



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

Julia Ulken
Tel.: 02361-305- 2372
julia.ulken@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.....	7
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

Im Jahr 2016 wurde ein erstes Konzept zur Durchführung eines Legionellen-Ringversuchs in belastetem Wasser vom LANUV NRW entwickelt und in der Matrix Abwasser im Januar 2017 umgesetzt. Dies 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 gestiegen. Diesem Umstand wurde mit den beiden in 2018 durchgeführten, sowie dem vorliegenden Ringversuch in 2019 Rechnung getragen.

Die Weiterentwicklung des Ringversuchskonzeptes erfolgte in enger Zusammenarbeit der Fachexperten der Umweltmikrobiologie mit der Ringversuchskordinationsstelle des LANUV NRW. Die Konzeption des Ringversuches orientierte sich dabei an den Vorgaben 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, die sogenannte 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“. Dieser Parameter wurde optional angeboten.

1.3 Termine

Der Ringversuch wurde auf der Homepage des LANUV im Februar 2019 angekündigt. Teilnehmer an den letzten entsprechenden Ringversuchen des LANUV NRW sowie registrierte interessierte Labore wurden ebenfalls im Februar schriftlich über die Durchführung des Ringversuch informiert.

Die Anmeldung war bis zum 10. April per Email möglich.

Der Probenversand erfolgte am Montag, den 24.06.2019, per Expressversand mit garantierter Auslieferung bis Dienstag, den 25.06.2019 um 12:00 Uhr. Mit der Analytik sollte umgehend begonnen werden.

Die Abgabe der Ringversuchsergebnisse war auf Montag, den 16.07.2019, 24:00 Uhr festgelegt. Zur Einhaltung dieser Frist mussten die unterschriebenen Ergebnisformulare und die Dateien mit den Analysenergebnissen sowie das Formblatt zur Analytik per Email im LANUV NRW vorliegen.

1.4 Teilnehmer

Die Teilnahme am Ringversuch stand grundsätzlich allen interessierten Untersuchungsstellen offen. Aus Kapazitätsgründen konnten jedoch nicht alle bis zum Anmeldeschluss vorliegenden Wünsche berücksichtigt werden. Die Berücksichtigung der Teilnahme erfolgte nach Eingang der Anmeldung. Darüber hinaus wurden die Laboratorien bevorzugt, die noch nicht oder nicht erfolgreich an den Ringversuchen für Legionellen im Kühlwasser 2018 teilgenommen hatten. Teilnehmern, die nicht berücksichtigt werden konnten, wurde ein Ausweichtermin im November 2019 zugesagt.

Grundsätzlich wurde nur ein Probenpaket pro Laborstandort versandt.

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

124 Untersuchungsstellen aus dem gesamten Bundesgebiet nahmen an diesem Ringversuch teil. Drei davon sandten keine Ergebnisse zurück.

1.5 Probenversand

Alle Teilnehmer erhielten 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 Probertemperatur von $(5 \pm 3) \text{ °C}$ über den geplanten Transportzeitraum sicherstellte.

Einige stichprobenartig ausgewählten Pakete wurden mit Datenloggern zur Messung und Aufzeichnung der Lufttemperatur ausgestattet. Darüber hinaus sollte die Wassertemperatur der Proben indirekt in dem speziell für diesen Zweck versandten Referenzgefäß unverzüglich nach Ankunft im Labor ermittelt und mit den Ergebnissen abgegeben werden.

In Abbildung 1 sind die von den Datenloggern während des Transportes aufgezeichneten Lufttemperaturen im Paket dargestellt. Die von den Teilnehmern bei Ankunft der Pakete gemessenen Wassertemperaturen im Referenzgefäß spiegelten i.d.R. die in der Abbildung dargestellten Werte wieder und sind im Anhang detailliert zusammengefasst.

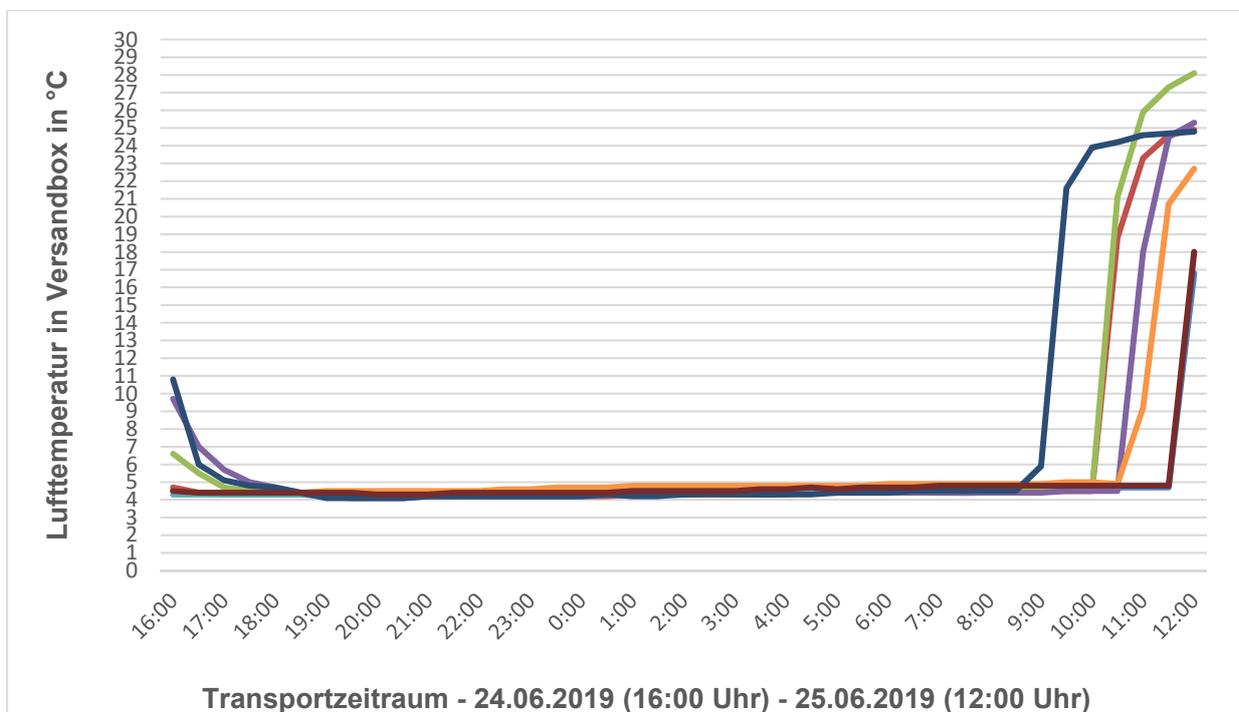


Abbildung 1: Verlauf der Temperatur in ausgewählten Versandpaketen während der Transportzeit

Von 120 abgegebenen Wassertemperaturwerten lagen 109 (91 %) im geplanten Temperaturtoleranzbereich von $5 \pm 3 \text{ °C}$. Elf Labore gaben Temperaturen zwischen 9 und 13 °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 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 microrbiological examinations by culture“ ein statistisch sicheres Ergebnis erwartet werden konnte. Bei allen drei zu untersuchenden Proben handelte es sich um native Kühlwasserproben mit einer geringen Vorbelastung an Legionellen, die 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 wies 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 geringen Konzentrationen nachweisbaren Legionellen handelte es sich überwiegend um *L. pneumophila* Serogruppe 1 und *L. pneumophila* Serogruppe 2 – 14.

Probe 1

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser
- Dotiert mit *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 (Labornummer U149, Wildstammisolat des LANUV NRW)
- Geplante Konzentrationsniveaus
Legionella spp. ca. 3×10^3 KBE/100 ml
(Prüfwertbereich nach 42. BImSchV)
Allgemeine Koloniezahl 22 °C und 36 °C bis 10^3 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 10^3 KBE/m

Probe 3:

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser
- Dotiert mit *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 (Labornummer U149, Wildstammisolat des LANUV NRW)
- Geplante Konzentrationsniveaus
Legionella spp. ca. 3×10^4 KBE/100 ml
(Maßnahmewertbereich für Verdunstungskühlanlagen nach 42. BImSchV)
Allgemeine Koloniezahl 22 °C und 36 °C bis 10^3 KBE/ml

Je Probe wurden 20 Liter Probenmatrix über 7 Tage hinweg durchgehend 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 des oben genannten Umweltisolates, das Kühlwasser mit einer festgelegten Anzahl an standardisiert angezüchteten *L. pneumophila* beimpft und bis zur Abfüllung mindestens weitere 2 h 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 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. 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 nach DIN 38402-45:2014 „Ringversuche zur Eignungsprüfung von Laboratorien“. Alle Berechnungen wurden mit der Software PROLab Plus (Version: 2018.3.13.0) 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 die Ergebnisse ein, die nach den verpflichtend anzuwendenden Vorgaben ermittelt wurden. Mit den Vorzeichen „<“ oder „>“ angegebene Werte konnten bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden.

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 sehr weiten und nicht konstant linearen Messbereich führte, erforderte eine Kennwertberechnung mit logarithmierten Daten.

Für den Parameter „*Legionella* spp.“ wurden bei diesem Ringversuch – im Vergleich zu den Ringversuchen in 2018 – sehr weite Toleranzgrenzen ermittelt. Die möglichen Ursachen hierfür werden in der Diskussion der Teilnehmerergebnisse näher ausgeführt.

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.

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

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

Als Toleranzgrenze wurde $|z| = 2,0$ festgelegt.

4.2 Bewertung

Die Parameter „*Legionella* spp.“ und „Allgemeine Koloniezahl bei 22 °C“ sowie „Allgemeine Koloniezahl bei 36 °C“ wurden jeweils einzeln bewertet. Für eine erfolgreiche Bewertung musste jeder Parameter in beiden Proben erfolgreich – im Toleranzbereich – bestimmt werden.

Ergebnisse, die nicht nach den vorgegebenen Verfahren (siehe Pkt. 1.2) ermittelt wurden, gingen nicht in die Berechnung ein und wurden als nicht erfolgreich bewertet. Beim Parameter *Legionella* spp. traf dies auf drei Untersuchungsstellen zu, die die Vorgaben der UBA-Empfehlung nicht einhielten.

Bei der Bestimmung der allgemeinen Koloniezahl wurden von den Teilnehmern ebenfalls von der Norm DIN EN ISO 6222:1999 abweichende Verfahren angewandt. Hier konnten die Ergebnisse von 10 Teilnehmern für die statistische Berechnung nicht berücksichtigt werden.

Angaben, die keinen konkreten Zahlenbetrag enthielten, wie z. B. „<“ oder „>“ wurden aus der Berechnung und der Bewertung ausgeschlossen. Weitere Kriterien, die zum Ausschluss aus der Bewertung führen konnten, wie z. B. verspätete Abgabe der Ergebnisse oder fehlende Formblätter traten bei diesem Ringversuch nicht auf.

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 einflossen.

4.4 Zusammenfassung der Aus- und Bewertung

124 Untersuchungsstellen erhielten Proben im Rahmen des Ringversuchs.

121 Teilnehmer sandten ihre Ergebnisse zurück.

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

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

3 Labore arbeiteten bei der Bestimmung von *Legionella* spp. nicht nach der Vorgabe.

111 Teilnehmer konnten für die Berechnung der allg. Koloniezahl berücksichtigt werden.

73 Untersuchungsstellen ermittelten die Koloniezahl bei 22 °C erfolgreich.

84 Untersuchungsstellen ermittelten die Koloniezahl bei 36 °C erfolgreich.

10 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 ab Seite 19 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. Die Verordnung sieht dabei eine regelmäßige Untersuchung des Kühl- bzw. Waschwassers auf Legionellen sowie, in Abhängigkeit von der Anlage, auf den Parameter „allgemeine Koloniezahl“ vor.

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“ wurde auf der Grundlage existierender Normen ein einheitliches Vorgehen für Probenahme, Analytik, Auswertung und Ergebnisangabe erarbeitet, mit dem Ziel eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse unterschiedlicher Labore zu gewährleisten.

Die im Rahmen dieses Ringversuches zur Verfügung gestellten Kühlwasserproben deckten im Ringversuch drei verschiedene Legionellen-Konzentrationsniveaus zwischen ca. 3×10^3 – ca. 3×10^4 KBE/100 ml (Prüf- und Maßnahmenwertbereiche) sowie für die allgemeine Koloniezahl Konzentrationsniveaus bis 10^3 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 (84 bis 98 %, bezogen auf die Proben 1-3) verwendeten erwartungsgemäß für die Berechnung und Angabe der Ergebnisse die Rohdaten aus den Oberflächenverfahren (Abb. 2, Direktansatz Wärme, Direktansatz Säure, Direktansatz unbehandelt). Das Membranfiltrationsverfahren mit Auflegen des Membranfilters wurde nur vereinzelt für die Ergebnisberechnung herangezogen. Bei Verwendung dieses Verfahrens zeigten die Ergebnisse in 57 % der Fälle Minderbefunde, die unterhalb der unteren Toleranzgrenze der jeweiligen Proben lagen und damit zu einem Nicht-Bestehen des Ringversuches führten.

Von den 21 mit dem Membranfiltrationsverfahren untersuchten Proben wurden bei 4 Proben Ergebnisse übermittelt, die unter Berücksichtigung der Empfehlung des UBA nur durch Zählen oberhalb der Zählgrenze des verwendeten Verfahrens von 80 KBE pro Membranfilter zustande kommen können. Diese Laboratorien gingen daher nicht in die Auswertung des Ringversuches mit ein.

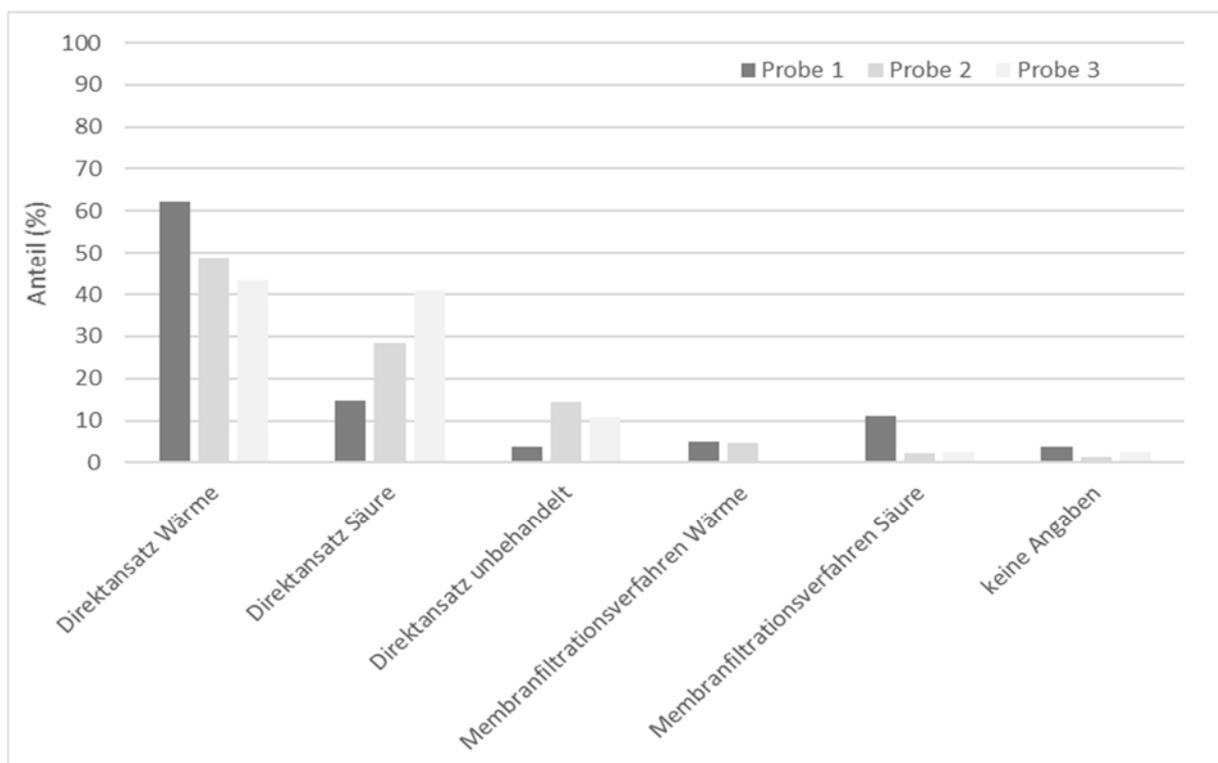


Abbildung 2: Verwendete Kombination aus Vorbehandlung und Verfahren zur Berechnung und Angabe des Ergebnisses für den Parameter *Legionella* spp.

