



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 und Auswertung:

Sibylle Fütterer
(Ringversuchskoordinatorin)
Tel.: 0211-1590 2333
sibylle.fuetterer@lanuv.nrw.de

Julia Hüshoff
Tel.: 0211-1590 2372
julia.hueshoff@lanuv.nrw.de

Fachliche Durchführung und Bewertung:

Dr. Susanne Grobe
Tel.: 0211-1590 2378
susanne.grobe@lanuv.nrw.de

Bernd Schwanke
Tel.: 0211-913829 61
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.....	6
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	Darstellung der Ergebnisse.....	17

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 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 dem vorliegenden Ringversuch 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, sogenannte Begleitflora). Die hierbei gesammelten fachlichen und organisatorischen Erfahrungen, auch bezüglich der Bewertungskriterien, werden bei zukünftigen mikrobiologischen Ringversuchen in belasteten Wässern 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
- Optional zu bearbeitender Parameter 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

Im November 2017 wurden die Rahmenbedingungen des Ringversuches auf der Internetseite des LANUV NRW veröffentlicht, wobei die Anmeldung bis Ende Dezember 2017 möglich war.

Der Probenversand erfolgte wie angekündigt am Montag, den 16.04.2018, per Expressversand mit garantierter Auslieferung bis Dienstag, den 17.04.2018 um 12:00 Uhr.

Die Abgabe der Ringversuchsergebnisse war auf Montag, den 07.05.2018, 24:00 Uhr festgelegt. Zur Einhaltung dieser Frist mussten die unterschriebenen Ergebnisformulare per Post oder Telefax, 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. Labore, die im Vorfeld – z. B. durch die Teilnahme am Ringversuch „*Legionella* spp. in Abwasser“ – im LANUV NRW bekannt waren, wurden schriftlich über die Durchführung des Ringversuchs in der Matrix Kühlwasser informiert.

Die Teilnehmer gaben bei der Anmeldung an, ob sie für das genannte Verfahren zur Legionellenbestimmung nach DIN EN ISO 17025 „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“ akkreditiert sind. Eine Angabe der akkreditierten Untersuchungsmatrix (z. B. Trinkwasser, Kühlwasser) wurde nicht eingefordert.

Darüber hinaus war zu bestätigen, dass ein Mitarbeiter des Teilnehmerlabors über die Erlaubnis zum Arbeiten mit Krankheitserregern nach § 44 Infektionsschutzgesetz (IfSG) verfügt.

Bis zum Ende der Anmeldefrist wurden 145 Interessenten aus dem gesamten Bundesgebiet und dem benachbarten Ausland registriert. Da die Laborkapazitäten des LANUV NRW für die Durchführung der mikrobiologischen Ringversuche derzeit auf maximal 120 Teilnehmer begrenzt sind, konnten nicht alle Anmeldungen berücksichtigt werden. Deshalb wird ein weiterer, identischer mikrobiologischer Ringversuch im August 2018 angeboten. Den Untersuchungsstellen, die für den Ringversuch im April nicht berücksichtigt werden konnten, wurde eine Teilnahme für den Augusttermin angeboten.

1.5 Probenversand

Alle Teilnehmer erhielten jeweils zwei von drei vorbereiteten Kühlwasserproben (Konzentrationsniveaus) zur Bestimmung von Legionellen und Koloniezahl (letzteres optional), sowie eine Wasserprobe in einem Referenzgefäß zur Temperaturkontrolle. Die Verteilung der Niveaus auf die Teilnehmer erfolgte zufällig.

Der Versand erfolgte per Express innerhalb von 24 Stunden mit einer speziellen Versandkühlbox, die eine Proben temperatur von 2 - 8 °C über den geplanten Transportzeitraum sicherstellte.

Einige stichprobenartig ausgewählten Pakete wurden mit Datenloggern zur Temperatureaufzeichnung 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 dargestellt. Die von den Teilnehmern bei Ankunft der Pakete gemessenen Wassertemperaturen im Referenzgefäß spiegelten i.d.R. die in der Abbildung dargestellten Werte wider und sind im Anhang detailliert zusammengefasst.

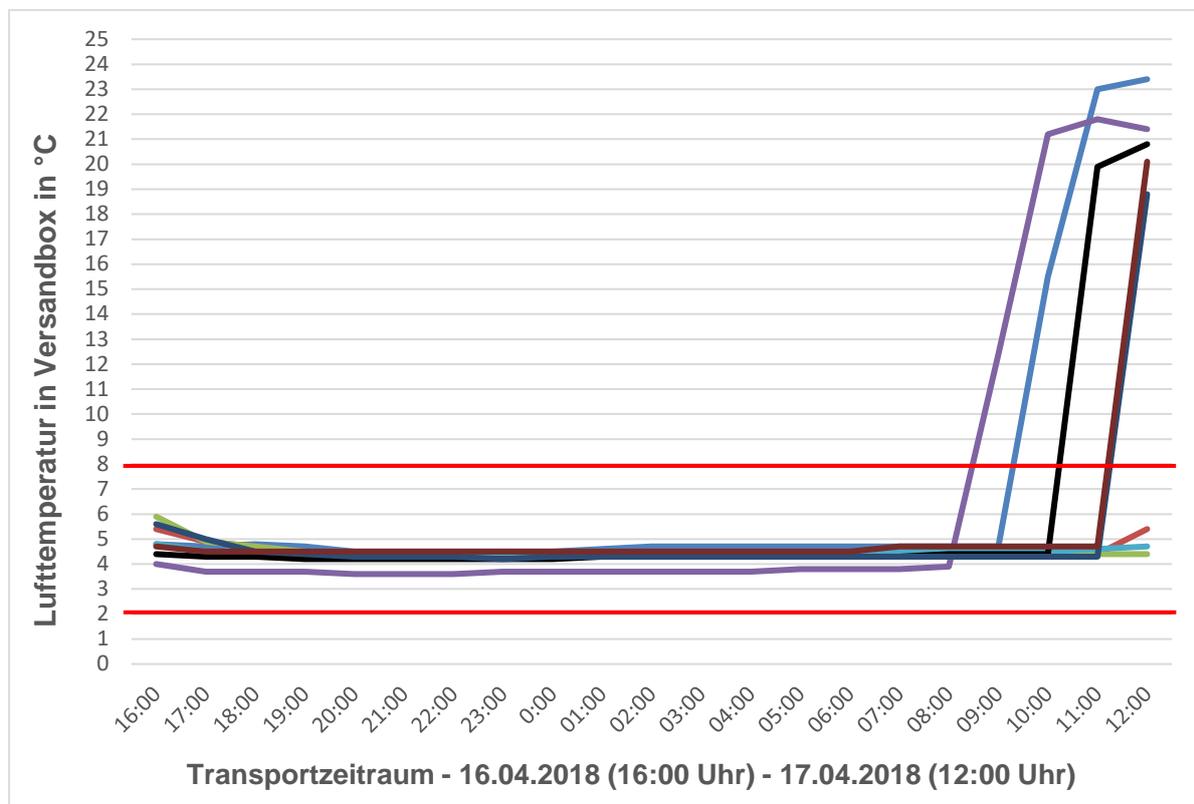


Abbildung 1: Verlauf der Temperatur in ausgewählten Versandpaketen während der Transportzeit

Von 114 angegebenen Wassertemperaturwerten lagen 96 % (N=109) im geplanten Temperaturbereich von 5 ± 3 °C. Fünf Laboratorien ermittelten Werte zwischen 9 °C und 11 °C. Vor dem Hintergrund der erhobenen Daten und unter Berücksichtigung der Auslieferungsmeldungen des Logistikunternehmens sind die erhöhten Wassertemperaturen mit einiger Wahrscheinlichkeit auf eine zeitlich versetzte Temperaturmessung in den betroffenen Laboren zurückzuführen.

Das gewählte Transportverfahren sicherte in mindestens 96 % der Fälle die Einhaltung des festgelegten Temperaturbereiches sowie in 100 % der Fälle eine Transportzeit ≤ 24 h.

1.6 Angabe der Ergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse waren pro Probe wie folgt anzugeben:

***Legionella* spp.**

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

Allgemeine Koloniezahl

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

Neben der Angabe der Endergebnisse 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 vorbereitet. Die zu erwartende Anzahl an Kolonien wurde für die zu bestimmenden Parameter so gewählt, dass nach den Vorgaben der DIN EN ISO 8199:2008 „Wasserbeschaffenheit - Allgemeine Anleitung zur Zählung von Mikroorganismen durch Kulturverfahren“ ein statistisch sicheres Ergebnis erwartet werden konnte. Bei allen drei zu untersuchenden Proben handelte es sich um native Kühlwasserproben, von denen zwei durch Verdünnen mit steriler Kühlwassermatrix hergestellt wurden.

Da es sich bei dem verwendeten nicht desinfiziertem Kühlwasser um eine natürliche Probenmatrix handelte, wurde im Vorfeld der Ringversuchsdurchführung die Tauglichkeit hinsichtlich statistisch sicherem Ergebnis sowie Stabilität der Probe geprüft und für geeignet befunden. Bei den in den Proben nachweisbaren Legionellen handelte es sich um *Legionella pneumophila* Serogruppe 1, *Legionella pneumophila* Serogruppe 2 – 14 sowie *Legionella non-pneumophila*.

Probe 1

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser verdünnt mit steriler Kühlwassermatrix
- Geplante Konzentrationsniveaus
Legionella spp. ca. 1×10^4 KBE/100 ml (technischer Maßnahmewertbereich)
Allgemeine Koloniezahl 22 °C und 36 °C ca. 10^2 bis 10^3 KBE/ml

Probe 2

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser
- Geplante Konzentrationsniveaus
Legionella spp. ca. 2×10^4 KBE/100 ml (technischer Maßnahmewertbereich)
Koloniezahl 22 °C und 36 °C ca. 10^2 bis 10^3 KBE/ml

Probe 3:

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser verdünnt mit steriler Kühlwassermatrix
- Geplante Konzentrationsniveaus
Legionella spp. ca. 5×10^3 KBE/100 ml (Prüfwertbereich)
Koloniezahl 22 °C und 36 °C ca. 10^2 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. Die Herstellung der verdünnten Proben 1 und 3 erfolgte nach Auswertung von Vorabkontrollen unter Beachtung der aus Vorversuchen abgeschätzten Wiederfindung der Legionellen. Die hergestellten Proben wurden 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 Analyseergebnisse von 10 nach Norm ISO 11731:2017 Hitze-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 Standardabweichungen der Homogenitätsproben wurden nach DIN EN ISO 13528:2018(E) „Anleitung zur Validierung von physikalisch-chemischen Analyseverfahren“ mit den Vergleichsstandard-abweichungen aus dem Ringversuch verglichen.

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

Die Bewertung der Stabilität der Proben erfolgte zusätzlich 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. Die Analytik für den Parameter „*Legionella* spp.“ erfolgte nach ISO 11731:2017 in Verbindung mit der „Empfehlung des Umweltbundesamtes zur Probenahme und zum Nachweis von Legionellen in Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern“ vom 02.06.2017. Die Messwerte bestätigten für alle drei Proben eine Stabilität über 3 Tage.

Die Analytik für den Parameter „Allgemeine Koloniezahl“ erfolgte nach DIN EN ISO 6222:1999. Hier zeigte sich zwei Tage nach Abfüllung (bei obengenannter Lagerung) eine Tendenz zu höheren Befunden. Eine daraufhin durchgeführte Betrachtung der Teilnehmerergebnisse im Zusammenhang mit dem angegebenen Analysebeginn bestätigte diesen Trend jedoch nicht. Eine grundsätzliche Instabilität der Proben konnte somit ausgeschlossen werden. Im Rahmen der Auswertung wurden daher alle Proben unabhängig vom Beginn der Analytik als stabil und somit vergleichbar betrachtet. Darüber hinaus sollten die Proben gemäß Rahmenbedingungen sofort nach Eingang im Labor bearbeitet werden. Dies ist insbesondere bei nativen Proben von Bedeutung.

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 nur die Ergebnisse ein, die nach den verpflichtend anzuwendenden Vorgaben ermittelt wurden. Mit den Vorzeichen „<“ oder „>“ angegebene Werte konnten bei der Berechnung ebenfalls 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.

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 der vorgegebenen Norm ermittelt wurden, gingen nicht in die Berechnung ein und wurden als nicht erfolgreich bewertet. Beim Parameter *Legionella* spp. wurden alle vorgelegten Ergebnisse akzeptiert. Bei der Bestimmung der allgemeinen Koloniezahl wurden auch von der Norm DIN EN ISO 6222:1999 abweichende Verfahren angewandt. Hier arbeiteten viele Labore methodisch nach dem in der Trinkwasserverordnung beschriebenen Verfahren. Diese Werte wurden für die statistische Berechnung nicht berücksichtigt.

Angaben, die keinen konkreten Zahlenbetrag enthielten, wie z. B. „<“ oder „>“ wurden aus der Berechnung und 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.

Wurde bei den Parametern „Allgemeine Koloniezahl bei 22 °C“ und „Allgemeine Koloniezahl bei 36 °C“ die vorgegebene Norm nicht angewandt, wird dies in den Tabellen durch das Fehlen der z-Scores ersichtlich, da diese Ergebnisse nicht in die Berechnung einfließen.

4.4 Zusammenfassung der Aus- und Bewertung

Am Ringversuch nahmen insgesamt 116 Untersuchungsstellen teil; ein Teilnehmer lieferte keine Ergebnisse. Für die Berechnung des Parameters „*Legionella* spp.“ wurden die Ergebnisse von 115 Untersuchungsstellen berücksichtigt. 109 Teilnehmer bestimmten die allgemeine Koloniezahl. Davon nutzten 36 Teilnehmer nicht das vorgeschriebene Verfahren nach DIN EN ISO 6222:1999 für die Analytik der Koloniezahl. Diese Ergebnisse wurden als „nicht erfolgreich“ bewertet.

Insgesamt ergeben sich die folgenden Ergebnisse:

- 95 von 115 Untersuchungsstellen bestimmten den Parameter „*Legionella* spp.“ in beiden Proben erfolgreich (83%).
- Für den Parameter „Allgemeine Koloniezahl bei 22 °C“ bestimmten 94 Untersuchungsstellen Werte innerhalb der berechneten Toleranzgrenzen (86%). Jedoch konnten hiervon aufgrund von Abweichungen vom vorgegebenen Verfahren nur die Werte von 66 Untersuchungsstellen als erfolgreich bewertet werden (61%).
- Für den Parameter „Allgemeine Koloniezahl bei 36 °C“ bestimmten 97 Untersuchungsstellen Werte innerhalb der berechneten Toleranzgrenzen (89%). Aufgrund von Abweichungen vom vorgegebenen Verfahren konnten hiervon nur die Werte von 66 Untersuchungsstellen als erfolgreich bewertet werden (61%).

Alle weiteren Ergebnisse sind den anliegenden Tabellen und Grafiken zu entnehmen.

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 diese mikrobiologische 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 nativen Kühlwasserproben deckten im Ringversuch drei verschiedene Legionellen-Konzentrationsniveaus zwischen ca. 5×10^3 – ca. 2×10^4 KBE/100 ml (Prüf- und Maßnahmenwertbereich) sowie für die allgemeine Koloniezahl Konzentrationsniveaus zwischen 10^2 bis 10^3 KBE/ml ab. Nachfolgend werden die von den Ringversuchsteilnehmern übersandten Daten und Informationen diskutiert.

Legionella spp. (ISO 11731:2017)

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

Die überwiegende Anzahl der Labore (93 – 97 %, bezogen auf die Proben 1-3) verwendete für die Berechnung und Angabe der Endergebnisse die Rohdaten aus den Oberflächenverfahren (Abb. 2, Direktansatz Hitze, Direktansatz Säure, Direktansatz unbehandelt).

