



Ringversuch

„Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser“

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:

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

Nancy Rieke
Tel.: 02361-305- 6054
nancy.rieke@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

Inhaltsverzeichnis

1	Ringversuchsbeschreibung.....	4
1.1	Grundlagen	4
1.2	Untersuchungsparameter und Nachweisverfahren	4
1.3	Termine.....	5
1.4	Teilnehmer	5
1.5	Probenversand.....	5
1.6	Angabe der Ergebnisse.....	6
2	Herstellung der Ringversuchsproben.....	7
3	Homogenität und Stabilität der Ringversuchsproben	8
4	Auswertung	9
4.1	Statistische Auswertung.....	9
4.2	Bewertung.....	10
4.3	Darstellung der Ergebnisse.....	10
4.4	Zusammenfassung der Aus- und Bewertung	11
5	Diskussion der Teilnehmerergebnisse	11
6	Ergebnisse	18

1 Ringversuchsbeschreibung

1.1 Grundlagen

Seit 2017 führt das LANUV NRW Legionellen-Ringversuche in belasteten Matrices durch. Die Entwicklung des Konzeptes erfolgte auf Grundlage eines Erlasses (Az.: IV-7-094-033-0000) des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) NRW vom 28.12.2015.

Durch das Inkrafttreten der 42. BImSchV (Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider) am 19.08.2017 und die Veröffentlichung der „Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA) zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern“ vom 02.06.2017 ist das Interesse an Ringversuchsangeboten zum Nachweis der Parameter „*Legionella* spp.“ und „Allgemeine Koloniezahl“ in Kühlwasser soweit angestiegen, dass in den Jahren 2018 und 2019 jeweils zwei entsprechende Ringversuche angeboten wurden.

Die Ringversuche werden 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 erhobene Datenbasis dokumentiert den Status quo der Legionellen-Analytik in Wasserproben mit erhöhtem analytischen Schwierigkeitsgrad (u.a. durch das Vorkommen interferierender Mikroorganismen, der sogenannten Begleitflora). Die hierbei 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

Es wurden zwei Untersuchungsparameter mit **folgenden verpflichtend anzuwendenden Analyseverfahren** angeboten:

- *Legionella* spp. nach ISO 11731:2017 „Water quality – Enumeration of *Legionella*“ unter Berücksichtigung der „Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern“ vom 02.06.2017
- Allgemeine Koloniezahl nach DIN EN ISO 6222:1999 „Wasserbeschaffenheit - Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen - Bestimmung der Koloniezahl durch Einimpfen in ein Nähragarmedium“.

1.3 Termine

Der Ringversuch wurde auf der Homepage des LANUV angekündigt. Dort wurde im Juli 2019 ein Anmeldeformular zur Verfügung gestellt. Teilnehmer an den letzten entsprechenden Ringversuchen des LANUV NRW sowie registrierte interessierte Labore wurden im Juli schriftlich über die Durchführung des Ringversuchs informiert.

Die Anmeldung war bis zum 27. September per E-Mail möglich.

Der Probenversand erfolgte am Montag, den 18.11.2019, per Expressversand mit garantierter Auslieferung bis Dienstag, den 19.11.2019 um 12:00 Uhr. Mit der Analytik sollte umgehend begonnen werden.

Die Abgabe der Ringversuchsergebnisse war auf Dienstag, den 10.12.2019, 24:00 Uhr festgelegt. Zur Einhaltung dieser Frist mussten die unterschriebenen Ergebnisformulare und die Dateien mit den Analyseergebnissen sowie das Formblatt zur Analytik 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 96 Untersuchungsstellen an diesem Ringversuch teil, darunter ein Labor aus dem europäischen Ausland. Ein Labor sendete keine Ergebnisse zurück. Einige Untersuchungsstellen hatten sich nur für die Legionellen- bzw. Koloniezahlbestimmung angemeldet oder sendeten für einen Parameter 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 drei vorbereiteten Kühlwasserproben (Konzentrationsniveaus) zur Bestimmung von Legionellen und Koloniezahl sowie eine Wasserprobe in einem Referenzgefäß zur Temperaturkontrolle. Die Verteilung der Niveaus auf die Teilnehmer erfolgte zufällig.

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 detailliert zusammengefasst.

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

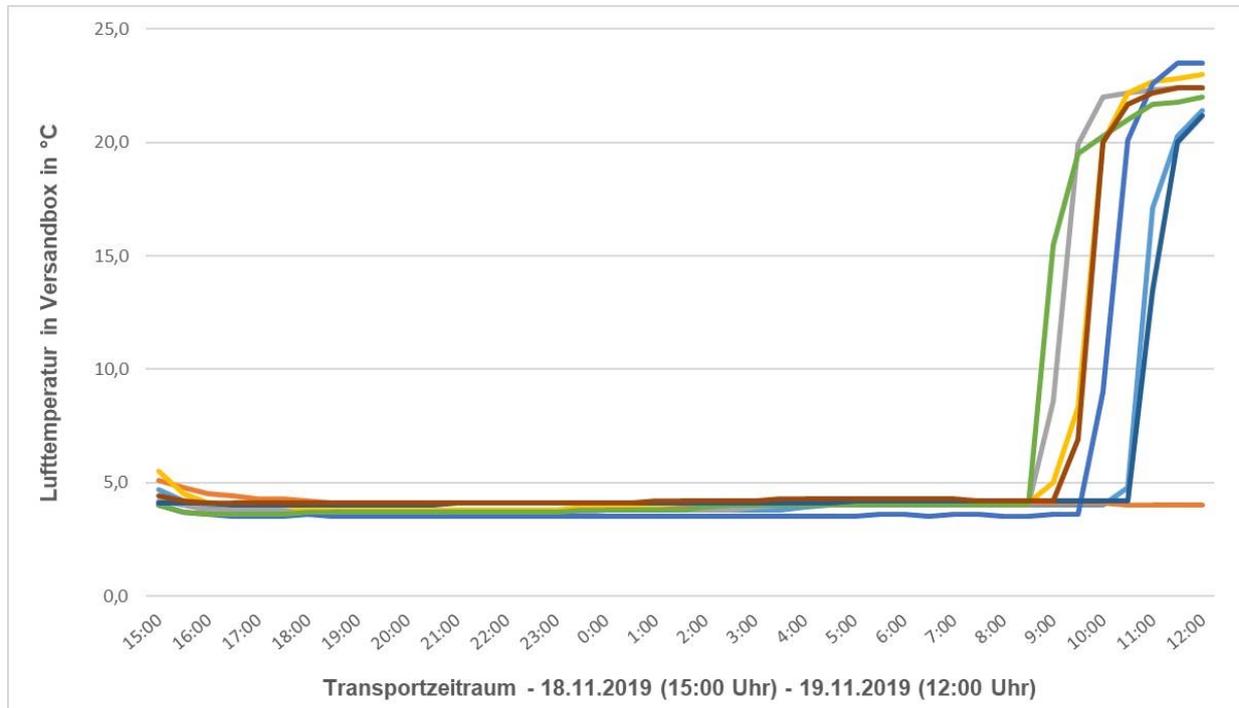


Abbildung 1: Verlauf der Temperatur in ausgewählten Versandpaketen während der Transportzeit

Von 92 abgegebenen Wassertemperaturwerten lagen 86 (93 %) im geplanten Temperaturtoleranzbereich von 5 ± 3 °C. Fünf Labore gaben Temperaturen zwischen 9 und 12 °C an, wobei nicht auszuschließen ist, dass die Temperatur nicht sofort nach Öffnen der Transportkiste gemessen wurde.

1.6 Angabe der Ergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse waren pro Probe wie folgt anzugeben:

***Legionella* spp.**

- Pro Probe war das jeweilige Ergebnis nach der Empfehlung des UBA mit Angabe der für das Ergebnis ausgewählten Kombination aus Verfahren (Membranfiltrations- oder Oberflächenverfahren) und Vorbehandlung (unbehandelt, wärmebehandelt oder säurebehandelt) in KBE/100 ml anzugeben.
Lagen aufgrund geringer Koloniezahlen oder störender Begleitflora erhöhte Messunsicherheiten vor, musste dies bei der Angabe des Ergebnisses im Formblatt vermerkt werden.

Allgemeine Koloniezahl

- Pro Probe war für jede Inkubationstemperatur das nach Norm anzugebende Ergebnis in KBE/ml zu übermitteln.

Neben der Angabe der Ergebnisse war ein ausgefülltes Formblatt zu den Untersuchungsmethoden verpflichtend abzugeben.

2 Herstellung der Ringversuchsproben

Für die Bestimmung von *Legionella* spp. und der allgemeinen Koloniezahl wurden drei verschiedene Probenansätze (hier bezeichnet als Probe 1, 2, 3) mit unterschiedlichen Konzentrationsniveaus an *Legionella* spp. vorbereitet. Die zu erwartende Anzahl an Kolonien wurde für die zu bestimmenden Parameter so gewählt, dass nach den Vorgaben der ISO 8199:2018-10 „Water quality – General requirements and guidance for micorbiological examinations by culture“ ein statistisch sicheres Ergebnis erwartet werden konnte. Bei allen drei zu untersuchenden Proben handelte es sich um native Kühlwasserproben mit einer moderaten Vorbelastung an Legionellen, die zum Teil zusätzlich mit Umweltisolaten dotiert wurden.

Für die Dotierung der Ansätze wurde ein Umweltisolat von *Legionella pneumophila* verwendet, das stabile qualitätsrelevante Merkmale aufweist, das für die Art repräsentativ ist und dessen Zuverlässigkeit nachgewiesen wurde. Es wurde morphologisch, biochemisch und molekularbiologisch charakterisiert und vor dem Einsatz auf Reinheit und Funktionsfähigkeit überprüft. Zusätzlich weist dieses Isolat neben einer hohen Kultivierbarkeit eine geringe Empfindlichkeit gegenüber der Normgerechten Wärme- und Säurevorbehandlung auf.

Im Vorfeld der Ringversuchsdurchführung wurde zudem die Tauglichkeit der natürlichen, nicht mit Bioziden beaufschlagten (desinfizierten) Probenmatrix geprüft und für geeignet befunden. Bei denen in den undotierten Proben in moderaten Konzentrationen nachweisbaren Legionellen handelte es sich überwiegend um *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 und *Legionella pneumophila* Serogruppe 2 – 14.

