

LÜRV-A Klärschlamm 2024

Länderübergreifender Ringversuch nach Fachmodul Abfall
Klärschlamm Anorganik

FMA 1.2: Schwermetalle

Chrom(VI) fakultativ

FMA 1.3: AOX

FMA 1.4: Nährstoffe und physikalische Parameter



**Auswertung nach DIN 38402-45:2014-06
und auf Basis von Z_u -Scores
mit der Software PROLab Plus Version 2021.7.22.0**

August 2024

Leitung AL:

Dr. Gerhard Strauß
LfL Freising, Telefon 08161/8640-3612
E-Mail: Gerhard.Strauss@LfL.bayern.de

Leitung AL 1a:

Dr. Niculina Peica
LfL Freising, Telefon 08161/8640-3823
E-Mail: Niculina.Peica@LfL.bayern.de

**Organisation, statistische Auswertung unter Anwendung der Software
PROLab Plus, Berichterstellung, AL 1a:**

Dipl. Ing. Heidi Müller
LfL Freising, Telefon 08161/8640-4388
E-Mail: Heidi.Mueller@LfL.bayern.de

Anschrift:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Abteilung Laboranalytik (AL)
Lange Point 4, D-85354 Freising

Telefon: 08161/8640-3600
E-Mail: AQU@LfL.bayern.de
Internet: http://www.lfl.bayern.de/zentrale_analytik/

Inhalt

1	Einleitung	7
2	Durchführung	8
2.1	Anmeldeverfahren und zeitlicher Ablauf	8
2.2	Beschreibung und Vorbereitung des Prüfmaterials	9
2.3	Homogenitätsprüfung.....	9
2.4	Untersuchungsparameter und Vorgaben im Ringversuch	10
2.5	Mitteilung der Messwerte	11
2.6	Statistische Auswertung und Fehlerdefinition.....	11
	DIN 38402-45:2014-06.....	12
	Z _u -Scores für die Laborbewertung.....	13
	Horwitz-Ratio.....	14
	pH-Wert.....	14
	Trockensubstanz (TS), organische Substanz (org. Subs.).....	15
	Statistikübersicht	15
	Fehlerdefinition.....	15
2.7	Laborbewertung.....	16
2.8	Teilnehmer.....	17
3	Ergebnisse	18
3.1	HorRat-Werte.....	18
3.2	Organische Substanz (org. Subs.) und Trockensubstanz (TS).....	20
3.3	Nicht bewertete Parameter	20
	Chrom(VI)	20
3.4	Labordaten im Überblick	21
3.5	Zusammenfassende Bewertung LÜR-V-A Klärschlamm 2024.....	30
4	Tabellarische und grafische Darstellung der Messwerte.....	31
4.1	Parameterbereich FMA 1.2 Schwermetalle im Klärschlamm.....	31
	4.1.1 Arsen.....	32
	4.1.2 Blei.....	36
	4.1.3 Cadmium.....	40
	4.1.4 Chrom	44
	4.1.5 Eisen	48
	4.1.6 Kupfer	52
	4.1.7 Nickel	56
	4.1.8 Quecksilber	60
	4.1.9 Thallium.....	64
	4.1.10 Zink	68
	4.1.11 Chrom(VI) (fakultativ)	72
4.2	Parameterbereich FMA 1.3: AOX im Klärschlamm	75

4.2.1 AOX	76
4.3 Parameterbereich FMA 1.4: Nährstoffe und physikalische Parameter im Klärschlamm	80
4.3.1 Ammonium-Stickstoff.....	81
4.3.2 Basisch wirksame Stoffe als CaO.....	85
4.3.3 Gesamt-Stickstoff	89
4.3.4 Organische Substanz	93
4.3.5 Phosphor.....	97
4.3.6 pH-Wert.....	101
4.3.7 Trockensubstanz	105
5 Überprüfung der Homogenität der Proben.....	109
5.1 Probe KS1-FS/2024 - Blei.....	109
5.2 Probe KS1-FS/2024 - Zink.....	110
5.3 Probe KS2-FS/2024 - Blei.....	111
5.4 Probe KS2-FS/2024 - Zink.....	112
6 Probencodierung.....	113

1 Einleitung

Im Vollzug der Klärschlamm- (AbfKlärV), Bioabfall- (BioAbfV) und Düngeverordnung (DüV) wurde 2024 für alle Parameterbereiche des Fachmoduls Abfall (FMA) ein Länderübergreifender Ringversuch Abfall (LÜRV-A) bundesweit angeboten.

Eine erfolgreiche Teilnahme am LÜRV-A Klärschlamm, Boden bzw. Bioabfall ist Teil des Kompetenznachweises für Laboratorien und eine notwendige Voraussetzung für deren Notifizierung zur Durchführung von Untersuchungen nach AbfKlärV, BioAbfV, Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) und in einigen Bundesländern auch nach der Düngeverordnung DüV.

Das Bestehen des Ringversuchs der jeweiligen Matrix als Qualifikationsnachweis wird von den Notifizierungsstellen aller Bundesländer anerkannt.

Folgende Institutionen waren als Ringversuchsveranstalter bei der Ausrichtung des LÜRV-A Klärschlamm 2024 beteiligt:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising

Fachmodul Abfall (FMA) Anorganik:

FMA 1.2 (Schwermetalle), FMA 1.3 (AOX), FMA 1.4 (Nährstoffe und physikalische Parameter), Chrom(VI) fakultativ

Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA), Speyer

Fachmodul Abfall (FMA) Organik:

FMA 1.5 (PCB), FMA 1.6 (PCDD, PCDF und dl-PCB), FMA 1.7 (B(a)P) sowie FMA 1.8 PFC, PFOA, PFOS

Die Ausrichtung der Ringversuche umfasste die Probenahme, Homogenisierung, Generierung und Versand geeigneten Probenmaterials, statistische Auswertung der Ergebnisse, Erstellung und Versand des Ringversuchsberichts sowie Übermittlung der Teilnahmebescheinigungen.

Der vorliegende Bericht beinhaltet den Ringversuch LÜRV-A Klärschlamm 2024 (Anorganik) für die Parametergruppen FMA 1.2, 1.3, 1.4 und den fakultativen Parameter Cr(VI).

2 Durchführung

2.1 Anmeldeverfahren und zeitlicher Ablauf

Im Januar 2024 erfolgte die Ankündigung des länderübergreifenden Ringversuchs Abfall 2024 (LÜRV-A 2024) in allen Bundesländern durch die jeweiligen Notifizierungsstellen mit direkten Anschreiben oder im Internet, bzw. durch Bekanntmachung in den Staatsanzeigern der Bundesländer.

Die Teilnehmer sollten die Anmeldungen per PDF-Datei an die Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) in Nossen senden. Anmeldeschluss für die Ringversuche im Bereich Klärschlamm war der 22.03.2024. In diesem Jahr lagen für den Bereich Klärschlamm Anorganik (FMA 1.2, FMA 1.3 und FMA 1.4 und Chrom(VI)) insgesamt 83 Anmeldungen vor.

Für die Parametergruppen FMA 1.2, FMA 1.3 und FMA 1.4 und Chrom(VI), wurden am 23.04.2024 zwei Klärschlammproben gekühlt, per Express an die von der LfL betreuten Labore versandt. Zudem erhielten die Teilnehmer die digitalen, laborspezifischen Dateien zur Ergebnisübermittlung.

Die Ammonium-N-Werte waren zeitnah nach Eingang der Ringversuchsproben zu bestimmen und die Ergebnisse bis zum 30.04.2024 zu übermitteln. Einsendeschluss für alle weiteren Parameter des Ringversuchs war der 04.06.2024.

Die Übernahme der Werte in das zur Ringversuchsauswertung benutzte Programm PROLab Plus erfolgte im Juli/August 2024. Anschließend wurde der Ringversuch ausgewertet und im August 2024 mit der Erstellung des Ergebnisberichts abgeschlossen.

2.2 Beschreibung und Vorbereitung des Prüfmaterials

Als Prüfmateriale für den Ringversuch wurden zwei verschiedene Klärschlämme aus kommunalen Klärwerken Bayerns eingesetzt. Die Proben KS1-FS/2024 und KS2-FS/2024 wurden daraus wie folgt generiert:

Nach Abholung vom Klärwerk wurden beide Klärschlammproben zunächst in 3 bis 5 Liter-Portionen durch Autoklavieren hygienisiert. Bei der Probengenerierung am 05.03.2024 (KS1-FS/2024) und am 19.03.2024 (KS2-FS/2024) wurden jeweils alle Klärschlamm-Teilmengen einer Herkunft vereinigt, mit deionisiertem Wasser versetzt und in einer Homogenisierungsanlage mit Rührwerk (33,7 U/min) und Feinschneider fünf Stunden lang homogenisiert. Dabei wurde folgendes Mischungsverhältnis eingehalten:

KS1-FS/2024: 136 L Klärschlamm / 90 L H₂O

KS2-FS/2024: 140 L Klärschlamm / 90 L H₂O

Von der entstandenen Suspension wurde unter kontinuierlichem Rühren für eine Ringversuchsprobe jeweils ca. 1 Liter Klärschlamm in 1000-mL-Polyethylenflaschen abgefüllt. Es erfolgte eine Codierung der Proben, die am Ende dieses Berichts tabellarisch dokumentiert ist.

Die abgefüllten Probenmengen waren jeweils ausreichend, um Doppelbestimmungen durchzuführen. Die Lagerung der Proben erfolgte bei 4 °C. Die Proben wurden zusammen mit Kühlelementen in Isolierboxen versandt.

2.3 Homogenitätsprüfung

Für die Durchführung der Homogenitätsprüfung wurden 10-12 nach dem Zufallsprinzip ausgewählte Ringversuchsproben auf ihre Gehalte an Blei (Pb) und Zink (Zn) untersucht. Die Bestimmung erfolgte an einem Aliquot von ca. 30 g in Doppelbestimmung.

Eine Berechnung mit verschiedenen statistischen Auswertemethoden, z.B. nach ISO 13528:2015, ergab bei beiden Proben keine signifikante Heterogenität. Damit war davon auszugehen, dass alle Proben hinreichend homogen waren.

Die statistischen Kenndaten zur Homogenität der Proben sind unter Kapitel 5 zusammengefasst.

2.4 Untersuchungsparameter und Vorgaben im Ringversuch

Folgende Parameter waren von den Ringversuchsteilnehmern zu bestimmen:

Tabelle 1: Übersicht über die Parameter des LÜRV-A Klärschlamm 2024, Anorganik

FMA 1.2 Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Eisen, Kupfer, Nickel, Thallium, Quecksilber, Zink Chrom(VI) fakultativ	As, Pb, Cd, Cr, Fe, Cu, Ni, Tl, Hg, Zn Cr(VI)
FMA 1.3 Adsorbierte organisch gebundene Halogene	AOX
FMA 1.4 Trockenrückstand, organische Substanz, pH-Wert, Basisch wirksame Stoffe als CaO, Gesamt-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Phosphor	TS, Org. Subs., pH, BWS, Ges-N, NH ₄ -N, P

Alle geforderten Parameter mussten im Labor des angemeldeten Teilnehmers bestimmt werden. Unterauftragsvergabe an ein anderes Labor – auch an ein zur Firmengruppe gehöriges – war nicht gestattet. Für die Analyse waren die in der Ausschreibung aufgelisteten Methoden zulässig. Des Weiteren waren die in der Ausschreibung sowie im Probenbegleitschreiben enthaltenen detaillierten Hinweise von den Teilnehmern zu berücksichtigen.

In der Ausschreibung wurde darauf verwiesen, bei der Auswahl der Verfahren sicherzustellen, dass die in Tabelle 2 vorgegebenen unteren Arbeitsgrenzen erreicht werden.

