



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 Ulken
Tel.: 0211-1590 2372
julia.ulken@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.....	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. BlmSchV (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 im April diesen Jahres durchgeführten sowie 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, die 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 Analysenverfahren** 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 Nährgarmedium. Dieser Parameter wurde optional angeboten.

1.3 Termine

Aufgrund der hohen Nachfrage und der begrenzten Laborkapazität des LANUV NRW konnten nicht alle Anmeldungen für den ersten Ringversuchstermin im April 2018 berücksichtigt werden. Daher wurde im Januar 2018 ein weiterer identischer Ringversuch für die Parameter „*Legionella* spp.“ und „Allgemeine Koloniezahl“ in Kühlwasser für August 2018 geplant. Eine Anmeldung für diesen Zusatztermin war bis zum 29.06.2018 möglich.

Der Probenversand erfolgte wie angekündigt am Montag, den 13.08.2018, per Expressversand mit garantierter Auslieferung bis Dienstag, den 14.08.2018 um 12:00 Uhr. Mit der Analytik sollte umgehend begonnen werden.

Die Abgabe der Ringversuchsergebnisse war auf Montag, den 04.09.2018, 24:00 Uhr festgelegt. Zur Einhaltung dieser Frist mussten die unterschriebenen Ergebnisformulare per Post oder Telefax, 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. Den Untersuchungsstellen, welchen aufgrund der Kapazitätsgrenzen bei der Probenherstellung die Teilnahme am Ringversuch im April 2018 nicht ermöglicht werden konnte, wurde die Teilnahme am Zusatztermin im August 2018 garantiert.

Die Teilnehmer gaben bei der Anmeldung an, ob sie für das genannte Verfahren zur Legionellenbestimmung bzw. für das Verfahren allgemeinen Koloniezahl 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 111 Untersuchungsstellen aus dem gesamten Bundesgebiet und dem benachbarten Ausland als Teilnehmer registriert.

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 5 ± 3 °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.

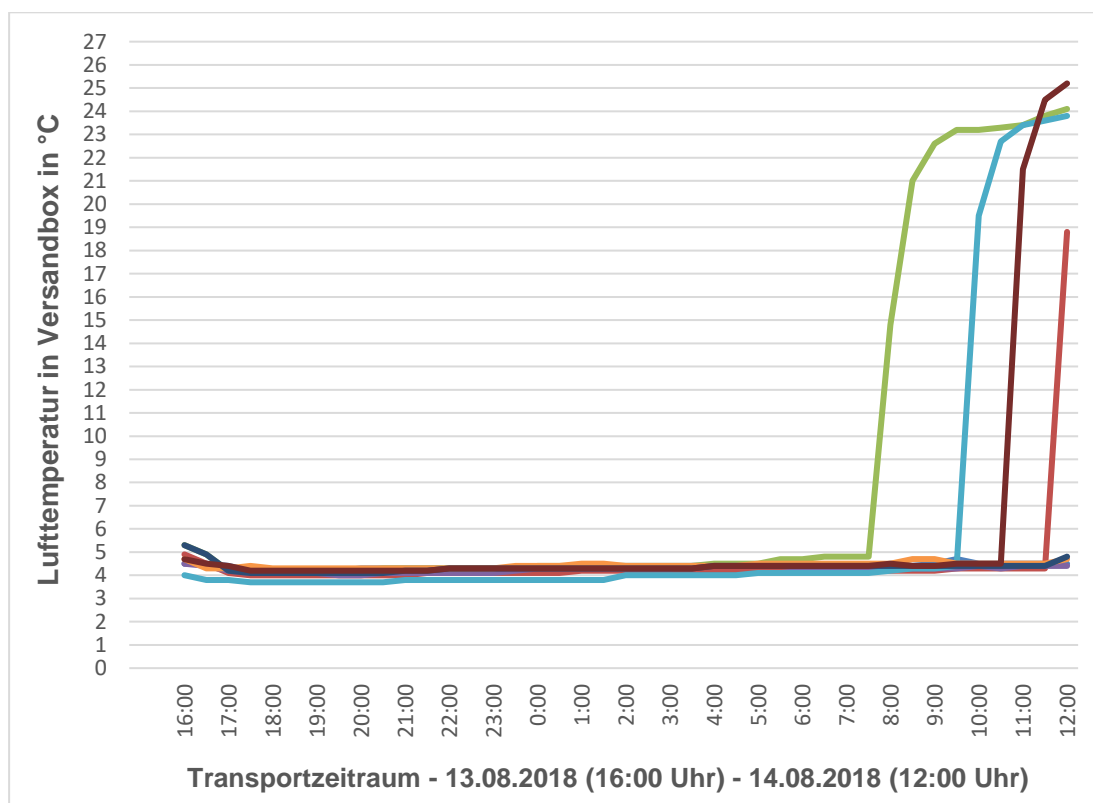


Abbildung 1: Verlauf der Temperatur in ausgewählten Versandpaketen während der Transportzeit

Von 103 angegebenen Wassertemperaturwerten lagen 98 Werte (95 %) im geplanten Temperaturtoleranzbereich von 5 ± 3 °C. Drei Laboratorien ermittelten Werte zwischen 10 °C und 11 °C. Acht Untersuchungsstellen gaben keine Werte für die Temperatur des Referenzgefäßes ab.

Aufgrund eines Fehlers des Versandunternehmens wurde ein Paket erst am 15.08.2018 und nicht, wie zugesichert am 14.08.2018 zugestellt. Trotz Verzögerung lag die Referenzproben temperatur am 15.08.2018 mit + 6 °C noch im erforderlichen Temperaturtoleranzbereich.

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 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 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.

Im Vorfeld der Ringversuchsdurchführung wurde die Tauglichkeit der natürlichen, nicht desinfizierten Probenmatrix hinsichtlich statistisch sicherem Ergebnis sowie Stabilität geprüft und für geeignet befunden. Bei den in den Proben nachweisbaren Legionellen handelte es sich überwiegend um *Legionella pneumophila* Serogruppe 1 und *Legionella pneumophila* Serogruppe 2 – 14.

Probe 1

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser
- Geplante Konzentrationsniveaus
Legionella spp. ca. 5×10^4 KBE/100 ml
(Maßnahmewertbereich für Kühltürme nach 42.BImSchV)
Allgemeine Koloniezahl 22 °C und 36 °C bis 10^4 KBE/ml

Probe 2

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser verdünnt mit steriler Kühlwassermatrix
- Geplante Konzentrationsniveaus
Legionella spp. ca. 5×10^3 KBE/100 ml
(Prüfwertbereich nach 42.BImSchV)
Allgemeine Koloniezahl 22 °C und 36 °C bis 10^4 KBE/ml

Probe 3:

- Natives, nicht desinfiziertes Kühlwasser verdünnt mit steriler Kühlwassermatrix
- Geplante Konzentrationsniveaus
Legionella spp. ca. $1,5 \times 10^4$ KBE/100 ml
(Maßnahmewertbereich für Verdunstungskühlanlagen nach 42.BImSchV)
Allgemeine Koloniezahl 22 °C und 36 °C bis 10^4 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 2 und 3 erfolgte nach Auswertung von Vorabkontrollen unter Beachtung der aus Vorversuchen abgeschätzten Wiederfindung der Legionellen. Die hergestellten Proben wurden bis zur Abfüllung weitere 3 Tage bei 5 ± 3 °C gerührt.

3 Homogenität und Stabilität der Ringversuchsproben

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

Zur Beurteilung der Homogenität wurden pro Probenansatz, die Analysenergebnisse von 10 nach Norm ISO 11731:2017 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 Vergleichsstandardabweichungen aus dem Ringversuch verglichen.

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

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.

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 oben genannter 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. 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 Vergleichstandardabweichung 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. Insbesondere beim Parameter Allgemeine Koloniezahl führte auch diese Art der Berechnung nicht zu einem sinnvollen Toleranzbereich. Um den Teilnehmern jedoch die Bewertung des Parameters nicht vorzuenthalten und eine Gleichbehandlung der beiden in diesem Jahr durchgeführten Ringversuche zu gewährleisten, wurde trotz der sehr großen Streuung und der nicht in allen Proben vorhandenen Normalverteilung eine Bewertung vorgenommen. Diese Erfahrung zeigt jedoch, dass ggf. zukünftig mit dem Parameter Allgemeine Koloniezahl eine andere Auswertestrategie gewählt werden muss.

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. Viele Labore arbeiteten methodisch nach dem in der Trinkwasserverordnung beschriebenen Verfahren bzw. gaben „sonstiges Verfahren“ an. Insgesamt konnten hier die Ergebnisse von 21 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. Wurden bei der Bestimmung der Parameter der vorgegebenen Normen 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

Von den 111 Untersuchungsstellen, die Proben im Rahmen des Ringversuchs erhielten, sandten 110 Teilnehmer ihre Ergebnisse zurück. Fehlende Formblätter oder Angaben wurden teilweise nachgefordert, um die Anwendung der vorgeschriebenen Methoden zu überprüfen.

Für die Berechnung des Parameters *Legionella* spp. wurden die Ergebnisse von 107 Untersuchungsstellen berücksichtigt. Die statistischen Kenndaten für diesen Parameter lagen mit relativen Standardabweichungen zwischen 35 und 40 % im erwarteten Bereich. 89 Teilnehmer (80 %) bestimmten den Parameter *Legionella* spp. erfolgreich. Ein Teilnehmer ermittelte seine Ergebnisse innerhalb der Toleranzgrenzen mit einem anderen als dem vorgegebenen Verfahren und wurde daher nicht erfolgreich bewertet.

Die Kenndaten für die allgemeine Koloniezahl wiesen in dieser komplexen Matrix große Streuungen auf. Die dadurch teilweise extrem großen Toleranzbereiche, die nicht eingegrenzt wurden, führten für viele Teilnehmer zu einer positiven Bewertung.

Die allgemeine Koloniezahl wurde als optionaler Parameter angeboten und nicht von allen Teilnehmern bestimmt, einige lieferten nur Ergebnisse für eine Temperatur (22 °C oder 36 °C). 90 Teilnehmer, die nach der vorgegebenen Norm arbeiteten, wurden für die Berechnung der Kenndaten berücksichtigt. Davon konnten 73 Teilnehmer den Parameter Koloniezahl bei 22°C (81 %) und 75 Teilnehmer bei 36°C (83 %) erfolgreich abschließen.

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 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 nativen Kühlwasserproben deckten im Ringversuch drei verschiedene Legionellen-Konzentrationsniveaus zwischen ca. 5×10^3 – ca. 5×10^4 KBE/100 ml (Prüf- und Maßnahmenwertbereiche) sowie für die allgemeine Koloniezahl Konzentrationsniveaus bis 10^4 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 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 (96 %, 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).

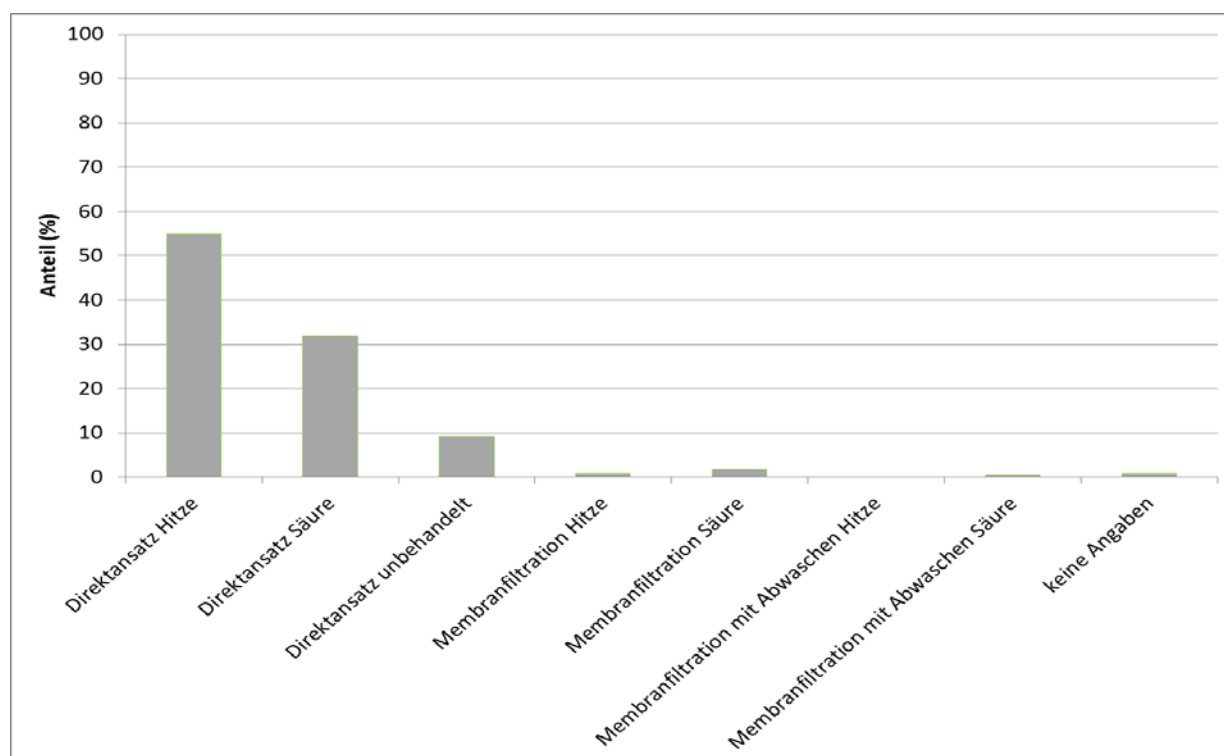


Abbildung 2: Verwendete Kombination aus Vorbehandlung und Verfahren zur Berechnung und Angabe des Endergebnisses für den Parameter *Legionella* spp.

Das Membranfiltrationsverfahren mit Auflegen des Membranfilters (n=4) sowie das Membranfiltrationsverfahren mit Abwaschen wurden nur vereinzelt (n=1) für die Endergebnisberechnung herangezogen. Auffällig waren die teilweise zur Membranfiltration mit Auflegen des Membranfilters verwendeten Probenvolumina. Die Analytik der Proben sollte zwingend nach Empfehlung des Umweltbundesamtes 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. Einzelne Laboratorien verwendeten geringere Volumina von 0,1 bis 10 ml.

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

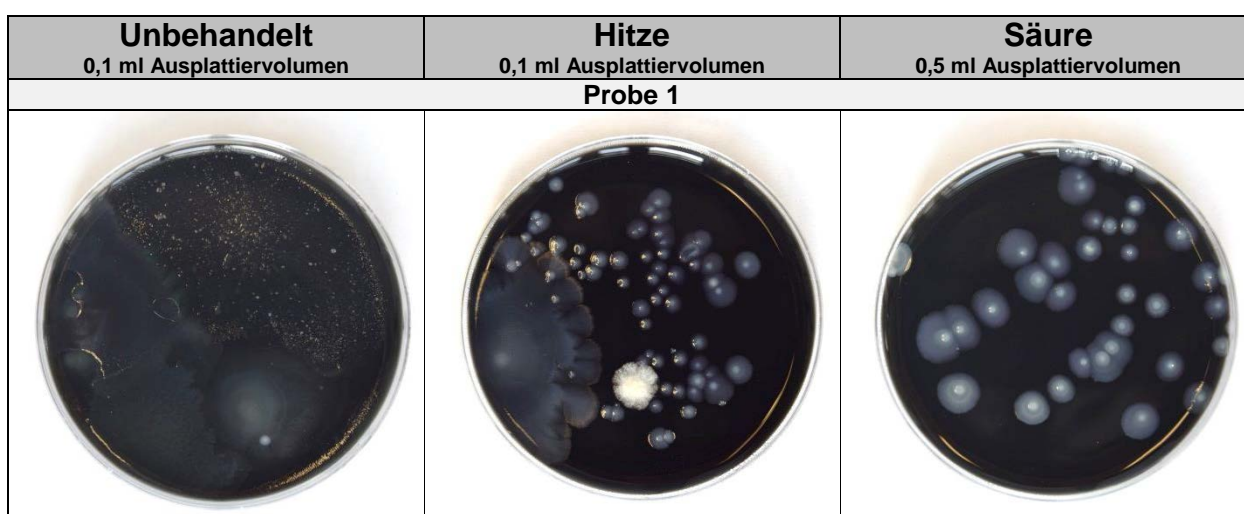


Abbildung 3: Fotodokumentation ausgewählter GVPC-Agarplatten (36 °C, 7 d, LANUV NRW) der Probe 1 ohne Vorbehandlung, nach Hitze- bzw. Säurevorbehandlung

Als Vorbehandlungsmethode erwies sich für die Mehrzahl der Labore, bei Betrachtung aller drei Proben, die Hitzevorbehandlung mit 58 % und nachfolgend die Säurevorbehandlung mit 32 % 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 Hitze- bzw. Säure-behandlung, zu einer ggf. bedingten Inhibition der Zielorganismen führen können.

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

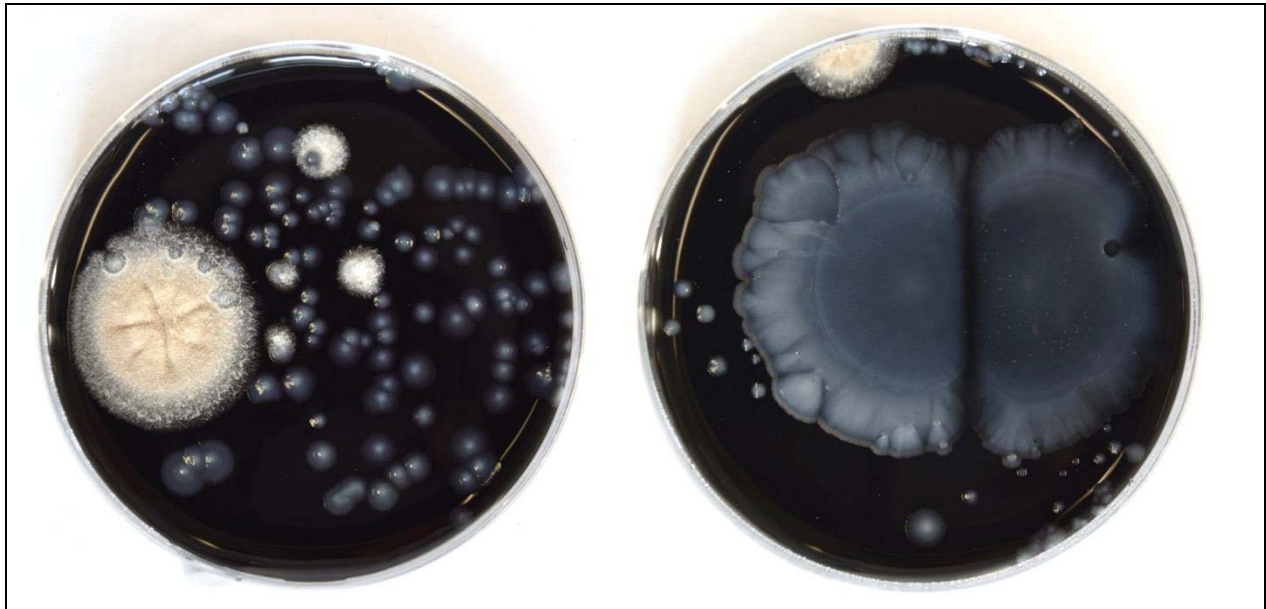


Abbildung 4: Beispielhafte Darstellung möglicher Begleitflora auf GVPC-Agarplatten

Proben mit einem hohen Schwierigkeitsgrad bezüglich der Begleitflora 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 Angabe der Endergebnisse (in KBE/100 ml) sollte nach Empfehlung des Umweltbundesamtes auf zwei signifikante Stellen gerundet erfolgen; ca. 20 % der Ergebnisse waren nicht entsprechend gerundet. Hier besteht bei den Laboren weiterhin Verbesserungsbedarf bezüglich der Ergebnisangabe.