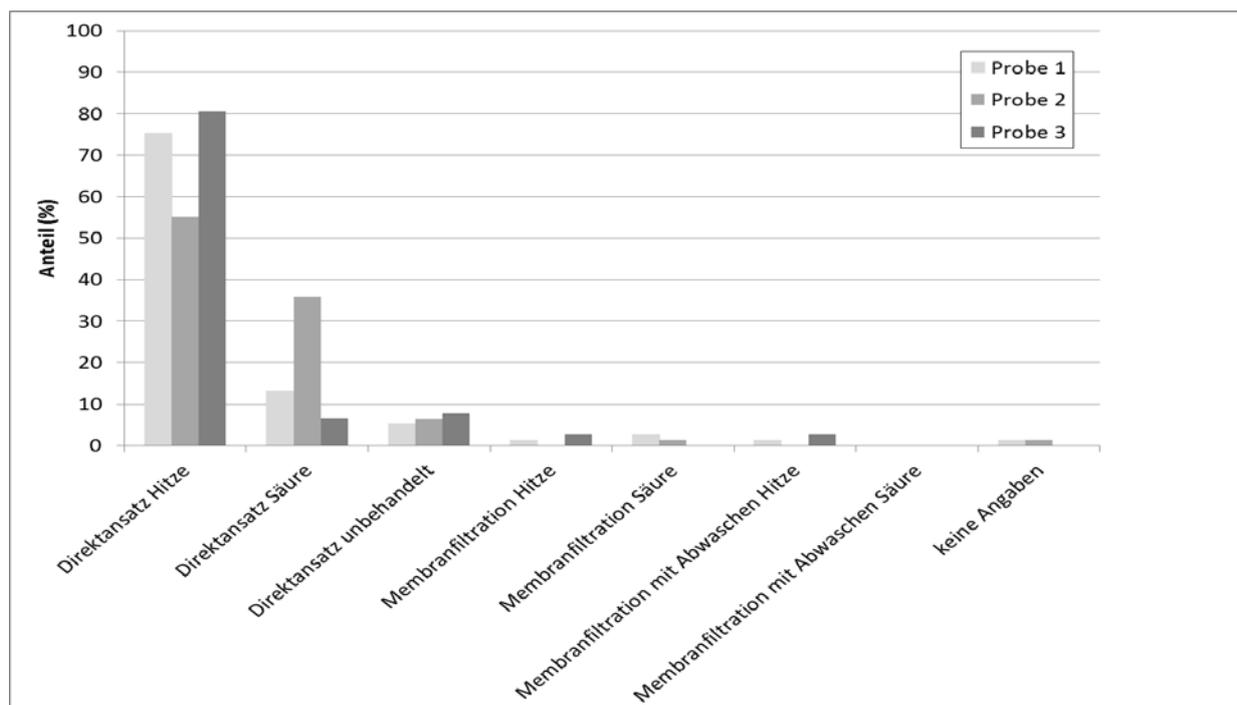


Abbildung 2: Verwendete Kombination aus Vorbehandlung und Verfahren zur Untersuchung auf Legionella spp.

Membranfiltrationsverfahren mit Auflegen des Membranfilters sowie Membranfiltrationsverfahren mit Abwaschen wurden nur vereinzelt durchgeführt und führten bis auf eine Ausnahme zu deutlich negativen z-Scores (Minderbefunden).

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

Als Vorbehandlungsmethode erwies sich für die Mehrzahl der Labore, bei Betrachtung aller drei Proben, die Hitzevorbehandlung mit 55 – 81 % und nachfolgend die Säurevorbehandlung mit 6 – 36 % als zielführend (Abb. 2). Das Datenkollektiv der Probe 2 enthielt genügend Werte aus Hitze- (N=42) und Säure-vorbehandelten Ansätzen (N=26), so dass eine separate statistische Auswertung nach Vorbehandlungsarten durchgeführt werden konnte. Auffällig waren die differierenden relativen Soll-Standardabweichungen (Hitze 35 %; Säure 47 %). Die deutlich größere Streuung des Datenkollektives „Säure“ weist auf ggf. erhöhte methodische Schwierigkeiten bei dieser Art der Vorbehandlung hin. Aufgrund der Erfahrungen aus dem vom LANUV durchgeführten BEW-Seminar zum Thema „Kultureller Legionellennachweis in Kühl-, Oberflächen- und Abwasser“ kann sich die genaue Einhaltung der Inkubationszeit der Säurevorbehandlung ($5 \pm 0,5$ min) im Routinelabor als organisatorisch schwierig erweisen. LANUV-interne Untersuchungen zeigten, dass bereits geringfügige Abweichungen von der Inkubationszeit zu stark abweichenden Endergebnissen führen können.

Einige wenige Labore bestimmten ihre Ergebnisse aus dem unbehandelten Oberflächenansatz. Zwei Labore wiesen dabei einen negativen z-Score außerhalb des Toleranzbereichs auf. Fünf weitere Ringversuchsteilnehmer lagen mit einem negativen z-Score noch im Toleranzbereich. Minderbefunde durch inhibitorische Effekte von Begleitflora auf den Nachweis von Legionellen sind bei den vorgenannten Ergebnissen als wahrscheinlich anzusehen.

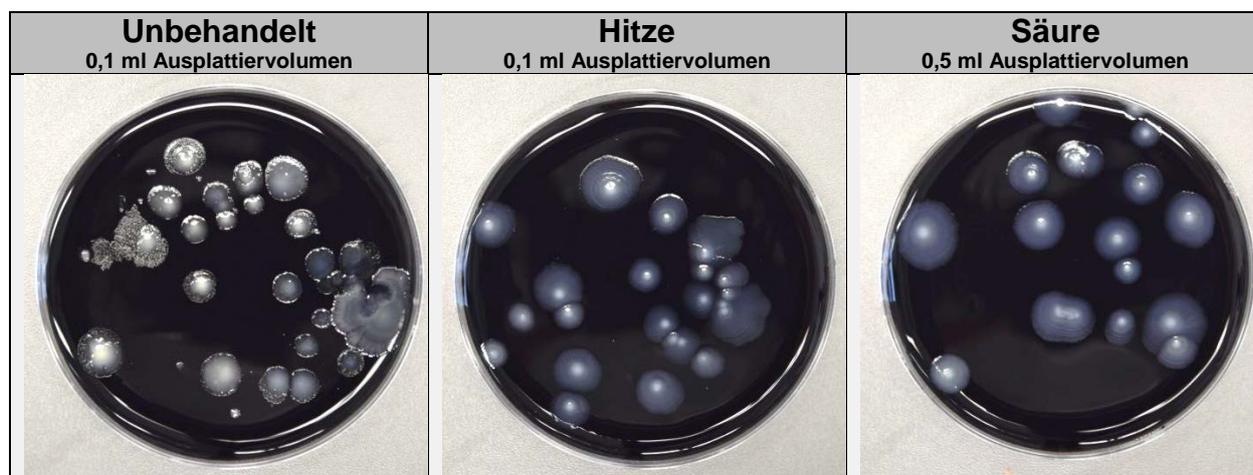


Abbildung 3: Fotodokumentation ausgewählter GVPc-Agarplatten (36 °C, 7 d, LANUV NRW) der Probe 2 ohne Vorbehandlung, nach Hitze- bzw. Säurevorbehandlung

Für mehr als 85 % der Proben wurden geringe Messunsicherheiten teilnehmerseits dokumentiert. In wenigen Fällen wurde eine erhöhte bzw. stark erhöhte Messunsicherheit angegeben, die entweder auf den Nachweis geringer Koloniezahlen und/oder auf das Wachstum von *P.aeruginosa*-verdächtigen Kolonien oder Pilzen zurückzuführen war. In Einzelfällen wurde die Messunsicherheit nicht angegeben bzw. war die angegebene erhöhte Messunsicherheit aufgrund der abgegebenen Informationen nicht nachvollziehbar.

Bei den hier untersuchten Proben, die einen mittleren Schwierigkeitsgrad bezüglich Begleitflora aufwiesen, ergab sich kein statistisch signifikanter Einfluss der Begutachtungsmethode (mit Lupe, mit bloßem Auge) auf das Endergebnis. Proben mit einem hohen Schwierigkeitsgrad bezüglich der Begleitflora lassen sich aufgrund der Erfahrungen des LANUV deutlich besser unter Zuhilfenahme einer Lupe begutachten, so dass die Gefahr von Minderbefunden dadurch minimiert werden kann.

Die abgegebenen Messwerte waren GVPC-Herstellerunabhängig vergleichbar.

Die Angabe der Endergebnisse (in KBE/100 ml) sollte nach Empfehlung des Umweltbundesamtes auf zwei signifikante Stellen gerundet erfolgen; ca. 30 % der Labore rundeten die Ergebnisse nicht nach diesen Vorgaben.

Die Kenndaten der Proben sind abschließend in der u. s. Tabelle 1 sowie unter „Einzeldarstellung der Ergebnisse“ zusammengefasst.

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

	Einheit	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	KBE/100 ml	10276	15683	5175
Soll-Standardabweichung	KBE/100 ml	4568	6831	1876
relative Soll-Standardabweichung	%	44,45	43,55	36,26
untere Toleranzgrenze	KBE/100 ml	4224	6563	2506
obere Toleranzgrenze	KBE/100 ml	25000	37475	10686

Allgemeine Koloniezahl (DIN EN ISO 6222:1999)

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

Von insgesamt 116 Untersuchungsstellen bestimmten 109 die allgemeine Koloniezahl. Von diesen 109 Untersuchungsstellen nutzten 67 % das vorgeschriebene Verfahren nach DIN EN ISO 6222:1999. Die restlichen Labore verwendeten „sonstige Verfahren“ oder machten keine Angaben.

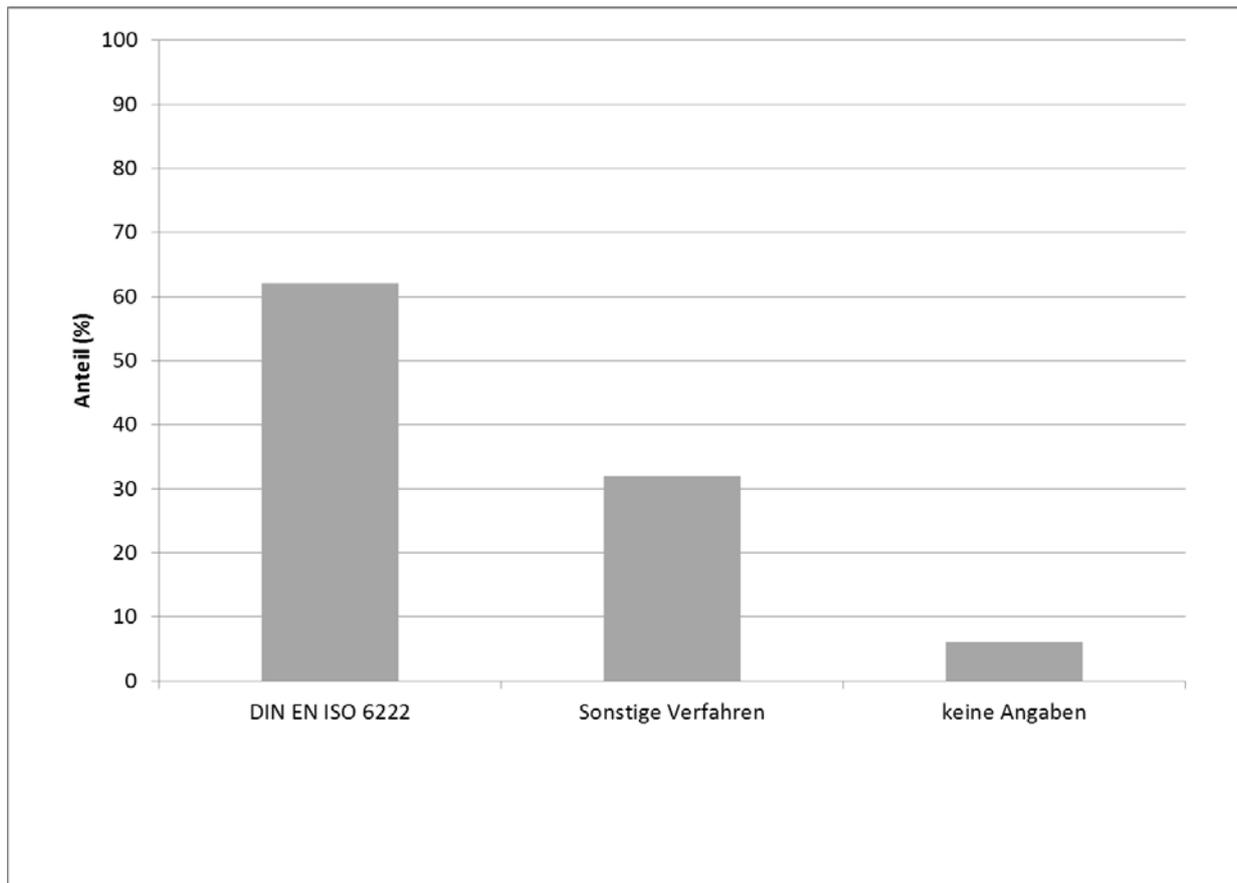


Abbildung 4: Verwendete Untersuchungsverfahren zur Bestimmung der allgemeinen Koloniezahl

Zur Erhebung von weiteren Daten wendete das LANUV NRW neben der vorgeschriebenen Methode zusätzlich das Koloniezahlverfahren nach TrinkwV 2001 §15 (1c) an. Die Auswertung dieser Daten ergab einen statistisch signifikanten Einfluss der verwendeten Nachweis- (TrinkwV 2001 §15 (1c), DIN EN ISO 6222) sowie der Begutachtungsmethode (mit Lupe, mit bloßem Auge) auf das Endergebnis (Abb. 5). Die Verwendung der Methode nach TrinkwV 2001 zeigte dabei im Vergleich zur DIN EN ISO 6222 um den Faktor 2 – 4 geringere Koloniezahlen (Abb. 5). Die Auswertung mittels einer Stereolupe (bei 6-8 facher Vergrößerung) bei Verwendung der DIN EN ISO 6222 erhöhte das Ergebnis signifikant.

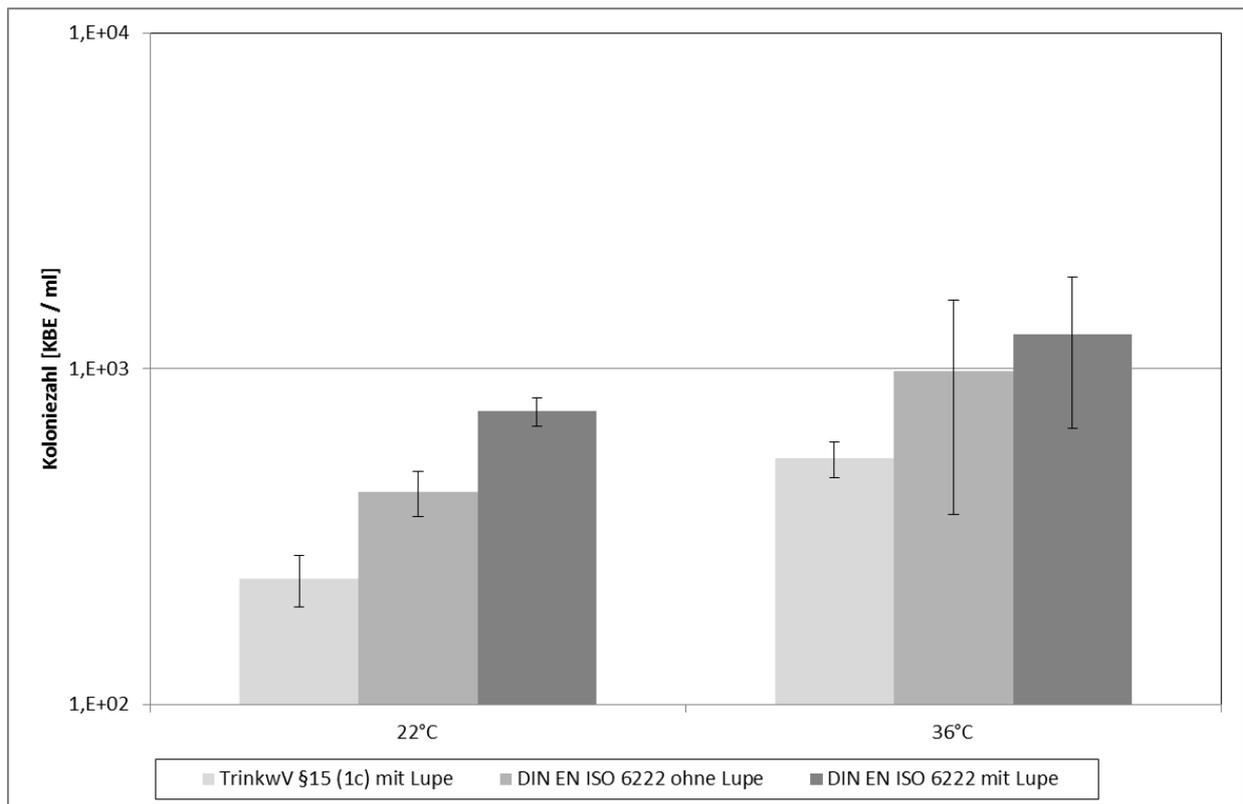


Abbildung 5: Koloniezahlen der Probe 1 (LANUV NRW) in Abhängigkeit von dem verwendeten Untersuchungsverfahren

Nicht normkonforme Agartemperaturen bei Verwendung des Plattengußverfahrens (von > 46 °C) sowie verlängerte Standzeit der Kühlwasserproben bei Raumtemperatur (bis zu 3 h, 26 °C) wirkten sich ebenfalls auf das Ergebnis verändernd aus. Bei Normkonformer Bearbeitung fallen diese möglichen Fehlerquellen weg.