Probe 1

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser
- Geplante Konzentrationsniveaus:
Legionella spp. ca. 3×10^3 KBE/100 ml
(Prüfwertbereich nach 42. BImSchV)
Allgemeine Koloniezahl 22 °C und 36 °C bis 10^5 KBE/ml

Probe 2

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser
- Dotiert mit *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 (Labornummer U149, Wildstammisolat des LANUV NRW)
- Geplante Konzentrationsniveaus:
Legionella spp. ca. 1×10^4 KBE/100 ml
(Maßnahmewertbereich für Verdunstungskühlanlagen nach 42. BImSchV)
Allgemeine Koloniezahl 22 °C und 36 °C bis 10^5 KBE/ml

Probe 3:

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser
- Dotiert mit *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 (Labornummer U149, Wildstammisolat des LANUV NRW)
- Geplante Konzentrationsniveaus:
Legionella spp. ca. 1×10^5 KBE/100 ml
(Maßnahmewertbereich für Kühltürme nach 42. BImSchV)
Allgemeine Koloniezahl 22 °C und 36 °C bis 10^5 KBE/ml

Je Probe wurden 20 Liter Probenmatrix über 7 Tage hinweg durchgehend bei $(5 \pm 3)^\circ\text{C}$ 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 des oben genannten Umweltisolates, das Kühlwasser mit einer festgelegten Anzahl an standardisiert angezüchteten *Legionella pneumophila* beimpft und bis zur Abfüllung über 3 Tage bei $(5 \pm 3)^\circ\text{C}$ 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. sowie weitere 10 Proben im Doppelansatz nach DIN EN ISO 6222:1999 auf die Parameter Koloniezahl bei 22 °C und bei 36 °C 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.

Die Berechnungen bestätigten eine homogene Abfüllung der Proben bei allen drei Probenansätzen für alle Parameter.

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, 48 h und 72 h bei 5 ± 3 °C gelagert wurden. Danach erfolgte die Bestimmung von „*Legionella* spp.“ und „Allgemeiner Koloniezahl“ nach den Vorgaben der Rahmenbedingungen.

Die Messwerte bestätigten für alle drei Proben die Stabilität für *Legionella* spp.. Eine verlängerte Lagerung der Proben wurde durch die Rahmenbedingungen ausgeschlossen, da die Proben zeitnah nach Eingang im Labor bearbeitet werden sollten. Verlängerte Lagerzeiten können bei nativen Kühlwasserproben zu divergierenden Ergebnissen führen.

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: 2019.1.23.0) 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. Die große Streuung der Ergebnisse, die zu einem weiten und teilweise nicht konstant linearen Messbereich führte, erforderte eine Kennwertberechnung mit logarithmierten Daten.

Trotz Anwendung robuster Statistik und Berechnung mit logarithmierten Daten konnten für die Koloniezahl in allen drei Proben keine sinnvollen Toleranzgrenzen ermittelt werden. Auch die Anwendung anderer statistischer Verfahren führte sowohl für die Koloniezahl bei 22 °C als auch bei 36 °C nicht zu einer belastbaren Auswertung der Daten.

Für den Parameter allgemeine Koloniezahl 22°C und 36°C wurden daher nur der robuste Mittelwert und die Vergleichsstandardabweichung berechnet. Eine Bewertung wurde nicht vorgenommen.

Weitergehende Informationen zum Parameter „Allgemeine Koloniezahl“ sind dem fachlichen Teil unter Punkt 5 zu entnehmen.

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.

4.2 Bewertung

Die Bewertung erfolgte über z – Scores (mit x = Teilnehmerergebnis, x_{pt} = robuster Gesamtmittelwert):

$$z - \text{Score} = \frac{(x - x_{pt})}{\sigma_{pt}}$$

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 sollten Ergebnisse, die nicht nach den vorgegebenen Verfahren (siehe Pkt. 1.2) ermittelt wurden, nicht erfolgreich bewertet werden und nicht in die Berechnung der Kenndaten eingehen.

Für den Parameter *Legionella* spp. hielten alle Untersuchungsstellen die Vorgaben der Norm und der UBA-Empfehlung, die mittels der entsprechenden Abfragen kontrolliert werden konnten, ein und wurden bei der Berechnung berücksichtigt. Die relativen Vergleichsstandardabweichungen lagen zwischen 35 % und 53 %. Damit ergaben sich im Vergleich zum letzten Ringversuch 2019 engere Toleranzbereiche.

Im Gegensatz dazu stellte sich die Auswertung der allgemeinen Koloniezahl sowohl bei 22 °C als auch bei 36 °C als Problem dar.

Auch nachdem sieben Teilnehmer, die nicht nach dem vorgegebenen Verfahren (DIN EN ISO 6222:1999) gearbeitet hatten, bei der Berechnung unberücksichtigt blieben, errechneten sich nach dem in den Rahmenbedingungen beschriebenen Verfahren relative Vergleichsstandardabweichungen von teilweise mehr als 200 %. Bei der weiteren Prüfung der Daten ergab sich eine mehrgipflige - nicht normale - Verteilung der Ergebnisse. Der Einfluß dieser Verteilung auf die Bewertung ließ sich auch mit anderen Berechnungs- und Bewertungsverfahren (z.B. mittels z_U-Scores) nicht ausgleichen.

Für den Parameter allgemeine Koloniezahl konnte daher kein Zertifikat über eine erfolgreiche Teilnahme ausgestellt werden. Es wird lediglich bescheinigt, dass eine Teilnahme nach den Vorgaben der Norm (bzw. für sieben Teilnehmer nicht nach Norm) erfolgte.

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 Diagrammen als auch in den Tabellen entsprechend angezeigt, „>“-Werte konnten aus Gründen der Formatierung nur mit einem „+“-Zeichen dargestellt werden.

Angaben wie „n.b.“ wurden weder in den Tabellen noch in den Diagrammen aufgeführt. 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

95 Untersuchungsstellen erhielten Proben im Rahmen des Ringversuchs.

94 Teilnehmer sendeten ihre Ergebnisse zurück.

90 Ergebnisse gingen in die Berechnung des Parameters *Legionella* spp. ein.

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

7 Teilnehmer arbeiteten bei der Bestimmung der allg. Koloniezahl nicht nach der Vorgabe.

Teilnehmer, die nicht nach den vorgegebenen Verfahren arbeiteten, konnten nicht erfolgreich bewertet werden. Auf dem Zertifikat, das 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 18 dieses Berichtes.

5 Diskussion der Teilnehmerergebnisse

Verdunstungskühlanlagen und Kühltürme können neben Nassabscheidern eine potentielle Quelle für Legionellen-haltige Aerosole darstellen, die beim Einatmen bei Menschen zu schweren Lungenentzündungen sogar mit Todesfolge führen können. Ziel der 42. BImSchV ist es deshalb, durch bundeseinheitliche Anwendung des Standes der Technik sowie Pflichten bei der Errichtung und dem Betrieb von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern, Gefahren zu verhindern sowie die Auswirkungen dennoch eintretender nicht ordnungsgemäßer Betriebszustände zu mindern. Für die dafür notwendigen mikrobiologischen Wasseruntersuchungen ist ein definiertes Vorgehen bei der Probenahme und der Analytik essentiell. Durch die Veröffentlichung der „Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern“ am 02.06.2017 wurde auf der Grundlage existierender Normen ein einheitliches Vorgehen für Probenahme, Analytik, Auswertung und Ergebnisangabe erarbeitet. Die Empfehlung ist nunmehr seit mehr als zwei Jahren in Kraft, so dass eine Vielzahl von Laboratorien inzwischen über weitergehende Erfahrungen mit der Methodik verfügen.

Die im Rahmen dieses Ringversuches zur Verfügung gestellten Kühlwasserproben deckten im Ringversuch drei verschiedene Legionellen-Konzentrationsniveaus zwischen ca. 3×10^3 – ca. 1×10^5 KBE/100 ml (Prüf- und Maßnahmenwertbereiche) sowie für die allgemeine Koloniezahl Konzentrationsniveaus bis 10^5 KBE/ml ab. Nachfolgend werden die von den Ringversuchsteilnehmern übersandten Daten und Informationen fachlich diskutiert.

Legionella spp. (ISO 11731:2017)

Die gewählten Konzentrationsniveaus und die mikrobiologische Zusammensetzung der Proben bezüglich der Begleitflora wurden so gewählt, dass statistisch sichere Ergebnisse (> 10 KBE pro Platte/n einer Verdünnungsstufe) aus den Ansätzen des Oberflächenverfahrens nach Vorbehandlung mit Wärme bzw. Säure zu erwarten waren.

Die überwiegende Anzahl der Labore verwendete, wie auch in den vorhergehenden Ringversuchen gezeigt, erwartungsgemäß für die Berechnung und Angabe der Ergebnisse die Rohdaten aus den Oberflächenverfahren (Abbildung 2).

Das Membranfiltrationsverfahren mit Auflegen des Membranfilters zur Ergebnisangabe wurde überhaupt nicht verwendet.

Zwei Laboratorien gaben das Membranfiltrationsverfahren mit anschließendem Waschen an, wobei ein Labor Werte unterhalb der Toleranzgrenze der jeweiligen Proben erzielte, was zu einem Nicht-Bestehen des Ringversuches führte. Das andere Labor übermittelte Ergebnisse nahe des Mittelwertes des Gesamtkollektives.

Die Anwendung der Vorbehandlungsmethoden (Wärme-, Säurevorbehandlung) erlaubte eine effiziente Verminderung oder vollständige Unterdrückung des Wachstums der Begleitflora (Abbildung 3).

Die meisten Laboratorien bestimmten die Ergebnisse für Probe 1 und 2 aus den Ansätzen mit Wärmeverbehandlung, gefolgt von der Säurevorbehandlung bzw. den unbehandelten Ansätzen. Bei Probe 3, bei der im Verhältnis zur Quantität der Zielorganismen die Begleitflora geringfügig ausfiel, wurden gehäuft auch Ergebnisse aus dem unbehandelten Ansatz verwendet.

Die Verwendung des unbehandelten Ansatzes zur Ergebnisangabe kann bei vorliegender inhibierender Begleitflora zu Minderbefunden führen, jedoch auch bei fehlender Inhibition durch Begleitmikroorganismen – wie hier bei Probe 3 zu ersehen – erhöhte Befunde nach sich ziehen, da Vorbehandlungsschritte, wie Wärme- bzw. Säurebehandlung, zu einer ggf. bedingten Inhibition der Zielorganismen führen können.

