



Ringversuch

„*Legionella* spp. in Abwasser“

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

1 Ringversuchsbeschreibung

1.1 Grundlagen

Mit dem Erlass (Az.: IV-7-094-033-0000) des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz (MKULNV) NRW wurde das LANUV NRW Ende Dezember 2015 mit der regelmäßigen Durchführung von mikrobiologischen Ringversuchen für den Parameter *Legionella* spp. in belasteten Wässern (Umweltmatrices bzw. Matrices mit erhöhtem analytischen Schwierigkeitsgrad) und der Führung einer Liste von akkreditierten Laboren, die sich erfolgreich an diesen Ringversuchen beteiligen, beauftragt.

Die Konzeptentwicklung für den Ringversuch „*Legionella* spp. in Abwasser“ nach der im Erlass vorgegebenen ISO 11731:1998 „Water quality – Detection and enumeration of *Legionella*“ erfolgte in 2016 in enger Zusammenarbeit zwischen der seit Ende 2014 im LANUV NRW neu aufgebauten Umweltmikrobiologie und 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 „Conformity assessment - General requirements for proficiency testing“.

Aufgrund der mit diesem Ringversuch erhobenen breiten Datenbasis wird der Status quo der Legionellen-Analytik in Wasserproben mit erhöhtem analytischen Schwierigkeitsgrad (u.a. durch das Vorkommen interferierender Mikroorganismen) dokumentiert, da neben der Erhebung der Teil- und Endergebnisse, Rohdaten sowie Details der analytischen Durchführung abgefragt wurden. Eine Abschätzung möglicher Fehlerquellen, z. B. im Rahmen der Vorbehandlung, Auswertung und der nachfolgenden Ergebnisangabe sowie die Feststellung von Abweichungen von der oben beschriebenen Norm, wurde somit ermöglicht. Die hierbei gesammelten fachlichen und organisatorischen Erfahrungen, auch bezüglich der Bewertungskriterien, werden bei zukünftigen mikrobiologischen Ringversuchen in belasteten Wässern berücksichtigt und weiter fortgeschrieben.

1.2 Termine

Im September 2016 wurden die Rahmenbedingungen des Ringversuches auf der Internetseite des LANUV NRW veröffentlicht, wobei die Anmeldung bis Mitte November 2016 möglich war.

Der Probenversand erfolgte wie angekündigt am Dienstag, den 24.01.2017, per Expressversand mit garantierter Auslieferung bis Mittwoch, den 25.01.2017 um 12:00 Uhr.

Die Abgabe der Ringversuchsergebnisse war auf Mittwoch, den 22.02.2017, 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 rechtzeitig im LANUV NRW vorliegen.

1.3 Teilnehmer

Die Teilnahme am Ringversuch stand grundsätzlich allen interessierten Untersuchungsstellen offen (Veröffentlichung der Ankündigung im Internet). Mikrobiologische Labore in NRW, die eine Zulassung für die Bestimmung von Legionellen im Trinkwasser besitzen, wurden separat über die geplante Durchführung informiert.

Die Teilnehmer gaben bei der Anmeldung an, ob sie für das genannte Verfahren nach DIN EN ISO 17025 „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“ akkreditiert sind – ohne Angabe der Matrix. Teilnehmer, die keine Akkreditierung für das Verfahren besitzen, werden auch bei erfolgreicher Teilnahme nicht in die Liste gemäß des unter Kapitel 1.1 genannten Erlasses aufgenommen.

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

Insgesamt meldeten sich 65 Untersuchungsstellen aus 11 Bundesländern für den Ringversuch an. Internationale Teilnehmer wurden nicht registriert. Von 65 Untersuchungsstellen reichten 64 die Ihre Ergebnisse fristgerecht ein. Eine Untersuchungsstelle lieferte keine Resultate.

1.4 Probenversand

Alle Teilnehmer erhielten jeweils identische Probensätze. Ein Probensatz bestand aus drei Abwasserproben zur Legionellenbestimmung sowie einer Wasserprobe in einem Referenzgefäß zur Temperaturkontrolle. Die drei Abwasserproben wiesen unterschiedliche Konzentrationsniveaus zur Untersuchung auf *Legionella* spp. auf.

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 stichprobenhaft ausgewählten Pakete wurden mit Datenlogger zur Temperaturaufzeichnung 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.

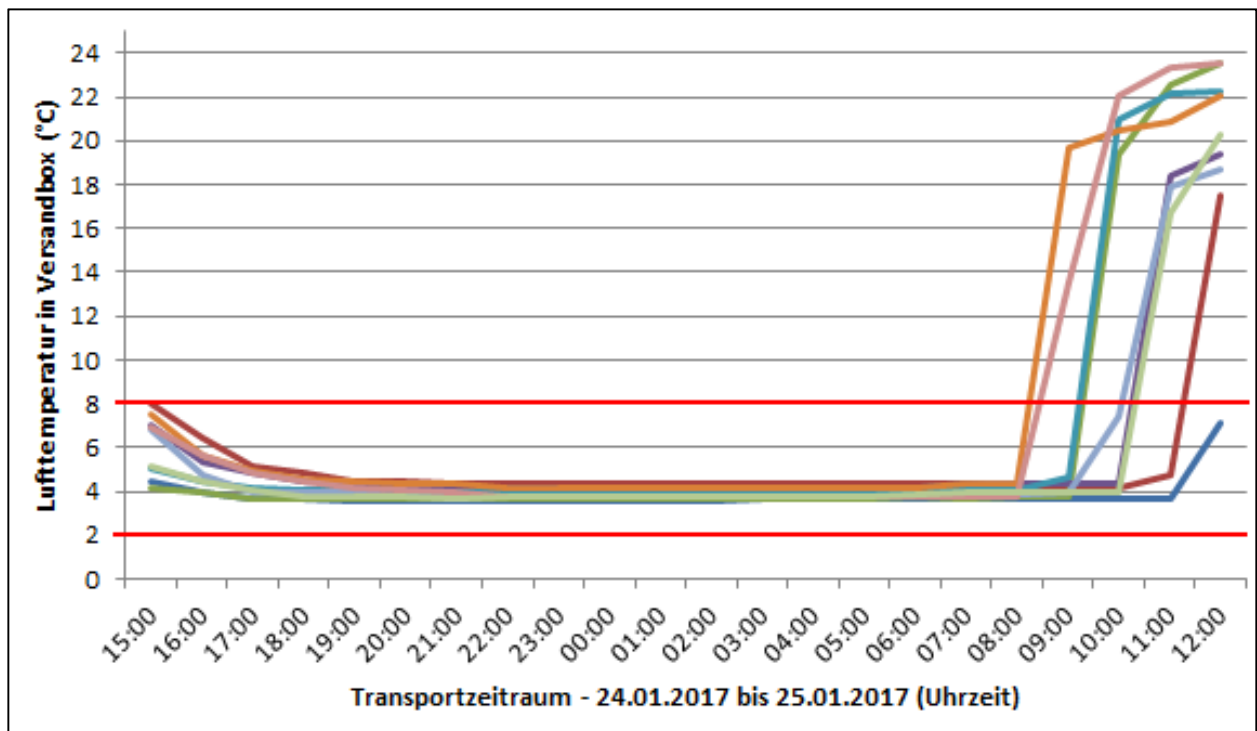


Abbildung 1: Verlauf der Temperatur in ausgewählten Versandpakten während der Transportzeit

Von 64 abgegebenen Wassertemperaturwerten lagen 95 % (N=61) im geplanten Temperaturbereich von 5 ± 3 °C. Drei Laboratorien ermittelten Werte zwischen 11,7 °C und 12,0 °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. Aufgrund von Lagerungsversuchen ($1 \pm 0,5$ °C, 10 ± 1 °C) konnte ein signifikanter Einfluss durch geringfügig höhere bzw. niedrigere Transporttemperaturen auf die Analysenergebnisse ausgeschlossen werden.

Das gewählte Transportverfahren sicherte in mindestens 95 % der Fälle die Einhaltung des festgelegten Temperaturbereiches sowie in 100 % der Fälle eine Transportzeit ≤ 24 h.

1.5 Angabe der Ergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse waren pro Probe wie folgt anzugeben:

- Einzelwerte der drei nach ISO 11731:1998 vorgeschriebenen Probenvorbehandlungen (unbehandelt, säure-, hitzebehandelt) in KBE/100ml
- Endergebnis gemäß oben genannter Norm in KBE/100ml (finales Ergebnis)

Neben der Angabe der Einzel- bzw. Endergebnisse war ein ausgefülltes Formblatt zur Untersuchungsmethode abzugeben, mit dessen Hilfe die Einhaltung der Vorgaben der ISO 11731:1998 durch den Ringversuchsanbieter nachvollzogen werden konnte.

2 Herstellung der Ringversuchsproben

Für die Bestimmung von *Legionella* spp. wurden drei verschiedene Probenansätze (hier bezeichnet als Probe 1, 2, 3) mit unterschiedlichen Konzentrationsniveaus vorbereitet. Die zu erwartende Koloniezahl an *Legionella* spp. wurde 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 zwei der drei zu untersuchenden Proben handelte es sich um dotierte Abwasserproben, bei der dritten Probe wurde reales, mit *Legionella* spp. vorbelastetes Abwasser verschickt.

Für die dotierten Ansätze (Probe 1, Probe 2) wurden Umweltisolate von *Legionella pneumophila* verwendet, die stabile qualitätsrelevante Merkmale aufweisen, die für ihre Art repräsentativ sind und deren Zuverlässigkeit nachgewiesen wurde. Sie wurden morphologisch, biochemisch und molekularbiologisch charakterisiert und vor ihrem Einsatz auf Reinheit und Funktionsfähigkeit überprüft. Zusätzlich wiesen diese Isolate neben einer hohen Kultivierbarkeit eine geringe Empfindlichkeit gegenüber der Normgerechten Hitze- und Säurevorbehandlung auf.

Proben 1 und 2:

- Kommunales Abwasser dotiert mit zwei verschiedenen Konzentrationsniveaus von *Legionella* spp. und im Vergleich zur Legionellenkonzentration geringerem Anteil an interferierenden Mikroorganismen
- Dotierung mit *L. pneumophila* Serogruppe 1 (Labornummer U149) und *L. pneumophila* Serogruppe 2-14 (Labornummer U172), jeweils Wildstammisolate des LANUV NRW aus Abwasser
- Erwartete Konzentration an *Legionella* spp. ca. 10^5 bzw. 10^6 KBE/100 ml

Probe 3:

- Industrielles Abwasser mit einem Konzentrationsniveau an *Legionella* spp. und im Vergleich zu den Proben 1 und 2 höheren Anteil an interferierenden Mikroorganismen
- Zu erwartende Legionellen-Art: *L. pneumophila* Serogruppe 1
- Erwartete Konzentration an *Legionella* spp. ca. 10^3 bis 10^4 KBE/100 ml

Jeweils 20 Liter des kommunalen sowie des industriellen Abwassers wurden mindestens 24 Stunden vor Abfüllung bei 5 ± 3 °C entsprechend DIN 38402-30:1998 „Vorbehandlung, Homogenisierung und Teilung heterogener Wasserproben“ in einem sterilen Homogenisationsgefäß durch Rühren (10 % Kegel) behandelt.

Vor der Probenabfüllung der Proben 1 und 2 wurde zusätzlich nach Inaugenscheinahme und Prüfung der morphologischen und serologischen Eigenschaften sowie der Reinheit der oben genannten Umweltisolate, das Abwasser mit einer festgelegten Anzahl an standardisiert angezüchteten *Legionella* spp. (Methodik: epifluoreszenzmikroskopische Bestimmung von Gesamtzellzahlen; erwartete Kultivierbarkeit der eingesetzten Isolate ≥ 80 %) beimpft und bis zur Abfüllung mindestens weitere 2 h bei 5 ± 3 °C gerührt.

3 Homogenität und Stabilität der Ringversuchsproben

Für die Homogenitätsüberprüfung der Probenabfüllungen wurden von jedem Ansatz während der Abfüllung in festgelegten regelmäßigen Abständen Rückstellproben entnommen. Zur Beurteilung der Homogenität wurden pro Probenansatz die Analysenergebnisse von 12 mit nach Norm Hitze-vorbehandelten Rückstellproben im Doppelsatz bestimmt. Die Durchführung erfolgte am Tag nach der Abfüllung parallel zu den Probenuntersuchungen der Teilnehmer. Die Standardabweichungen der Homogenitätsproben wurden nach ISO 13528:2015(E) „Anleitung zur Validierung von physikalisch-chemischen Analysenverfahren“ mit den Vergleichsstandardabweichungen aus dem Ringversuch verglichen.

Die Berechnungen bestätigten die Homogenität für alle drei Probenansätze.

Die Bewertung der Stabilität erfolgte ebenfalls durch die Analytik von Rückstellproben, die während des Abfüllprozesses den jeweiligen Ansätzen entnommen und für einen Zeitraum von 24 h, 48 h und 72 h bei verschiedenen Temperaturbereichen ($1 \pm 0,5$ °C, 5 ± 3 °C, 10 ± 1 °C) gelagert wurden. Die Analytik umfasste die nach Norm durchzuführende Hitzevorbehandlung. Die Beurteilung der Stabilität erfolgte ebenfalls nach ISO 13528:2015(E) und ergab bei verschiedenen Lagerungstemperaturen keine signifikant unterschiedlichen Analysenergebnisse.

Die drei Probenansätze waren für den betrachteten Parameter und für die relevanten Zeiträume zwischen Abfüllung und Probenansatz stabil.

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: 2017.5.15.0) der Firma QuoData durchgeführt.

Da die Proben mit realer, vorbelasteter Matrix bzw. mit dotierter Abwassermatrix hergestellt wurden und kein zertifiziertes quantitatives Referenzmaterial eingesetzt wurde, standen keine ausreichend rückführbaren Referenzwerte zur Verfügung.