Je Parameter und Probe war eine Doppelbestimmung durchzuführen. Von den unabhängigen Messwerten war der Mittelwert zu bilden; nur dieser wurde berichtet und sollte mit mindestens drei signifikanten Stellen in das Formular zur Ergebnisübermittlung eingetragen werden.

Tabelle 2: Untere Grenzen des Arbeitsbereichs entsprechend den Vorgaben der Ausschreibung

Parameter	Bestimmungsgrenze Untere Grenze des Arbeitsbereichs	Dimension
Arsen	0,5	mg/kg TM
Blei	3	mg/kg TM
Cadmium	0,1	mg/kg TM
Chrom	4	mg/kg TM
Chrom(VI)	derzeit nicht bekannt	mg/kg TM
Eisen	10	mg/kg TM
Kupfer	3	mg/kg TM
Nickel	3	mg/kg TM
Thallium	0,1	mg/kg TM
Quecksilber	0,02	mg/kg TM
Zink	10	mg/kg TM
Gesamt-Stickstoff	0,05	% TM
Phosphor	0,01	% TM
Ammonium-Stickstoff	0,01	% TM
Adsorbierte organisch gebundene Halogene	10	mg/kg TM
Basisch wirksame Stoffe als CaO	0,5	% CaO i. TM

2.5 Mitteilung der Messwerte

Zur Übermittlung der Messwerte wurden den Laboren per E-Mail unter ihrer Teilnehmer-Nr. laborspezifische Dateien zugesandt. Mit Hilfe des Datenerfassungsprogramms RINGDAT4 konnten die Ergebnisse direkt in der vorgefertigten Tabelle erfasst, gespeichert und ausgedruckt werden. Die beiden laborspezifischen Dateien waren ausgefüllt per E-Mail an den Veranstalter zurückzusenden, ebenso wie ein unterschriebener Ausdruck des Ergebnisprotokolls, welcher per Post oder als eingescannte Datei, einzureichen war.

2.6 Statistische Auswertung und Fehlerdefinition

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm PROLab Plus der Fa. QuoData GmbH, Dresden. Das Programm PROLab Plus wird vom Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) auch für interne Ringversuche benutzt und ist für die Veranstalter der Ringversuche zur AbfKlärV, BioAbfV und DüV die einheitliche Software.

Es wurde das Auswertungsmodul DIN 38402-45:2014-06 (modifizierte robuste Q-Methode und Hampelschätzer) verwendet. Die Norm bezieht sich insbesondere auf Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen, ist aber ebenso für Bodenuntersuchungen geeignet. Für die abschließende Laborbewertung wird das Modul „Zu-Score-Berechnung“ eingesetzt. Die Festsetzung der Toleranzgrenzen erfolgte über Zu-Scores (Grenze $|Z_u| \leq 2,0$).

DIN 38402-45:2014-06

Im Juni 2014 wurde die aus dem Jahr 2003 stammende Norm DIN 38402-45:2003-09 neu aufgelegt. Diese basiert auf dem vom VDLUFA bereits in den Vorjahren verwendeten robusten Auswertungsverfahren und enthält zwei Auswertungsschritte:

- **Q-Methode für die Bestimmung der Standardabweichung**
Für die Ermittlung der *Vergleichsstandardabweichung* (Unterschiede zwischen den Laboren) werden alle Absolutdifferenzen der Einzelwerte zwischen jeweils zwei Laboren berechnet. Anschließend werden diese Beträge aufsteigend nach ihrer Größe sortiert und daraus die Häufigkeitsdichte der Differenzen sowie deren empirische Verteilungsfunktion ermittelt. Um Rundungseffekte zu vermeiden, wird diese Verteilungsfunktion noch geglättet, bevor in der Regel das 25%-Quantil dieser Verteilungsfunktion für die Berechnung der Vergleichsstandardabweichung herangezogen wird.
- **Hampel-Schätzer für die Bestimmung des Mittelwertes**
Das Verfahren „Hampel-Schätzung“ ist eine Weiterentwicklung des Verfahrens von Huber. Unter Verwendung der zuvor berechneten Vergleichsstandardabweichung wird bei beiden Verfahren der Einfluss weit außerhalb liegender Werte durch Kappung herunter gewichtet, wobei die gekappten Werte an das Verteilungszentrum der Stichprobe herangeschoben werden. Der robuste Schätzwert ergibt sich dann als das arithmetische Mittel dieser gekappten Stichprobe. Der Unterschied zwischen den beiden Verfahren liegt darin, dass im Hampel-Verfahren bei sehr weit außerhalb liegenden Werten eine weitergehende Kappung als beim Huber-Verfahren vorgenommen wird. Dies hat zur Konsequenz, dass eindeutig fehlerhafte Messwerte im Rahmen des Hampel-Verfahrens nahezu oder sogar gänzlich ohne Einfluss auf die Mittelwertschätzung bleiben, während bei der Huber-Schätzung jeder Ausreißerwert einen gewissen – wenn auch kleinen – Einfluss auf das Ergebnis hat. Identisch sind die Mittelwerte nach Huber und Hampel genau dann, wenn die zugehörigen (klassischen) Z-Scores betragsmäßig nicht größer als 3 sind. Die Herausforderung bei der Berechnung der beiden Schätzverfahren besteht darin, dass nicht nur der Mittelwert von der gekappten Stichprobe abhängig ist, sondern auch umgekehrt die Kappung vom jeweiligen Mittelwert. Man kann jedoch mathematisch zeigen, dass es sowohl beim Huber-Verfahren als auch beim Hampel-Verfahren eine eindeutige Lösung gibt, die entweder iterativ oder durch einen speziellen Berechnungsalgorithmus ermittelt werden kann.

Ringversuchsergebnisse unter der Bestimmungsgrenze (BG) gehen mit einem Ersatzwert $BG/2$ in die Berechnung des robusten Mittelwerts ein, werden also ebenso berücksichtigt wie Ringversuchsergebnisse oberhalb der Bestimmungsgrenze (BG/2-Regel).

Die Vorteile der Q-Methode und der Hampel-Schätzung sind:

- Es müssen vor der Berechnung von Standardabweichung und Mittelwert keine Ausreißer eliminiert werden wie Normalverteilungsverfahren (z. B. DIN 38402-42:2005-09) das Voraussetzen. Damit entfallen Diskussionen über Schärfe oder Unschärfe von Ausreißertests.
- Es ist keine Normalverteilung der Daten erforderlich. Das Verfahren ist auch unter Normalverteilung konsistent, d. h. der Schätzfehler ist auch in diesem Falle gering.
- Der Bruchpunkt liegt bei $> 35\%$, d. h. bei bis zu 35% der Ausreißerlabore „funktioniert“ die Methode noch gut.
- Hohe Effizienz unter rechtsschiefen Verteilungen, wenn sie nahe der Nachweisgrenze auftreten (was häufiger der Fall sein kann).

Z_u-Scores für die Laborbewertung

Die Fehlerermittlung erfolgt mit der Maßzahl Z_u . Das Verfahren geht auf das „International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories“ zurück und ist definiert als:

$$Z_u = \frac{\text{Labormittelwert} - \text{Sollmittelwert}}{\text{Vergleichsstandardabweichung}} \cdot \frac{1,96}{k_1 \text{ bzw. } k_2}$$

Im vorliegenden Fall ist der Sollmittelwert das mit dem Hampel-Schätzer ermittelte Gesamtmittel eines Merkmals. Die sog. negativen (k_1) und positiven (k_2) asymmetrischen Toleranzkoeffizienten sind tabelliert und sorgen dafür, dass bei Merkmalen mit einer hohen relativen Vergleichsstandardabweichung das Toleranzintervall (Bereich zwischen unterer und oberer Grenze für „richtig“) etwas nach oben verschoben wird. Würde man darauf verzichten (wie das beim „normalen“ Z-Score der Fall ist), dann würden Labore mit zu geringer Wiederfindungsrate bevorzugt. Bei sehr kleinen relativen Vergleichsstandardabweichungen konvergieren k_1 und k_2 gegen den Wert 1,96 und $Z_u = Z$.

Es ist allgemein üblich, dass Labormittelwerte mit $|Z_u| > 2$ als Fehler gewertet werden. In diesem Ringversuch wurde deshalb die Grenze bei 2,0 gesetzt, d.h. Labormittelwerte mit einem absoluten Z_u -Wert $> 2,0$ (positiv oder negativ) überschreiten die zulässige Toleranzgrenze und sind in Spalte „Fehler“ der Ergebnistabellen als „E“ gekennzeichnet.

Horwitz-Ratio

Soweit für die Parameter die sog. Horwitz-Verhältniszahlen (Horwitz-Ratio = HorRat) sinnvoll sind, wurden diese berechnet. Mit dieser Maßzahl kann etwas über die Güte des Ringversuchs in Bezug auf den untersuchten Parameter ausgesagt werden. HorRat als Maß für die Tauglichkeit der verwendeten Analysenmethoden, der Proben sowie der teilnehmenden Laboratorien ermöglicht somit eine Abschätzung von Plausibilität und Qualität der erhaltenen Laborwerte. Die zugrundeliegende sog. Horwitz-Funktion

$$\sigma_{R\%} = 2 * C^{-0,1505}$$

besagt, dass für jeden Analyten und unabhängig vom Prüfverfahren sich eine relative Laborvergleichsstandardabweichung von $\sigma_{R\%}$ ergibt, wenn mit C das Konzentrationsniveau als Dezimalfraktion (z. B. 1 % = 0,01; 1 mg/100g = 0,00001; 1 mg/kg = 0,000001) angegeben wird. Für die absolute Laborvergleichsstandardabweichung gilt:

$$\sigma_R = 0,02 * C^{0,8495}$$

Setzt man die beobachtete (relative bzw. absolute) Laborvergleichsstandardabweichung zur theoretisch nach Horwitz erwarteten ins Verhältnis, erhält man die sog. Horwitz-Verhältniszahl (Horwitz-Ratio), also

$$\text{HorRat} = S_{R\%} / \sigma_{R\%}$$

oder

$$\text{HorRat} = S_R / \sigma_R$$

Unter normalen Bedingungen gelten HorRat-Koeffizienten im Bereich von 0,5 – 2,0 als akzeptabel. Bei HorRat < 0,5 liegt die Qualität über bzw. bei > 2,0 unter dem nach Horwitz erwarteten Wert. In Übereinstimmung der Ringversuchsveranstalter des LÜRV-A werden in solchen Fällen entsprechende Soll-Vergleichsstandardabweichungen auf der Basis HorRat = 0,5 bzw. 2,0 ermittelt und für die Berechnung der Z_u -Scores eingesetzt. Für die Toleranzgrenzen ergibt sich daraus bei kleinem HorRat ein breiterer bzw. entsprechend bei großem HorRat ein schmalere Toleranzbereich.

Die Horrateinkürzung/-aufweitung erfolgt im Ermessen des Ringversuchsveranstalters (Beschluss beim Treffen der Notifizierungsstellen und Ringversuchsausrichter, Fachmodul Abfall am 17.11.2016).

pH-Wert

Sobald sich in der Berechnung durch PROLab ein Toleranzbereich kleiner 0,4 pH-Einheiten ergibt, wird ein Mindesttoleranzbereich von 0,4 ($\pm 0,2$) festgelegt.

Im vorliegenden Ringversuch war der Toleranzbereich bei beiden Proben größer 0,4. Daher kam diese Regel nicht zum Tragen.

Trockensubstanz (TS), organische Substanz (org. Subs.)