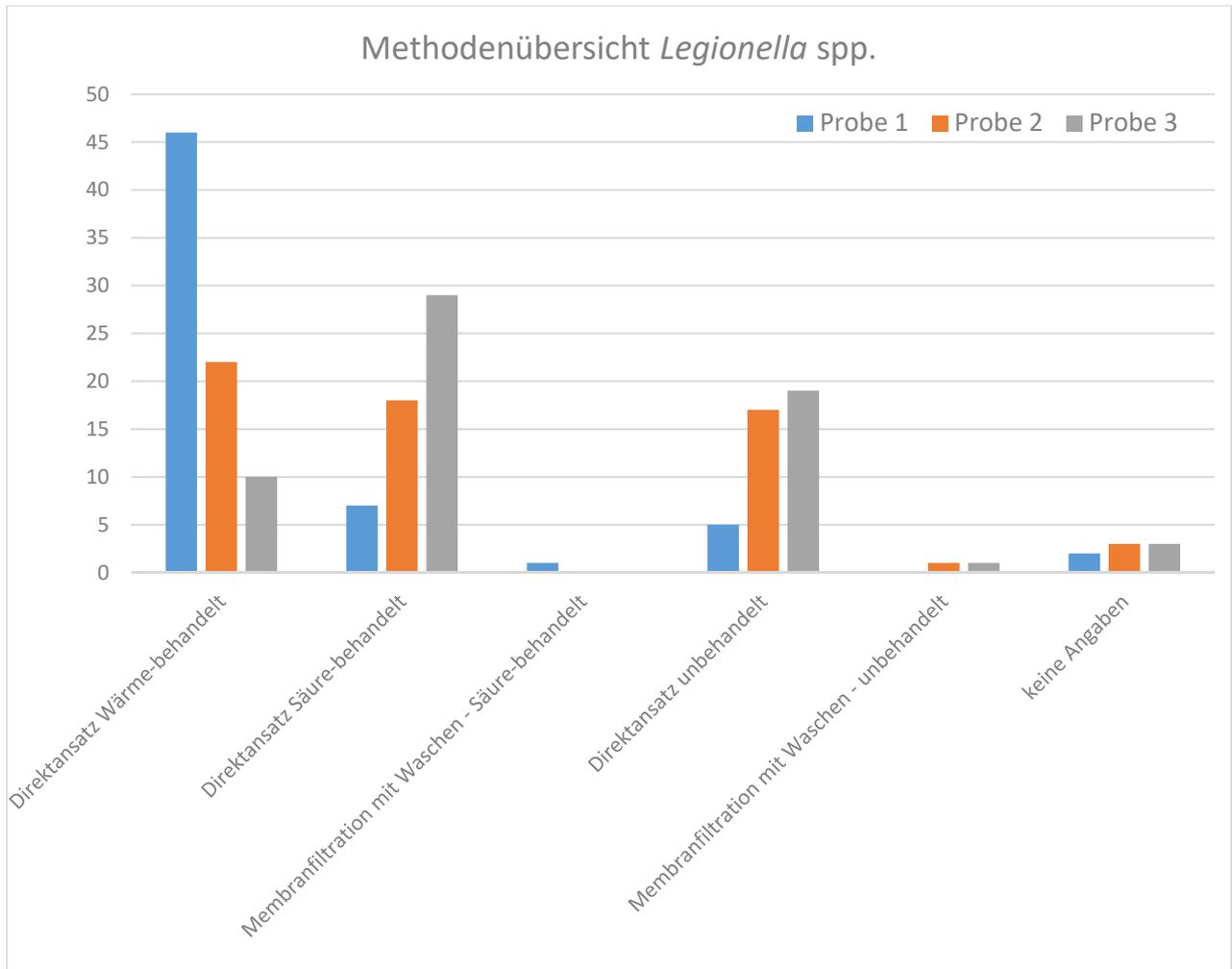


Abbildung 2: Verwendete Kombination aus Vorbehandlung und Verfahren zur Berechnung und Angabe des Ergebnisses für den Parameter *Legionella* spp.

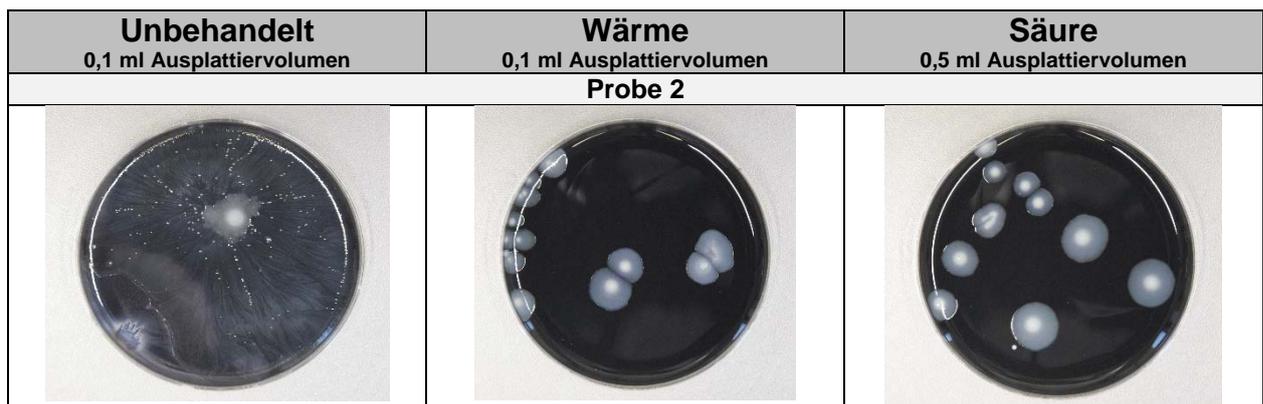


Abbildung 3: Fotodokumentation ausgewählter GVPc-Agarplatten (36 °C, 7 d, LANUV NRW) der Probe 2 ohne Vorbehandlung, nach Wärme- bzw. Säurevorbehandlung

Für die überwiegende Anzahl der Proben wurde eine geringe Messunsicherheit dokumentiert. In Einzelfällen wurde die Messunsicherheit nicht angegeben bzw. war die angegebene erhöhte Messunsicherheit aufgrund der abgegebenen Informationen nicht nachvollziehbar.

Die Kenndaten der Proben sind unter Punkt 6 dieser Auswertung den jeweiligen Proben vorangestellt. Die relativen Soll-Standardabweichungen lagen mit 35 bis 53 % in einem akzeptablen Bereich und spiegeln die Ergebnisse aus den Ringversuchen in 2018 (36 bis 46 %) wieder.

Wie im letzten Ringversuch im Juni 2019 wurden auch in diesem Ringversuch zusätzliche freiwillige Informationen abgefragt, um die Ermittlung des ergebnisrelevanten Ansatzes sowie die Berechnung des Ergebnisses entsprechend den Vorgaben nachvollziehen zu können. Von den teilnehmenden Laboren übersendeten 32 (53%) die vollständigen Rohdaten der jeweils zwei untersuchten Ringversuchsproben pro Labor, die durch das LANUV entsprechend den Vorgaben des UBA bewertet, berechnet und mit denen im Ringversuch abgegebenen Daten (Angabe des Ergebnis-relevanten Ansatzes, Ergebnis) verglichen wurden. Nach Auswertung der insgesamt 64 Rohdatensätze wurde Folgendes festgestellt:

- In 59 % der Proben konnten die Ergebnisse bestätigt werden.
- In 19 % der Proben war der ergebnisrelevante Ansatz richtig ausgewählt, aber die Berechnung des Ergebnisses enthielt nicht UBA-konforme Vorgehensweisen (Berechnung ohne Verwendung des gewichteten Mittels, fehlende Rundung des Ergebnisses auf zwei signifikante Stellen).
- In 22 % der Proben wurde eine nicht UBA-konforme Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes unter Betrachtung der Messunsicherheit für die Ergebnisberechnung durchgeführt.

Die im Verhältnis zum Ringversuch im Juni 2019 deutlich geringere Sollstandardabweichung wird aller Wahrscheinlichkeit nach trotz eines ähnlichen hohen Fehlers bei der Auswertung/Berechnung des Ergebnisses dadurch zustande kommen, dass in diesem Ringversuch die Ergebnisse der verschiedenen Vorbehandlungen einen deutlich geringen Unterschied zueinander aufwiesen, so dass auch bei fehlerhafter Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes keine extrem divergierenden Ergebnisse zu erwarten waren.

In Abbildung 4 sind die Ergebnisse dieser Betrachtung vergleichend für beide Ringversuche in 2019 abgebildet. Die Problematik bei der Berechnung des Ergebnisses nach UBA-Empfehlung sind in 2019 deutlich erkennbar. Zur Generierung valider und zwischen Laboren reproduzierbarer Ergebnisse ist die Beachtung der Vorgaben notwendig, da sonst – in Abhängigkeit von der jeweiligen Probe – deutlich abweichende Ergebnisse berichtet werden. Aufgrund abweichender Ergebnisse können unterschiedliche Handlungsoptionen durch Unter- oder Überschreitung von Prüf- und Maßnahmewerten ergriffen werden.

Dies weist daraufhin, dass die Umsetzung der Vorgaben der Empfehlung des Umweltbundesamtes - und hier insbesondere die UBA-konforme Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes unter Betrachtung der Messunsicherheit – noch nicht vollständig bzw. fehlerhaft erfolgt.

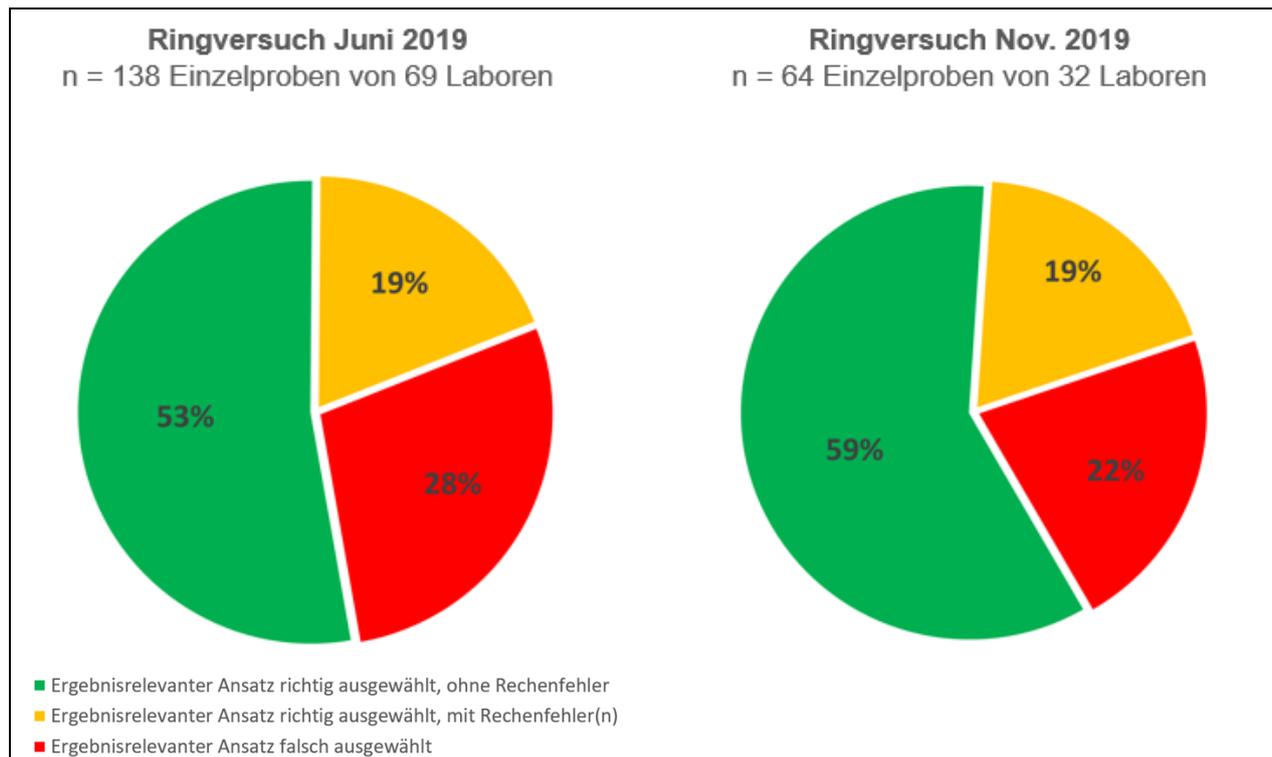


Abbildung 4: Herausforderungen bei der Ergebnis-Berechnung

Die Angaben der UBA-Empfehlung in Kapitel E.6 und im Anhang 2 beschreiben das empfehlungskonforme Vorgehen, um die richtige Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes unter Beachtung der Messunsicherheit durchführen zu können.