Die Kenndaten der Proben sind abschließend in der unten stehenden Tabelle 1 sowie unter „Einzeldarstellung der Ergebnisse“ zusammengefasst. Die in diesem Ringversuch ermittelten relativen Soll-Standardabweichungen zwischen 36 bis 40 % spiegeln die Ergebnisse aus dem Ringversuch April 2018 (36 – 46 %) wider.

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

	Einheit	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	KBE/100 ml	48967	7773	17117
Soll-Standardabweichung	KBE/100 ml	19634	2799	6608
relative Soll-Standardabweichung	%	40,10	36,01	38,60
untere Toleranzgrenze	KBE/100 ml	21960	3783	7909
obere Toleranzgrenze	KBE/100 ml	109186	15972	37044

Allgemeine Koloniezahl (DIN EN ISO 6222:1999)

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

Von insgesamt 111 Untersuchungsstellen bestimmten 105 (96 %) den optional angebotenen Parameter allgemeine Koloniezahl für beide Inkubationstemperaturen; ein Labor gab Ergebnisse nur für eine Temperatur ab. Von diesen Laboren nutzten 90 % das vorgeschriebene Verfahren (Abb.5). Im Vergleich zum Ringversuch im April 2018 war eine deutliche Steigerung bezüglich der Verwendung des vorgeschriebenen Verfahrens erkennbar (April 2018; 67 %). Labore, die sonstige Verfahren angegeben hatten, arbeiteten methodisch nach dem in der Trinkwasserverordnung beschriebenen Verfahren bzw. gaben keine weiteren Informationen zum verwendeten Verfahren an.

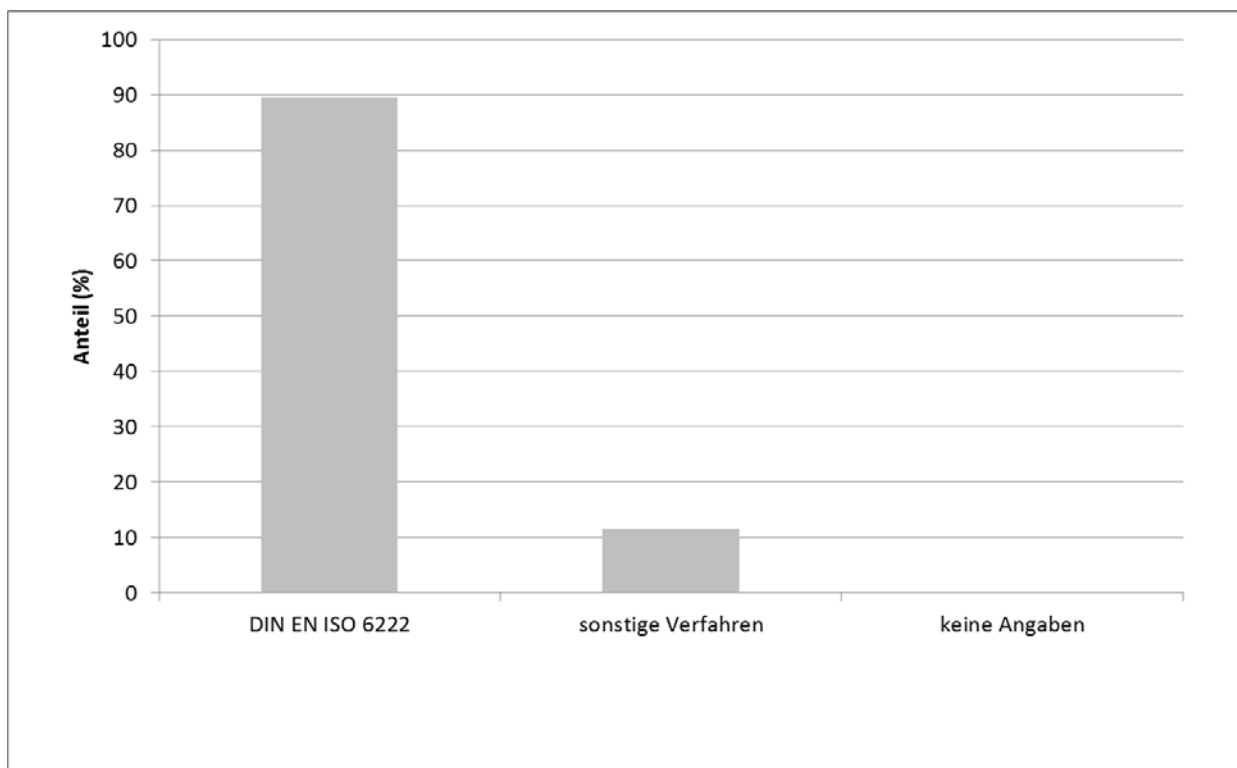


Abbildung 5: Verwendete Untersuchungsverfahren zur Bestimmung der allgemeinen Koloniezahl

Die erfolgreiche Teilnahme konnte für den Parameter Koloniezahl 22°C bei 81 % und für die Koloniezahl 36°C bei 83 % der mit vorgeschriebenem Verfahren arbeitenden Labore festgestellt werden.

Zur Erhebung von weiteren Daten wendete das LANUV NRW im Ringversuch im April 2018 neben der vorgeschriebenen Methode zusätzlich das Koloniezahlverfahren nach §15 (1c) TrinkwV 2001 an. Die Auswertung dieser Daten ergab einen statistisch signifikanten Einfluss der verwendeten Nachweis- (§15 (1c) TrinkwV 2001, DIN EN ISO 6222:1999) sowie der Begutachtungsmethode (mit Lupe, mit bloßem Auge) auf das Endergebnis (Abb. 6). Die Verwendung der Methode nach §15 (1c) TrinkwV 2001 zeigte dabei im Vergleich zur DIN EN ISO 6222:1999 um den Faktor 2 – 4 geringere Koloniezahlen (Abb. 6).

Die Auswertung mittels einer Stereolupe (bei 6-8 facher Vergrößerung) bei Verwendung der DIN EN ISO 6222:1999 erhöhte das Ergebnis signifikant.

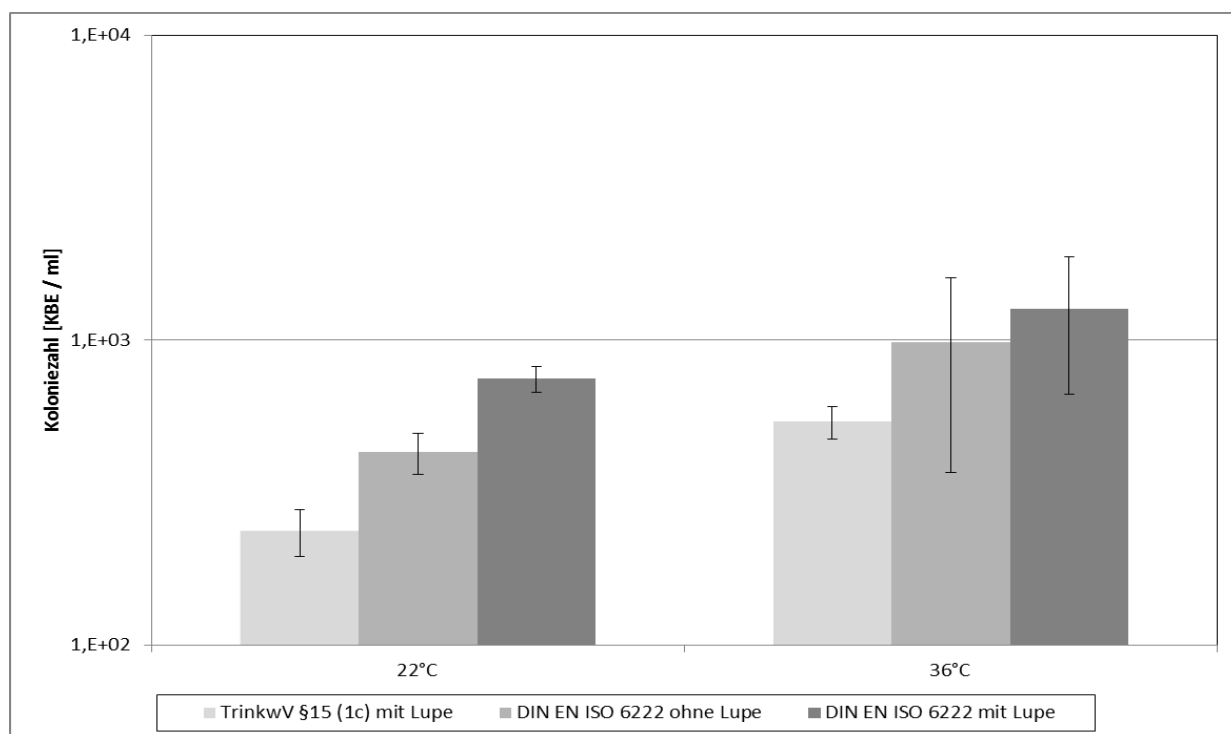


Abbildung 6: Koloniezahlen der Probe 1 (LANUV NRW) in Abhängigkeit von dem verwendeten Untersuchungsverfahren (Ergebnisse Ringversuch April 2018)

Die im April 2018 gezeigten Zusammenhänge bezüglich der Auswertetechnik (mit oder ohne Lupe) wurde in diesem Ringversuch anhand der vorhandenen Kollektive betrachtet. Die dabei ermittelten Kenndaten wiesen in dieser komplexen Matrix 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 zeigte.

Die Kenndaten der Proben sind abschließend in den unten stehenden Tabellen 2 und 3 sowie unter „Einzeldarstellung der Ergebnisse“ zusammengefasst. Die in diesem Ringversuch ermittelten relativen Soll-Standardabweichungen für 22 °C zwischen 75 und 174 % und für 36 °C von 144 bis 224 % spiegeln größenordnungsmäßig die Ergebnisse aus dem Ringversuch April 2018 (75 – 102 % für 22 °C; 115 – 157 % für 36 °C) wider und zeigen die enorme Spreite der abgegebenen Ergebnisse.

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

	Einheit	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	KBE/ml	193	667	333
Soll-Standardabweichung	KBE/ml	145	1158	445
relative Soll-Standardabweichung	%	75,27	173,71	133,51
untere Toleranzgrenze	KBE/ml	43	21	23
obere Toleranzgrenze	KBE/ml	868	21515	4810

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

	Einheit	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	KBE/ml	5100	1662	2005
Soll-Standardabweichung	KBE/ml	11407	2832	2883
relative Soll-Standardabweichung	%	223,64	170,36	143,81
untere Toleranzgrenze	KBE/ml	58	55	113
obere Toleranzgrenze	KBE/ml	446791	50171	35578

6 Ergebnisse

Kenndatentabellen

Kenndatenübersicht - Legionella spp.

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	48967	7773	17117
Soll-Stdabw.	19634	2799	6608
Vergleich-Stdabw.	19634	2799	6608
Rel.Soll-Stdabw.	40,10 %	36,01 %	38,60 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	40,10 %	36,01 %	38,60 %
unt. Toleranzgr.	21960	3783	7909
ob. Toleranzgr.	109186	15972	37044
Messunsicherheit zugewiesener Wert	2954	412	980
Anzahl Labore in Berechnung	69	72	71

Kenndatenübersicht - Allgemeine Koloniezahl bei 22°C

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	193	667	333
Soll-Stdabw.	145	1158	445
Vergleich-Stdabw.	145	1158	445
Rel.Soll-Stdabw.	75,27 %	173,71 %	133,51 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	75,27 %	173,71 %	133,51 %
unt. Toleranzgr.	43	21	23
ob. Toleranzgr.	868	21515	4810
Messunsicherheit zugewiesener Wert	24	192	73
Anzahl der Labore in der Berechnung	59	57	58

Kenndatenübersicht - Allgemeine Koloniezahl bei 36°C

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	5100	1662	2005
Soll-Stdabw.	11407	2832	2883
Vergleich-Stdabw.	11407	2832	2883
Rel.Soll-Stdabw.	223,64 %	170,36 %	143,81 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	223,64 %	170,36 %	143,81 %
unt. Toleranzgr.	58	55	113
ob. Toleranzgr.	446791	50171	35578
Messunsicherheit zugewiesener Wert	1872	469	473
Anzahl der Labore in der Berechnung	58	57	58

Einzeldarstellung der Proben

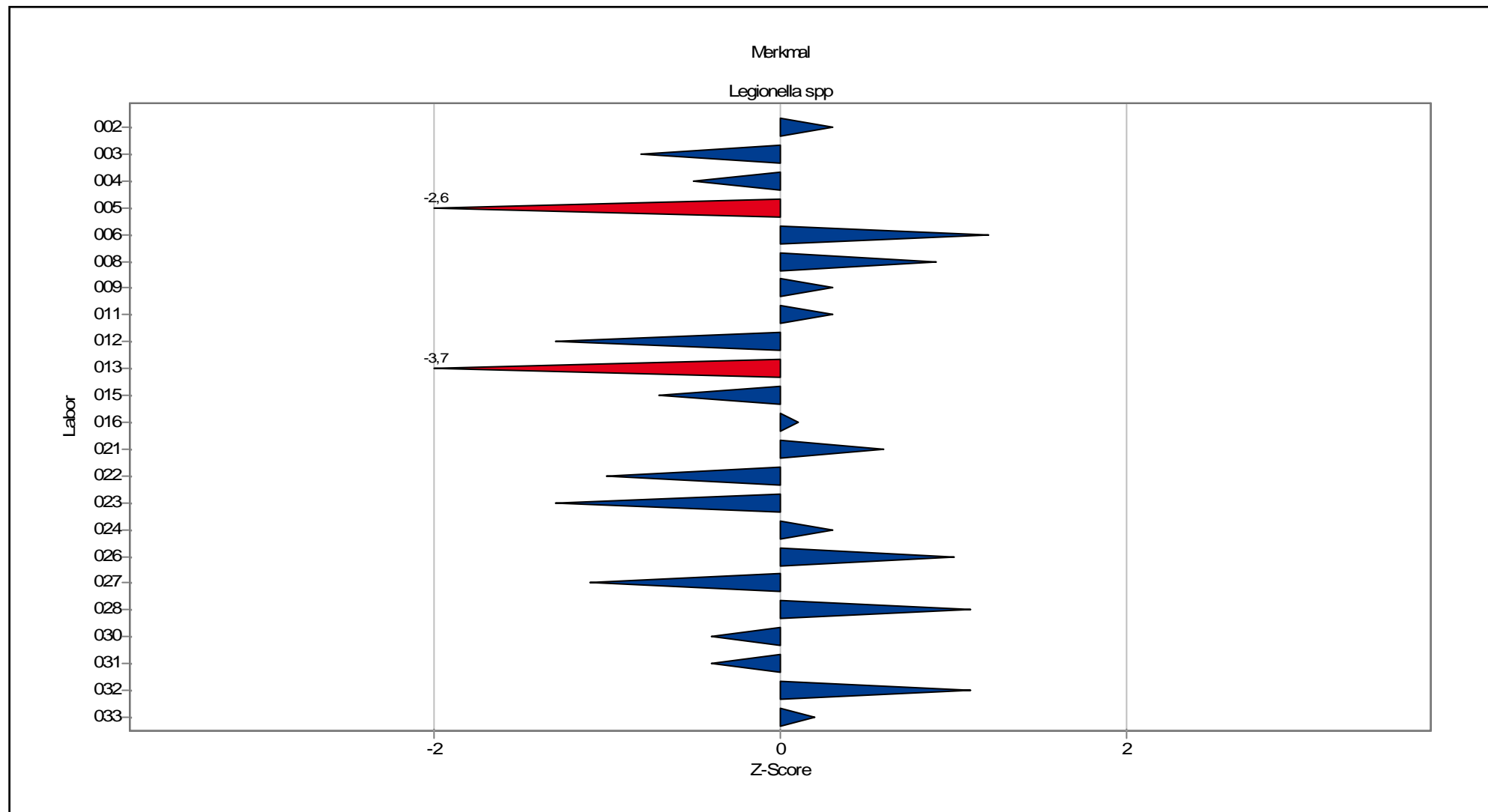
Probe 1

Z-Score Übersicht

(Probe 1)

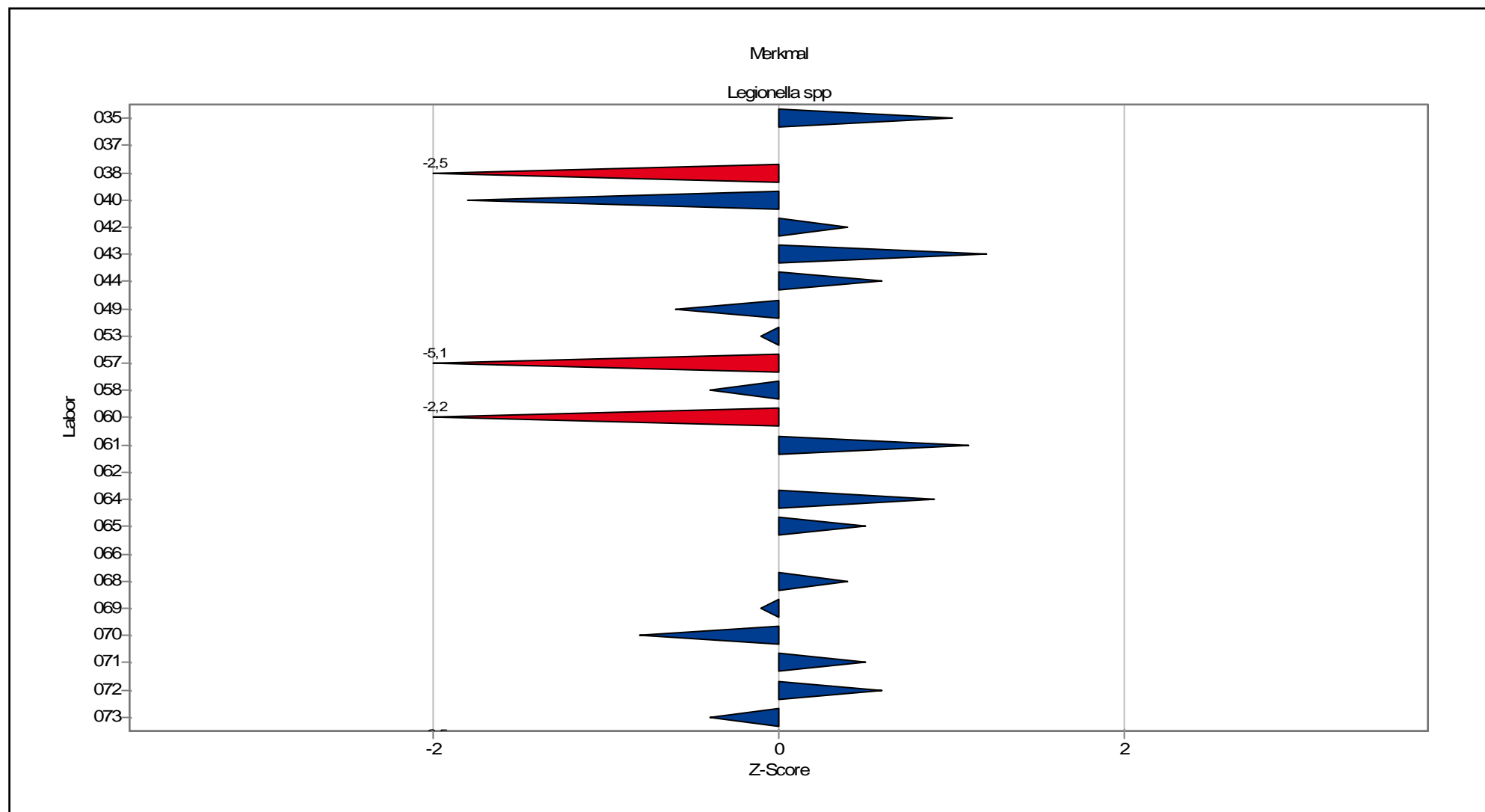
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