Die Analytik der Proben sollte zwingend nach Empfehlung des UBA für die primär vorgegebenen Untersuchungsansätze nach Kapitel E.2 und E.3 erfolgen (Filtrationsvolumen 20 ml). Ein Ansatz für Nachproben bei nicht auswertbaren Ansätzen nach Kapitel F (variierende Volumina möglich) war nicht verlangt.

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

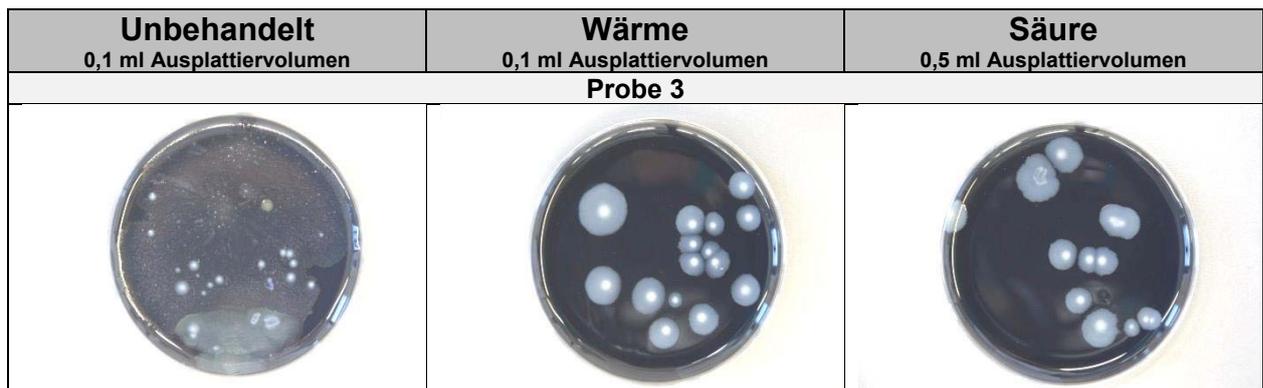


Abbildung 3: Fotodokumentation ausgewählter GVP-agarplatten (36 °C, 7 d, LANUV NRW) der Probe 3 ohne Vorbehandlung, nach Wärme- bzw. Säurevorbehandlung

Als Vorbehandlungsmethode erwies sich für die Mehrzahl der Labore, bei Betrachtung aller drei Proben, die Wärmevorbehandlung mit 54 % und nachfolgend die Säurevorbehandlung mit 33 % als zielführend (Abb. 2).

Einige Labore bestimmten ihre Ergebnisse aus dem unbehandelten Oberflächenansatz. Dies kann bei vorliegender inhibierender Begleitflora zu Minderbefunden führen, jedoch auch bei fehlender Inhibition durch Begleitmikroorganismen erhöhte Befunde nach sich ziehen, da Vorbehandlungsschritte, wie Wärme- bzw. Säurebehandlung, zu einer ggf. bedingten Inhibition der Zielorganismen führen können. Die erhobenen Werte lagen jedoch alle in den Toleranzgrenzen des Ringversuches.

Für die überwiegende Anzahl der Proben wurde eine geringe Messunsicherheit dokumentiert. In einigen Fällen wurde eine erhöhte bzw. stark erhöhte Messunsicherheit angegeben, die entweder auf den Nachweis geringer Koloniezahlen und/oder auf das Wachstum von *Pseudomonas aeruginosa*-verdächtigen Kolonien oder Schimmelpilzen zurückzuführen war. In Einzelfällen wurde die Messunsicherheit nicht angegeben bzw. war die angegebene erhöhte Messunsicherheit aufgrund der abgegebenen Informationen nicht nachvollziehbar.

Die zur Verfügung gestellten Proben wiesen einen mittleren bis hohen analytischen Schwierigkeitsgrad bezüglich der Begleitflora, die unter anderem schnell wachsende, schwärmende Bakterien sowie auch Schimmelpilze der Gattung *Aspergillus* spp. enthielten, auf (Abb. 4). Solche Begleitorganismen sind häufige Bestandteile von Kühlwasserproben und stellen somit eine zu erwartende Herausforderung an die Analytik dar.



Abbildung 4: Beispielhafte Darstellung möglicher Begleitflora auf GVPC-Agarplatten

Proben mit einem hohen Schwierigkeitsgrad bezüglich der Begleitflora werden im LANUV unter Zuhilfenahme einer Lupe begutachtet, mit dem Ziel die Gefahr für Minderbefunde zu minimieren.

Die Kenndaten der Proben sind in der unten stehenden Tabelle 1 sowie unter „Einzeldarstellung der Ergebnisse“ zusammengefasst.

Tabelle 1: Kenndaten für den Parameter *Legionella* spp.

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	1291	5655	14161
Soll-Stdabw.	1101	4658	10883
Vergleich-Stdabw.	1101	4658	10883
Rel.Soll-Stdabw.	85,23 %	82,37 %	76,85 %
unt. Toleranzgr.	235	1089	3045
ob. Toleranzgr.	7100	29369	65864
Messunsicherheit Konsenswert	159	647	1540
Methode	DIN38402 A45 log	DIN38402 A45 log	DIN38402 A45 log

Die in diesem Ringversuch ermittelten relativen Soll-Standardabweichungen von 77 bis 85 % lagen im Vergleich zu den Ergebnissen aus den Ringversuchen in 2018 (36 bis 46 %) ca. doppelt so hoch. Aufgrund der unerwarteten hohen Soll-Standardabweichungen erfolgte nachträglich eine zusätzliche Informationsabfrage an die Ringversuchsteilnehmer, um die Ermittlung des ergebnisrelevanten Ansatzes sowie die Berechnung des Ergebnisses entsprechend den Vorgaben nachvollziehen zu können. Dazu wurden alle 124 Teilnehmer angeschrieben und um die freiwillige Abgabe der vollständigen Rohdaten gebeten. Die Teilnahme an dieser Abfrage hatte keinen Einfluss auf das Bestehen bzw. Nicht-Bestehen des Ringversuches.

Von den angeschriebenen Laboren übersendeten 69 (56 %) 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 138 Rohdatensätze wurde Folgendes festgestellt:

- In 53 % (Anzahl der Rohdatensätze, N=73) konnten die Ergebnisse bestätigt werden.
- In 19 % (Anzahl der Rohdatensätze, N=26) der Fälle 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 der Regel würde dies nicht zu einer veränderten Bewertung bzgl. Einhaltung bzw. Überschreitung der Prüf- und Maßnahmenwerte führen.
- In 28 % (Anzahl der Rohdatensätze, N=39) der Fälle wurde eine nicht UBA-konforme Auswahl des ergebnisrelevanten Ansatzes unter Betrachtung der Messunsicherheit für die Ergebnisberechnung durchgeführt. Dies führte in der Mehrzahl der untersuchten Proben zu deutlich abweichenden Ergebnissen um bis zu dem zehnfachen Ergebniswert. Damit würde eine veränderte Bewertung bzgl. Einhaltung bzw. Überschreitung der Prüf- und Maßnahmenwerte einhergehen.

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 ist. Ggf. ist eine weitere Präzisierung des Vorgehens bei der Ergebnisermittlung und –berechnung in der zu überarbeitenden Empfehlung vorzunehmen.

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 insgesamt 124 Untersuchungsstellen bestimmten 95 % den angebotenen Parameter allgemeine Koloniezahl für beide Inkubationstemperaturen. Von diesen Laboren nutzten 94 % das vorgeschriebene Verfahren (Abb.5), wobei sowohl mit Lupenvergrößerung als auch ohne Lupenvergrößerung die Anzahl der Kolonien ausgewertet wurde. Nur noch wenige Labore, die sonstige Verfahren angegeben hatten, arbeiteten methodisch nach dem in der Trinkwasserverordnung beschriebenen Verfahren bzw. gaben keine weiteren Informationen zum verwendeten Verfahren an.

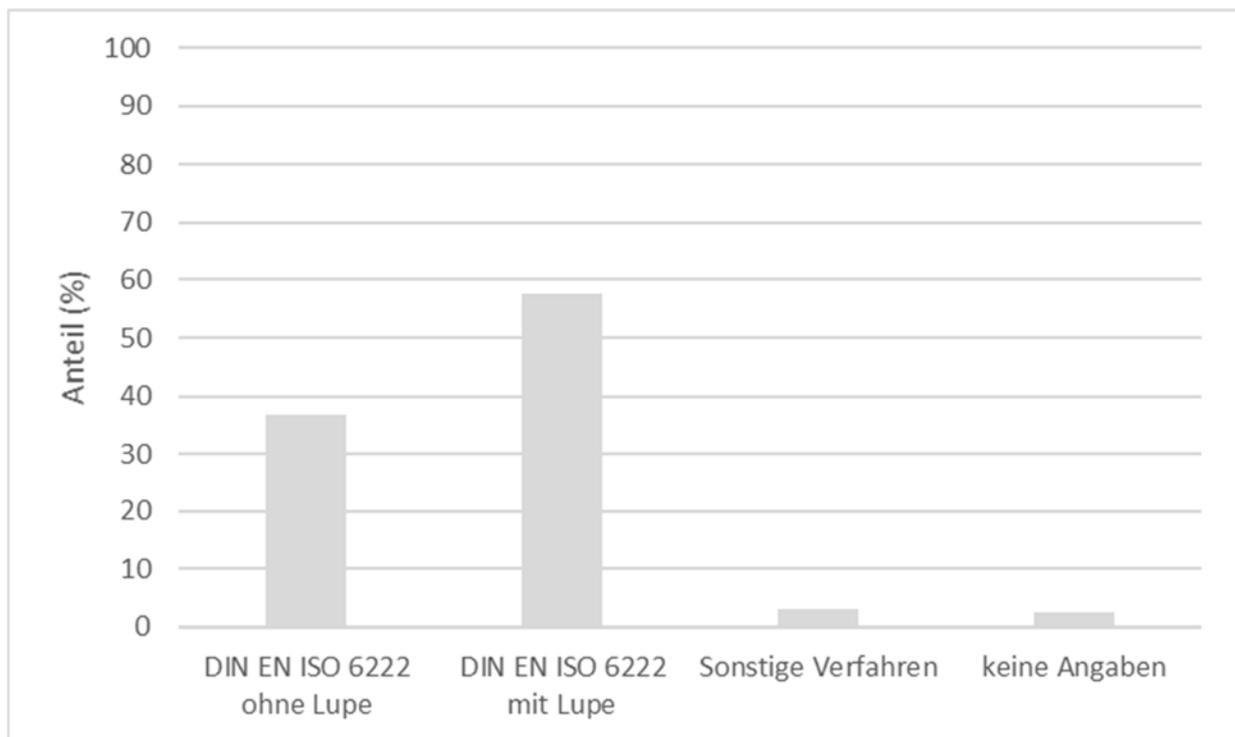


Abbildung 5: Verwendete Untersuchungsverfahren zur Bestimmung der allgemeinen Koloniezahl

Die in 2018 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. Der zugewiesene Wert zeigte, dass die Verwendung einer Lupenvergrößerung eine um maximal den Faktor 2 höhere Koloniezahl ergab.

Die Kenndaten der Proben sind in den unten stehenden Tabellen 2 bis 4 sowie unter „Einzeldarstellung der Ergebnisse“ zusammengefasst. Die in diesem Ringversuch ermittelten relativen Soll-Standardabweichungen für 22 °C zwischen 55 und 68 % und für 36 °C von 105 bis 116 % sind zwar im Vergleich zu den Ergebnissen der Ringversuche 2018 leicht rückgängig, zeigen jedoch immer noch

größenordnungsmäßig die enorme Spreite der abgegebenen Ergebnisse insbesondere bei 36 °C.

Tabelle 2: Kenndaten für den Parameter „Allgemeine Koloniezahl“ Probe 1

	Probe 1	
	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C
zugewiesener Wert	627	310
Soll-Stdabw.	727	171
Vergleich-Stdabw.	727	171
Rel.Soll-Stdabw.	115,90 %	55,32 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	115,90 %	55,32 %
unt. Toleranzgr.	62	103
ob. Toleranzgr.	6372	937
Messunsicherheit zugewiesener Wert	107	25

Tabelle 3: Kenndaten für den Parameter „Allgemeine Koloniezahl“ Probe 2

	Probe 2	
	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C
zugewiesener Wert	569	358
Soll-Stdabw.	579	244
Vergleich-Stdabw.	579	244
Rel.Soll-Stdabw.	101,72 %	68,12 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	101,72 %	68,12 %
unt. Toleranzgr.	74	92
ob. Toleranzgr.	4354	1399
Messunsicherheit zugewiesener Wert	85	36

Tabelle 4: Kenndaten für den Parameter „Allgemeine Koloniezahl“ Probe 3

	Probe 3	
	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C
zugewiesener Wert	663	344
Soll-Stdabw.	699	180
Vergleich-Stdabw.	699	180
Rel.Soll-Stdabw.	105,35 %	52,28 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	105,35 %	52,28 %
unt. Toleranzgr.	81	121
ob. Toleranzgr.	5456	977
Messunsicherheit zugewiesener Wert	104	27

6 Ergebnisse

Kenndatentabellen

Ringversuchskennndaten - Legionella spp.

