



Ringversuch

„*Legionella* spp. in Abwasser“

Abschlussbericht

Januar 2023
Version 3

Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an:

Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen
(LANUV NRW)

Postfach 10 10 52
45610 Recklinghausen

Organisation, Aus- und Bewertung

freigegeben am 16.01.2023
durch

Sibylle Fütterer
(Ringversuchskoordinatorin)
Tel.: 02361-305- 2333
sibylle.fuetterer@lanuv.nrw.de

Nancy Rieke
Tel.: 02361-305- 6054
nancy.rieko@lanuv.nrw.de

Fachliche Ausführung und Diskussion der Ergebnisse

Dr. Susanne Grobe
Tel.: 02361-305- 2378
susanne.grobe@lanuv.nrw.de

Bernd Schwanke
Tel.: 02361-305- 2460
bernd.schwanke@lanuv.nrw.de

- Version 2 – Austausch der Seiten 15/16, Änderung der Einheit in den Kenndatentabellen
– Austausch der Seite 9, Präzision der Formel zur Berechnung des z-Scores.
– Austausch der Seiten 27/28, 30/31, Aufnahme Ergebnis Labor-Code LC33
- Version 3 – Ergänzung des Abschnitts 5 durch die fachliche Diskussion der Ergebnisse

Inhaltsverzeichnis

1	Ringversuchsbeschreibung.....	4
1.1	Grundlagen	4
1.2	Untersuchungsparameter und Nachweisverfahren	4
1.3	Termine.....	4
1.4	Teilnehmer	5
1.5	Probenversand.....	5
1.6	Angabe der Ergebnisse.....	6
2	Herstellung der Ringversuchsproben.....	6
3	Homogenität und Stabilität der Ringversuchsproben	8
4	Auswertung	8
4.1	Statistische Auswertung.....	8
4.2	Bewertung.....	9
4.3	Darstellung der Ergebnisse.....	9
4.4	Zusammenfassung der Aus- und Bewertung	10
5	Diskussion der Teilnehmerergebnisse	11
6	Ergebnisse	15

1 Ringversuchsbeschreibung

1.1 Grundlagen

Mit dem Erlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) NRW vom 28.12.2015 (Az.: IV-7-094-033-0000) wurde das LANUV mit der regelmäßigen Durchführung von Ringversuchen zu Legionellen in belasteten Umweltmatrices beauftragt.

In der Regel werden zwei entsprechende Ringversuche pro Jahr angeboten, wobei alle zwei Jahre ein Ringversuch in der Matrix Abwasser angeboten wird. Drei weitere Ringversuche im gleichen Zeitraum werden in der Matrix Kühlwasser (entsprechend 42. BImSchV) angeboten.

Mit dieser Auswertung liegt jetzt wieder ein Ringversuch in der Matrix Abwasser vor.

Er wurde in enger Zusammenarbeit der Fachexperten der Umweltmikrobiologie mit der Ringversuchskordinationsstelle des LANUV NRW organisiert und durchgeführt. Die Konzeption des Ringversuches erfolgte gemäß der DIN 38402-45:2014 „Ringversuche zur Eignungsprüfung von Laboratorien“ sowie der DIN EN ISO 17043:2010 „Konformitätsbewertung – Allgemeine Anforderungen an Eignungsprüfungen“.

Die mit diesem Ringversuch gesammelten fachlichen und organisatorischen Erfahrungen, auch bezüglich der Bewertungskriterien, werden bei zukünftigen mikrobiologischen Ringversuchen in belasteten Wässern und in entsprechenden Arbeitskreisen berücksichtigt.

1.2 Untersuchungsparameter und Nachweisverfahren

Zu untersuchen war ein Parameter mit dem verpflichtend anzuwendenden Analysenverfahren:

Legionella spp. nach DIN EN ISO 11731:2019-03 „Wasserbeschaffenheit – Zählung von Legionellen (ISO 11731:2017)“ verpflichtend in Kombination mit der Empfehlung des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser

Die Anwendung eines anderen Verfahrens sowie die Nicht-Einhaltung der Vorgaben der vorgenannten Empfehlung führte zum Ausschluss aus der statistischen Berechnung.

1.3 Termine

Der Ringversuch wurde auf der Homepage des LANUV angekündigt und im Februar 2022 ein Anmeldeformular zur Verfügung gestellt. Teilnehmer an den letzten entsprechenden Ringversuchen des LANUV NRW sowie registrierte interessierte Labore wurden im Februar 2022 per Mail über die Durchführung des Ringversuchs informiert.

Die Anmeldung war bis zum 17. März 2022 per E-Mail möglich.

Der Probenversand erfolgte am Montag, den 02.05.2022, per Expressversand mit garantierter Auslieferung bis Dienstag, den 03.05.2022 um 12:00 Uhr. Mit der Analytik sollte umgehend begonnen werden.

Die Abgabe der Ringversuchsergebnisse war auf Mittwoch, den 25.05.2022, 24:00 Uhr festgelegt. Zur Einhaltung dieser Frist mussten die unterschriebenen Ergebnisformulare und die Dateien mit den Analysenergebnissen sowie das Pflichtformular per Email im LANUV NRW vorliegen.

1.4 Teilnehmer

Die Teilnahme am Ringversuch stand grundsätzlich allen interessierten Untersuchungsstellen offen. Alle rechtzeitig bis zum Stichtag eingegangenen Anmeldungen konnten berücksichtigt werden.

Insgesamt nahmen 47 Untersuchungsstellen an diesem Ringversuch teil. Drei Labore sendeten keine Ergebnisse zurück.

Bei der Anmeldung war nachzuweisen, dass ein Mitarbeiter des Labors über die Erlaubnis zum Arbeiten mit Krankheitserregern nach § 44 Infektionsschutzgesetz (IfSG) verfügt.

1.5 Probenversand

Jeder Teilnehmer erhielt jeweils zwei von zwei vorbereiteten Abwasserproben (Konzentrationsniveaus) zur Bestimmung von Legionellen sowie eine Wasserprobe in einem Referenzgefäß zur Temperaturkontrolle (siehe Kapitel 2).

Der Versand wurde per Express innerhalb von 24 Stunden mit einer speziellen Versandkühlbox durchgeführt, die eine Probentemperatur von $(5 \pm 3) \text{ }^{\circ}\text{C}$ über den geplanten Transportzeitraum sicherstellte.

Zur Kontrolle enthielt jedes Paket ein wassergefülltes Referenzgefäß. Die darin sofort nach der Ankunft beim Teilnehmer ermittelte Temperatur sollte mit den Ergebnissen zurückgemeldet werden. Eine Tabelle der angegebenen Eingangstemperaturen ist im Anhang aufgeführt.

Von 44 abgegebenen Wassertemperaturwerten lagen 43 (98 %) im geplanten Temperaturtoleranzbereich von $(5 \pm 3) \text{ }^{\circ}\text{C}$. Ein Labor gab eine Temperatur von $50,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ an.

Darüber hinaus wurden einige über unterschiedliche Entfernungen im Bundesgebiet verteilte Pakete mit Datenloggern zur Temperaturmessung ausgestattet. In Abbildung 1 sind die von den Datenloggern während des Transportes aufgezeichneten Lufttemperaturen im Paket dargestellt.

