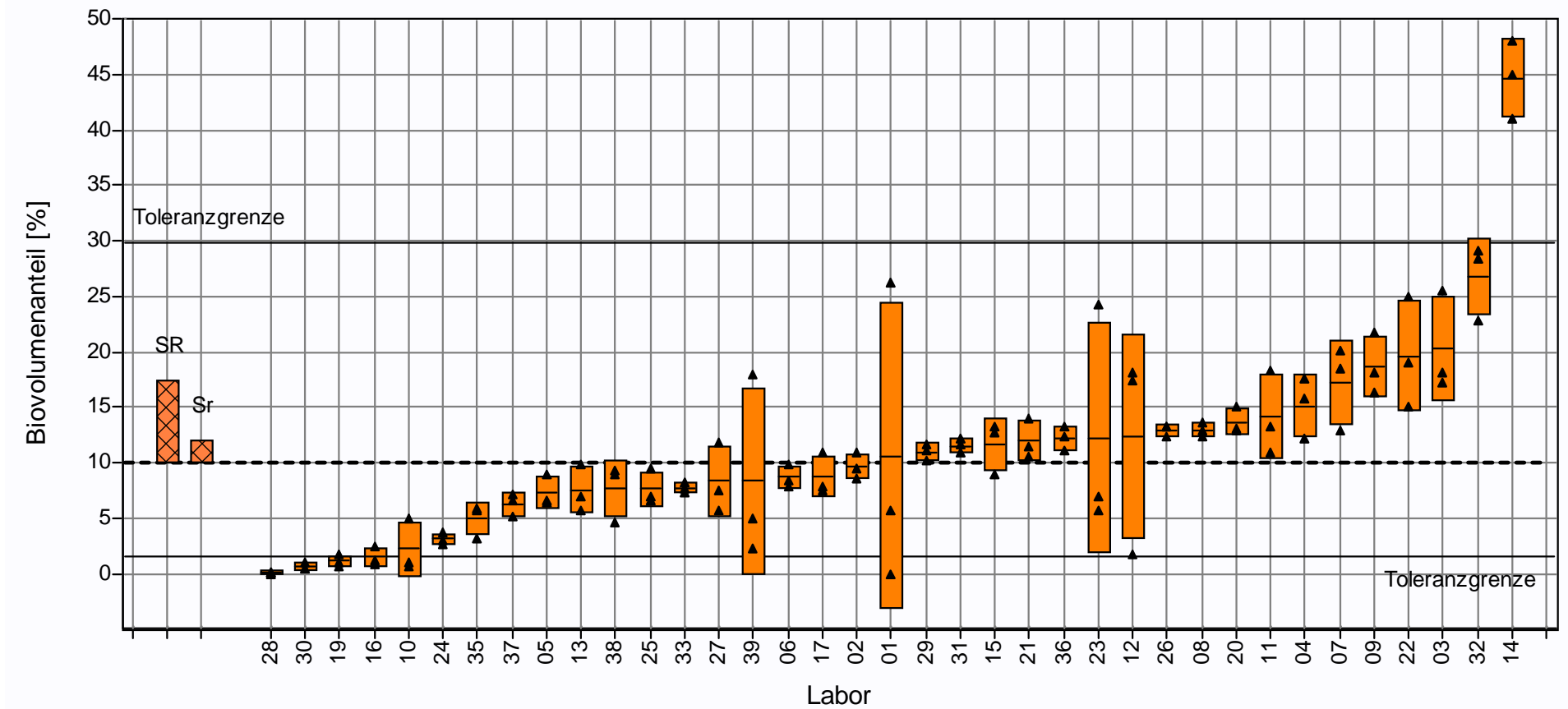
**Abbildung 31:** Biovolumenanteil der Cryptophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie), untere und obere Toleranzgrenze sowie Vergleichsstandardabweichung (karierte Boxen).

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	5,70%
<b>Merkmal:</b>	<b>Cyanophyceae Biovolumenanteil</b>	Rel. Vergleichs - STD:	58,04%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	17,50%
Anzahl der Teilnehmer:	37	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	1,1 - 14,5%



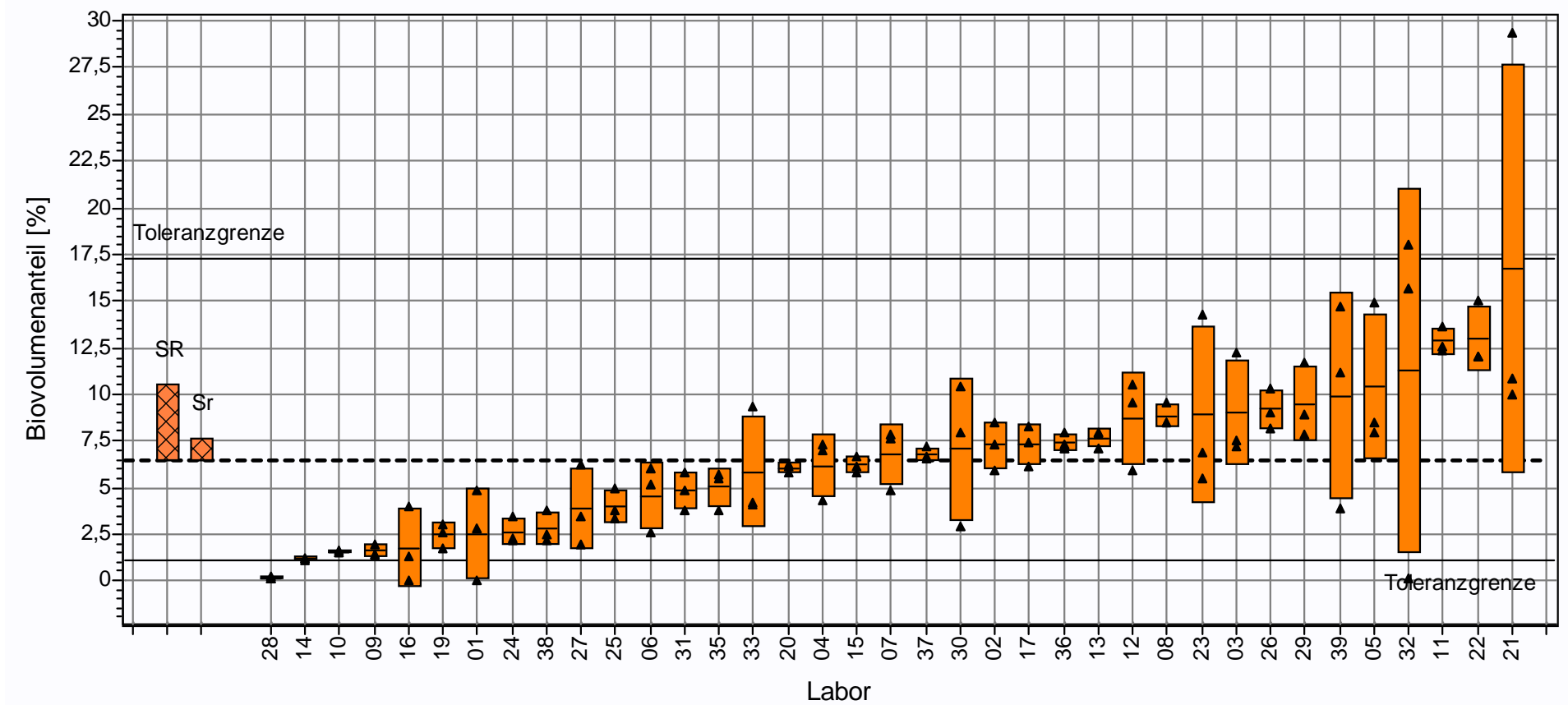
**Abbildung 32:** Biovolumenanteil der Cyanophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie), untere und obere Toleranzgrenze sowie Vergleichsstandardabweichung (karierte Boxen).