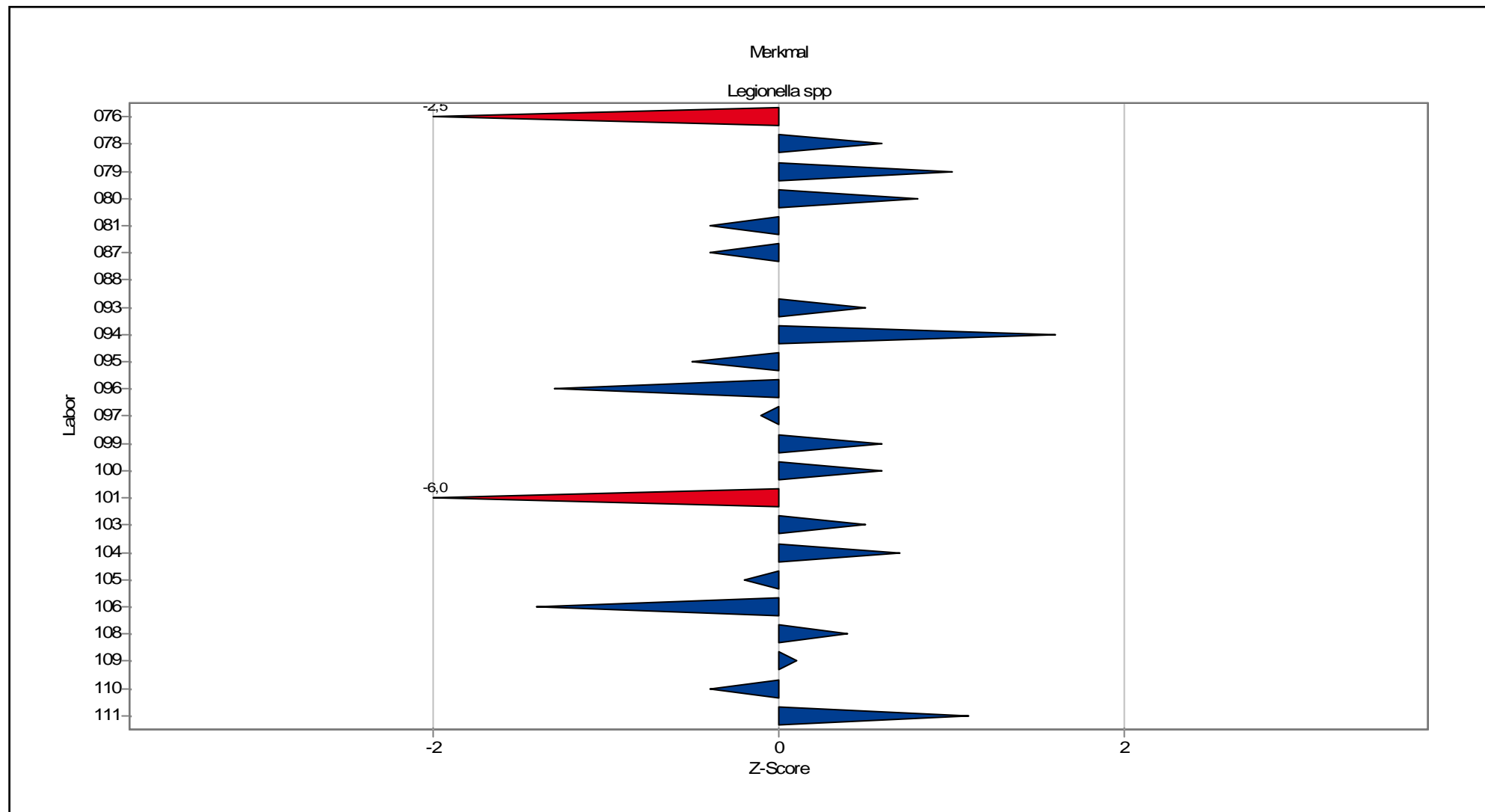
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



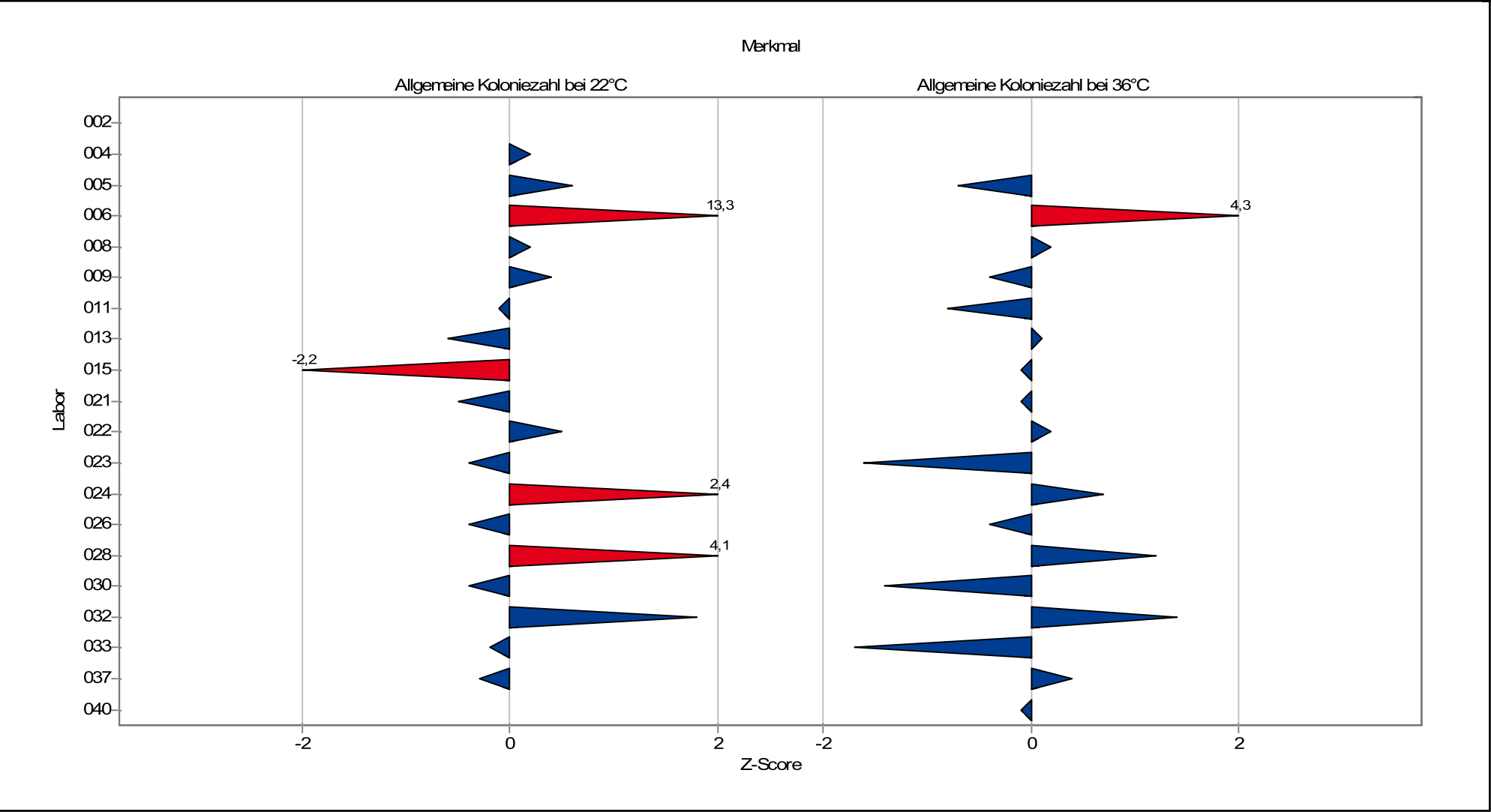
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



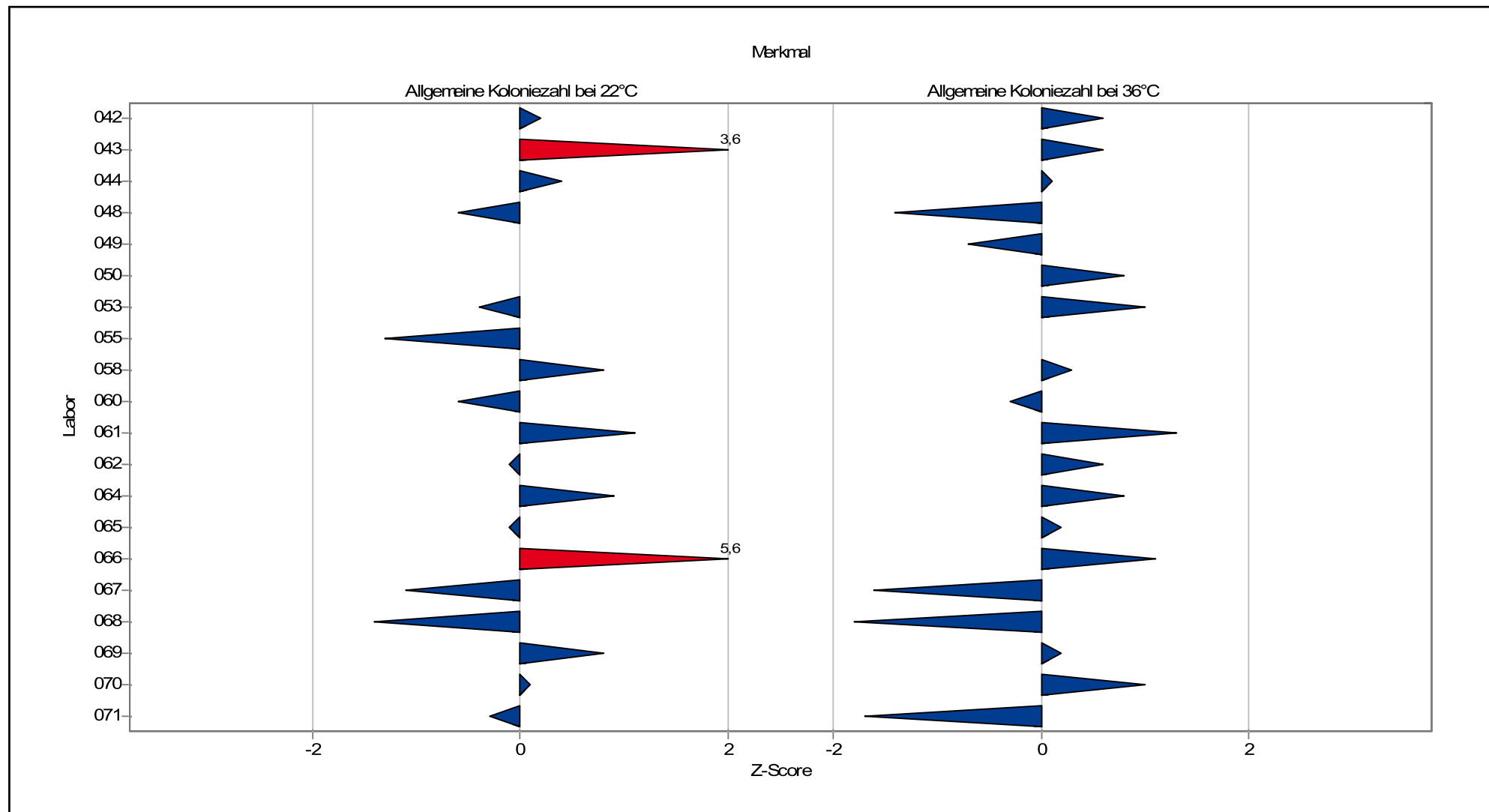
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



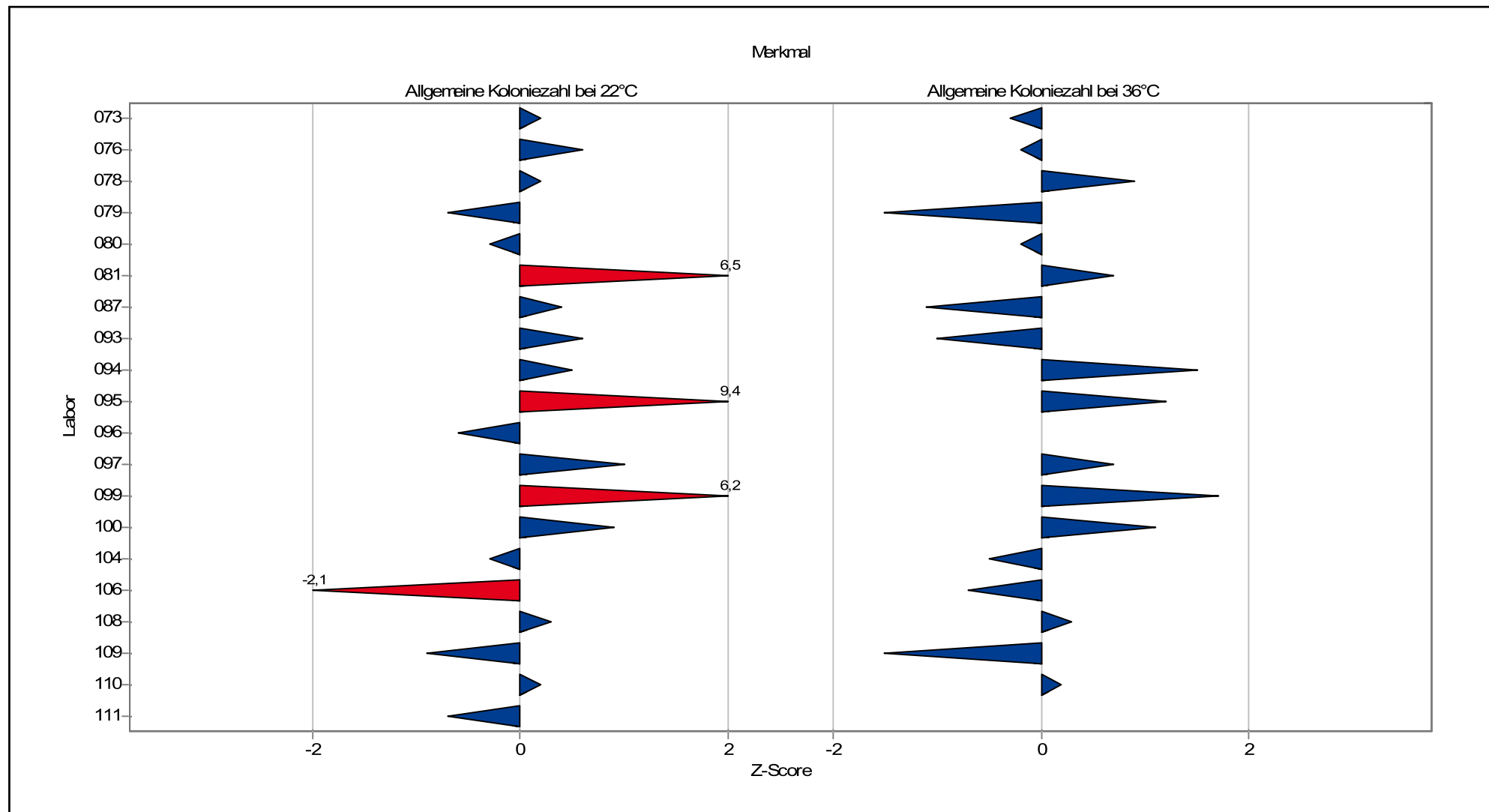
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1



Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 1

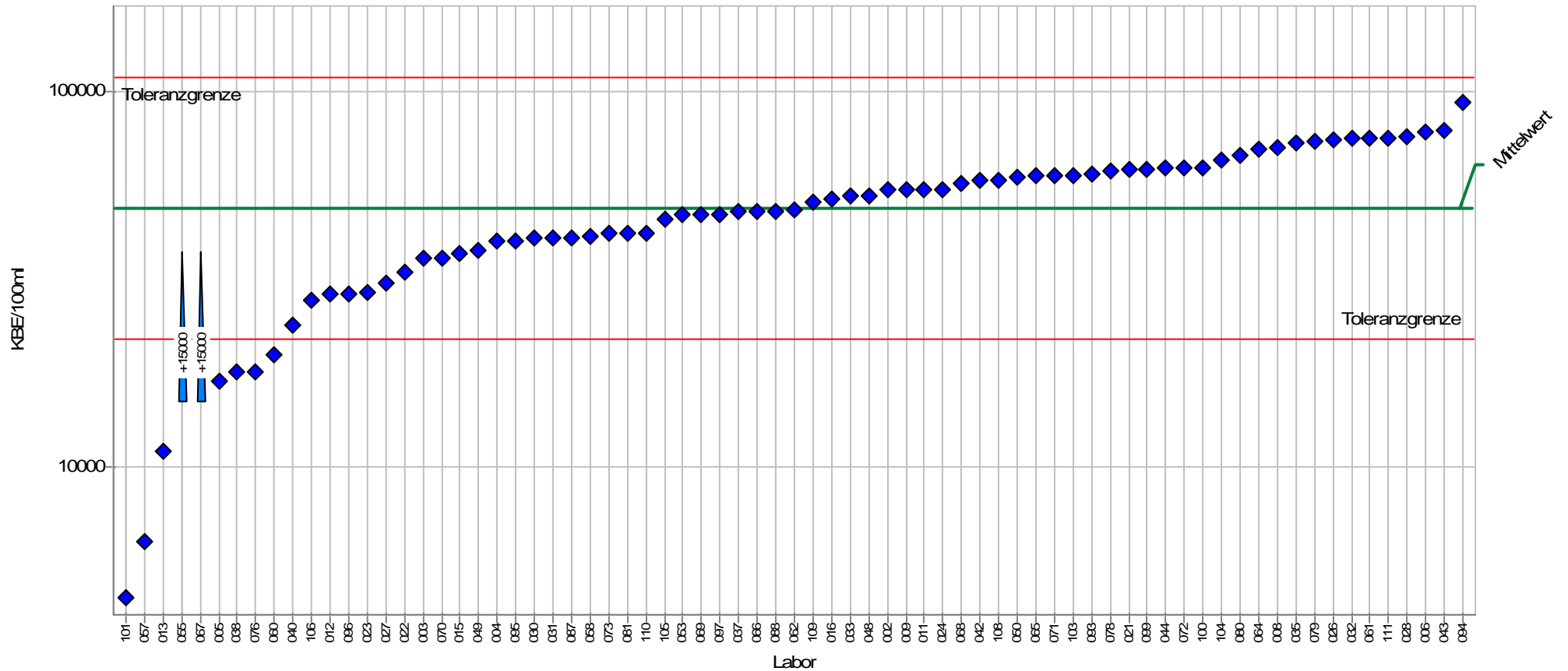


Probe 1

Einzeldarstellung
(Diagramme und Tabellen)