	Probe 1 Legionella spp	Probe 2 Legionella spp	Probe 3 Legionella spp
zugewiesener Wert	1291	5655	14161
Soll-Stdabw.	1101	4658	10883
Vergleich-Stdabw.	1101	4658	10883
Rel.Soll-Stdabw.	85,23 %	82,37 %	76,85 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	85,23 %	82,37 %	76,85 %
unt. Toleranzgr.	235	1089	3045
ob. Toleranzgr.	7100	29369	65864
Messunsicherheit zugewiesener Wert	159	647	1540
Anzahl der Labore in Berechnung	75	81	78
Methode	DIN38402 A45 log	DIN38402 A45 log	DIN38402 A45 log

Ringversuchskennndaten - Allgemeine Koloniezahl bei 22 °C / 36 °C

	Probe 1		Probe 2		Probe 3	
	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C
zugewiesener Wert	627	310	569	358	663	344
Soil-Stdabw.	727	171	579	244	699	180
Vergleich-Stdabw.	727	171	579	244	699	180
Rel.Soil-Stdabw.	115,90 %	55,32 %	101,72 %	68,12 %	105,35 %	52,28 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	115,90 %	55,32 %	101,72 %	68,12 %	105,35 %	52,28 %
unt. Toleranzgr.	62	103	74	92	81	121
ob. Toleranzgr.	6372	937	4354	1399	5456	977
Messunsicherheit zugewiesener Wert	107	25	85	36	104	27
Anzahl der Labore in Berechnung	72	72	73	73	70	70
Methode	DIN38402 A45 log					

Darstellung der Ergebnisse

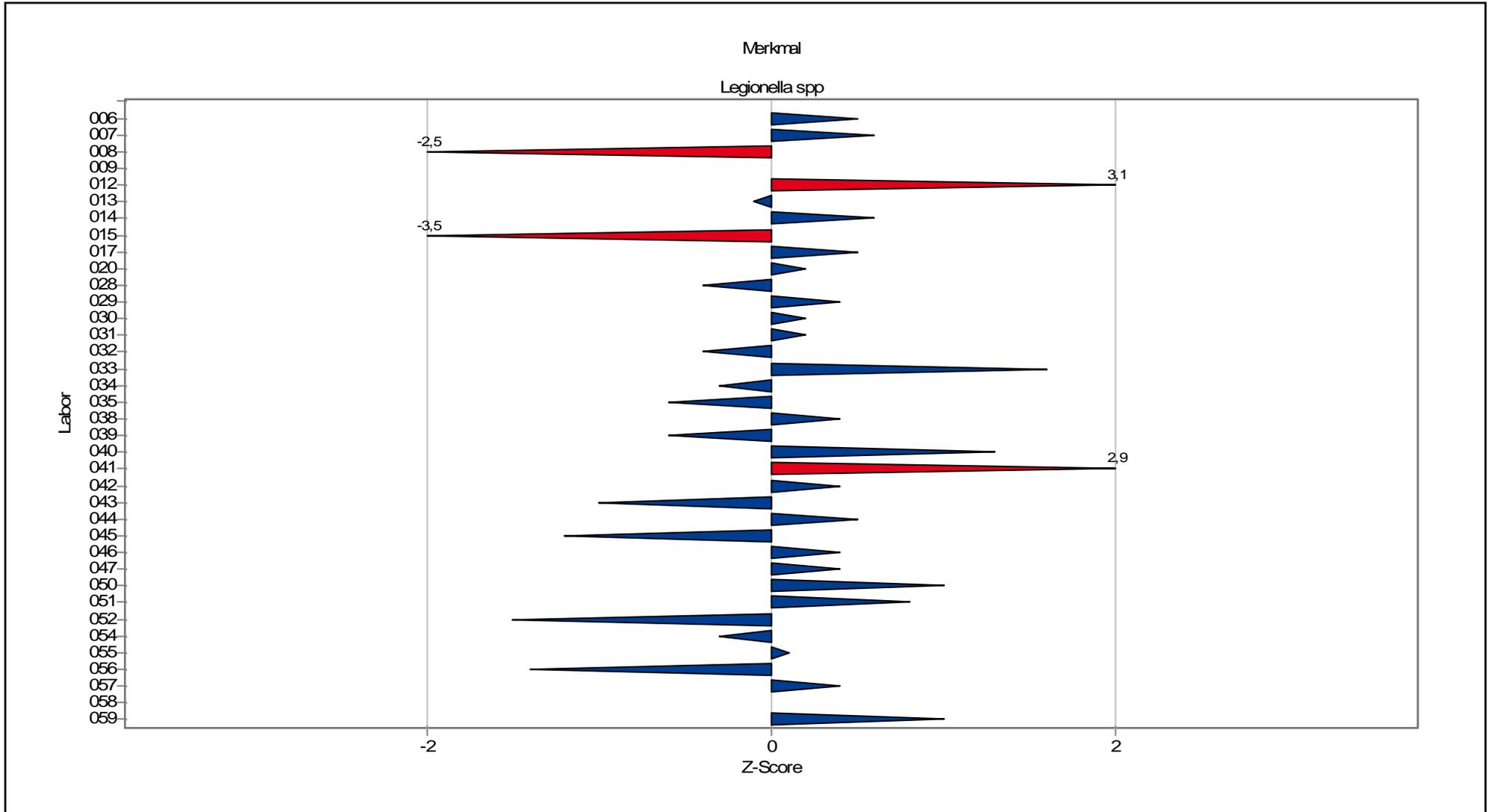
Probe 1

Z-Score Übersicht

(Probe 1)

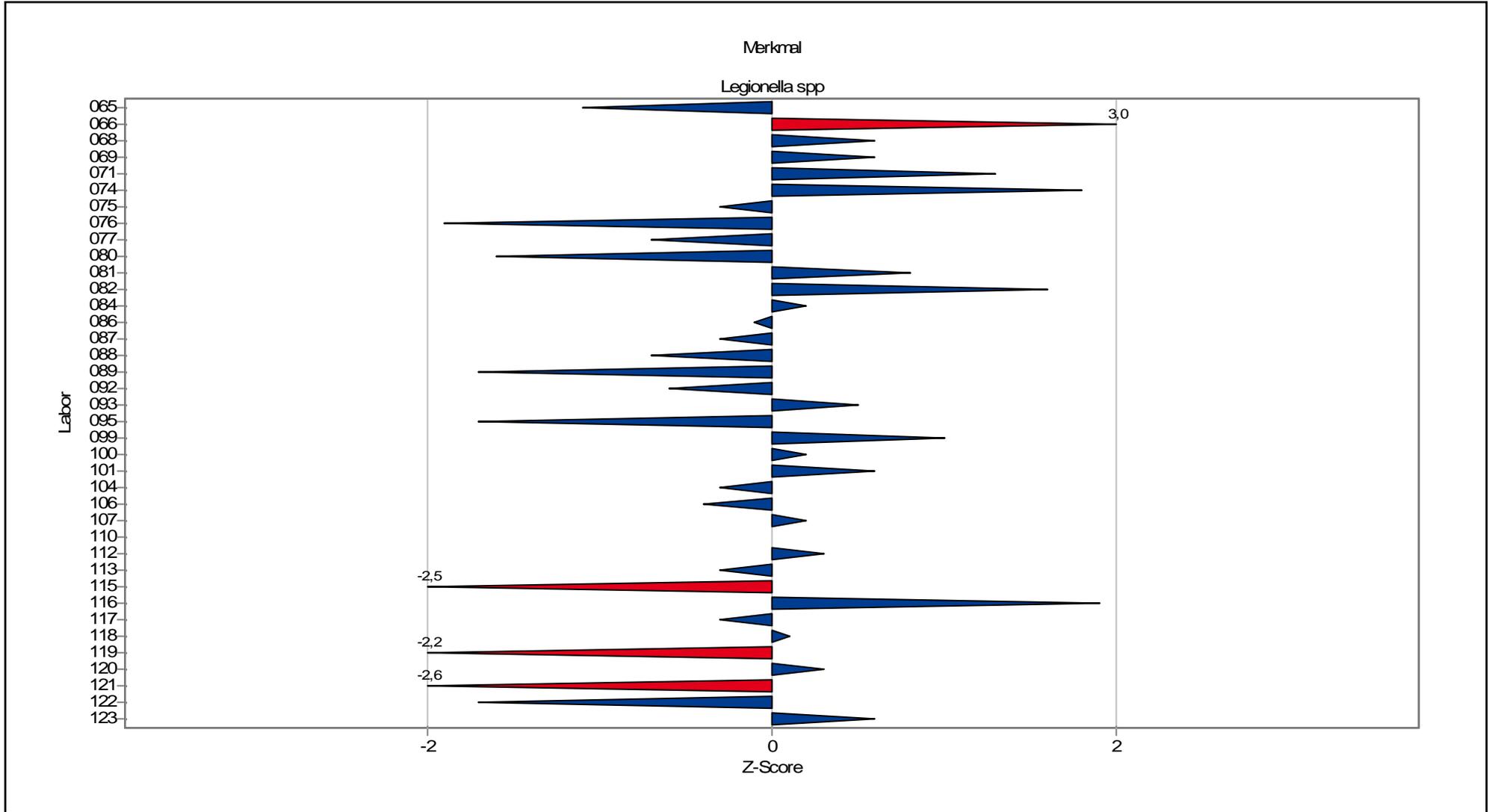
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