Die Kenndaten der Proben sind abschließend in den u .s. Tabellen 2 und 3 sowie unter „Einzeldarstellung der Ergebnisse“ zusammengefasst.

Tabelle 2: Kenndaten für den Parameter „Allgemeine Koloniezahl 22 °C“

	Einheit	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	KBE/ml	373	462	167
Soll-Standardabweichung	KBE/ml	358	346	171
relative Soll-Standardabweichung	%	95,82	74,88	102,36
untere Toleranzgrenze	KBE/ml	55	103	22
obere Toleranzgrenze	KBE/ml	2536	2064	1294

Tabelle 3: Kenndaten für den Parameter „Allgemeine Koloniezahl 36 °C“

	Einheit	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	KBE/ml	766	1089	346
Soll-Standardabweichung	KBE/ml	1199	1256	473
relative Soll-Standardabweichung	%	156,54	115,38	136,78
untere Toleranzgrenze	KBE/ml	33	108	22
obere Toleranzgrenze	KBE/ml	17527	10940	5336

6 Darstellung der Ergebnisse

Kenndatentabellen

Kenndatenübersicht - Legionella spp.

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	10276	15683	5175
Soll-Stdabw.	4568	6831	1876
Vergleich-Stdabw.	4568	6831	1876
Rel.Soll-Stdabw.	44,45 %	43,55 %	36,26 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	44,45 %	43,55 %	36,26 %
unt. Toleranzgr.	4224	6563	2506
ob. Toleranzgr.	25000	37475	10686
Messunsicherheit Konsenswert	655	973	267
Anzahl Labore/Ergebnisse	76	77	77

Kenndatenübersicht - Allgemeine Koloniezahl bei 22 °C

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	373	462	167
Soll-Stdabw.	358	346	171
Vergleich-Stdabw.	358	346	171
Rel.Soll-Stdabw.	95,82 %	74,88 %	102,36 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	95,82 %	74,88 %	102,36 %
unt. Toleranzgr.	55	103	22
ob. Toleranzgr.	2536	2064	1294
Messunsicherheit Konsenswert	66	63	30
Anzahl der Labore/Ergebnisse	47	48	51

Kenndatenübersicht - Allgemeine Koloniezahl bei 36 °C

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	766	1089	346
Soll-Stdabw.	1199	1256	473
Vergleich-Stdabw.	1199	1256	473
Rel.Soll-Stdabw.	156,54 %	115,38 %	136,78 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	156,54 %	115,38 %	136,78 %
unt. Toleranzgr.	33	108	22
ob. Toleranzgr.	17527	10940	5336
Messunsicherheit Konsenswert	221	227	83
Anzahl der Labore/Ergebnisse	47	48	51

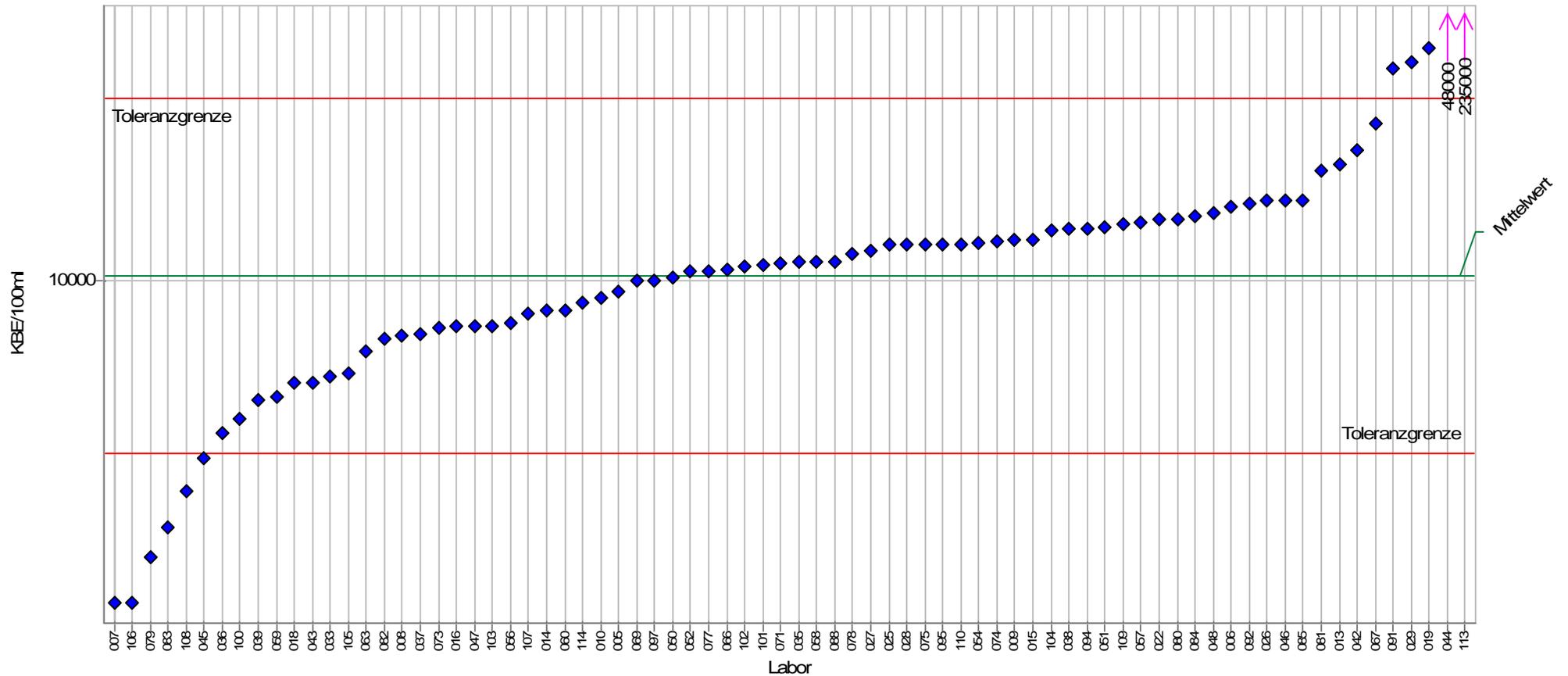
Probe 1

Einzeldarstellung (Diagramme und Tabellen)

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 1	Soll-Stdabw.:	4568 KBE/100ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Legionella spp	Rel. Soll-Stdabw.:	44,45% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	44,45%
Anzahl Labore in Berechnung:	76	Vergleich-Stdabw. (SR):	4568 KBE/100ml
zugewiesener Wert:	10276 KBE/100ml	Toleranzbereich:	4224 - 25000 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	Soll-Stdabw.:	4568 KBE/100ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Legionella spp	Rel. Soll-Stdabw.:	44,45% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	44,45%
Anzahl Labore in Berechnung:	76	Vergleich-Stdabw. (SR):	4568 KBE/100ml
zugewiesener Wert:	10276 KBE/100ml	Toleranzbereich:	4224 - 25000 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001		
005	9500	-0,2
006	14500	0,8
007	2000	-3,7
008	7600	-0,7
009	12250	0,4
010	9200	-0,2
013	18000	1,3
014	8600	-0,4
015	12300	0,4
016	8000	-0,6
018	6000	-1,2
019	32000	2,6
022	13600	0,6
025	12000	0,3
026	15000	0,9
027	11600	0,3
028	12000	0,3
029	30000	2,4
033	6200	-1,1
035	11000	0,2
036	4655	-1,8
037	7650	-0,7
038	13000	0,5
039	5500	-1,4
042	19200	1,4
043	6000	-1,2
044	48000	3,5
045	4100	-2,1
046	15000	0,9
047	8000	-0,6
048	14000	0,7
050	10200	0,0
051	13100	0,5
052	10500	0,0
054	12100	0,4
056	8100	-0,5
057	13400	0,6
058	11000	0,2
059	5600	-1,4
060	8600	-0,4
063	7000	-0,9
066	10600	0,1
067	22000	1,7
069	10000	-0,1
071	10900	0,1
073	7900	-0,6
074	12230	0,4
075	12000	0,3
077	10500	0,0
078	11450	0,2
079	2500	-3,2
080	13600	0,6
081	17400	1,2
082	7500	-0,7



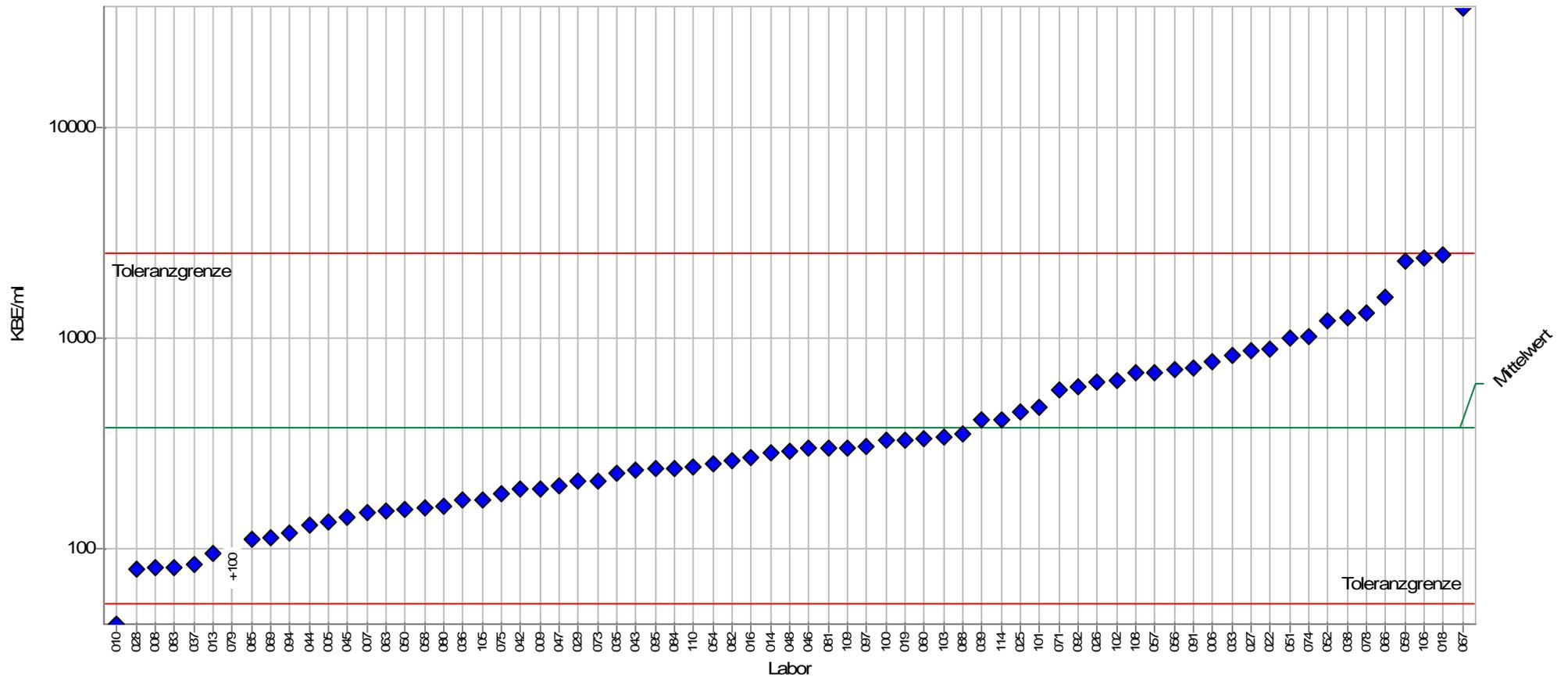
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

083	2900	-2,8
084	13800	0,7
085	15000	0,9
088	11000	0,2
091	29000	2,3
092	14700	0,8
094	13000	0,5
095	12000	0,3
097	10000	-0,1
100	5000	-1,6
101	10800	0,1
102	10727	0,1
103	8000	-0,6
104	12900	0,5
105	6300	-1,1
106	2000	-3,7
107	8500	-0,4
108	3500	-2,4
109	13273	0,6
110	12000	0,3
113	235000	7,0
114	9000	-0,3

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 1	Soll-Stdabw.:	358 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Rel. Soll-Stdabw.:	95,82% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	95,82%
Anzahl Labore in Berechnung:	46	Vergleich-Stdabw. (SR):	358 KBE/ml
zugewiesener Wert:	373 KBE/ml	Toleranzbereich:	55 - 2536 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	Soll-Stdabw.:	358 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Rel. Soll-Stdabw.:	95,82% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	95,82%
Anzahl Labore in Berechnung:	46	Vergleich-Stdabw. (SR):	358 KBE/ml
zugewiesener Wert:	373 KBE/ml	Toleranzbereich:	55 - 2536 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001		
005	134	
006	768	0,8
007	150	
008	81	-1,6
009	194	
010	44	-2,2
013	95	
014	285	-0,3
015		
016	270	-0,3
018	2470	2,0
019	330	-0,1
022	890	0,9
025	450	0,2
026	620	0,5
027	870	0,9
028	80	
029	210	
033	830	
035	230	
036	170	-0,8
037	84	-1,6
038	1240	1,3
039	411	0,1
042	191	
043	236	-0,5
044	129	-1,1
045	142	-1,0
046	300	-0,2
047	200	-0,7
048	291	-0,3
050	153	-0,9
051	1000	1,0
052	1210	1,2
054	253	
056	710	0,7
057	690	0,6
058	157	
059	2300	
060	335	-0,1
063	152	
066	1560	1,5
067	37000	4,8
069	113	-1,2
071	570	
073	210	
074	1010	1,0
075	182	
077		
078	1315	1,3
079	+100	
080	160	
081	300	-0,2
082	260	-0,4



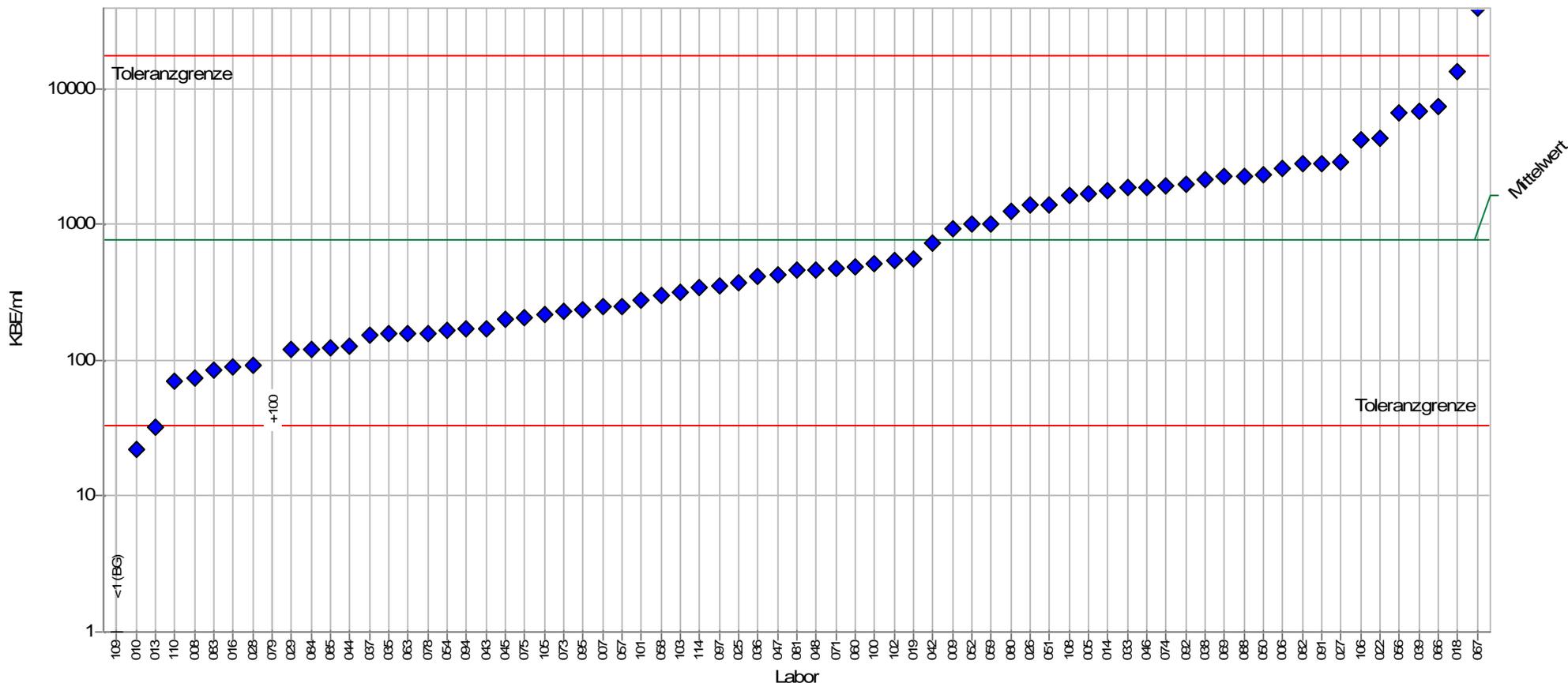
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