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	48967 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	19634 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	19634 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung: 69		Rel. Soll-Stdabw.:	40,10%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	40,10%
		Toleranzbereich:	21960 - 109186 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)



PROLab

Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	48967 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	19634 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	19634 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung:	69	Rel. Soll-Stdabw.:	40,10%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	40,10%
		Toleranzbereich:	21960 - 109186 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)

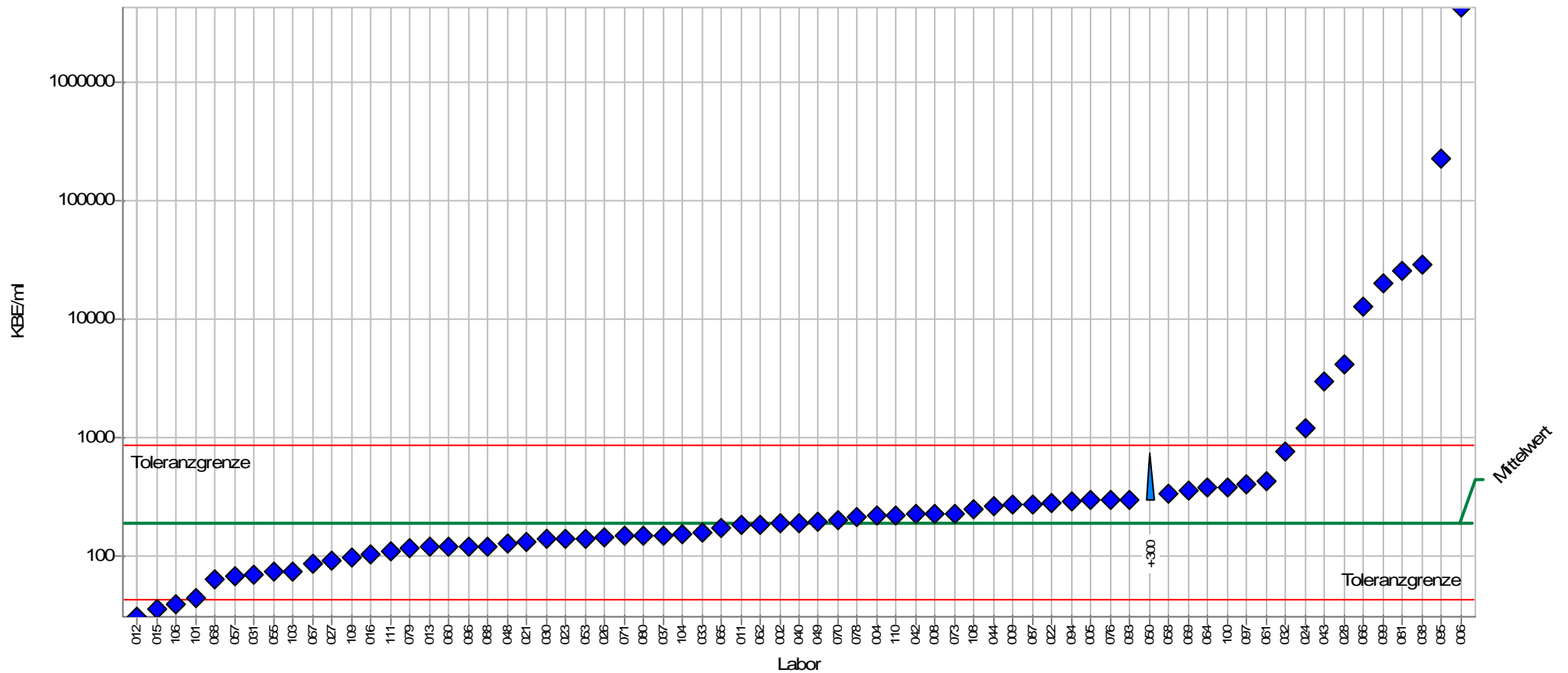
Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
002	55000	0,3
003	36000	-0,8
004	40000	-0,5
005	17000	-2,6
006	78000	1,2
008	71000	0,9
009	55000	0,3
011	55000	0,3
012	29000	-1,3
013	11000	-3,7
015	37000	-0,7
016	52000	0,1
021	62000	0,6
022	33000	-1,0
023	29100	-1,3
024	55000	0,3
026	74500	1,0
027	31000	-1,1
028	76000	1,1
030	41000	-0,4
031	41000	-0,4
032	75000	1,1
033	53000	0,2
035	73000	1,0
037	48000	0,0
038	18000	-2,5
040	24000	-1,8
042	58000	0,4
043	79000	1,2
044	63000	0,6
048	53000	
049	38000	-0,6
050	59000	
053	47000	-0,1
054		
055	+15000	
057	6364	-5,1
058	41300	-0,4
060	20000	-2,2
061	75000	1,1
062	48300	0,0
064	70300	0,9
065	60000	0,5
066	48000	0,0
067	+15000	
068	57000	0,4
069	47000	-0,1
070	36000	-0,8
071	60000	0,5
072	63000	0,6
073	42000	-0,4
076	18000	-2,5
078	61800	0,6

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

079	74000	1,0
080	68000	0,8
081	42000	-0,4
087	41000	-0,4
088	48000	0,0
093	60500	0,5
094	94000	1,6
095	40000	-0,5
096	29000	-1,3
097	47000	-0,1
099	62000	0,6
100	63000	0,6
101	4500	-6,0
103	60000	0,5
104	66000	0,7
105	46000	-0,2
106	28000	-1,4
108	58000	0,4
109	51000	0,1
110	42000	-0,4
111	75000	1,1

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	193 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Soll-Stdabw.:	145 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	145 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:59		Rel. Soll-Stdabw.:	75,27%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	75,27%
		Toleranzbereich:	43 - 868 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab

Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	193 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Soll-Stdabw.:	145 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	145 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	59	Rel. Soll-Stdabw.:	75,27%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	75,27%
		Toleranzbereich:	43 - 868 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)

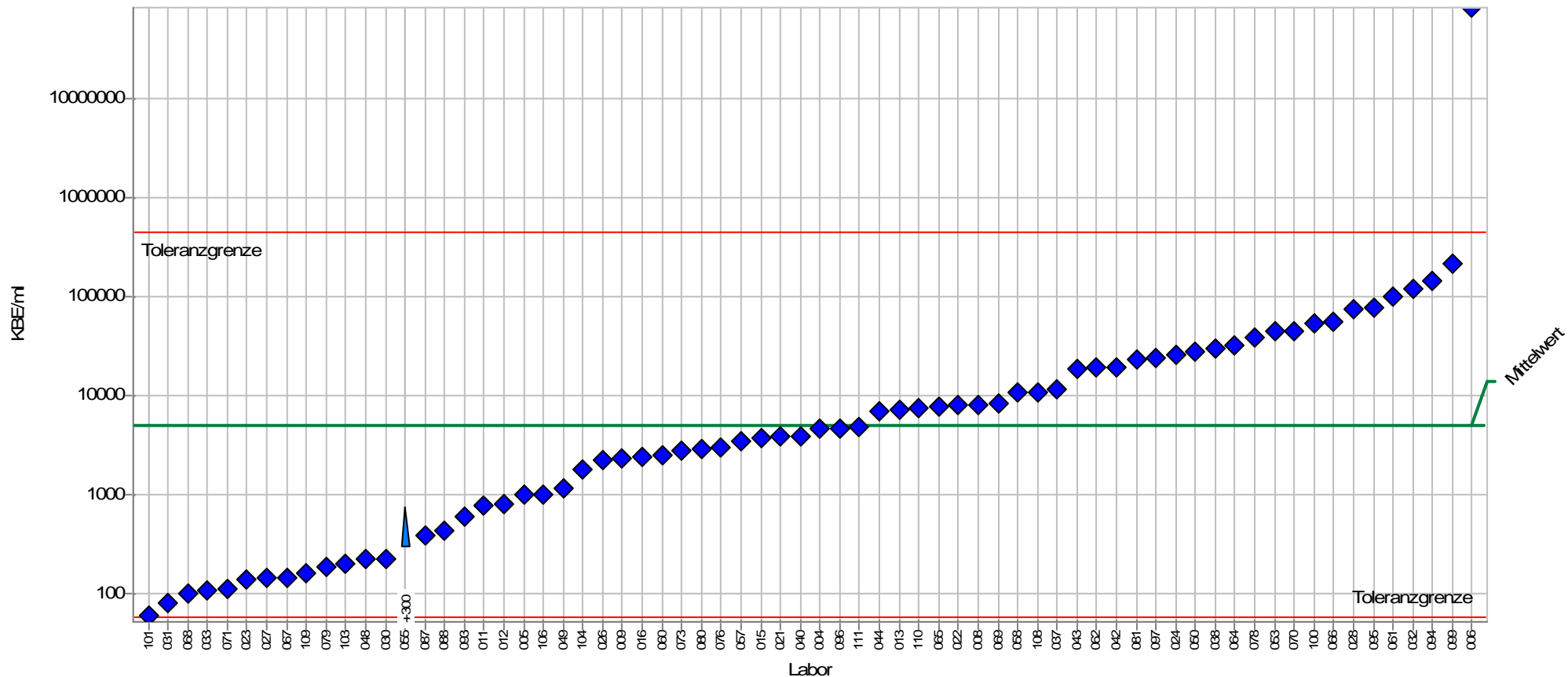
Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
002	189	0,0
003		
004	220	0,2
005	300	0,6
006	4180000	13,3
008	230	0,2
009	270	0,4
011	185	-0,1
012	31	
013	120	-0,6
015	36	-2,2
016	104	
021	131	-0,5
022	280	0,5
023	140	-0,4
024	1200	2,4
026	144	-0,4
027	92	
028	4200	4,1
030	139	-0,4
031	70	
032	760	1,8
033	160	-0,2
035		
037	151	-0,3
038	29000	
040	190	0,0
042	226	0,2
043	3000	3,6
044	266	0,4
048	127	-0,6
049	198	0,0
050	+300	
053	141	-0,4
054		
055	74	-1,3
057	68	
058	340	0,8
060	120	-0,6
061	430	1,1
062	185	-0,1
064	380	0,9
065	175	-0,1
066	12887	5,6
067	87	-1,1
068	65	-1,4
069	355	0,8
070	200	0,1
071	149	-0,3
072		
073	230	0,2
076	300	0,6
078	216	0,2

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

079	117	-0,7
080	150	-0,3
081	25400	6,5
087	270	0,4
088	121	
093	300	0,6
094	290	0,5
095	225600	9,4
096	120	-0,6
097	410	1,0
099	20000	6,2
100	382	0,9
101	44	
103	75	
104	152	-0,3
105		
106	40	-2,1
108	250	0,3
109	99	-0,9
110	220	0,2
111	112	-0,7

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	5100 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Soll-Stdabw.:	11407 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	11407 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:58		Rel. Soll-Stdabw.:	223,64%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	223,64%
		Toleranzbereich:	58 - 446791 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1	zugewiesener Wert:	5100 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Soll-Stdabw.:	11407 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	11407 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	58	Rel. Soll-Stdabw.:	223,64%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	223,64%
		Toleranzbereich:	58 - 446791 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
002		
003		
004	4600	0,0
005	1000	-0,7
006	82200000	4,3
008	8085	0,2
009	2300	-0,4
011	770	-0,8
012	820	
013	7125	0,1
015	3800	-0,1
016	2456	
021	3825	-0,1
022	8000	0,2
023	142	-1,6
024	26000	0,7
026	2220	-0,4
027	145	
028	74000	1,2
030	225	-1,4
031	80	
032	120000	1,4
033	110	-1,7
035		
037	11700	0,4
038	30000	
040	3900	-0,1
042	19500	0,6
043	19000	0,6
044	7000	0,1
048	222	-1,4
049	1182	-0,7
050	27700	0,8
053	44836	1,0
054		
055	+300	
057	3551	
058	10950	0,3
060	2500	-0,3
061	99000	1,3
062	19200	0,6
064	32000	0,8
065	7655	0,2
066	55250	1,1
067	146	-1,6
068	100	-1,8
069	8305	0,2
070	45000	1,0
071	111	-1,7
072		
073	2820	-0,3
076	3000	-0,2
078	39100	0,9

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

079	190	-1,5
080	2950	-0,2
081	23600	0,7
087	390	-1,1
088	430	
093	600	-1,0
094	142000	1,5
095	76800	1,2
096	4600	0,0
097	24000	0,7
099	220000	1,7
100	54545	1,1
101	60	
103	200	
104	1800	-0,5
105		
106	1010	-0,7
108	11000	0,3
109	162	-1,5
110	7600	0,2
111	4860	0,0

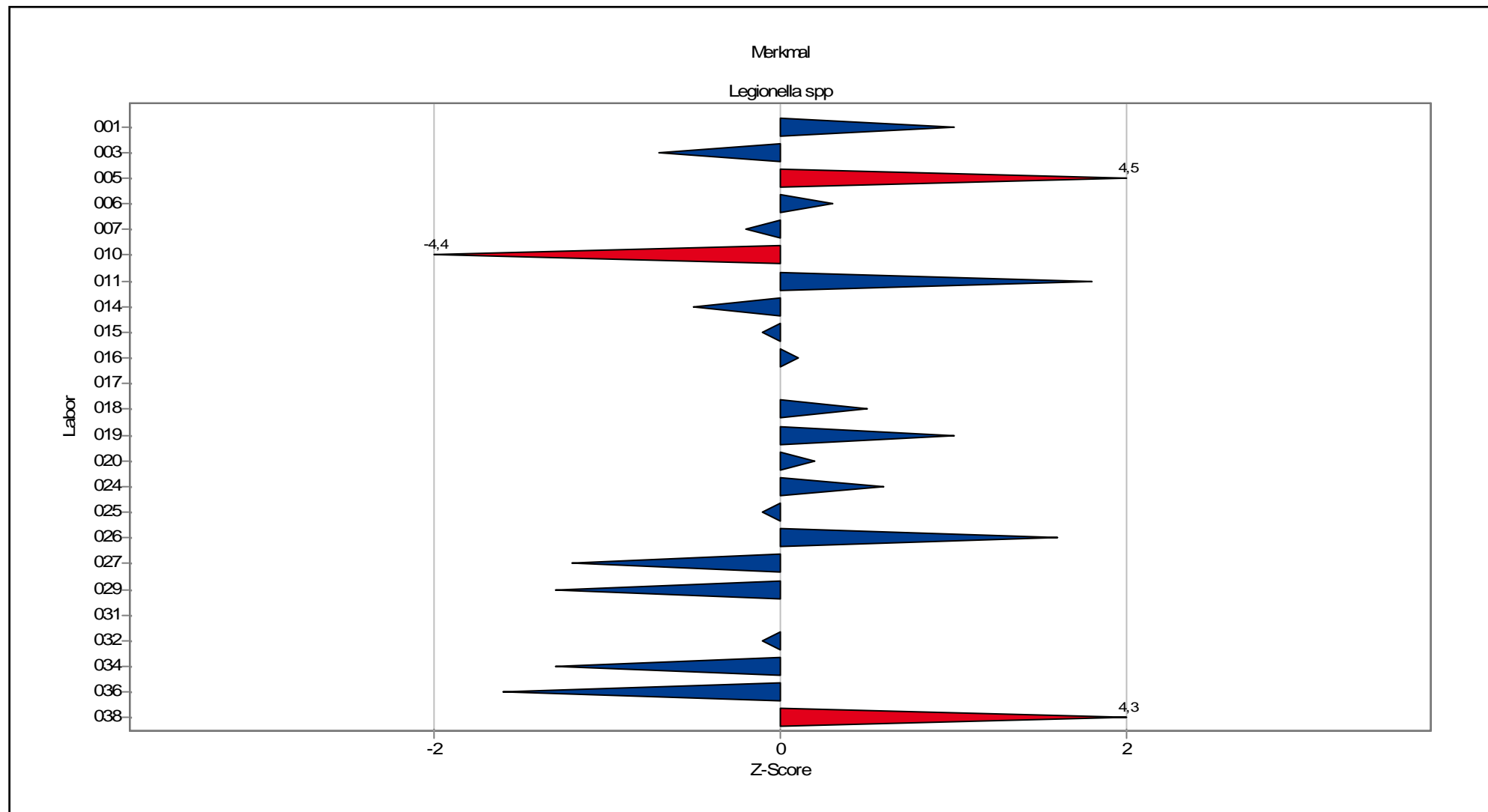
Probe 2

Z-Score Übersicht

(Probe 2)