Bei dem Ansatz mit der höchsten Legionellenkonzentration (KBE / 100 ml) bei geringster Messunsicherheit handelt es sich um den ergebnisrelevanten Ansatz für den Prüfbericht.

Allgemeine Koloniezahl (DIN EN ISO 6222:1999)

Bei dem vorgegebenen Untersuchungsverfahren (DIN EN ISO 6222:1999) und den angestrebten Konzentrationsniveaus wurde erwartet, dass die Ergebnisse aus Ansätzen dezimaler Verdünnungen berechnet werden.

Von den teilnehmenden Untersuchungsstellen nutzten 94 % das vorgeschriebene Verfahren, wobei sowohl mit Lupenvergrößerung als auch mit bloßem Auge die Anzahl der Kolonien ausgewertet wurde. Nur sieben Labore, die sonstige Verfahren angegeben hatten, arbeiteten methodisch nach dem in der Trinkwasserverordnung beschriebenen Verfahren bzw. gaben keine weiteren Informationen zum verwendeten Verfahren an.

Der Ringversuch wurde mit einer nativen Matrix aus einem nicht desinfizierten Kühlwasser durchgeführt. Die heterotrophe Bakterienpopulation wies in der Eignungskontrolle überwiegend kleine transparente Koloniemorphologien auf, die aber augenscheinlich ein gut sichtbares Wuchsbild zeigten.

Die Abfüllungen der Proben erfolgten – nach Auswertung der Daten (siehe Pkt. 3) – homogen. Die Standardabweichung von 66 % bis 144 % bei 22 °C und von 31 % bis 51 % bei 36 °C – berechnet im Rahmen der Erhebung der Daten für die Homogenität – zeigten für die Ergebnisse des LANUV insbesondere bei 36 °C Bebrütungstemperatur eine deutlich geringere Abweichung als die des Kollektives. Die relative Vergleichsstandardabweichung des Ringversuchskollektivs lag bei allen drei Proben, unabhängig von der Bebrütungstemperatur, in der Regel bei deutlich mehr als 200 %. Damit lagen deutlich höhere Abweichungen im Vergleich zu den vorherigen Ringversuchen in 2018 und Juni 2019 (für 22 °C von maximal 55 und 68 % und für 36 °C von maximal 105 bis 116 %) vor. Insgesamt zeigen sich jedoch über die genannten Ringversuche immer enorme Spannweiten der abgegebenen Ergebnisse.

Die getrennte Auswertung von Koloniezahl-Ergebnissen, erhobenen mit bloßem Auge und mit Lupe, zeigte keine deutlich verbesserte relative Sollstandardabweichung. Die in 2018 und Juni 2019 gezeigten Zusammenhänge bezüglich der Auswertetechnik (mit oder ohne Lupe) wurden auch in diesem Ringversuch anhand der vorhandenen Kollektive betrachtet. Die dabei ermittelten Kenndaten wiesen in dieser komplexen Matrix weiterhin eine große Streuung auf, die eine Beurteilung des zu untersuchenden Effektes nicht zuließ und nur eine Tendenz zu höheren Koloniezahlen durch die Verwendung des Lupenverfahrens aufwies. Die zugewiesenen Werte zeigten, dass die Verwendung einer Lupenvergrößerung eine um maximal den Faktor 2 höhere Koloniezahl ergab.

Aufgrund der erhöhten Streuung bei den Ergebnissen wurden zusätzliche Untersuchungen bzgl. der Robustheit der Methode bezogen auf die verwendete Matrix durchgeführt. Die Robustheit der Methode wurde bezüglich der normativ vorgegebenen Inkubationstemperaturen und Inkubationszeiträumen randständig untersucht. Dazu wurden die Randbedingungen der genannten Bedingungen vergleichend untersucht. In Abbildung 5 und 6 sind die dazugehörigen Ergebnisse zusammengefasst. Es zeigte sich, dass die Verwendung normgerechter Randbedingungen bzgl. Temperatur und Zeit durchaus zu veränderten Koloniezahlen führten. Verlängerte Inkubationszeiten erhöhten temperaturunabhängig das Ergebnis. Während bei 24 °C höhere Koloniezahlen nachgewiesen wurden, wurden bei 38 °C deutlich geringere Zahlen nachgewiesen.

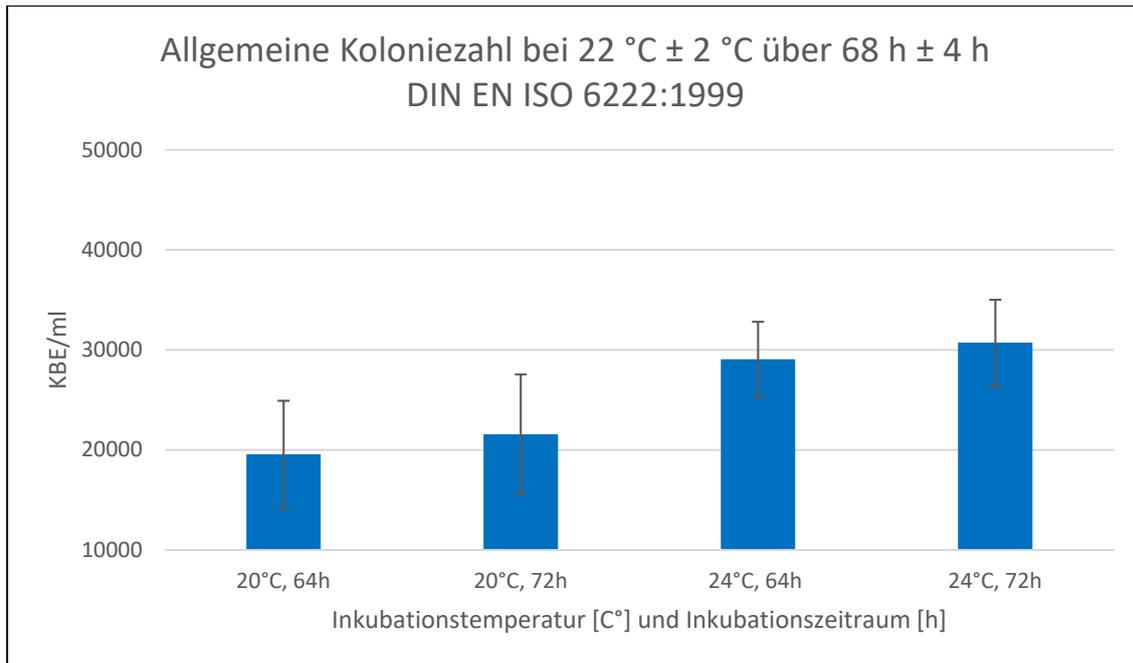


Abbildung 5: Robustheit der Methode bzgl. der verwendeten Matrix – maximale Spreite bzgl. der Temperatur und Inkubationszeit bei 22 °C

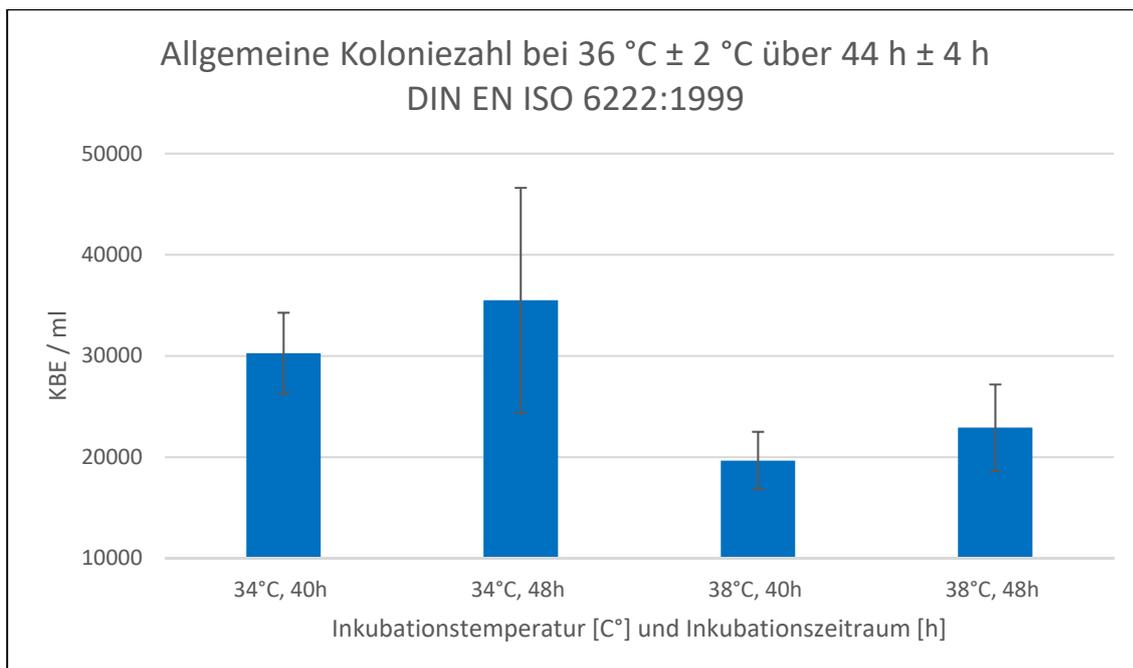


Abbildung 6: Robustheit der Methode bzgl. der verwendeten Matrix – maximale Spreite bzgl. der Temperatur und Inkubationszeit bei 36 °C

Die Methode erwies sich für die untersuchte Probenmatrix im Ringversuchskollektiv als nicht robust. Ggf. sind neben der Auszählmethodik weitere Faktoren wie Varianzen bzgl. normgerechter Inkubationstemperaturen und –zeiten, Standzeiten der Proben im Labor bei Raumtemperatur bis zum Analysebeginn und weitere bisher nicht identifizierte Faktoren ausschlaggebend. Im Weiteren wird sich das LANUV mit möglichen Einflussfaktoren der Methodik bzgl. Kühlwasser befassen.

6 Ergebnisse

Kennwertentabellen

Ringversuchskennwerte - *Legionella* spp.