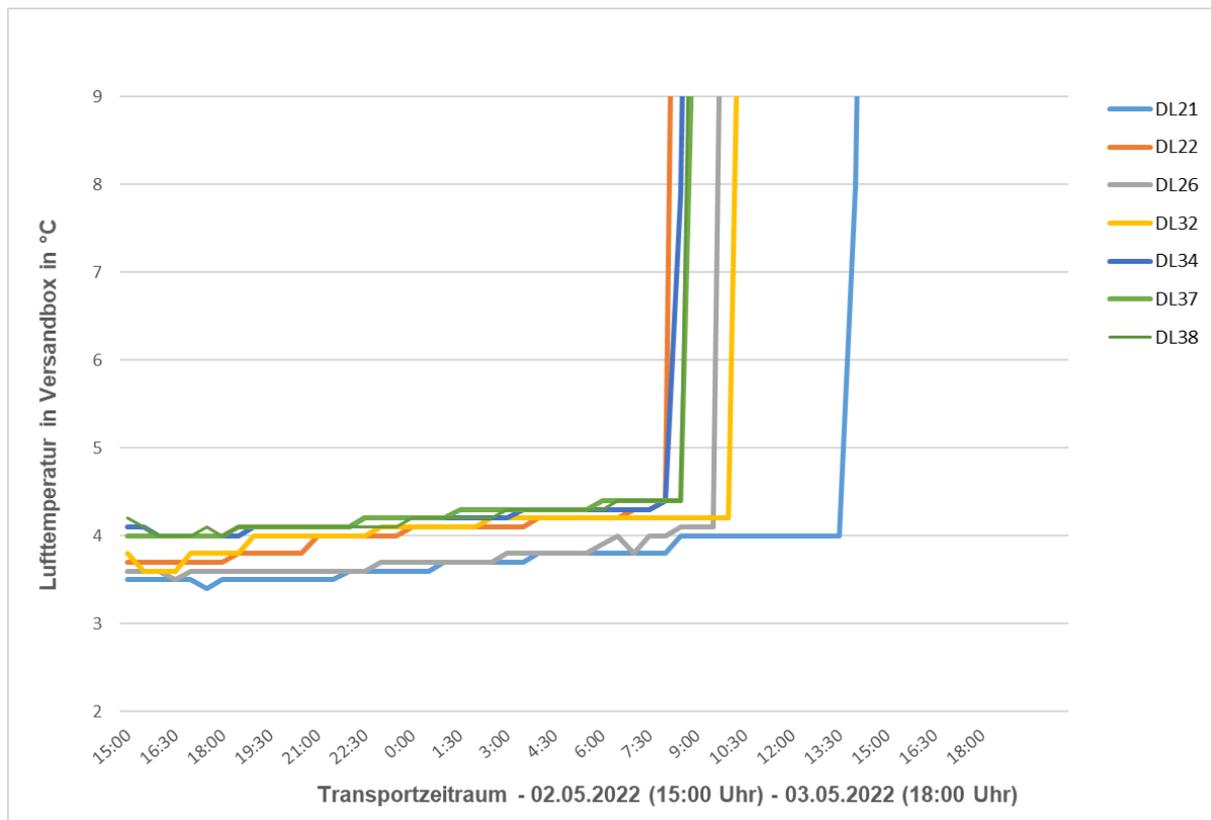


Abbildung 1: Temperaturverlauf in ausgewählten Versandpaketen während der Transportzeit

1.6 Angabe der Ergebnisse

Pro Probe war das jeweilige Ergebnis nach der Empfehlung des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Abwasser und Oberflächenwasser in KBE / 100 ml anzugeben.

Lagen aufgrund geringer Koloniezahlen erhöhte Messunsicherheiten oder erhöhte Begleitflora vor, musste dies bei der Angabe des Ergebnisses vermerkt werden.

Die Ergebnisübermittlung erfolgte mittels der Software Ringdat, die den Teilnehmern zur Verfügung gestellt wurde. Darin war das Ergebnis anzugeben. Darüber hinaus war ein Pflichtformular zu den Untersuchungsmethoden verpflichtend abzugeben.

Alle Angaben dienen der Überprüfung der Einhaltung des vorgegebenen Verfahrens.

2 Herstellung der Ringversuchsproben

Für die Bestimmung von *Legionella* spp. wurden zwei verschiedene Probenansätze (hier bezeichnet als Probe 1 und Probe 2) mit unterschiedlicher analytischer Herausforderung bezüglich interferierender Mikroorganismen (Begleitflora) vorbereitet. Die zu erwartende Kolonienanzahl an *Legionella* spp. wurde so gewählt, dass nach den Vorgaben der ISO 8199:2018-10 „Water quality – General requirements and guidance for microbiological examinations by culture“ ein statistisch sicheres Ergebnis erwartet werden konnte. Bei beiden zu untersuchenden Proben handelte es sich um native Abwassermatrix mit einer geringen Vorbelastung an Legionellen, die zusätzlich mit

zwei Umweltisolaten dotiert wurden. Die Dotierung erfolgte für beide Proben mit denselben Umweltisolaten in identischer Zellzahl, so dass vergleichbare Konzentrationsniveaus an *Legionella* spp. in beiden Proben zu erwarten waren.

Für die Herstellung der Ansätze wurden zwei Umweltisolat von *Legionella pneumophila* verwendet, die stabile qualitätsrelevante Merkmale aufweisen, für die Art repräsentativ sind und deren Zuverlässigkeit nachgewiesen wurde. Sie wurden morphologisch, biochemisch und molekularbiologisch charakterisiert und vor dem Einsatz auf Reinheit und Funktionsfähigkeit überprüft. Zusätzlich weisen diese Isolate neben einer hohen Kultivierbarkeit eine geringe Empfindlichkeit gegenüber den normgerechten Vorbehandlungen auf.

Im Vorfeld der Ringversuchsdurchführung wurde zudem die Tauglichkeit der natürlichen Probenmatrix geprüft und für geeignet befunden. Bei denen in den undotierten Proben vereinzelt nachweisbaren Legionellen handelte es sich um *Legionella pneumophila* Serogruppe 1.

Probe 1

- Natives Abwasser
- Repräsentativ für den Ablauf einer kommunalen Kläranlage
- Dotiert mit
Legionella pneumophila Serogruppe 1 (Labornummer U149, Umweltisolat) und
Legionella pneumophila Serogruppe 2-14 (Labornummer U172, Umweltisolat)
- Geplante Konzentrationsniveaus
Begleitflora: viel
Legionella spp.: ca. 1×10^5 bis 2×10^5 KBE / 100 ml
(Überschreitung um Faktor 10 vom empfohlenen 2. technischen Maßnahmewert nach Bericht der Expertenkommission Legionellen)

Probe 2

- Natives Abwasser
- Repräsentativ für Aufbereitungsschritte innerhalb einer kommunalen Kläranlage
- Dotiert mit
Legionella pneumophila Serogruppe 1 (Labornummer U149, Umweltisolat) und
Legionella pneumophila Serogruppe 2-14 (Labornummer U172, Umweltisolat)
- Geplante Konzentrationsniveaus
Begleitflora: extrem viel
Legionella spp.: ca. 1×10^5 bis 2×10^5 KBE / 100 ml
(Überschreitung um Faktor 10 vom empfohlenen 2. technischen Maßnahmewert nach Bericht der Expertenkommission Legionellen)

Je Probe wurden 20 Liter Probenmatrix über 4 bis 7 Tage hinweg bei (5 ± 3) °C entsprechend DIN 38402-30:1998 „Vorbehandlung, Homogenisierung und Teilung heterogener Wasserproben“ in einem sterilen Homogenisationsgefäß kontinuierlich (10 % Kegel) gerührt. Vor der Probenabfüllung wurde zusätzlich nach Inaugenscheinnahme und Prüfung der morphologischen und serologischen Eigenschaften sowie der Reinheit der oben genannten Umweltisolate, das Abwasser mit einer festgelegten Anzahl an standardisiert angezüchteten *Legionella pneumophila* beimpft und bis zur Abfüllung über 3 Tage bei (5 ± 3) °C gerührt.

3 Homogenität und Stabilität der Ringversuchsproben

Für die Homogenitätsüberprüfung der Probenabfüllungen wurden von jedem Ansatz während der Abfüllung in festgelegten regelmäßigen Abständen Rückstellproben entnommen.

Zur Beurteilung der Homogenität wurden pro Probenansatz, die Analysenergebnisse von 10 nach Norm ISO 11731:2017 mit Wärme vorbehandelten Rückstellproben im Doppelansatz auf den Parameter *Legionella* spp. und auf interferierende Mikroorganismen untersucht. Die Durchführung erfolgte am Tag nach der Abfüllung parallel zu den Probenuntersuchungen der Teilnehmer.

Die Bewertung der Homogenität erfolgte nach DIN EN ISO 13528:2015 indem die Vergleichsstandardabweichung des Ringversuchs mit der Standardabweichung der Homogenitätsproben verglichen wurde. Auf Trends während der Abfüllung wurde mittels graphischer Auftragung in der Zeitreihe kontrolliert.

Damit konnte eine homogene Abfüllung der Proben bei beiden Probenansätzen bestätigt werden.