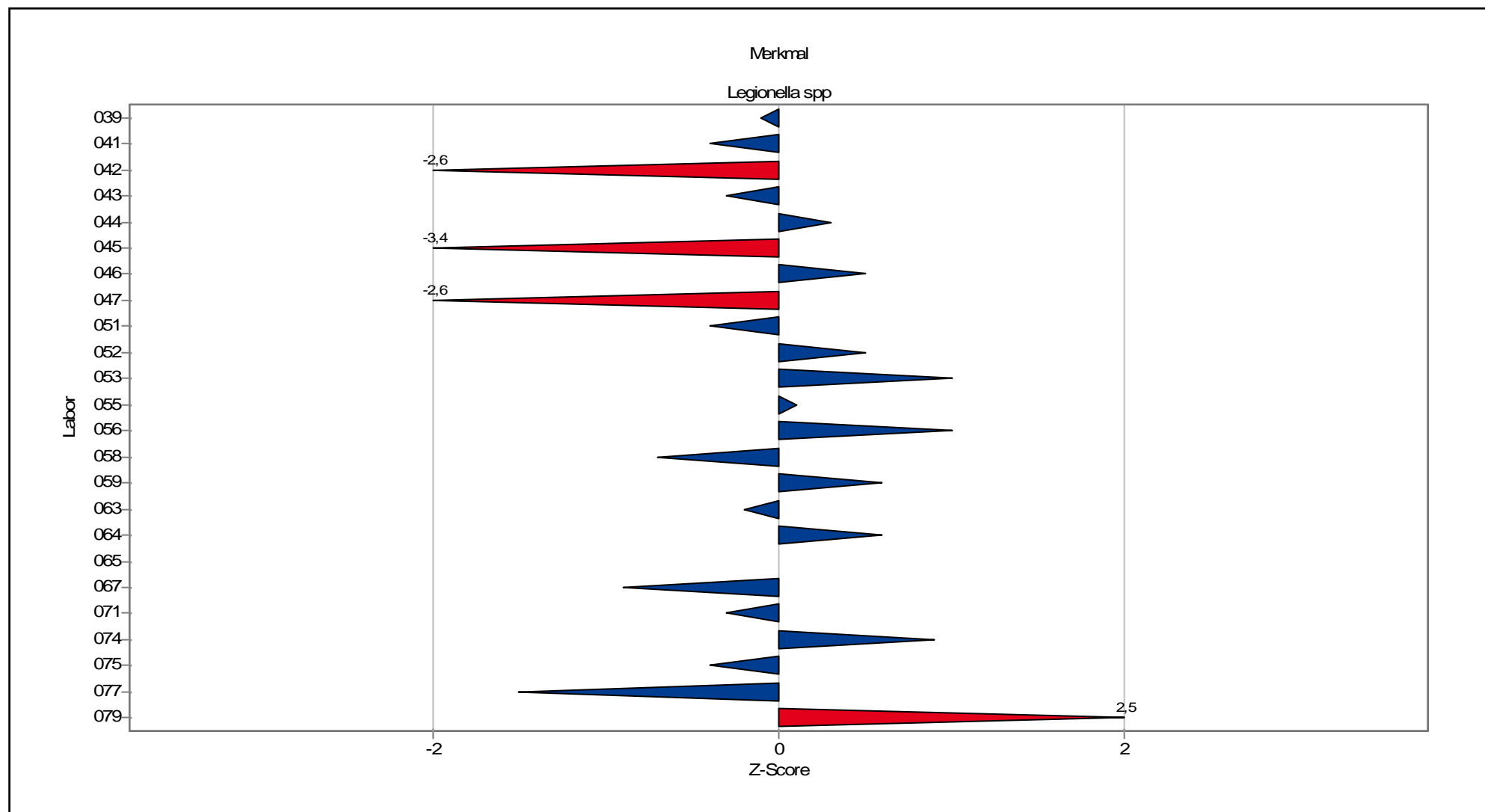
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



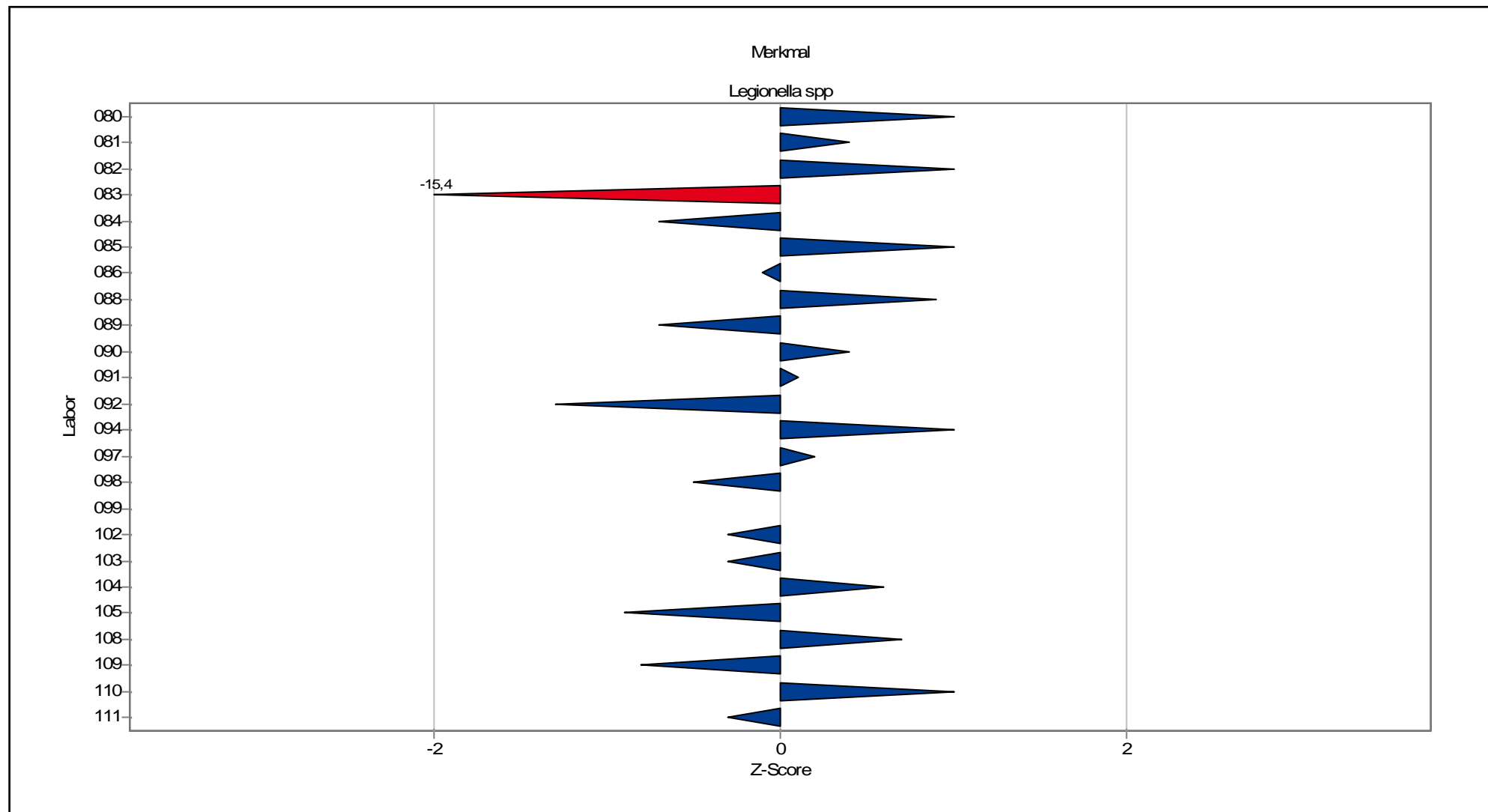
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



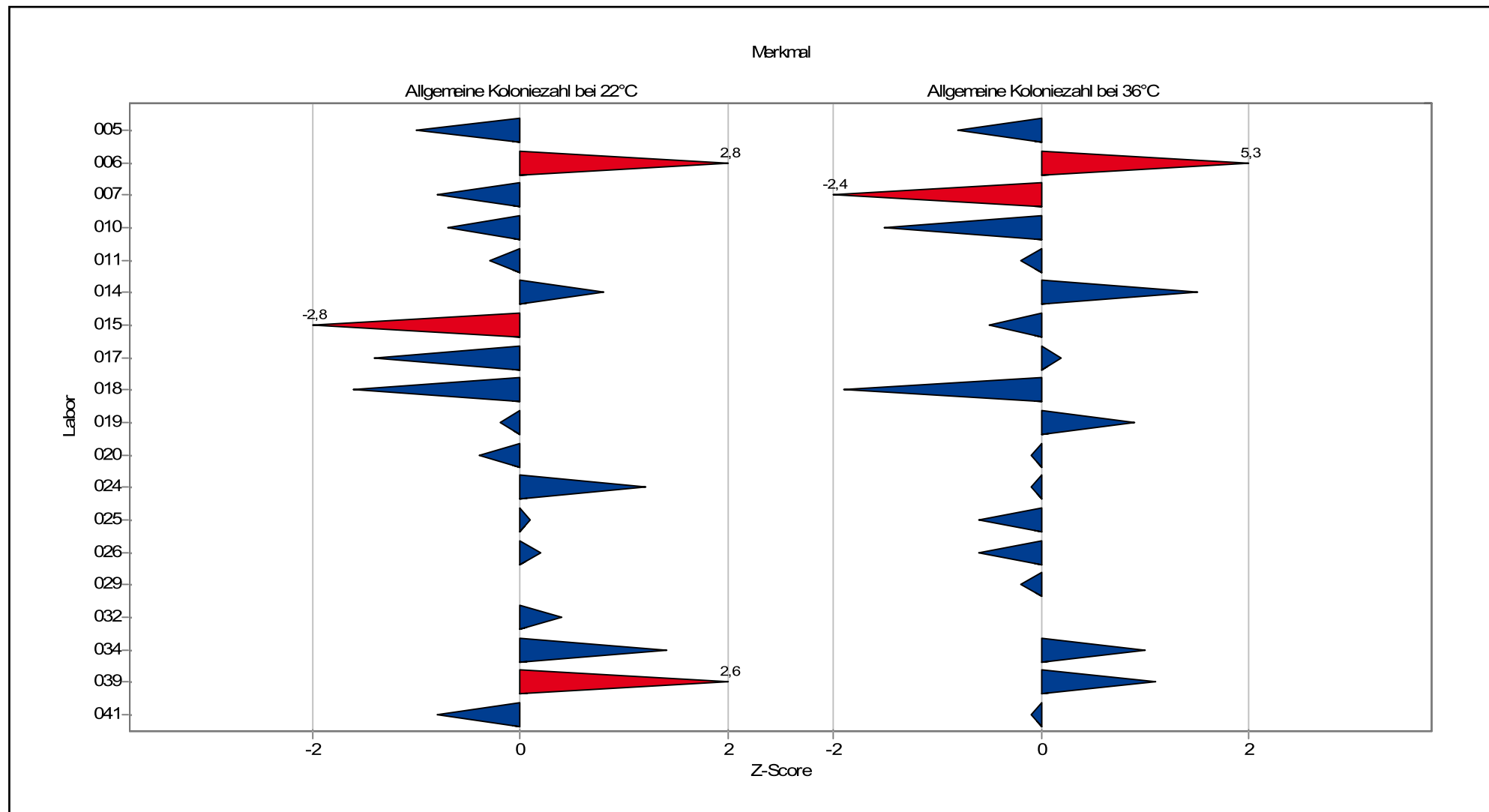
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



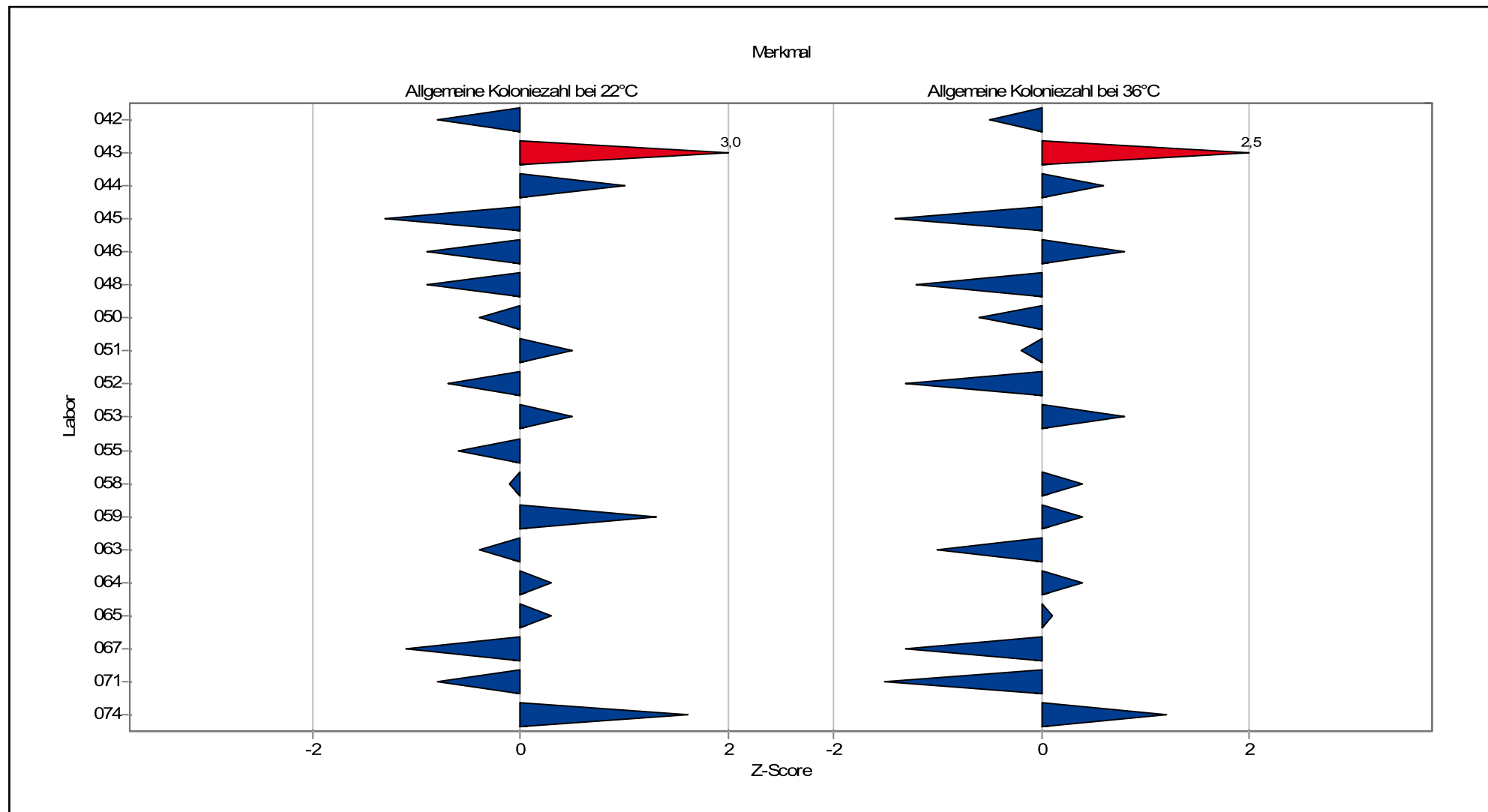
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



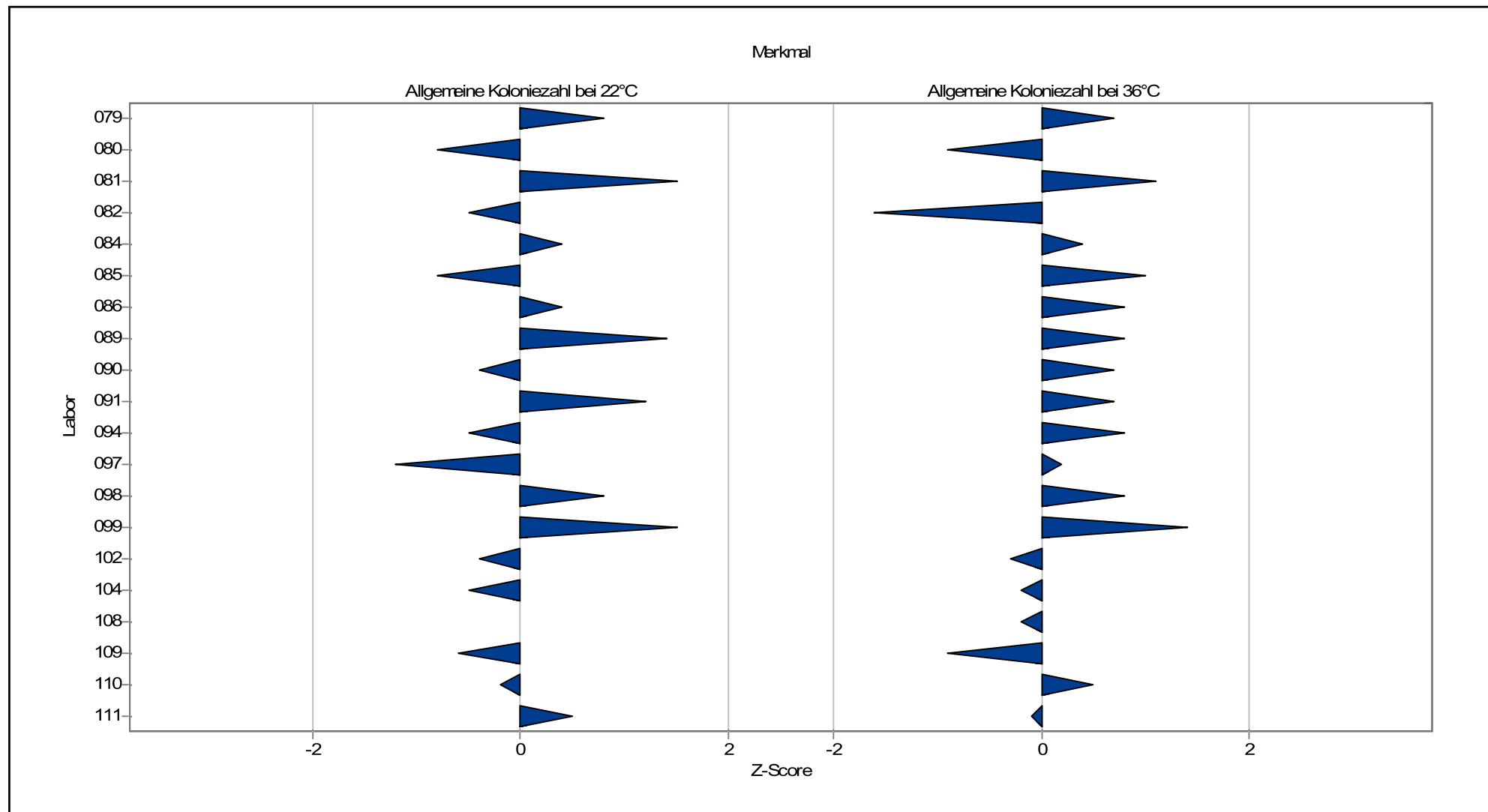
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2



Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 2

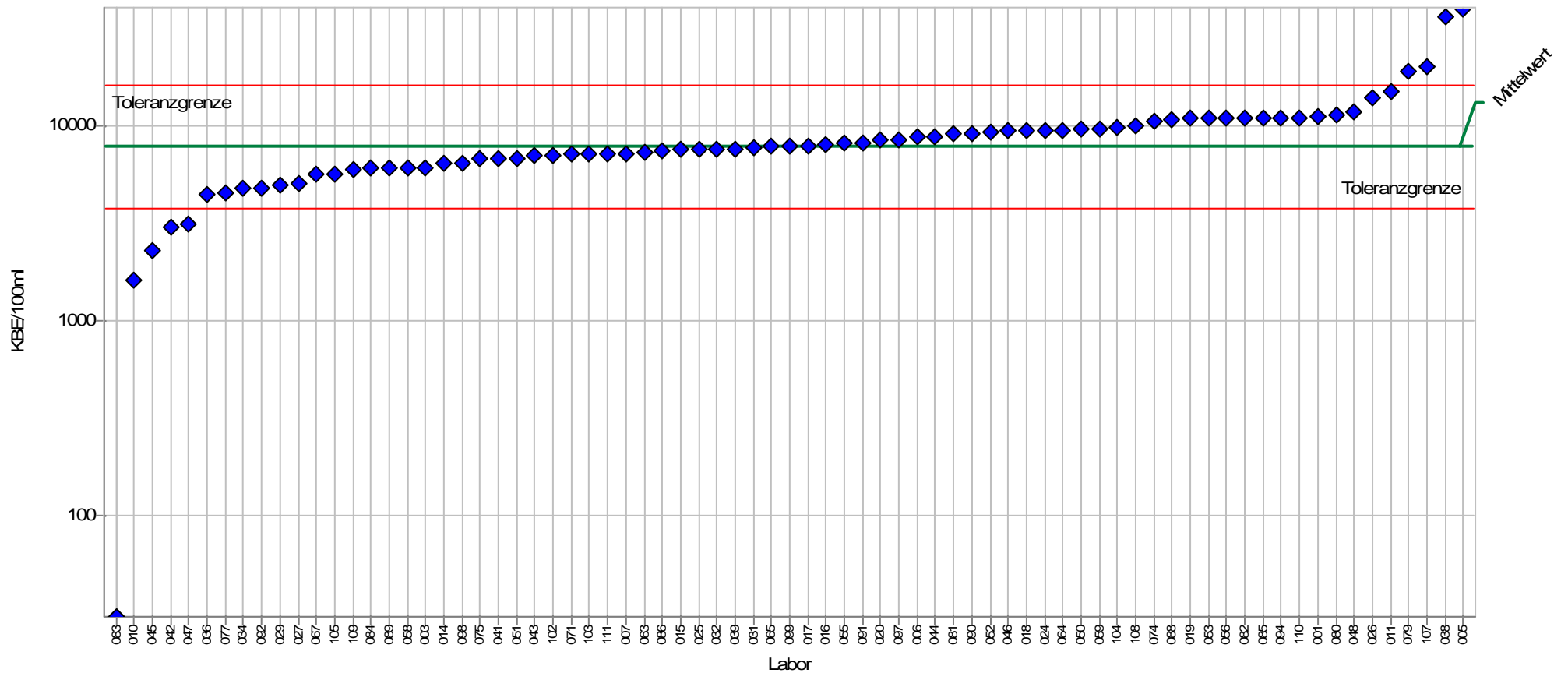


Probe 2

Einzeldarstellung
(Diagramme und Tabellen)

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 2	zugewiesener Wert:	7773 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	2799 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	2799 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung: 72		Rel. Soll-Stdabw.:	36,01%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	36,01%
		Toleranzbereich:	3783 - 15972 KBE/100ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab

Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	zugewiesener Wert:	7773 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	2799 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	2799 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung:	72	Rel. Soll-Stdabw.:	36,01%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	36,01%
		Toleranzbereich:	3783 - 15972 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	11091	1,0
003	6091	-0,7
005	40000	4,5
006	8730	0,3
007	7200	-0,2
010	1600	-4,4
011	15000	1,8
014	6400	-0,5
015	7500	-0,1
016	8000	0,1
017	7900	0,0
018	9400	0,5
019	11000	1,0
020	8364	0,2
024	9500	0,6
025	7500	-0,1
026	14000	1,6
027	5000	-1,2
029	4900	-1,3
031	7700	0,0
032	7600	-0,1
034	4800	-1,3
036	4400	-1,6
038	36000	4,3
039	7600	-0,1
041	6800	-0,4
042	3000	-2,6
043	7000	-0,3
044	8800	0,3
045	2300	-3,4
046	9364	0,5
047	3100	-2,6
048	11850	
050	9600	
051	6800	-0,4
052	9300	0,5
053	11000	1,0
055	8200	0,1
056	11000	1,0
058	6090	-0,7
059	9600	0,6
063	7300	-0,2
064	9500	0,6
065	7773	0,0
067	5600	-0,9
071	7100	-0,3
074	10600	0,9
075	6700	-0,4
077	4500	-1,5
079	19000	2,5
080	11300	1,0
081	9000	0,4
082	11000	1,0

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

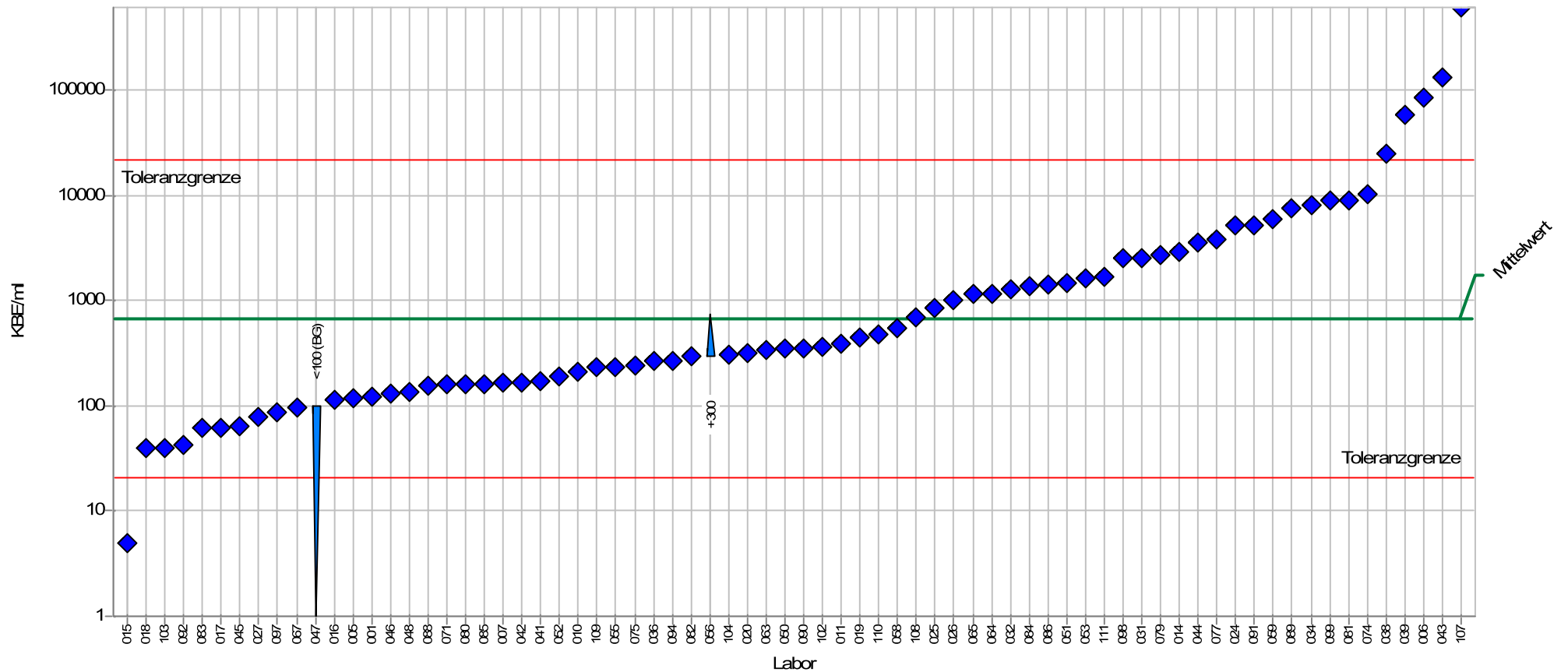
083	30	-15,4
084	6000	-0,7
085	11000	1,0
086	7400	-0,1
088	10800	0,9
089	6000	-0,7
090	9000	0,4
091	8200	0,1
092	4800	-1,3
094	11000	1,0
097	8500	0,2
098	6400	-0,5
099	7800	0,0
102	7000	-0,3
103	7100	-0,3
104	9800	0,6
105	5600	-0,9
107	20000	
108	10000	0,7
109	5900	-0,8
110	11000	1,0
111	7100	-0,3

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

Einzeldarstellung

Probe: Probe 2
Merkmal: Allgemeine Koloniezahl bei 22°C
Methode: DIN 38402 A45 log
Anzahl Labore in Berechnung: 57

zugewiesener Wert: 667 KBE/ml
Soll-Stdabw.: 1158 KBE/ml
Vergleich-Stdabw. (SR): 1158 KBE/ml
Rel. Soll-Stdabw.: 173,71%
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 173,71%
Toleranzbereich: 21 - 21515 KBE/ml ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)



PROLab

Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	zugewiesener Wert:	667 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Soll-Stdabw.:	1158 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	1158 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	57	Rel. Soll-Stdabw.:	173,71%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	173,71%
		Toleranzbereich:	21 - 21515 KBE/ml (Z-Score ≤ 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	120	
003		
005	116	-1,0
006	84000	2,8
007	167	-0,8
010	212	-0,7
011	388	-0,3
014	2900	0,8
015	5	-2,8
016	112	
017	62	-1,4
018	40	-1,6
019	448	-0,2
020	320	-0,4
024	5100	1,2
025	860	0,1
026	990	0,2
027	77	
029		
031	2527	
032	1270	0,4
034	8100	1,4
036	270	
038	24500	
039	57000	2,6
041	170	-0,8
042	167	-0,8
043	130000	3,0
044	3600	1,0
045	64	-1,3
046	131	-0,9
047	<100	
048	135	-0,9
050	350	-0,4
051	1470	0,5
052	190	-0,7
053	1596	0,5
055	232	-0,6
056	+300	
058	550	-0,1
059	5900	1,3
063	340	-0,4
064	1150	0,3
065	1135	0,3
067	95	-1,1
071	160	-0,8
074	10300	1,6
075	243	
077	3800	
079	2730	0,8
080	160	-0,8
081	9000	1,5
082	300	-0,5

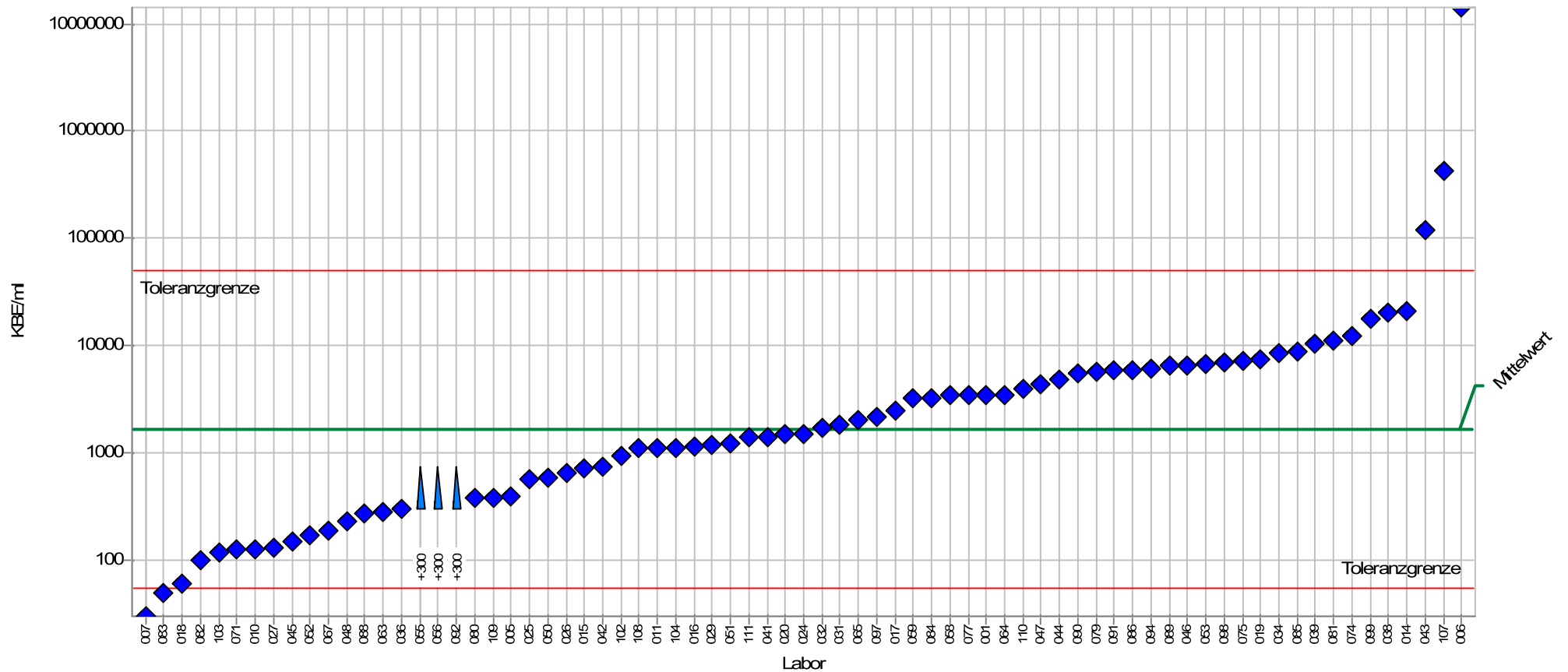
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

083	61	
084	1366	0,4
085	160	-0,8
086	1400	0,4
088	155	
089	7600	1,4
090	350	-0,4
091	5200	1,2
092	42	
094	270	-0,5
097	86	-1,2
098	2500	0,8
099	8900	1,5
102	360	-0,4
103	40	
104	302	-0,5
105		
107	601500	
108	700	0,0
109	230	-0,6
110	480	-0,2
111	1660	0,5

Einzeldarstellung

Probe: Probe 2
Merkmal: Allgemeine Koloniezahl bei 36°C
Methode: DIN 38402 A45 log
Anzahl Labore in Berechnung: 57

zugewiesener Wert: 1662 KBE/ml
Soll-Stdabw.: 2832 KBE/ml
Vergleich-Stdabw. (SR): 2832 KBE/ml
Rel. Soll-Stdabw.: 170,36%
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 170,36%
Toleranzbereich: 55 - 50171 KBE/ml ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)



PROLab

Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2	zugewiesener Wert:	1662 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Soll-Stdabw.:	2832 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	2832 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	57	Rel. Soll-Stdabw.:	170,36%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	170,36%
		Toleranzbereich:	55 - 50171 KBE/ml (Z-Score ≤ 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	3450	
003		
005	400	-0,8
006	14100000	5,3
007	30	-2,4
010	128	-1,5
011	1104	-0,2
014	21000	1,5
015	720	-0,5
016	1158	
017	2500	0,2
018	60	-1,9
019	7400	0,9
020	1500	-0,1
024	1500	-0,1
025	570	-0,6
026	640	-0,6
027	131	
029	1185	-0,2
031	1824	
032	1700	0,0
034	8400	1,0
036	300	
038	20000	
039	10400	1,1
041	1420	-0,1
042	750	-0,5
043	120000	2,5
044	4800	0,6
045	150	-1,4
046	6628	0,8
047	4400	
048	228	-1,2
050	580	-0,6
051	1230	-0,2
052	170	-1,3
053	6749	0,8
055	+300	
056	+300	
058	3400	0,4
059	3200	0,4
063	280	-1,0
064	3500	0,4
065	2050	0,1
067	186	-1,3
071	127	-1,5
074	12500	1,2
075	7100	
077	3400	
079	5700	0,7
080	380	-0,9
081	11000	1,1
082	100	-1,6

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

083	49	
084	3200	0,4
085	8800	1,0
086	5990	0,8
088	270	
089	6600	0,8
090	5500	0,7
091	5900	0,7
092	+300	
094	6100	0,8
097	2200	0,2
098	6900	0,8
099	18000	1,4
102	945	-0,3
103	120	
104	1120	-0,2
105		
107	427700	
108	1100	-0,2
109	380	-0,9
110	3900	0,5
111	1400	-0,1

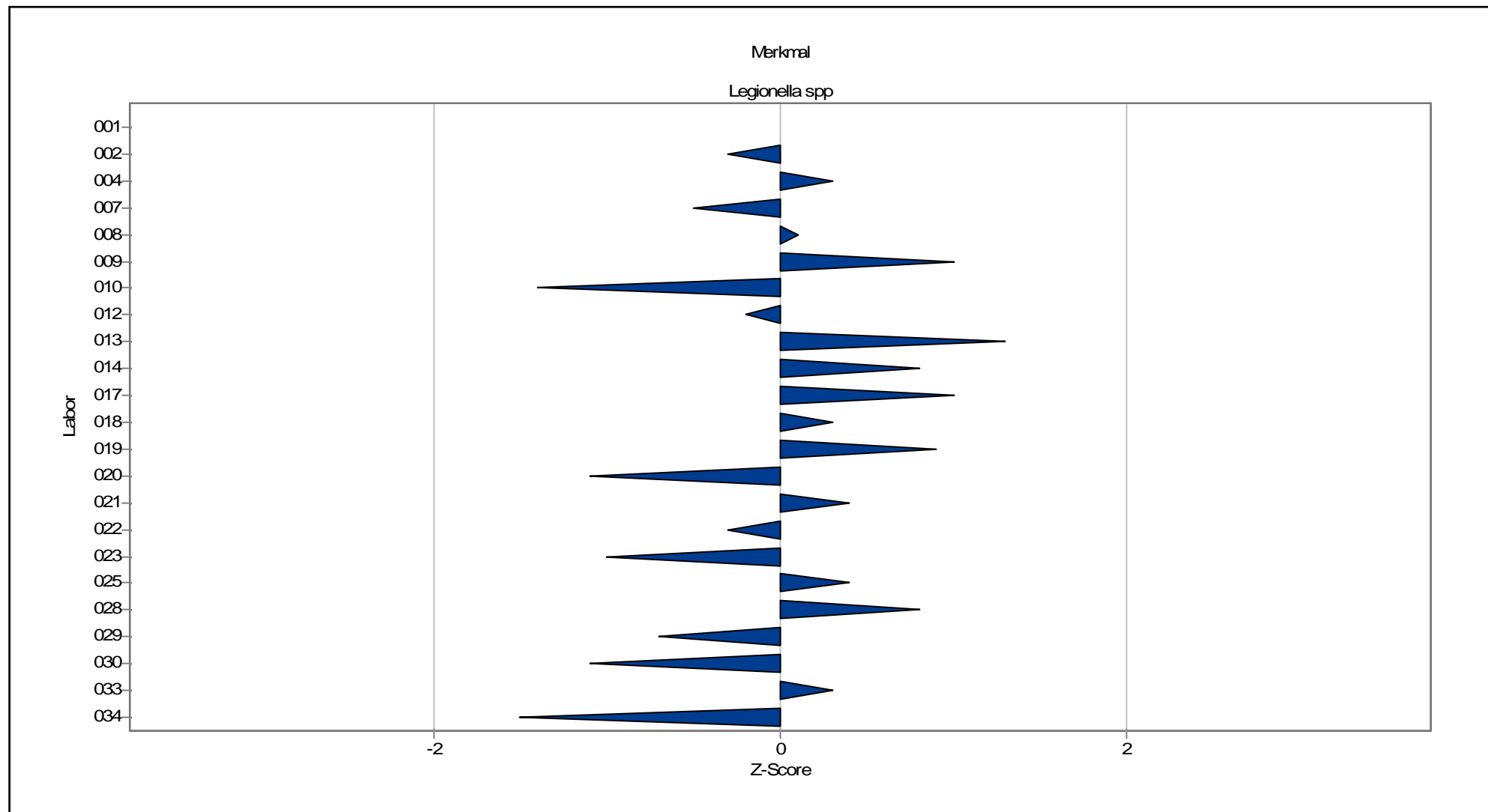
Probe 3

Z-Score Übersicht

(Probe 3)