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	10,00%
<b>Merkmal:</b>	<b>Dinophyceae Biovolumenanteil</b>	Rel. Vergleichs - STD:	73,07%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	19,62%
Anzahl der Teilnehmer:	37	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	1,6 - 29,8%



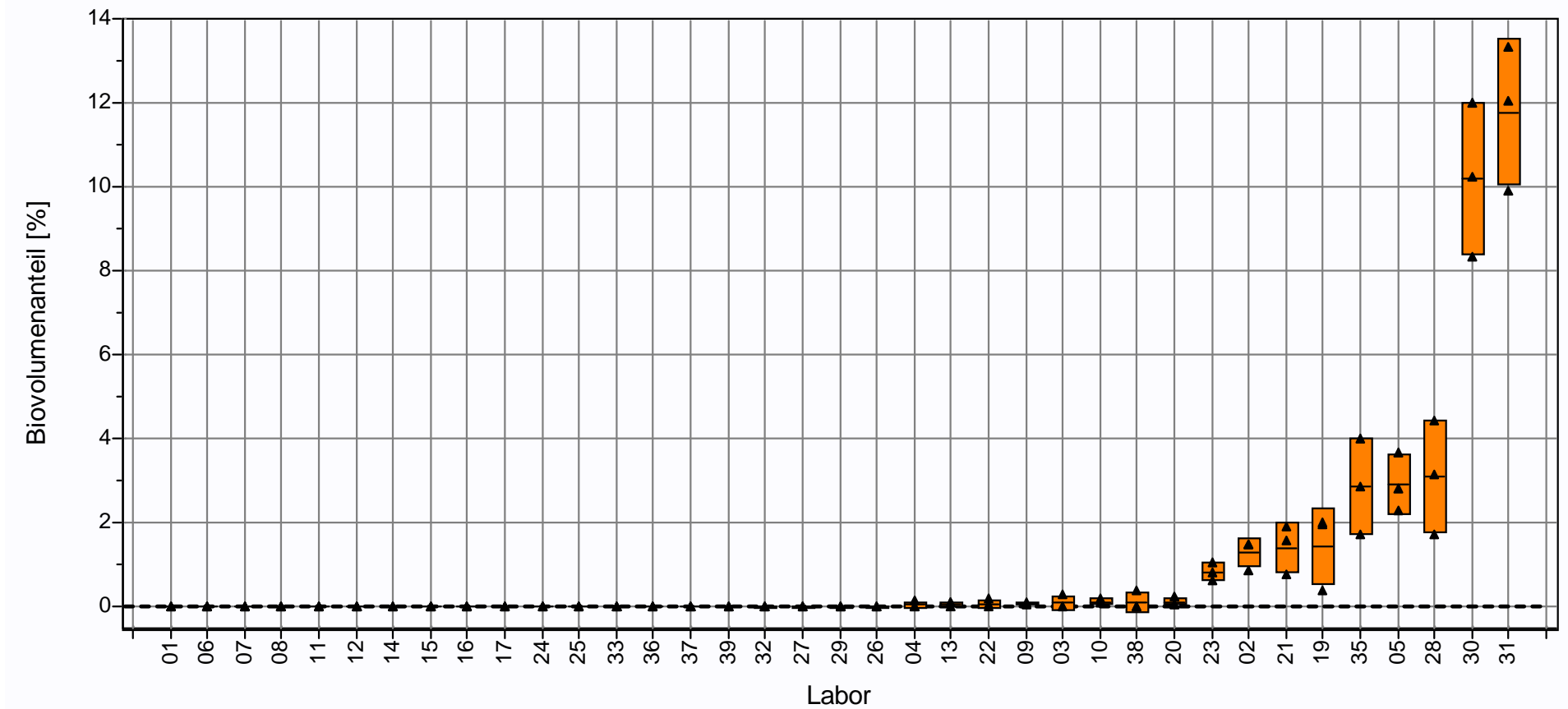
**Abbildung 33:** Biovolumenanteil der Dinophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie), untere und obere Toleranzgrenze sowie Vergleichsstandardabweichung (karierte Boxen).

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	6,40%
<b>Merkmal:</b>	<b>Euglenophyceae Biovolumenanteil</b>	Rel. Vergleichs - STD:	63,16%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	19,49%
Anzahl der Teilnehmer:	37	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	1,1 - 17,3%



**Abbildung 34:** Biovolumenanteil der Euglenophyceae in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie), untere und obere Toleranzgrenze sowie Vergleichsstandardabweichung (karierte Boxen).

<b>Probe:</b>	<b>Natürliche Planktonprobe</b>	Robuster Mittelwert:	0,00%
<b>Merkmal:</b>	<b>Übrige Klassen Biovolumenanteil</b>	Rel. Vergleichs - STD:	570%
Methode:	DIN 38405 A45	Rel. Wiederhol - STD:	570%
Anzahl der Teilnehmer:	37	Toleranzgrenzen ( $ Zu\text{-score}  < 2,0$ ):	0,0 - 0,5%



**Abbildung 35:** Biovolumenanteil der übrigen Klassen in der natürlichen Probe, Labormittelwert, Standardabweichung (Boxen), robuster Mittelwert (gestrichelte Linie) sowie untere und obere Toleranzgrenze.