083	82	
084	240	
085	112	
088	350	-0,1
091	720	0,7
092	590	0,5
094	119	-1,2
095	239	-0,5
097	305	-0,2
100	325	
101	470	
102	630	0,5
103	340	-0,1
104		
105	170	-0,8
106	2400	
107		
108	680	0,6
109	300	
110	245	-0,4
113		
114	412	0,1

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 1	Soll-Stdabw.:	1199 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Rel. Soll-Stdabw.:	156,54% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	156,54%
Anzahl Labore in Berechnung:	46	Vergleich-Stdabw. (SR):	1199 KBE/ml
zugewiesener Wert:	766 KBE/ml	Toleranzbereich:	33 - 17527 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)



PROLab

0,1-



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	Soll-Stdabw.:	1199 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Rel. Soll-Stdabw.:	156,54% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	156,54%
Anzahl Labore in Berechnung:	46	Vergleich-Stdabw. (SR):	1199 KBE/ml
zugewiesener Wert:	766 KBE/ml	Toleranzbereich:	33 - 17527 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001		
005	1670	
006	2580	0,8
007	250	
008	74	-1,5
009	930	
010	22	-2,3
013	32	
014	1800	0,5
015		
016	90	-1,4
018	13560	1,8
019	555	-0,2
022	4300	1,1
025	370	-0,5
026	1400	0,4
027	2900	0,9
028	91	
029	120	
033	1860	
035	160	
036	418	-0,4
037	154	-1,0
038	2170	0,7
039	6836	1,4
042	741	
043	171	-1,0
044	128	-1,1
045	202	-0,9
046	1900	0,6
047	430	-0,4
048	464	-0,3
050	2360	0,7
051	1400	0,4
052	1000	0,2
054	166	
056	6700	1,4
057	250	-0,7
058	300	
059	1000	
060	489	-0,3
063	160	
066	7500	1,5
067	39000	2,5
069	2300	0,7
071	470	
073	230	
074	1920	0,6
075	207	
077		
078	160	-1,0
079	+100	
080	1250	
081	460	-0,3
082	2800	0,8

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

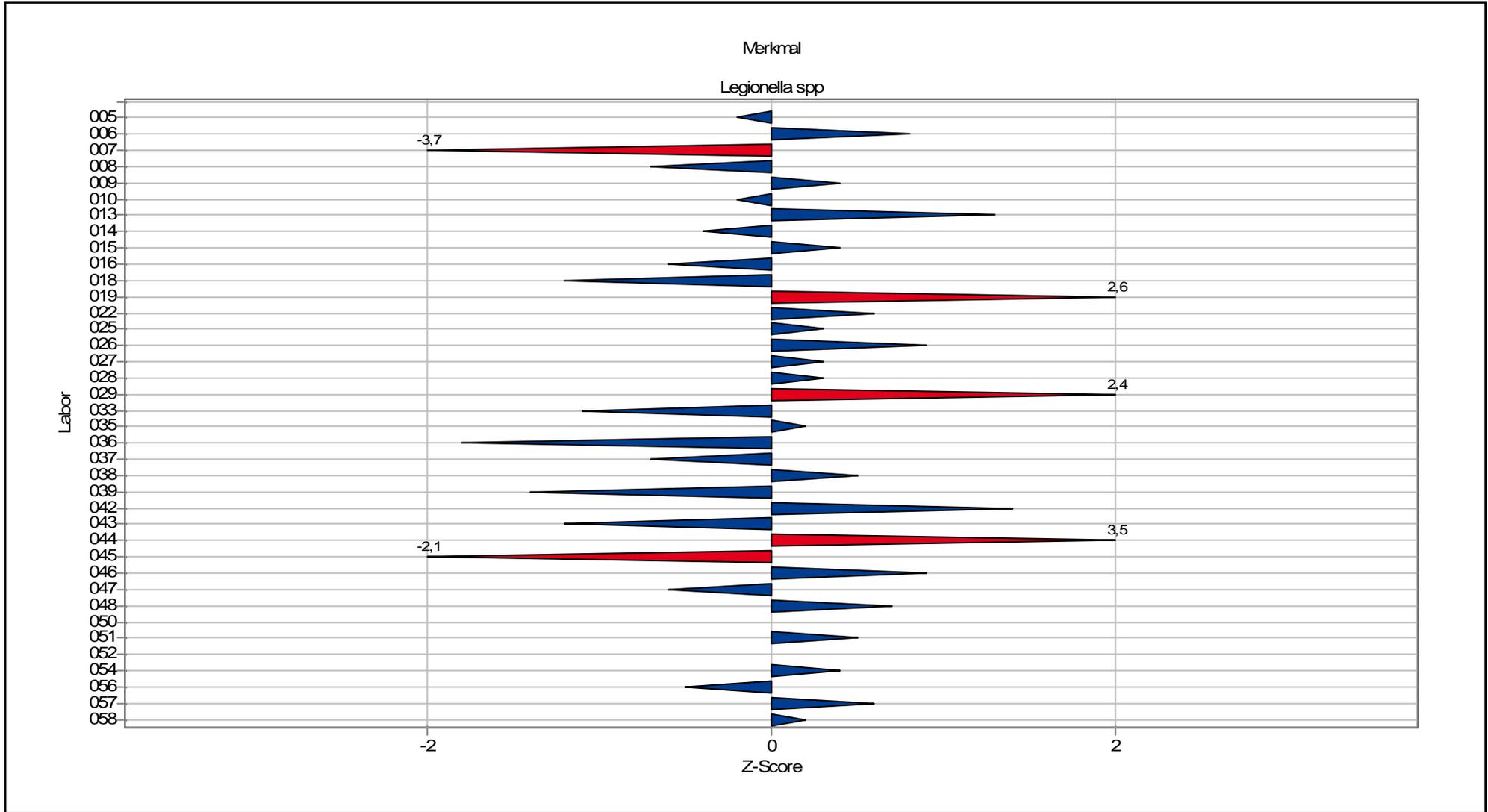
083	85	
084	122	
085	125	
088	2300	0,7
091	2846	0,8
092	2000	0,6
094	170	-1,0
095	238	-0,7
097	357	-0,5
100	523	
101	280	
102	540	-0,2
103	320	-0,6
104		
105	220	-0,8
106	4200	
107		
108	1650	0,5
109	<1	
110	71	-1,5
113		
114	346	-0,5

Z-Score Übersicht

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Übersicht Z-Scores

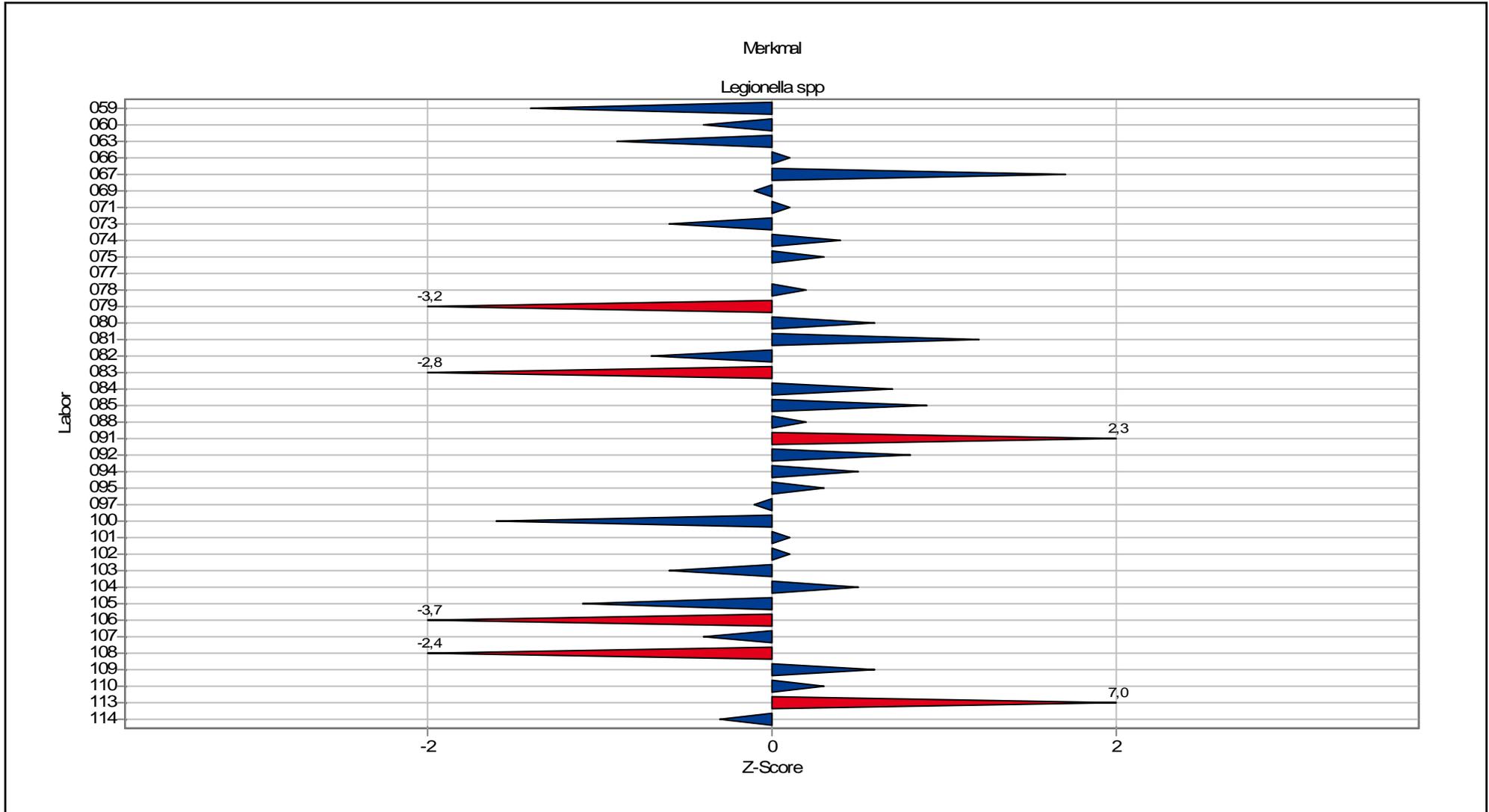
Probe: Probe 1



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

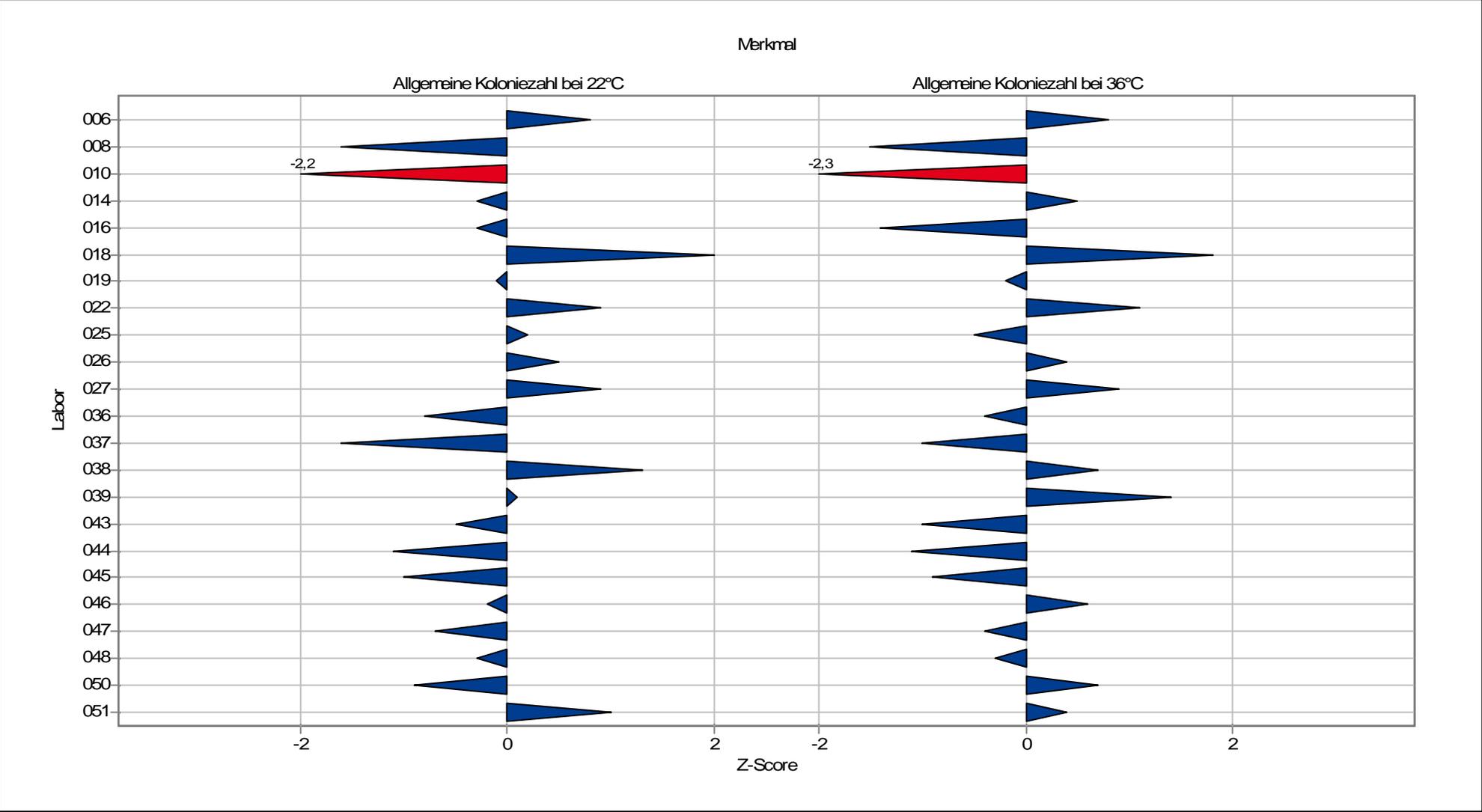
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