Die Bewertung der Stabilität der Proben erfolgte durch die Analytik von Rückstellproben, die während des Abfüllprozesses aus den jeweiligen Ansätzen entnommen und für einen Zeitraum von 24 h bei (5 ± 3) °C gelagert wurden. Danach erfolgte die Bestimmung von „*Legionella* spp.“ nach den Vorgaben der Rahmenbedingungen.

Die Stabilität der Probe 1 erfüllte nicht die vorgegebenen Kriterien. Im Allgemeinen können verlängerte Lagerzeiten vor allem bei nativen Abwasserproben zu divergierenden Ergebnissen führen. Eine längere Lagerung der Proben wurde durch die Rahmenbedingung ausgeschlossen. 3 Teilnehmer hielten sich nach eigenen Angaben nicht an die Vorgabe, mit der Analytik am 03.05. zu beginnen und wurden aus diesem Grund nicht in die Bewertung einbezogen.

4 Auswertung

4.1 Statistische Auswertung

Die Auswertung des Ringversuchs erfolgte auf Grundlage der DIN 38402-45:2014 „Ringversuche zur Eignungsprüfung von Laboratorien“. Alle Berechnungen wurden mit der Software PROLab Plus (Version: 2021.9.24.0) der Firma QuoData durchgeführt.

Da zur Herstellung der Proben reale, vorbelastete Matrix eingesetzt wurde, standen keine rückführbaren Referenzwerte zur Verfügung. Als zugewiesener Wert x_{pt} wurde daher der robuste Gesamtmittelwert, berechnet mittels Hampel-Schätzer, aus den Teilnehmerdaten zugrunde gelegt. Dieser ist auf die Werte des Teilnehmerkollektivs zurückzuführen. In die Berechnung gingen nur Ergebnisse ein, die nach den verpflichtend anzuwendenden Vorgaben ermittelt wurden. Mit den Vorzeichen „<“ oder „>“ angegebene Werte wurden bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Die Berechnung der Vergleichsstandardabweichung σ_{pt} , auf deren Grundlage die Toleranzgrenzen ermittelt wurden, erfolgte nach der Q-Methode. Um nicht konstant lineare

Messbereiche beider Proben auszugleichen wurden die Berechnungen mit logarithmierten Daten durchgeführt.

Die Messunsicherheit (u_x) des mittels robuster Statistik berechneten Gesamtmittelwertes wurde nach ISO 13528:2018(E) mit Hilfe der folgenden Formel abgeschätzt

$$u_x = 1,25 \times \sigma_{pt} / \sqrt{p}$$

wobei σ_{pt} die robuste Standardabweichung und p die Anzahl der Teilnehmer des Ringversuchs ist.

Elf (Probe 1) bzw. zehn (Probe 2) Teilnehmer mussten aus der statistischen Berechnung ausgeschlossen werden, weil sie nicht nach den Vorgaben gemäß Pkt. 1.2 bzw. den Rahmenbedingungen gearbeitet haben. Diese Ergebnisse gingen nicht in die Berechnung der Kenndaten ein.

4.2 Bewertung

Die Bewertung erfolgte über z – Scores mit logarithmierter Berechnung:

$$z - Score = \frac{\ln(x) - \ln(X_{pt})}{\sigma_{pt}/X_{pt}}$$

(x = Teilnehmerergebnis, x_{pt} = robuster Gesamtmittelwert,
 σ_{pt} = Vergleichsstandardabweichung aus Ringversuch)

Für die Toleranzgrenze des Parameters „*Legionella* spp.“ wurde $|z| = 2,0$ festgelegt.

Gemäß den Rahmenbedingungen des Ringversuchs mussten für eine erfolgreiche Bewertung die Ergebnisse beider Proben im Toleranzbereich liegen. Darüber hinaus wurden Ergebnisse, die nicht nach dem vorgegebenen Verfahren ermittelt wurden, nicht erfolgreich bewertet werden.

Ergebnisangaben wie $< \text{NWG}$ wurden ebenfalls als „nicht erfolgreich“ bewertet, da in beiden verschickten Prüfkörpern Legionellen deutlich oberhalb der Nachweisgrenze gefunden werden konnten.

4.3 Darstellung der Ergebnisse

Die anliegenden Diagramme wurden logarithmisch skaliert. Dargestellt sind jedoch die entlogarithmierten, von den Teilnehmern angegebenen Ergebnisse.

Werte, die mit „<“ angegeben wurden, werden sowohl in den Tabellen als auch in den Diagrammen entsprechend angezeigt.

Fehlende z-Scores in den Tabellen weisen darauf hin, dass diese Teilnehmer nicht nach den vorgegebenen Normen arbeiteten und die Ergebnisse nicht in die Berechnung einfließen.

4.4 Zusammenfassung der Aus- und Bewertung

47 Untersuchungsstellen erhielten Proben im Rahmen des Ringversuchs.

44 Teilnehmer sendeten ihre Ergebnisse zurück.

33 (Probe 1) bzw. 34 (Probe 2) Ergebnisse gingen in die Berechnung ein.

26 Teilnehmer bestimmten den Parameter *Legionella* spp. erfolgreich.

Teilnehmer, die nicht nach den vorgegebenen Verfahren arbeiteten, konnten nicht erfolgreich bewertet werden. Auf dem Zertifikat, welches jeder Teilnehmer erhält, ist der Grund für die nicht erfolgreiche Teilnahme vermerkt.

Die Zusammenstellung der Teilnehmerergebnisse mit den entsprechenden Grafiken finden Sie unter Nummer 6 ab Seite 15 dieses Berichtes.

5 Diskussion der Teilnehmerergebnisse

Abwasser kann je nach Herkunft und verwendeter Aufbereitungstechnologie sowie untersuchtem Aufbereitungsschritt verschiedene analytische Herausforderungen an die Untersuchungslaboratorien stellen. Neben der Festlegung über die Art der Homogenisierung der Proben, ist insbesondere der Einfluss interferierender Mikroorganismen auf den Nachweis von Legionellen, das sichere Differenzieren zwischen Legionellen-verdächtiger und Legionellen-ähnlicher Koloniemorphologie sowie die Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes unter Beachtung der Messunsicherheit von Bedeutung.

Die im Rahmen dieses Ringversuches verwendeten Abwassermatrices wiesen nur eine geringe native Vorbelastung an Legionellen auf. Das Abwasser wurden daher im Herstellungsprozess der Prüfkörper mit Legionellen dotiert. Für beide Proben 1 und 2 erfolgte die Dotierung mit demselben Umweltisolaten in identischer Zellzahl, so dass vergleichbare Konzentrationsniveaus von ca. 1×10^5 bis 2×10^5 KBE / 100 ml (Überschreitung um Faktor 10 vom empfohlenen 2. technischen Maßnahmewert nach Bericht der Expertenkommission Legionellen) an *Legionella* spp. zu erwarten waren. Die Partikellast und das Begleitfloraniveau variierte von hoch bei Probe 1 bis sehr hoch bei Probe 2. Weitere Detailinformationen zu den verschickten Proben sind diesem Bericht unter Punkt 2 zu entnehmen.

Nachfolgend werden die von den Ringversuchsteilnehmern übersandten Daten und Informationen fachlich diskutiert.

***Legionella* spp. (DIN EN ISO 11731:2019-03)**

Das Konzentrationsniveau für *Legionella* spp. wurde unter Beachtung der in den Matrices natürlich vorliegenden Konzentrationen an Nicht-Zielorganismen so gewählt, dass statistisch sichere Ergebnisse (≥ 10 KBE *Legionella* spp. pro Verdünnungsstufe und Ansatz) im Oberflächenverfahren nach Vorbehandlung mit Wärme und/oder Säure zu erwarten waren.

Alle Labore verwendeten mit dem Oberflächenverfahren das richtige Verfahren für die Berechnung und Ergebnisangabe nach den Rahmenbedingungen. Die meisten Laboratorien bestimmten die Ergebnisse für die Probe 1 aus dem Ansatz mit Säurebehandlung, gefolgt von der Wärmebehandlung und der kombinierten Vorbehandlung mit Wärme und Säure. Bei Probe 2, die eine deutlich höhere Konzentration an Nicht-Zielorganismen aufwies, wurden die Ergebnisse gleichermaßen aus den Ansätzen mit Wärme-, Säure- und kombinierter Wärme- und Säurebehandlung berechnet (Abbildung 2).