### 3.3. Komponente 3: Taxonomische Bestimmung / Videoclips

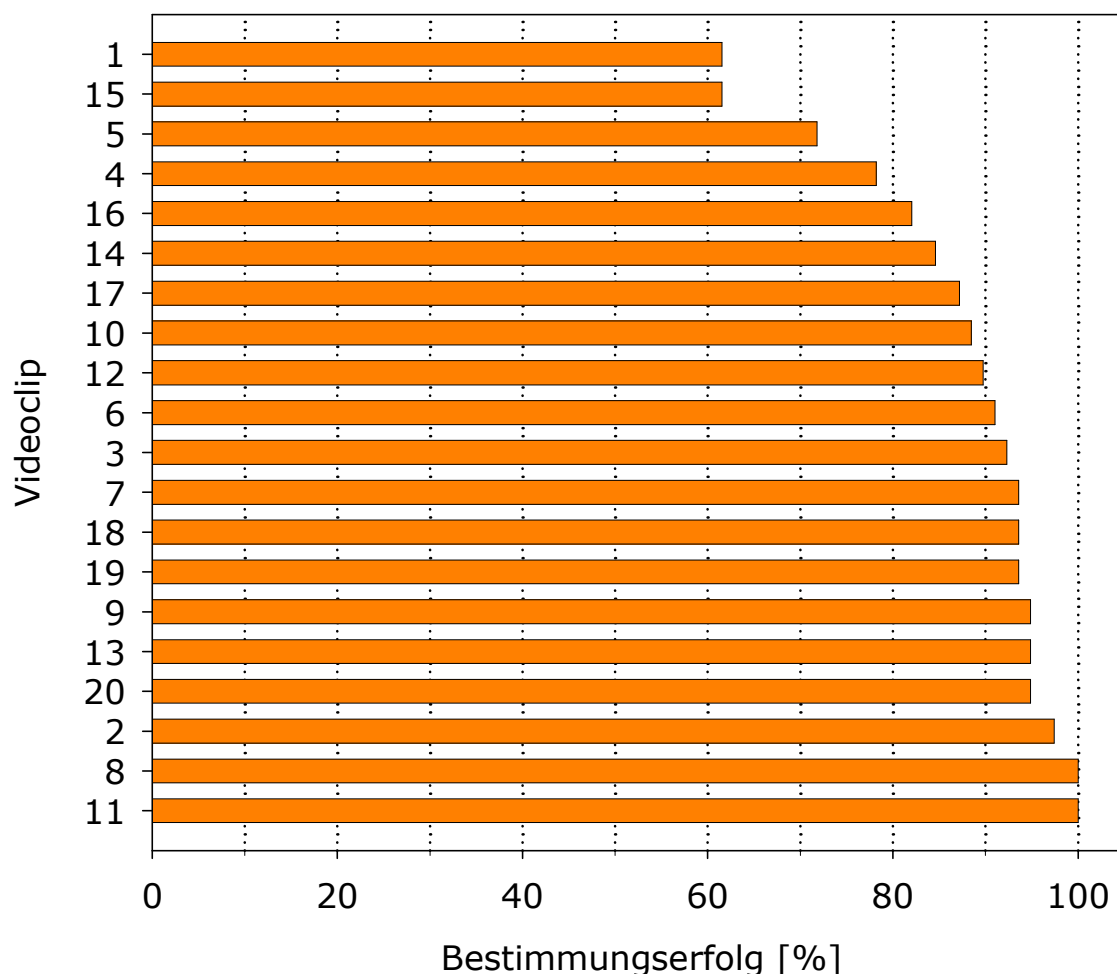
#### 3.3.1. Bestimmungsergebnisse

Die Abbildungen und Tabellen in diesem Abschnitt zeigen die Ergebnisse der taxonomischen Bestimmung der Planktonalgen in den 20 Videoclips.



**Abbildung 36:** Testmaterialien der Komponente 3, taxonomische Bestimmung von Planktonalgen anhand von Videoclips.

Für die Komponente 3, die taxonomische Bestimmung von Planktonalgen, wurden 20 Videoclips zur Verfügung gestellt. Es wurden bewusst Arten ausgesucht, die leicht bis schwer zu bestimmen sind. Diese Tatsache findet ihren Ausdruck in **Abbildung 37** in welcher der Bestimmungserfolg in Bezug auf die Videoclips dargestellt ist. Zwei Algen wurden von allen Teilnehmern richtig bestimmt. Es handelt sich dabei um Video 8 (Mallomonas) und Video 11 (Trachelomonas). Die Videos 1 (Lemmermaniella pallida) und 15 (Ochromonas) verzeichneten mit jeweils 61,5 % Bestimmungserfolg die geringsten Werte.



**Abbildung 37:** Bestimmungserfolg der einzelnen Videoclips.

Für eine richtige Bestimmung entsprechend dem vorgegebenen Bestimmungsniveau wurden 2 Punkte vergeben. Die Teilnehmer erhielten einen Punkt für die korrekte Bestimmung der nächst höheren taxonomischen Ebene. Im Fall von Video 12 wurde das Bestimmungsniveau auf die Gattung reduziert. Die Synonymisierung wurde

weitgehend berücksichtigt. Darüber hinaus wurde auch dem Umstand Rechnung getragen, dass im Unterschied zu einem Bestimmungsvorgang in einer realen Probe keine Absicherung durch die Begutachtung mehrerer Exemplare erfolgen konnte. Insofern wurden bei einigen Videoclips für sehr ähnliche Arten ebenfalls 2 Punkte vergeben. Das Qualitätsziel wurde in Anlehnung an die LAWA bei 80% der Maximalpunktzahl festgelegt. Alle Teilnehmer des Ringversuchs haben Ergebnisse für diese Komponente geliefert. Von diesen 39 Teilnehmern haben 36 das Qualitätsziel erreicht (92%). 5 Teilnehmer haben alle Phytoplanktontaxa korrekt bestimmt und erhielten die maximal erreichbare Punktzahl.

**Tabelle 5:** Bestimmungsvorschläge für die Planktonalgen in den Videoclips

Video	Bestimmungsvorschlag	Bestimmungsniveau
1	<i>Lemmermanniella pallida</i> (Lemmermann) Geitler	Art
2	<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow	Art
3	<i>Staurodesmus</i> Teiling	Gattung
4	<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann	Art
5	<i>Phacotus lenticularis</i> (Ehrenberg) F.Stein	Art
6	<i>Nitzschia</i> Hassall	Gattung
7	<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerheim) Chodat	Art
8	<i>Mallomonas</i> Perty	Gattung
9	Arten- bzw. Sippenkomplex um <i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	Art
10	<i>Tetraedron triangulare</i> Korshikov	Art
11	<i>Trachelomonas</i> C.G. Ehrenberg	Gattung
12	<i>Microcystis</i> Kützing ex Lemmermann	Gattung
13	<i>Cosmarium</i> Ralfs	Gattung
14	<i>Limnothrix</i> Meffert	Gattung
15	<i>Ochromonas</i> Wyssotski	Gattung
16	<i>Pennales</i>	Ordnung
17	<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Gugl.) Hegewald	Art
18	<i>Ankyra judayi</i> (G.M.Smith) Fott	Art
19	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	Art
20	<i>Synura</i> Ehrenberg	Gattung



**Tabelle 6:** Punktevergabe bei der taxonomischen Bestimmung der Videoclips.

Video	Taxon	Punkte
1	Coelosphaerium pallidum	2
1	Lemmermanniella pallida	2
1	Epigloeosphaera glebulenta / Lemmermaniella pallida	1
1	Lemmermanniella flexa	1
1	Lemmermanniella parva	1
1	Aphanothece clathrata	0
1	Aphanothece floccosa	0
1	Aphanothece sp.	0
1	Aphanothece sp. / Gleothece sp.	0
1	Aphanothece stagnina	0
1	Epigloeosphaera glebulenta	0
2	Cyclotella stelligera	2
2	Cyclotella meneghiniana	1
2	Cyclotella sp.	1
3	Arthrodesmus	2
3	Staurodesmus	2
3	Staurastrum	0
4	Scenedesmus arcuatus	2
4	Scenedesmus obtusus	2
4	Scenedesmus platidiscus	2
4	Scenedesmus alternans	1
4	Scenedesmus disciformis	1
4	Scenedesmus sp.	1
5	Phacotus lendneri	2
5	Phacotus lenticularis	2
5	Phacus lendneri	2
5	Phacotus coccifer	1
5	Phacotus sp.	1
5	Chlorophyceae	0
5	Granulocystis verrucosa	0
5	Hemitoma maeandrocystis	0
5	Oocystis sp.	0
5	Saturnella saturna	0
5	Synura uvella	0
6	Nitzschia	2
6	Nitzschia acicularis	2
6	Nitzschia sp.	2
6	Nitzschia acicularis / Fragilaria	1