Übersicht Z-Scores

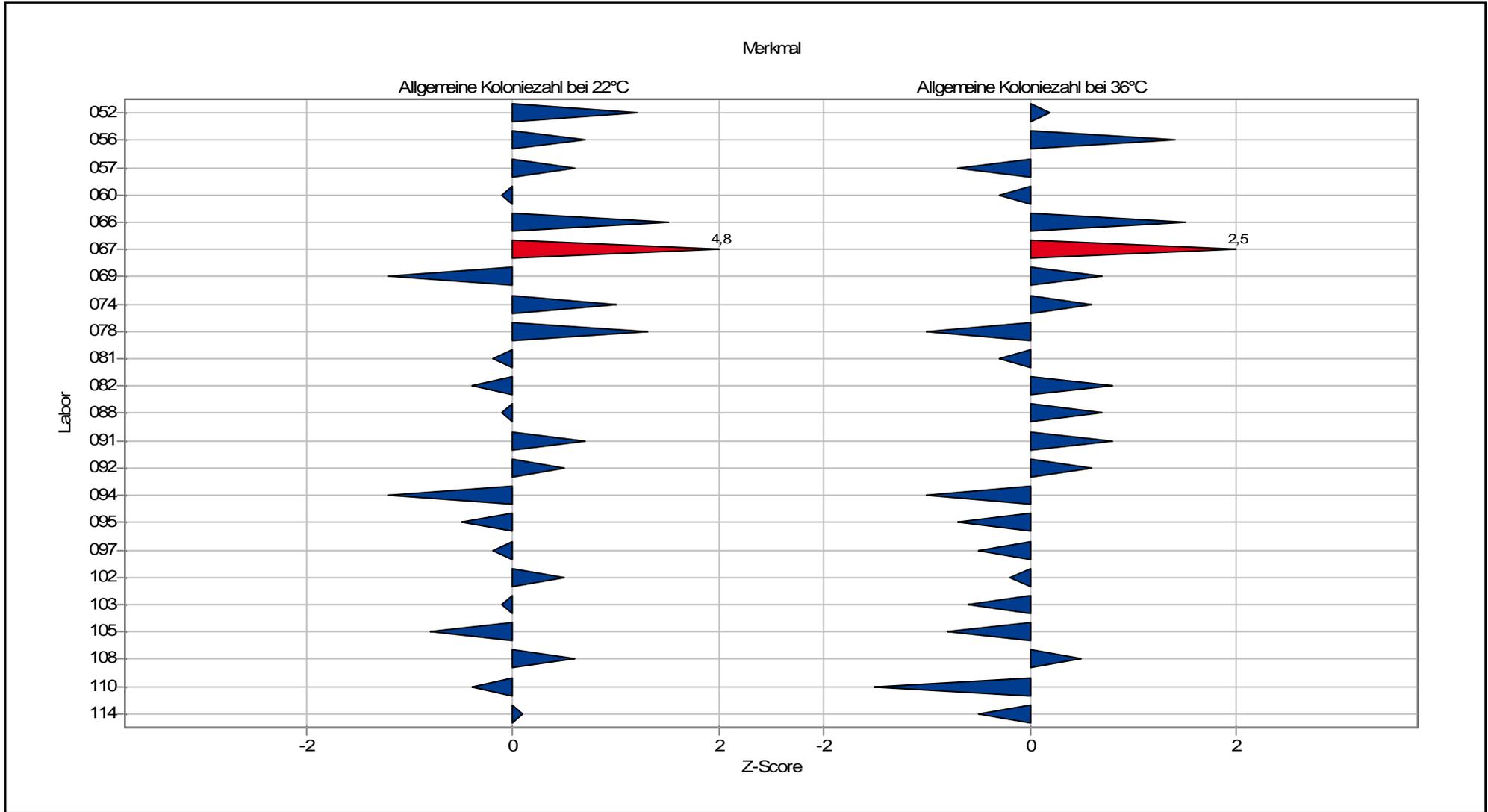
Probe: Probe 1



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



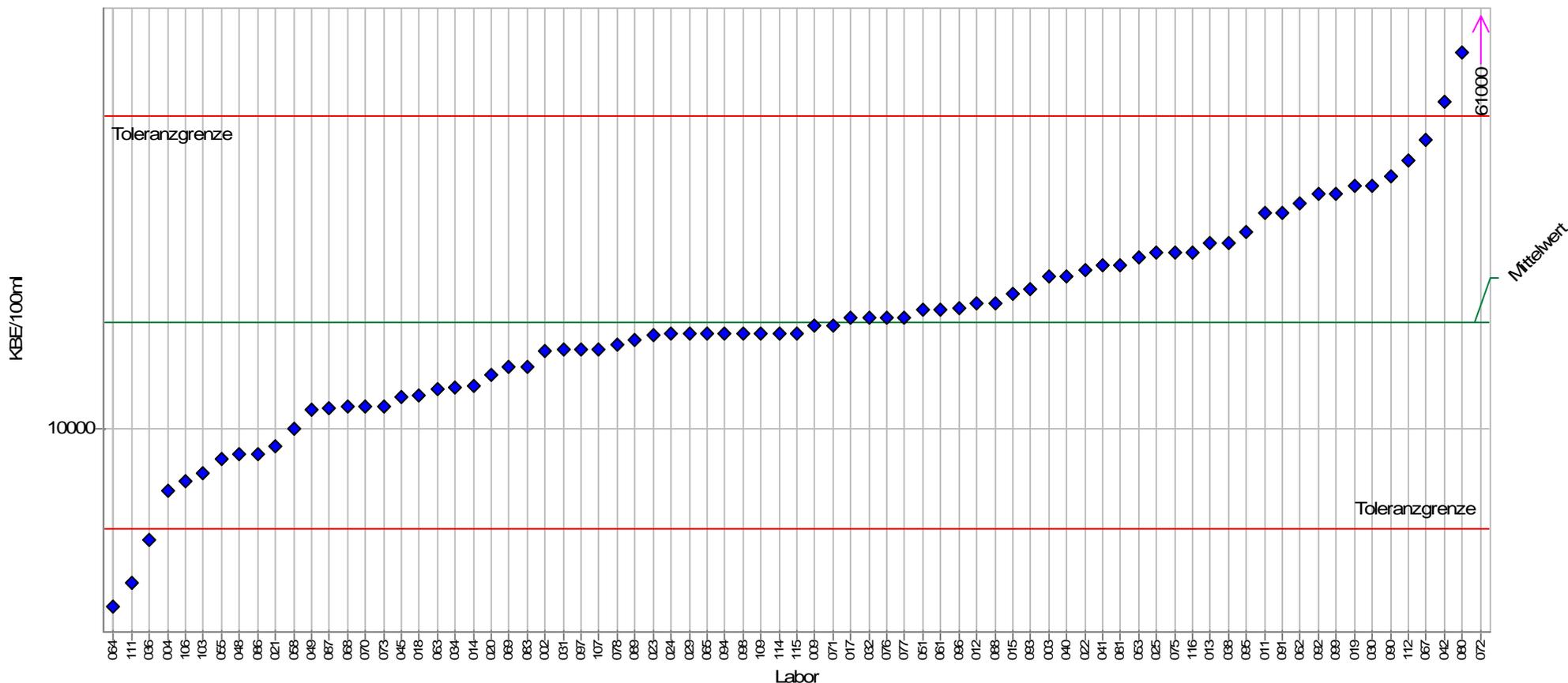
Probe 2

Einzeldarstellung (Diagramme und Tabellen)

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 2	Soll-Stdabw.:	6831 KBE/100ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Legionella spp	Rel. Soll-Stdabw.:	43,55% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	43,55%
Anzahl Labore in Berechnung:	77	Vergleich-Stdabw. (SR):	6831 KBE/100ml
zugewiesener Wert:	15683 KBE/100ml	Toleranzbereich:	6563 - 37475 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	Soll-Stdabw.:	6831 KBE/100ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Legionella spp	Rel. Soll-Stdabw.:	43,55% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	43,55%
Anzahl Labore in Berechnung:	77	Vergleich-Stdabw. (SR):	6831 KBE/100ml
zugewiesener Wert:	15683 KBE/100ml	Toleranzbereich:	6563 - 37475 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001		
002	13900	-0,3
003	19000	0,4
004	7700	-1,6
009	15500	0,0
011	25000	1,1
012	17000	0,2
013	22000	0,8
014	12000	-0,6
015	17700	0,3
017	16000	0,0
018	11500	-0,7
019	28000	1,3
020	12600	-0,5
021	9300	-1,2
022	19500	0,5
023	14900	-0,1
024	15000	-0,1
025	21000	0,7
029	15000	-0,1
030	28000	1,3
031	14000	-0,3
032	16000	0,0
034	11900	-0,6
036	6255	-2,1
038	22000	0,8
040	19000	0,4
041	20000	0,6
042	40000	2,1
045	11455	-0,7
048	9000	-1,3
049	10818	-0,9
051	16500	0,1
053	20600	0,6
055	8818	-1,3
058	10000	-1,0
061	16500	0,1
062	26000	1,2
063	11800	-0,7
064	4700	-2,8
065	15000	-0,1
067	34000	1,8
068	11000	-0,8
069	13000	-0,4
070	11000	-0,8
071	15500	0,0
072	61000	3,1
073	11000	-0,8
075	21000	0,7
076	16000	0,0
077	16000	0,0
078	14300	-0,2
080	49000	2,6
081	20000	0,6
083	13000	-0,4



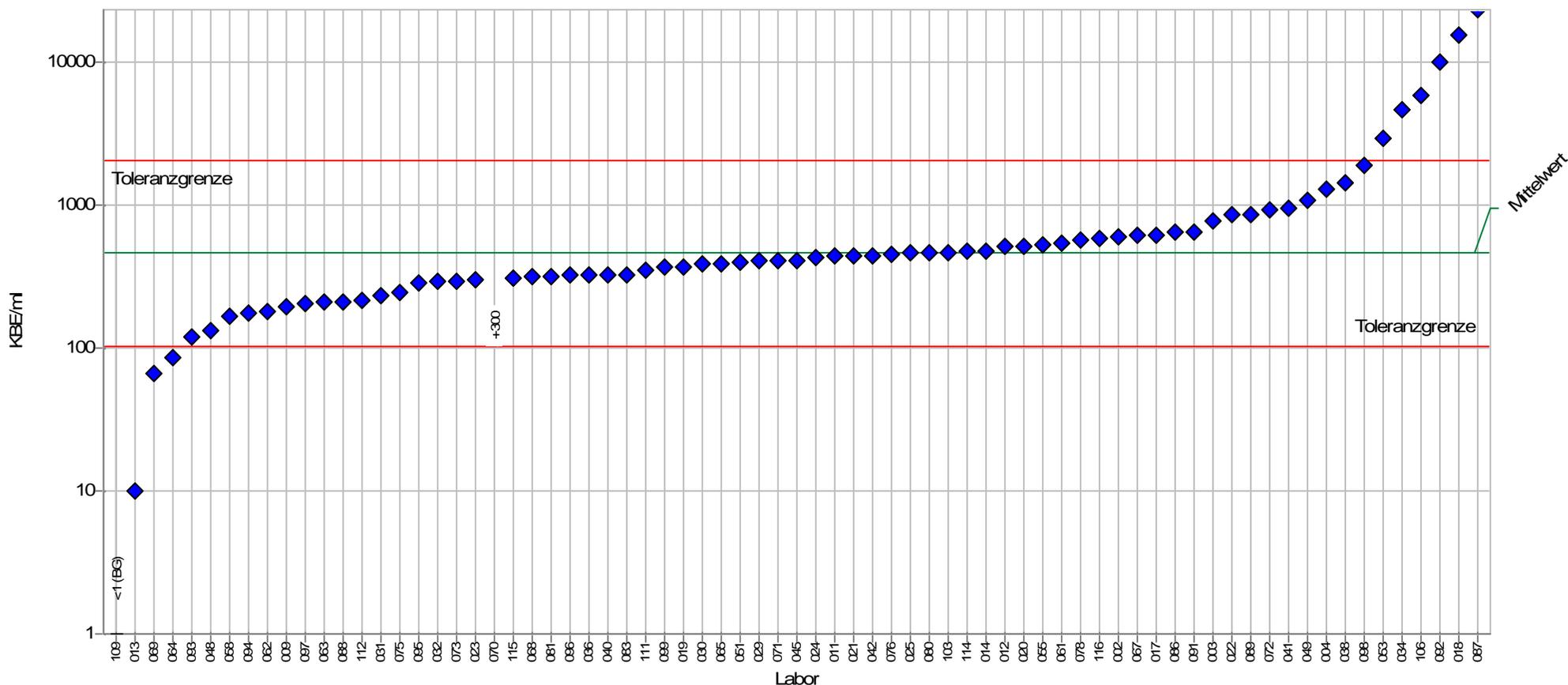
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

086	9000	-1,3
087	10900	-0,8
088	17000	0,2
089	14550	-0,2
090	29000	1,4
091	25000	1,1
092	27000	1,2
093	18000	0,3
094	15000	-0,1
095	23000	0,9
096	16600	0,1
097	14000	-0,3
098	15000	-0,1
099	27000	1,2
103	8300	-1,5
106	8000	-1,5
107	14000	-0,3
109	15000	-0,1
111	5200	-2,5
112	31000	1,6
114	15000	-0,1
115	15000	-0,1
116	21000	0,7

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 2	Soil-Stdabw.:	346 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Rel. Soil-Stdabw.:	74,88% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	74,88%
Anzahl Labore in Berechnung:	47	Vergleich-Stdabw. (SR):	346 KBE/ml
zugewiesener Wert:	462 KBE/ml	Toleranzbereich:	103 - 2064 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)



PROLab

0,1-



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	Soll-Stdabw.:	346 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Rel. Soll-Stdabw.:	74,88% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	74,88%
Anzahl Labore in Berechnung:	47	Vergleich-Stdabw. (SR):	346 KBE/ml
zugewiesener Wert:	462 KBE/ml	Toleranzbereich:	103 - 2064 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001		
002	600	0,3
003	770	0,7
004	1300	1,4
009	195	
011	440	
012	510	0,1
013	10	
014	480	0,1
015		
017	620	0,4
018	15320	4,7
019	370	-0,3
020	520	0,2
021	446	
022	860	0,8
023	300	-0,6
024	434	-0,1
025	460	0,0
029	410	
030	390	
031	230	-0,9
032	290	-0,6
034	4650	3,1
036	325	-0,5
038	1420	1,5
040	325	-0,5
041	960	1,0
042	446	
045	412	-0,2
048	131	-1,7
049	1090	
051	400	-0,2
053	2940	2,5
055	530	0,2
058	167	
061	540	0,2
062	182	-1,2
063	208	
064	86	
065	390	-0,2
067	610	0,4
068	315	-0,5
069	67	-2,6
070	+300	
071	410	
072	936	
073	290	
075	247	
076	450	0,0
077		
078	575	0,3
080	460	
081	320	-0,5
083	325	



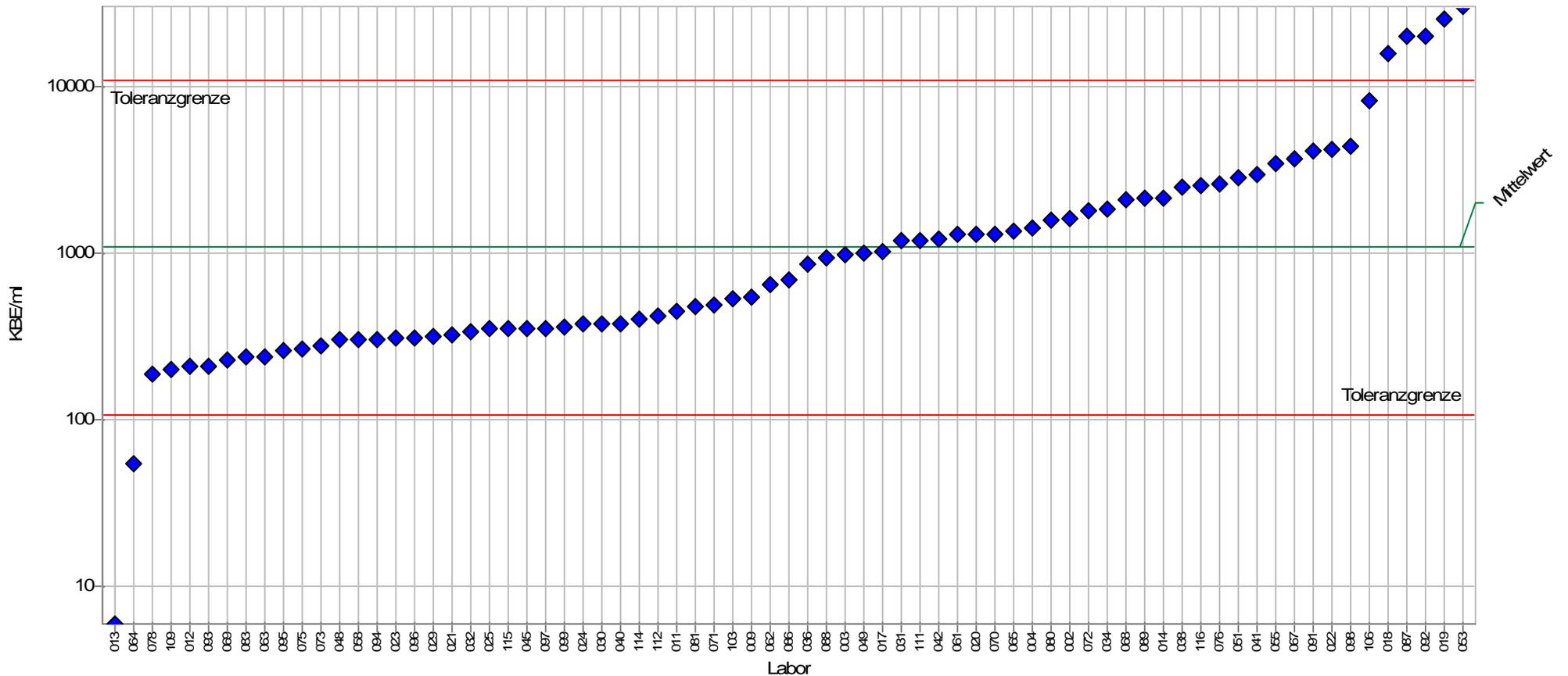
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

086	647	0,5
087	23000	
088	210	-1,1
089	860	0,8
090		
091	651	0,5
092	10000	4,1
093	120	
094	175	-1,3
095	282	-0,7
096	322	
097	206	-1,1
098	1900	1,9
099	364	
103	460	0,0
106	5900	
107		
109	<1	
111	350	
112	215	-1,0
114	472	0,0
115	311	
116	580	0,3