Übersicht Z-Scores

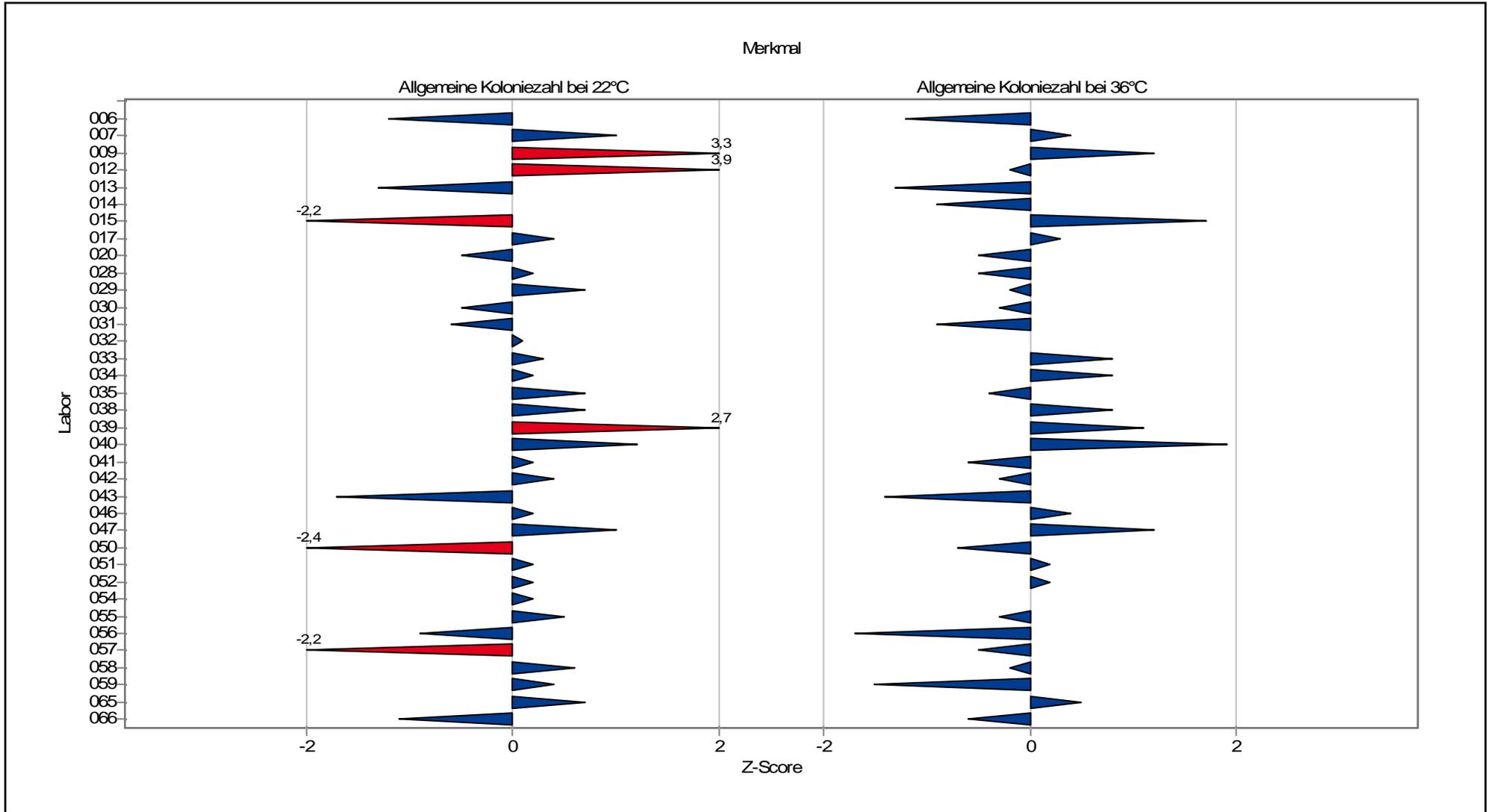
Probe: Probe 1



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Übersicht Z-Scores

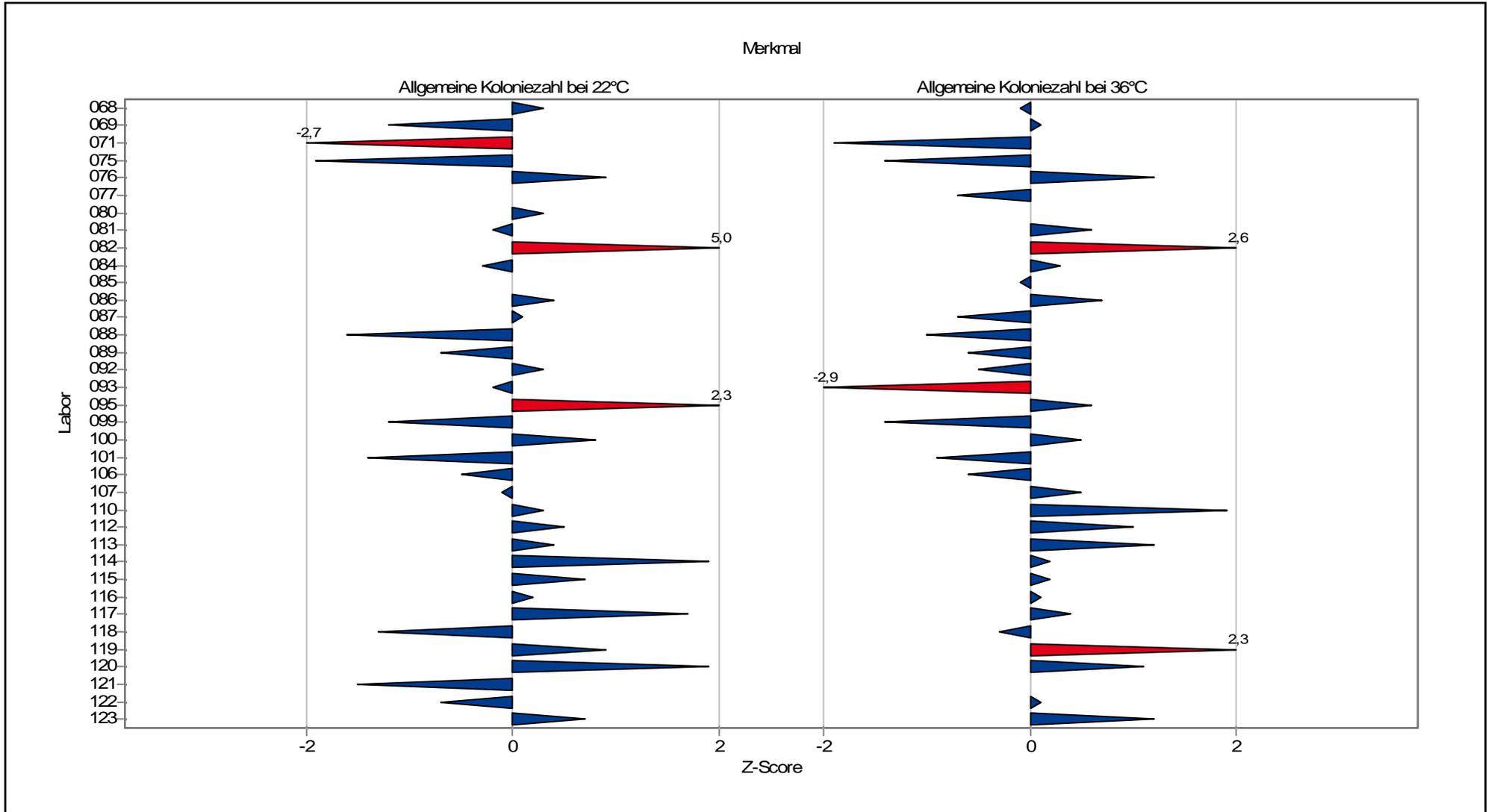
Probe: Probe 1



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



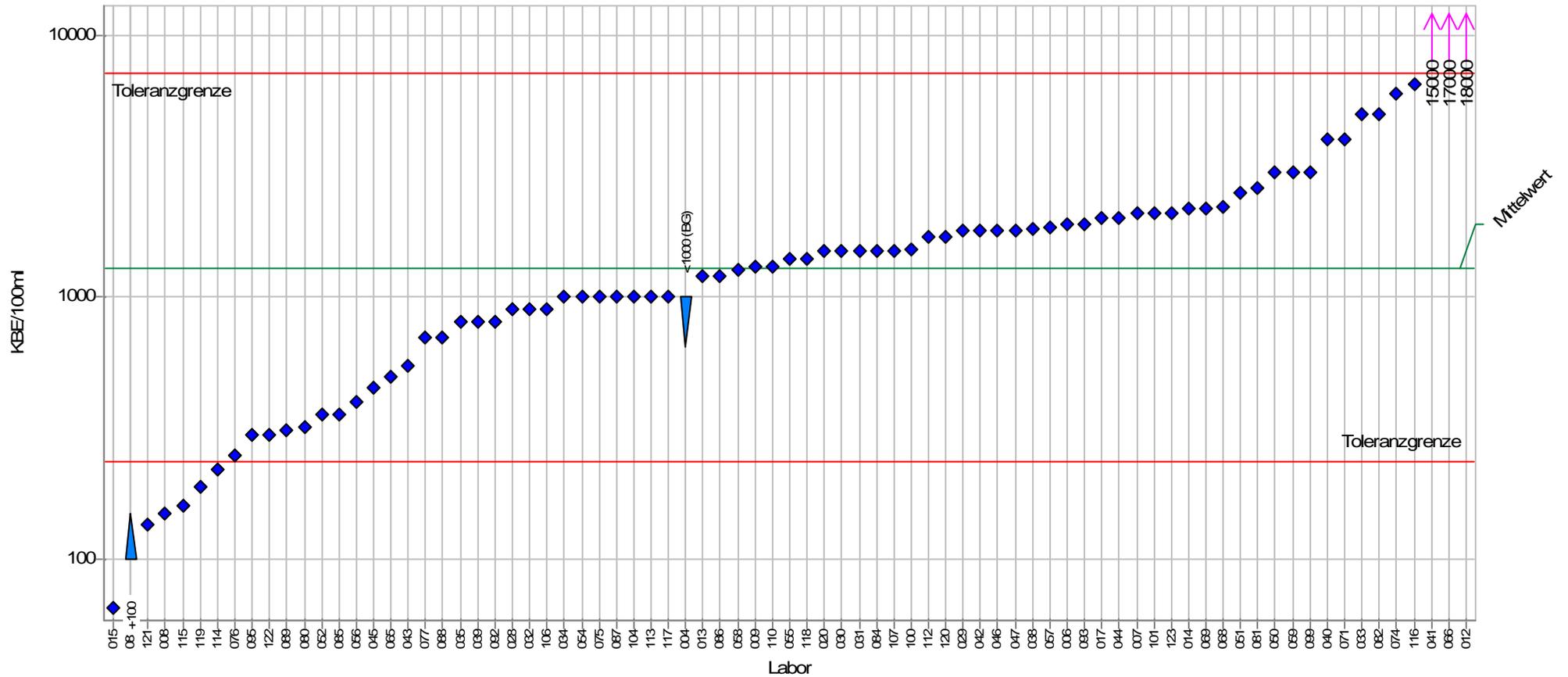
Probe 1

Einzeldarstellung (Diagramme und Tabellen)

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	1291 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	1101 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	1101 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung: 75		Rel. Soll-Stdabw.:	85,23%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	85,23%
		Toleranzbereich:	235 - 7100 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	1291 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	1101 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	1101 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung:	75	Rel. Soll-Stdabw.:	85,23%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	85,23%
		Toleranzbereich:	235 - 7100 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
004	<1000	
006	1900	0,5
007	2100	0,6
008	150	-2,5
009	1300	0,0
012	18000	3,1
013	1200	-0,1
014	2181	0,6
015	65	-3,5
017	2000	0,5
020	1500	0,2
026		
028	900	-0,4
029	1800	0,4
030	1500	0,2
031	1500	0,2
032	900	-0,4
033	5000	1,6
034	1000	-0,3
035	800	-0,6
038	1818	0,4
039	800	-0,6
040	4000	1,3
041	15000	2,9
042	1800	0,4
043	545	-1,0
044	2000	0,5
045	450	-1,2
046	1800	0,4
047	1800	0,4
049		
050	3000	1,0
051	2500	0,8
052	355	-1,5
054	1000	-0,3
055	1400	0,1
056	400	-1,4
057	1850	0,4
058	1272	0,0
059	3000	1,0
065	500	-1,1
066	17000	3,0
067		
068	2200	0,6
069	2182	0,6
071	4000	1,3
074	6000	1,8
075	1000	-0,3
076	250	-1,9
077	700	-0,7
080	320	-1,6
081	2600	0,8
082	5000	1,6



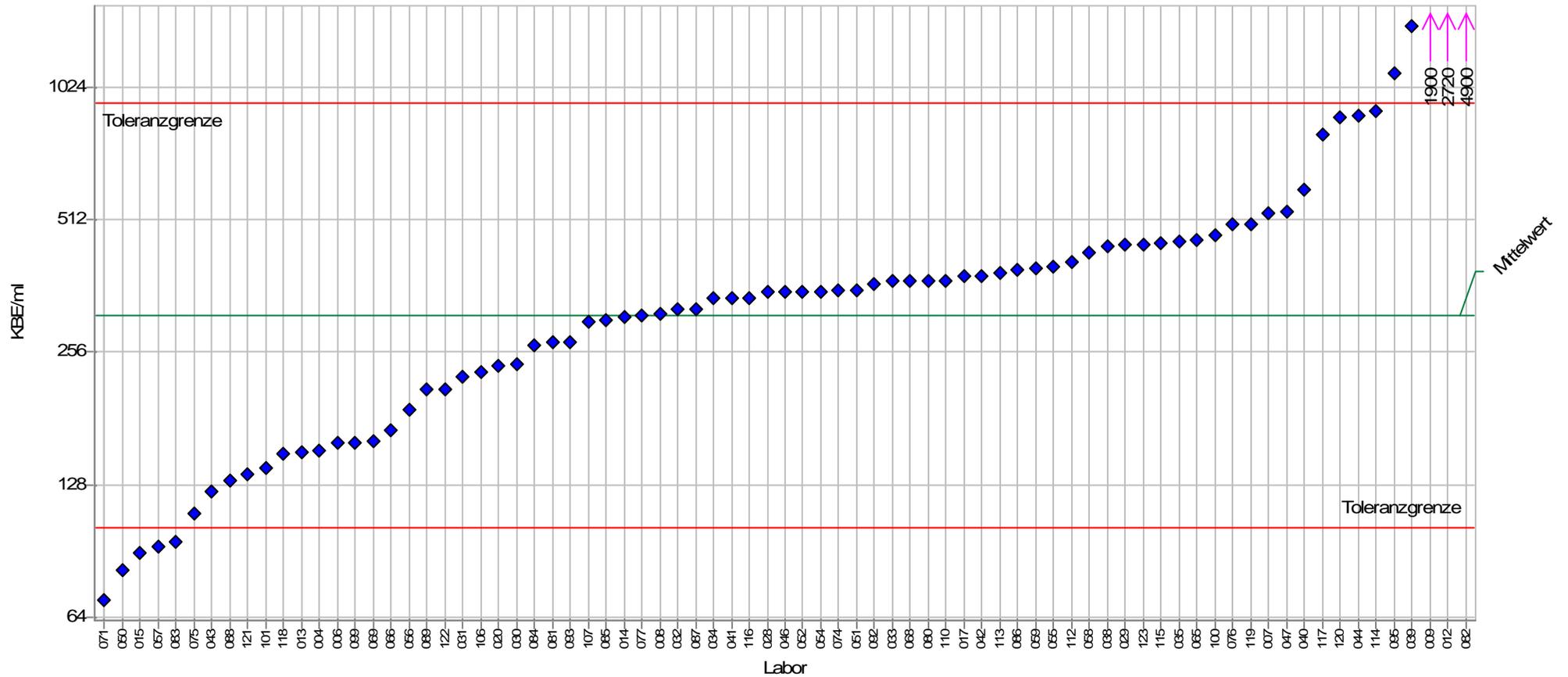
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

083	+100	
084	1500	0,2
085	355	
086	1200	-0,1
087	1000	-0,3
088	700	-0,7
089	310	-1,7
092	800	-0,6
093	1900	0,5
095	300	-1,7
099	3000	1,0
100	1530	0,2
101	2100	0,6
104	1000	-0,3
106	900	-0,4
107	1500	0,2
110	1300	0,0
112	1700	0,3
113	1000	-0,3
114	220	
115	160	-2,5
116	6500	1,9
117	1000	-0,3
118	1400	0,1
119	190	-2,2
120	1700	0,3
121	135	-2,6
122	300	-1,7
123	2100	0,6

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	310 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Soll-Stdabw.:	171 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	171 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung: 72		Rel. Soll-Stdabw.:	55,32%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	55,32%
		Toleranzbereich:	103 - 937 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	310 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Soll-Stdabw.:	171 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	171 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	72	Rel. Soll-Stdabw.:	55,32%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	55,32%
		Toleranzbereich:	103 - 937 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
004	153	
006	160	-1,2
007	530	1,0
008	313	
009	1900	3,3
012	2720	3,9
013	152	-1,3
014	308	0,0
015	90	-2,2
017	380	0,4
020	238	-0,5
026		
028	350	0,2
029	450	0,7
030	240	-0,5
031	225	-0,6
032	320	0,1
033	370	0,3
034	340	0,2
035	455	0,7
038	445	0,7
039	1400	2,7
040	600	1,2
041	340	0,2
042	380	0,4
043	124	-1,7
044	879	
046	350	0,2
047	535	1,0
049		
050	82	-2,4
051	354	0,2
052	350	0,2
054	350	0,2
055	400	0,5
056	190	-0,9
057	93	-2,2
058	430	0,6
059	396	0,4
065	460	0,7
066	170	-1,1
067		
068	370	0,3
069	161	-1,2
071	70	-2,7
074	353	
075	110	-1,9
076	500	0,9
077	310	0,0
080	370	0,3
081	270	-0,2
082	4900	5,0
083	95	

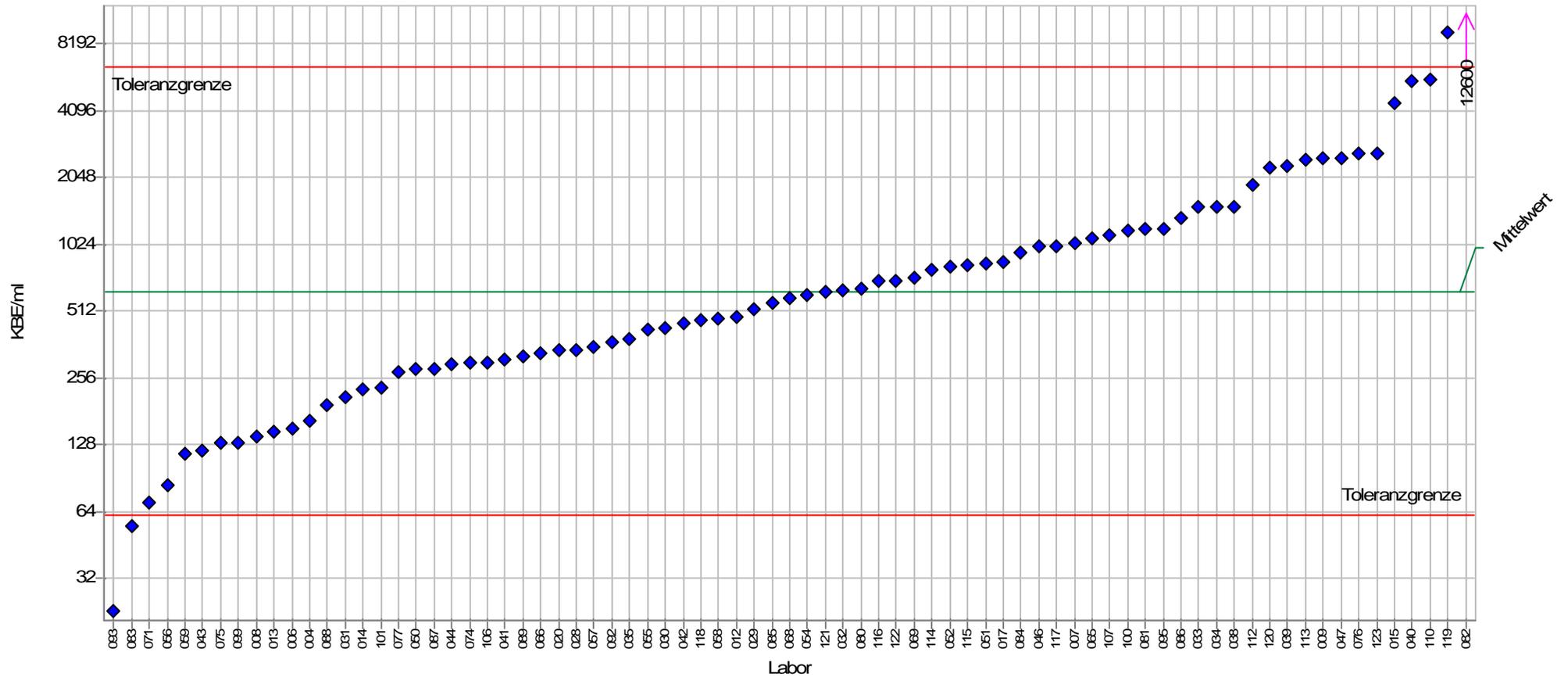
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

084	266	-0,3
085	303	0,0
086	395	0,4
087	320	0,1
088	131	-1,6
089	210	-0,7
092	364	0,3
093	270	-0,2
095	1100	2,3
099	160	-1,2
100	470	0,8
101	140	-1,4
106	230	-0,5
107	300	-0,1
110	370	0,3
112	410	0,5
113	386	0,4
114	900	1,9
115	453	0,7
116	340	0,2
117	800	1,7
118	151	-1,3
119	500	0,9
120	870	1,9
121	135	-1,5
122	210	-0,7
123	450	0,7

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	627 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Soll-Stdabw.:	727 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	727 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung: 72		Rel. Soll-Stdabw.:	115,90%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	115,90%
		Toleranzbereich:	62 - 6372 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	627 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Soll-Stdabw.:	727 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	727 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	72	Rel. Soll-Stdabw.:	115,90%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	115,90%
		Toleranzbereich:	62 - 6372 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
004	164	
006	150	-1,2
007	1040	0,4
008	140	
009	2500	1,2
012	480	-0,2
013	147	-1,3
014	226	-0,9
015	4400	1,7
017	850	0,3
020	340	-0,5
026		
028	340	-0,5
029	520	-0,2
030	430	-0,3
031	210	-0,9
032	630	0,0
033	1500	0,8
034	1500	0,8
035	381	-0,4
038	1506	0,8
039	2300	1,1
040	5500	1,9
041	310	-0,6
042	450	-0,3
043	120	-1,4
044	297	
046	1000	0,4
047	2500	1,2
049		
050	280	-0,7
051	830	0,2
052	810	0,2
054	600	0,0
055	420	-0,3
056	84	-1,7
057	350	-0,5
058	470	-0,2
059	116	-1,5
065	1090	0,5
066	330	-0,6
067		
068	580	-0,1
069	725	0,1
071	70	-1,9
074	298	
075	130	-1,4
076	2600	1,2
077	270	-0,7
080	640	0,0
081	1200	0,6
082	12600	2,6
083	55	



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

084	932	0,3
085	555	-0,1
086	1340	0,7
087	280	-0,7
088	194	-1,0
089	320	-0,6
092	371	-0,5
093	23	-2,9
095	1200	0,6
099	130	-1,4
100	1170	0,5
101	230	-0,9
106	300	-0,6
107	1120	0,5
110	5600	1,9
112	1900	1,0
113	2440	1,2
114	790	0,2
115	820	0,2
116	700	0,1
117	1000	0,4
118	466	-0,3
119	9200	2,3
120	2250	1,1
121	627	0,0
122	700	0,1
123	2600	1,2