Die statistische Auswertung der Werte für TS und org. Subs. ergab zum Teil für die Praxis unrealistisch niedrige Vergleichsstandardabweichungen. Bei einer relativen Vergleichsstandardabweichung $< 2,5 \%$ wurde daher die Relative Soll-Standardabweichung auf $2,5 \%$ gesetzt.

Statistikübersicht

Im Anschluss an jede Ergebnistabelle findet sich ein Streuungsdiagramm für alle Laborwerte des Merkmals. Damit soll aufgezeigt werden, inwieweit die Ergebnisse eines Parameters innerhalb und außerhalb des Toleranzbereiches streuen (Verlauf der S-Kurve). Die Grafiken der einzelnen Parameter und Proben enthalten die Laborwerte aller Teilnehmer, also auch jene mit Ausreißerwerten, mit Ausnahme von Extremwerten, die die Aussagekraft der Grafik durch unverhältnismäßig hohe Achsenspreizung deutlich vermindern würden. Extremwerte werden durch einen Pfeil und ihren jeweiligen Zahlenwert im Diagramm dargestellt.

Oberhalb jedes Streuungsdiagramms befindet sich ein zusammenfassender Überblick der statistischen Kennwerte.

Fehlerdefinition

Als fehlerhaft zu wertende Ergebnisse waren im Vorfeld bereits eindeutig definiert und wurden in der Ausschreibung bekannt gegeben:

- Werte außerhalb der definierten Toleranzbereiche bzw. mit berechneten Z_U -Scores $>2,0$ oder $< -2,0$
- Werte, bei denen die geforderte Bestimmungsgrenze nicht erreicht wurde
- nicht bestimmte Werte
- Werte, die nicht innerhalb der vorgegebenen Frist beim Ringversuchsveranstalter eingetroffen sind
- Werte, die aus der Untervergabe an ein Filial- oder Fremdlabor stammen

2.7 Laborbewertung

Die Bewertung des Ringversuchs erfolgte parametergruppenweise nach den in der Ausschreibung angeführten Bewertungskriterien. Danach war die Teilnahme an einer Parametergruppe erfolgreich, wenn

- mindestens 80% der bewerteten Parameter-Niveau(Proben) – Kombinationen erfolgreich bestimmt wurden (d.h. 80% der Labormittelwerte der Untersuchungsstelle mussten innerhalb der jeweiligen Toleranzgrenzen liegen)

UND

- mindestens 80% der zu untersuchenden Parameter erfolgreich analysiert wurden, wobei ein Parameter als erfolgreich analysiert gilt, wenn mindestens 50% der Mittelwerte der zugehörigen Konzentrationsniveaus innerhalb der vorgegebenen Toleranzgrenzen lagen.

Daraus resultierend ergeben sich für die Parametergruppen des Teilringversuchs LÜRV-A Klärschlamm-Anorganik folgende Fehlertoleranzen:

FMA 1.2 (Schwermetalle):

Parameter: 10 Parameter > davon 80%: 8,0 → 2 Fehler toleriert

Analysen: 20 Analysen > davon 80%: 16,0 → 4 Fehler toleriert

FMA 1.3 (AOX):

Parameter: 1 Parameter > davon 80%: 0,8 → 0 Fehler toleriert

Analysen: 2 Analysen > davon 80%: 1,6 → 0 Fehler toleriert

FMA 1.4 (Nährstoffe und physikalische Parameter):

Parameter: 7 Parameter > davon 80%: 5,6 → 1 Fehler toleriert

Analysen: 14 Analysen > davon 80%: 11,2 → 2 Fehler toleriert

Jede Parametergruppe wurde separat ausgewertet. Das Ergebnis der Laborbewertung ist unter, Punkt: 3.4 Labordaten im Überblick, aufgelistet.

2.8 Teilnehmer

Von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising wurden im Teilringversuch LÜRV-A Klärschlamm 2024 für den Bereich Anorganik insgesamt 83 Labore betreut.

In der Anmeldung konnten die Labore Ihre Teilnahme an bestimmten Parametergruppen festlegen. Die Teilnehmer verteilten sich auf die einzelnen Bereiche wie folgt.

FMA 1.2: 67 Teilnehmer

FMA 1.3: 65 Teilnehmer

FMA 1.4: 72 Teilnehmer

Entgegen der ursprünglichen Anmeldung zum Ringversuch wurden von Laboren einzelne Werte der jeweiligen Parametergruppe nicht berichtet (Tabelle 3).

Tabelle 3: Übersicht über die Anzahl nicht eingereichter Werte der teilnehmenden Labore

Laborcode	BWS	Ges.-N	Hg	NH ₄ -N	org. Subs.	pH	TI	Cr (VI)	P
LC004				2					
LC006	2	2		2					2
LC007		2		2					
LC008	2	2		2					
LC010	2	2		2		2			2
LC013	2	2		2					2
LC014									2
LC019			2						
LC022								2	
LC023		2					2		
LC042								2	
LC049								2	
LC051							2		
LC053	2	2		2		2			2
LC068	2	2		2			2		
LC069								2	
LC071	2	2		2	2	2			
LC072							2	2	
LC082	2	2		2					2
LC083							2		

3 Ergebnisse

3.1 HorRat-Werte

Tabelle 4: HorRat-Werte auf Basis der Vergleichsstandardabweichung für die Probe KS1-FS/2024

KS 1-FS/2024	Einheit	Mittelwert	Vergleich-Stdabw.	Rel. Vergleich-Stdabw.	HorRat	Anzahl Einzelwerte	Anzahl E-Ausreißer ¹⁾
AOX	mg/kg TM	118,00	10,38	8,80%	1,1	65	3
As	mg/kg TM	9,2498	0,765	8,27%	0,7	67	3
BWS	% TM	6,2767	0,812	12,94%	4,3	64	7
Cd	mg/kg TM	0,59817	0,06076	10,16%	0,6	67	4
Cr	mg/kg TM	39,702	3,404	8,57%	0,9	67	4
Cr (VI)	mg/kg TM	0,37179	0,3612	97,14%	5,2		nicht bewertet
Cu	mg/kg TM	346,05	17,22	4,98%	0,8	67	7
Fe	mg/kg TM	21641	1340	6,19%	1,7	67	6
Ges.-N	% TM	5,3831	0,2132	3,96%	1,3	62	11
Hg	mg/kg TM	0,37971	0,05305	13,97%	0,8	66	5
NH ₄ -N	% TM	1,9215	0,1020	5,31%	1,5	62	6
Ni	mg/kg TM	21,851	1,706	7,81%	0,8	67	5
Org.-Subs.	% TM	57,533	0,8250	1,43%	0,7	71	5
P	% TM	3,8515	0,2688	6,98%	2,1	66	4
Pb	mg/kg TM	29,647	2,186	7,37%	0,8	67	3
pH		7,2219	0,1303	1,80%		69	4
Tl	mg/kg TM	0,14118	0,02157	15,28%	0,7	62	3
TS	%	10,8610	0,14000	1,29%	0,5	72	5
Zn	mg/kg TM	888,63	60,88	6,85%	1,2	67	7

E-Ausreißer ¹⁾ : Werte außerhalb der Toleranzgrenzen

Tabelle 5: HorRat-Werte auf Basis der Vergleichsstandardabweichung für die Probe KS2-FS/2024

KS 2-FS/2024	Einheit	Mittelwert	Vergleich-Stdabw.	Rel. Vergleich-Stdabw.	HorRat	Anzahl Einzelwerte	Anzahl E-Ausreißer ¹⁾
AOX	mg/kg TM	134,21	12,74	9,49%	1,2	65	7
As	mg/kg TM	14,6050	0,828	5,67%	0,5	67	7
BWS	% TM	6,3817	0,944	14,79%	4,9	64	4
Cd	mg/kg TM	0,79157	0,08567	10,82%	0,7	67	4
Cr	mg/kg TM	37,183	2,607	7,01%	0,8	67	8
Cr (VI)	mg/kg TM	0,38773	0,3218	82,99%			nicht bewertet
Cu	mg/kg TM	220,22	11,35	5,15%	0,7	67	6
Fe	mg/kg TM	19456	1075	5,52%	1,5	67	4
Ges.-N	% TM	6,1434	0,2147	3,49%	1,1	62	12
Hg	mg/kg TM	0,30137	0,03465	11,50%	0,6	66	5
NH ₄ -N	% TM	2,2242	0,1025	4,61%	1,3	62	6
Ni	mg/kg TM	24,814	2,178	8,78%	0,9	67	3
Org.-Subs.	% TM	65,605	0,7840	1,19%	0,6	71	6
P	% TM	4,1263	0,2799	6,78%	2,1	66	9
Pb	mg/kg TM	26,545	1,701	6,41%	0,7	67	3
pH		7,1320	0,1564	2,19%		69	4
Tl	mg/kg TM	0,12456	0,01877	15,07%	0,7	57	3
TS	%	12,1510	0,150	1,23%	0,4	72	6
Zn	mg/kg TM	968,68	64,75	6,68%	1,2	67	5

E-Ausreißer ¹⁾: Werte außerhalb der Toleranzgrenzen

3.2 Organische Substanz (org. Subs.) und Trockensubstanz (TS)

Die Relative Soll-Standardabweichung wurde auf 2,5% festgelegt (s. 2.6). Aufgrund dieser Konvention verringerte sich die Anzahl der Ausreißer.

Tabelle 6: Soll-Standardabweichungen für die Parameter organische Substanz (org. Subs.) und Trockensubstanz (TS)

Probe	Merkmal	Vergleich-Stdabw.	Rel. Vergleich-Stdabw.	Ausreißer	Soll-Stdabw.	Rel. Soll-Stdabw.	Ausreißer
			vorher		Berechnung mit Soll-Stdabw.		
		(%TM)			(%TM)		
KS1-FS/2024	org. Subs.	0,825	1,43%	5	1,438	2,5%	1
KS2-FS/2024	org. Subs.	0,784	1,19%	6	1,640	2,5%	0
		(%)			(%)		
KS1-FS/2024	TS	0,140	1,29%	5	0,272	2,5%	2
KS2-FS/2024	TS	0,150	1,23%	6	0,304	2,5%	2

Durch die Festlegung der Toleranzgrenzen anhand der Relativen Soll-Standardabweichung von 2,5% kam es beim Parameter Organische Substanz bei Probe KS1-FS/2024 zu einer Reduzierung der Ausreißeranzahl von 5 auf 1. Bei der Probe KS2-FS/2024 verringerten sich die Ausreißer von 6 auf 0.

Auch beim Parameter Trockensubstanz (TS) reduzierte sich die Menge der Ausreißer bei der Probe KS1-FS/2024 von 5 auf 2 und bei Probe KS2-FS/2024 von 6 auf 2.

3.3 Nicht bewertete Parameter

Chrom(VI)

In diesem Jahr wurde bei der Probe KS1-FS/2024 eine Dotierung mit Chrom(VI) in Form von Cr₂O₃ vorgenommen.

Im Anschluss an den Homogenisierungsvorgang wurde im hauseigenen Labor ein qualitativer Test auf Chrom(VI) durchgeführt, es war jedoch kein Chrom(VI) nachzuweisen. Die dotierte Menge entsprach ca. 5 mg/kg/TM Chrom(VI). (Der Grenzwert liegt bei 2mg/kg/TM Chrom(VI)). Es ist zu vermuten, dass das dotierte Chrom(VI) während der Homogenisierung zu Chrom(III) reduziert wurde.

Im Ringversuch LÜRV-A Klärschlamm 2024 wurde die Bestimmung des Parameters Chrom(VI) fakultativ angeboten. Es wurde keine Bewertung durchgeführt, da 25% der Teilnehmer mit Ergebnissen bei beiden Proben unter der Bestimmungsgrenze lagen (DIN 38402-45:2014-06).