	Probe 1 - <i>Legionella</i> spp.	Probe 2 - <i>Legionella</i> spp.	Probe 3 - <i>Legionella</i> spp.
Einheit	KBE/100mL	KBE/100mL	KBE/100mL
zugewiesener Wert	4073	17964	46681
Soll-Stdabw.	1438	9445	20044
Vergleich-Stdabw.	1438	9445	20044
Rel. Soll-Stdabw.	35,31%	52,58%	42,94%
Rel. Vergleich-Stdabw.	35,31%	52,58%	42,94%
unt. Toleranzgr.	2010	6276	19777
ob. Toleranzgr.	8253	51416	110179
MU zugewiesener Wert	232	1537	3262
Anzahl der Labore in Berechnung	60	59	59
Methode	DIN38402 A45 log	DIN38402 A45 log	DIN38402 A45 log

Ringversuchskennwerte - Gesamtkoloniezahl 22°C

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
Einheit	KBE/mL	KBE/mL	KBE/mL
zugewiesener Wert	1302	1563	2335
Vergleich-Stdabw.	3143	3871	5830

Ringversuchskennwerte - Gesamtkoloniezahl 36°C

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
Einheit	KBE/mL	KBE/mL	KBE/mL
zugewiesener Wert	17783	54880	55654
Vergleich-Stdabw.	48638	108444	111797

Darstellung der Ergebnisse

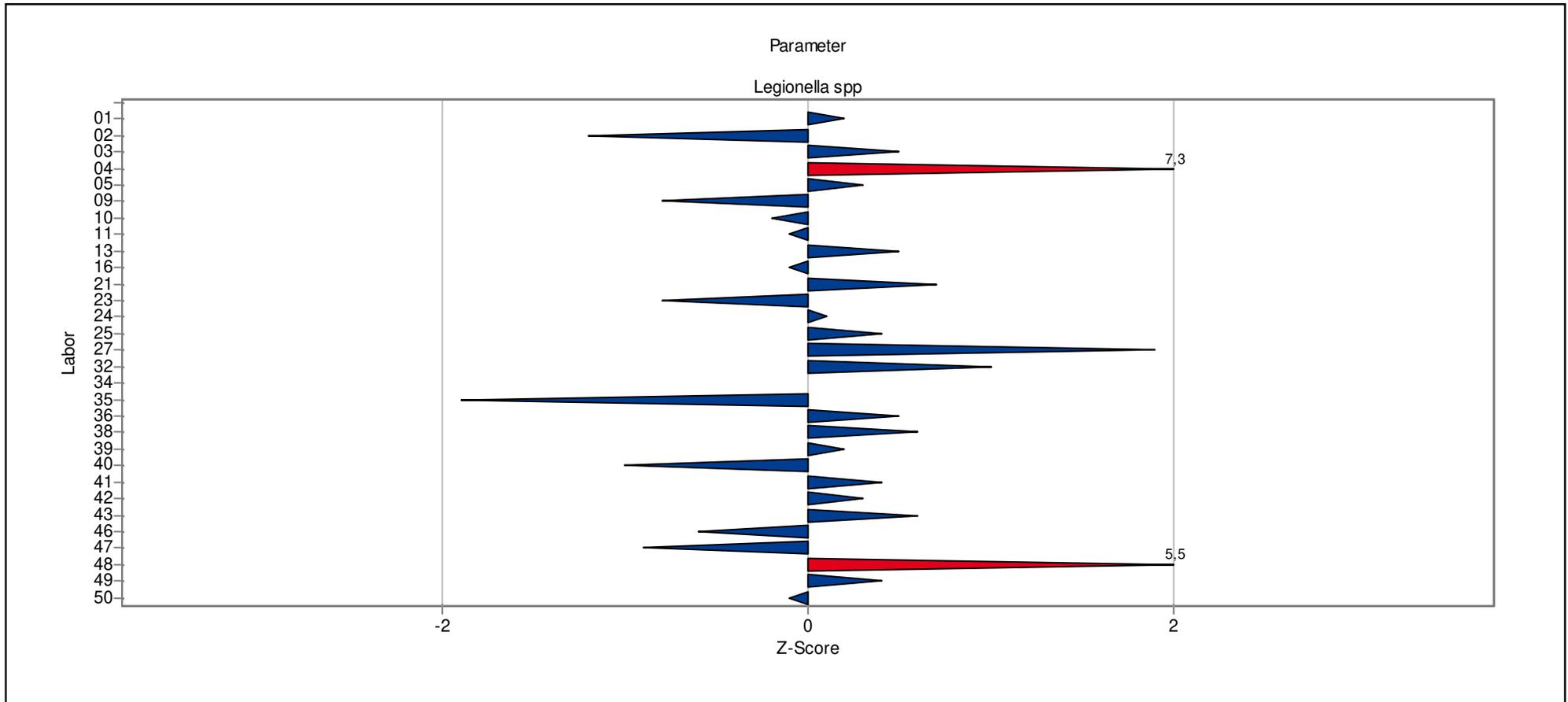
Probe 1

Z-Score Übersicht

(Probe 1)

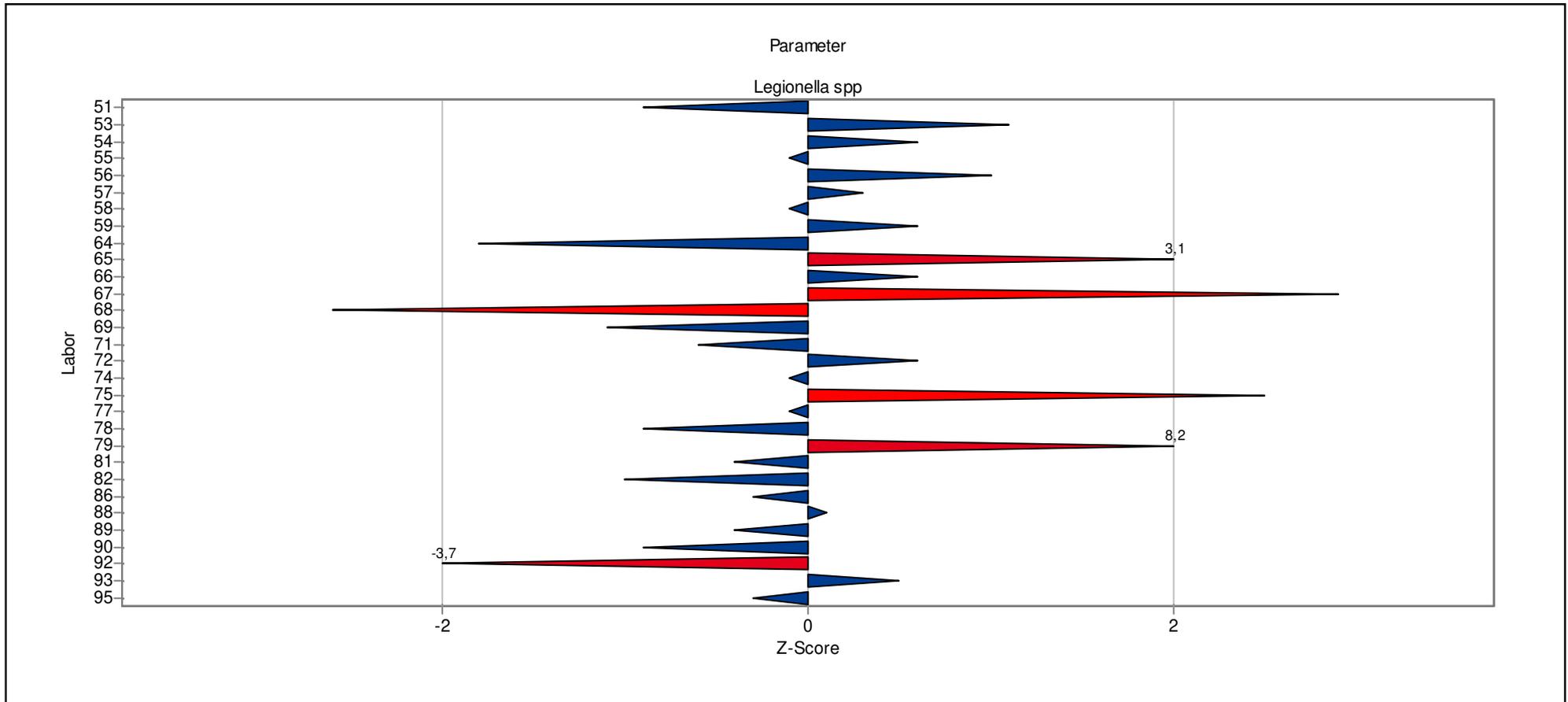
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1

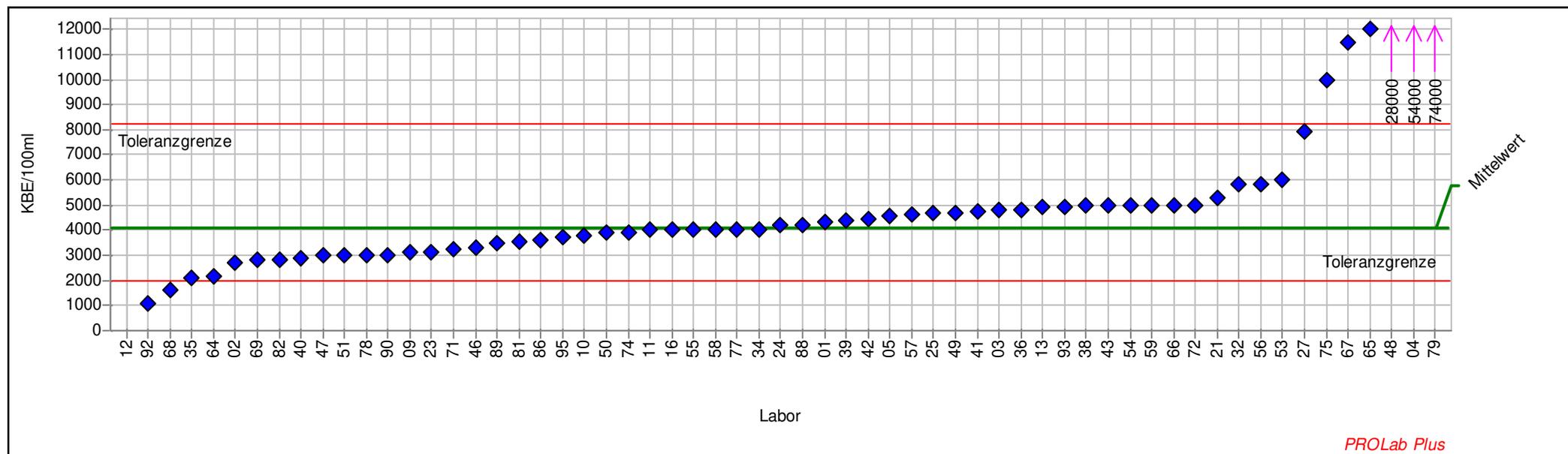


Probe 1

Einzeldarstellung (Diagramme und Tabellen)

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 1	Parameter:	Legionella spp
zugewiesener Wert	4073 KBE/100ml	Toleranzbereich:	2010 - 8253 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)
Soll-Stdabw.:	1438 KBE/100ml	Rel. Soll-Stdabw.:	35,31%
Vergleich-Stdabw. (SR):	1438 KBE/100ml	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	35,31%
Anzahl Labore in Berechnung:	60	Statistische Methode:	DIN 38402 A45 log