Als zugewiesener Wert x_{pt} wurde der robuste Gesamtmittelwert, berechnet mittels Hampel-Schätzer, aus den Teilnehmerdaten zugrunde gelegt (Konsenswert). Dieser ist auf die Werte des Teilnehmerkollektivs zurückzuführen.

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 13528:2015(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

Für die Bewertung wurden die nach Norm anzugebenden (finalen) Ergebnisse der Untersuchungsstellen betrachtet. Für die erfolgreiche Teilnahme am Ringversuch musste bei zwei der drei Proben eine erfolgreiche Analyse erfolgen ($z \leq 2$).

Ergebnisse, die nicht nach der vorgegebenen Norm ermittelt wurden, gingen nicht in die Bewertung ein. Diese Werte wurden bei der Berechnung der statistischen Kennzahlen nicht berücksichtigt. Teilnehmer, die nach den u.a. Kriterien nicht nach der ISO 11731:1998 arbeiteten, konnten damit keine erfolgreiche Bewertung erhalten, auch wenn die angegebenen Ergebnisse im Toleranzbereich gelegen hätten.

Folgende Kriterien führten zum Ausschluss aus der Bewertung, wobei fehlende qualitätsrelevante Angaben ohne Verweis auf validierte gleichwertige Methoden als nicht durchgeführt betrachtet wurden:

- Keine vollständige und/oder nicht fristgerechte Abgabe der Ergebnisse
- Verwendung eines anderen Untersuchungsverfahrens als vorgegeben (Teil-, Endergebnis)
- Keine Angaben zum in der Bestätigungsreaktion zu verwendenden Cystein-freien Agar
- Angabe des Endergebnisses nicht Norm-konform

4.3 Darstellung der Ergebnisse

Für die Probenansätze 1, 2 und 3 wurden je vier Diagramme und Tabellen erstellt. Die Diagramme wurden der übersichtlicheren Darstellung halber logarithmisch skaliert. Unabhängig davon weißt die angegebene Methode die logarithmierte Berechnung aus. Dargestellt sind jedoch die entlogarithmierten, von den Teilnehmern angegebenen, Ergebnisse.

Von den Laboren angegebene <-Werte finden sich in den anliegenden Tabellen, konnten jedoch in den Diagrammen nicht dargestellt werden. Weitere Angaben, die in der statistischen Berechnung nicht berücksichtigt wurden, wie „n.b.“, „0“ o.ä., wurden weder in den Tabellen noch in den Diagrammen aufgeführt. Hier finden sich nur die Labor-Codes ohne Werte in der Tabelle.

Die Darstellungen der finalen Endergebnisse nach Norm enthalten berechnete z-Scores und Toleranzgrenzen. Für Ergebnisse, die bei der Bewertung und Berechnung nicht berücksichtigt wurden, konnten keine z-Scores angegeben werden. In den Diagrammen finden sich jedoch diese Untersuchungsstellen mit ihren Werten nach aufsteigendem Ergebnis sortiert wieder.

Da die Ergebnisse der drei Probenvorbehandlungen (Teilergebnisse für Hitze-, Säurevorbehandlung und ohne Behandlung) für diesen Bericht nicht einzeln bewertet wurden, liegen in diesen Darstellungen keine z-Scores (in Tabellen) und keine Toleranzgrenzen (in Diagrammen) vor. Mit den jeweiligen Teilergebnissen wurden der robuste Gesamtmittelwert und die Vergleichsstandardabweichung berechnet. Die Anzahl der hier angegebenen Werte fällt je nach Vorbehandlungsart unterschiedlich aus. Eine differenzierte und detaillierte Betrachtung der Teilergebnisse als Zusatzinformation zu dem durchgeführten Ringversuch erfolgt in einer separaten Publikation.

4.4 Zusammenfassung der Aus- und Bewertung

Von den 65 angemeldeten Untersuchungsstellen gingen folgende Ergebnisse in die Berechnung und damit in die Bewertung ein:

- 52 für Probe 1
- 53 für Probe 2
- 36 für Probe 3

Bei 11 Untersuchungsstellen konnten drei von drei Proben und bei einer Untersuchungsstelle eine von drei Proben aufgrund der o. g. Ausschlusskriterien (Pkt. 4.2) bei der Berechnung und Bewertung nicht berücksichtigt werden. Ein Labor lieferte keine Ergebnisse.

Die Endergebnisse der dotierten Proben 1 und 2 mit geringem Anteil interferierender Mikroorganismen lagen bei den meisten Teilnehmern im Toleranzbereich. Die Probe 3 wies als reale - mit *Legionella* spp. belastete - Abwasserprobe im Verhältnis zu den Proben 1 und 2 sowie im Verhältnis zum Zielorganismus einen höheren Anteil von Nicht-Legionellen auf und konnte von mehr als einem Drittel der Teilnehmer nicht erfolgreich bestimmt werden.

Die zunehmende Komplexität der zu analysierenden Matrix bzgl. interferierender Mikroorganismen im Verhältnis zum Zielorganismus erhöhte den analytischen Schwierigkeitsgrad deutlich. Dies spiegelte sich in der hohen Schwankungsbreite der Analyseergebnisse der Probe 3 wieder. Die Verwendung Norm-gerechter Vorbehandlungen führte insbesondere bei Probe 3 zu einer deutlich verbesserten Wiederfindung der Legionellen.

Nach der Bewertung der finalen Endergebnisse wurden insgesamt folgende Ergebnisse bei diesem Ringversuch erzielt:

- 44 Labore nahmen erfolgreich teil, davon haben
- 27 Labore alle drei Proben erfolgreich bestimmt,
- 17 Labore zwei Proben erfolgreich bestimmt, wovon nur

- 1 Labor auch bei Probe 3 erfolgreich teilnehmen konnte.

Neun Labore nahmen nicht erfolgreich teil, weil mindestens zwei bewertete Ergebnisse außerhalb der Toleranzgrenzen lagen.

5 Diskussion der Teilnehmerergebnisse

Abwasser kann je nach Herkunft, verwendeter Aufbereitungstechnologie sowie untersuchtem Aufbereitungsschritt verschiedene analytische Herausforderungen an die Untersuchungslaboratorien stellen. Neben der Fragestellung zur Homogenität der Proben ist insbesondere der Einfluss interferierender Mikroorganismen auf den Nachweis von Legionellen sowie das sichere Differenzieren zwischen Legionellen-verdächtiger und Legionellen-ähnlicher Koloniemorphologie von Bedeutung.

Das Untersuchungsverfahren gestaltet sich probenabhängig aufwendig (parallele Verwendung verschiedener Vorbehandlungen, ggf. Verdünnungen, erhöhter Aufwand bei der Auswertung) und hat insbesondere im Rahmen der Erstbegutachtung der Primäragarplatten (GVPC-Agar) ggf. einen hohen subjektiven Bewertungscharakter. Die Bearbeiter müssen gut geschult sein, da vor diesem Hintergrund ansonsten die Besorgnis von Minder- aber auch Mehrbefunden – insbesondere bei unzureichender Verwendung der Vorbehandlungsmethoden und/oder der normativen Differenzierungsmöglichkeit durch die kulturelle Bestätigungsreaktion (BCYE / BCYE-cys) – besteht.

Bei dem Ringversuch für den Parameter *Legionella* spp. in Abwasser musste aufgrund des Anwendungsbereiches sowie des zu erwartenden Anteils interferierender Mikroorganismen die Norm ISO 11731:1998 gewählt werden.

Die ebenfalls für den Nachweis von *Legionella* spp. existierende DIN EN ISO 11731-2:2008 ist nur für Wasser mit einer zu erwartenden niedrigen Bakterienanzahl geeignet. Aufgrund der Verwendung des in dieser Norm beschriebenen Membranfiltrationsverfahrens ist mit dem Überwachsen des Filters zu rechnen, wenn Proben mit einem höheren Anteil an interferierenden Mikroorganismen oder hohen Legionellenkonzentrationen erwartet werden.

Die zur Verfügung gestellten Proben deckten im Ringversuch drei verschiedene Legionellen-Konzentrationsniveaus zwischen ca. 10^3 bis 10^6 KBE/100 ml mit unterschiedlichem analytischen Schwierigkeitsgrad bezüglich interferierender Mikroorganismen ab (Abbildung 2).

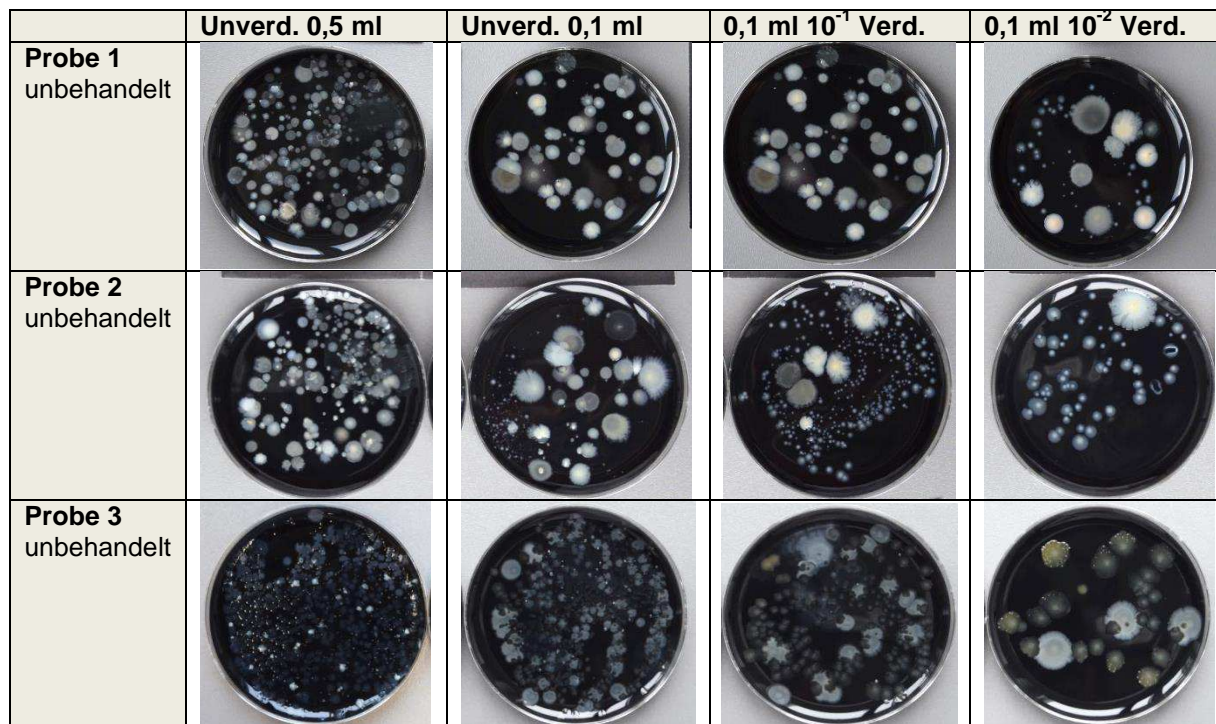


Abbildung 2: Fotodokumentation ausgewählter Primäragarplatten (GVPC, 36 °C, 10 d, LANUV) der Proben 1, 2 und 3 ohne Vorbehandlung

Probe 1 sowie Probe 2 sollten insbesondere eine Betrachtung der verwendeten Vorbehandlungsschritte ohne starken Einfluss störender Mikroorganismen ermöglichen, so dass hier bereits ohne Vorbehandlung und nur durch Verdünnung ein Nachweis von Legionellen möglich sein sollte.

Probe 3 dagegen wies im Vergleich zu den Legionellen einen mittleren Gehalt an interferierenden Mikroorganismen auf, wobei die Anwendung von Vorbehandlungsschritten zu einer zielführenden Analyse der Probe durch Inhibierung interferierender Mikroorganismen führen sollte.

Zum Beginn der Auswertung des Ringversuches wurden die erhaltenen Rohdaten analysiert, um Untersuchungsstellen, die die Ausschlusskriterien erfüllten, von der Bewertung und Berechnung auszuschließen (siehe Kapitel 4.2). Eine differenzierte und detaillierte Betrachtung der Rohdatenanalyse erfolgt in einer separaten Publikation.

Von den in die Bewertung und Berechnung eingegangenen Teilnehmern nahmen 44 Labore erfolgreich teil. Davon konnten 16 Untersuchungsstellen den Ringversuch nur deshalb erfolgreich abschließen, weil sie die mit wenig interferierenden Mikroorganismen belasteten Proben 1 und 2 erfolgreich bestimmten.

Bei der Betrachtung der einzelnen Probensätze konnten 45 Labore bei Probe 1, 46 bei Probe 2 und 30 bei Probe 3 mit einem z-Score $\leq 2,0$ abschließen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Bewertung der Untersuchungsstellen nach Einzel- und Gesamtproben

z-Score $\leq 2,0$	Gesamtbewertung	Einzelbewertung		
	Mindestens 2 von 3 Proben	Probe 1	Probe 2	Probe 3
Erfolgreich	44	45	46	30
Nicht erfolgreich	9	7	7	23
Nicht bewertet	11*	12	11*	11*

*ein Labor wurde nur bei Probe 1 nicht bewertet, insgesamt konnte keine erfolgreiche Teilnahme erzielt werden

Insgesamt wurden von neun bewerteten Ringversuchsteilnehmern keine bzw. nur eine Probe erfolgreich analysiert. Lediglich ein teilnehmendes Labor lag ausschließlich bei Probe 3 im Toleranzbereich. 17 Untersuchungsstellen waren bei zwei Proben erfolgreich, wobei hier nur ein Labor die reale, mit *Legionella* spp. belastete Abwasserprobe erfolgreich bestimmte. Weitere 27 Teilnehmer bearbeiteten alle Proben erfolgreich (Abbildung 3).