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 2	Soll-Stdabw.:	1256 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Rel. Soll-Stdabw.:	115,38% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	115,38%
Anzahl Labore in Berechnung:	48	Vergleich-Stdabw. (SR):	1256 KBE/ml
zugewiesener Wert:	1089 KBE/ml	Toleranzbereich:	108 - 10940 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	Soll-Stdabw.:	1256 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Rel. Soll-Stdabw.:	115,38% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	115,38%
Anzahl Labore in Berechnung:	48	Vergleich-Stdabw. (SR):	1256 KBE/ml
zugewiesener Wert:	1089 KBE/ml	Toleranzbereich:	108 - 10940 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001		
002	1600	0,3
003	980	-0,1
004	1400	0,2
009	550	
011	450	
012	210	-1,4
013	6	
014	2145	0,6
015		
017	1020	-0,1
018	15730	2,3
019	25000	2,7
020	1300	0,2
021	324	
022	4200	1,2
023	310	-1,1
024	376	-0,9
025	350	-1,0
029	320	
030	380	
031	1200	0,1
032	340	-1,0
034	1850	0,5
036	849	-0,2
038	2490	0,7
040	380	-0,9
041	2960	0,9
042	1205	
045	353	-1,0
048	300	-1,1
049	990	
051	2800	0,8
053	29700	2,9
055	3419	1,0
058	300	
061	1293	0,1
062	650	-0,4
063	240	
064	55	
065	1360	0,2
067	3700	1,1
068	2100	0,6
069	230	-1,3
070	1300	0,2
071	490	
072	1781	
073	280	
075	267	
076	2600	0,8
077		
078	190	-1,5
080	1560	
081	480	-0,7
083	238	



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

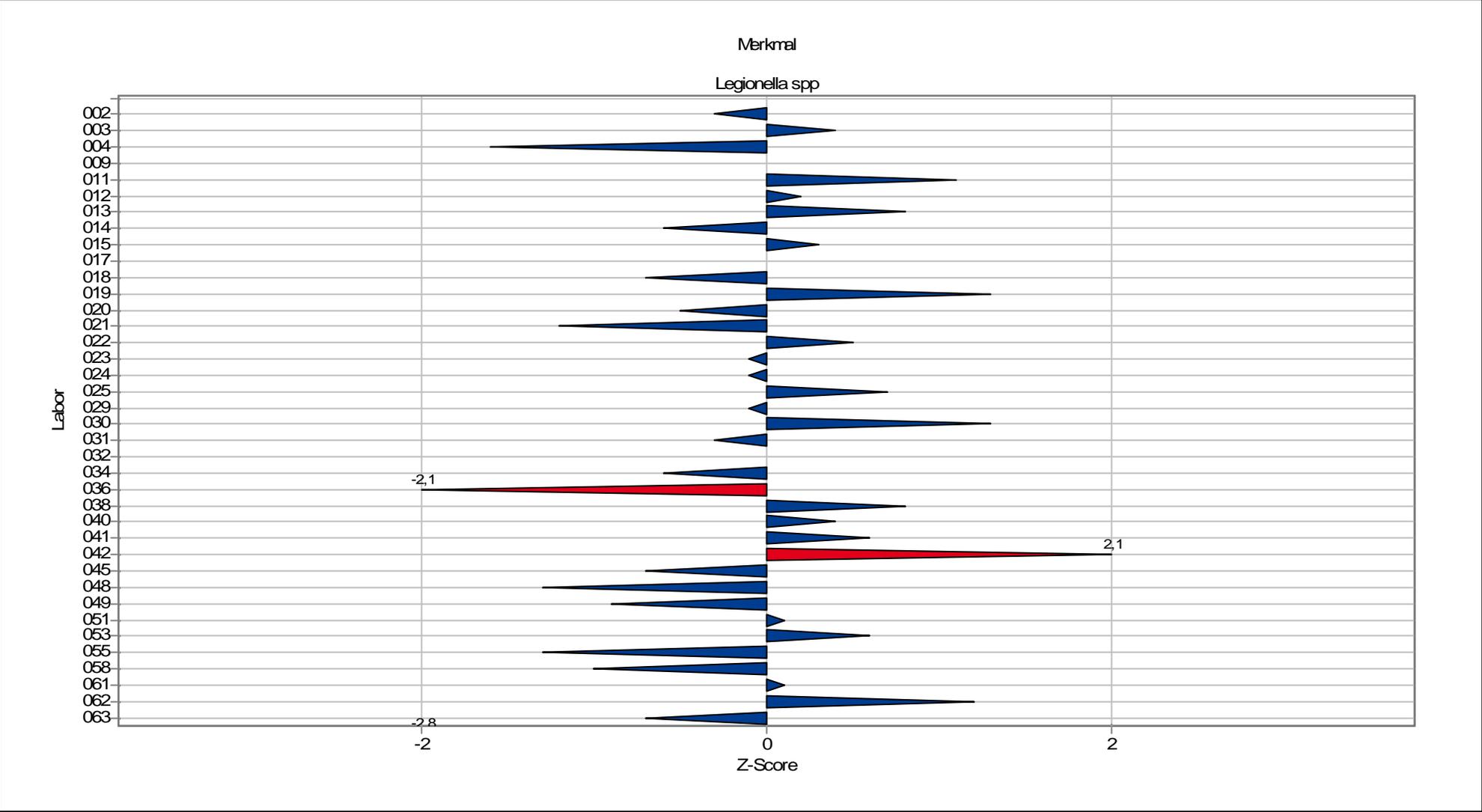
086	685	-0,4
087	20000	
088	930	-0,1
089	2140	0,6
090		
091	4050	1,1
092	20000	2,5
093	210	
094	300	-1,1
095	262	-1,2
096	313	
097	356	-1,0
098	4400	1,2
099	363	
103	530	-0,6
106	8100	
107		
109	200	
111	1200	
112	424	-0,8
114	404	-0,9
115	350	
116	2550	0,7