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	Parameter:	Legionella spp
zugewiesener Wert	4073 KBE/100ml	Toleranzbereich:	2010 - 8253 KBE/100ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)
Soll-Stdabw.:	1438 KBE/100ml	Rel. Soll-Stdabw.:	35,31%
Vergleich-Stdabw. (SR):	1438 KBE/100ml	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	35,31%
Anzahl Labore in Berechnung:	60	Statistische Methode:	DIN 38402 A45 log

Laborcode	Messwert	Z-Score
01	4300	0,2
02	2700	-1,2
03	4800	0,5
04	54000	7,3
05	4550	0,3
09	3100	-0,8
10	3800	-0,2
11	4000	-0,1
12	<5	
13	4900	0,5
16	4000	-0,1
21	5300	0,7
23	3100	-0,8
24	4200	0,1
25	4700	0,4
27	7900	1,9
32	5800	1,0
34	4038	0,0
35	2100	-1,9
36	4800	0,5
38	5000	0,6
39	4400	0,2
40	2900	-1,0
41	4730	0,4
42	4455	0,3
43	5000	0,6
46	3300	-0,6
47	3000	-0,9
48	28000	5,5
49	4700	0,4
50	3900	-0,1
51	3000	-0,9
53	6000	1,1
54	5000	0,6
55	4000	-0,1
56	5800	1,0
57	4600	0,3
58	4000	-0,1
59	5000	0,6
64	2181	-1,8
65	12000	3,1
66	5000	0,6



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - November 2019

67	11500	2,9
68	1600	-2,6
69	2800	-1,1
71	3250	-0,6
72	5000	0,6
74	3909	-0,1
75	10000	2,5
77	4000	-0,1
78	3000	-0,9
79	74000	8,2
81	3545	-0,4
82	2818	-1,0
86	3600	-0,3
88	4200	0,1
89	3500	-0,4
90	3000	-0,9
92	1100	-3,7
93	4900	0,5
95	3700	-0,3



Einzeldarstellung Tabelle

Probe: Probe 1 Parameter: Allgemeine Koloniezahl bei 22°C
 zugewiesener Wert 1302 KBE/ml Vergleich-Stdabw. (SR): 3143 KBE/ml

Laborcode	Messwert
01	5300
02	99
03	170000
04	57000
05	1790
09	160
10	3667
11	110
12	41500
13	180000
16	78
20	126
21	550
23	217
24	200
25	125000
27	1200
32	8500
34	49
35	250000
36	90000
37	2485
38	430
39	90
40	208
41	78
42	127273
43	60
46	1775
47	3900
48	50000
50	3300
51	53
53	246500
54	1000
55	160
56	
57	
58	10500
59	120000
62	43
64	179000
65	170000
66	100
67	4800
69	11000
72	54



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - November 2019

74	46
75	55
77	70
78	14000
79	678
81	140000
82	495
86	890
88	142
89	93
90	95
92	3125
93	3870
95	89



Einzeldarstellung Tabelle

Probe: Probe 1 Parameter: Allgemeine Koloniezahl bei 36°C
 zugewiesener Wert 17783 KBE/ml Vergleich-Stdabw. (SR): 48638 KBE/ml

Laborcode	Messwert
01	840000
02	46
03	190000
04	203000
05	177000
09	+300
10	27667
11	230
12	42500
13	163000
16	2850
20	3405
21	170000
23	325
24	17000
25	37000
27	120000
32	69000
34	692
35	220000
36	71000
37	1290
38	1100
39	3500
40	6090
41	4280
42	15455
43	20937
46	62568
47	650000
48	60000
50	19000
51	52
53	539850
54	192000
55	260000
56	
57	
58	430000
59	410000
62	101
64	231000
65	290000
66	4000
67	296500
69	25700
72	92



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - November 2019

74	128
75	135
77	15400
78	660000
79	25050
81	120000
82	1410
86	14000
88	10200
89	460
90	38000
92	3060
93	276000
95	170



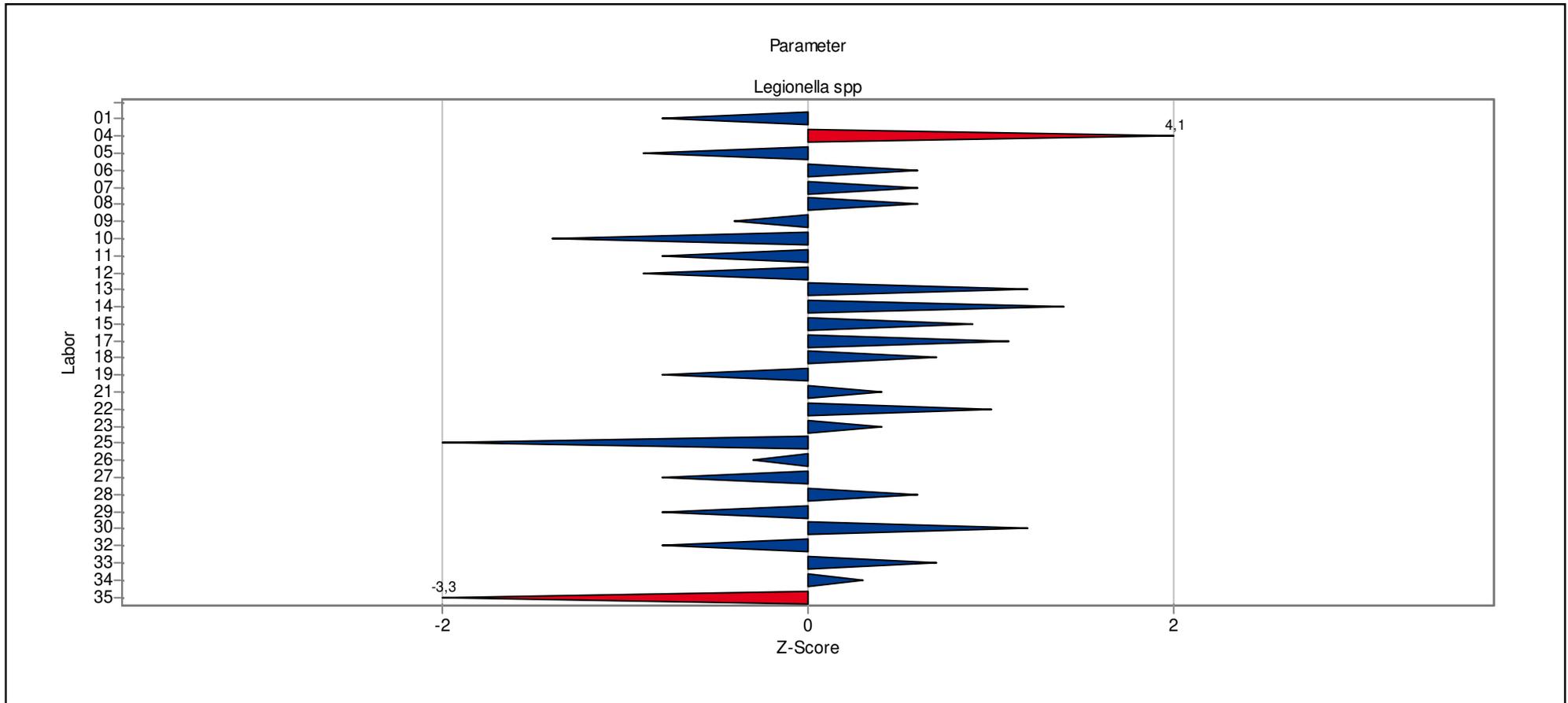
Probe 2

Z-Score Übersicht

(Probe 2)

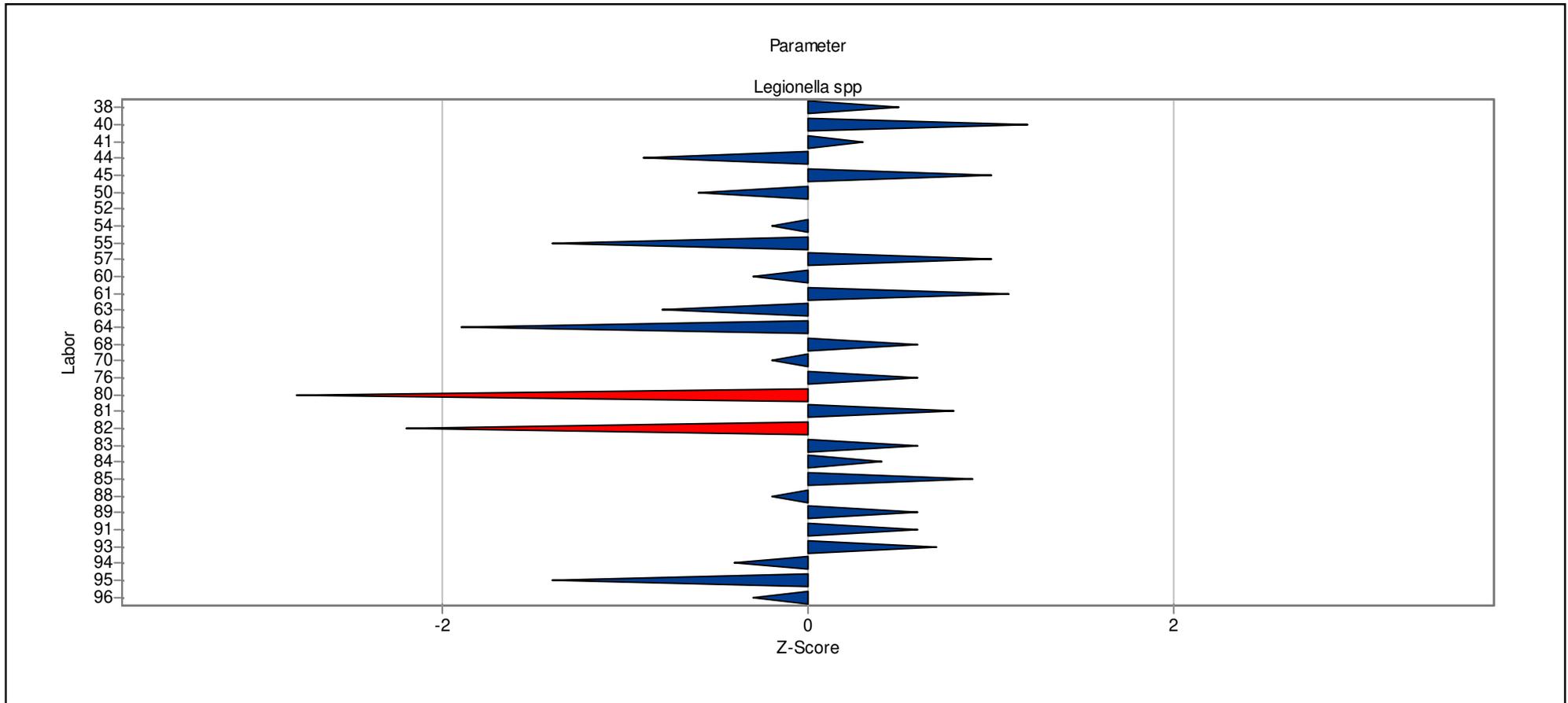
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2