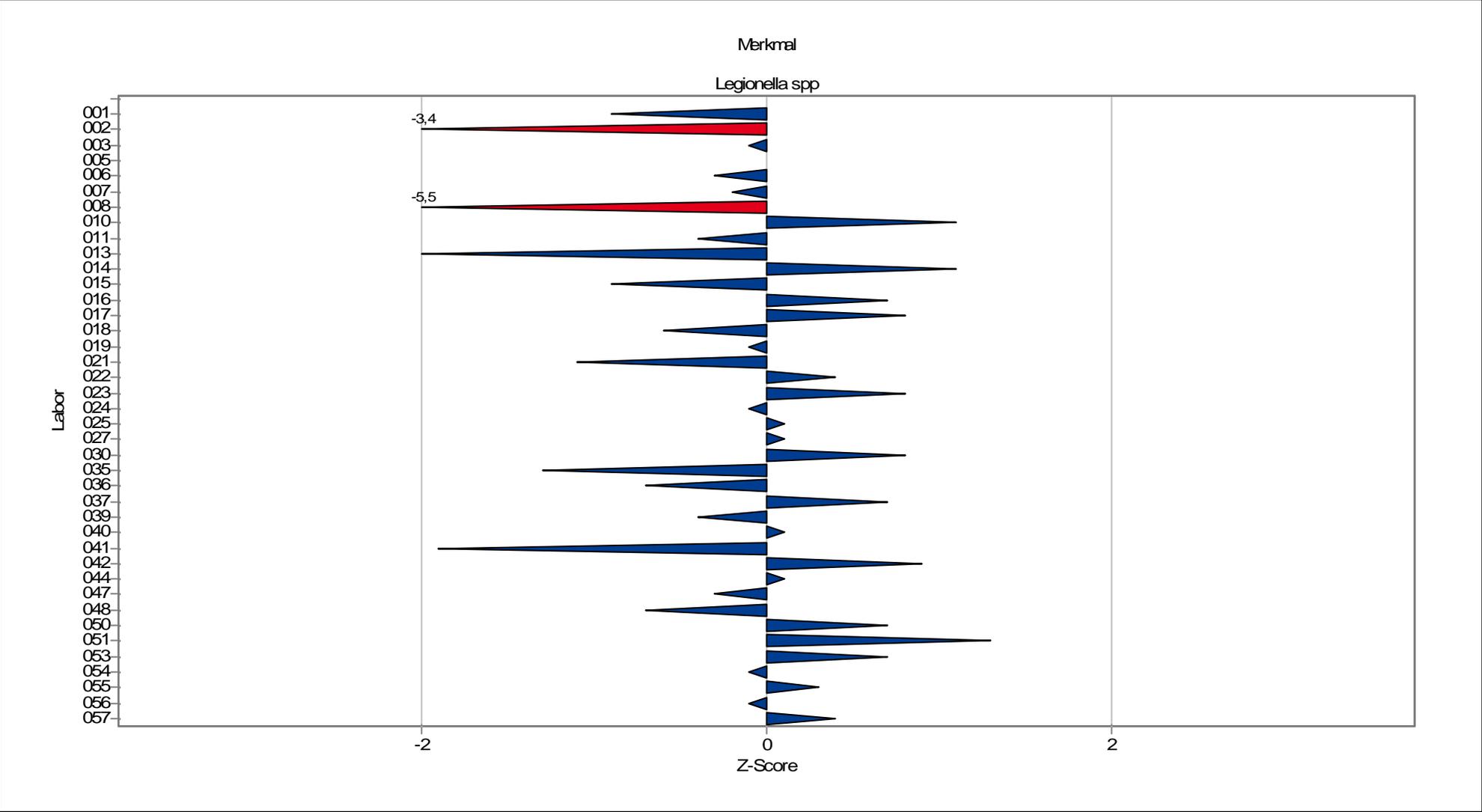
Probe 2

Z-Score Übersicht

(Probe 2)

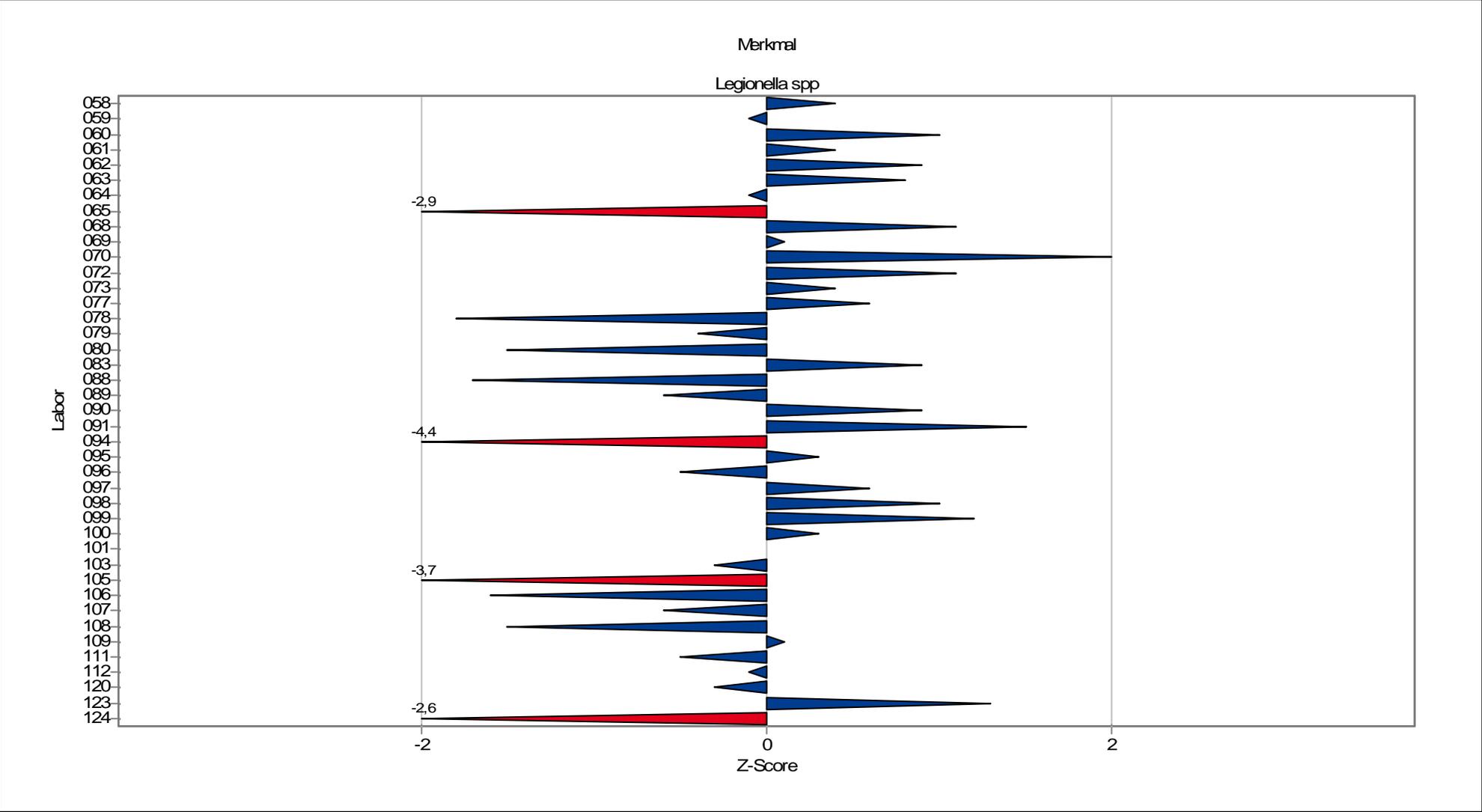
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



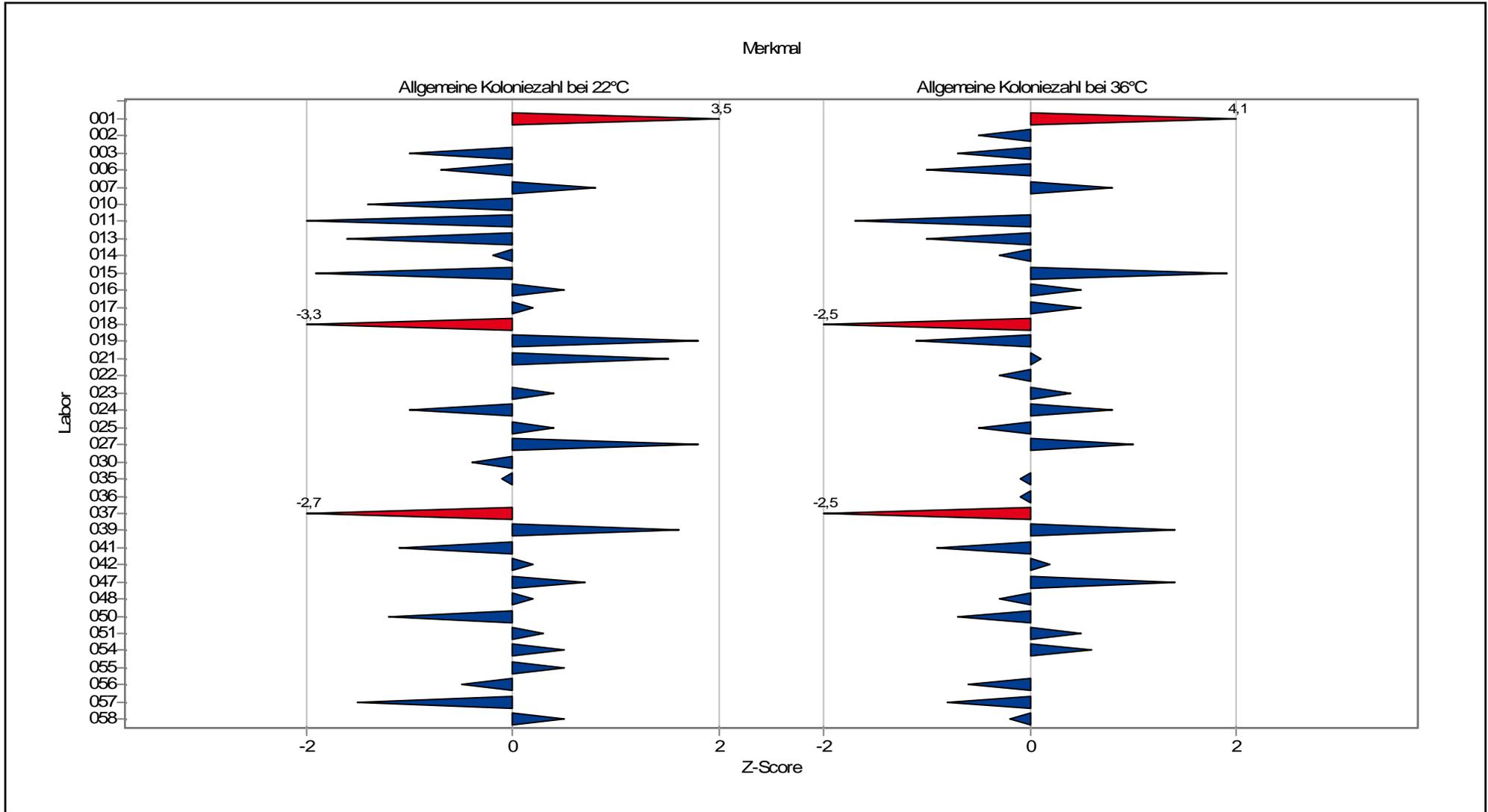
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



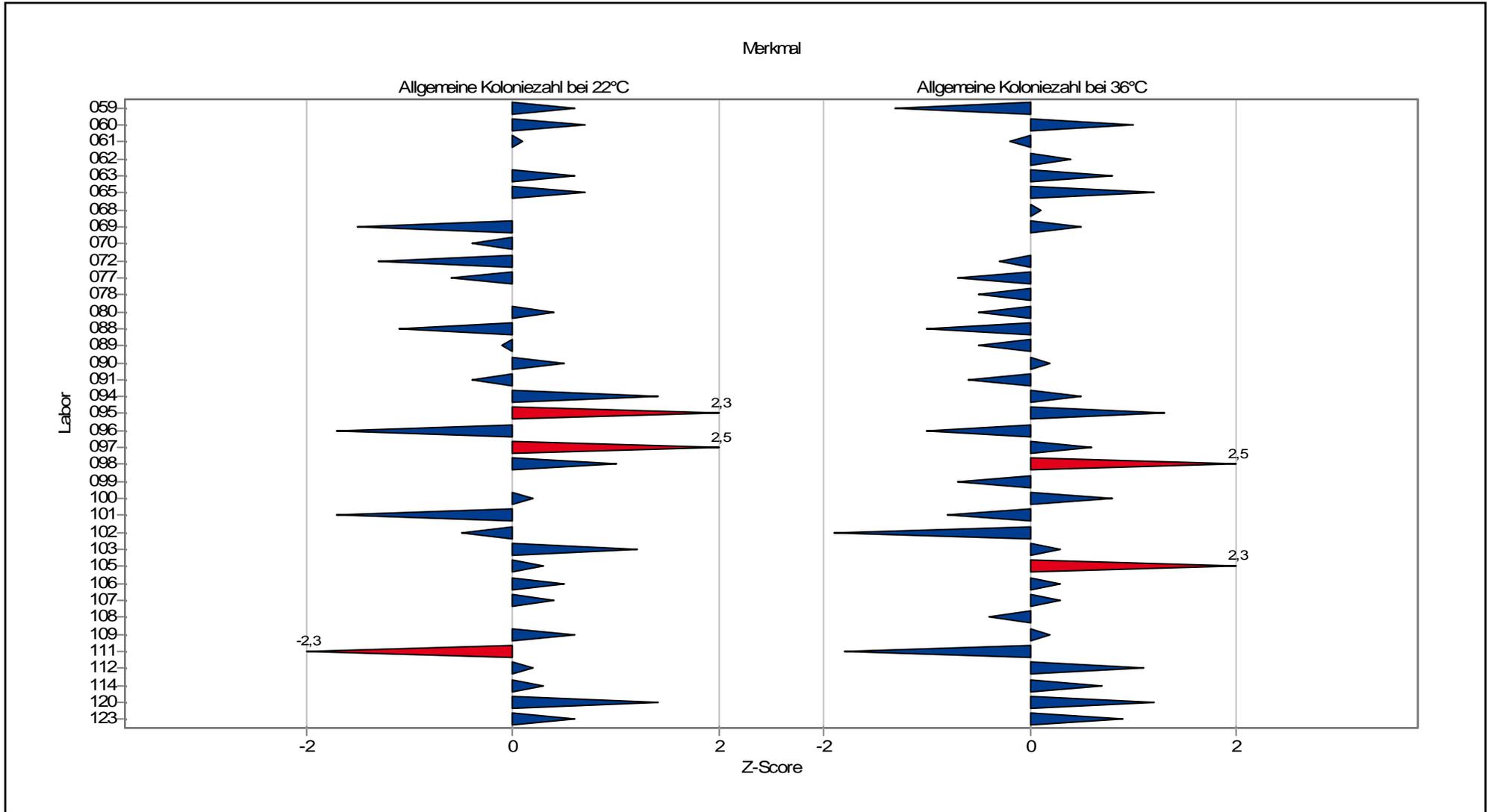
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