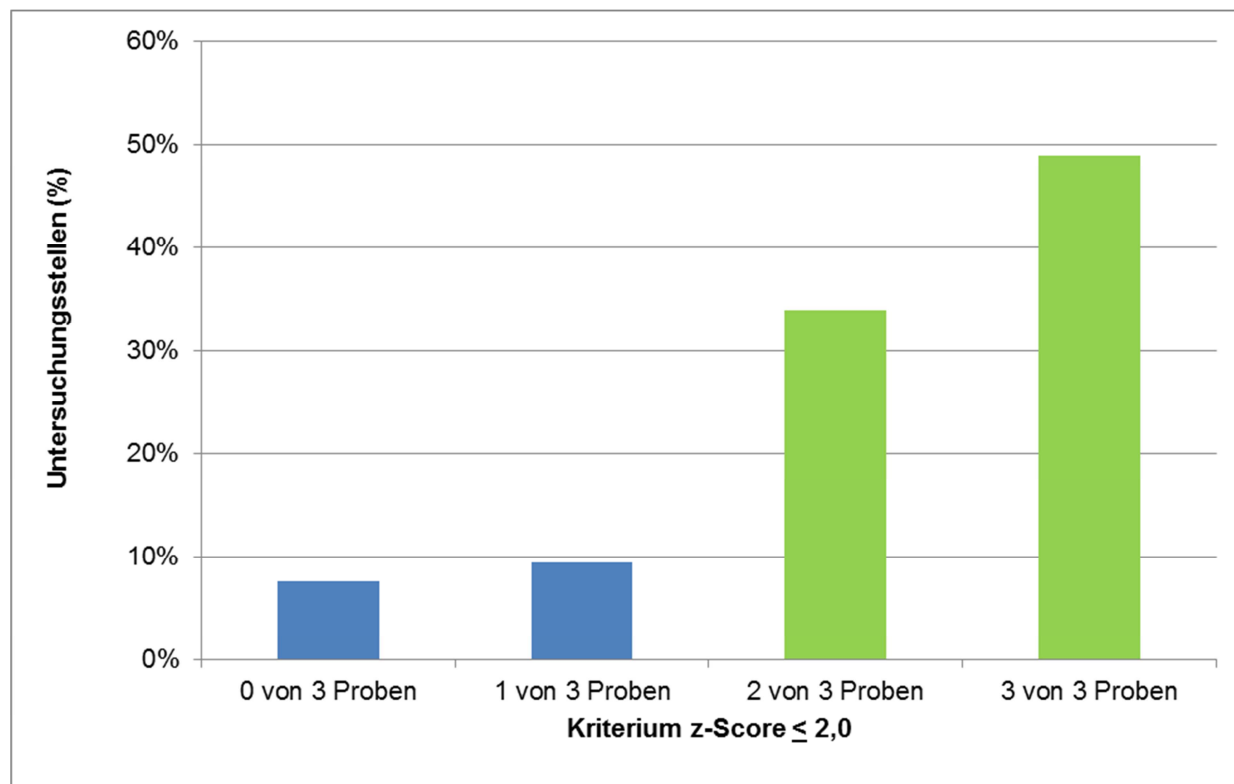


Abbildung 3: Verteilung der erfolgreich bestanden Proben pro Probensatz

In allen drei Probensätzen wurden aufgrund von Vorversuchen und den durch die Homogenisations- und Stabilitätskontrollen erzielten Ergebnisse des LANUV positive Befunde der Ringversuchsteilnehmer für den Parameter *Legionella* spp. erwartet. Während Probe 1 und Probe 2 von den in die Berechnung eingegangenen Teilnehmern grundsätzlich positiv auf *Legionella* spp. analysiert wurden, gelang dies nur in 68 % der Fälle bei Probe 3. Hier wurden 32 % der Befunde mit „null“ oder „< Nachweisgrenze“ angegeben.

Aufgrund des im Vergleich zu Legionellen geringen Anteils an interferierenden Mikroorganismen in Probe 1 und Probe 2 erfolgte die Angabe des finalen Ergebnisses in 73 bzw. 72 % der Untersuchungen aus dem unbehandelten Ansatz. Eine Vorbehandlung war für diese Proben nicht zwingend erforderlich, da der Einfluss interferierender

Mikroorganismen durch Verdünnen der Probe aufgehoben werden konnte (Abbildung 4).

Probe 3 enthielt im Vergleich zu den Legionellen so viele Begleitorganismen, dass eine Vorbehandlung notwendig war, um statistisch sichere finale Ergebnisse zu erzielen. Während die normgerechte Hitzebehandlung i.d.R. zu einer sehr guten Unterdrückung interferierender Mikroorganismen führte, zeigte die Säurebehandlung dann einen guten Erfolg, wenn der pH-Wert der behandelten Proben deutlich erniedrigt wurde. Die finalen Ergebnisse der Probe 3 wurden dementsprechend in 64 % aus den hitzebehandelten Ansätzen berechnet, während 22 % aus säurebehandelten und 12 % aus unbehandelten Proben stammten (Abbildung 4).

Auffällig waren die finalen Ergebnisse ohne Vorbehandlung, da hier in drei von fünf Fällen Werte außerhalb des Toleranzbereichs vorlagen, die bis zu zwei Zehnerpotenzen höher lagen als der maximal zu tolerierende Wert (Mehrfund). Hier liegt der Verdacht nahe, dass Legionellen-ähnliche Kolonien als falsch-positiv gewertet wurden.

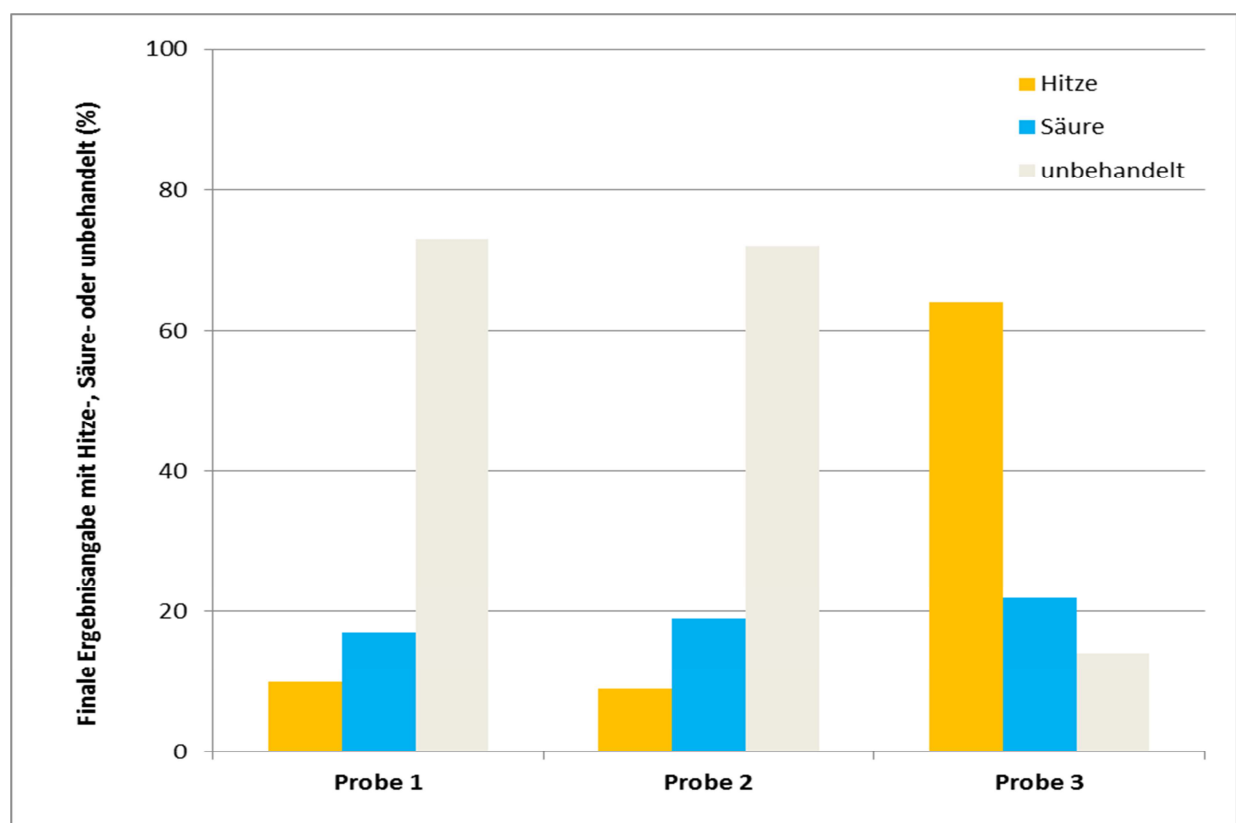


Abbildung 4: Finale Ergebnisangabe in Abhängigkeit von der Vorbehandlung

Ein Nachweis von Legionellen, insbesondere in Abwassermatrix, bedarf einer effektiven Inhibierung von Nicht-Legionellen, da andere Mikroorganismen den kulturellen Nachweis der Legionellen deutlich hemmen können.

Unbehandelte reale Proben weisen dementsprechend häufig nur in höheren Verdünnungen (Herausverdünnen der Nicht-Legionellen) ggf. einzelne Legionellenkolonien auf, so dass in derartigen Fällen Ergebnisse mit stark erhöhter statistischer Unsicherheit zu erwarten sind. Um Mehr-, Minderbefunde oder Falsch-Negative-Ergebnisse zu vermindern bzw. zu verhindern sind die in der Norm beschriebene Hitze- bzw. Säurevorbehandlung i.d.R. zielführend, da hier bei einer möglichst

geringen Beeinflussung des Legionellennachweises eine maximal mögliche Inhibition von Nicht-Legionellen erzielt werden kann (Abbildung 5).

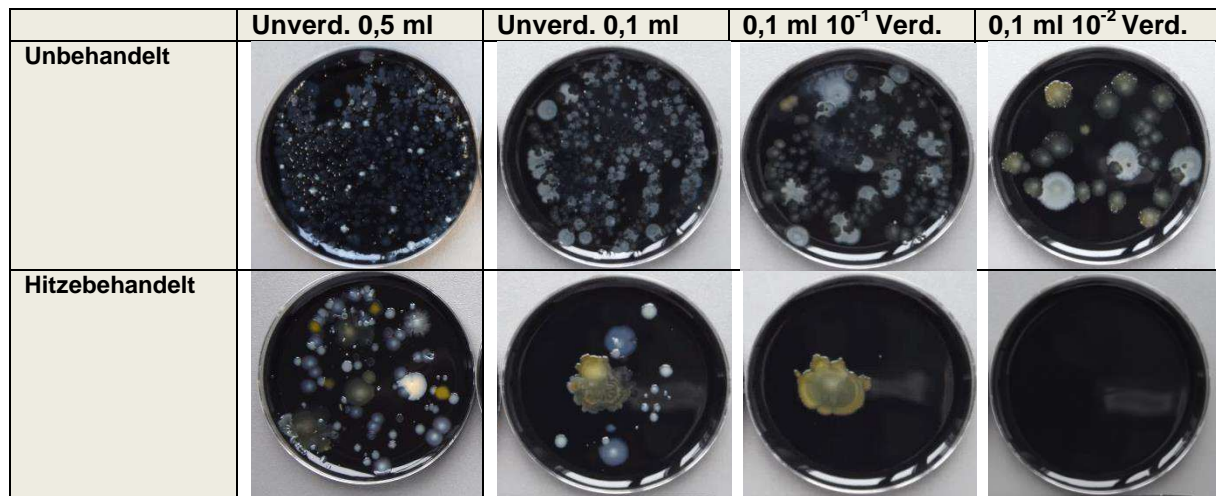


Abbildung 5: Fotodokumentation des Hemmeffektes der Hitzebehandlung auf das Wachstum von Nicht-Legionellen auf Primäragarplatten (GVPC, 36 °C, 10 d, LANUV) am Beispiel der Probe 3

In Probe 3 mit höherem Anteil an interferierenden Mikroorganismen war die Verwendung von Vorbehandlungsmethoden zielführend. Zusätzlich zeigten die Teilergebnisse der Vorbehandlungen von Probe 1 und 2 jedoch auch einen geringfügig inhibierenden Effekt der Vorbehandlungsmethoden auf die Wiederfindung der Legionellen. Hier wiesen die Proben einen geringeren zugewiesenen Wert auf, der aufgrund seiner Ausprägung alleine nicht auf die inhibitorische Wirkung der Vorbehandlungsmethoden zurückgeführt werden kann. Die relative Vergleichsstandardabweichung nahm ebenfalls deutlich zu.

Dies ist ein Hinweis auf ggf. interlaborspezifisch abweichende Prozesse bei der Hitze- und/oder Säurevorbehandlung, die ggf. zu Minderbefunden führen können. Interne Erfahrungswerte des LANUV weisen darauf hin, dass bereits geringfügig abweichende Vorbehandlungszeiten sowie pH-Werte zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können.

Die Toleranzbereiche der drei Proben sind abschließend in Tabelle 2 zusammengefasst. Probe 1 und 2 mit wenig interferierenden Mikroorganismen wiesen akzeptable Toleranzspannen zwischen 0,59 und 0,97 log-Stufen auf, während die komplexere Probe 3 Toleranzspanne bis zu 1,88 log-Stufen erlaubte und damit eine erhöhte analytische Unsicherheit bei der Bestimmung von Legionellen in der realen Abwasserprobe aufzeigte.

Tabelle 2: Toleranzbereiche der Ringversuchsproben

	Toleranzbereich	Zugewiesener Wert	Relative Vergl.-Stdabw. ¹
	KBE/100 ml	KBE/100 ml	%
Probe 1	$2,36 \times 10^5 - 9,11 \times 10^5$	$4,64 \times 10^5$	33,78
Probe 2	$1,37 \times 10^6 - 1,30 \times 10^7$	$4,22 \times 10^6$	56,33
Probe 3	$5,68 \times 10^2 - 4,35 \times 10^4$	$4,97 \times 10^3$	108,45

¹, relative Vergleichsstandardabweichung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit zunehmendem analytischen Schwierigkeitsgrad die Vergleichbarkeit der Messergebnisse abnahm. Dies war zum einen auf die Probeneigenschaften und zum anderen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf interlaborspezifische Analytikvarianten (z. B. Vorbehandlungsweise der Proben) zurückzuführen.