3.4 Labordaten im Überblick

Eine Übersicht über die individuellen Analysenfehler aller Teilnehmer und das daraus abgeleitete Gesamtergebnis für das einzelne Labor ist in den folgenden Tabellen dargestellt. Die Fehlerermittlung mit der Maßzahl: Z_u -Score ist unter dem Kapitel 2.6 beschrieben. Für das Bestehen einer Parametergruppe (FMA 1.2, 1.3, 1.4) waren die unter 2.7 vorgegeben Kriterien einzuhalten.

Ergänzende Erläuterungen zu den folgenden Tabellen bezüglich Fehleranzahl und Teilnahmeerfolg:

1	: 1 Fehler bei zwei untersuchten Proben
2	: 2 Fehler bei zwei untersuchten Proben

Erfolg FMA 1.4	
ja	: Erfolgreiche Teilnahme bei Parametergruppe FMA 1.4

Tabelle 7: Parameterbereich FMA 1.2 mit Analysefehlern bei der Bestimmung von Schwermetallen und der daraus resultierenden Laborbewertung

	As	Pb	Cd	Cr	Fe	Cu	Ni	Tl	Hg	Zn	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.2
LC001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	ja
LC002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC007	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC008	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	4	0	ja
LC009	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC015	2	2	2	1	0	2	0	1	2	2	14	6	nein
LC016	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	ja
LC017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC018	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC019	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	4	1	ja
LC020	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	4	1	ja
LC021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC023	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	4	1	ja
LC024	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	ja
LC025	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3	1	ja
LC026	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC033	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	ja
LC034	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ja

Fortsetzung Tabelle 7

	As	Pb	Cd	Cr	Fe	Cu	Ni	Tl	Hg	Zn	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.2
LC035	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC038	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	ja
LC039	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC040	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	4	0	ja
LC041	0	0	0	2	0	1	0	0	0	2	5	2	nein
LC042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC043	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3	1	ja
LC044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC048	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	ja
LC049	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	ja
LC050	0	0	1	1	0	0	1	0	2	0	5	1	nein
LC051	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC052	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	5	2	nein
LC054	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC057	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	4	1	ja
LC059	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	ja
LC061	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	ja
LC063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC066	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	ja
LC067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC068	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC069	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	ja
LC070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja

Fortsetzung Tabelle 7

	As	Pb	Cd	Cr	Fe	Cu	Ni	Tl	Hg	Zn	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.2
LC071	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC072	0	0	0	1	0	0	0	2	1	1	5	1	nein
LC073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC075	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC076	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	ja
LC077	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	5	2	nein
LC080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC081	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	4	2	ja
LC083	0	0	0	2	0	0	0	2	1	2	7	3	nein

Tabelle 8: Parameterbereich FMA 1.3 mit Analysefehlern bei der Bestimmung von AOX und der resultierenden Laborbewertungen

Labor-Nr.:	KS 1-FS/2024	KS 2-FS/2024	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.3
LC001	0	0	0	0	ja
LC002	0	0	0	0	ja
LC005	0	1	1	0	nein
LC007	0	0	0	0	ja
LC008	0	0	0	0	ja
LC011	0	0	0	0	ja
LC012	0	1	1	0	nein
LC014	0	0	0	0	ja
LC015	0	0	0	0	ja
LC016	0	0	0	0	ja
LC017	1	1	2	1	nein
LC018	0	0	0	0	ja
LC020	0	0	0	0	ja
LC021	0	0	0	0	ja
LC022	1	0	1	0	nein
LC023	0	0	0	0	ja
LC024	0	0	0	0	ja
LC025	0	0	0	0	ja
LC026	0	0	0	0	ja
LC027	0	0	0	0	ja
LC028	0	0	0	0	ja
LC029	0	0	0	0	ja
LC030	0	1	1	0	nein
LC031	0	0	0	0	ja
LC032	0	0	0	0	ja

Fortsetzung Tabelle 8

Labor-Nr.:	KS 1-FS/2024	KS 2-FS/2024	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.3
LC033	0	1	1	0	nein
LC034	0	0	0	0	ja
LC035	0	0	0	0	ja
LC037	0	0	0	0	ja
LC038	0	0	0	0	ja
LC039	0	0	0	0	ja
LC040	0	0	0	0	ja
LC041	0	0	0	0	ja
LC042	0	0	0	0	ja
LC043	0	0	0	0	ja
LC044	0	0	0	0	ja
LC045	0	0	0	0	ja
LC046	0	0	0	0	ja
LC047	0	0	0	0	ja
LC048	0	0	0	0	ja
LC051	0	0	0	0	ja
LC054	0	0	0	0	ja
LC055	0	0	0	0	ja
LC056	0	0	0	0	ja
LC057	0	1	1	0	nein
LC059	0	0	0	0	ja
LC060	0	0	0	0	ja
LC061	0	0	0	0	ja
LC063	0	0	0	0	ja
LC064	0	0	0	0	ja

Fortsetzung Tabelle 8

Labor-Nr.:	KS 1- FS/2024	KS 2- FS/2024	Analysen- fehler	Parameter- fehler	Erfolg FMA 1.3
LC066	0	0	0	0	ja
LC067	0	0	0	0	ja
LC068	0	0	0	0	ja
LC069	0	0	0	0	ja
LC070	0	1	1	0	nein
LC072	0	0	0	0	ja
LC073	0	0	0	0	ja
LC075	0	0	0	0	ja
LC076	0	0	0	0	ja
LC077	1	0	1	0	nein
LC078	0	0	0	0	ja
LC079	0	0	0	0	ja
LC080	0	0	0	0	ja
LC081	0	0	0	0	ja
LC083	0	0	0	0	ja

Tabelle 9: Parameterbereich FMA 1.4 mit Analysefehlern bei der Bestimmung von Nährstoffen und physikalischen Parametern sowie die daraus resultierenden Laborbewertungen

Labor-Nr.:	BWS	Ges.-N	NH ₄ -N	org. Subs.	pH	TS	P	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.4
LC001	0	2	2	0	0	0	0	4	2	nein
LC002	0	2	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC004	0	0	2	0	0	2	2	6	3	nein
LC005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC006	2	2	2	0	0	0	2	8	4	nein
LC007	0	2	2	0	0	0	0	4	2	nein
LC008	2	2	2	0	1	0	0	7	3	nein
LC009	1	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC010	2	2	2	0	2	0	2	10	5	nein
LC011	0	2	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC013	2	2	2	0	0	0	2	8	4	nein
LC014	0	0	0	0	0	0	2	2	1	ja
LC015	0	2	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC016	0	0	0	0	0	0	1	1	0	ja
LC017	0	1	1	0	0	0	0	2	0	ja
LC018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC020	0	0	0	1	0	0	0	1	0	ja
LC021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC022	0	2	2	0	0	0	0	4	2	nein
LC023	0	2	2	0	0	0	0	4	2	nein
LC024	1	2	0	0	0	0	0	3	1	nein
LC025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja

Fortsetzung Tabelle 9

Labor-Nr.:	BWS	Ges.-N	NH ₄ -N	org. Subs.	pH	TS	P	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.4
LC029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC030	1	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC031	0	0	1	0	2	0	0	3	1	nein
LC032	0	0	0	0	0	0	2	2	1	ja
LC033	0	2	0	0	2	1	0	5	2	nein
LC034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC038	0	1	1	0	0	0	0	2	0	ja
LC040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC041	2	1	2	0	0	0	0	5	2	nein
LC042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC045	1	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC052	0	2	0	0	2	1	2	7	3	nein
LC053	2	2	2	0	2	0	2	10	5	nein
LC054	1	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC057	0	0	1	0	0	0	1	2	0	ja
LC059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC061	0	1	0	0	0	0	1	2	0	ja
LC062	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja

Fortsetzung Tabelle 9

Labor-Nr.:	BWS	Ges.-N	NH ₄ -N	org. Subs.	pH	TS	P	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.4
LC063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC065	0	0	0	0	0	0	1	1	0	ja
LC066	1	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC068	2	2	2	0	0	0	0	6	3	nein
LC069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC071	2	2	2	2	2	0	0	10	5	nein
LC072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC075	1	1	0	0	0	0	0	2	0	ja
LC076	1	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC077	1	2	0	0	0	0	0	3	1	nein
LC080	0	0	0	0	1	0	1	2	0	ja
LC081	0	0	0	0	0	0	2	2	1	ja
LC082	2	2	2	0	0	0	2	8	4	nein
LC083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja

3.5 Zusammenfassende Bewertung LÜRV-A Klärschlamm 2024

Der Teilringversuch LÜRV-A Klärschlamm 2024 im Vollzug der Klärschlammverordnung und des Fachmoduls Abfall wurde ohne besondere Vorkommnisse von der LfL veranstaltet. Die Erfolgsquoten der einzelnen Parameterbereiche sind in den Abbildungen 1-3 aufgeführt. Nicht abgegebene Werte wurden als Fehler gewertet und sind in die Auswertungen mit eingeflossen.

Abbildung 1: Anteil (%) der teilnehmenden Labore mit Analysefehlern im Parameterbereich FMA 1.2 (Schwermetalle)

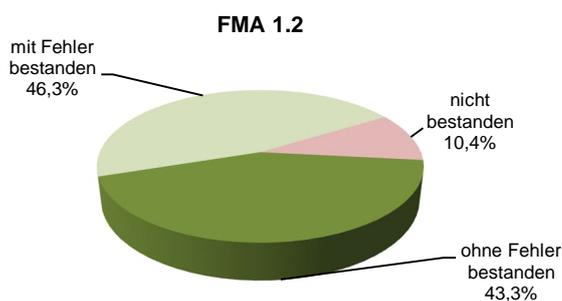


Abbildung 2: Anteil (%) der teilnehmenden Labore mit Analysefehlern im Parameterbereich FMA 1.3 (AOX)

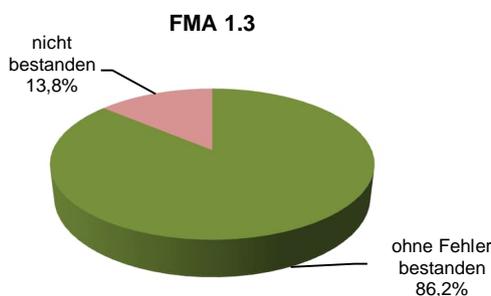
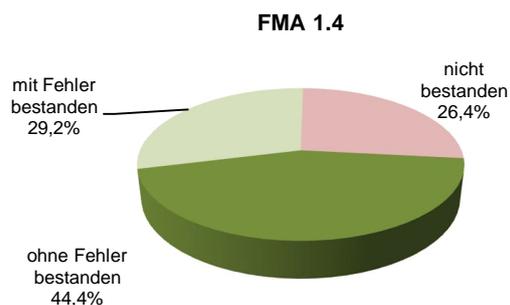


Abbildung 3: Anteil (%) der teilnehmenden Labore mit Analysefehlern im Parameterbereich FMA 1.4 (Nährstoffe und physikalische Parameter)



4 Tabellarische und grafische Darstellung der Messwerte

4.1 Parameterbereich FMA 1.2 Schwermetalle im Klärschlamm

Tabelle 10: Merkmalsübersicht FMA 1.2 für die Ringversuchsproben (KS1-FS/2024 und KS2-FS/2024)

Merkmal	Einheit	Probe	Mittelwert	Rel. Vergleich-Stdabw. %	unt. Toleranzgr.	ob. Toleranzgr.
Arsen	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	9,2498	8,27%	7,7420	10,8874
Arsen	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	14,605	5,67%	12,952	16,355
Blei	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	29,647	7,37%	25,319	34,307
Blei	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	26,545	6,41%	23,163	30,150
Cadmium	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	0,59817	10,16%	0,47930	0,72973
Cadmium	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	0,79157	10,82%	0,62446	0,97778
Chrom	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	39,702	8,57%	32,997	47,005
Chrom	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	37,183	7,01%	32,014	42,728
Eisen	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	21641	6,19%	18974	24478
Eisen	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	19456	5,52%	17310	21724
Kupfer	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	346,05	4,98%	311,57	382,28
Kupfer	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	220,22	5,15%	197,53	244,11
Nickel	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	21,851	7,81%	18,481	25,495
Nickel	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	24,814	8,78%	20,528	29,494
Quecksilber	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	0,37971	13,97%	0,27754	0,49718
Quecksilber	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	0,30137	11,50%	0,23397	0,37698
Thallium	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	0,14118	15,28%	0,09985	0,18931
Thallium	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	0,12456	15,07%	0,08857	0,16640
Zink	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	888,63	6,85%	767,81	1018,01
Zink	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	968,68	6,68%	840,09	1106,16

In folgenden Tabellen sind die Labormesswerte sowie die dazu gehörenden Z_u -Scores aufgelistet. Soweit der Z_u -Score von 2,0 (positiv oder negativ) überschritten wurde, erfolgte in der Spalte „Fehler“ der Eintrag „E“.