Eine effiziente Verminderung des Wachstums der Begleitflora konnte für Probe 1 durch die Wärme-, Säure- und kombinierte Wärme- und Säurebehandlung erreicht werden. Bei Probe 2, die eine deutlich höhere Konzentration an Nicht-Zielorganismen aufwies, war die Verminderung des Wachstums der Begleitflora schwächer ausgeprägt, so dass die Differenzierung zwischen Legionellen-verdächtiger und Legionellen-ähnlicher Koloniemorphologie erschwert war (Abbildung 3).

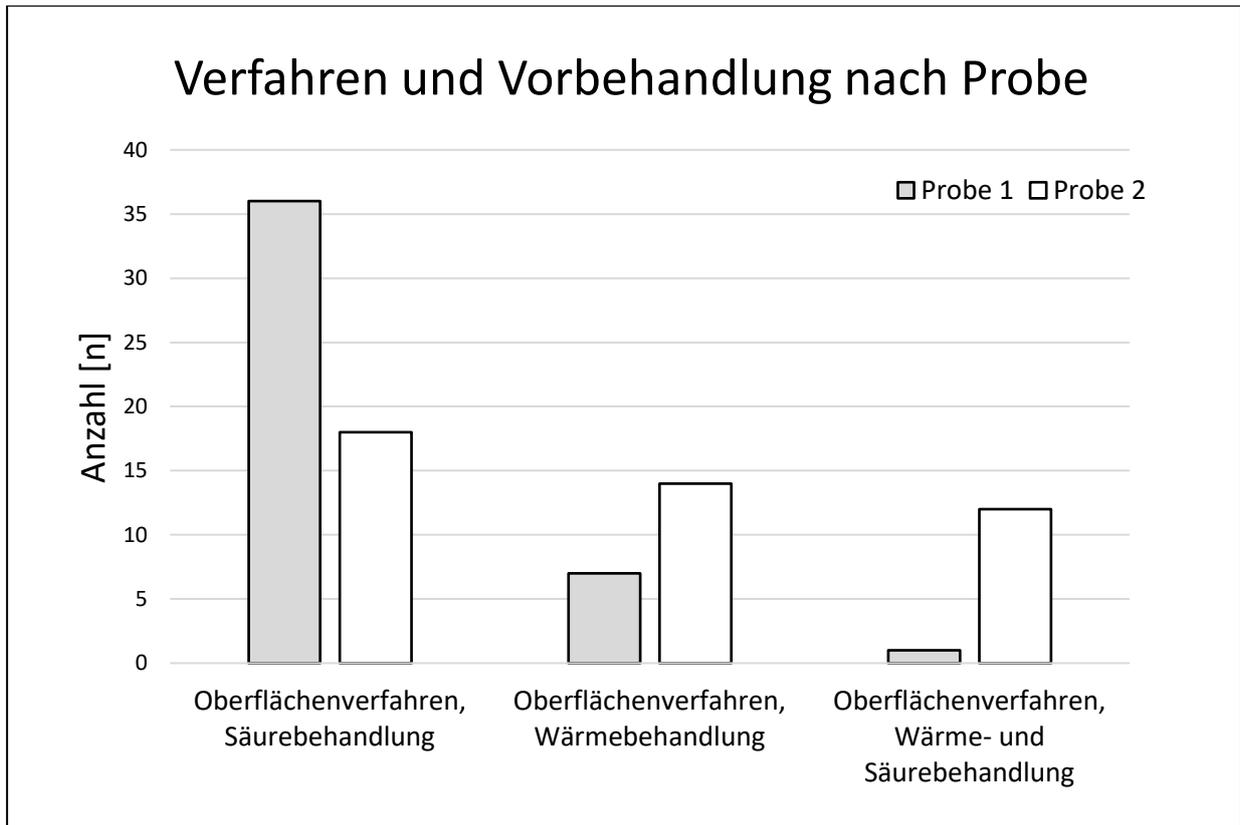


Abbildung 2: Verwendete Kombination aus Vorbehandlung und Verfahren zur Berechnung und Angabe des Ergebnisses für den Parameter *Legionella* spp.

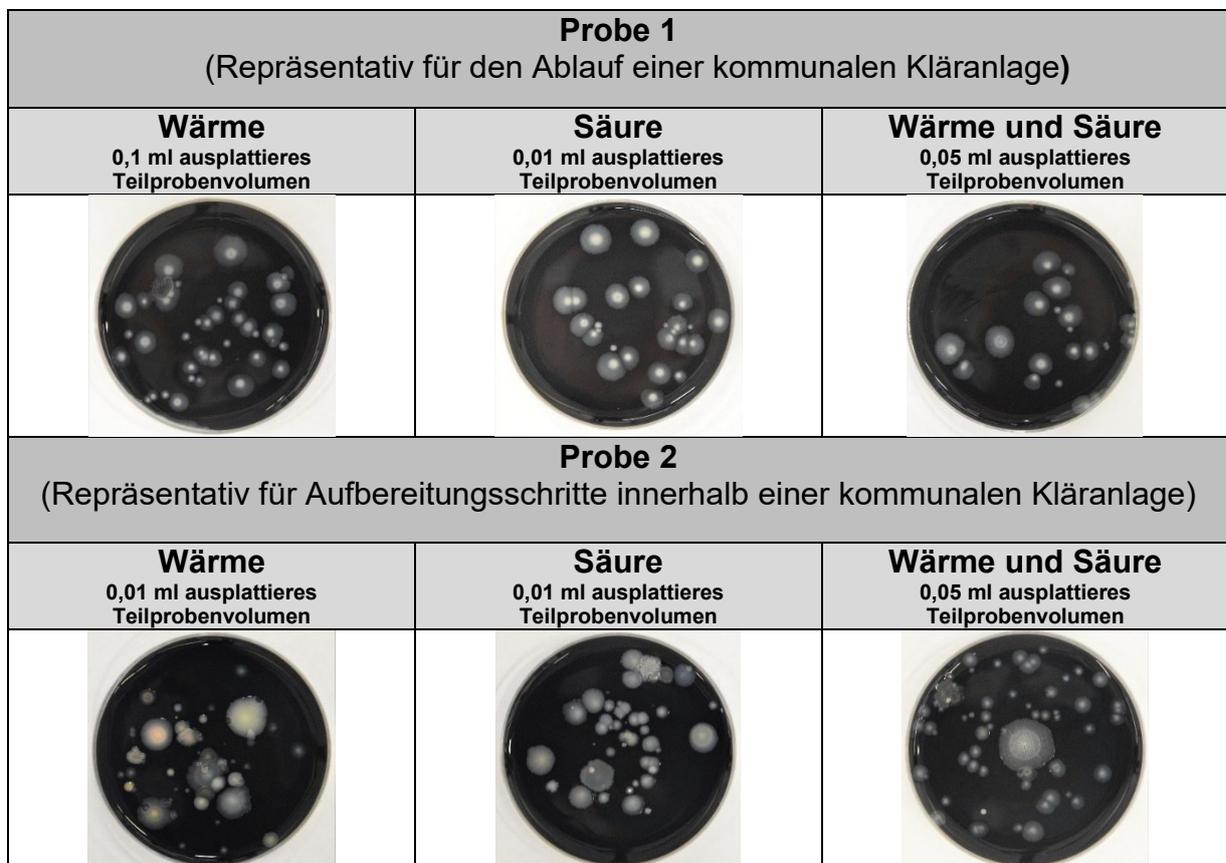


Abbildung 3: Fotodokumentation ausgewählter GVPC - Nährmedienplatten (36 °C, 7 d, LANUV NRW) der Proben 1 und 2 nach Wärme-, Säure-, sowie kombinierter Wärme- und Säurevorbehandlung

Die Kenndaten der Proben sind unter Punkt 6 dieser Auswertung den jeweiligen Proben vorangestellt. Die relativen Soll-Standardabweichungen lagen mit 39 % für Probe 1 mit viel Begleitflora und 106 % für Probe 2 mit extrem viel Begleitflora, in einem für die versandten Abwassermatrices zu erwartenden Bereich.

Für die Probe 1 wurde von den Teilnehmern eine geringe Messunsicherheit und für die Proben 2 überwiegend eine geringe bis erhöhte Messunsicherheit bezüglich der Anzahl der Legionellenkolonien dokumentiert.