Probe 2

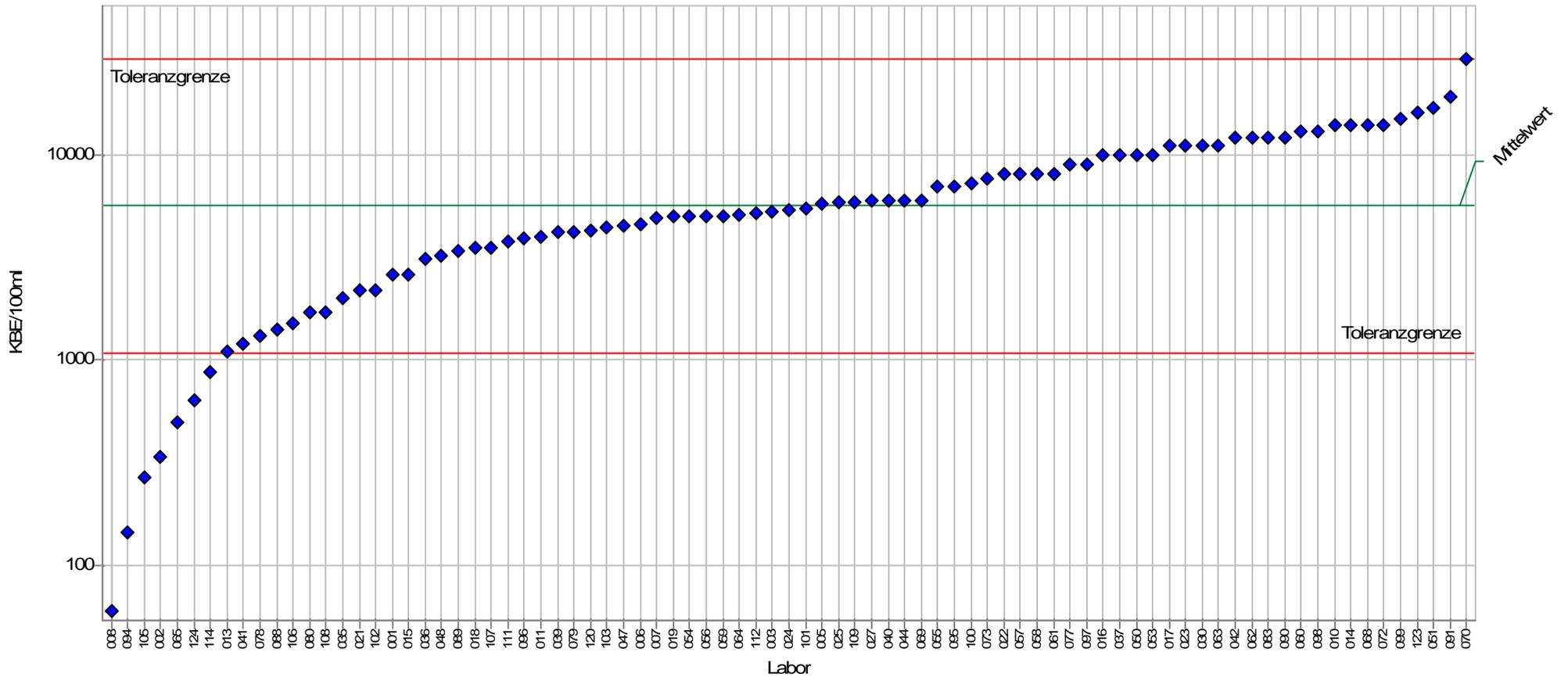
Einzeldarstellung (Diagramme und Tabellen)

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Einzeldarstellung

Probe: Probe 2
Merkmal: Legionella spp
Methode: DIN 38402 A45 log
Anzahl Labore in Berechnung: 81

zugewiesener Wert: 5655 KBE/100ml
Soll-Stdabw.: 4658 KBE/100ml
Vergleich-Stdabw. (SR): 4658 KBE/100ml
Rel. Soll-Stdabw.: 82,37%
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 82,37%
Toleranzbereich: 1089 - 29369 KBE/100ml ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	zugewiesener Wert:	5655 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	4658 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	4658 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung:	81	Rel. Soll-Stdabw.:	82,37%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	82,37%
		Toleranzbereich:	1089 - 29369 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	2600	-0,9
002	340	-3,4
003	5300	-0,1
005	5800	0,0
006	4600	-0,3
007	4900	-0,2
008	60	-5,5
010	14000	1,1
011	4000	-0,4
013	1100	-2,0
014	14000	1,1
015	2600	-0,9
016	10000	0,7
017	11000	0,8
018	3500	-0,6
019	5000	-0,1
021	2200	-1,1
022	8000	0,4
023	11000	0,8
024	5400	-0,1
025	5900	0,1
026		
027	6000	0,1
030	11000	0,8
035	2000	-1,3
036	3100	-0,7
037	10000	0,7
039	4200	-0,4
040	6000	0,1
041	1200	-1,9
042	12000	0,9
044	6000	0,1
047	4500	-0,3
048	3200	-0,7
050	10000	0,7
051	17000	1,3
053	10000	0,7
054	5000	-0,1
055	7000	0,3
056	5000	-0,1
057	8000	0,4
058	8000	0,4
059	5000	-0,1
060	13000	1,0
061	8000	0,4
062	12000	0,9
063	11000	0,8
064	5100	-0,1
065	500	-2,9
068	14000	1,1
069	6000	0,1
070	29000	2,0
072	14000	1,1



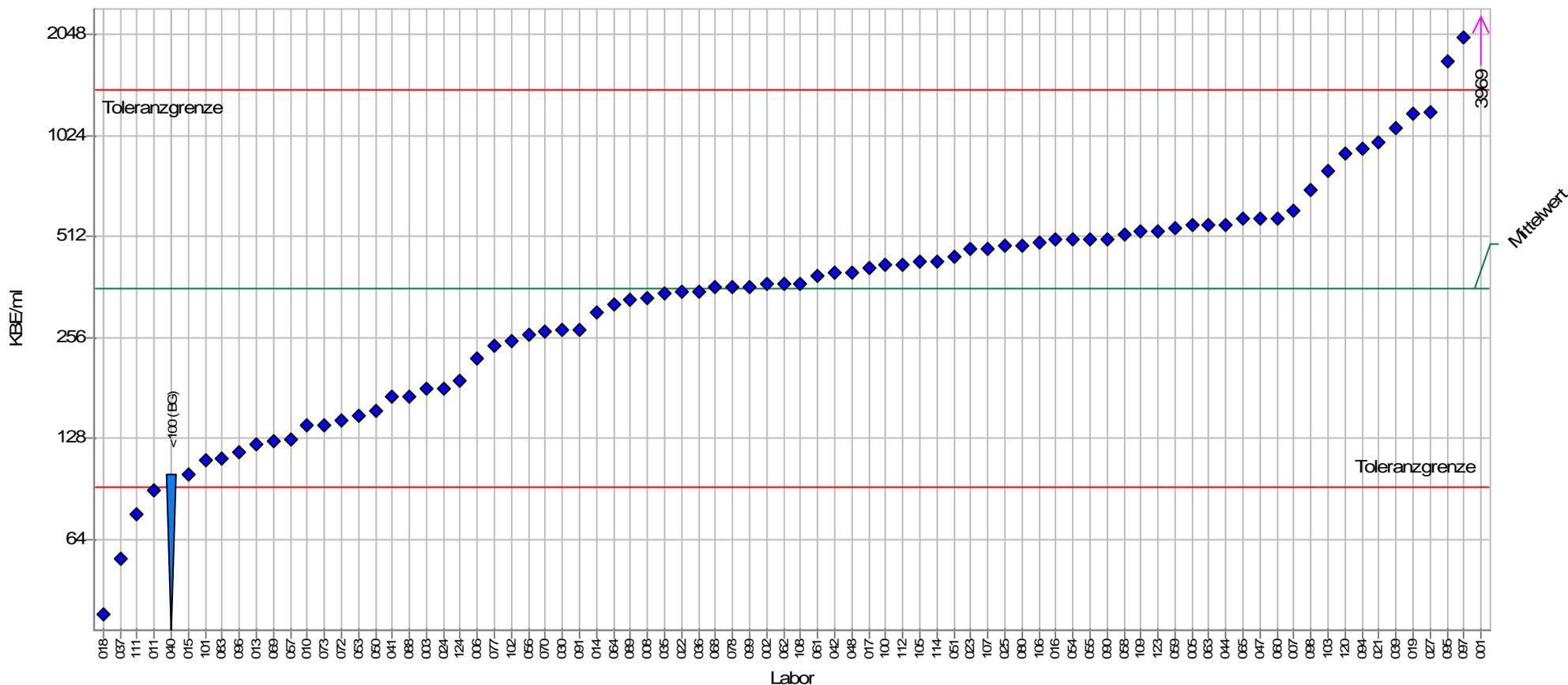
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

073	7700	0,4
077	9000	0,6
078	1300	-1,8
079	4200	-0,4
080	1700	-1,5
083	12000	0,9
088	1400	-1,7
089	3400	-0,6
090	12000	0,9
091	19000	1,5
094	145	-4,4
095	7000	0,3
096	3900	-0,5
097	9000	0,6
098	13000	1,0
099	15000	1,2
100	7230	0,3
101	5500	0,0
102	2200	
103	4455	-0,3
105	270	-3,7
106	1500	-1,6
107	3500	-0,6
108	1700	-1,5
109	5900	0,1
111	3800	-0,5
112	5200	-0,1
114	875	
120	4300	-0,3
123	16000	1,3
124	640	-2,6

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 2	zugewiesener Wert:	358 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Soll-Stdabw.:	244 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	244 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung: 73		Rel. Soll-Stdabw.:	68,12%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	68,12%
		Toleranzbereich:	92 - 1399 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	zugewiesener Wert:	358 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Soll-Stdabw.:	244 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	244 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	73	Rel. Soll-Stdabw.:	68,12%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	68,12%
		Toleranzbereich:	92 - 1399 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	3969	3,5
002	370	0,0
003	179	-1,0
005	550	
006	220	-0,7
007	610	0,8
008	336	
010	140	-1,4
011	89	-2,0
013	122	-1,6
014	305	-0,2
015	100	-1,9
016	500	0,5
017	410	0,2
018	38	-3,3
019	1190	1,8
021	980	1,5
022	350	0,0
023	470	0,4
024	180	-1,0
025	480	0,4
026		
027	1200	1,8
030	270	-0,4
035	345	-0,1
036	350	0,0
037	56	-2,7
039	1080	1,6
040	<100	
041	170	-1,1
042	400	0,2
044	552	
047	580	0,7
048	400	0,2
050	154	-1,2
051	444	0,3
053	150	
054	500	0,5
055	500	0,5
056	260	-0,5
057	127	-1,5
058	520	0,5
059	543	0,6
060	580	0,7
061	390	0,1
062	370	0,0
063	550	0,6
064	320	
065	575	0,7
068	360	0,0
069	125	-1,5
070	267	-0,4
072	144	-1,3



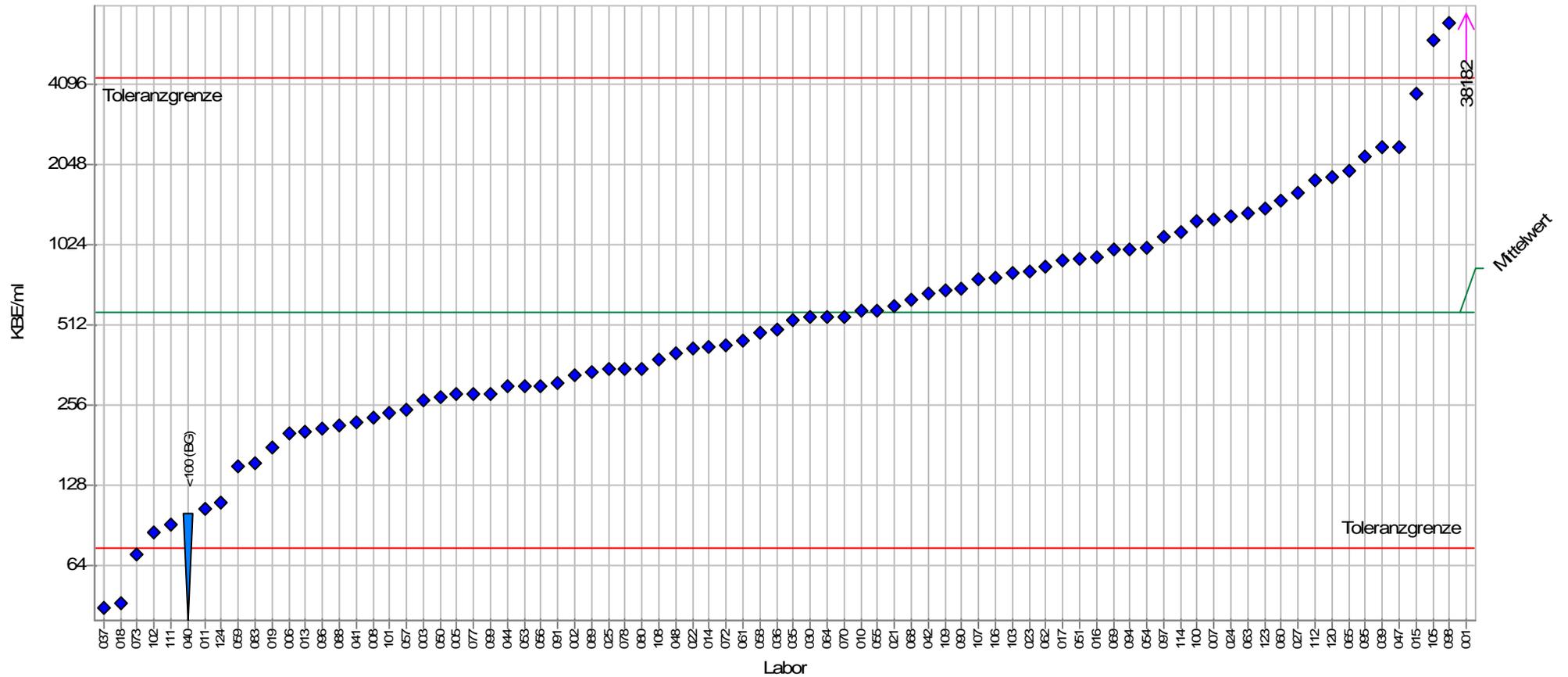
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

073	140	
077	241	-0,6
078	360	0,0
080	480	0,4
083	111	
088	171	-1,1
089	330	-0,1
090	500	0,5
091	270	-0,4
094	933	1,4
095	1700	2,3
096	116	-1,7
097	2000	2,5
098	700	1,0
099	360	0,0
100	420	0,2
101	110	-1,7
102	250	-0,5
103	800	1,2
105	430	0,3
106	490	0,5
107	470	0,4
108	370	0,0
109	530	0,6
111	76	-2,3
112	420	0,2
114	430	0,3
120	900	1,4
123	530	0,6
124	190	

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 2	zugewiesener Wert:	569 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Soll-Stdabw.:	579 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	579 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung: 73		Rel. Soll-Stdabw.:	101,72%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	101,72%
		Toleranzbereich:	74 - 4354 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	zugewiesener Wert:	569 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Soll-Stdabw.:	579 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	579 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	73	Rel. Soll-Stdabw.:	101,72%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	101,72%
		Toleranzbereich:	74 - 4354 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	38182	4,1
002	330	-0,5
003	267	-0,7
005	280	
006	200	-1,0
007	1270	0,8
008	229	
010	580	0,0
011	104	-1,7
013	203	-1,0
014	421	-0,3
015	3800	1,9
016	920	0,5
017	900	0,5
018	46	-2,5
019	178	-1,1
021	600	0,1
022	420	-0,3
023	820	0,4
024	1316	0,8
025	350	-0,5
026		
027	1600	1,0
030	550	0,0
035	536	-0,1
036	490	-0,1
037	44	-2,5
039	2400	1,4
040	<100	
041	220	-0,9
042	670	0,2
044	300	
047	2400	1,4
048	400	-0,3
050	274	-0,7
051	910	0,5
053	300	
054	1000	0,6
055	580	0,0
056	300	-0,6
057	247	-0,8
058	480	-0,2
059	151	-1,3
060	1500	1,0
061	450	-0,2
062	850	0,4
063	1341	0,8
064	550	
065	1960	1,2
068	640	0,1
069	985	0,5
070	552	0,0
072	427	-0,3



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

073	70	
077	280	-0,7
078	350	-0,5
080	350	-0,5
083	155	
088	214	-1,0
089	340	-0,5
090	700	0,2
091	310	-0,6
094	988	0,5
095	2200	1,3
096	210	-1,0
097	1100	0,6
098	7000	2,5
099	280	-0,7
100	1260	0,8
101	240	-0,8
102	85	-1,9
103	800	0,3
105	6000	2,3
106	770	0,3
107	760	0,3
108	380	-0,4
109	690	0,2
111	91	-1,8
112	1800	1,1
114	1150	0,7
120	1840	1,2
123	1400	0,9
124	110	