Die Bezeichnung „E“ in den Tabellen oder „E-Ausreißer“ in Kopfzeilen der Grafiken kennzeichnet Werte außerhalb der Toleranzgrenzen.

Die Bezeichnung „Fehler BG“ kennzeichnet Werte von Laboren, welche die erforderliche Bestimmungsgrenze nicht erreicht haben. (s. Tabelle 2).

4.1.1 Arsen

Tabelle 11: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Arsen (As) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	7,9500	-1,8		13,900	-0,9	
LC002	9,3300	0,1		14,500	-0,1	
LC003	9,9700	0,9		15,400	0,9	
LC004	9,1100	-0,2		15,800	1,4	
LC005	8,7960	-0,6		14,730	0,1	
LC007	10,3000	1,3		13,800	-1,0	
LC008	10,6300	1,7		16,850	2,6	E
LC009	9,5300	0,4		16,330	2,0	
LC011	8,9300	-0,4		14,360	-0,3	
LC012	8,9700	-0,4		14,100	-0,6	
LC015	14,4000	6,4	E	19,000	5,2	E
LC016	8,0300	-1,7		13,500	-1,4	
LC017	8,6300	-0,8		13,900	-0,9	
LC018	8,7300	-0,7		14,400	-0,3	
LC019	8,7200	-0,7		13,880	-0,9	
LC020	8,9000	-0,5		13,600	-1,2	
LC021	8,8600	-0,5		13,500	-1,4	
LC022	9,5000	0,3		14,720	0,1	
LC023	7,5500	-2,3	E	13,900	-0,9	
LC024	9,3600	0,1		15,400	0,9	
LC025	9,4400	0,2		14,400	-0,3	
LC026	9,9600	0,9		16,500	2,2	E
LC027	8,5500	-1,0		14,000	-0,8	
LC028	9,2000	-0,1		14,500	-0,1	
LC029	10,3000	1,3		14,400	-0,3	
LC030	10,5000	1,6		15,400	0,9	
LC032	9,7100	0,6		15,800	1,4	
LC033	8,2000	-1,4		14,200	-0,5	
LC034	10,2000	1,2		16,500	2,2	E
LC035	9,3000	0,1		14,600	0,0	
LC036	9,1500	-0,1		14,100	-0,6	
LC037	8,9700	-0,4		14,800	0,2	
LC038	10,3200	1,3		14,880	0,3	
LC039	10,6000	1,7		17,400	3,3	E
LC040	7,9000	-1,8		13,600	-1,2	
LC041	10,2000	1,2		14,500	-0,1	
LC042	10,2000	1,2		15,300	0,8	
LC043	8,7600	-0,7		13,994	-0,8	
LC044	9,0800	-0,2		15,100	0,6	
LC045	8,5100	-1,0		13,400	-1,5	
LC046	9,0800	-0,2		14,500	-0,1	
LC047	9,2500	0,0		14,700	0,1	
LC048	9,4500	0,3		14,400	-0,3	
LC049	8,8900	-0,5		13,700	-1,1	
LC050	9,2200	0,0		15,460	1,0	

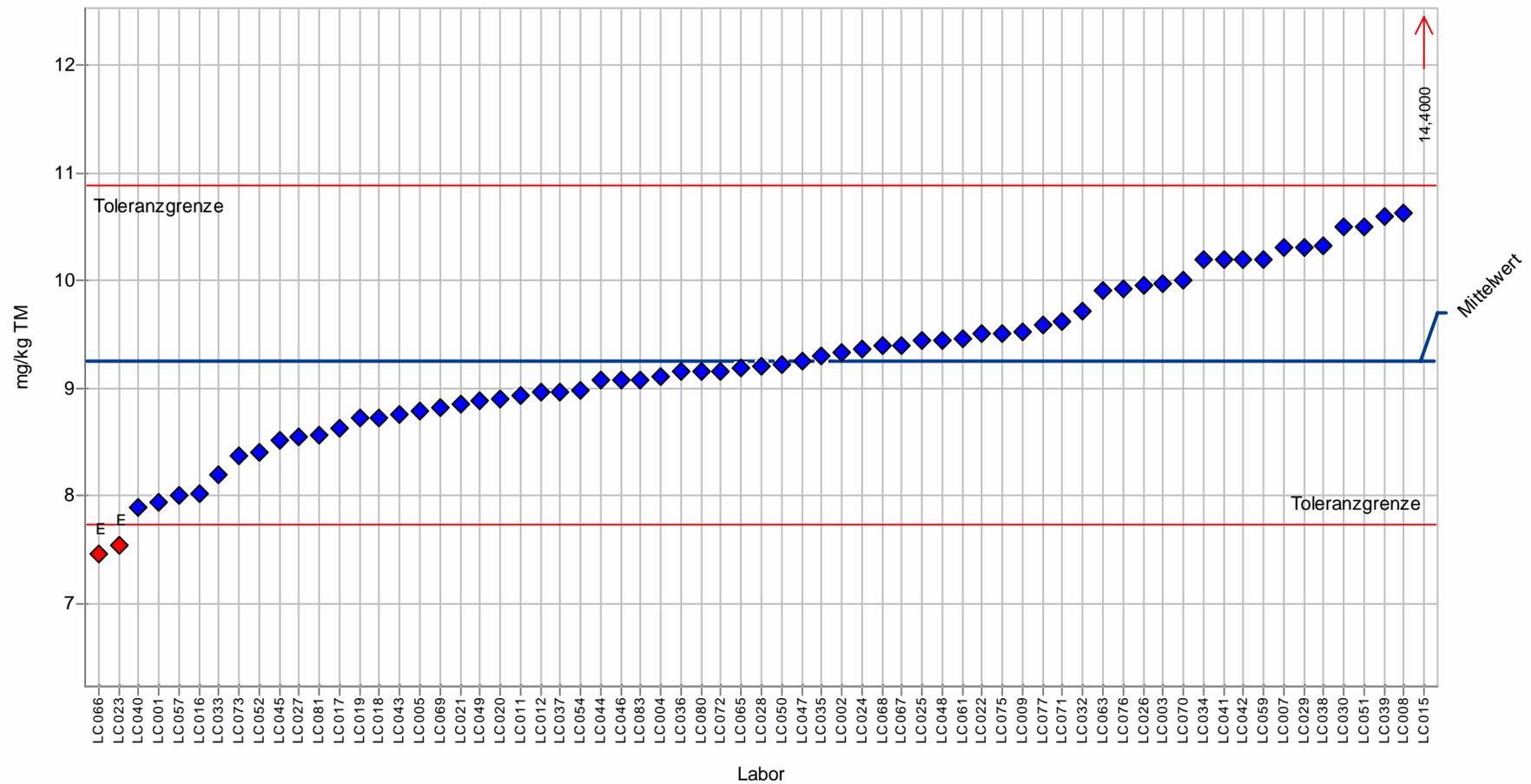
Fortsetzung Tabelle 11

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	10,5000	1,6		15,600	1,2	
LC052	8,4000	-1,2		14,100	-0,6	
LC054	8,9800	-0,4		14,200	-0,5	
LC057	8,0100	-1,7		12,800	-2,2	E
LC059	10,2000	1,2		15,800	1,4	
LC061	9,4600	0,3		14,700	0,1	
LC063	9,9000	0,8		15,200	0,7	
LC065	9,1900	-0,1		14,400	-0,3	
LC066	7,4600	-2,4	E	11,500	-3,9	E
LC067	9,4000	0,2		14,900	0,3	
LC068	9,3900	0,2		14,600	0,0	
LC069	8,8200	-0,6		14,700	0,1	
LC070	10,0000	0,9		16,200	1,9	
LC071	9,6200	0,5		14,600	0,0	
LC072	9,1560	-0,1		14,030	-0,7	
LC073	8,3800	-1,2		14,270	-0,4	
LC075	9,5000	0,3		14,500	-0,1	
LC076	9,9200	0,8		15,100	0,6	
LC077	9,5900	0,4		14,900	0,3	
LC080	9,1500	-0,1		14,600	0,0	
LC081	8,5700	-0,9		14,600	0,0	
LC083	9,0800	-0,2		13,900	-0,9	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u <=2,0			Z _u <=2,0		
Anzahl Labore	67			67		
Anzahl E-Ausreißer	3			7		
Mittelwert	9,2498			14,605		
Vergleich-Stdabw.	0,7646			0,828		
Rel. Vergleich-Stdabw.	8,27%			5,67%		
HorRat	0,7			0,5		
untere Toleranzgrenze	7,7420			12,952		
obere Toleranzgrenze	10,8874			16,355		

Abbildung 4: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Arsen (As) in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Arsen (As)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 7,7420 - 10,8874 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 9,2498 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,7646 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 8,27%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 3