Zur Generierung valider und zwischen Laboren reproduzierbarer Ergebnisse war in diesem Ringversuch die Beachtung der LANUV-Empfehlung in den Rahmenbedingungen vorgegeben. Die Angaben in Kapitel E.6 der Empfehlung beschreiben das empfehlungskonforme Vorgehen, um die richtige Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes unter Beachtung der Messunsicherheit zu treffen und die Berechnung richtig durchzuführen.

Die Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes erfolgte bei 85% der Proben richtig. In den Fällen in denen die Auswahl nicht richtig erfolgte, wurde das Messergebnis für die weitergehende Bewertung ausgeschlossen. Kleinere Rechenfehler, die zu keinem signifikant anderen Ergebnis geführt hätten, führten nicht zu einem Ausschluss. Hierrunter fallen z.B. Rundungsfehler beim Auf- und Abrunden auf zwei signifikante Stellen und die nicht durchgeführte Bildung eines gewichteten Mittels, obwohl Zielorganismen Verdünnungsstufen-übergreifend in einer plausiblen Quantität nachgewiesen wurden.

Um die Ermittlung des ergebnisrelevanten Ansatzes sowie die Berechnung des Ergebnisses entsprechend den Vorgaben nachvollziehen zu können, wurden in diesem Abwasser-Ringversuch zusätzliche Informationen abgefragt. Die Informationen wurden durch das LANUV nach den Vorgaben der Empfehlung bewertet, berechnet und mit denen im Ringversuch abgegebenen Daten verglichen. Nach Auswertung der Datensätze wurde folgendes festgestellt:

- Bei 60 % der Proben konnten die Teilnehmerergebnisse bezüglich der Einhaltung der Vorgaben der LANUV-Empfehlung bestätigt werden.
- Bei 25 % der Proben war der ergebnisrelevante Ansatz richtig ausgewählt, aber die Berechnung des Ergebnisses enthielt nicht Empfehlungs-konforme Vorgehensweisen mit geringer Auswirkung auf das Ergebnis (Berechnung ohne Verwendung des gewichteten Mittels, Ergebnis nicht oder falsch auf zwei signifikante Stellen gerundet).
- Bei 15 % der Proben wurde eine nicht Empfehlungs-konforme Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes unter Betrachtung der Messunsicherheit für die Ergebnisberechnung durchgeführt. Zusätzliche Fehler mit geringer Auswirkung auf das Ergebnis wurde in diesem Kollektiv nicht weitergehend differenziert.

Die Abbildung 4 veranschaulicht die vorgenannten Feststellungen.

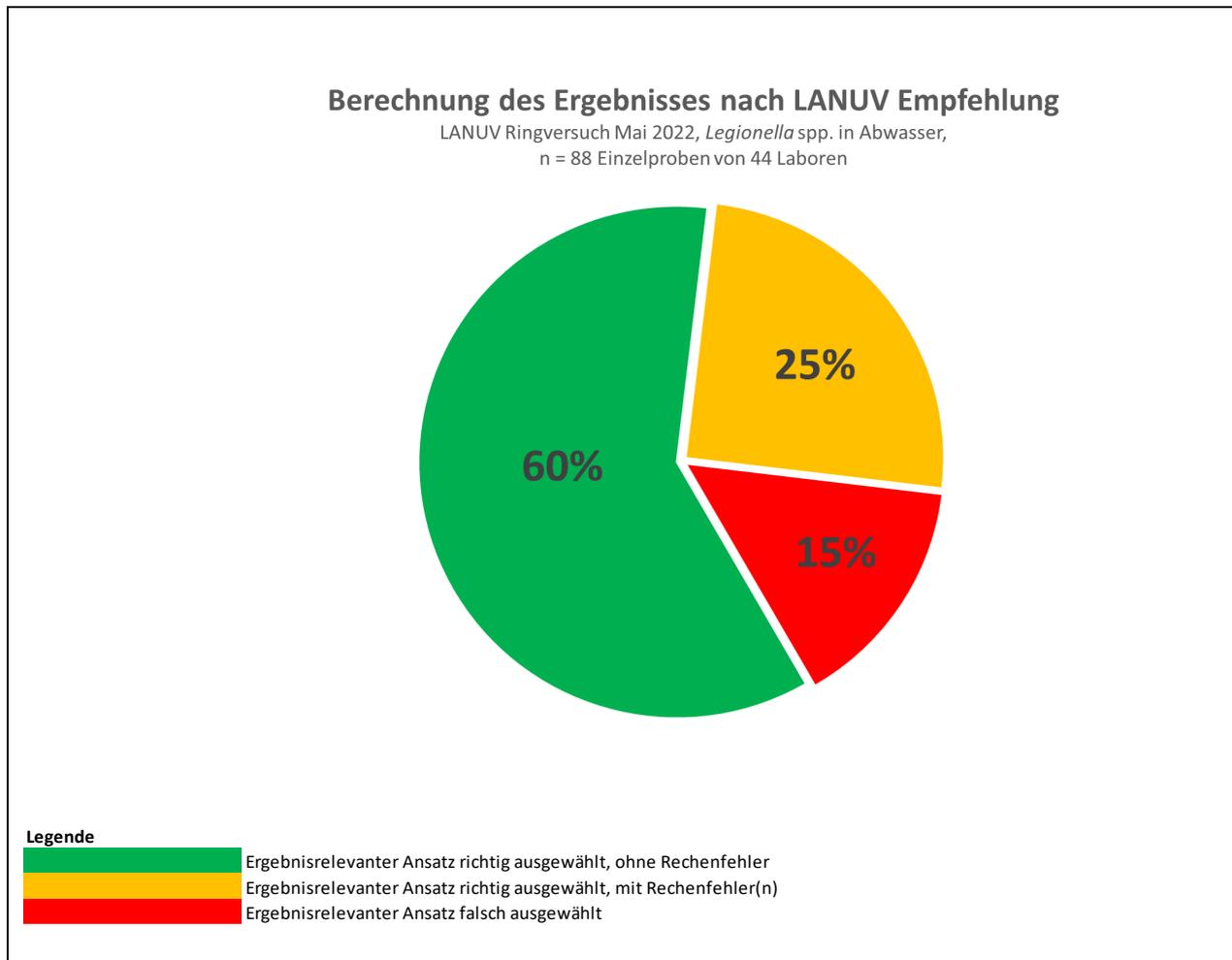


Abbildung 4: Herausforderungen bei der Ergebnisberechnung

Die mit diesem Ringversuch gesammelten fachlichen und organisatorischen Erfahrungen, auch bezüglich der Bewertungskriterien, werden bei zukünftigen mikrobiologischen Ringversuchen in belasteten Wässern und in entsprechenden Arbeitskreisen berücksichtigt.

6 Ergebnisse

Darstellung der Ergebnisse

Kenndatentabellen

Ringversuchskennwerte <i>Legionella</i> spp. - Probe 1	
Einheit	KBE/100mL
zugewiesener Wert	155074
Soll-Stdabw.	60642
Vergleich-Stdabw. (SR)	60642
Rel. Soll-Stdabw.	39,11 %
Rel. Vergleich-Stdabw.	39,11 %
unt. Toleranzgr.	70938
ob. Toleranzgr.	339001
MU zugewiesener Wert	13195
Anzahl der Labore in Berechnung	33
Statistische Methode	DIN 38402 A45

Ringversuchskennwerte <i>Legionella</i> spp. - Probe 2	
Einheit	KBE/100mL
zugewiesener Wert	89692
Soll-Stdabw.	95299
Vergleich-Stdabw. (SR)	95299
Rel. Soll-Stdabw.	106,25 %
Rel. Vergleich-Stdabw.	106,25 %
unt. Toleranzgr.	10712
ob. Toleranzgr.	751004
MU zugewiesener Wert	20430
Anzahl der Labore in Berechnung	34
Statistische Methode	DIN 38402 A45