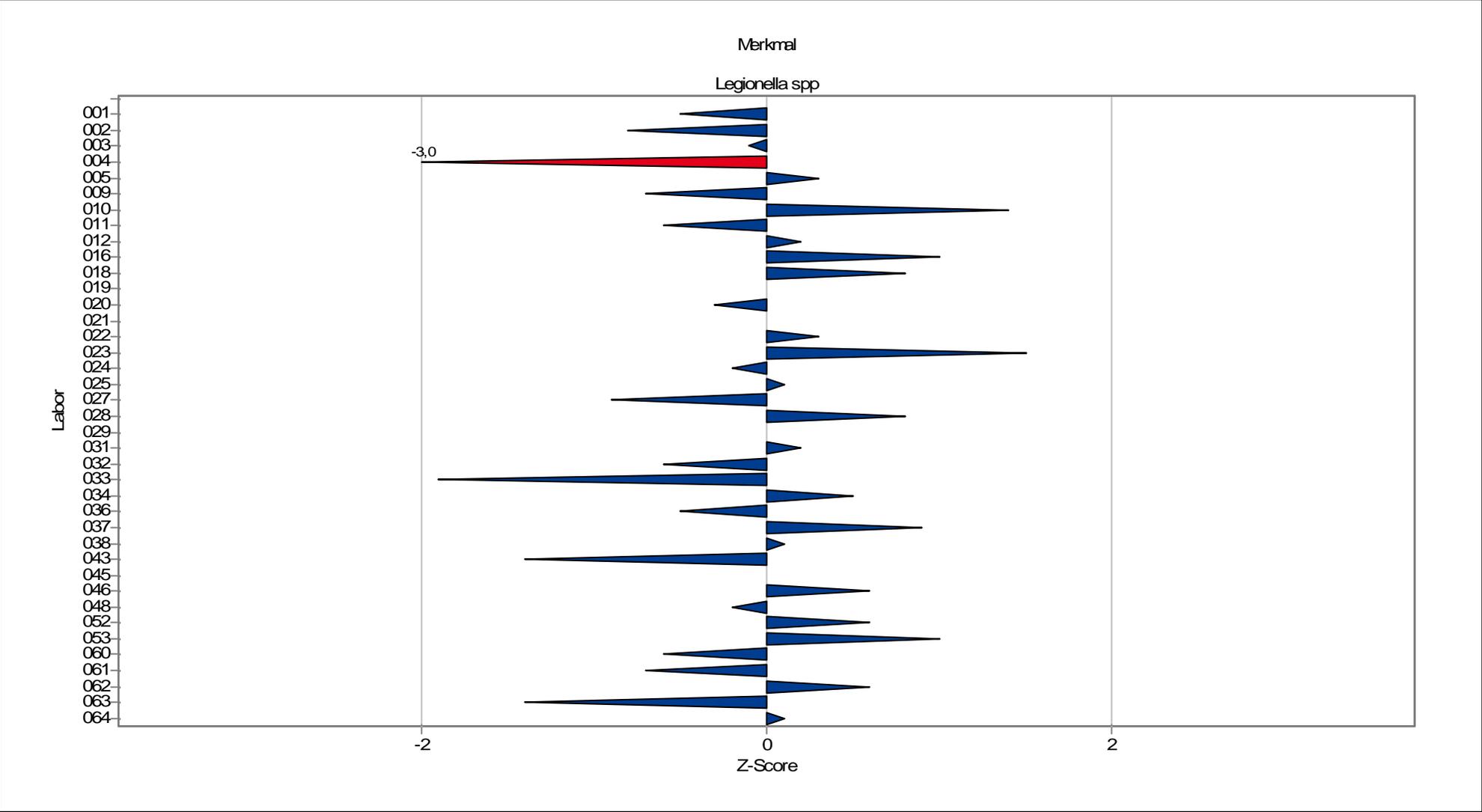
Probe 3

Z-Score Übersicht

(Probe 3)

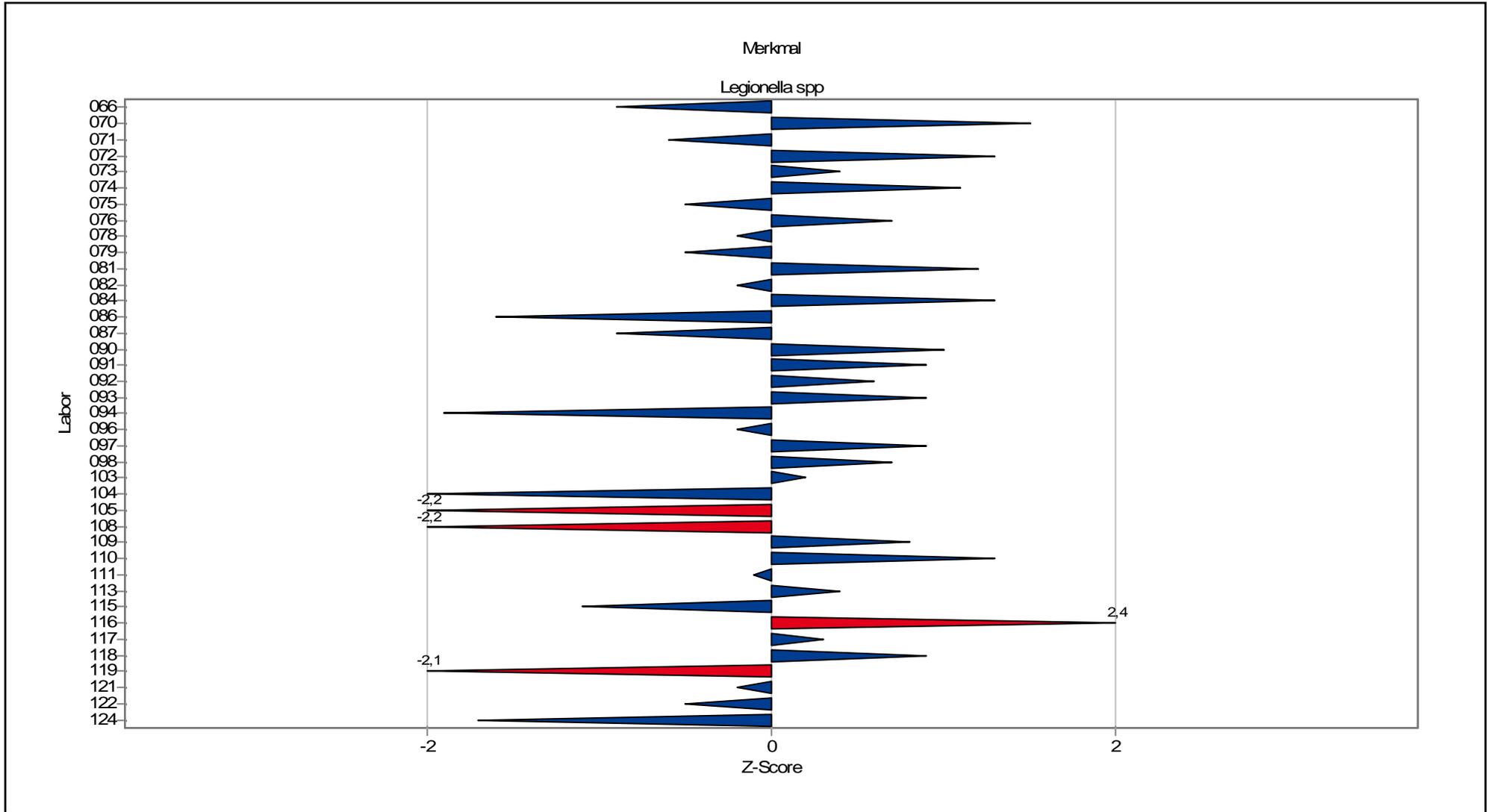
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



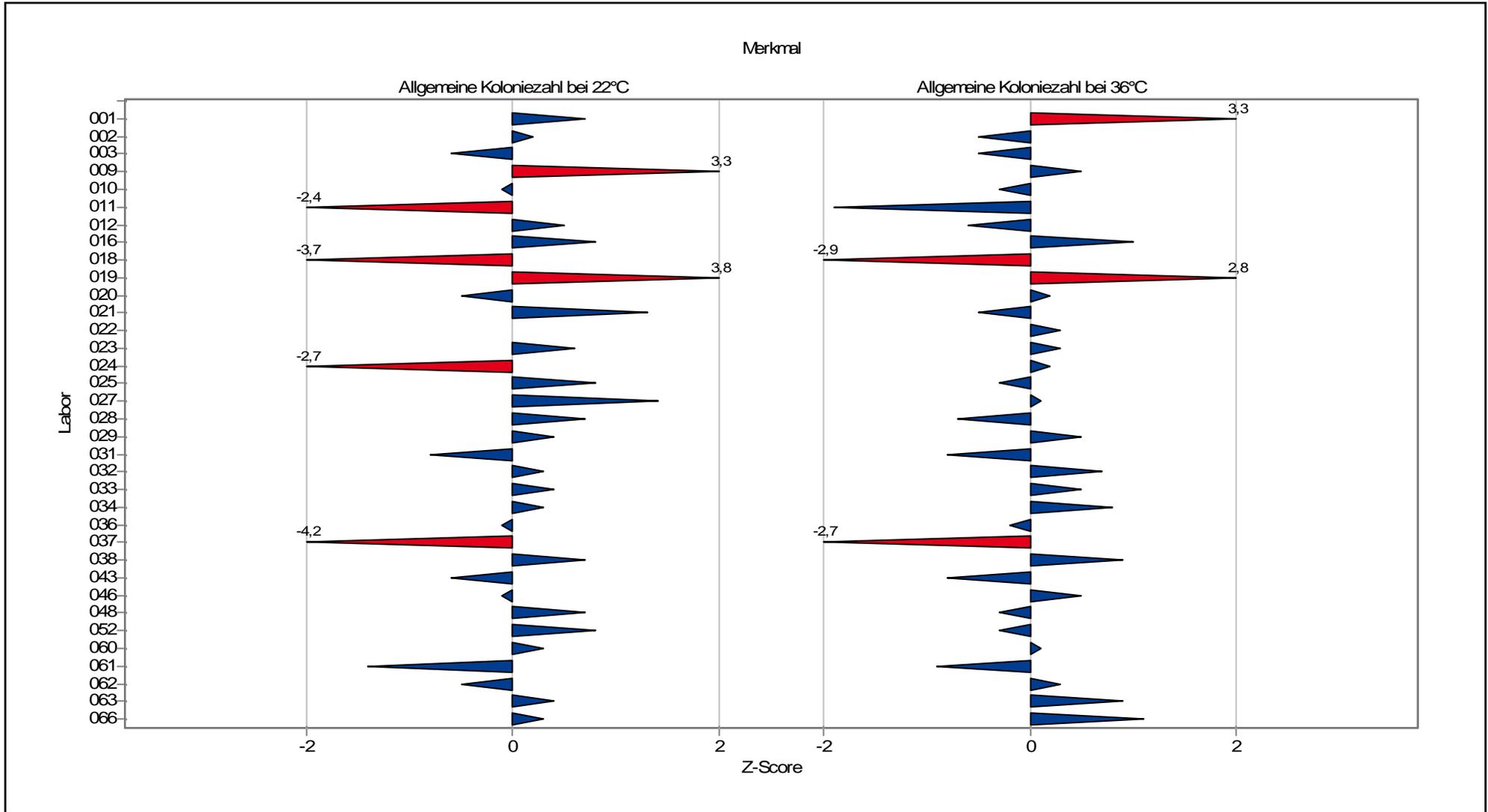
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



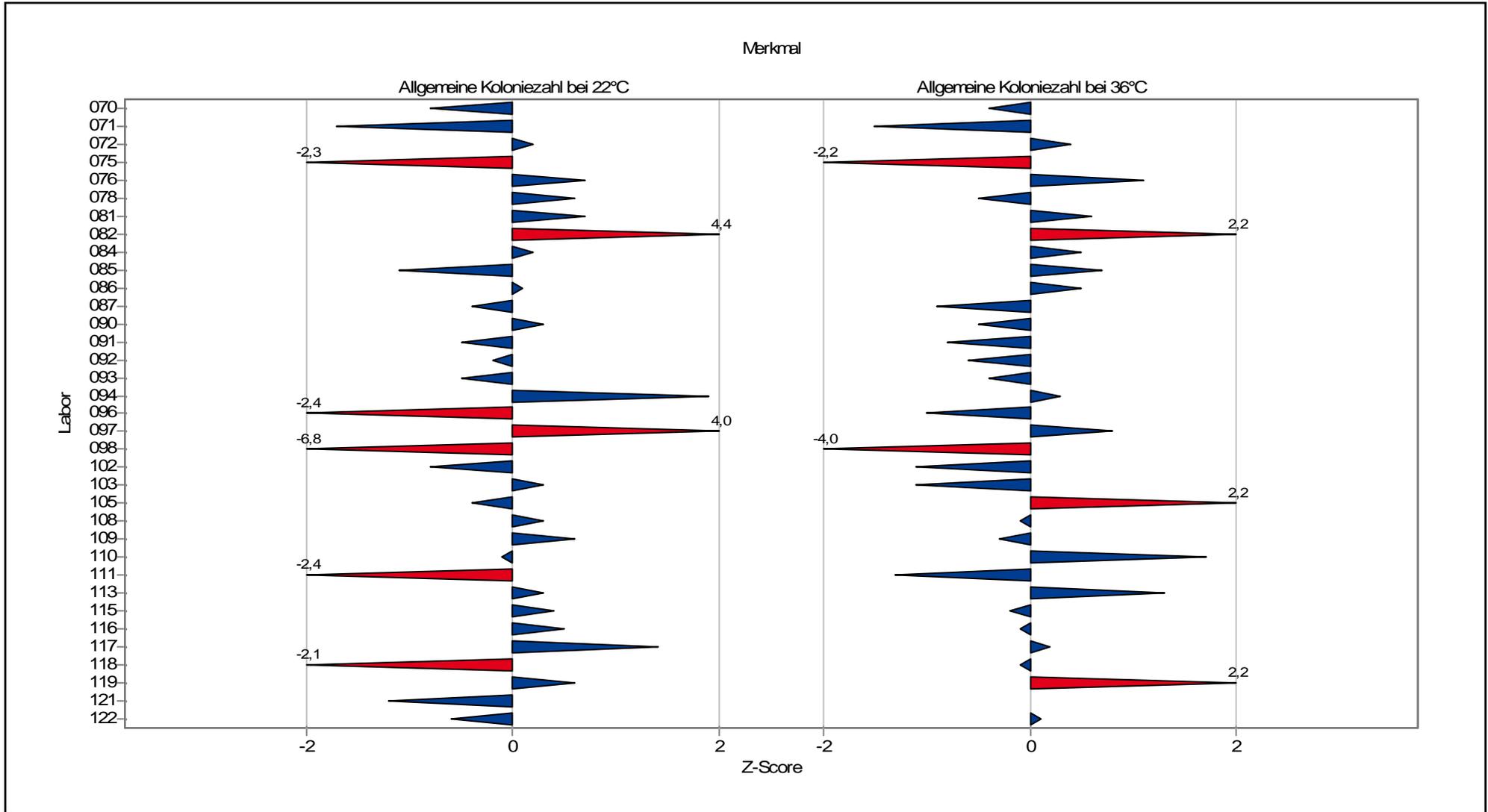
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