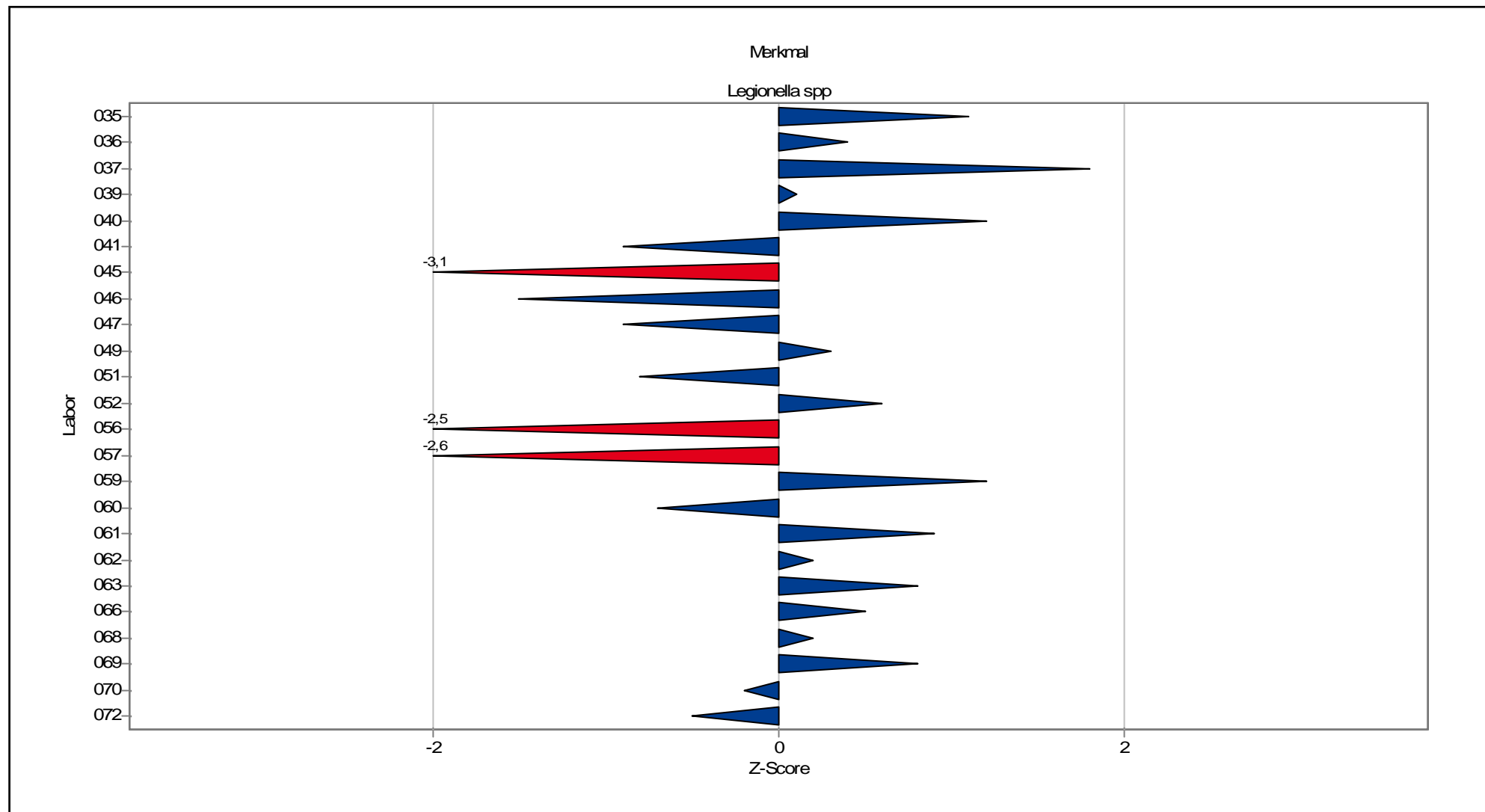
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



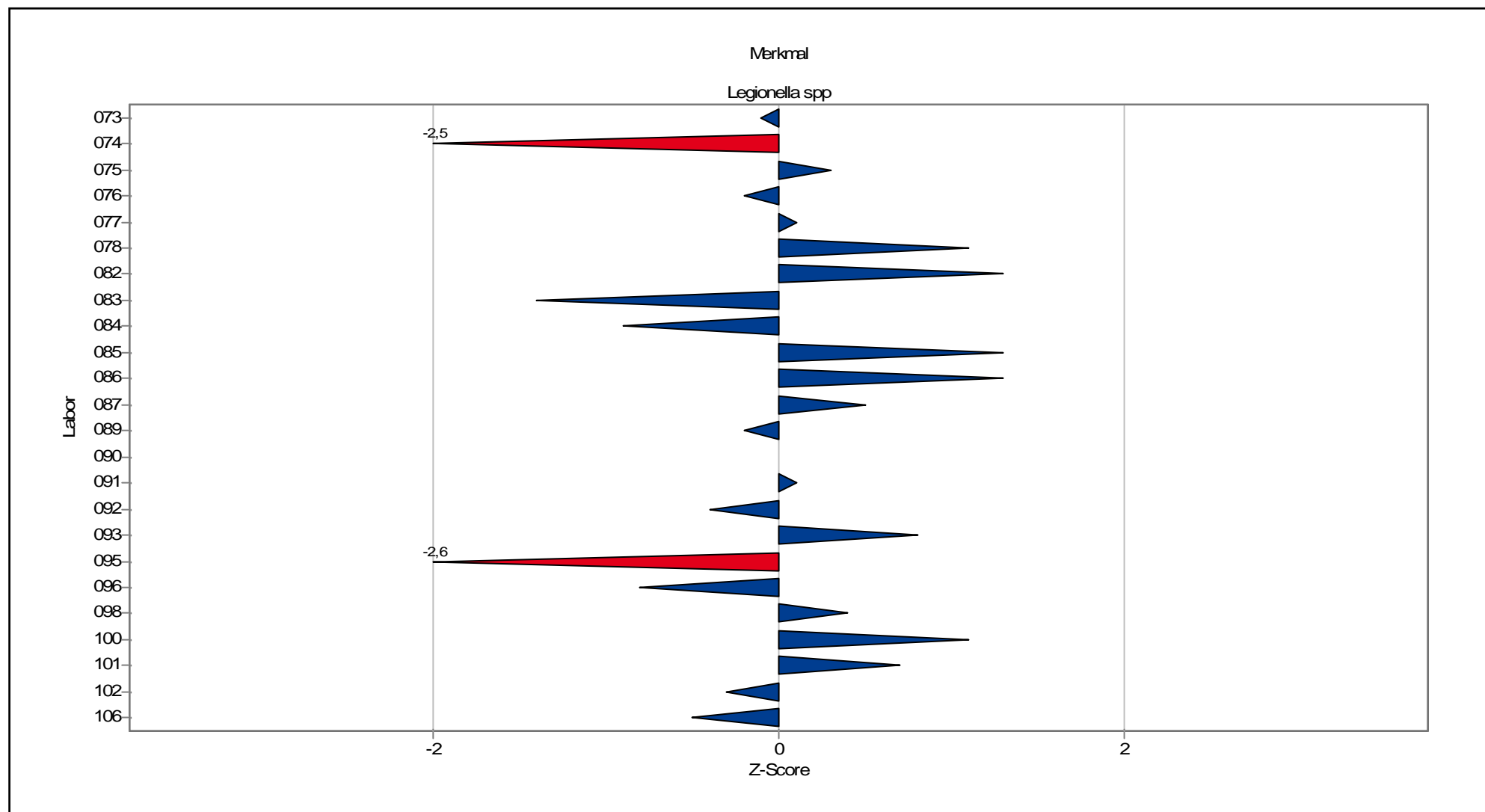
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



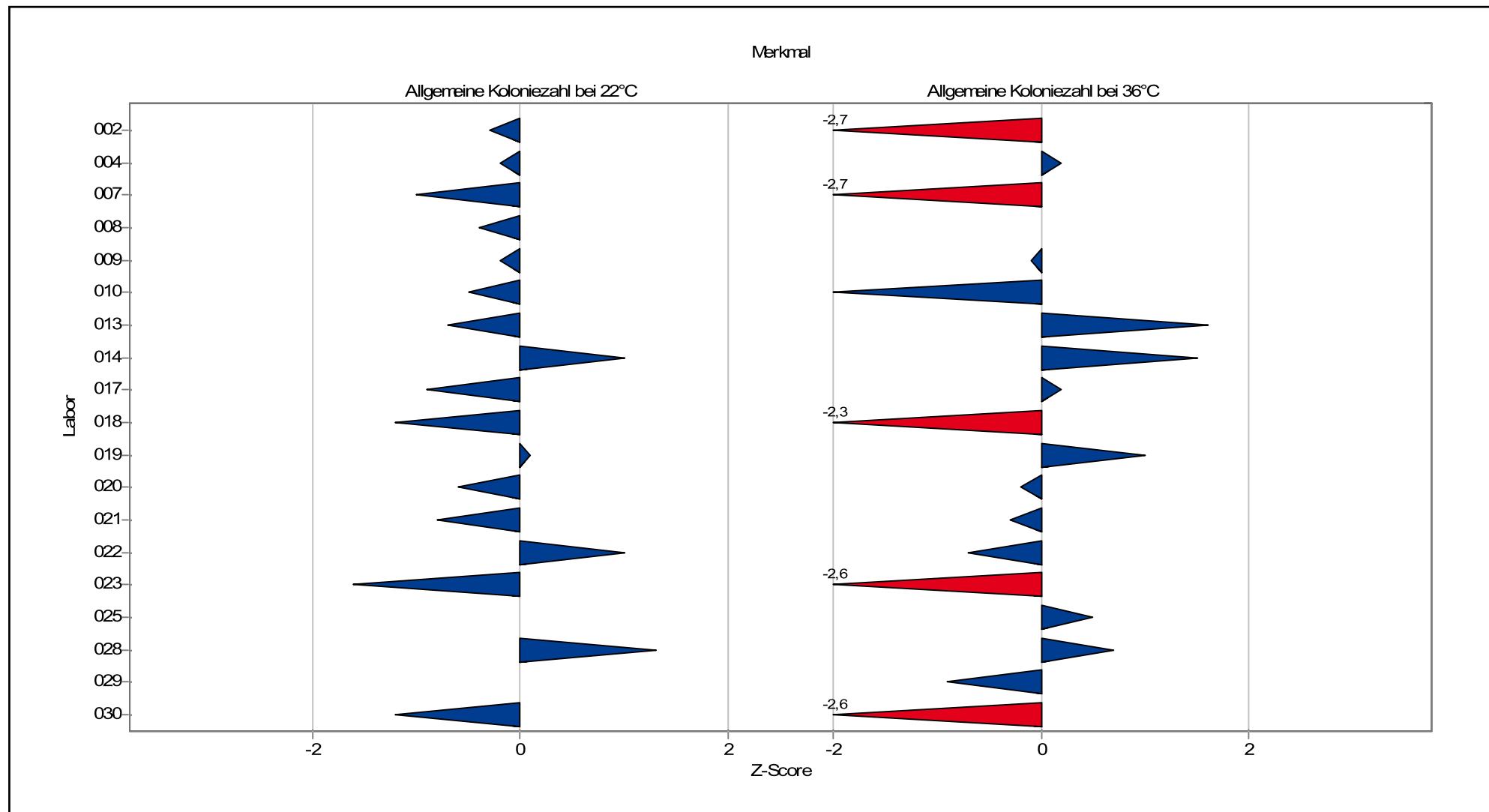
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



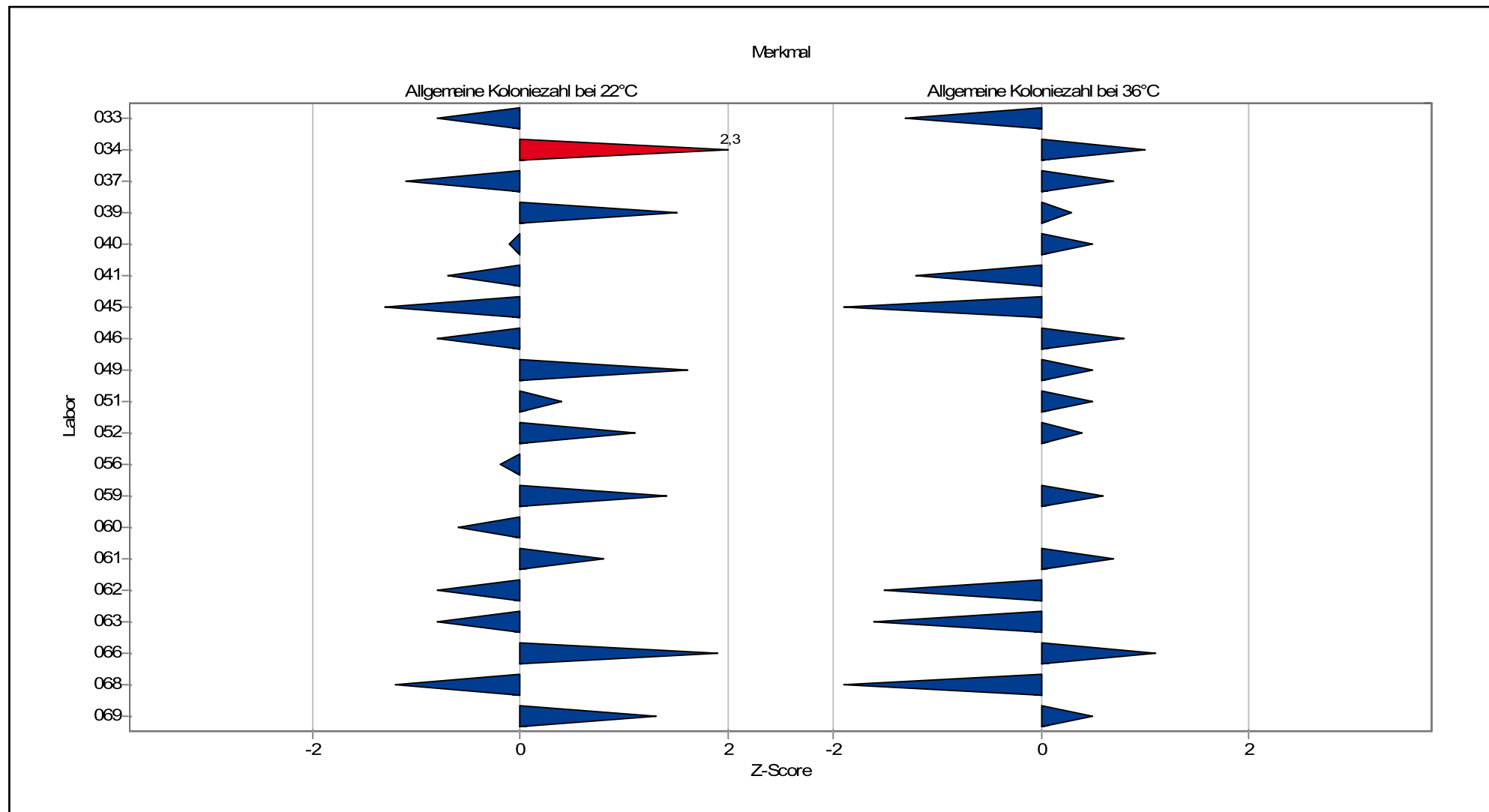
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



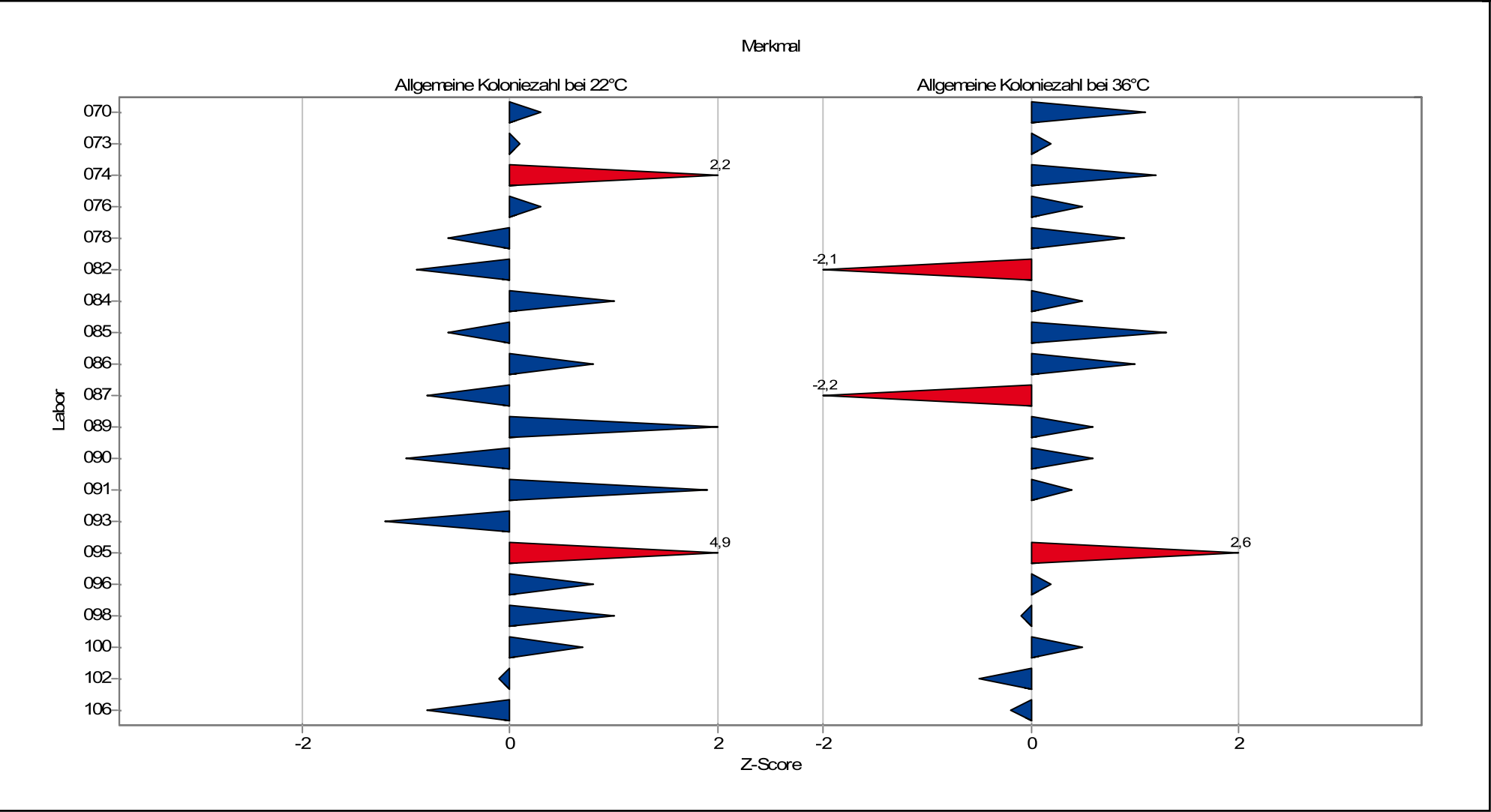
Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3