Z-Score Übersicht

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Übersicht Z-Scores

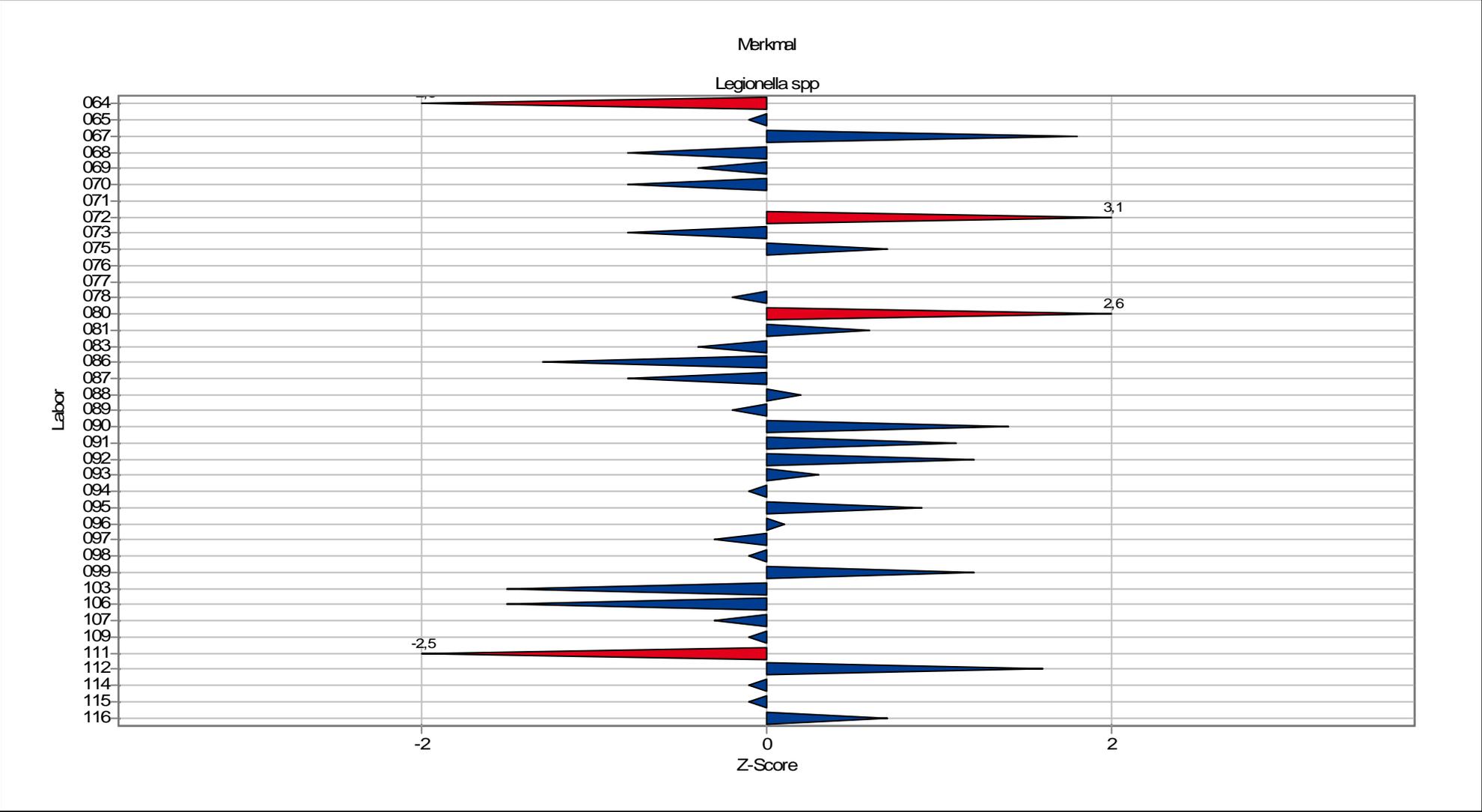
Probe: Probe 2



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Übersicht Z-Scores

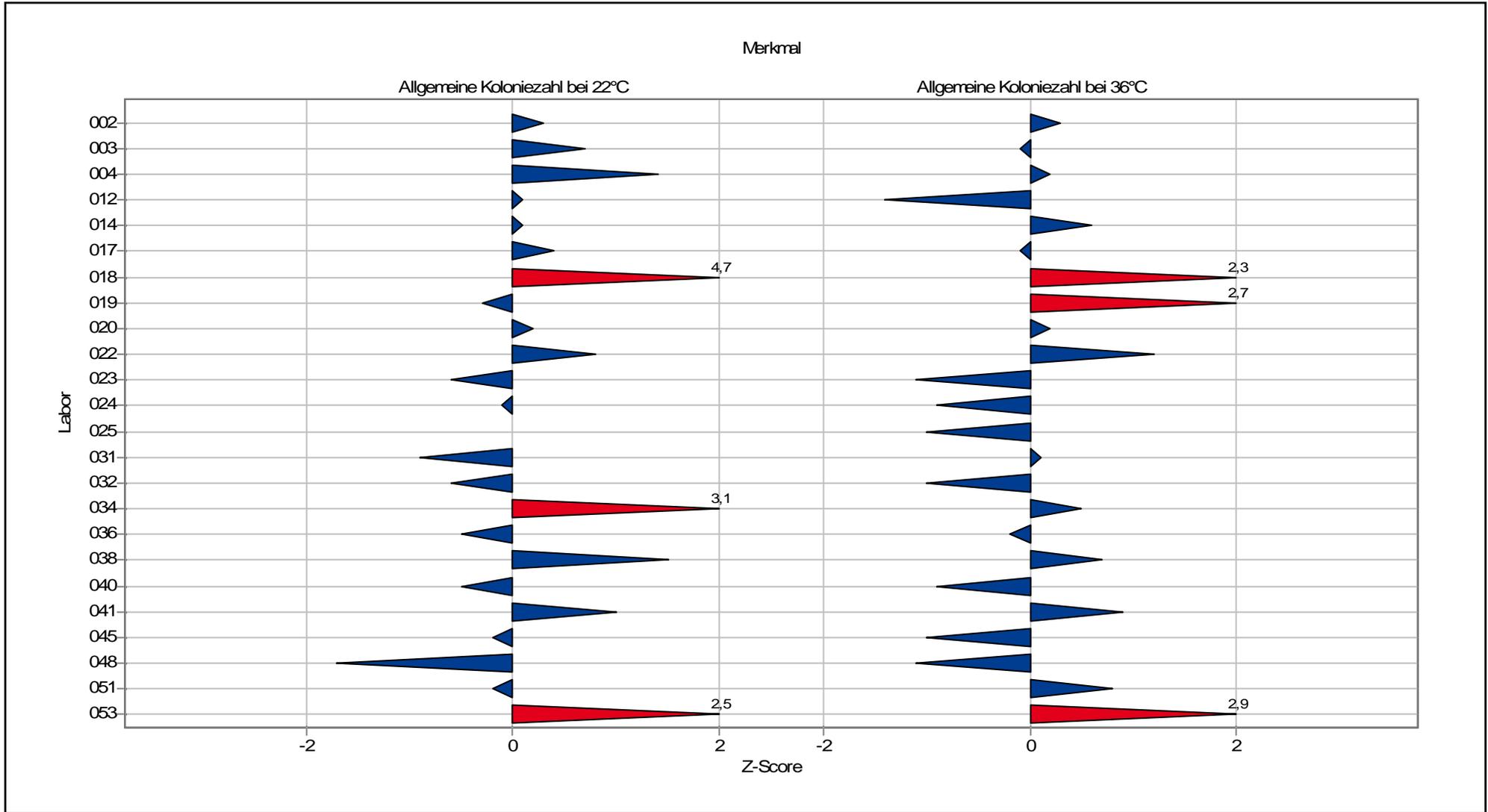
Probe: Probe 2



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Übersicht Z-Scores

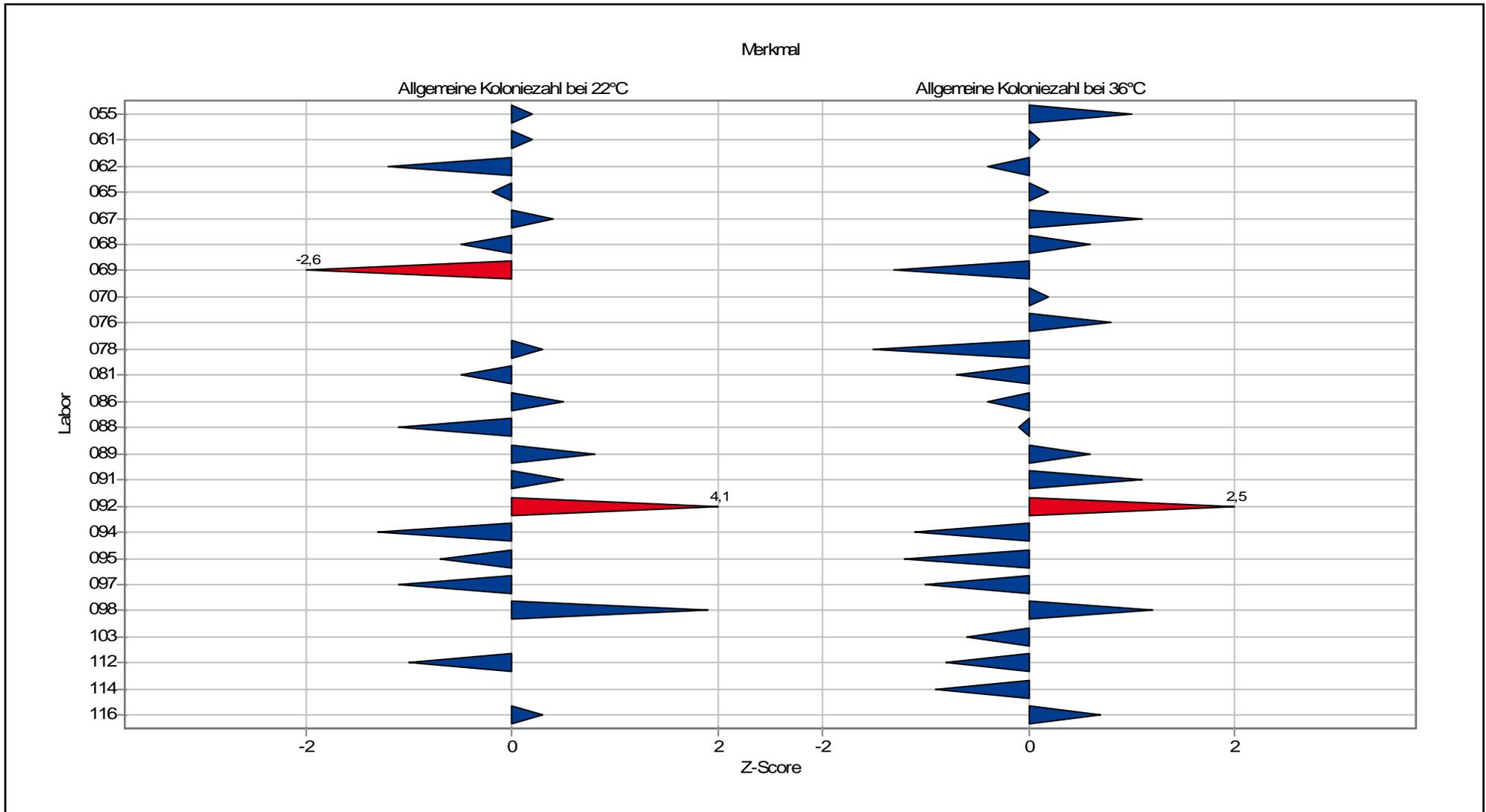
Probe: Probe 2



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



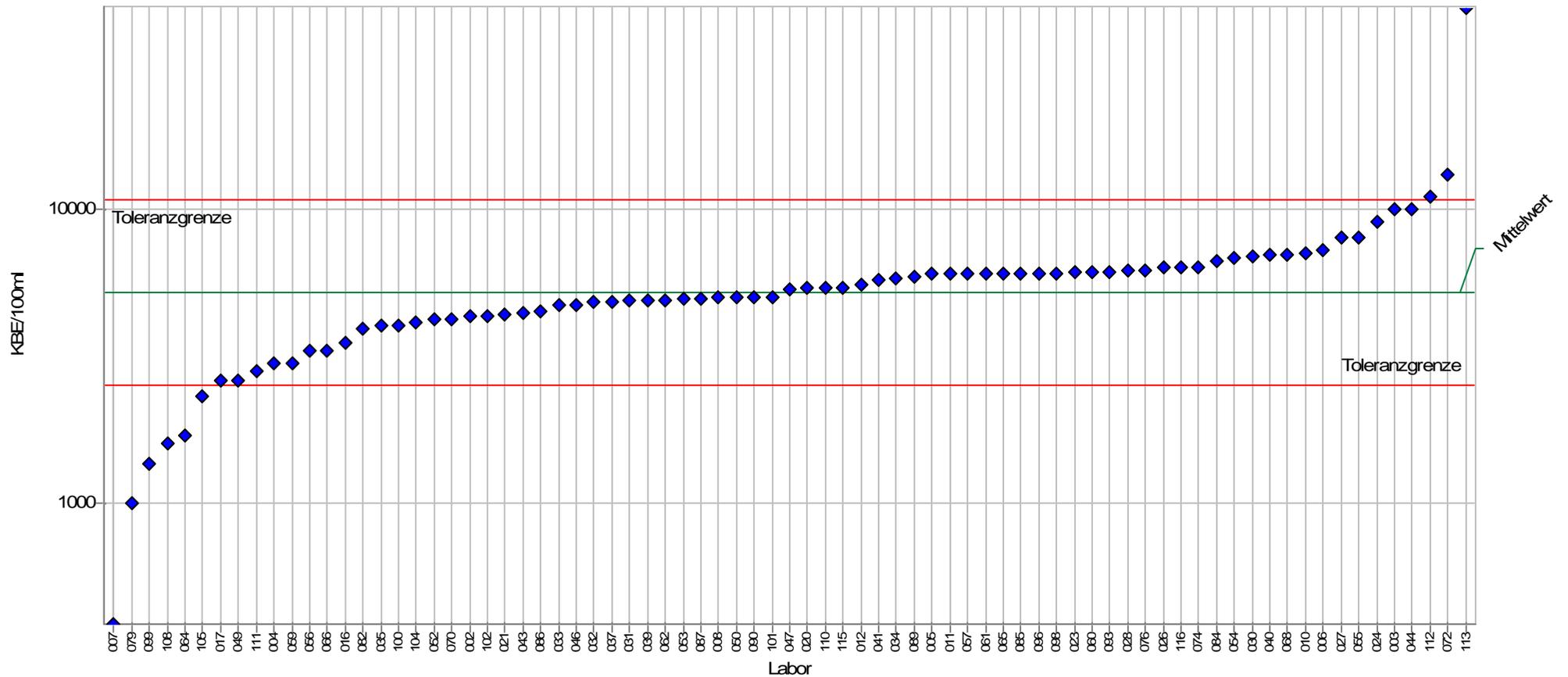
Probe 3

Einzeldarstellung (Diagramme und Tabellen)

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 3	Soll-Stdabw.:	1876 KBE/100ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Legionella spp	Rel. Soll-Stdabw.:	36,26% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	36,26%
Anzahl Labore in Berechnung:	77	Vergleich-Stdabw. (SR):	1876 KBE/100ml
zugewiesener Wert:	5175 KBE/100ml	Toleranzbereich:	2506 - 10686 KBE/100ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3	Soll-Stdabw.:	1876 KBE/100ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Legionella spp	Rel. Soll-Stdabw.:	36,26% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	36,26%
Anzahl Labore in Berechnung:	77	Vergleich-Stdabw. (SR):	1876 KBE/100ml
zugewiesener Wert:	5175 KBE/100ml	Toleranzbereich:	2506 - 10686 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
002	4300	-0,5
003	10000	1,8
004	3000	-1,5
005	6000	0,4
006	7200	0,9
007	390	-7,1
008	5000	-0,1
010	7100	0,9
011	6000	0,4
012	5500	0,2
016	3500	-1,1
017	2600	-1,9
020	5400	0,1
021	4400	-0,4
023	6100	0,5
024	9000	1,5
026	6300	0,5
027	8000	1,2
028	6200	0,5
030	6900	0,8
031	4900	-0,2
032	4800	-0,2
033	4700	-0,3
034	5800	0,3
035	4000	-0,7
037	4800	-0,2
039	4900	-0,2
040	7000	0,8
041	5700	0,3
043	4455	-0,4
044	10000	1,8
046	4700	-0,3
047	5300	0,1
049	2600	-1,9
050	5000	-0,1
052	4200	-0,6
053	4940	-0,1
054	6800	0,8
055	8000	1,2
056	3300	-1,2
057	6000	0,4
059	3000	-1,5
060	6100	0,5
061	6000	0,4
062	4900	-0,2
064	1700	-3,1
065	6000	0,4
066	3300	-1,2
068	7000	0,8
070	4200	-0,6
072	13000	2,5
074	6307	0,5
076	6200	0,5
079	1000	-4,5
082	3910	-0,8



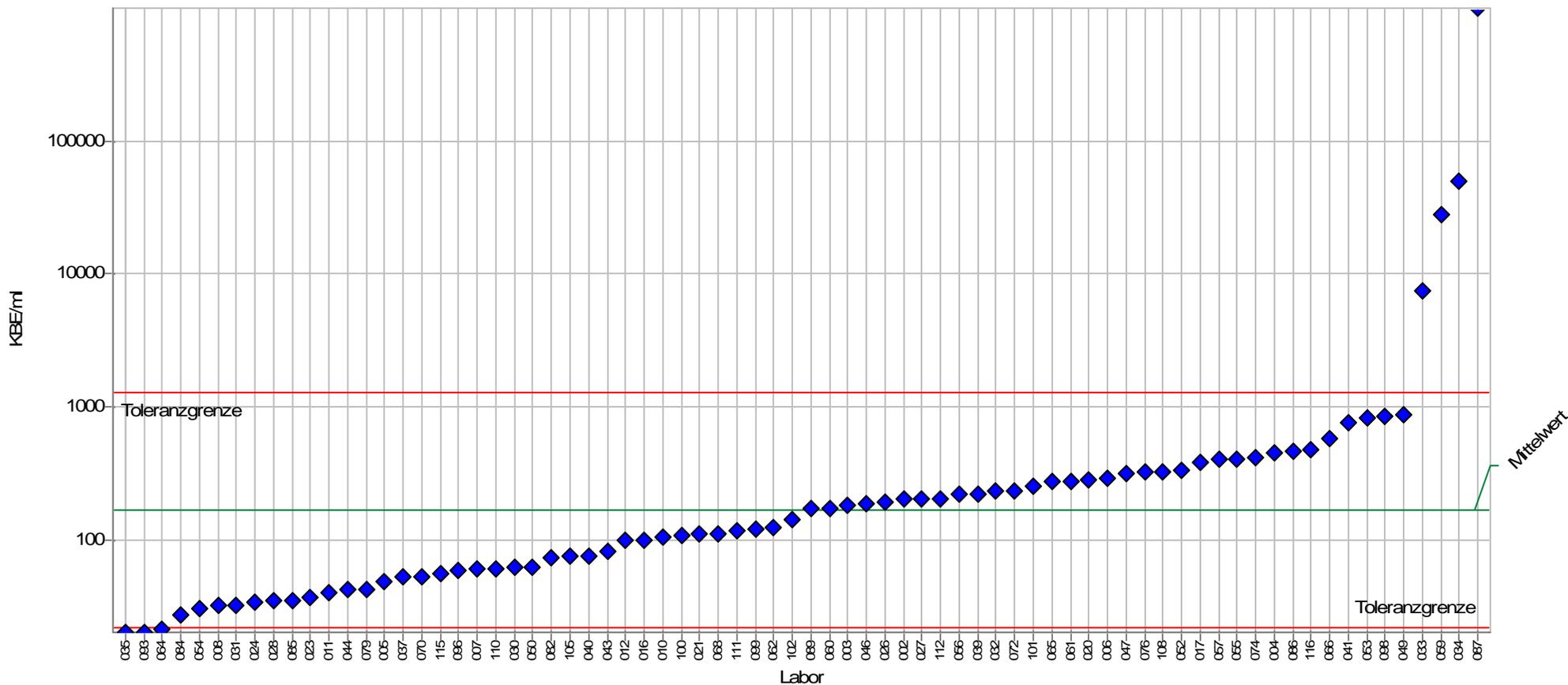
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

084	6600	0,7
085	6000	0,4
086	4500	-0,4
087	4950	-0,1
089	5900	0,4
090	5000	-0,1
093	6100	0,5
096	6000	0,4
098	6000	0,4
099	1363	-3,7
100	4000	-0,7
101	5000	-0,1
102	4300	-0,5
104	4100	-0,6
105	2300	-2,2
108	1600	-3,2
110	5400	0,1
111	2800	-1,7
112	11000	2,1
113	48000	6,1
115	5400	0,1
116	6300	0,5

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 3	Soll-Stdabw.:	171 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Rel. Soll-Stdabw.:	102,36% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	102,36%
Anzahl Labore in Berechnung:	51	Vergleich-Stdabw. (SR):	171 KBE/ml
zugewiesener Wert:	167 KBE/ml	Toleranzbereich:	22 - 1294 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3	Soll-Stdabw.:	171 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Rel. Soll-Stdabw.:	102,36% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	102,36%
Anzahl Labore in Berechnung:	51	Vergleich-Stdabw. (SR):	171 KBE/ml
zugewiesener Wert:	167 KBE/ml	Toleranzbereich:	22 - 1294 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
002	200	0,2
003	180	0,1
004	450	1,0
005	48	
006	288	0,5
007	60	
008	32	-1,6
010	105	-0,5
011	40	
012	100	-0,5
016	100	-0,5
017	380	0,8
020	280	0,5
021	110	
023	37	-1,5
024	34	-1,6
026	190	0,1
027	200	0,2
028	35	
030	61	
031	32	-1,6
032	230	0,3
033	7500	
034	49000	5,6
035	20	
037	52	-1,1
039	221	0,3
040	76	-0,8
041	750	1,5
043	81	-0,7
044	42	-1,3
046	184	0,1
047	316	0,6
049	860	
050	62	-1,0
052	330	0,7
053	820	1,6
054	30	
055	404	0,9
056	220	0,3
057	400	0,9
059	28000	
060	173	0,0
061	271	0,5
062	122	-0,3
064	21	
065	270	0,5
066	580	1,2
068	110	-0,4
070	52	-1,1
072	233	
074	413	0,9
076	320	0,6
079	42	-1,3
082	72	-0,8



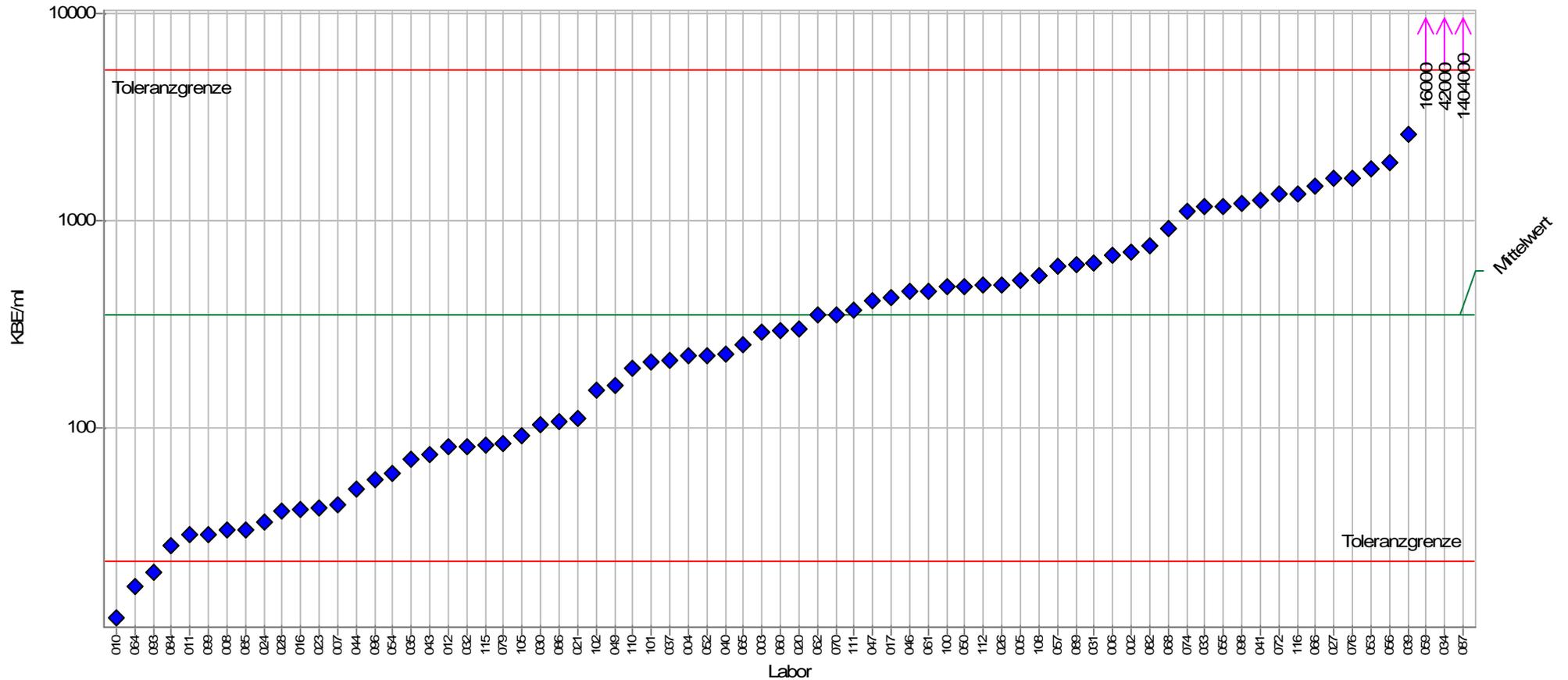
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

084	27	
085	35	
086	462	1,0
087	988000	
089	170	0,0
090		
093	20	
096	58	
098	840	1,6
099	120	
100	108	
101	250	
102	140	-0,2
104		
105	75	-0,8
108	320	0,6
110	60	-1,0
111	118	
112	202	0,2
113		
115	56	
116	470	1,0

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 3	Soll-Stdabw.:	473 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Rel. Soll-Stdabw.:	136,78% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	136,78%
Anzahl Labore in Berechnung:	51	Vergleich-Stdabw. (SR):	473 KBE/ml
zugewiesener Wert:	346 KBE/ml	Toleranzbereich:	22 - 5336 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3	Soll-Stdabw.:	473 KBE/ml (empirischer Wert)
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Rel. Soll-Stdabw.:	136,78% (empirischer Wert)
Methode:	DIN 38402 A45 log	Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	136,78%
Anzahl Labore in Berechnung:	51	Vergleich-Stdabw. (SR):	473 KBE/ml
zugewiesener Wert:	346 KBE/ml	Toleranzbereich:	22 - 5336 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
002	700	0,5
003	290	-0,1
004	220	-0,3
005	510	
006	674	0,5
007	42	
008	32	-1,7
010	12	-2,5
011	30	
012	80	-1,1
016	40	-1,6
017	420	0,1
020	300	-0,1
021	110	
023	41	-1,6
024	35	-1,7
026	490	0,3
027	1600	1,1
028	39	
030	103	
031	620	0,4
032	80	-1,1
033	1160	
034	42000	3,5
035	70	
037	212	-0,4
039	2597	1,5
040	224	-0,3
041	1240	0,9
043	74	-1,1
044	50	-1,4
046	450	0,2
047	410	0,1
049	160	
050	480	0,2
052	220	-0,3
053	1780	1,2
054	60	
055	1161	0,9
056	1900	1,2
057	600	0,4
059	16000	
060	294	-0,1
061	453	0,2
062	350	0,0
064	17	
065	250	-0,2
066	1450	1,0
068	910	0,7
070	350	0,0
072	1327	
074	1103	0,8
076	1600	1,1
079	84	-1,0
082	750	0,6