Mit dem Inkrafttreten der neuen ISO 11731:2017 und der Veröffentlichung der vom LANUV NRW im Laufe dieses Jahres fortgeschriebenen „Empfehlung zum Nachweis von Legionellen in Oberflächengewässern und Abwasser“ wird die Methodik, mit dem Ziel eine verbesserte Vergleichbarkeit der Messwerte zwischen den Laboren zu erreichen, weiter spezifiziert und harmonisiert.

Weiterhin werden die gesammelten fachlichen und organisatorischen Erfahrungen, auch bezüglich der Bewertungskriterien, bei zukünftigen mikrobiologischen Ringversuchen in belasteten Wässern berücksichtigt und weiter fortgeschrieben.

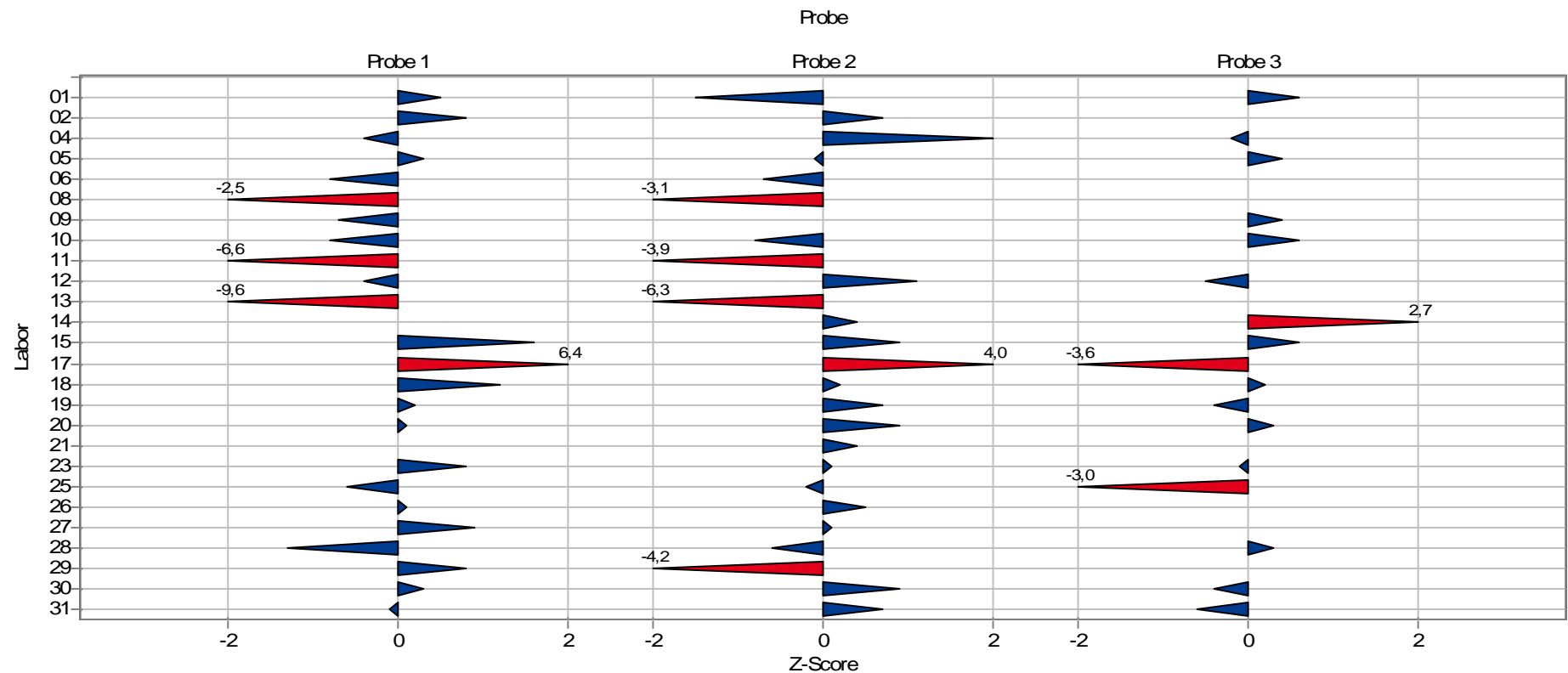
Darstellung der Proben

Kenndatentabelle - Ringversuch "Legionella spp. in Abwasser"
Nach Norm anzugebendes Ergebnis (Finales Ergebnis)

	Probe 1	Probe 2	Probe 3
zugewiesener Wert	463996	4216300	4972
Soll-Stdabw.	156756	2375032	5392
Vergleich-Stdabw.	156756	2375032	5392
Rel.Soll-Stdabw.	33,78 %	56,33 %	108,45 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	33,78 %	56,33 %	108,45 %
unt. Toleranzgr.	236086	1366650	568
ob. Toleranzgr.	911924	13007852	43505
MU Konsenswert	27173	407795	1123
Einheit	KBE/100ml	KBE/100ml	KBE/100ml
Anzahl Labore/Berechnung	52	53	36

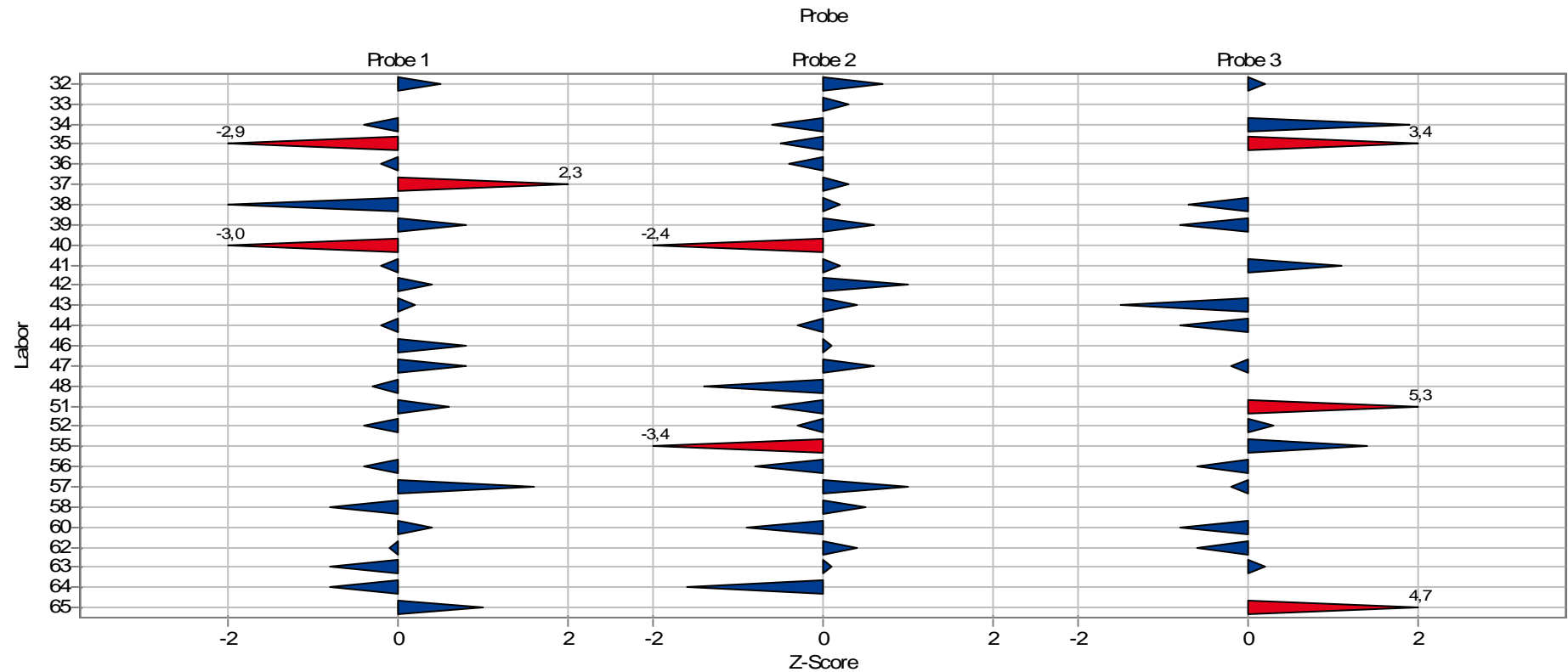
Übersicht Z-Scores

Merkmal: Nach Norm anzugebendes Ergebnis (Finales Ergebnis) - Legionella spp.



Übersicht Z-Scores

Merkmal: Nach Norm anzugebendes Ergebnis (Finales Ergebnis) - Legionella spp.



Probe 1

Einzeldarstellung (Diagramme und Tabellen)

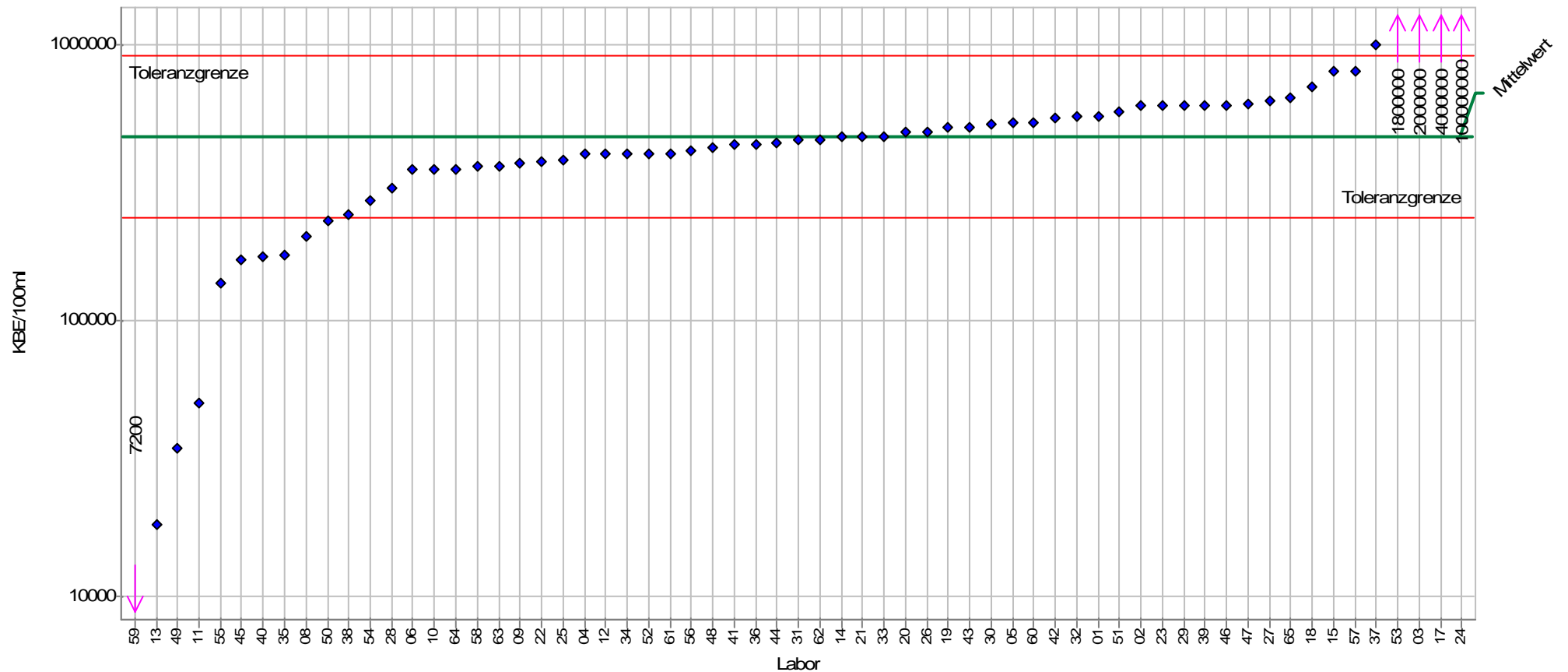
Probe 1 - Kenndatentabelle

Ringversuch "Legionella spp. in Abwasser"
Nach Norm anzugebendes Ergebnis
(Finales Ergebnis)

zugewiesener Wert	463996
Soll-Stdabw.	156756
Vergleich-Stdabw.	156756
Rel.Soll-Stdabw.	33,78 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	33,78 %
unt. Toleranzgr.	236086
ob. Toleranzgr.	911924
MU Konsenswert	27173
Einheit	KBE/100ml
Anzahl Labore/Berechnung	52

Einzeldarstellung

Probe: Probe 1
Merkmal: Nach Norm anzugebendes Ergebnis (Finales Ergebnis) - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 463996 KBE/100ml (empirischer Wert)
Soil-Stdabw.: 156756 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 33,78%
Toleranzbereich: 236086 - 911924 KBE/100ml ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)
Anzahl Labore in Berechnung: 52



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1
Merkmal:	Nach Norm anzugebendes Ergebnis (Finales Ergebnis) - Legionella spp.
Methode:	DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert:	463996 KBE/100ml (empirischer Wert)
Soll-Stdabw.:	156756 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	33,78%
Toleranzbereich:	236086 - 911924 KBE/100ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)
Anzahl Labore in Berechnung:	52