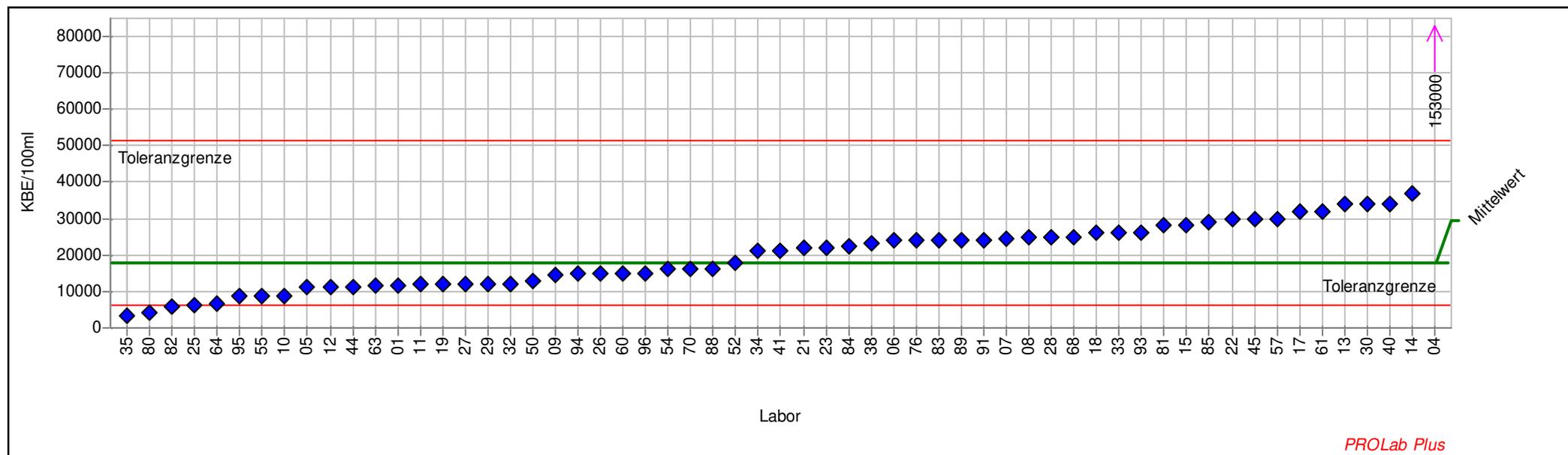


Probe 2

Einzeldarstellung (Diagramme und Tabellen)

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 2	Parameter:	Legionella spp
zugewiesener Wert	17964 KBE/100ml	Toleranzbereich:	6276 - 51416 KBE/100ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)
Soll-Stdabw.:	9445 KBE/100ml	Rel. Soll-Stdabw.:	52,58%
Vergleich-Stdabw. (SR):	9445 KBE/100ml	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	52,58%
Anzahl Labore in Berechnung:	59	Statistische Methode:	DIN 38402 A45 log



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	Parameter:	Legionella spp
zugewiesener Wert	17964 KBE/100ml	Toleranzbereich:	6276 - 51416 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)
Soll-Stdabw.:	9445 KBE/100ml	Rel. Soll-Stdabw.:	52,58%
Vergleich-Stdabw. (SR):	9445 KBE/100ml	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	52,58%
Anzahl Labore in Berechnung:	59	Statistische Methode:	DIN 38402 A45 log

Laborcode	Messwert	Z-Score
01	11600	-0,8
04	153000	4,1
05	11000	-0,9
06	24000	0,6
07	24500	0,6
08	25000	0,6
09	14400	-0,4
10	8700	-1,4
11	12000	-0,8
12	11000	-0,9
13	34000	1,2
14	37000	1,4
15	28250	0,9
17	32000	1,1
18	26000	0,7
19	12000	-0,8
21	22000	0,4
22	30000	1,0
23	22000	0,4
25	6400	-2,0
26	15000	-0,3
27	12000	-0,8
28	25000	0,6
29	12000	-0,8
30	34000	1,2
31		
32	12000	-0,8
33	26000	0,7
34	21000	0,3
35	3200	-3,3
38	23000	0,5
40	34000	1,2
41	21000	0,3
44	11200	-0,9
45	30000	1,0
50	13000	-0,6
52	18000	0,0
54	16000	-0,2
55	8600	-1,4
57	30000	1,0
60	15000	-0,3
61	32000	1,1



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - November 2019

63	11500	-0,8
64	6636	-1,9
68	25000	0,6
70	16000	-0,2
73		
76	24000	0,6
80	4200	-2,8
81	28000	0,8
82	5636	-2,2
83	24000	0,6
84	22500	0,4
85	29000	0,9
88	16100	-0,2
89	24000	0,6
91	24000	0,6
93	26000	0,7
94	14800	-0,4
95	8500	-1,4
96	15000	-0,3



Einzeldarstellung Tabelle

Probe: Probe 2 Parameter: Allgemeine Koloniezahl bei 22°C
 zugewiesener Wert 1563 KBE/ml Vergleich-Stdabw. (SR): 3871 KBE/ml

Laborcode	Messwert
01	7000
04	40000
05	4100
06	41
07	135
08	11000
09	106
10	200
11	99
12	120000
13	260000
15	92
17	14000
18	62
19	
20	113
21	180
22	198
23	630
25	75000
26	51
27	2300
28	3310
29	15000
30	370000
31	
32	35000
33	2000
34	57
35	48000
37	5155
38	60
40	275
41	114
50	2000
52	9060
54	<1000
55	1000
57	
60	70
61	4900
63	130
64	848000
70	7800
73	
76	4650
80	3600



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - November 2019

81	220000
82	1900
83	82
85	130000
88	100
89	108
91	3273
93	594
94	6464
95	94
96	500000



Einzeldarstellung Tabelle

Probe: Probe 2 Parameter: Allgemeine Koloniezahl bei 36°C
 zugewiesener Wert 54880 KBE/ml Vergleich-Stdabw. (SR): 108444 KBE/ml

Laborcode	Messwert
01	86000
04	233000
05	314000
06	125
07	217000
08	230000
09	13
10	5600
11	5000
12	115000
13	233000
15	87
17	470000
18	2340
19	
20	10730
21	150000
22	71000
23	25600
25	28000
26	150000
27	230000
28	2890
29	390000
30	410000
31	
32	139000
33	616000
34	640
35	390000
37	2030
38	86000
40	26500
41	16400
50	190000
52	529300
54	380000
55	310000
57	
60	16000
61	
63	150
64	1352000
70	390000
73	
76	3193
80	11000



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - November 2019

81	260000
82	3050
83	703
85	310000
88	12950
89	730
91	338000
93	280000
94	206182
95	160
96	680000



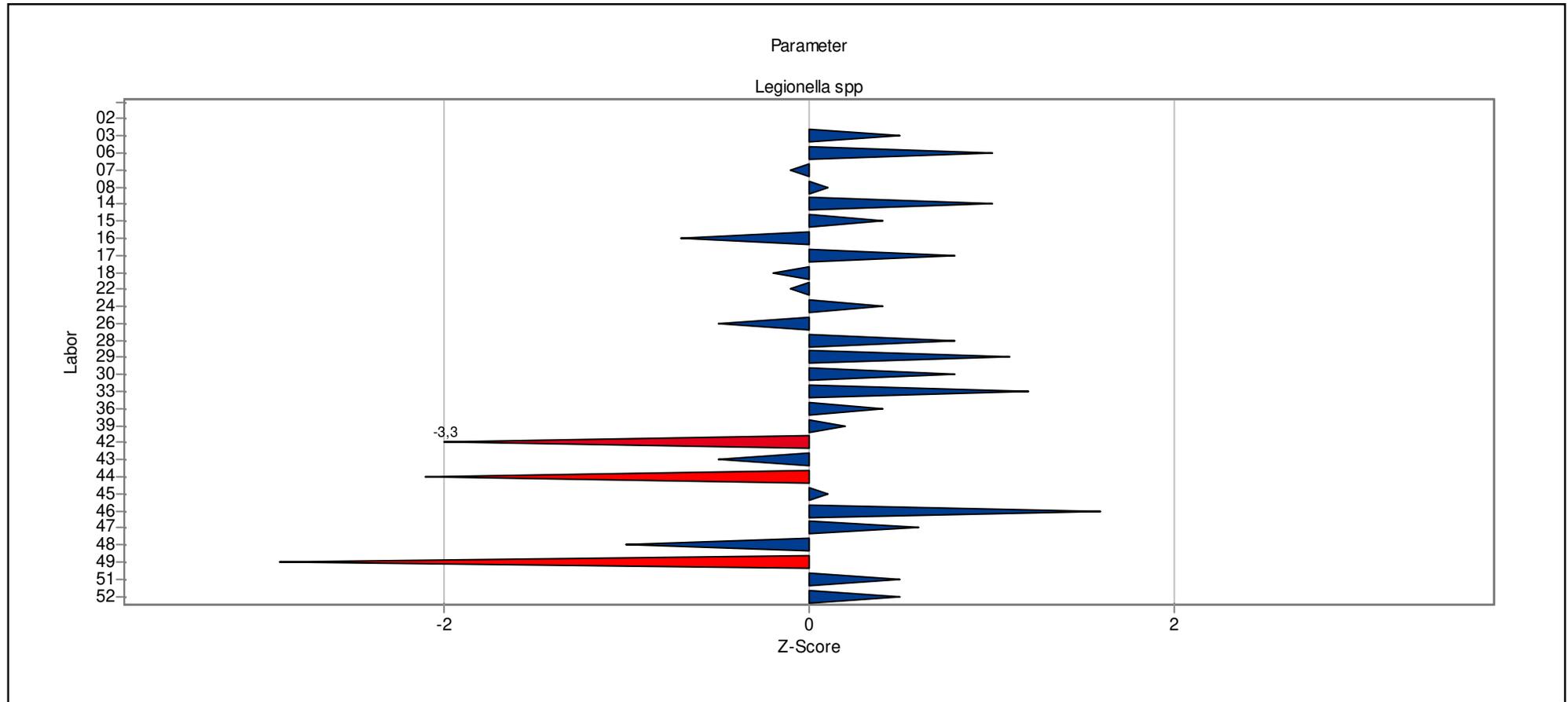
Probe 3

Z-Score Übersicht

(Probe 3)