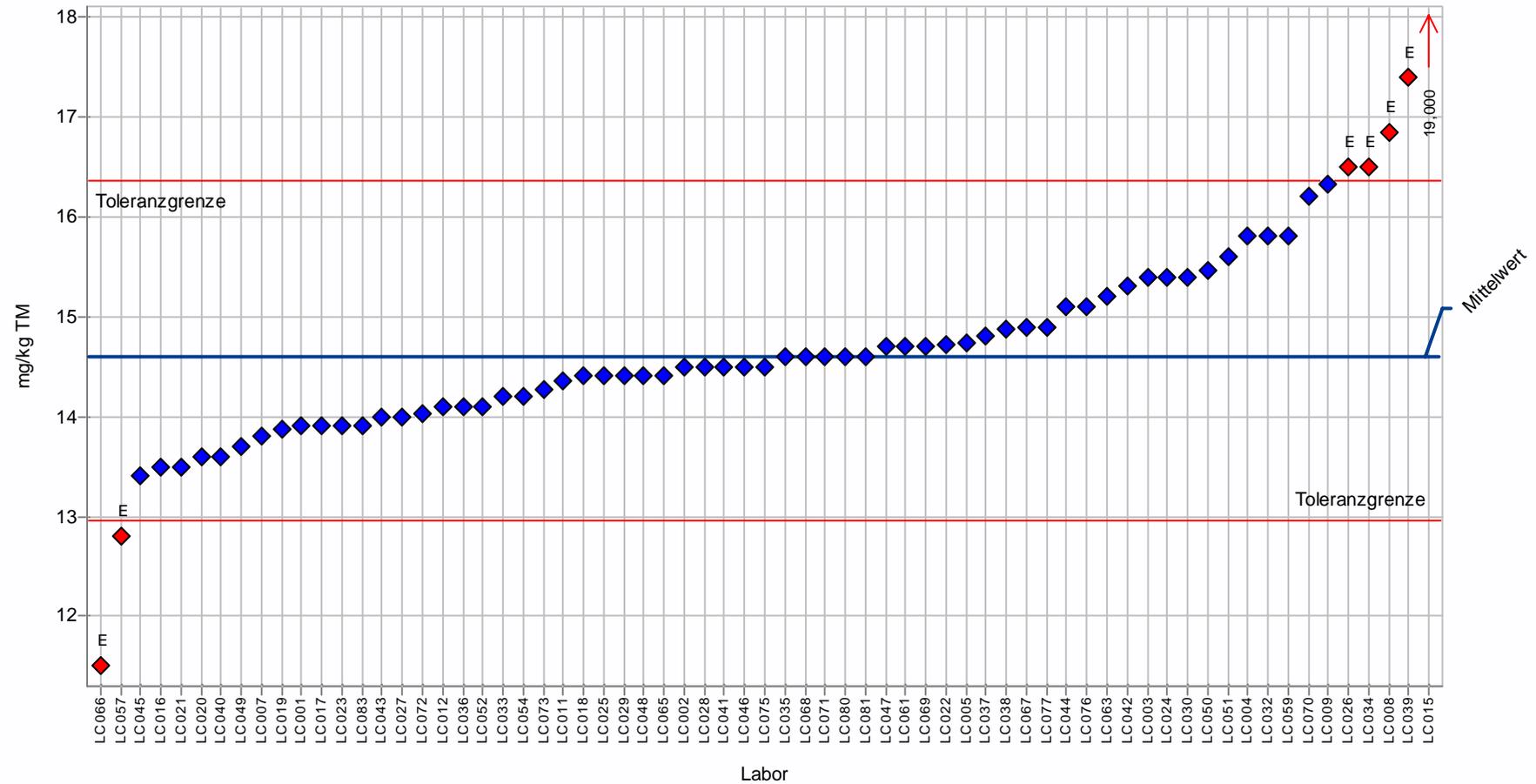


PROLab Plus

Abbildung 5: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Arsen (As) in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Arsen (As)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 12,952 - 16,355 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 14,605 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,828 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 5,67%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 7



PROLab Plus

4.1.2 Blei

Tabelle 12: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Blei (Pb) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	28,200	-0,7		25,500	-0,6	
LC002	31,000	0,6		25,600	-0,6	
LC003	29,700	0,0		28,400	1,1	
LC004	30,500	0,4		27,800	0,7	
LC005	30,490	0,4		27,150	0,3	
LC007	28,600	-0,5		25,200	-0,8	
LC008	30,900	0,6		26,780	0,1	
LC009	25,900	-1,8		22,700	-2,3	E
LC011	31,000	0,6		27,600	0,6	
LC012	31,100	0,6		28,100	0,9	
LC015	24,600	-2,4	E	22,600	-2,4	E
LC016	26,500	-1,5		23,400	-1,9	
LC017	26,700	-1,4		24,200	-1,4	
LC018	24,600	-2,4	E	23,700	-1,7	
LC019	28,400	-0,6		25,500	-0,6	
LC020	31,100	0,6		27,200	0,4	
LC021	26,700	-1,4		23,500	-1,8	
LC022	28,740	-0,4		26,030	-0,3	
LC023	32,000	1,0		29,700	1,8	
LC024	28,200	-0,7		25,300	-0,8	
LC025	32,400	1,2		28,600	1,2	
LC026	25,600	-1,9		24,200	-1,4	
LC027	30,300	0,3		27,600	0,6	
LC028	29,000	-0,3		25,000	-0,9	
LC029	29,200	-0,2		26,600	0,0	
LC030	30,800	0,5		27,400	0,5	
LC032	30,300	0,3		28,000	0,8	
LC033	29,000	-0,3		26,300	-0,1	
LC034	28,300	-0,6		25,600	-0,6	
LC035	31,000	0,6		26,500	0,0	
LC036	29,600	0,0		26,400	-0,1	
LC037	32,100	1,1		28,400	1,1	
LC038	30,700	0,5		28,600	1,2	
LC039	31,400	0,8		27,900	0,8	
LC040	25,500	-2,0		24,300	-1,4	
LC041	31,700	0,9		27,400	0,5	
LC042	32,000	1,0		27,900	0,8	
LC043	36,033	2,8	E	26,735	0,1	
LC044	32,300	1,2		28,700	1,2	
LC045	26,500	-1,5		23,500	-1,8	
LC046	29,100	-0,3		26,300	-0,1	
LC047	29,400	-0,1		26,600	0,0	
LC048	31,000	0,6		26,800	0,1	
LC049	32,600	1,3		27,900	0,8	
LC050	29,240	-0,2		26,350	-0,1	

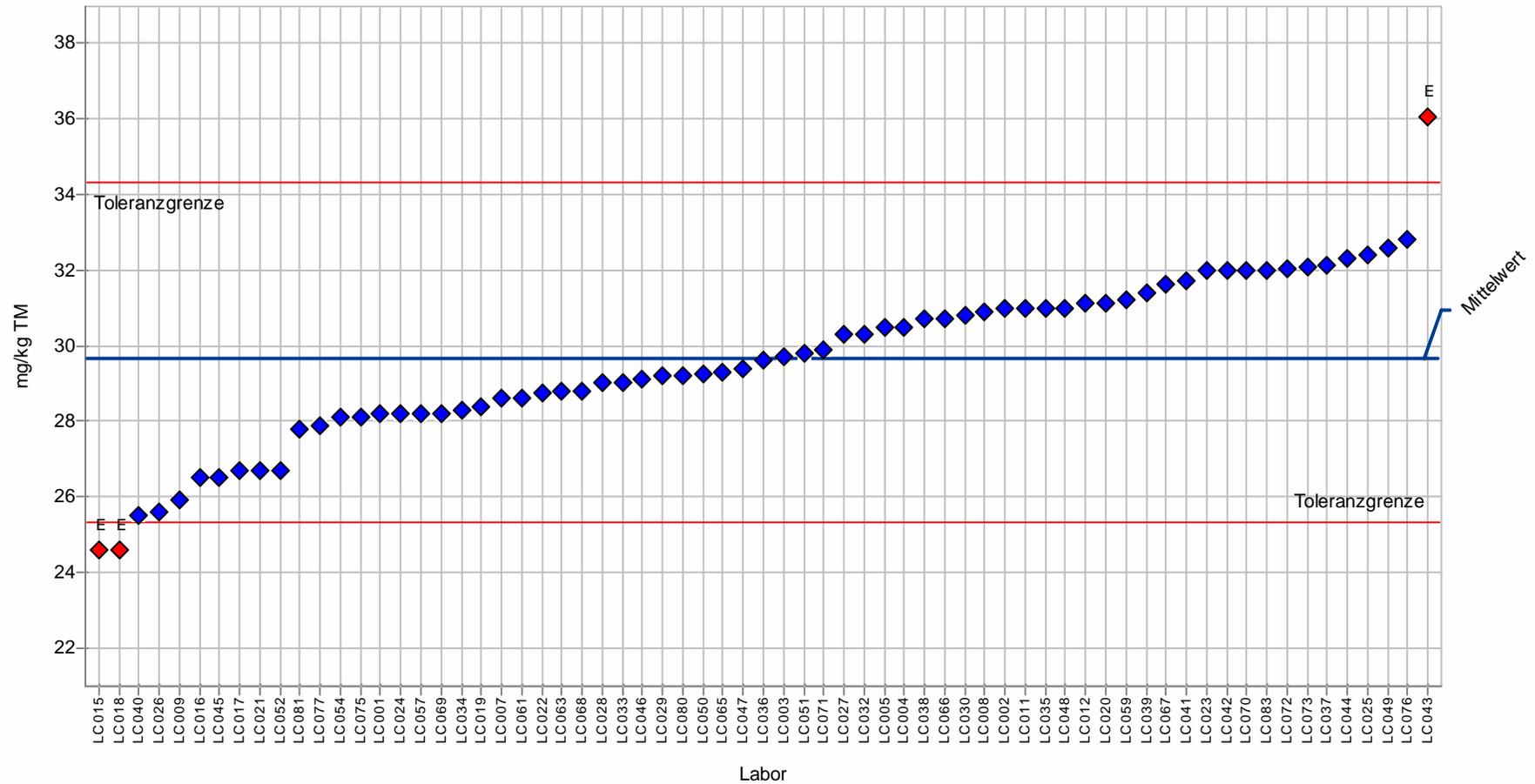
Fortsetzung Tabelle 12

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	29,800	0,1		26,900	0,2	
LC052	26,700	-1,4		25,900	-0,4	
LC054	28,100	-0,7		25,400	-0,7	
LC057	28,200	-0,7		25,300	-0,8	
LC059	31,200	0,7		28,100	0,9	
LC061	28,600	-0,5		25,000	-0,9	
LC063	28,800	-0,4		27,300	0,4	
LC065	29,300	-0,2		26,500	0,0	
LC066	30,700	0,5		26,600	0,0	
LC067	31,600	0,9		28,000	0,8	
LC068	28,800	-0,4		26,800	0,1	
LC069	28,200	-0,7		26,100	-0,3	
LC070	32,000	1,0		28,400	1,1	
LC071	29,900	0,1		26,700	0,1	
LC072	32,050	1,1		27,410	0,5	
LC073	32,070	1,1		27,800	0,7	
LC075	28,100	-0,7		25,700	-0,5	
LC076	32,800	1,4		30,500	2,2	E
LC077	27,900	-0,8		25,400	-0,7	
LC080	29,200	-0,2		26,300	-0,1	
LC081	27,800	-0,9		25,400	-0,7	
LC083	32,000	1,0		28,900	1,3	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤2,0			Z _u ≤2,0		
Anzahl Labore	67			67		
Anzahl E-Ausreißer	3			3		
Mittelwert	29,647			26,545		
Vergleich-Stdabw.	2,186			1,701		
Rel. Vergleich-Stdabw.	7,37%			6,41%		
HorRat	0,8			0,7		
untere Toleranzgrenze	25,319			23,163		
obere Toleranzgrenze	34,307			30,150		

Abbildung 6: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Pb in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Blei (Pb)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 25,319 - 34,307 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 29,647 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 2,186 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 7,37%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 3