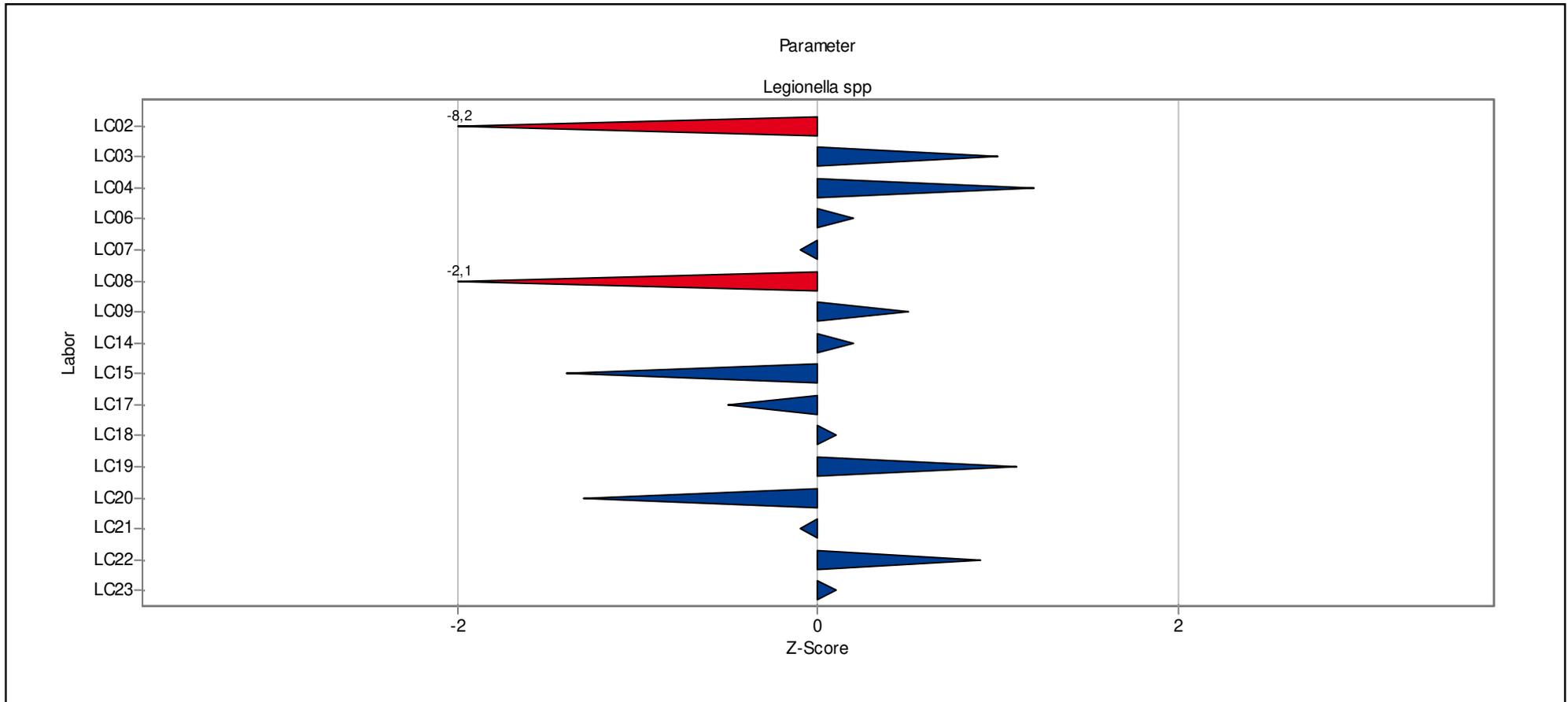
Probe 1

Z-Score Übersicht

(Probe 1)

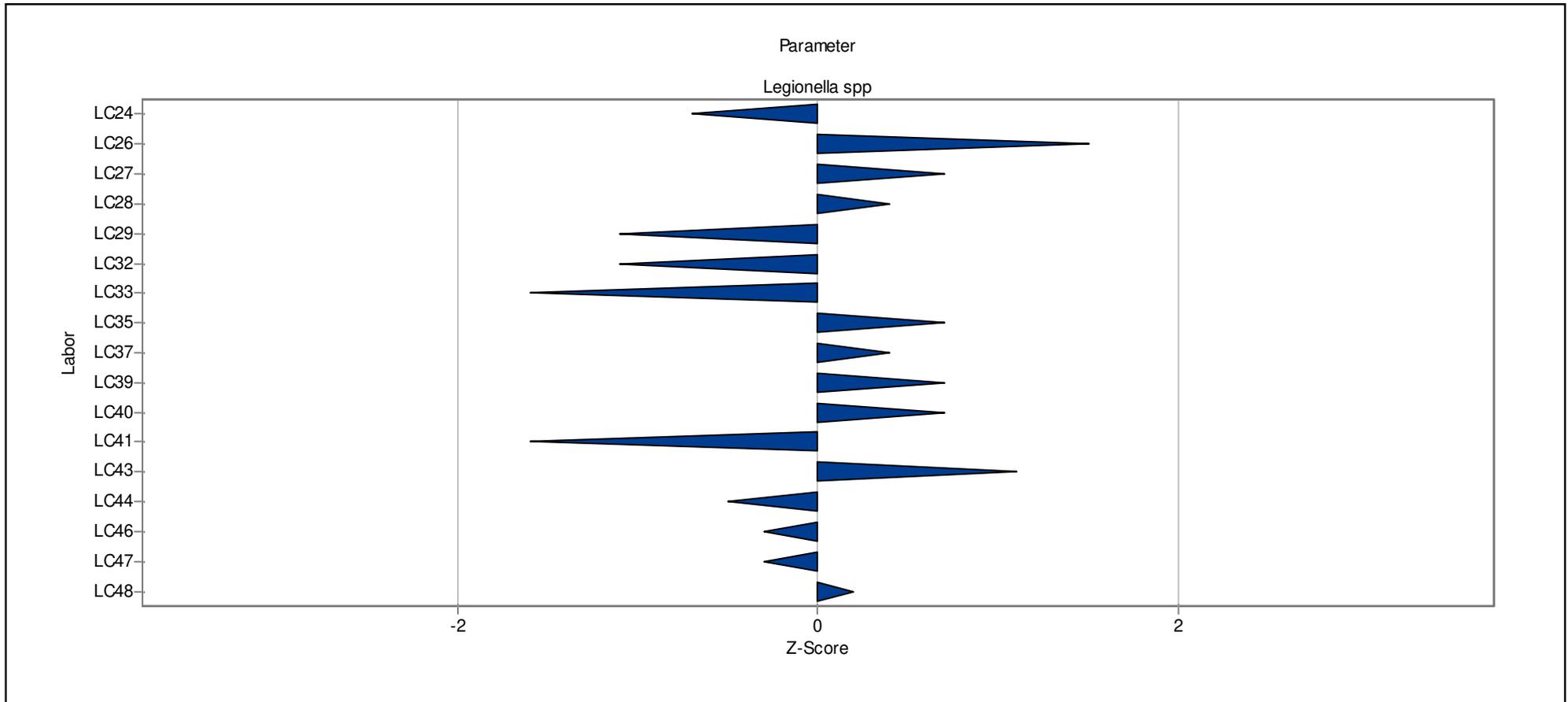
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