Video	Taxon	Punkte
6	Fragilaria	0
6	Synedra	0
7	Chodatella ciliata	2
7	Lagerheimia ciliata	2
7	Lagerheimia citrififormis	2
7	Oocystis ciliata	2
7	Lagerheimia longiseta	1
7	Lagerheimia subsalsa	1
7	Chrysophyceae	0
8	Mallomonas	2
9	Fragilaria acus	2
9	Fragilaria ulna	2
9	Fragilaria ulna var. acus	2
9	Fragilaria ulna var. angustissima	2
9	Fragilaria ulna var. angustissima	2
9	Synedra acus	2
9	Synedra angustissima	2
9	Synedra ulna	2
10	Tetraedron triangulare	2
10	Tetraedron trigonum	1
10	Goniochloris laevis	0
10	Goniochloris mutica	0
10	Goniochloris sculpta	0
10	Staurastrum granulosum	0
11	Trachelomonas	2
12	Aphanocapsa elegans	2
12	Aphanocapsa incerta	2
12	Aphanocapsa	2
12	Microcystis aeruginosa	2
12	Microcystis	2
12	Aphanothece	0
12	Coelosphaerium	0
12	Woronichinia	0
13	Cosmarium humile	2
13	Cosmarium	2
13	Cosmarium subprotumidum	2
13	Euastrum	0
14	Limnithrix	2

**Fortsetzung Tabelle 6:**

Video	Taxon	Punkte
14	Limnothrix meffertae	2
14	Limnothrix redekei	2
14	Pseudanabaena galeata	2
14	Pseudanabaena	2
14	Oscillatoria	0
14	Planktolyngbya	0
14	Planktothrix	0
15	Ochromonas	2
15	Flagellate (probably VOLVOCALES)	1
15	Chlamydomonas	0
15	Katablepharis	0
16	Pennales	2
16	Centrales	0
16	Thalassiosirales	0
17	Desmodesmus armatus var. bicaudatus	2
17	Scenedesmus armatus	2
17	Scenedesmus armatus var. bicaudatus	2
17	Scenedesmus circumfusus	2
17	Scenedesmus semicristatus	2
17	Scenedesmus semipulcher	2
17	Scenedesmus bicaudatus	1
17	Scenedesmus carinatus	1
17	Scenedesmus insignis	1
17	Scenedesmus lefevrii	1
17	Scenedesmus pannonicus / Desmodesmus pannonicus	1
18	Ankyra judayi	2
18	Ankyra ancora	1
18	Ankyra	1
18	Ankyra ocellata	1
18	Characium acuminatum	0
19	Cryptomonas marssonii	2
19	Cryptomonas erosa	1
19	Rhodomonas	0
20	Synura	2
20	Synura uvella	2
20	Uroglena	0

## **4. Diskussion**

Planktonuntersuchungen sind Stichprobenuntersuchungen, deren Ziel darin besteht, zahlenmäßige Rückschlüsse auf die Ausgangspopulation im Gewässer treffen zu können. Die möglichst repräsentative Ermittlung von Zellzahlen und Biovolumen ist nicht Ziel des Ringversuchs, sodass die Fragen der Probenahme hier keine Rolle spielen. Vom Ringversuchsausrichter wurde anhand der durchgeführten Homogenitätstests sichergestellt, dass alle Teilnehmer nahezu identische Proben untersuchen konnten.

Im Vergleich zu hochgradig automatisierten chemischen Analyseverfahren sind die Ergebnisse der Planktonanalyse in sehr starkem Maße von der Erfahrung und den Kenntnissen des jeweiligen Bearbeiters abhängig. Zusätzlich handelt es sich beim Testmaterial nicht um Lösungen, sondern um Suspensionen, was in Hinblick auf die Unterprobenahme und die Verteilung der Partikel auf dem Kammerboden im Zuge der Sedimentation zu weiteren Schwierigkeiten führt. Trotz dieser erschwerten Problematik sind Maßnahmen zur Qualitätssicherung auch bei der Planktonanalyse unablässig. Mit Hilfe der Ergebnisse dieses Ringversuchs können die Labore ihre analytische Leistungsfähigkeit einschätzen. Die nachfolgenden Auswertungen sollen bei der Analyse von Fehlerquellen behilflich sein.

### **4.1. Komponente 1: synthetische Probe**

Statistische Auswertungen auf der Basis natürlicher Proben sind schwierig und aufwändig. Der sehr subjektive Teil der Analyse wie das Erkennen von Arten, die taxonomische Bestimmung und Artbezeichnung sowie zum Teil sehr unterschiedliche Zählstrategien erschweren die Auswertung. Zur Trennung dieses extrem subjektiven Teils der Analyse wurde die Verteilung von synthetischen Proben in das Ringversuchsdesign integriert. Auf diese Weise lassen sich systematische Fehler und zufällige Fehler, die unabhängig vom taxonomischen Wissen des Bearbeiters sind, besser von einander trennen.

#### 4.1.1. Betrachtungen zum statistischen Zählfehler

Bei der Auswertung von Planktonproben besitzt der statistische Zählfehler eine zentrale Bedeutung. Er grenzt den Bereich ein, innerhalb dessen mit 95% Eintrittswahrscheinlichkeit der wahre Zählwert liegt. Dabei werden jedoch alle anderen Fehlerquellen nicht mit in Betracht gezogen. Voraussetzung für die korrekte Anwendung dieses Ansatzes ist das Vorliegen einer Poissonverteilung. Diese kann unter anderem angenommen werden, wenn das Plankton nach der Sedimentation zufällig auf dem Kammerboden verteilt ist und nicht geklumpt bzw. anderweitig unregelmäßig verteilt vorliegt.

Der maximal mögliche statistische Zählfehler  $F$  (Cavalli-Sforza 1965) berechnet sich nach der Formel:

$$F = \pm t \cdot \frac{100}{\sqrt{N}} [\%]$$

Bei Zählung von 100 Organismen je interessierender Gruppe beträgt der maximal mögliche Zählfehler  $\pm 20\%$  (Hoehn et al. 1998). Im Rahmen dieses Ringversuchs wurden durch die Teilnehmer sehr unterschiedliche Anzahlen der jeweiligen Mikropartikel gezählt. Sie schwanken zwischen 2 und 275 im Fall der blauen Mikropartikel sowie zwischen 8 und 834 im Fall der weißen Mikropartikel). Der maximal mögliche Zählfehler beträgt folglich zwischen 7 und 300 %.

In den folgenden Tabellen sind die Zählstrategien der Teilnehmer zusammengefasst.

**Tabelle 7:** Zusammenfassung der Zählstrategien bei den blauen Mikropartikeln.

Zählfläche	Anzahl	Sedimentationsvolumen [ml]	Vergrößerung	Gezählte Partikel	Anzahl Labore
Kammern	0,192-(0,9)-1	2,3-10,16	100-400	20-(162)-233	26
Transekte	1-(6)-11	10-55	100-400	4-(55)-275	5
Felder	10-(83)-136	9-25	100-600	2-(28)-86	9

Von der überwiegenden Anzahl der Teilnehmer wurden bei den blauen Mikropartikeln ganze Kammern ausgezählt. Diese Erfassung ist unabhängig von der Verteilung der Partikel auf dem Kammerboden. In der Folge ist eine Betrachtung des

statistischen Zählfehlers bei der Auszählung ganzer Kammern weniger relevant. Im Fall der blauen Mikropartikel führte der geringe Aufwand bei der Zählung von Transekten und Feldern zu einem inakzeptablen maximalen statistischen Zählfehler von 139 bzw. 304 %. Die jeweils mittleren Anzahlen gezählter Partikel führen dagegen zu akzeptablen Zählfehlern im Bereich von 15-39%.