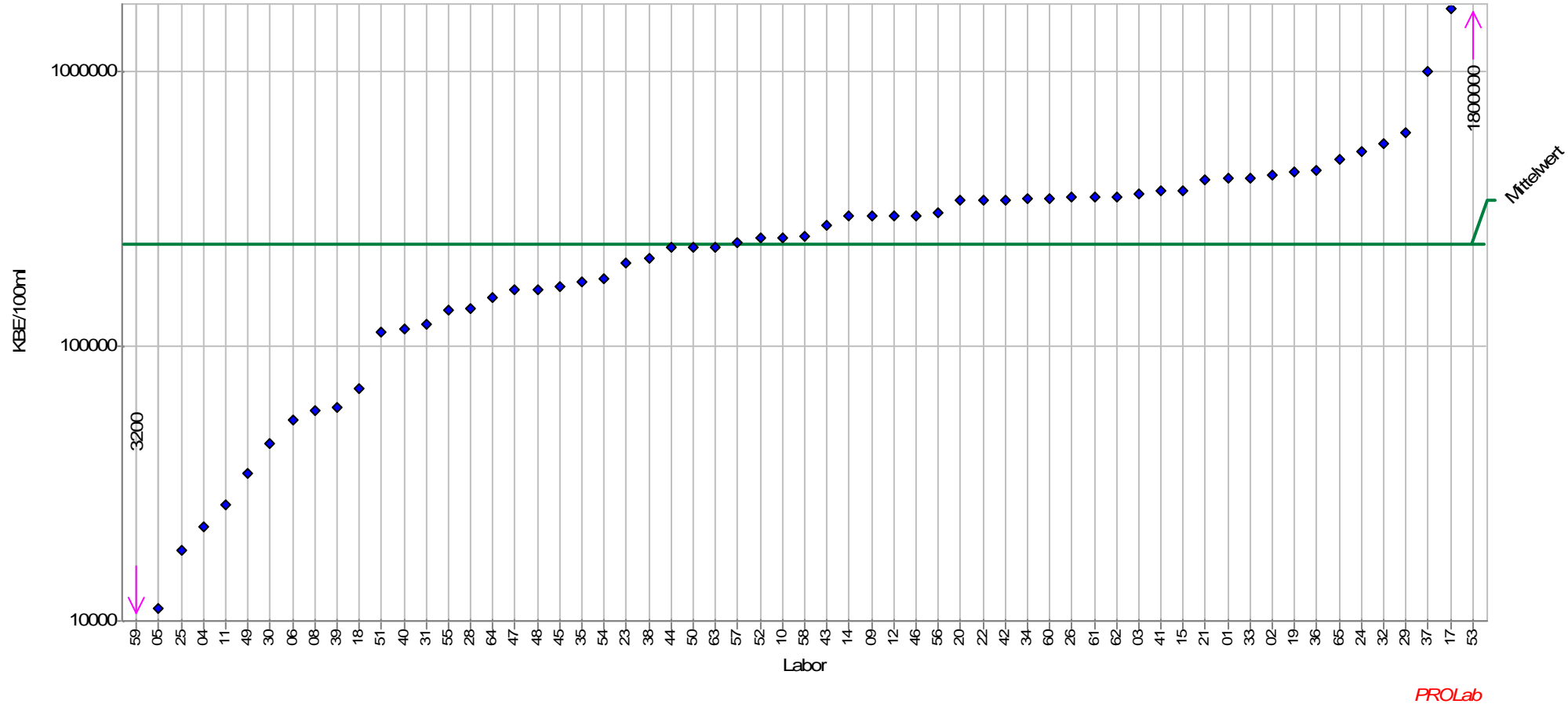
Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
01	550000	0,5
02	600000	0,8
03	2000000	
04	400000	-0,4
05	520000	0,3
06	350000	-0,8
07		
08	200000	-2,5
09	370000	-0,7
10	350000	-0,8
11	50000	-6,6
12	400000	-0,4
13	18000	-9,6
14	460000	0,0
15	800000	1,6
17	4000000	6,4
18	700000	1,2
19	500000	0,2
20	480000	0,1
21	460000	0,0
22	373333	
23	600000	0,8
24	100000000	
25	380000	-0,6
26	480000	0,1
27	625000	0,9
28	300000	-1,3
29	600000	0,8
30	510000	0,3
31	450000	-0,1
32	545000	0,5
33	460000	0,0
34	400000	-0,4
35	172000	-2,9
36	435000	-0,2
37	1000000	2,3
38	240000	-2,0
39	600000	0,8
40	170000	-3,0
41	430000	-0,2
42	540000	0,4
43	500000	0,2
44	440000	-0,2
45	165000	
46	600000	0,8
47	610000	0,8
48	420000	-0,3
49	34300	
50	230000	
51	570000	0,6

Legionella spp. in Abwasser

52	400000	-0,4
53	1800000	
54	270909	
55	136000	
56	409100	-0,4
57	800000	1,6
58	360000	-0,8
59	7200	
60	522500	0,4
61	400000	
62	450000	-0,1
63	360000	-0,8
64	350000	-0,8
65	640000	1,0

Einzeldarstellung

Probe: Probe 1
Merkmal: Hitzevorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 235957 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 72,22%



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1
Merkmal:	Hitzevorbehandlung - Legionella spp.
Methode:	DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert:	235957 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	72,22%

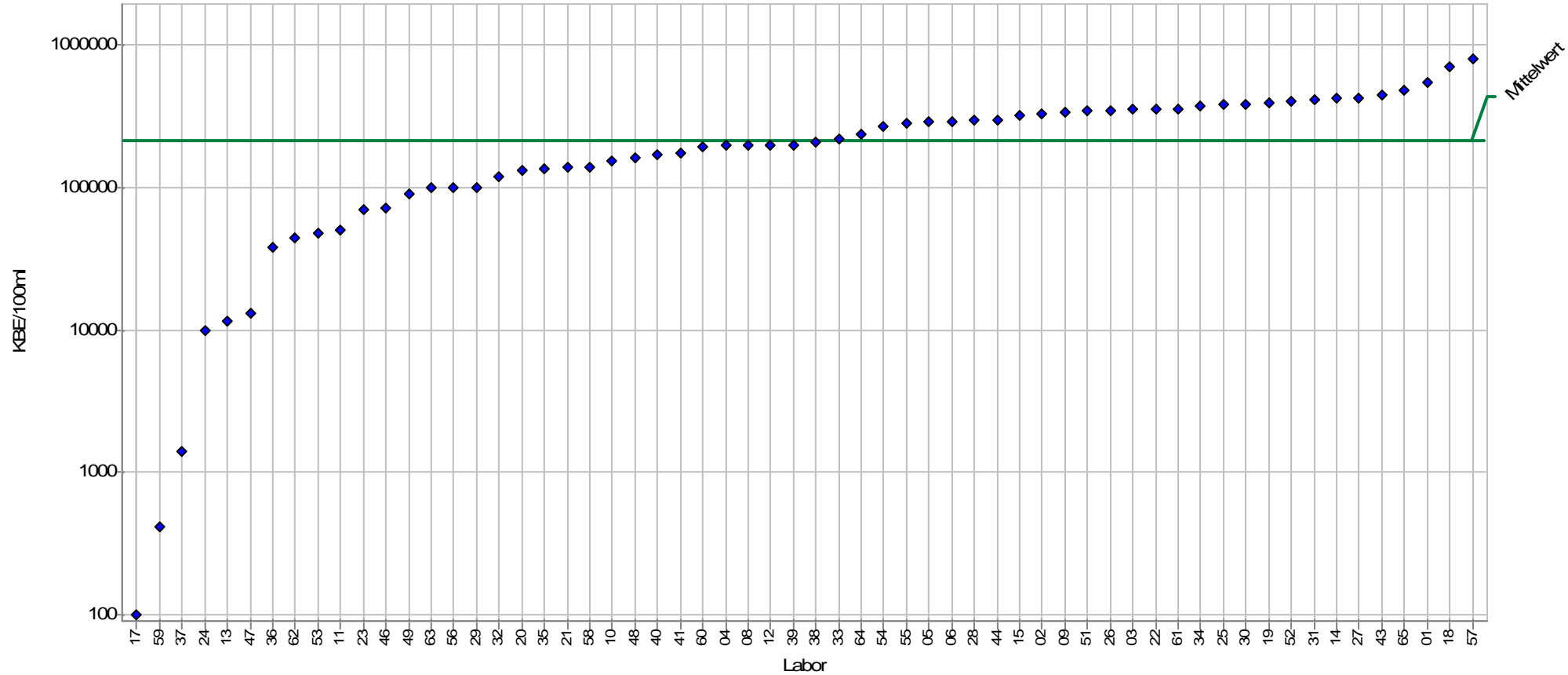
Laborcode	Labormittelwert
01	410000
02	418182
03	361000
04	22000
05	11100
06	54000
07	
08	58000
09	300000
10	249000
11	26400
12	300000
13	<4
14	297300
15	370000
17	1700000
18	70000
19	430000
20	340000
21	405000
22	340000
23	200000
24	510000
25	18000
26	350000
27	
28	136364
29	600000
30	44000
31	120000
32	545000
33	410000
34	344000
35	172000
36	435000
37	1000000
38	210000
39	60000
40	115000
41	366000
42	340000
43	275000
44	230000
45	165000
46	300000
47	160000
48	160000
49	34300
50	230000
51	113000
52	247000
53	1800000
54	175454
55	136000
56	305400

Legionella spp. in Abwasser

57	240000
58	250000
59	3200
60	345900
61	350000
62	350000
63	230000
64	150000
65	480000

Einzeldarstellung

Probe: Probe 1
Merkmal: Säurevorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 214018 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 81,11%



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1
Merkmal:	Säurevorbehandlung - Legionella spp.
Methode:	DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert:	214018 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	81,11%

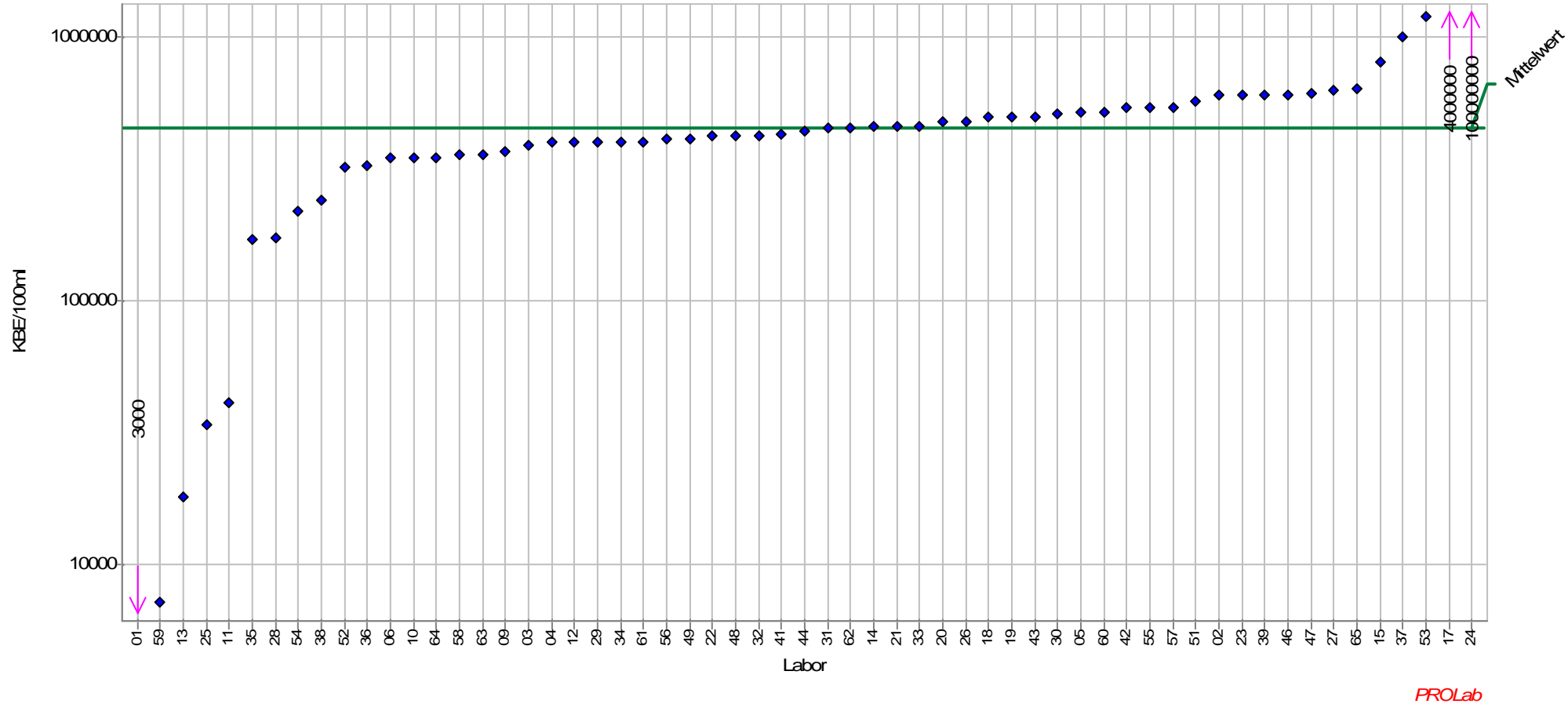
Laborcode	Labormittelwert
01	550000
02	327273
03	358750
04	200000
05	288000
06	290000
07	
08	200000
09	340000
10	155000
11	50000
12	200000
13	11600
14	423400
15	320000
17	100
18	700000
19	390000
20	132000
21	138000
22	360000
23	70000
24	10000
25	380000
26	350000
27	430000
28	300000
29	100000
30	380000
31	420000
32	120000
33	220000
34	372000
35	134000
36	37583
37	1400
38	210000
39	200000
40	170000
41	176000
42	<1000
43	450000
44	300000
45	
46	72000
47	13000
48	160000
49	90000
50	
51	347000
52	400000
53	48000
54	270909
55	280000
56	99100

Legionella spp. in Abwasser

57	800000
58	140000
59	410
60	194600
61	360000
62	44000
63	99000
64	240000
65	480000

Einzeldarstellung

Probe: Probe 1
Merkmal: ohne Vorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 453776 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 33,99%



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 1
Merkmal:	ohne Vorbehandlung - Legionella spp.
Methode:	DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert:	453776 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	33,99%

Laborcode	Labormittelwert
01	3000
02	600000
03	387500
04	400000
05	520000
06	350000
07	
08	<1000
09	370000
10	350000
11	40900
12	400000
13	18000
14	460000
15	800000
17	4000000
18	500000
19	500000
20	480000
21	460000
22	420000
23	600000
24	100000000
25	34000
26	480000
27	625000
28	172727
29	400000
30	510000
31	450000
32	425000
33	460000
34	400000
35	170000
36	325000
37	1000000
38	240000
39	600000
40	<5000
41	430000
42	540000
43	500000
44	440000
45	
46	600000
47	610000
48	420000
49	410000
50	
51	570000
52	320000
53	1200000
54	218181
55	540000
56	409100