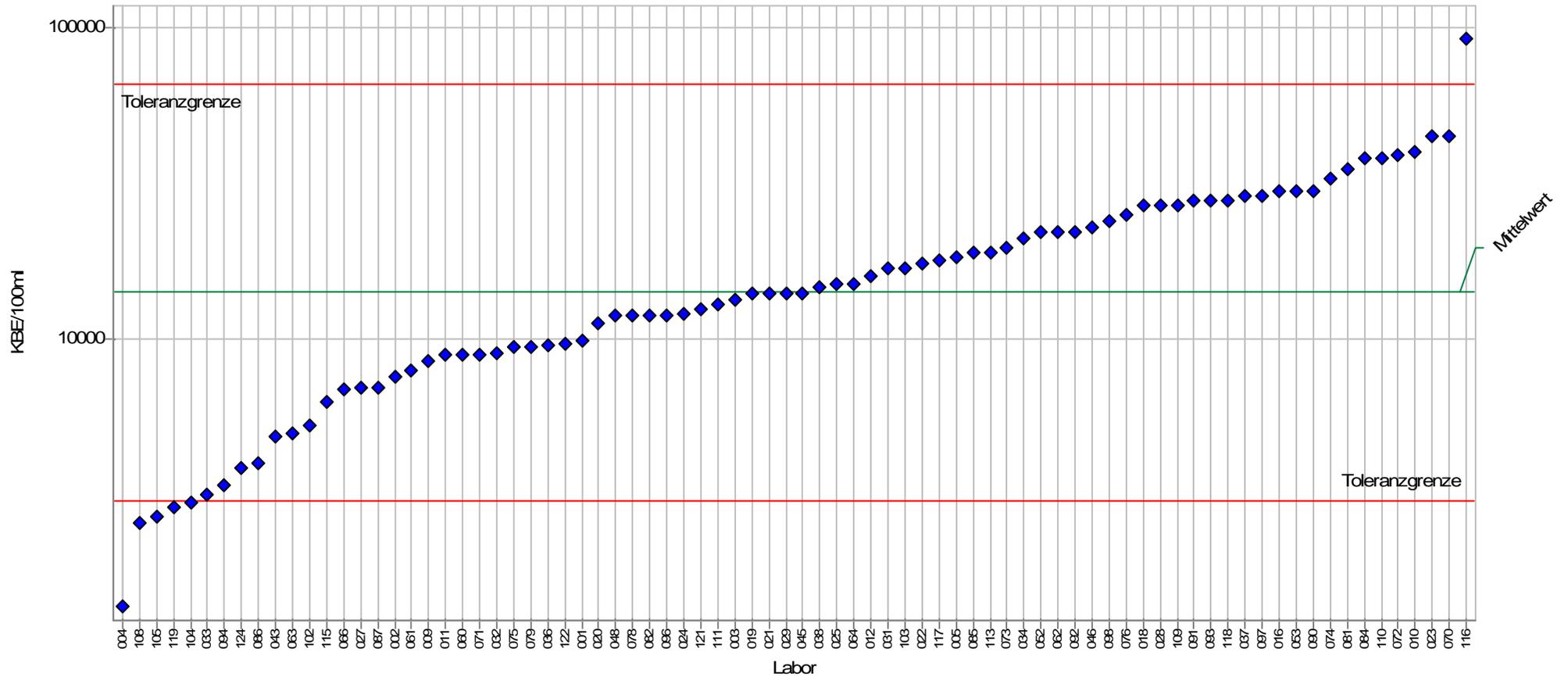
Probe 3

Einzeldarstellung (Diagramme und Tabellen)

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 3	zugewiesener Wert:	14161 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	10883 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	10883 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung: 78		Rel. Soll-Stdabw.:	76,85%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	76,85%
		Toleranzbereich:	3045 - 65864 KBE/100ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3	zugewiesener Wert:	14161 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	10883 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	10883 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung:	78	Rel. Soll-Stdabw.:	76,85%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	76,85%
		Toleranzbereich:	3045 - 65864 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	9900	-0,5
002	7600	-0,8
003	13500	-0,1
004	1400	-3,0
005	18400	0,3
009	8500	-0,7
010	40000	1,4
011	9000	-0,6
012	16000	0,2
016	30000	1,0
018	27000	0,8
019	14000	0,0
020	11300	-0,3
021	14000	0,0
022	17500	0,3
023	45000	1,5
024	12100	-0,2
025	15000	0,1
027	7000	-0,9
028	27000	0,8
029	14000	0,0
031	17000	0,2
032	9100	-0,6
033	3200	-1,9
034	21000	0,5
036	9600	-0,5
037	29000	0,9
038	14727	0,1
043	4909	-1,4
045	14000	0,0
046	23000	0,6
048	12000	-0,2
049		
052	22000	0,6
053	30000	1,0
060	9000	-0,6
061	8000	-0,7
062	22000	0,6
063	5000	-1,4
064	15000	0,1
066	6900	-0,9
067		
070	45000	1,5
071	9000	-0,6
072	39000	1,3
073	19800	0,4
074	33000	1,1
075	9500	-0,5
076	25000	0,7
078	12000	-0,2
079	9500	-0,5
081	35000	1,2
082	12000	-0,2



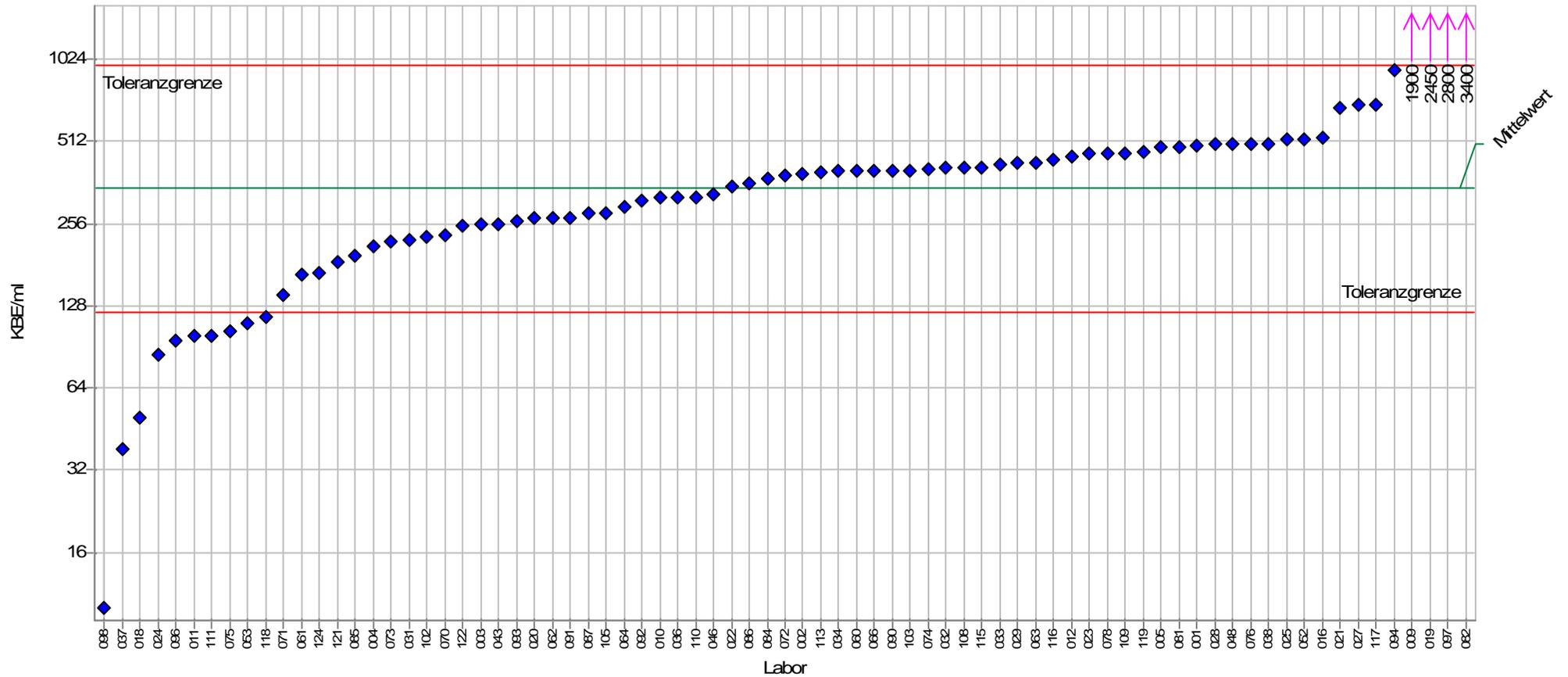
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

084	38000	1,3
085	19000	
086	4000	-1,6
087	7000	-0,9
090	30000	1,0
091	28000	0,9
092	22000	0,6
093	28000	0,9
094	3400	-1,9
096	12000	-0,2
097	29000	0,9
098	24000	0,7
102	5300	
103	17000	0,2
104	3000	-2,0
105	2700	-2,2
108	2600	-2,2
109	27000	0,8
110	38000	1,3
111	13000	-0,1
113	19000	0,4
115	6300	-1,1
116	92000	2,4
117	18000	0,3
118	28000	0,9
119	2900	-2,1
121	12500	-0,2
122	9727	-0,5
124	3900	-1,7

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 3	zugewiesener Wert:	344 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Soll-Stdabw.:	180 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	180 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung: 70		Rel. Soll-Stdabw.:	52,28%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	52,28%
		Toleranzbereich:	121 - 977 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3	zugewiesener Wert:	344 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Soll-Stdabw.:	180 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	180 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	70	Rel. Soll-Stdabw.:	52,28%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	52,28%
		Toleranzbereich:	121 - 977 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	492	0,7
002	390	0,2
003	254	-0,6
004	212	
005	490	
009	1900	3,3
010	320	-0,1
011	99	-2,4
012	450	0,5
016	530	0,8
018	50	-3,7
019	2450	3,8
020	269	-0,5
021	680	1,3
022	350	0,0
023	460	0,6
024	85	-2,7
025	520	0,8
027	700	1,4
028	500	0,7
029	425	0,4
031	223	-0,8
032	410	0,3
033	420	0,4
034	400	0,3
036	320	-0,1
037	38	-4,2
038	503	0,7
043	254	-0,6
046	330	-0,1
048	500	0,7
049		
052	520	0,8
053	110	
060	400	0,3
061	166	-1,4
062	270	-0,5
063	430	0,4
064	294	
066	400	0,3
067		
070	231	-0,8
071	140	-1,7
072	383	0,2
073	220	
074	406	
075	103	-2,3
076	500	0,7
078	460	0,6
081	490	0,7
082	3400	4,4
084	376	0,2
085	195	-1,1



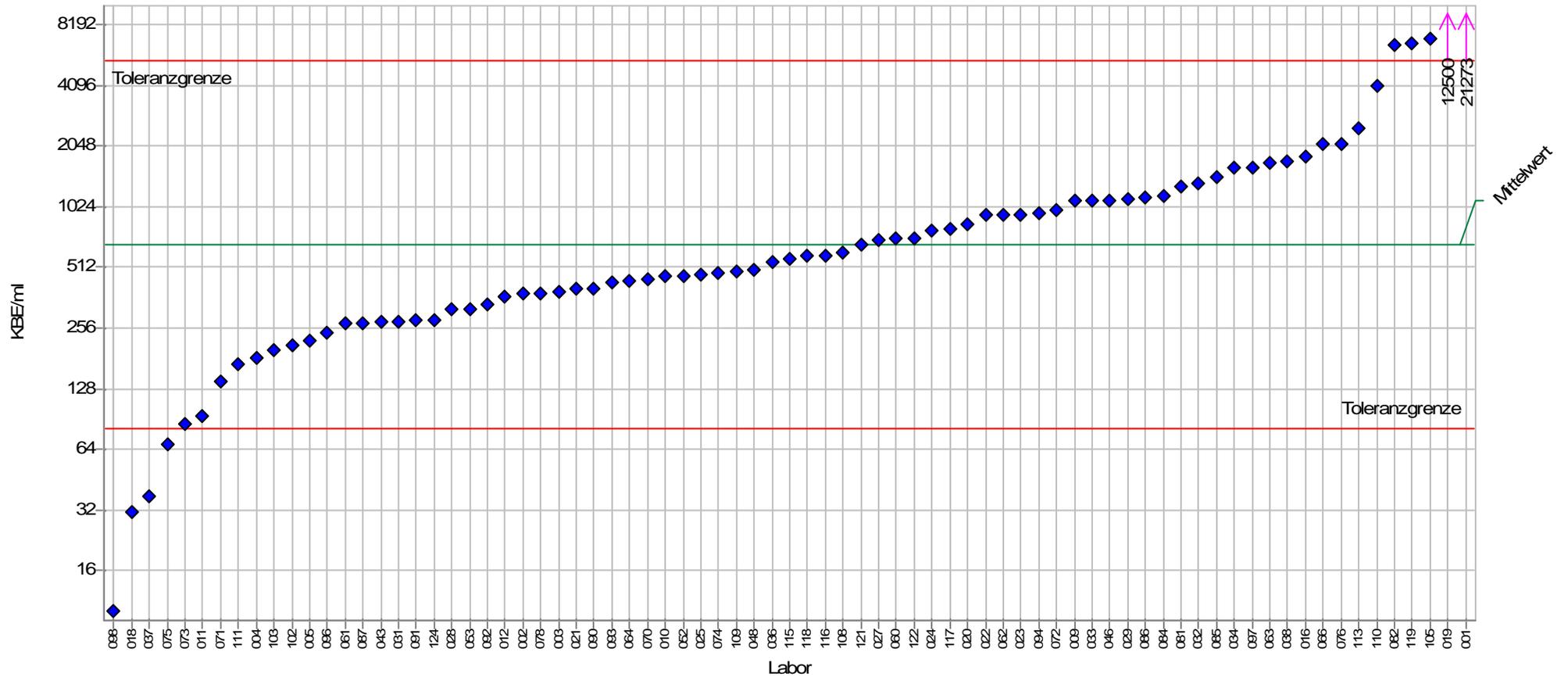
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

086	360	0,1
087	280	-0,4
090	400	0,3
091	270	-0,5
092	313	-0,2
093	260	-0,5
094	931	1,9
096	96	-2,4
097	2800	4,0
098	10	-6,8
102	230	-0,8
103	400	0,3
105	280	-0,4
108	410	0,3
109	460	0,6
110	320	-0,1
111	99	-2,4
113	394	0,3
115	413	0,4
116	440	0,5
117	700	1,4
118	117	-2,1
119	470	0,6
121	185	-1,2
122	250	-0,6
124	170	

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 3	zugewiesener Wert:	663 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Soll-Stdabw.:	699 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	699 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung: 70		Rel. Soll-Stdabw.:	105,35%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	105,35%
		Toleranzbereich:	81 - 5456 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3	zugewiesener Wert:	663 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Soll-Stdabw.:	699 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	699 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	70	Rel. Soll-Stdabw.:	105,35%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	105,35%
		Toleranzbereich:	81 - 5456 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	21273	3,3
002	380	-0,5
003	390	-0,5
004	181	
005	220	
009	1100	0,5
010	460	-0,3
011	93	-1,9
012	370	-0,6
016	1830	1,0
018	31	-2,9
019	12500	2,8
020	836	0,2
021	400	-0,5
022	930	0,3
023	940	0,3
024	780	0,2
025	470	-0,3
027	700	0,1
028	320	-0,7
029	1115	0,5
031	275	-0,8
032	1350	0,7
033	1100	0,5
034	1600	0,8
036	550	-0,2
037	37	-2,7
038	1737	0,9
043	274	-0,8
046	1100	0,5
048	500	-0,3
049		
052	460	-0,3
053	320	
060	720	0,1
061	270	-0,9
062	930	0,3
063	1682	0,9
064	440	
066	2100	1,1
067		
070	448	-0,4
071	140	-1,5
072	995	0,4
073	86	
074	482	
075	68	-2,2
076	2100	1,1
078	380	-0,5
081	1300	0,6
082	6500	2,2
084	1163	0,5
085	1450	0,7

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - Juni 2019

086	1150	0,5
087	270	-0,9
090	400	-0,5
091	280	-0,8
092	337	-0,6
093	430	-0,4
094	955	0,3
096	241	-1,0
097	1600	0,8
098	10	-4,0
102	210	-1,1
103	200	-1,1
105	7000	2,2
108	610	-0,1
109	490	-0,3
110	4100	1,7
111	170	-1,3
113	2520	1,3
115	563	-0,2
116	590	-0,1
117	800	0,2
118	585	-0,1
119	6700	2,2
121	666	0,0
122	720	0,1
124	280	