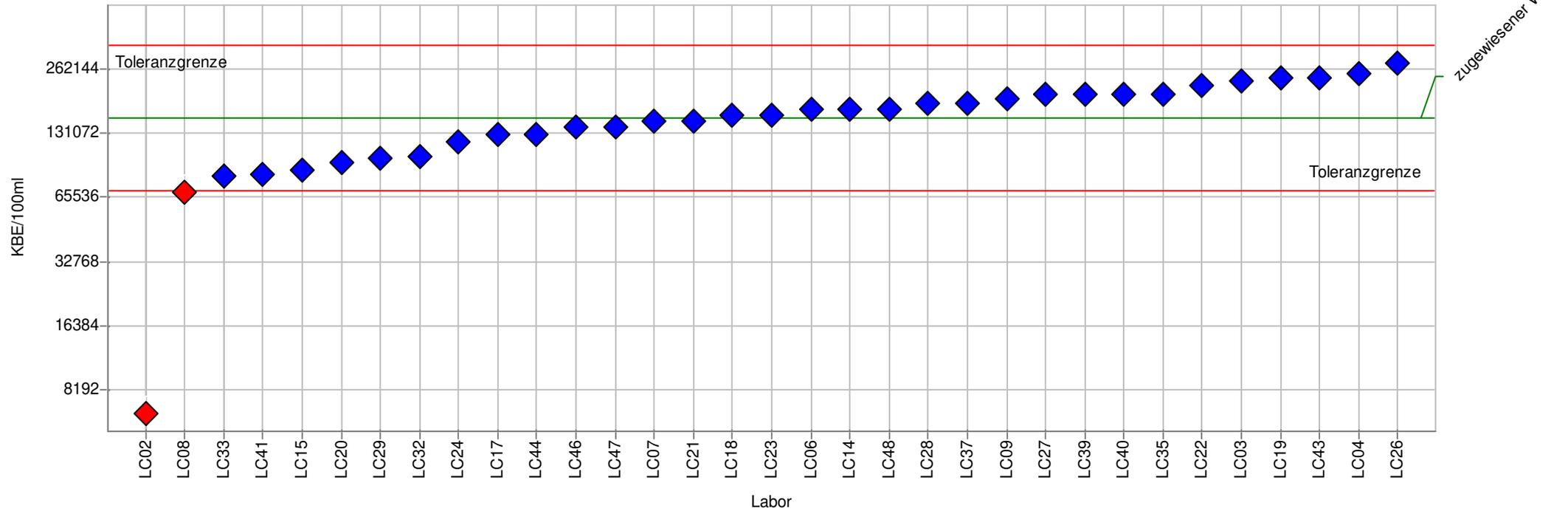
Probe 1

Einzeldarstellung (Grafiken und Tabellen)

Einzeldarstellung

Probe: Probe 1
 zugewiesener Wert: 155074 KBE/100ml
 Soll-Stdabw.: 60642 KBE/100ml
 Vergleich-Stdabw. (SR): 60642 KBE/100ml
 Anzahl Labore in Berechnung: 33

Parameter: Legionella spp
 Toleranzbereich: 70938 - 339001 KBE/100ml ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)
 Rel. Soll-Stdabw.: 39,11%
 Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 39,11%
 Statistische Methode: DIN 38402 A45



PROLab Plus



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	Parameter:	Legionella spp
zugewiesener Wert:	155074 KBE/100ml	Toleranzbereich:	70938 - 339001 KBE/100ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)
Soll-Stdabw.:	60642 KBE/100ml	Rel. Soll-Stdabw.:	39,11%
Vergleich-Stdabw. (SR):	60642 KBE/100ml	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	39,11%
Anzahl Labore in Berechnung:	33	Statistische Methode:	DIN 38402 A45

Laborcode	Messwert	Z-Score
LC01	19000	
LC02	6300	-8,2
LC03	230000	1,0
LC04	250000	1,2
LC05	32000	
LC06	170000	0,2
LC07	150000	-0,1
LC08	69000	-2,1
LC09	190000	0,5
LC10	13000	
LC12	16909	
LC13	110000	
LC14	170000	0,2
LC15	88500	-1,4
LC17	130000	-0,5
LC18	160000	0,1
LC19	240000	1,1
LC20	95000	-1,3
LC21	150000	-0,1
LC22	220000	0,9
LC23	160000	0,1
LC24	120000	-0,7
LC25	168000	
LC26	280000	1,5
LC27	200000	0,7
LC28	180000	0,4
LC29	100000	-1,1
LC32	102500	-1,1
LC33	83000	-1,6
LC34	190000	
LC35	201000	0,7
LC36	13000	
LC37	180000	0,4
LC38	19000	
LC39	200000	0,7
LC40	200000	0,7
LC41	84000	-1,6
LC42	27000	
LC43	240000	1,1
LC44	130000	-0,5
LC45	27000	
LC46	140000	-0,3



Legionella spp. in Abwasser - Mai 2022

LC47	140000	-0,3
LC48	170000	0,2



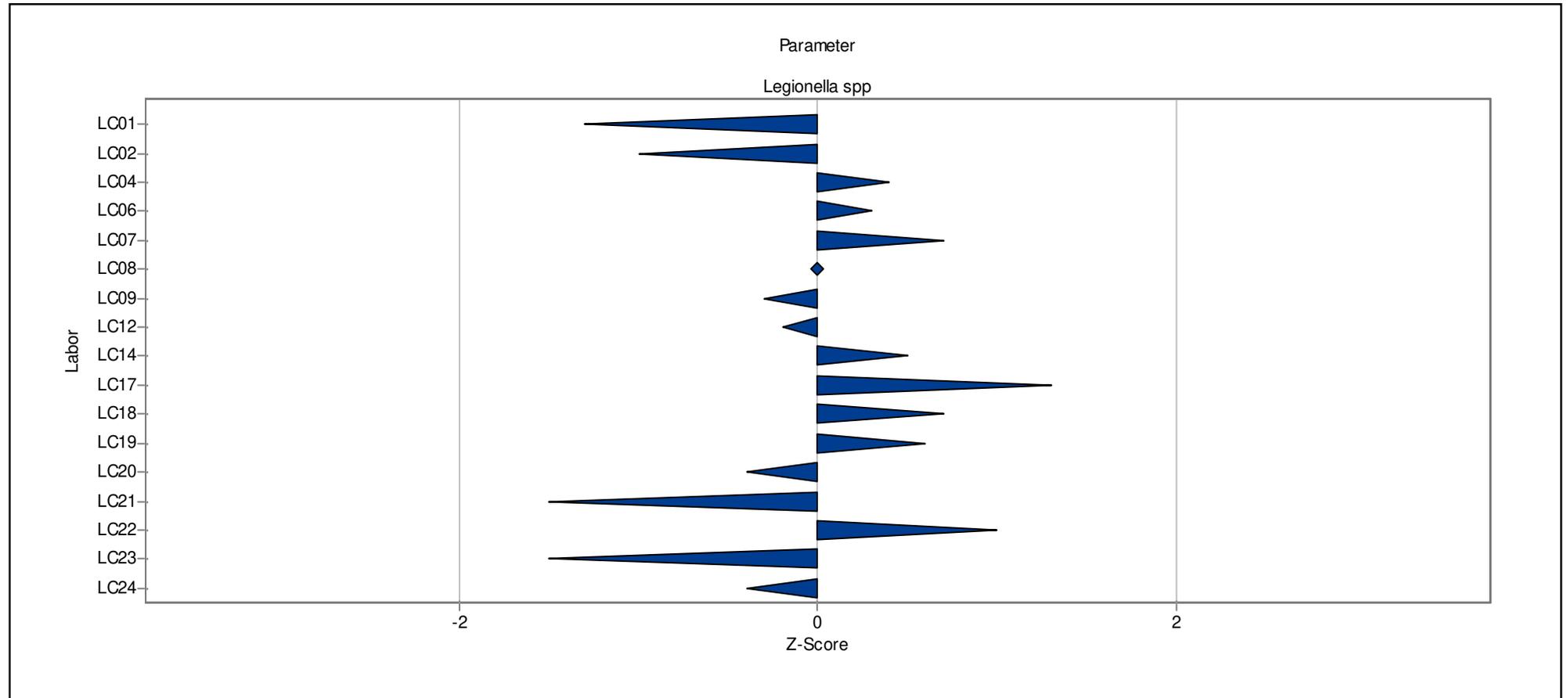
Probe 2

Z-Score Übersicht

(Probe 2)