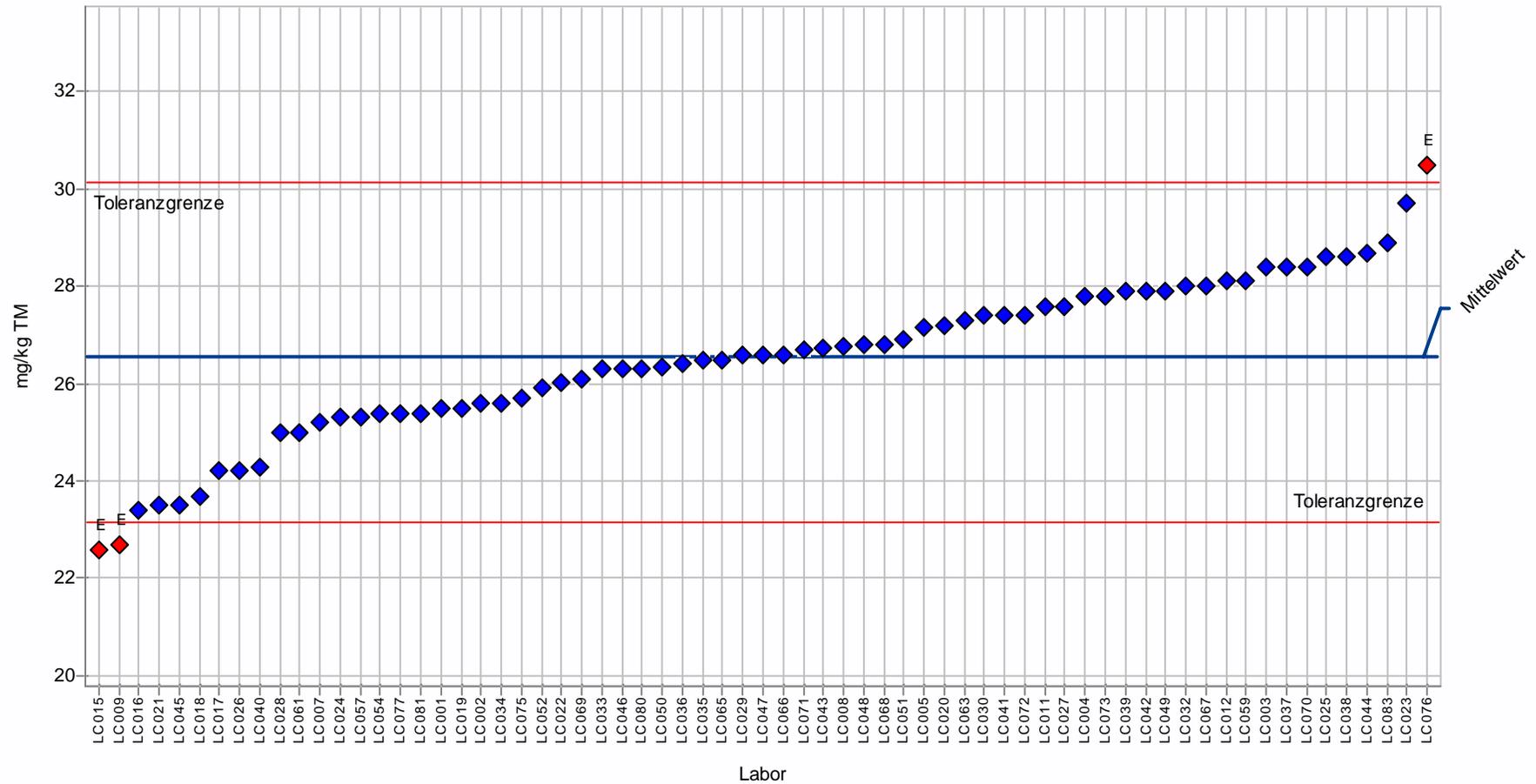


PROLab Plus

Abbildung 7: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Pb in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Blei (Pb)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 23,163 - 30,150 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 26,545 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 1,701 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 6,41%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 3



PROLab Plus

4.1.3 Cadmium

Tabelle 13: Übersicht über Messwerte und Z_u -Scores für Cadmium (Cd) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z_u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z_u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	0,50100	-1,7		0,68700	-1,3	
LC002	0,62200	0,4		0,76100	-0,4	
LC003	0,56400	-0,6		0,79800	0,1	
LC004	0,62900	0,5		0,89600	1,1	
LC005	0,64170	0,7		0,90040	1,2	
LC007	0,56100	-0,6		0,74900	-0,5	
LC008	0,68560	1,4		1,10900	3,5	E
LC009	0,57600	-0,4		0,85700	0,7	
LC011	0,57900	-0,3		0,78100	-0,1	
LC012	0,71600	1,8		0,88700	1,1	
LC015	0,31000	-5,0	E	0,47000	-3,9	E
LC016	0,58900	-0,2		0,77900	-0,2	
LC017	0,61000	0,2		0,80100	0,1	
LC018	0,57000	-0,5		0,79000	0,0	
LC019	0,64000	0,7		1,02000	2,5	E
LC020	0,71000	1,7		0,84000	0,5	
LC021	0,53400	-1,1		0,73900	-0,6	
LC022	0,56900	-0,5		0,70900	-1,0	
LC023	0,65300	0,9		0,89200	1,1	
LC024	0,53000	-1,2		0,68000	-1,4	
LC025	0,75200	2,4	E	0,92000	1,4	
LC026	0,59200	-0,1		0,87900	1,0	
LC027	0,63300	0,5		0,84500	0,6	
LC028	0,60000	0,0		0,80000	0,1	
LC029	0,60500	0,1		0,75700	-0,4	
LC030	0,58700	-0,2		0,73300	-0,7	
LC032	0,60000	0,0		0,81600	0,3	
LC033	0,60000	0,0		0,75000	-0,5	
LC034	0,64000	0,7		0,89800	1,2	
LC035	0,55000	-0,8		0,75000	-0,5	
LC036	0,59100	-0,1		0,80300	0,1	
LC037	0,61000	0,2		0,80000	0,1	
LC038	0,54600	-0,9		0,73500	-0,7	
LC039	0,62900	0,5		0,75600	-0,4	
LC040	0,59000	-0,1		0,70000	-1,1	
LC041	0,56300	-0,6		0,85900	0,7	
LC042	0,59100	-0,1		0,79000	0,0	
LC043	0,52000	-1,3		0,63550	-1,9	
LC044	0,53700	-1,1		0,76500	-0,3	
LC045	0,60200	0,1		0,80500	0,1	
LC046	0,55800	-0,7		0,77900	-0,2	
LC047	0,60400	0,1		0,80500	0,1	
LC048	0,55000	-0,8		0,73500	-0,7	
LC049	0,63000	0,5		0,78000	-0,1	
LC050	0,47900	-2,1	E	0,70100	-1,1	

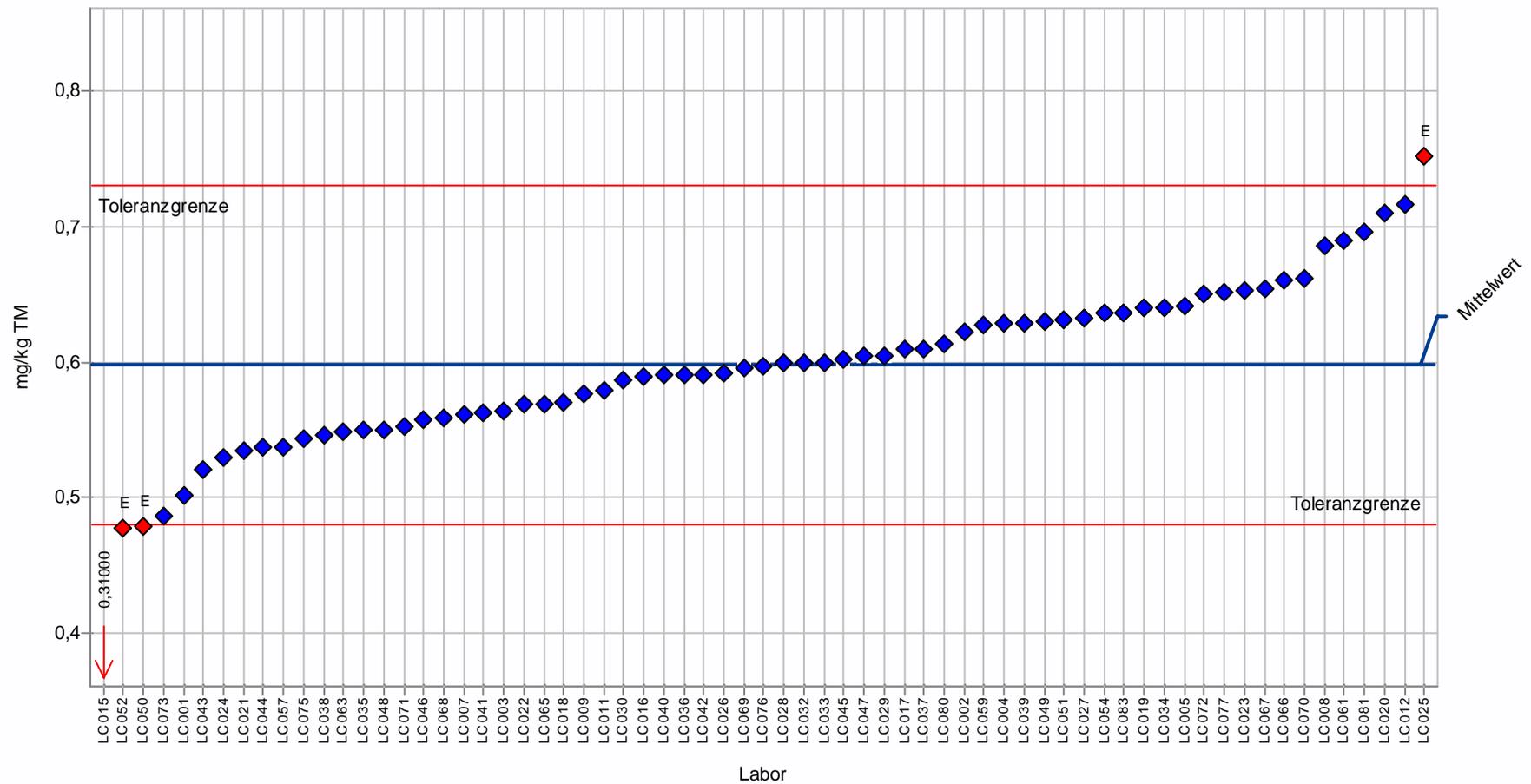
Fortsetzung Tabelle 13

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	0,63100	0,5		0,78800	0,0	
LC052	0,47800	-2,1	E	0,63100	-2,0	
LC054	0,63600	0,6		0,88400	1,0	
LC057	0,53700	-1,1		0,68400	-1,3	
LC059	0,62800	0,5		0,81600	0,3	
LC061	0,69000	1,4		0,84000	0,5	
LC063	0,54800	-0,9		0,74400	-0,6	
LC065	0,56900	-0,5		0,78800	0,0	
LC066	0,66100	1,0		0,86500	0,8	
LC067	0,65400	0,9		0,76600	-0,3	
LC068	0,55900	-0,7		0,77600	-0,2	
LC069	0,59500	-0,1		0,83800	0,5	
LC070	0,66200	1,0		0,87900	1,0	
LC071	0,55200	-0,8		0,70700	-1,0	
LC072	0,65000	0,8		0,83300	0,5	
LC073	0,48600	-1,9		0,67700	-1,4	
LC075	0,54300	-1,0		0,72000	-0,9	
LC076	0,59700	0,0		0,73700	-0,7	
LC077	0,65100	0,8		1,33000	5,9	E
LC080	0,61400	0,2		0,81200	0,2	
LC081	0,69600	1,5		0,90300	1,2	
LC083	0,63600	0,6		0,84600	0,6	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Zu <=2,0			Zu <=2,0		
Anzahl Labore	67			67		
Anzahl E-Ausreißer	4			4		
Mittelwert	0,59817			0,79157		
Vergleich-Stdabw.	0,06076			0,08567		
Rel. Vergleich-Stdabw.	10,16%			10,82%		
HorRat	0,6			0,7		
untere Toleranzgrenze	0,47930			0,62446		
obere Toleranzgrenze	0,72973			0,97778		

Abbildung 8: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cd in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Cadmium (Cd)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 0,47930 - 0,72973 mg/kg TM ($|\text{Zu-Score}| \leq 2,0$)

Mittelwert: 0,59817 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,06076 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 10,16%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 4