Legionella spp. in Abwasser

57	540000
58	360000
59	7200
60	522500
61	400000
62	450000
63	360000
64	350000
65	640000

Probe 2

Einzeldarstellung
(Diagramme und Tabellen)

Probe 2 - Kenndatentabelle

Ringversuch "Legionella spp. in Abwasser"

Nach Norm anzugebendes Ergebnis

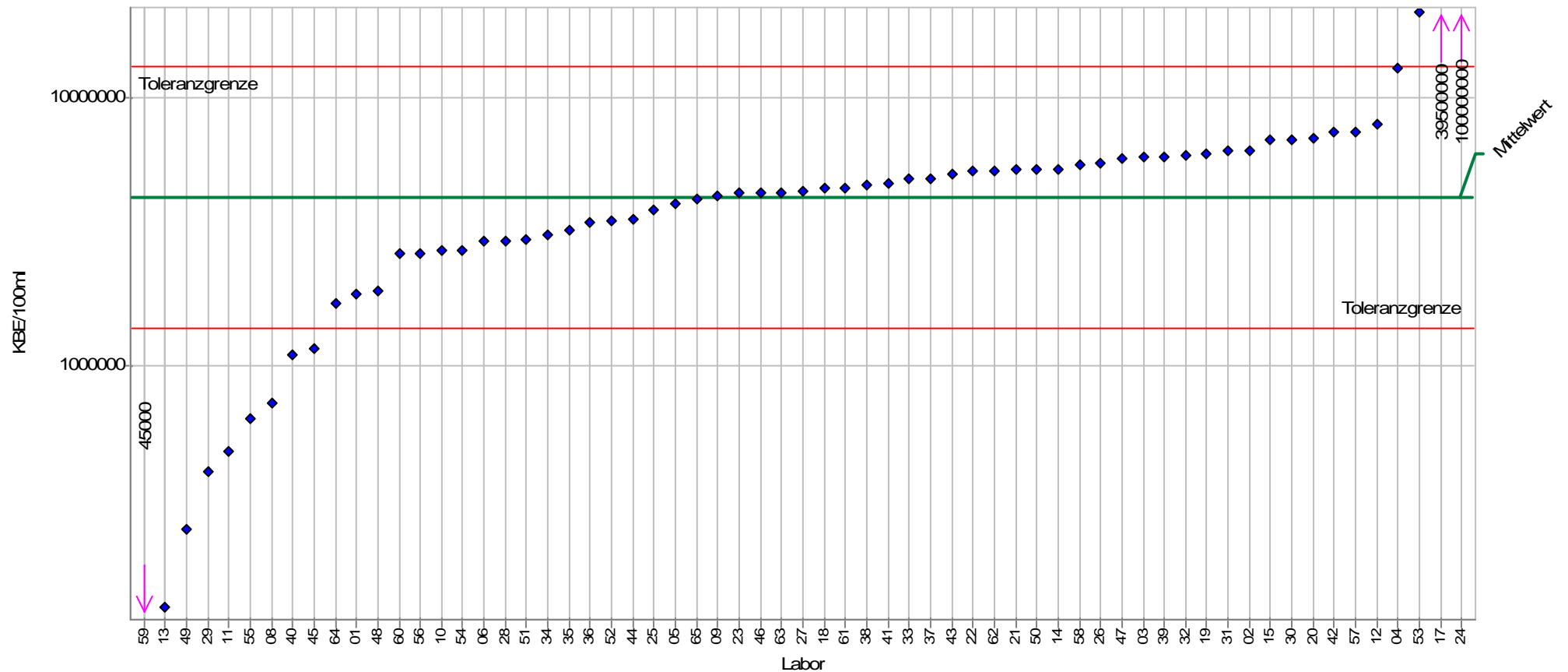
(Finales Ergebnis)

zugewiesener Wert	4216300
Soll-Stdabw.	2375032
Vergleich-Stdabw.	2375032
Rel.Soll-Stdabw.	56,33 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	56,33 %
unt. Toleranzgr.	1366650
ob. Toleranzgr.	13007852
MU Konsenswert	407795
Einheit	KBE/100ml
Anzahl Labore/Berechnung	53

Legionella spp. in Abwasser

Einzeldarstellung

Probe: Probe 2
Merkmal: Nach Norm anzugebendes Ergebnis (Finales Ergebnis) - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 4216300 KBE/100ml (empirischer Wert)
Soll-Stdabw.: 2375032 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 56,33%
Toleranzbereich: 1366650 - 13007852 KBE/100ml ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)
Anzahl Labore in Berechnung: 53



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2
Merkmal:	Nach Norm anzugebendes Ergebnis (Finales Ergebnis) - Legionella spp.
Methode:	DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert:	4216300 KBE/100ml (empirischer Wert)
Soll-Stdabw.:	2375032 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	56,33%
Toleranzbereich:	1366650 - 13007852 KBE/100ml ($ Z\text{-Score} \leq 2,0$)
Anzahl Labore in Berechnung:	53

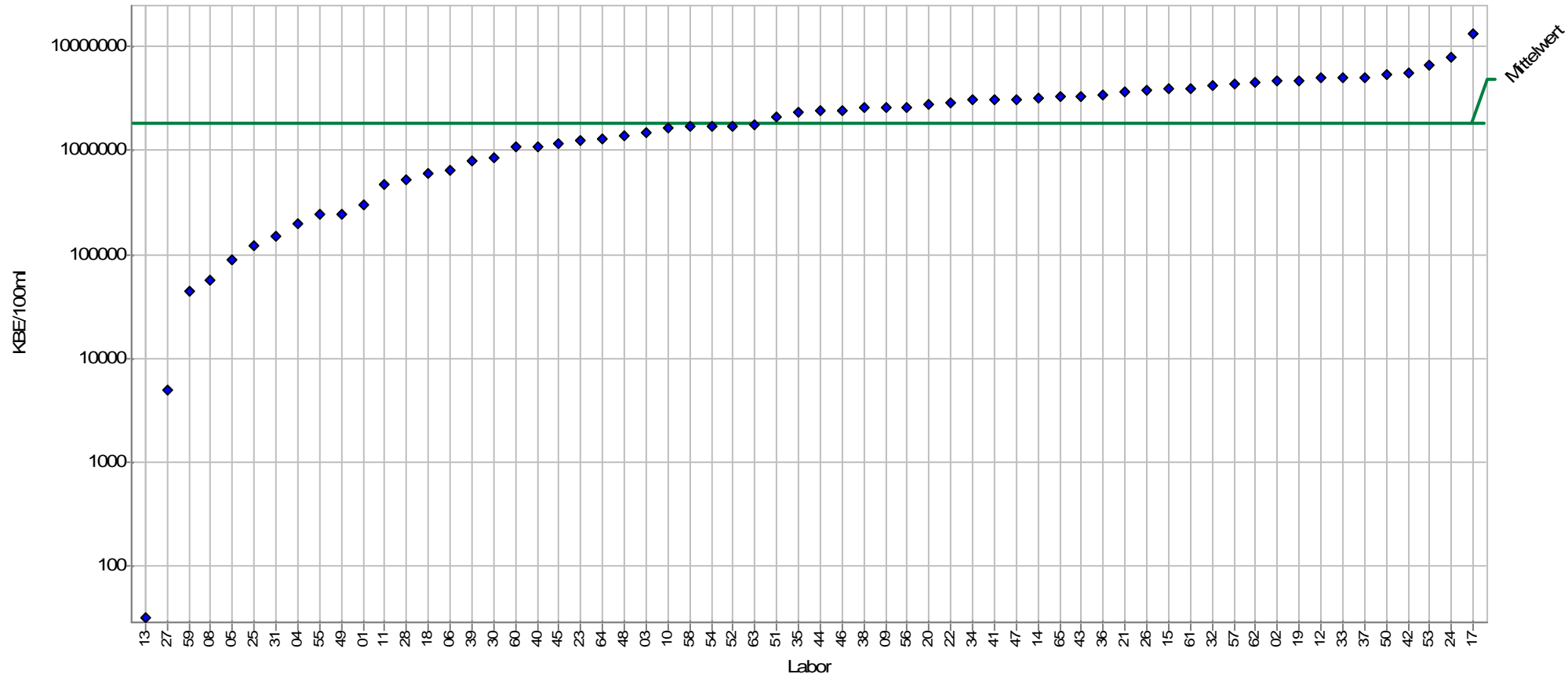
Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
01	1840000	-1,5
02	6363636	0,7
03	6000000	
04	13000000	2,0
05	4000000	-0,1
06	2900000	-0,7
07		
08	718200	-3,1
09	4300000	0,0
10	2690000	-0,8
11	473000	-3,9
12	8000000	1,1
13	124000	-6,3
14	5405400	0,4
15	7000000	0,9
17	39500000	4,0
18	4600000	0,2
19	6200000	0,7
20	7100000	0,9
21	5400000	0,4
22	5300000	
23	4400000	0,1
24	100000000	
25	3800000	-0,2
26	5700000	0,5
27	4500000	0,1
28	2927273	-0,6
29	400000	-4,2
30	7000000	0,9
31	6300000	0,7
32	6100000	0,7
33	5000000	0,3
34	3056000	-0,6
35	3180000	-0,5
36	3400000	-0,4
37	5000000	0,3
38	4730000	0,2
39	6000000	0,6
40	1090000	-2,4
41	4800000	0,2
42	7400000	1,0
43	5200000	0,4
44	3500000	-0,3
45	1160000	
46	4400000	0,1
47	5900000	0,6
48	1900000	-1,4
49	244500	
50	5400000	
51	2960000	-0,6

Legionella spp. in Abwasser

52	3480000	-0,3
53	21000000	
54	2690909	
55	630000	-3,4
56	2618200	-0,8
57	7400000	1,0
58	5600000	0,5
59	45000	
60	2610000	-0,9
61	4600000	
62	5300000	0,4
63	4400000	0,1
64	1700000	-1,6
65	4170000	0,0

Einzeldarstellung

Probe: Probe 2
Merkmal: Hitzevorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 1839122 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 99,27%



PROLab

Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 2
Merkmal:	Hitzevorbehandlung - Legionella spp.
Methode:	DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert:	1839122 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	99,27%

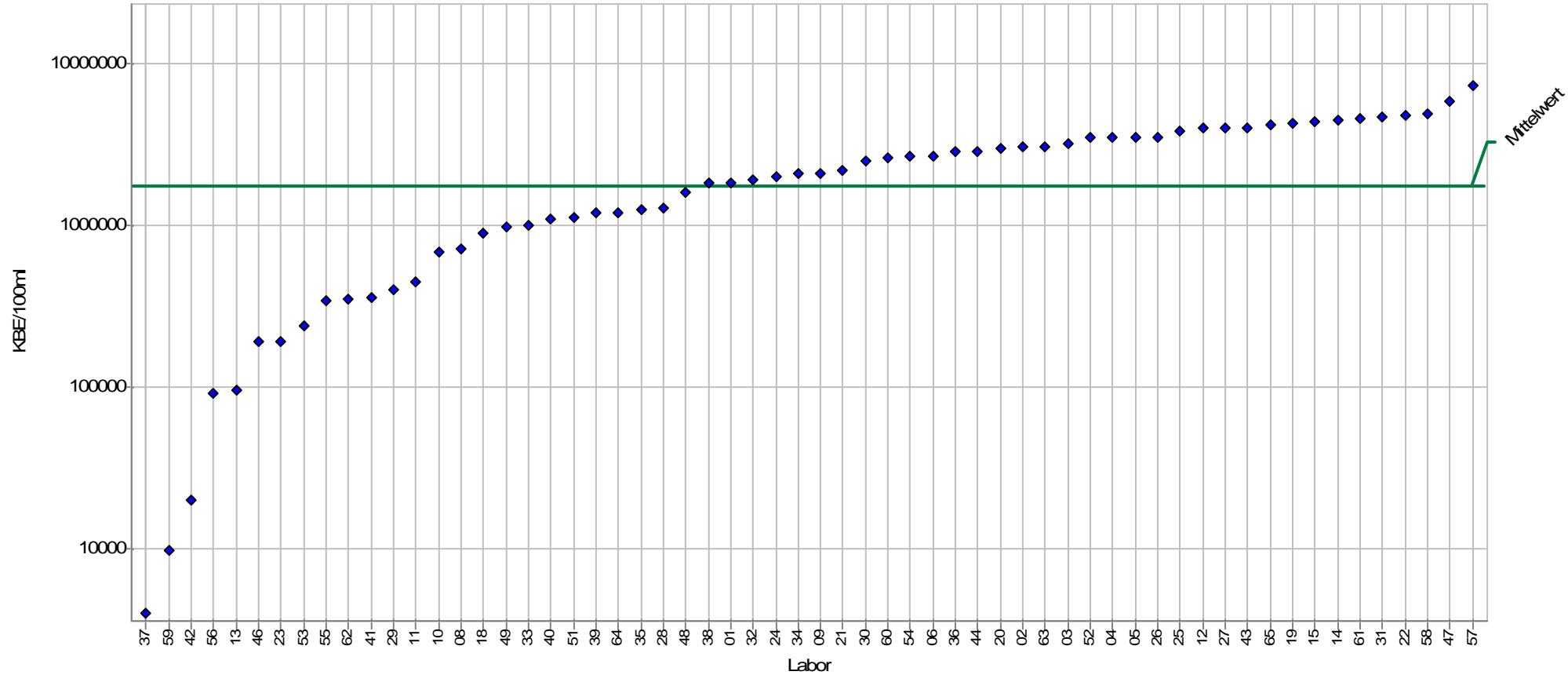
Laborcode	Labormittelwert
01	300000
02	4684685
03	1500000
04	200000
05	88000
06	650000
07	
08	56400
09	2600000
10	1660000
11	473000
12	5000000
13	32
14	3153200
15	4000000
17	13500000
18	600000
19	4700000
20	2800000
21	3730000
22	2900000
23	1270000
24	8000000
25	120000
26	3800000
27	5000
28	518182
29	
30	860000
31	150000
32	4300000
33	5000000
34	3056000
35	2380000
36	3400000
37	5000000
38	2590000
39	800000
40	1085000
41	3100000
42	5500000
43	3300000
44	2400000
45	1160000
46	2400000
47	3100000
48	1400000
49	244500
50	5400000
51	2080000
52	1720000
53	6600000
54	1709090
55	240000
56	2618200