**Tabelle 8:** Zusammenfassung der Zählstrategien bei den weißen Mikropartikeln.

Zählfläche	Anzahl	Sedimentations- volumen [ml]	Vergrößerung	Gezählte Partikel	Anzahl Labore
Kammern					0
Transekte	1-(4,33)-25	5-10,16	200-1000	8-(177)-578	24
Felder	10-(60)-130	1,3-55	160-630	20-(150)-834	15

Bei den weißen Mikropartikeln führte der jeweilige minimale Zählaufwand zu Zählfehlern zwischen 47 und 82%, wobei beide als nicht akzeptabel einzuschätzen sind. Bereits die mittleren Anzahlen gezählter Mikropartikel ergaben maximale Zählfehler zwischen 15 und 16 %. Diese Partikel wurden mittels Transekt- und Felderzählung erfasst.

#### 4.1.2. Vermessung der Mikropartikel

Die Spannweite der mittleren Messergebnisse ist groß. Den Teilnehmern, die deutlich vom Referenzwert der jeweiligen Mikropartikel abweichen, wird eine Rekalibrierung ihrer mikroskopischen Messeinrichtung empfohlen. Die relative Wiederholstandardabweichung als Maß für die Präzision innerhalb der Messwiederholungen eines Labors steigt mit abnehmender Größe der Mikropartikel. Dies ist nicht ungewöhnlich, da die prozentualen Abweichungen bei kleineren Objekten größer werden. Dieser Effekt wird auch beim Vergleich der relativen Vergleichsstandardabweichung deutlich und reflektiert die mit der Größenabnahme der Partikel steigenden Unterschiede zwischen den Teilnehmern.

Der Quotient  $SR/Sr$  deutet bei beiden Mikropartikelfractionen auf eine ausgewogenes Verhältnis zwischen systematischen und zufälligen Fehlern.

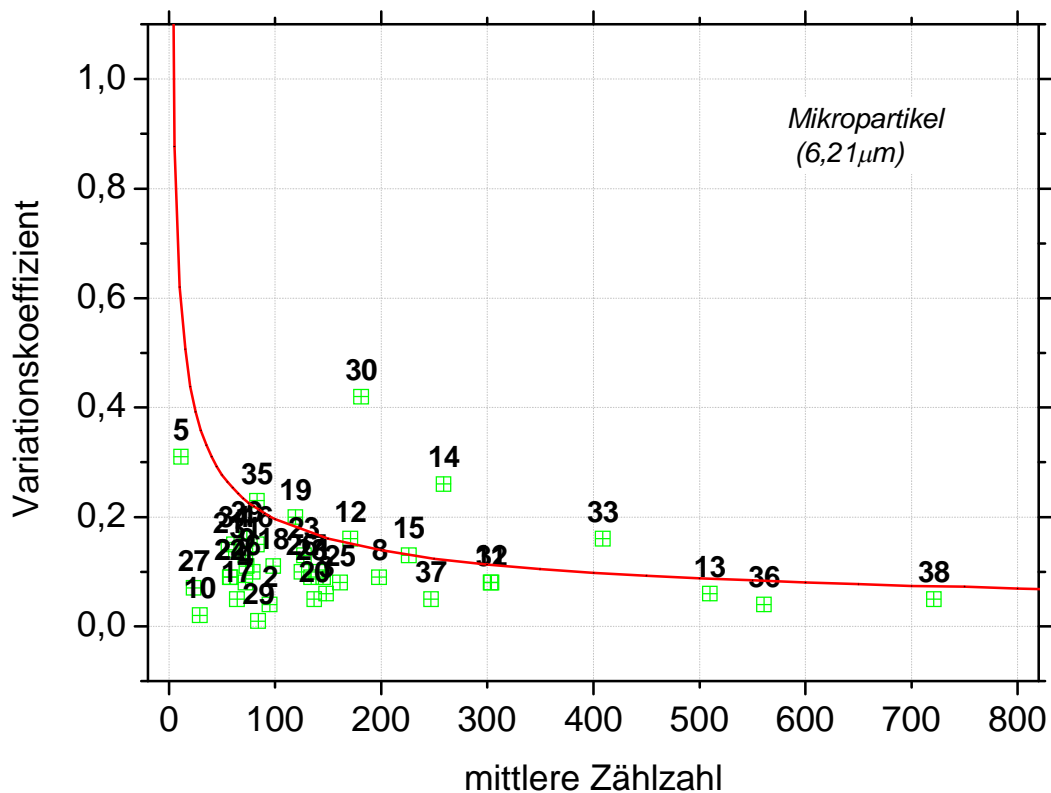
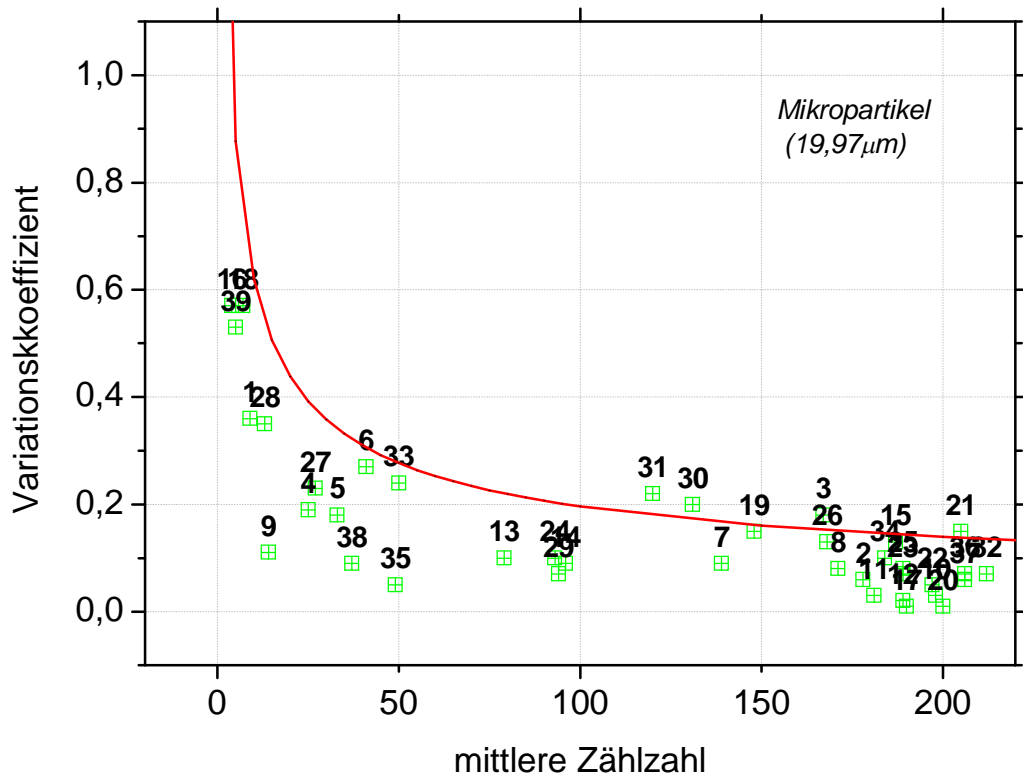
**Tabelle 9:** Zusammenfassung der Ergebnisse der Vermessung (Min: Minimum; MW: Mittelwert; Max: Maximum jeweils der Labormittelwerte, SR [%]: relative Vergleichsstandardabweichung, Sr [%]: relative Wiederholstandardabweichung).