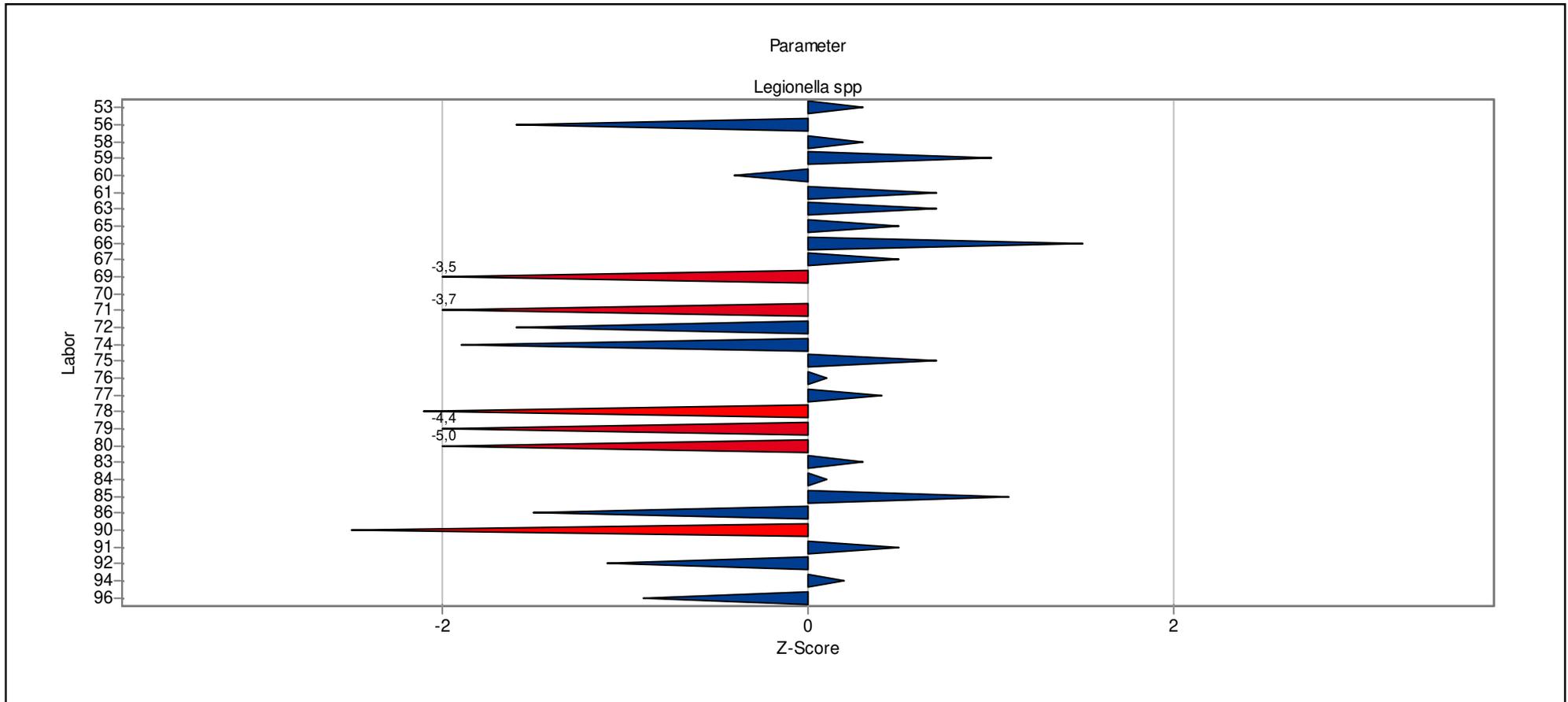
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3

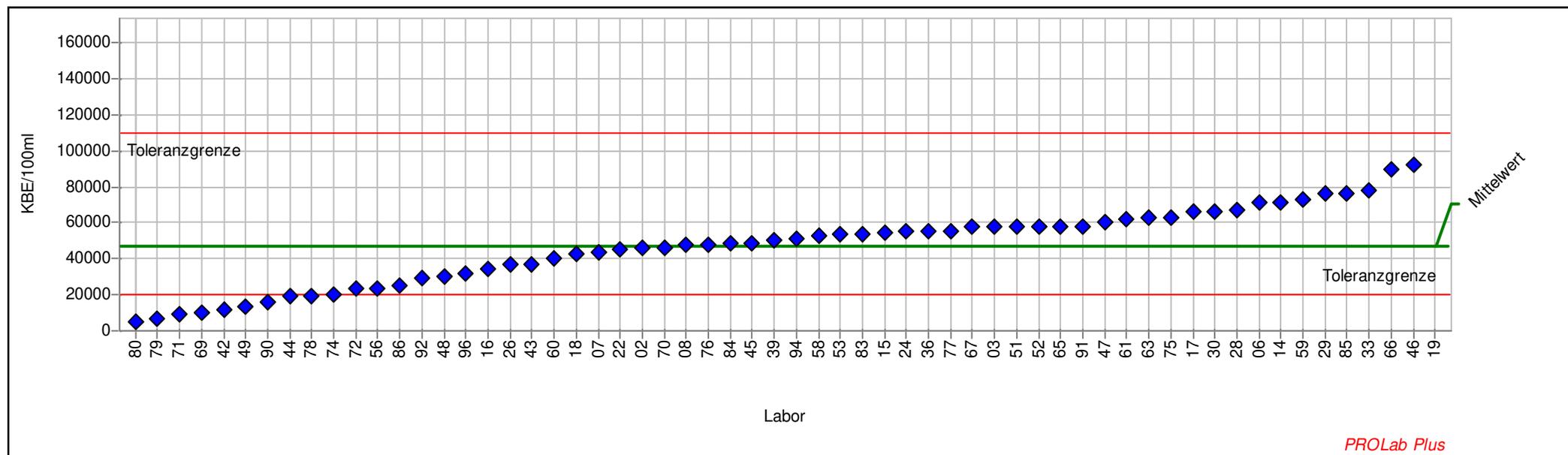


Probe 3

Einzeldarstellung (Diagramme und Tabellen)

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 3	Parameter:	Legionella spp
zugewiesener Wert	46681 KBE/100ml	Toleranzbereich:	19777 - 110179 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)
Soll-Stdabw.:	20044 KBE/100ml	Rel. Soll-Stdabw.:	42,94%
Vergleich-Stdabw. (SR):	20044 KBE/100ml	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	42,94%
Anzahl Labore in Berechnung:	59	Statistische Methode:	DIN 38402 A45 log



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3	Parameter:	Legionella spp
zugewiesener Wert	46681 KBE/100ml	Toleranzbereich:	19777 - 110179 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)
Soll-Stdabw.:	20044 KBE/100ml	Rel. Soll-Stdabw.:	42,94%
Vergleich-Stdabw. (SR):	20044 KBE/100ml	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	42,94%
Anzahl Labore in Berechnung:	59	Statistische Methode:	DIN 38402 A45 log

Laborcode	Messwert	Z-Score
02	46000	0,0
03	58000	0,5
06	71000	1,0
07	44000	-0,1
08	48000	0,1
14	71000	1,0
15	54300	0,4
16	34000	-0,7
17	66000	0,8
18	43000	-0,2
19	+100000	
22	45000	-0,1
24	55000	0,4
26	37000	-0,5
28	67000	0,8
29	76000	1,1
30	66000	0,8
31		
33	78000	1,2
36	55000	0,4
39	50000	0,2
42	11500	-3,3
43	37000	-0,5
44	19000	-2,1
45	49000	0,1
46	92000	1,6
47	60000	0,6
48	30000	-1,0
49	13400	-2,9
51	58000	0,5
52	58000	0,5
53	53500	0,3
56	23636	-1,6
58	53000	0,3
59	73000	1,0
60	40000	-0,4
61	62000	0,7
63	63000	0,7
65	58000	0,5
66	90000	1,5
67	57500	0,5
69	10200	-3,5



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - November 2019

70	46000	0,0
71	9600	-3,7
72	23181	-1,6
73		
74	20545	-1,9
75	63000	0,7
76	48000	0,1
77	55000	0,4
78	19000	-2,1
79	7000	-4,4
80	5400	-5,0
83	54000	0,3
84	48500	0,1
85	76000	1,1
86	25000	-1,5
90	16000	-2,5
91	58000	0,5
92	29000	-1,1
94	51200	0,2
96	32000	-0,9



Einzeldarstellung Tabelle

Probe: Probe 3 Parameter: Allgemeine Koloniezahl bei 22°C
 zugewiesener Wert 2335 KBE/ml Vergleich-Stdabw. (SR): 5830 KBE/ml

Laborcode	Messwert
02	149
03	300000
06	56
07	490
08	15000
15	161
16	125
17	296000
18	79
19	
22	2525
24	400
26	68
28	5742
29	12000
30	420000
31	
33	16000
36	150000
39	130
42	1090909
43	118
46	3676
47	6600
48	136000
51	110
52	12800
53	345100
56	
58	16300
59	410000
60	120
61	6800
62	69
63	140
65	180000
66	300
67	2545
69	10000
70	10260
72	115
73	
74	71
75	46
76	29515
77	150
78	25000



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - November 2019

79	650
80	5000
83	163
85	210000
86	1600
90	140
91	4636
92	460
94	7736
96	520000



Einzeldarstellung Tabelle

Probe: Probe 3 Parameter: Allgemeine Koloniezahl bei 36°C
 zugewiesener Wert 55654 KBE/ml Vergleich-Stdabw. (SR): 111797 KBE/ml

Laborcode	Messwert
02	64
03	330000
06	210
07	238500
08	150000
15	1315
16	26909
17	450000
18	1330
19	
22	192500
24	8700
26	260000
28	4532
29	320000
30	430000
31	
33	480000
36	218000
39	23500
42	360000
43	11981
46	114582
47	720000
48	140000
51	130
52	666666
53	606000
56	
58	720000
59	550000
60	81000
61	
62	115
63	170
65	360000
66	4300
67	725000
69	52300
70	590000
72	123
73	
74	109
75	145
76	15955
77	32500
78	720000



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - November 2019

79	71000
80	3600
83	730
85	290000
86	13000
90	280000
91	321000
92	300
94	199409
96	710000



Wassertemperatur der Referenzgefäße bei Ankunft der Proben [°C]

Laborcode	Temperatur des Referenzgefäßes in °C
01	9
02	5
03	7
04	6
05	5
06	6
07	4
08	6
09	5
10	6
11	6
12	4
13	6
14	6
15	7
16	6
17	5
18	8
19	7
20	4
21	7
22	6
23	6
24	5
25	5
26	4
27	3
28	6
29	7
30	5
31	
32	5
33	7
34	8
35	5
36	8
37	
38	7
39	6
40	8
41	6
42	5
43	7
44	5
45	5
46	10
47	6
48	6
49	8
50	5
51	5
52	6
53	6

Laborcode	Temperatur des Referenzgefäßes in °C
54	5
55	2
56	6
57	10
58	5
59	7
60	5
61	5
62	5
63	5
64	7
65	5
66	5
67	5
68	5
69	4
70	5
71	6
72	8
73	
74	8
75	6
76	1
77	6
78	8
79	5
80	
81	6
82	9
83	5
84	5
85	6
86	12
87	5
88	5
89	4
90	5
91	8
92	7
93	7
94	6
95	5
96	5