Legionella spp. in Abwasser

57	4400000
58	1700000
59	44000
60	1081000
61	4000000
62	4600000
63	1800000
64	1300000
65	3280000

Einzeldarstellung

Probe: Probe 2
Merkmal: Säurevorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 1765867 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 98,25%



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe: Probe 2
 Merkmal: Säurevorbehandlung - Legionella spp.
 Methode: DIN 38402 A45 log
 zugewiesener Wert: 1765867 KBE/100ml (empirischer Wert)
 Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 98,25%

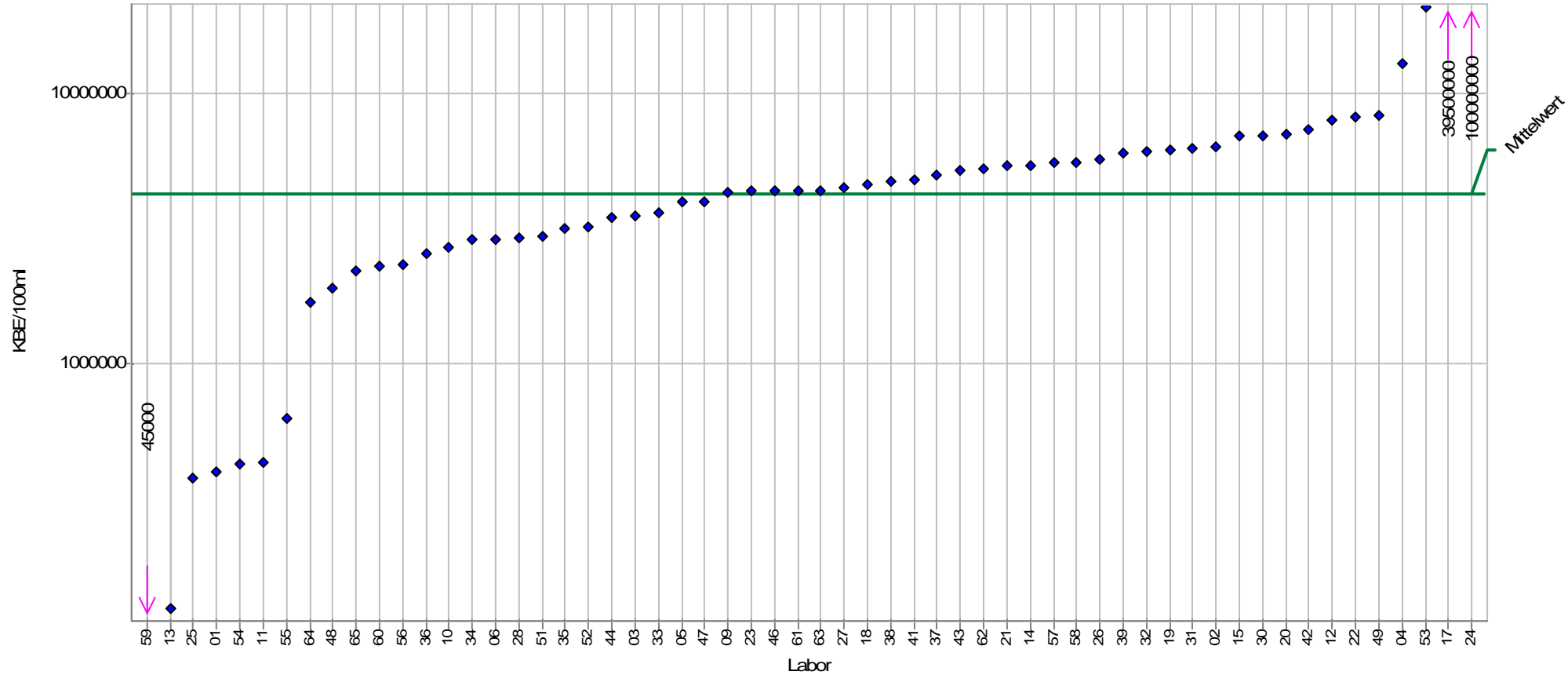
Laborcode	Labormittelwert
01	1840000
02	3090909
03	3232500
04	3500000
05	3500000
06	2700000
07	
08	718200
09	2100000
10	690000
11	445000
12	4000000
13	96000
14	4504500
15	4400000
17	
18	900000
19	4300000
20	3000000
21	2200000
22	4800000
23	191000
24	2000000
25	3800000
26	3500000
27	4000000
28	1290909
29	400000
30	2500000
31	4700000
32	1900000
33	1000000
34	2088000
35	1260000
36	2850000
37	4000
38	1820000
39	1200000
40	1090000
41	358000
42	20000
43	4000000
44	2900000
45	
46	190000
47	5900000
48	1600000
49	980000
50	
51	1130000
52	3480000
53	240000
54	2690909
55	340000
56	90900

Legionella spp. in Abwasser

57	7400000
58	4900000
59	9800
60	2610000
61	4600000
62	350000
63	3100000
64	1200000
65	4170000

Einzeldarstellung

Probe: Probe 2
Merkmal: ohne Vorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 4254202 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 55,47%



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe: Probe 2
Merkmal: ohne Vorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 4254202 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 55,47%

Laborcode	Labormittelwert
01	400000
02	6363636
03	3525000
04	13000000
05	4000000
06	2900000
07	
08	<1000
09	4300000
10	2690000
11	429000
12	8000000
13	124000
14	5405400
15	7000000
17	39500000
18	4600000
19	6200000
20	7100000
21	5400000
22	8200000
23	4400000
24	100000000
25	380000
26	5700000
27	4500000
28	2927273
29	
30	7000000
31	6300000
32	6100000
33	3640000
34	2880000
35	3180000
36	2550000
37	5000000
38	4730000
39	6000000
40	<5000
41	4800000
42	7400000
43	5200000
44	3500000
45	
46	4400000
47	4000000
48	1900000
49	8300000
50	
51	2960000
52	3200000
53	21000000
54	425225
55	630000
56	2336400

Legionella spp. in Abwasser

57	5600000
58	5600000
59	45000
60	2297000
61	4400000
62	5300000
63	4400000
64	1700000
65	2200000

Probe 3

Einzeldarstellung
(Diagramme und Tabellen)

Probe 3 - Kenndatentabelle

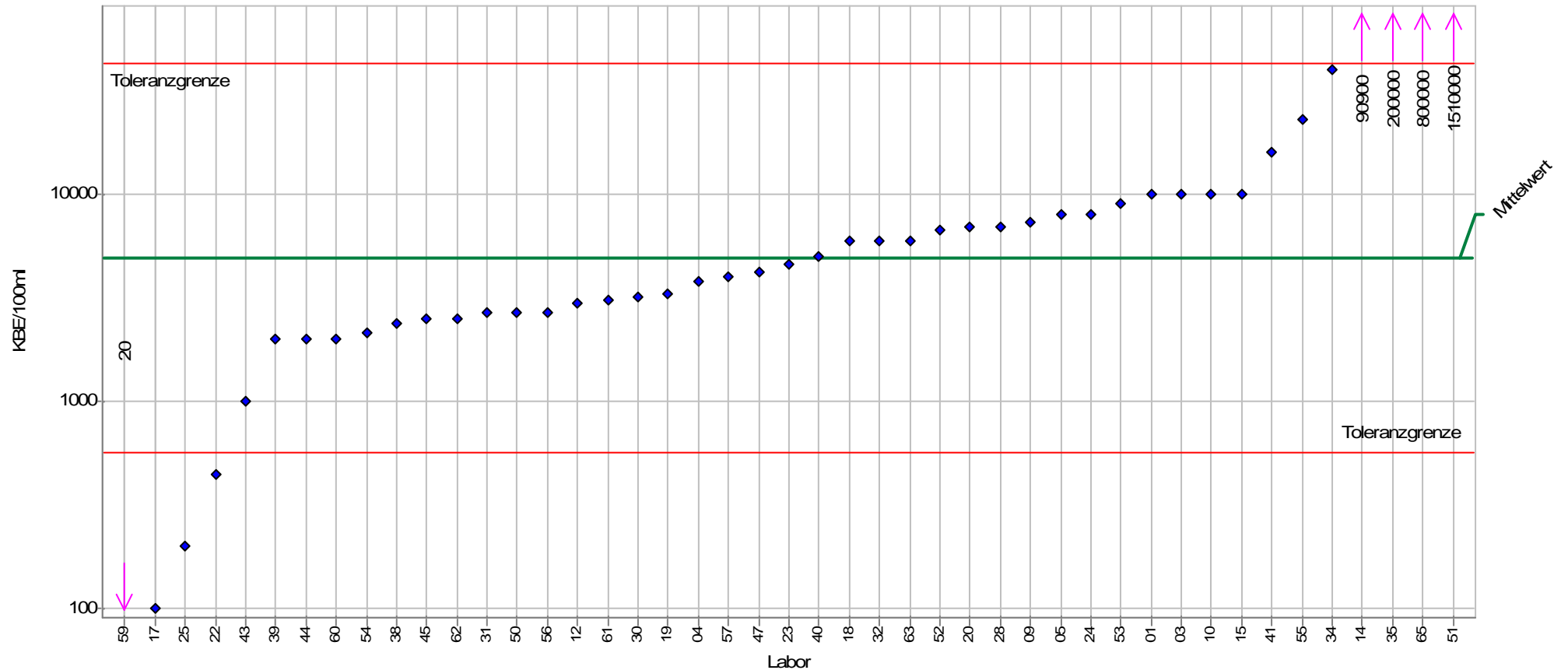
Ringversuch "Legionella spp. in Abwasser"
Nach Norm anzugebendes Ergebnis
(Finales Ergebnis)

zugewiesener Wert	4972
Soll-Stdabw.	5392
Vergleich-Stdabw.	5392
Rel.Soll-Stdabw.	108,45 %
Rel.Vergleich-Stdabw.	108,45 %
unt. Toleranzgr.	568
ob. Toleranzgr.	43505
MU Konsenswert	1123
Einheit	KBE/100ml
Anzahl Labore/Berechnung	36

Legionella spp. in Abwasser

Einzeldarstellung

Probe: Probe 3
Merkmal: Nach Norm anzugebendes Ergebnis (Finales Ergebnis) - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 4972 KBE/100ml (empirischer Wert)
Soll-Stdabw.: 5392 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 108,45%
Toleranzbereich: 568 - 43505 KBE/100ml ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)
Anzahl Labore in Berechnung: 36



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3
Merkmal:	Nach Norm anzugebendes Ergebnis (Finales Ergebnis) - Legionella spp.
Methode:	DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert:	4972 KBE/100ml (empirischer Wert)
Soll-Stdabw.:	5392 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	108,45%
Toleranzbereich:	568 - 43505 KBE/100ml (Z-Score <= 2,0)
Anzahl Labore in Berechnung:	36

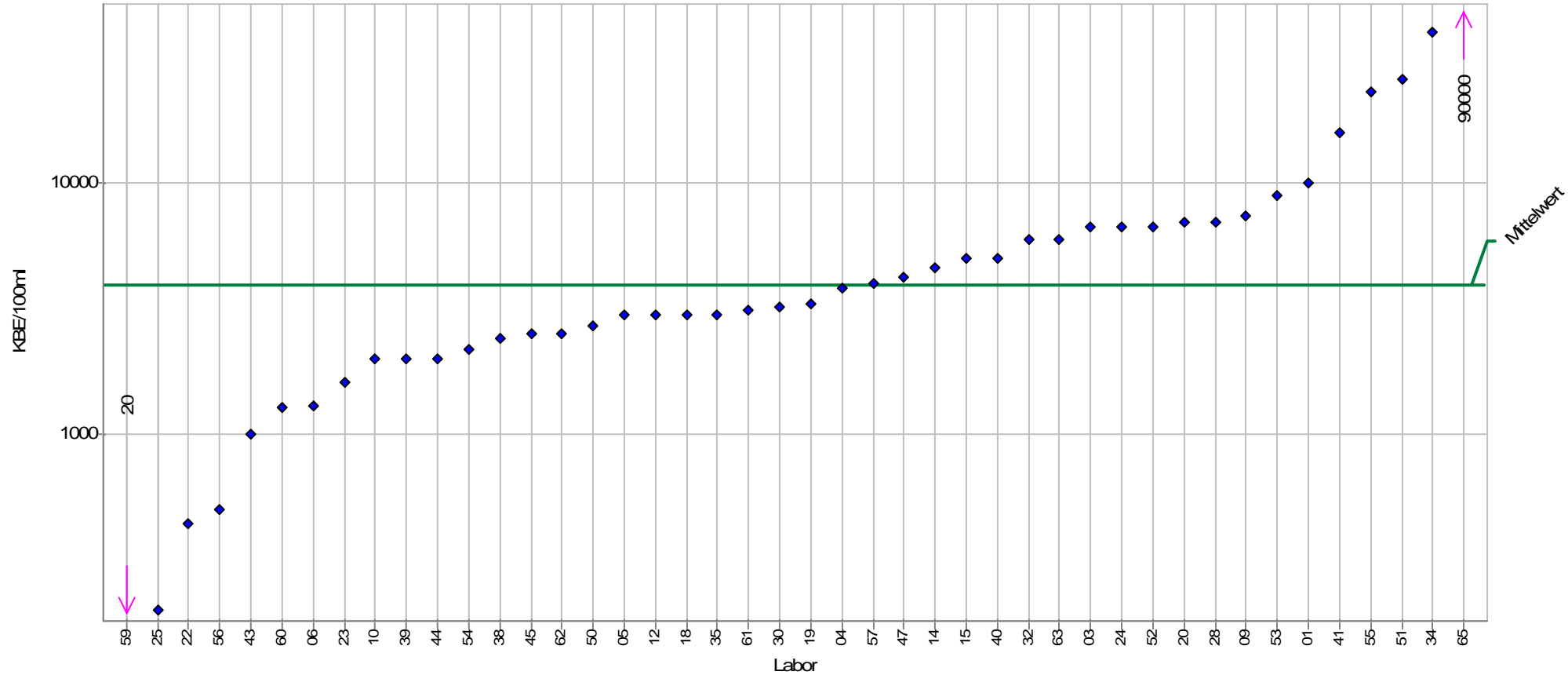
Laborcode	Labormittelwert	Z-Score
01	10000	0,6
02		
03	10000	
04	3800	-0,2
05	8000	0,4
06	<10000	
07		
08	<10000	
09	7400	0,4
10	10000	0,6
11	<10000	
12	3000	-0,5
13	<2000	
14	90900	2,7
15	10000	0,6
17	100	-3,6
18	6000	0,2
19	3300	-0,4
20	7000	0,3
21	<10000	
22	440	
23	4600	-0,1
24	8000	
25	200	-3,0
26	<1000	
27		
28	7000	0,3
29	<1	
30	3200	-0,4
31	2700	-0,6
32	6000	0,2
33	<1000	
34	40000	1,9
35	200000	3,4
36	<100000	
37	<200	
38	2400	-0,7
39	2000	-0,8
40	5000	0,0
41	16000	1,1
42	<500	
43	1000	-1,5
44	2000	-0,8
45	2500	
46	<1000	
47	4200	-0,2
48	<100	
49	<1000	
50	2700	
51	1510000	5,3