	Mikropartikel Blau	Mikropartikel Weiß
Min	18,8	5,40
MW	20,45	6,69
Max	21,7	7,83
SR [%]	3,0%	8,56%
Sr [%]	1,27%	3,27%
Sollwert	19,97	6,21

#### 4.1.3. Zusammenhang zwischen Zählstrategie und Ergebnis

In **Abbildung 39** sind die Variationskoeffizienten der individuellen Zählungen und der theoretischen Zählfehlerobergrenze ( $p = 0,05$ , rote Kurve) dargestellt.

Die Labore deren Verhältnis zwischen Variationskoeffizienten der Replikatzählungen und der theoretischen Zählfehlerobergrenze (rote Linie in **Abbildung 39**) größer als eins war, liegen oberhalb der roten Kurve (Labor 3, 21, 30 und 31). In diesen Fällen lagen über den statistischen Zählfehler hinausgehende, signifikante Unterschiede zwischen den Einzelansätzen vor, welche allerdings durch Mittelwertbildung nicht immer zwangsläufig zu einem Minder- bzw. Mehrbefund führten.



**Abbildung 39:** Abhängigkeit des Variationskoeffizienten der Parallelzählungen von der mittleren Anzahl der erfassten Partikel (Zahlen an den Symbolen entsprechen dem Laborcode). Die rote Kurve grenzt den theoretischen Zählfehlerbereich bei  $p=0,05$  ab.

## 4.2. Komponente 2: natürliche Probe

### 4.2.1. Quantitative Aspekte

Die Ergebnisse der Gesamtzellzahl schwankten zwischen 341.944 (Labor 35) und 13.188.420 Zellen/L (Labor 4). Beide Befunde liegen außerhalb der berechneten Toleranzgrenzen. Bei Labor 35 wurden bei allen relevanten Algenklassen Minderbefunde festgestellt. In diesem Fall ist davon auszugehen, dass systematische Fehler überwiegen. Völlig anders stellt sich das bei Betrachtung des Mehrbefunds von Labor 4 dar. In diesem Fall ist der hohe Wert der Gesamtzellzahl vor allem durch den hohen Befund bei den Cyanophyceae begründet. Da es sich dabei um fädige Formen handelt, ist zu prüfen, ob die Zelllänge nicht korrekt erfasst worden ist.

Die Ergebnisse der Biovolumenbestimmung schwankten zwischen 0,3 (Labor 11) und 20,8 mm<sup>3</sup>/L (Labor 32). Der geringe Befund von Labor 11 befindet sich innerhalb der berechneten Toleranzgrenzen und ist somit als richtig anzusehen.

Demgegenüber liegt der Maximalbefund von Labor 32 außerhalb der berechneten Toleranzgrenzen. Ursache sind Mehrbefunde um Faktor 100 bei den Cryptophyceae und Dinophyceae, welche wahrscheinlich auf einen Übertragungsfehler zurückzuführen sind.

Berechnungsfehler, in deren Folge Ergebnisse zustande kamen, die um mehrere Zehnerpotenzen über dem jeweiligen Sollwert lagen bzw. theoretisch unmöglich wären, wurden im Rahmen dieses Ringversuchs nicht festgestellt.

### 4.2.2. Qualitative Aspekte

Der meisten Teilnehmer haben die Bacillariophyceen (Centrales) als die das Biovolumen dominierende Algenklasse erkannt. Deren mittlerer Anteil lag bei ca. 53%. Lediglich 2 Labors haben deutlich geringere Biovolumenanteile ermittelt. In der Folge wurde die Planktonprobe grundlegend verschieden taxonomisch charakterisiert.

Die von den Teilnehmern berechneten relativen Anteile der einzelnen Algenklassen am Gesamtbiovolumen schwanken zum Teil sehr stark (**Tabelle 10**). Die geringsten Schwankungen zeigten die Ergebnisse bei den Bacillariophyceae (34%).

Chlorophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae und Euglenophyceae zeigen Variationskoeffizienten zwischen 57 und 109 %. Chrysophyceae und Sonstige Algen hatten mit jeweils ca. 1% geringe Biovolumenanteile in deren Folge noch größere Variationskoeffizienten zu Tage treten.

**Tabelle 10:** Relativer Anteil der Algenklassen am Gesamtbiovolumen berechnet aus den Ergebnissen aller Ringversuchsteilnehmer (Min: Minimum, MW: Mittelwert, Max: Maximum, Stabw: Standardabweichung, V: Variationskoeffizient).

	Bacil	Chloro	Chryso	Crypto	Cyano	Dino	Eugleno	Sonstige
<b>Min</b>	0,2	0,2	0,0	0,7	0,2	0,1	0,2	0,0
<b>MW</b>	52,6	9,1	1,0	11,5	7,2	11,1	6,6	1,0
<b>Max</b>	89,0	60,2	8,0	59,0	42,7	44,7	16,7	11,8
<b>Stabw</b>	18,0	9,9	2,1	12,5	7,1	8,1	3,7	2,6
<b>V (%)</b>	34,1	108,9	208,1	108,8	98,8	73,0	56,8	259,7

In **Tabelle 11** bis **Tabelle 18** wurden die von den Teilnehmern gefundenen Taxa nach Algenklassen und Anzahl der Befunde geordnet zusammengefasst. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden dafür die taxonomischen Bezeichnungen vereinheitlicht und Größenklassen zusammengefasst.

**Tabelle 11:** Taxonomische Bezeichnung der Bacillariophyceae in der natürl. Probe.

Taxon	Anzahl	Taxon	Anzahl
Centrales	44	Synedra acus	2
Nitzschia sp.	25	Achnanthes sp.	1
Nitzschia acicularis	24	Aulacoseira cf. italica	1
Cyclotella sp.	11	Aulacoseira granulata var. angustissima	1
Stephanodiscus sp.	9	Aulacoseira tenella	1
Fragilaria	7	Cyclotella pseudostelligera	1
Navicula sp.	6	Eupodiscales	1
Pennales	6	Fragilaria crotonensis	1
Aulacoseira granulata	5	Fragilaria tenera	1
Aulacoseira distans	3	Gymnodinium sp.	1
Cyclotella meneghiniana	3	Nitzschia cf. gracilis	1
Synedra sp.	3	Skeletonema subsalsum	1
Aulacoseira sp.	2	Stauroneis sp.	1
Fragilaria acus	2	Stephanodiscus binderanus	1
Fragilaria ulna	2	Stephanodiscus cf. minutulus	1
Fragilaria ulna angustissima	2	Stephanodiscus spp. / Cyclotella cf. meneghiniana	1
Fragilaria ulna var. acus	2	Stephanodiscus spp. / Cyclotella spp.	1
Melosira sp.	2	Synedra acus v. radians	1
Stephanodiscus parvus	2		