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

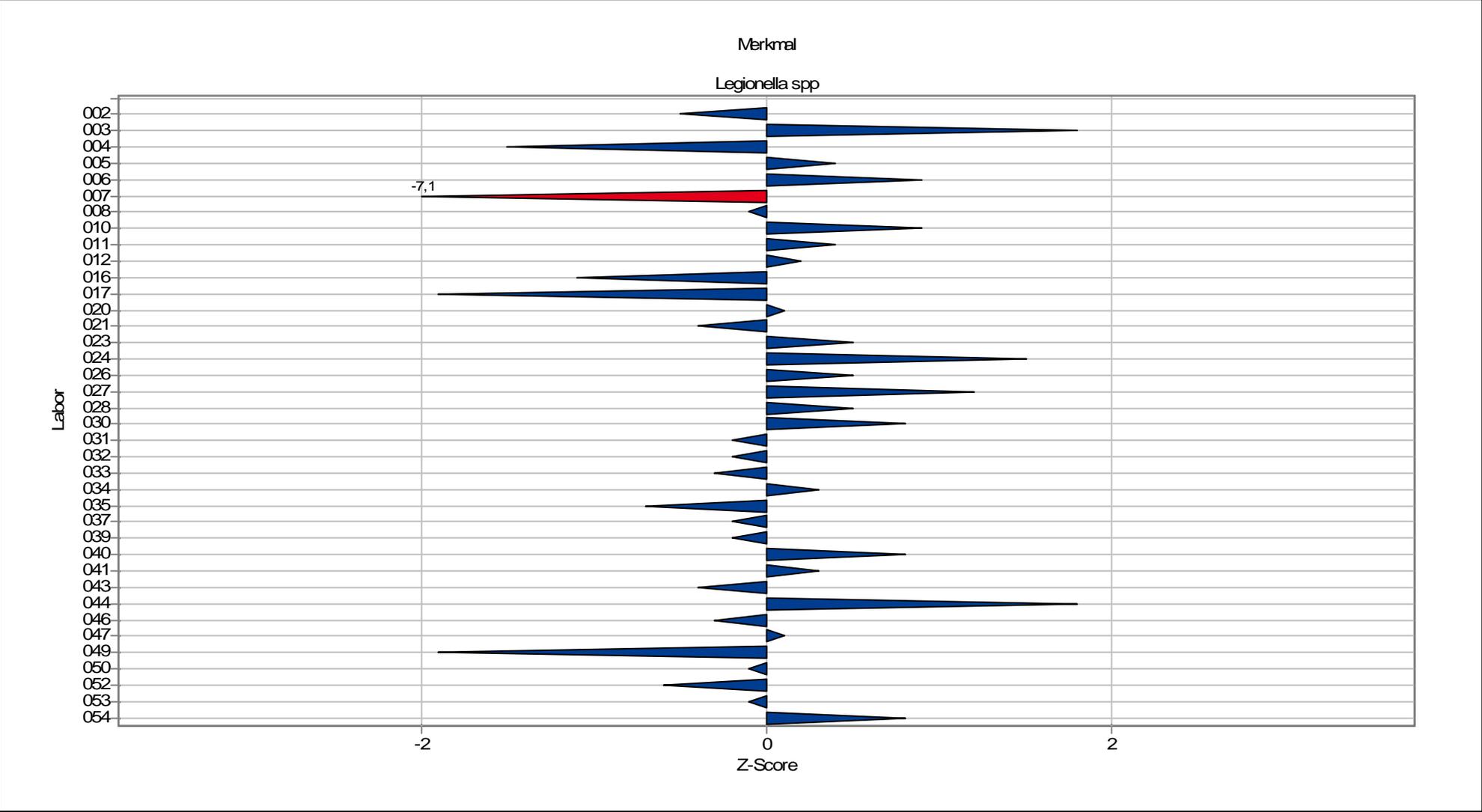
084	27	
085	32	
086	106	-0,9
087	1404000	
089	615	0,4
090		
093	20	
096	56	
098	1200	0,9
099	30	
100	479	
101	208	
102	150	-0,6
104		
105	91	-1,0
108	540	0,3
110	194	-0,4
111	370	
112	484	0,2
113		
115	82	
116	1350	1,0

Z-Score Übersicht

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Übersicht Z-Scores

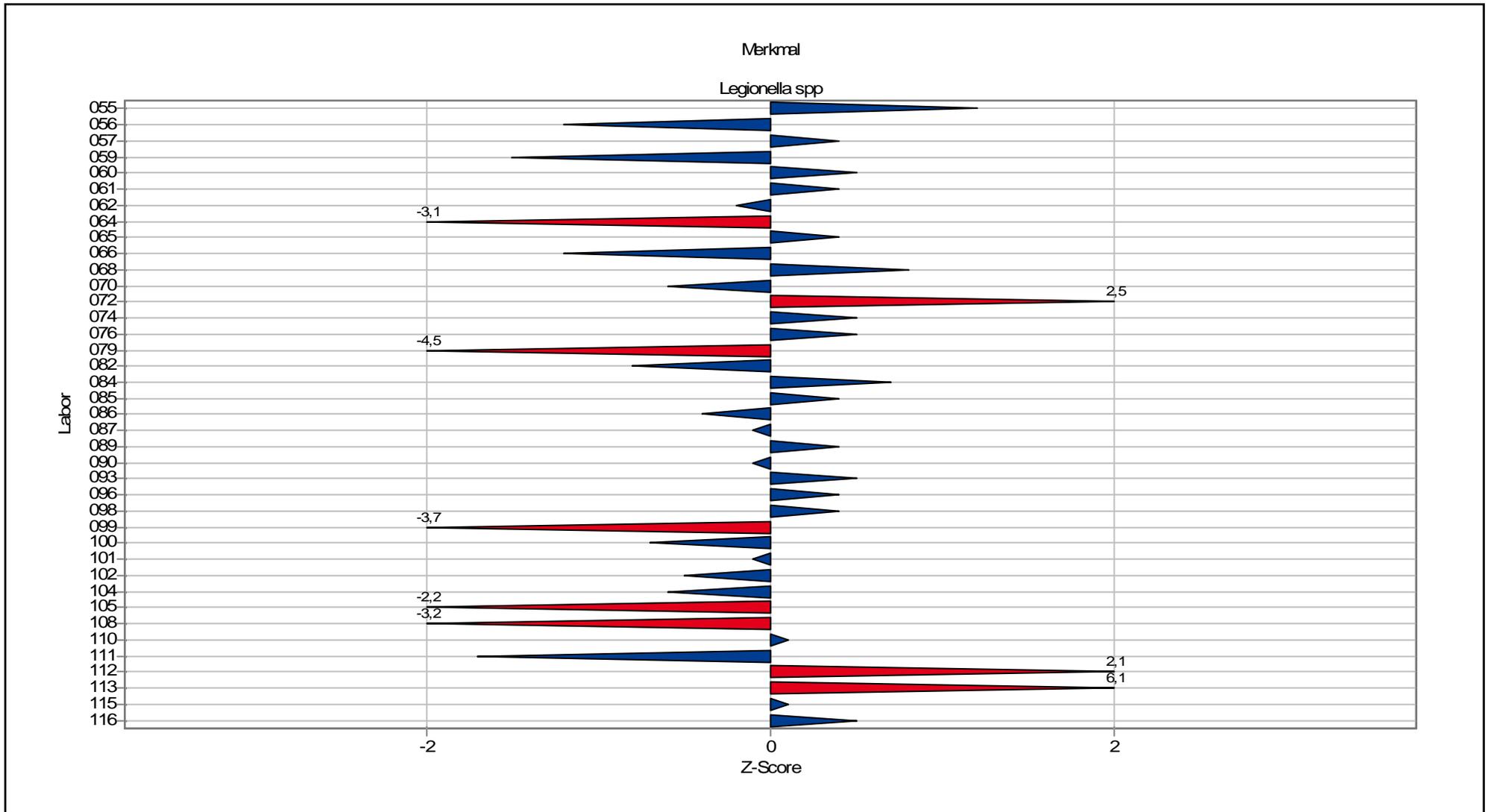
Probe: Probe 3



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Übersicht Z-Scores

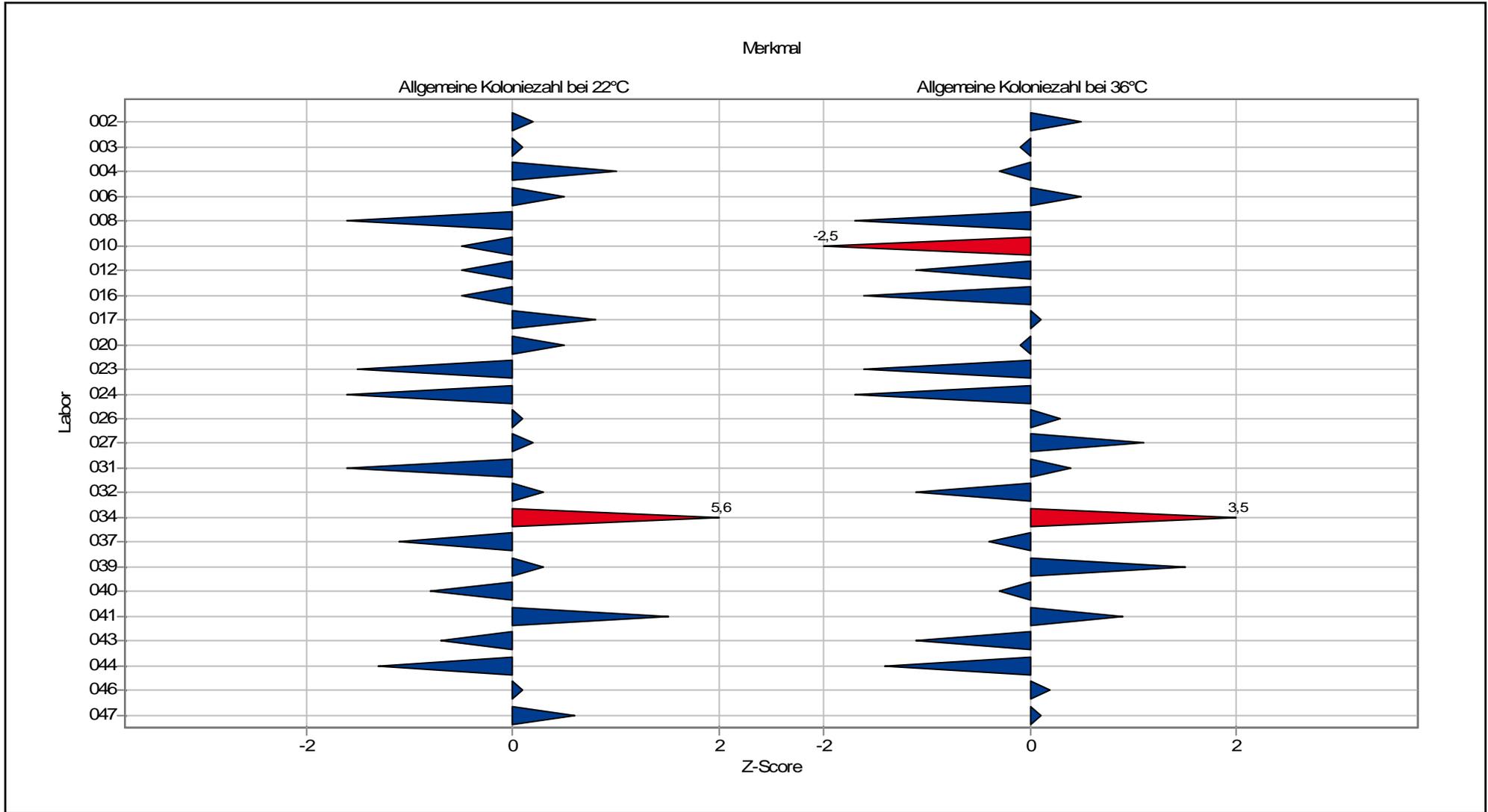
Probe: Probe 3



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Übersicht Z-Scores

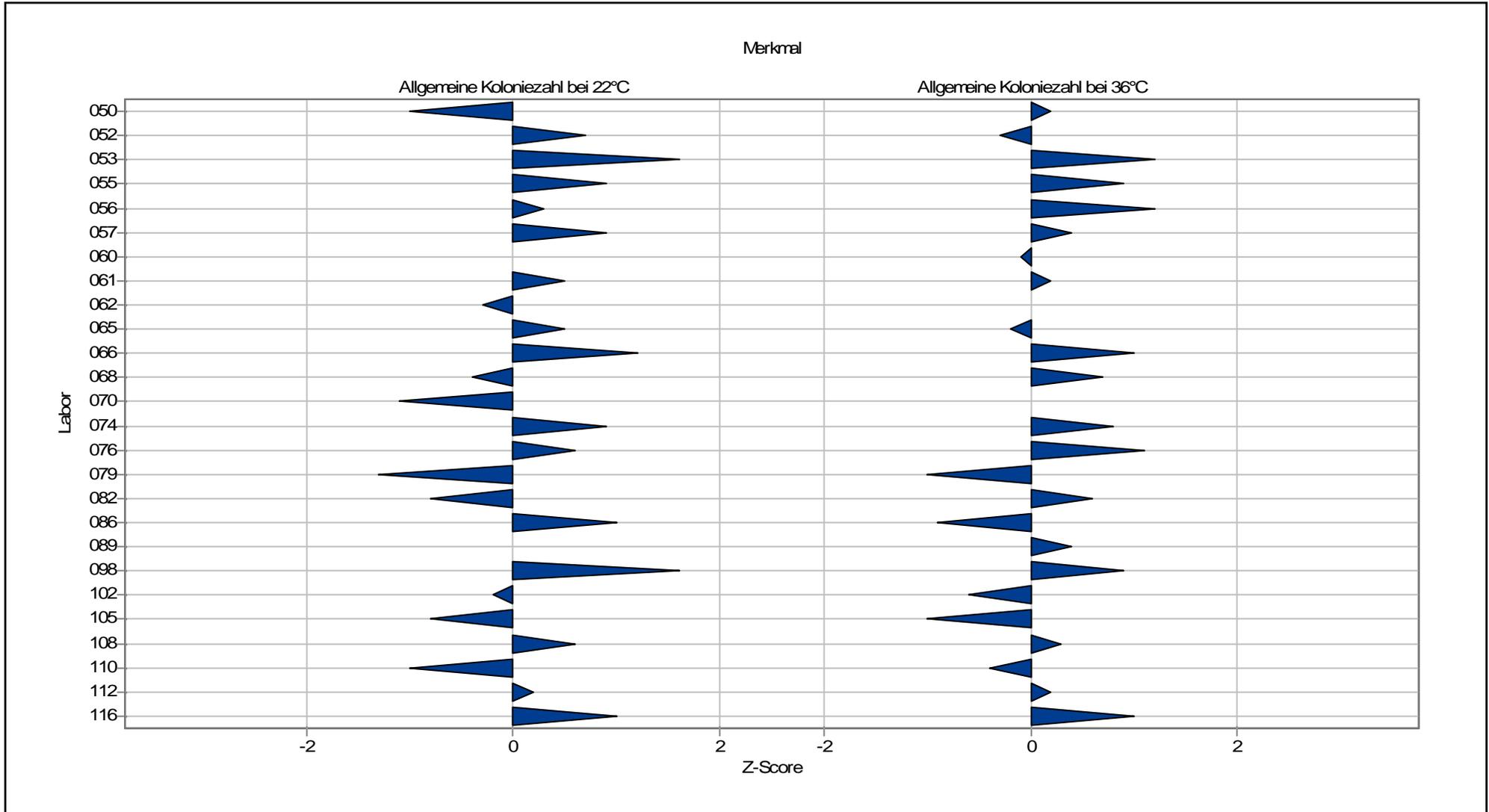
Probe: Probe 3



Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser

Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



Wassertemperaturen der Referenzgefäße bei Ankunft der Proben (°C)

Laborcode	Temperatur Referenzgefäß in °C
001	
002	5
003	8
004	7
005	5
006	6
007	7
008	6
009	7
010	5
011	5
012	3
013	6
014	5
015	
016	3
017	3
018	8
019	5
020	8
021	6
022	5
023	5
024	7
025	5
026	6
027	6
028	5
029	5
030	3
031	5
032	7
033	7
034	6
035	4
036	5
037	6
038	5
039	5
040	8
041	5
042	4
043	6
044	8
045	4
046	5
047	8
048	6
049	6
050	5
051	5

Laborcode	Temperatur Referenzgefäß in °C
052	6
053	7
054	6
055	5
056	6
057	5
058	5
059	5
060	7
061	4
062	5
063	5
064	5
065	6
066	8
067	5
068	8
069	8
070	6
071	5
072	6
073	6
074	11
075	5
076	6
077	7
078	5
079	7
080	7
081	6
082	6
083	5
084	5
085	11
086	6
087	8
088	5
089	6
090	6
091	5
092	6
093	7
094	5
095	4
096	6
097	6
098	6
099	6
100	6
101	9
102	7

Laborcode	Temperatur Referenzgefäß in °C
103	6
104	7
105	6
106	11
107	5
108	5
109	5
110	5
111	8
112	4
113	5
114	9
115	5
116	5