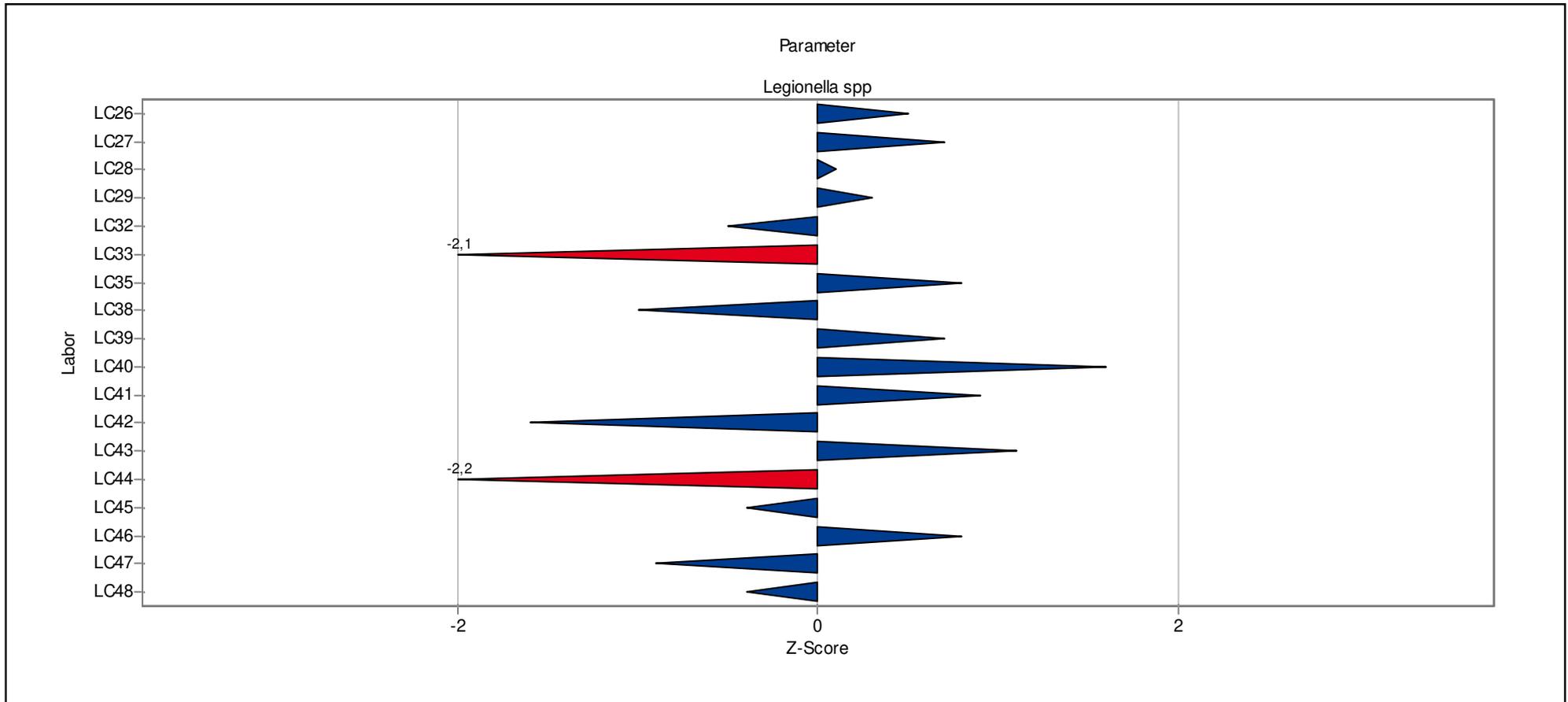
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



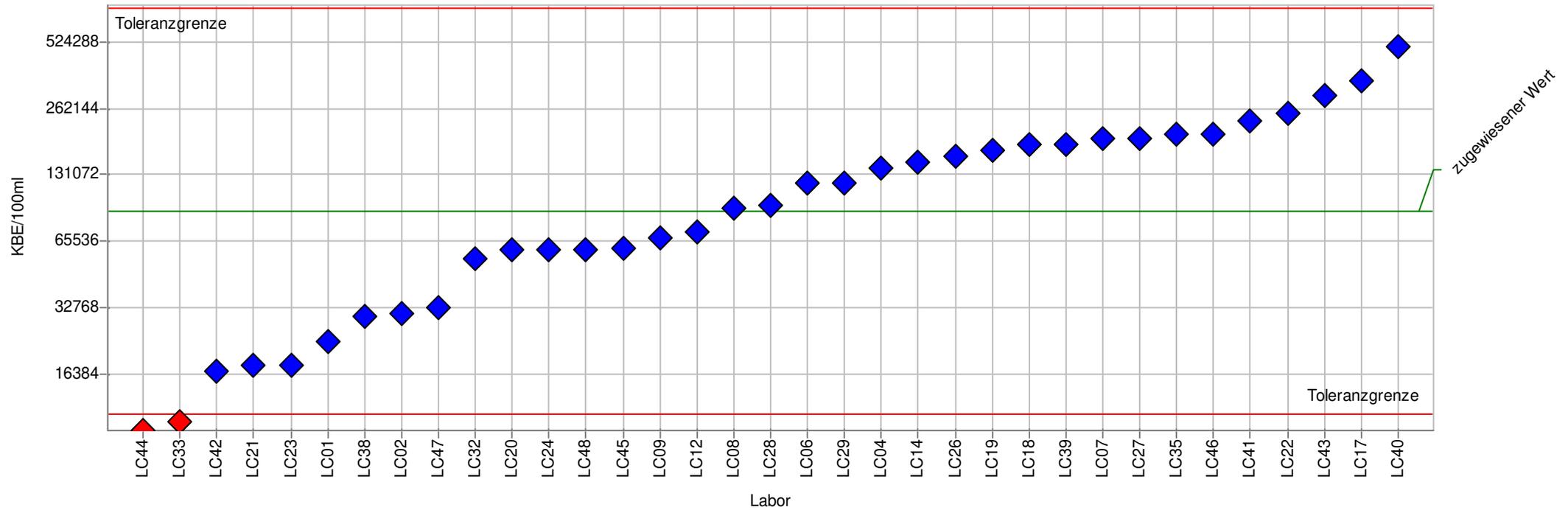
Probe 2

Einzeldarstellung (Grafiken und Tabellen)

Einzeldarstellung

Probe: Probe 2
 zugewiesener Wert: 89692 KBE/100ml
 Soll-Stdabw.: 95299 KBE/100ml
 Vergleich-Stdabw. (SR): 95299 KBE/100ml
 Anzahl Labore in Berechnung: 34

Parameter: Legionella spp
 Toleranzbereich: 10712 - 751004 KBE/100ml ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)
 Rel. Soll-Stdabw.: 106,25%
 Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 106,25%
 Statistische Methode: DIN 38402 A45 log



PROLab Plus



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	Parameter:	Legionella spp
zugewiesener Wert:	89692 KBE/100ml	Toleranzbereich:	10712 - 751004 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)
Soll-Stdabw.:	95299 KBE/100ml	Rel. Soll-Stdabw.:	106,25%
Vergleich-Stdabw. (SR):	95299 KBE/100ml	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	106,25%
Anzahl Labore in Berechnung:	34	Statistische Methode:	DIN 38402 A45 log

Laborcode	Messwert	Z-Score
LC01	23000	-1,3
LC02	31000	-1,0
LC03	20000	
LC04	140000	0,4
LC05	160000	
LC06	120000	0,3
LC07	190000	0,7
LC08	92000	0,0
LC09	68000	-0,3
LC10	50000	
LC12	72000	-0,2
LC13	160000	
LC14	150000	0,5
LC15	45000	
LC17	350000	1,3
LC18	180000	0,7
LC19	170000	0,6
LC20	60000	-0,4
LC21	18000	-1,5
LC22	250000	1,0
LC23	18000	-1,5
LC24	60000	-0,4
LC25	300000	
LC26	160000	0,5
LC27	190000	0,7
LC28	95000	0,1
LC29	120000	0,3
LC32	55000	-0,5
LC33	10000	-2,1
LC34	<100	
LC35	200000	0,8
LC36	0	
LC37	250000	
LC38	30000	-1,0
LC39	180000	0,7
LC40	500000	1,6
LC41	230000	0,9
LC42	17000	-1,6
LC43	300000	1,1
LC44	9100	-2,2
LC45	61000	-0,4
LC46	200000	0,8



Legionella spp. in Abwasser - Mai 2022

LC47	33000	-0,9
LC48	60000	-0,4



Wassertemperatur der Referenzgefäße bei Ankunft der Proben [°C]

Laborcode	Temperatur des Referenzgefäßes in °C
LC01	5
LC02	6
LC03	4
LC04	6
LC05	5
LC06	8
LC07	7
LC08	5
LC09	4
LC10	50
LC12	6
LC13	5
LC14	6
LC15	5
LC17	5
LC18	5
LC19	4
LC20	6
LC21	5
LC22	5
LC23	5
LC24	2
LC25	6
LC26	6
LC27	6
LC28	5
LC29	5
LC32	6
LC33	7
LC34	7
LC35	6
LC36	8
LC37	4
LC38	6
LC39	5
LC40	5
LC41	5
LC42	6
LC43	6
LC44	5
LC45	7
LC46	6
LC47	5
LC48	4