**Tabelle 12:** Taxonomische Bezeichnung der Chlorophyceae in der natürl. Probe.

Taxon	Anzahl	Taxon	Anzahl
Scenedesmus sp.	25	Carteria sp.	1
Chlamydomonas sp.	24	Chlamydomonas globosa	1
Chlorococcales	23	Chlamydomonas reinhardtii	1
Pteromonas sp.	18	Chlorella sp.	1
Monoraphidium contortum	16	Chlorococcum sp.	1
Kirchneriella sp.	14	Choricystis	1
Actinastrum hantzschii	13	Closterium limneticum	1
Monoraphidium sp.	12	Closterium sp.	1
Tetrastrum staurogeniaeforme	12	Coelastrum microporum	1
Oocystis sp.	11	Coenocystis sp.	1
Scenedesmus acuminatus	11	Crucigenia sp.	1
Pteromonas angulosa	9	Crucigeniella apiculata	1
Dictyosphaerium sp.	8	Dictyosphaerium ehrenbergianum	1
Monoraphidium minutum	7	Dictyosphaerium primarium	1
Lagerheimia genevensis	6	Didymocystis lineata	1
Tetrastrum sp.	6	Diplochlois cf. hortobagyi	1
Actinastrum sp.	5	Diplochlois lunata	1
Chlorophyceae	5	Diplochlois sp.	1
Scenedesmus sempervirens	5	Diplostauron sp.	1
Ankistrodesmus sp.	4	Keratococcus bicaudatus	1
Didymocystis sp.	4	Keratococcus sp.	1
Lagerheimia sp.	4	Lagerheimia chodatii	1
Monoraphidium arcuatum	4	Lagerheimia ciliata	1
Monoraphidium griffithii	4	Lagerheimia wratislaviensis	1
Monoraphidium komarkovae	4	Microctinium sp.	1
Scenedesmus acutus	4	Monoraphidium flexuosum	1
Scenedesmus quadricauda	4	Oocystis parva	1
Tetraedron minimum	4	Pediastrum duplex	1
Tetraedron sp.	4	Peterfiella alata (Chlamydomonas alata)	1
Chlorophyta	3	Petomonas cordiformis	1
Dictyosphaerium pulchellum	3	Phacotus sp.	1
Koliella sp.	3	Pseudodictyosphaerium jurisii	1
Lagerheimia subsalsa	3	Pseudokirchneriella rotunda	1
Pteromonas cordiforme	3	Pseudoquadrigula sp.	1
Scenedesmus abundans	3	Quadrigula sp.	1
Scenedesmus armatus	3	Raphidocelis sigmoidea	1
Scenedesmus costato-granulatus	3	Scenedesmus bicaudatus	1
Scenedesmus eornis	3	Scenedesmus communis	1
Tetrastrum triangulare	3	Scenedesmus falcatus	1
Actinastrum	2	Scenedesmus gr Abundanti	1
Chloroflagellat	2	Scenedesmus gr Acutodesmus	1
Crucigeniella sp.	2	Scenedesmus gr Armati	1
Desmodesmus communis	2	Scenedesmus insignis	1
Dichotomococcus curvatus	2	Scenedesmus linearis	1
Dictyosphaerium tetrachotomun	2	Scenedesmus opoliensis	1
Didymocystis inconspicua	2	Scenedesmus pannonicus	1
Didymocystis planctonica	2	Scenedesmus semipulcher	1
Kirchneriella contorta	2	Scenedesmus spinosus	1
Koliella longiseta	2	Scenedesmus subspicatus	1
Monoraphidium circinale	2	Schroederia setigera	1
Pandorina morum	2	Schroederia sp.	1
Raphidocelis	2	Selenastrum sp.	1
Scenedesmus intermedius	2	Siderocelis sp.	1
Scenedesmus longispina	2	Stichococcus sp.	1
Tetraedron triangulare	2	Tetrachlorella alternans	1
Tetrastrum elegans	2	Tetrachlorella incerta	1
Treubaria triappendiculata	2	Tetraedron caudatum	1
µ-Algen	1	Tetrastrum triacanthum	1
Ankistrodesmus falcatus	1	Treubaria schmidlei	1
Ankistrodesmus gracilis	1	Treubaria sp.	1
Ankyra sp.	1	Volvocales	1
Botryococcus braunii	1	Westella sp.	1
Botryococcus sp.	1		

**Tabelle 13:** Taxonomische Bezeichnung der Chrysophyceae in der natürl. Probe.

Taxon	Anzahl	Taxon	Anzahl
Kephyrion sp.	9	Chromulina sp.	1
Chrysophyceae	8	Chrysochromulina sp.	1
Mallomonas sp.	5	Chrysococcus punctiformis	1
Bicosoeca planktonica	2	Chrysococcus sp.	1
Kephyrion sp. / Pseudokephyrion sp.	2	Closterium acutum	1
Ochromonas sp.	2	Dinobryon divergens	1
Pseudokephyrion sp.	2	Pseudokephyrion cf poculum	1
Bicosoeca	1	Pseudopedinella sp.	1
Bicosoeca sp.	1	Spumella sp. (Monas sp.)	1
Bitrichia danubiensis	1		

**Tabelle 14:** Taxonomische Bezeichnung der Cryptophyceae in der natürl. Probe.

Taxon	Anzahl	Taxon	Anzahl
Cryptomonas sp.	46	Cryptomonas erosa	2
Rhodomonas sp.	10	Cryptomonas marssonii	2
Rhodomonas minuta	8	Plagioselmis lacustris	2
Cryptomonas ovata	5	Rhodomonas lacustris var. lacustris	2
Cryptomonas erosa / ovata / phaseolus	4	Rhodomonas minuta var. nannoplantica	2
Rhodomonas lacustris	4	Chroomonas sp.	1
Cryptomonas ovata / erosa	3	Cryptomonas tetrapyrenoidosa	1
Cryptophyceae	3	Plagioselmis nannoplantica	1
Rhodomonas lacustris var. nannoplantica	3		

**Tabelle 15:** Taxonomische Bezeichnung der Cyanobacteria in der natürlichen Probe.

Taxon	Anzahl	Taxon	Anzahl
Pseudanabaena sp.	16	Gomphosphaeria sp.	1
Romeria sp.	12	Jaaginema sp.	1
Pseudanabaena limnetica	11	Leptolyngbya tenuis	1
Planktothrix agardhii	8	Leptothrix sp.	1
Merismopedia sp.	7	Limnothrix obliqueacuminata	1
Cyanobacteria	6	Lyngbya sp.	1
Chroococcales	5	Oscillatoria agardhii	1
Planktothrix sp.	5	Oscillatoria sp. / Limnothrix sp.	1
Limnothrix sp.	4	Oscillatoria tenuis	1
Romeria elegans	4	Phormidium sp.	1
Chroococcus sp.	3	Planktolyngbya limnetica	1
Limnothrix planctonica	3	Planktolyngbya subtilis	1
Oscillatoria limnetica	3	Planktothrix rubescens	1
Oscillatoria sp.	3	Pseudanabaena cf. acicularis	1
Pseudanabaena catenata	3	Pseudanabaena cf. limnetica	1
Anabaena sp.	2	Pseudanabaena galeata	1
Hormogonales	2	Pseudanabaena sp. / Limnothrix sp.	1
Merismopedia tenuissima	2	Romeria cf. gracilis	1
Oscillatoriales	2	Romeria leopoliensis	1
Pseudanabaena cf. catenata	2	Synechococcus sp.	1