Übersicht Z-Scores

Probe: Probe 3

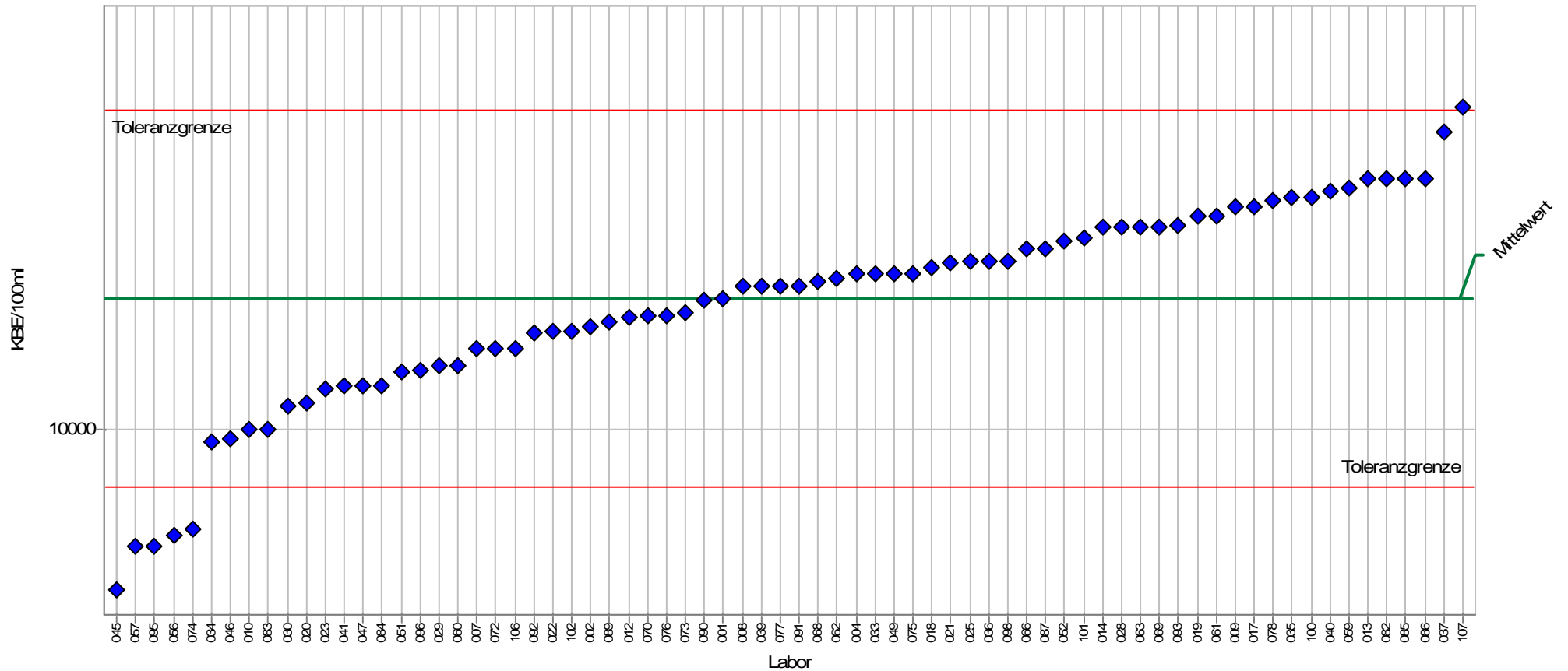


Probe 3

Einzeldarstellung
(Diagramme und Tabellen)

Einzeldarstellung

Probe:	Probe 3	zugewiesener Wert:	17117 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	6608 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	6608 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung: 71		Rel. Soll-Stdabw.:	38,60%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	38,60%
		Toleranzbereich:	7909 - 37044 KBE/100ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)



PROLab



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3	zugewiesener Wert:	17117 KBE/100ml
Merkmal:	Legionella spp	Soll-Stdabw.:	6608 KBE/100ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	6608 KBE/100ml
Anzahl Labore in Berechnung:	71	Rel. Soll-Stdabw.:	38,60%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	38,60%
		Toleranzbereich:	7909 - 37044 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	17091	0,0
002	15300	-0,3
004	19000	0,3
007	14000	-0,5
008	18000	0,1
009	25000	1,0
010	10000	-1,4
012	15818	-0,2
013	28000	1,3
014	23000	0,8
017	25000	1,0
018	19454	0,3
019	24000	0,9
020	11182	-1,1
021	19900	0,4
022	15000	-0,3
023	11800	-1,0
025	20000	0,4
028	23000	0,8
029	13000	-0,7
030	11000	-1,1
033	19000	0,3
034	9500	-1,5
035	26000	1,1
036	20000	0,4
037	34000	1,8
039	18000	0,1
040	26700	1,2
041	12000	-0,9
045	5200	-3,1
046	9636	-1,5
047	12000	-0,9
049	19000	0,3
051	12700	-0,8
052	21700	0,6
054		
056	6500	-2,5
057	6182	-2,6
059	27000	1,2
060	13000	-0,7
061	24000	0,9
062	18600	0,2
063	23000	0,8
066	21000	0,5
068	18400	0,2
069	23000	0,8
070	16000	-0,2
072	14000	-0,5
073	16200	-0,1
074	6640	-2,5
075	19000	0,3
076	16000	-0,2
077	18000	0,1

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

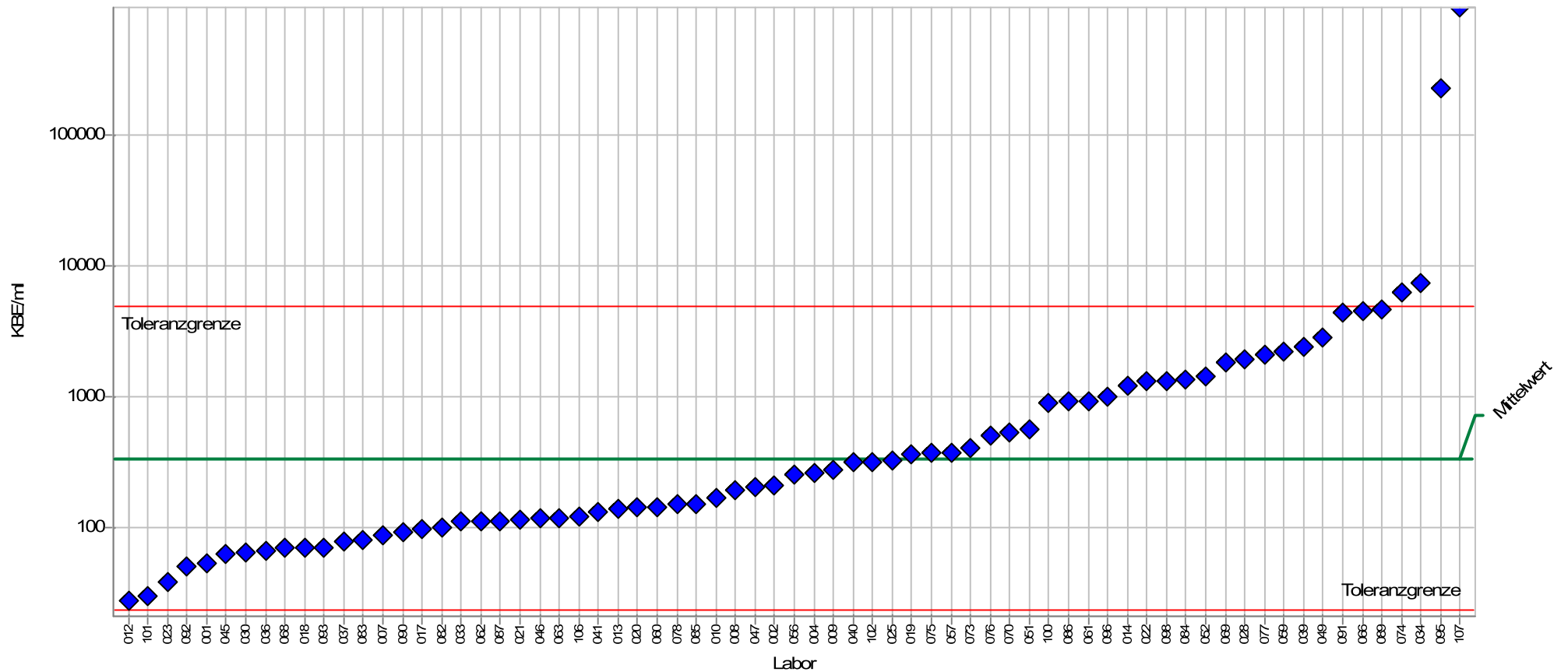
078	25700	1,1
082	28000	1,3
083	10000	-1,4
084	12000	-0,9
085	28000	1,3
086	28000	1,3
087	21000	0,5
089	15600	-0,2
090	17000	0,0
091	18000	0,1
092	14900	-0,4
093	23100	0,8
095	6200	-2,6
096	12800	-0,8
098	20000	0,4
100	26000	1,1
101	22000	0,7
102	15000	-0,3
106	14000	-0,5
107	37650	

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

Einzeldarstellung

Probe: Probe 3
Merkmal: Allgemeine Koloniezahl bei 22°C
Methode: DIN 38402 A45 log
Anzahl Labore in Berechnung: 58

zugewiesener Wert: 333 KBE/ml
Soll-Stdabw.: 445 KBE/ml
Vergleich-Stdabw. (SR): 445 KBE/ml
Rel. Soll-Stdabw.: 133,51%
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 133,51%
Toleranzbereich: 23 - 4810 KBE/ml ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)



Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3	zugewiesener Wert:	333 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 22°C	Soll-Stdabw.:	445 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	445 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	58	Rel. Soll-Stdabw.:	133,51%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	133,51%
		Toleranzbereich:	23 - 4810 KBE/ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	52	
002	210	-0,3
004	260	-0,2
007	87	-1,0
008	190	-0,4
009	270	-0,2
010	168	-0,5
012	27	
013	139	-0,7
014	1200	1,0
017	96	-0,9
018	70	-1,2
019	357	0,1
020	140	-0,6
021	112	-0,8
022	1300	1,0
023	38	-1,6
025	320	0,0
028	1900	1,3
029		
030	64	-1,2
033	110	-0,8
034	7400	2,3
035		
036	65	
037	78	-1,1
039	2400	1,5
040	310	-0,1
041	130	-0,7
045	62	-1,3
046	118	-0,8
047	200	
049	2820	1,6
051	560	0,4
052	1415	1,1
054		
056	250	-0,2
057	370	
059	2200	1,4
060	140	-0,6
061	920	0,8
062	110	-0,8
063	118	-0,8
066	4475	1,9
068	69	-1,2
069	1805	1,3
070	520	0,3
072		
073	400	0,1
074	6140	2,2
075	368	
076	500	0,3
077	2100	

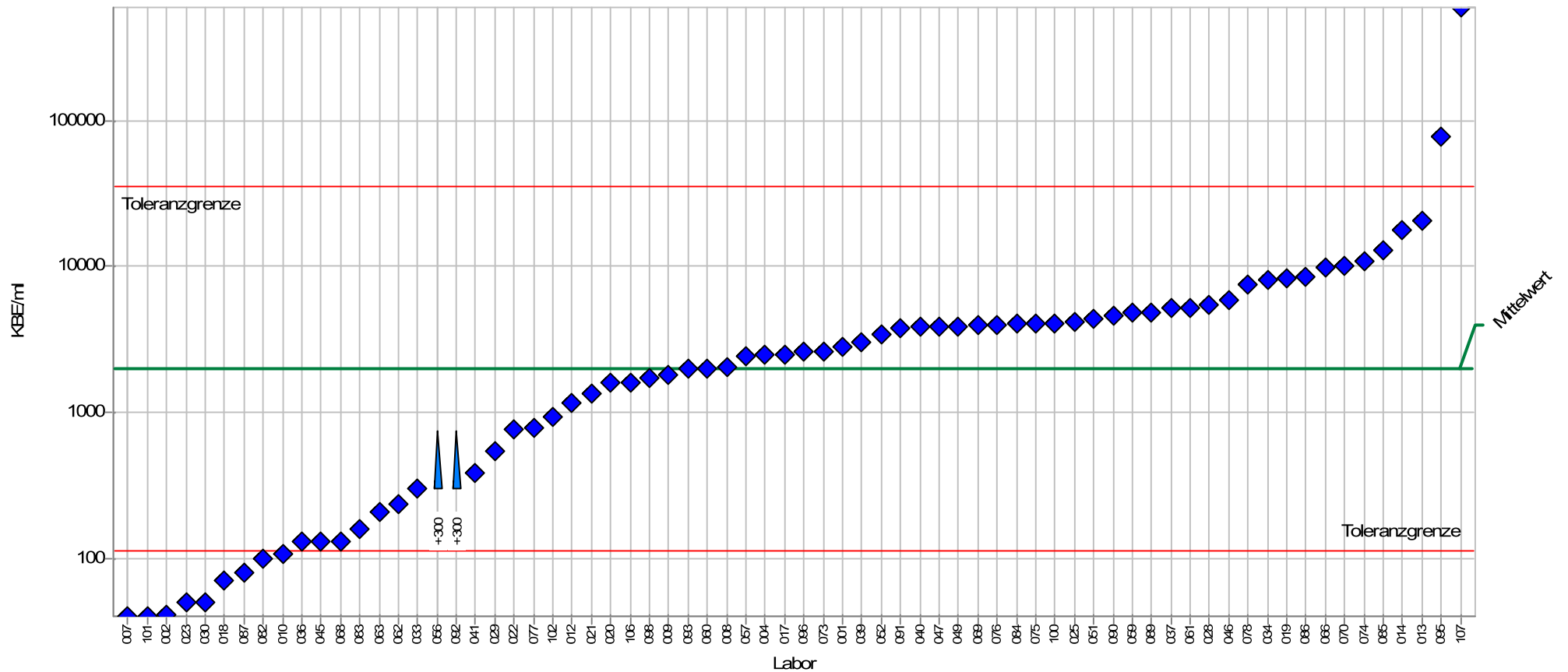
Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

078	150	-0,6
082	100	-0,9
083	79	
084	1346	1,0
085	150	-0,6
086	916	0,8
087	110	-0,8
089	4600	2,0
090	90	-1,0
091	4400	1,9
092	50	
093	70	-1,2
095	228000	4,9
096	980	0,8
098	1300	1,0
100	882	0,7
101	30	
102	310	-0,1
106	120	-0,8
107	927400	

Einzeldarstellung

Probe: Probe 3
Merkmal: Allgemeine Koloniezahl bei 36°C
Methode: DIN 38402 A45 log
Anzahl Labore in Berechnung: 58

zugewiesener Wert: 2005 KBE/ml
Soll-Stdabw.: 2883 KBE/ml
Vergleich-Stdabw. (SR): 2883 KBE/ml
Rel. Soll-Stdabw.: 143,81%
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 143,81%
Toleranzbereich: 113 - 35578 KBE/ml ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)



PROLab

Einzelarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3	zugewiesener Wert:	2005 KBE/ml
Merkmal:	Allgemeine Koloniezahl bei 36°C	Soll-Stdabw.:	2883 KBE/ml
Methode:	DIN 38402 A45 log	Vergleich-Stdabw. (SR):	2883 KBE/ml
Anzahl Labore in Berechnung:	58	Rel. Soll-Stdabw.:	143,81%
		Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	143,81%
		Toleranzbereich:	113 - 35578 KBE/ml (Z-Score <= 2,0)

Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
001	2800	
002	41	-2,7
004	2500	0,2
007	40	-2,7
008	2050	0,0
009	1800	-0,1
010	107	-2,0
012	1150	
013	20750	1,6
014	17900	1,5
017	2500	0,2
018	70	-2,3
019	8300	1,0
020	1600	-0,2
021	1330	-0,3
022	760	-0,7
023	50	-2,6
025	4200	0,5
028	5400	0,7
029	540	-0,9
030	50	-2,6
033	300	-1,3
034	8100	1,0
035		
036	130	
037	5200	0,7
039	3050	0,3
040	3900	0,5
041	380	-1,2
045	130	-1,9
046	5932	0,8
047	3900	
049	3910	0,5
051	4350	0,5
052	3430	0,4
054		
056	+300	
057	2425	
059	4800	0,6
060	2000	0,0
061	5200	0,7
062	237	-1,5
063	210	-1,6
066	9978	1,1
068	130	-1,9
069	3985	0,5
070	10000	1,1
072		
073	2620	0,2
074	10900	1,2
075	4081	
076	4000	0,5
077	780	

Legionellen und allgemeine Koloniezahl in Kühlwasser - August 2018

078	7458	0,9
082	100	-2,1
083	158	
084	4060	0,5
085	13000	1,3
086	8470	1,0
087	80	-2,2
089	4800	0,6
090	4600	0,6
091	3800	0,4
092	+300	
093	1990	0,0
095	78600	2,6
096	2600	0,2
098	1700	-0,1
100	4091	0,5
101	40	
102	940	-0,5
106	1600	-0,2
107	592400	

Wassertemperaturen der Referenzgefäße bei Ankunft der Proben (°C)

Laborcode	Temperatur des Referenzgefäßes in °C
001	6
002	
003	4
004	6
005	5
006	5
007	6
008	5
009	5
010	6
011	8
012	6
013	5
014	5
015	5
016	
017	6
018	7
019	8
020	6
021	7
022	6
023	6
024	6
025	5
026	11
027	6
028	6
029	
030	5
031	6
032	5
033	7
034	7
035	7
036	6
037	5
038	7
039	6
040	5
041	6
042	5
043	8
044	10
045	4
046	6
047	6
048	7
049	6
050	6
051	5
052	4
053	5
054	
055	6

Laborcode	Temperatur des Referenzgefäßes in °C
056	
057	6
058	6
059	
060	7
061	6
062	5
063	8
064	5
065	6
066	5
067	6
068	7
069	
070	6
071	6
072	6
073	6
074	5
075	5
076	6
077	6
078	5
079	7
080	4
081	5
082	6
083	6
084	6
085	5
086	6
087	6
088	6
089	4
090	5
091	10
092	4
093	5
094	6
095	6
096	5
097	6
098	8
099	5
100	8
101	
102	6
103	6
104	6
105	
106	6
107	20
108	5
109	8
110	6
111	8