Legionella spp. in Abwasser

52	6700	0,3
53	9000	
54	2166	
55	23000	1,4
56	2700	-0,6
57	4000	-0,2
58		
59	20	
60	2000	-0,8
61	3100	
62	2500	-0,6
63	6000	0,2
64		
65	800000	4,7

Einzeldarstellung

Probe: Probe 3
Merkmal: Hitzevorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 3936 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 97,92%



PROLab



Einzel Darstellung Tabelle

Probe:	Probe 3
Merkmal:	Hitzevorbehandlung - Legionella spp.
Methode:	DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert:	3936 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	97,92%

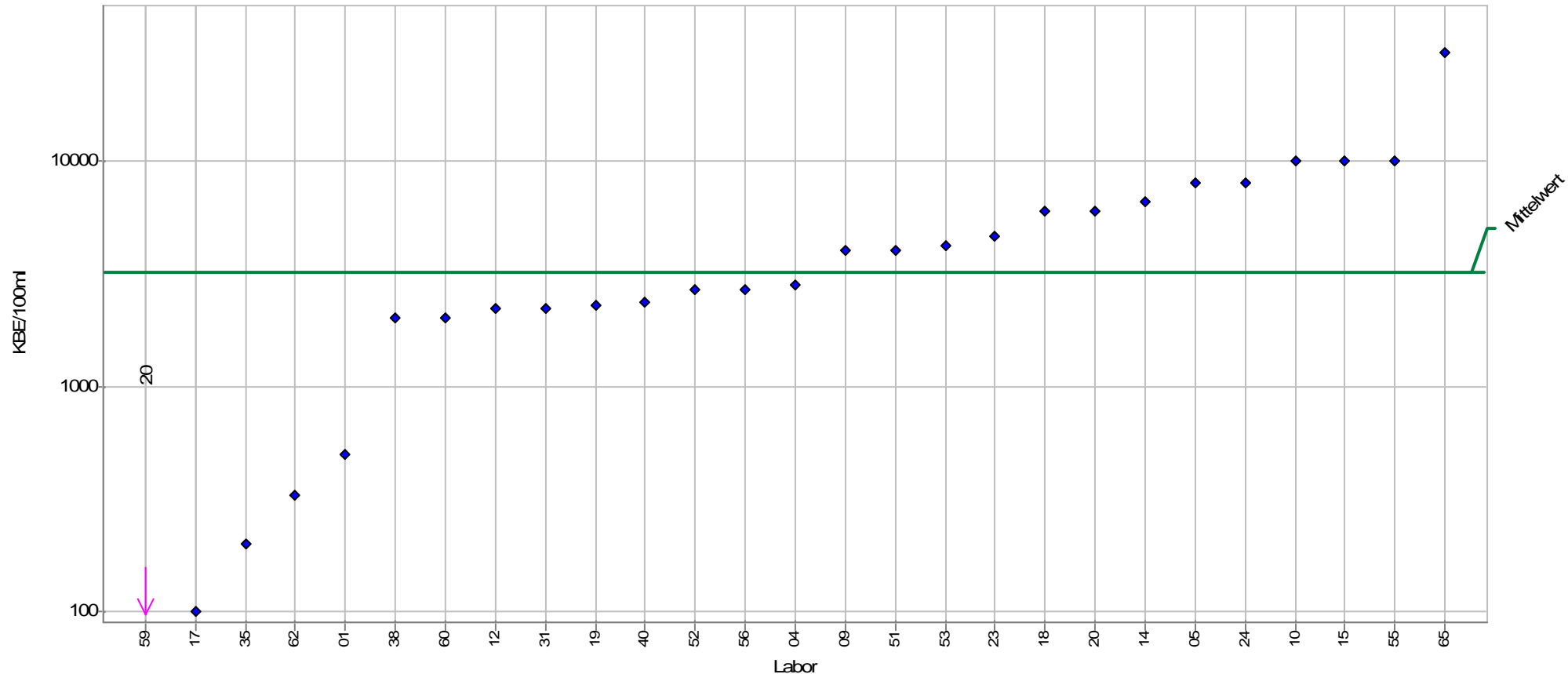
Laborcode	Labormittelwert
01	10000
02	
03	6700
04	3800
05	3000
06	1300
07	
08	<1000
09	7400
10	2000
11	<10000
12	3000
13	<4
14	4600
15	5000
17	
18	3000
19	3300
20	7000
21	<100
22	440
23	1600
24	6700
25	200
26	<1000
27	
28	7000
29	
30	3200
31	<1000
32	6000
33	<1000
34	40000
35	3000
36	<100000
37	<200
38	2400
39	2000
40	5000
41	16000
42	<500
43	1000
44	2000
45	2500
46	<1000
47	4200
48	<100
49	<1000
50	2700
51	26000
52	6700
53	9000
54	2166
55	23000
56	500

Legionella spp. in Abwasser

57	4000
58	
59	20
60	1270
61	3100
62	2500
63	6000
64	
65	90000

Einzeldarstellung

Probe: Probe 3
Merkmal: Säurevorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 3187 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 104,71%



PROLab



Einzeldarstellung Tabelle

Probe: Probe 3
Merkmal: Säurevorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 3187 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 104,71%

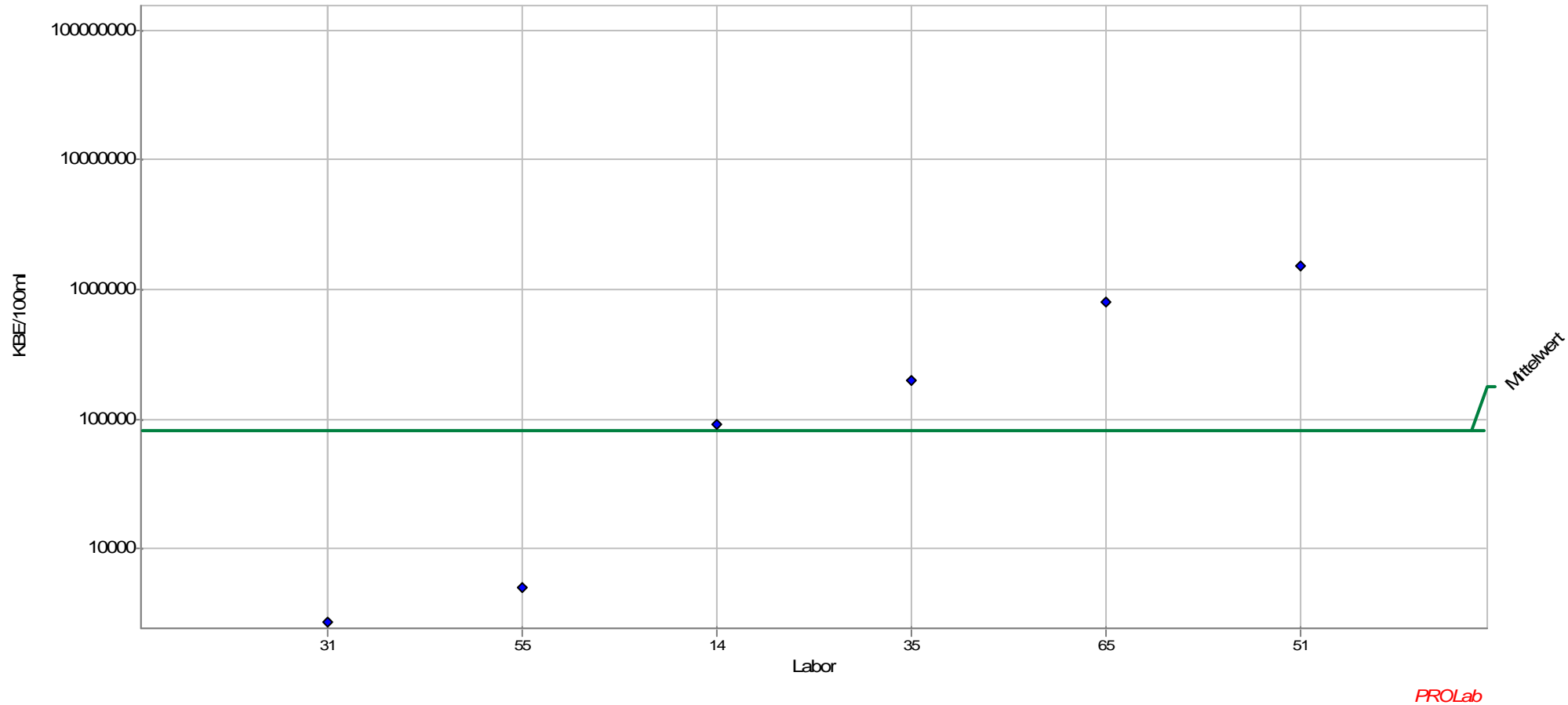
Laborcode	Labormittelwert
01	500
02	
03	<20000
04	2800
05	8000
06	<10000
07	
08	<10000
09	4000
10	10000
11	<10000
12	2200
13	<200
14	6600
15	10000
17	100
18	6000
19	2300
20	6000
21	<10000
22	
23	4600
24	8000
25	
26	<1000
27	
28	<10000
29	
30	<100
31	2200
32	
33	<1000
34	
35	200
36	<100000
37	<200
38	2000
39	
40	2350
41	<20000
42	<1000
43	
44	<1000
45	
46	<2000
47	<100
48	<100
49	<100000
50	
51	4000
52	2670
53	4200
54	<10000
55	10000
56	2700

Legionella spp. in Abwasser

57	
58	
59	20
60	2000
61	
62	330
63	<10000
64	
65	30000

Einzeldarstellung

Probe: Probe 3
Merkmal: ohne Vorbehandlung - Legionella spp.
Methode: DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert: 81658 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR): 342,88%



Einzeldarstellung Tabelle

Probe:	Probe 3
Merkmal:	ohne Vorbehandlung - Legionella spp.
Methode:	DIN 38402 A45 log
zugewiesener Wert:	81658 KBE/100ml (empirischer Wert)
Rel. Vergleich-Stdabw. (VR):	342,88%

Laborcode	Labormittelwert
01	
02	
03	<20000
04	
05	<100000
06	<10000
07	
08	<1000
09	
10	
11	<100000
12	<200
13	<2000
14	90900
15	<10000
17	
18	
19	<5000
20	
21	<10000
22	
23	
24	<100
25	
26	<100000
27	
28	<10000
29	
30	<100
31	2700
32	
33	<2000
34	
35	200000
36	<100000
37	<200
38	<1000
39	
40	
41	<20000
42	<50000
43	
44	<10000
45	
46	<10000
47	<10000000
48	<100
49	<1000000
50	
51	1510000
52	<10000
53	
54	<10000
55	5000
56	<9100

Legionella spp. in Abwasser

57	
58	
59	
60	
61	
62	<50000
63	<10000
64	
65	800000

Wassertemperaturen der Referenzgefäße bei Ankunft der Proben (°C)

**Wassertemperaturen der Referenzgefäße
bei Ankunft der Proben (°C)**

Laborcode	Temperatur des Referenzgefäßes bei Ankunft der Proben (°C)
01	4,2
02	4,4
03	7,4
04	5,4
05	4,5
06	4,5
07	6,0
08	6,2
09	4,7
10	7,6
11	5,5
12	6,0
13	4,1
14	5,9
15	4,2
17	4,6
18	5,9
19	4,6
20	8,0
21	3,4
22	4,3
23	5,0
24	12,0
25	6,3
26	5,4
27	5,4
28	5,1
29	4,6
30	4,0
31	4,4
32	5,0
33	4,6
34	4,3
35	4,4
36	4,0
37	3,9
38	4,5
39	5,0
40	5,4
41	4,7
42	7,1
43	4,7
44	4,0
45	6,3
46	5,5

Laborcode	Temperatur des Referenzgefäßes bei Ankunft der Proben (°C)
47	6,0
48	6,1
49	4,3
50	5,3
51	7,8
52	7,0
53	4,5
54	5,0
55	11,8
56	5,4
57	6,7
58	2,6
59	4,4
60	7,2
61	11,7
62	4,6
63	5,5
64	6,5
65	5,4