**Tabelle 16:** Taxonomische Bezeichnung der Dinophyceae in der natürlichen Probe.

Taxon	Anzahl
Gymnodinium sp.	24
Peridinium sp.	22
Gymnodinium lantzschii	5
Dinophyceae	3
Glenodinium sp.	3
Peridiniaceae	2

Taxon	Anzahl
Peridinium / Peridiniopsis	2
Gymnodinium ordinarum	1
Katodinium sp.	1
Peridiniopsis sp.	1
Peridinium cf. penardii	1

**Tabelle 17:** Taxonomische Bezeichnung der Euglenophyceae in der natürl. Probe.

Taxon	Anzahl
Trachelomonas sp.	30
Trachelomonas hispida	6
Trachelomonas volvocina	4
Trachelomonas oblonga	3
Euglena sp.	2
Phacus pyrum	2
Euglena hemichromata	1

Taxon	Anzahl
Euglenophyceae	1
Petalomonas sp.	1
Trachelomonas armata	1
Trachelomonas cf. acanthostoma	1
Trachelomonas cf. planctonica	1
Trachelomonas intermedia	1
Trachelomonas volvocinopsis	1

**Tabelle 18:** Taxonomische Bezeichnung der Sonstigen Algen in der natürl. Probe.

Taxon	Anzahl
undet Algae	5
Flagellates	3
Closterium acutum	2
Ciliata	1
Closterium acicularis	1
Closterium cf. pronum	1
Closterium limneticum	1
Closterium sp.	1

Taxon	Anzahl
Goniocloris mutica	1
Goniocloris sp.	1
Gonyostomum sp.	1
Kugeln / Sphere	1
Nephrodiella lunaris	1
Nephrodiella sp.	1
Planctomyces bekefii	1

#### 4.2.3. Zellvolumina

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Bezeichnung identischer Arten durch die Teilnehmer gestaltet sich der Vergleich von Zellvolumina sehr schwierig. Zum Beispiel wurden die ovalen Cryptomonaden (ohne *C. marssonii*, *Rhodomonas*) von 20 Laboren ohne die Unterteilung in Größenklassen erfasst. 9 Labore hingegen separierten diese Gruppe in 2 Größenklassen, 4 Labore in 3 und 3 Labore sogar in 4 Größenklassen. Insofern mit Größenklassen gearbeitet wurde, erfolgte keine einheitliche Vorgehensweise. Die Größenklassenintervalle betragen 5, 10 oder 15 µm. Andere Teilnehmer machten keine genauen Angaben und bezeichneten die gewählten Größenklassen mit klein, mittel, groß oder größer als bzw. kleiner als. In

**Tabelle 19** sind die vereinheitlichten Größenklassen und Kennwerte der berechneten Zellvolumen dargestellt. Neben den sehr unterschiedlichen Bezeichnungen zeigten auch die berechneten Zellvolumina große Schwankungsbreiten. Dies war auch in klar definierten Größenklassen der Fall. Die Ursache lag dafür auch in der Verwendung unterschiedlicher Volumenformeln. In 23 Fällen wurde das abgeflachte Ellipsoid (Faktor 0,65) als Berechnungsgrundlage verwendet. Daneben kam in 22 Fällen das Drehellipsoid ohne Abflachung zur Anwendung. In 3 weiteren Fällen wurde das abgeflachte Ellipsoid mit dem Faktor 0,82 verwendet. Darüber hinaus kamen in wenigen Fällen weitere Formeln zum Einsatz, die jedoch nicht zweifelsfrei nachvollzogen werden konnten.

**Tabelle 19:** Vereinheitlichung der verwendeten Größenklassen für die ovalen Cryptomonaden (ohne *C. marssonii* und *Rhodomonas*).

Bezeichnung	Anzahl	Zellvolumen [ $\mu\text{m}^3$ ]			V [%]
		Minimum	Mittelwert	Maximum	
Cryptomonas <20 $\mu\text{m}$	2	464	1614	2763	101
Cryptomonas 15-20 $\mu\text{m}$	6	620	1345	1789	33
Cryptomonas 15-30 $\mu\text{m}$	1		3140		
Cryptomonas 20-25 $\mu\text{m}$	5	1114	1774	2917	41
Cryptomonas 20-30 $\mu\text{m}$	2	2100	2150	2200	3
Cryptomonas 20-40 $\mu\text{m}$	1		4306		
Cryptomonas 25-30 $\mu\text{m}$	6	1769	2577	3953	37
Cryptomonas 30-35 $\mu\text{m}$	6	2394	2995	4563	27
Cryptomonas spp.	24	480	1957	6283	58
Cryptomonas sp. klein	3	143	1096	2520	218
Cryptomonas sp. mittel	2	1345	1568	1791	80
Cryptomonas sp. groß	4	1629	3476	6980	9

**Tabelle 20:** Zellvolumina und Berechnungsformeln von relativ einheitlich benannten Arten der natürlichen Probe.

	<i>Aulacoseira</i>	<i>Nitzschia acicularis</i>	<i>Rhodomonas</i>	<i>Trachelomonas</i>
Min	17	64	53	824
MW	681	280	105	2808
Max	1600	822	256	5236
Staw	482	184	47	1032
V(%)	71	66	45	37
Formeln	Zylinder	Doppelkegel Spindel halber Quader Prisma auf Basis Parallelogramm	Kegel mit Halbkugel Ellipsoid und Konus Rotationsellipsoid Ellipsoid abgeflacht (0,65)	Rotationsellipsoid Ellipsoid abgeflacht (0,82) Kugel

## 5. Literatur

ANALYTICAL METHODS COMMITTEE (1989a): Robust statistics – how not to reject outliers, Part 1. Basic concepts. *The Analyst* **114**: 1693-1697

ANALYTICAL METHODS COMMITTEE (1989b): Robust statistics – how not to reject outliers, Part 2. Inter-laboratory Trials. *The Analyst* **114**: 1699-1702

EN 15204 M14 (2006): Wasserbeschaffenheit – Anleitung für die Zählung von Phytoplankton mittels der Umkehrmikroskopie (Utermöhl-Technik). Europäisches Komitee für Normung, 56 S.

EUROLAB (2006): Guide to the Evaluation of Measurement Uncertainty for Quantitative Test Results. Technical Report 1/2006, 50p.

FEARN, T. & M. THOMPSON (2001): A new test for „sufficient homogeneity“. *The Analyst* **126**: 1414-1417

HORN, H., HORN, W. & M. KOHLSDORF (1987): Theoretical and practical investigations on the heterogeneous distribution of plankton in the main basin of the Saldenbach Reservoir. *Acta hydrochim. hydrobiol.* **15**: 327-350

ISO 5725 (1995): Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. ISO Genève, 1995

ISO/TS 21478 (2004): Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty estimation, ISO Genève, 2004

SPASOVA, Y., POMMÉ, S. & U. WÄTJEN (2007): Visualisation of interlaboratory results in PomPlots. *Accred. Qual. Assur.* **12**: 623-627