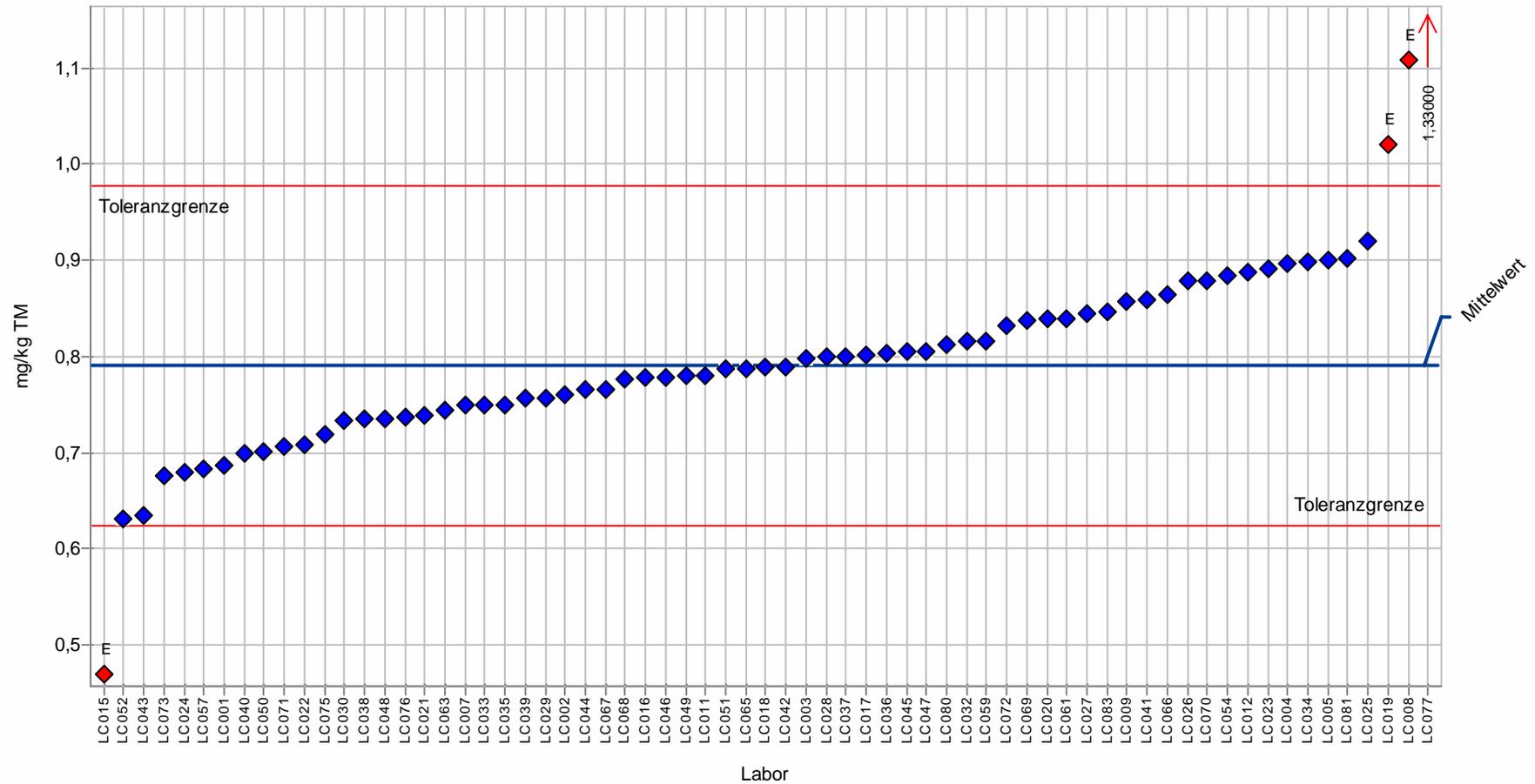


PROLab Plus

Abbildung 9: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cd in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Cadmium (Cd)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 0,62446 - 0,97778 mg/kg TM ($|\text{Zu-Score}| \leq 2,0$)

Mittelwert: 0,79157 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,08567 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 10,82%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 4



PROLab Plus

4.1.4 Chrom

Tabelle 14: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Chrom (Cr) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	36,800	-0,9		35,000	-0,9	
LC002	40,500	0,2		36,000	-0,5	
LC003	37,000	-0,8		36,600	-0,2	
LC004	44,900	1,5		41,800	1,7	
LC005	41,890	0,6		37,650	0,2	
LC007	41,800	0,6		37,200	0,0	
LC008	45,920	1,7		44,720	2,8	E
LC009	36,900	-0,9		33,900	-1,3	
LC011	37,900	-0,6		36,000	-0,5	
LC012	41,800	0,6		38,700	0,6	
LC015	34,200	-1,7		31,700	-2,2	E
LC016	38,700	-0,3		36,900	-0,1	
LC017	34,500	-1,6		32,200	-2,0	
LC018	41,600	0,5		39,100	0,7	
LC019	34,900	-1,5		33,300	-1,5	
LC020	39,000	-0,2		37,000	-0,1	
LC021	37,200	-0,8		34,500	-1,1	
LC022	39,290	-0,1		36,100	-0,4	
LC023	38,800	-0,3		38,300	0,4	
LC024	39,900	0,1		38,200	0,4	
LC025	43,700	1,1		39,800	1,0	
LC026	39,200	-0,2		38,600	0,5	
LC027	40,600	0,3		37,500	0,1	
LC028	37,000	-0,8		36,000	-0,5	
LC029	42,000	0,6		38,900	0,6	
LC030	42,500	0,8		39,500	0,9	
LC032	38,500	-0,4		36,900	-0,1	
LC033	38,300	-0,4		36,600	-0,2	
LC034	40,000	0,1		37,400	0,1	
LC035	44,300	1,3		43,500	2,3	E
LC036	37,100	-0,8		34,700	-1,0	
LC037	42,800	0,9		39,500	0,9	
LC038	41,400	0,5		37,300	0,0	
LC039	39,600	0,0		37,600	0,2	
LC040	33,600	-1,9		34,300	-1,1	
LC041	47,600	2,2	E	43,700	2,4	E
LC042	38,600	-0,3		37,100	0,0	
LC043	47,457	2,2	E	43,990	2,5	E
LC044	38,600	-0,3		35,400	-0,7	
LC045	36,700	-0,9		33,400	-1,5	
LC046	38,500	-0,4		36,200	-0,4	
LC047	41,500	0,5		37,900	0,3	
LC048	41,900	0,6		38,000	0,3	
LC049	42,400	0,8		35,700	-0,6	
LC050	33,620	-1,9		31,150	-2,4	E

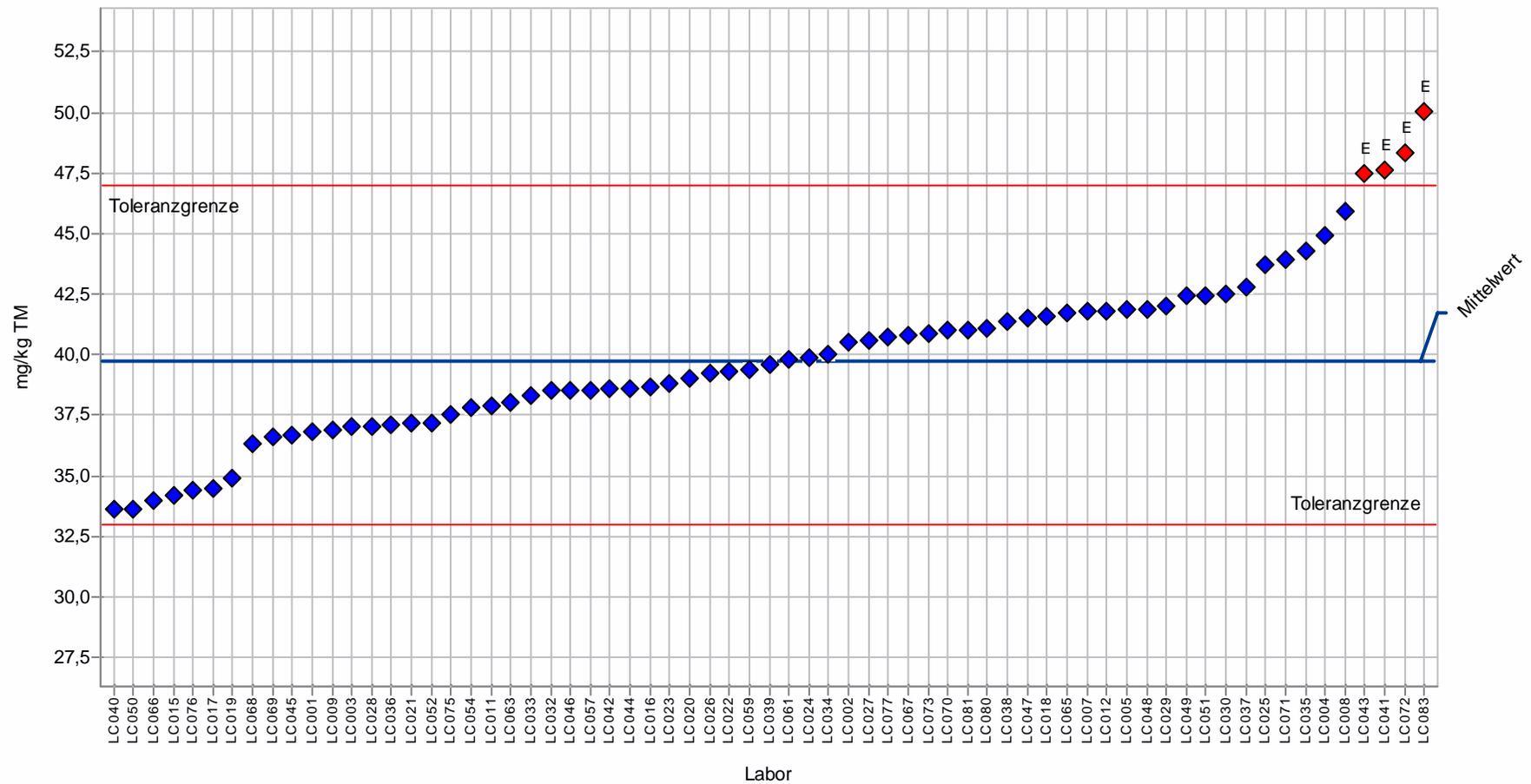
Fortsetzung Tabelle 14

Labor	KS 1-FS/2024	Zu- Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Zu- Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	42,400	0,8		38,900	0,6	
LC052	37,200	-0,8		36,700	-0,2	
LC054	37,800	-0,6		35,600	-0,6	
LC057	38,500	-0,4		34,000	-1,3	
LC059	39,400	-0,1		37,300	0,0	
LC061	39,800	0,0		36,200	-0,4	
LC063	38,000	-0,5		36,500	-0,3	
LC065	41,700	0,6		38,200	0,4	
LC066	34,000	-1,7		30,700	-2,6	E
LC067	40,800	0,3		39,000	0,7	
LC068	36,300	-1,0		36,700	-0,2	
LC069	36,600	-0,9		40,600	1,3	
LC070	41,000	0,4		39,500	0,9	
LC071	43,900	1,2		37,700	0,2	
LC072	48,360	2,4	E	41,630	1,6	
LC073	40,850	0,3		37,190	0,0	
LC075	37,500	-0,7		35,200	-0,8	
LC076	34,400	-1,6		33,500	-1,5	
LC077	40,700	0,3		38,400	0,4	
LC080	41,100	0,4		38,800	0,6	
LC081	41,000	0,4		37,800	0,2	
LC083	50,060	2,9	E	43,180	2,2	E
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Zu <=2,0			Zu <=2,0		
Anzahl Labore	67			67		
Anzahl E-Ausreißer	4			8		
Mittelwert	39,702			37,183		
Vergleich-Stdabw.	3,4040			2,6070		
Rel. Vergleich-Stdabw.	8,57%			7,01%		
HorRat	0,9			0,8		
untere Toleranzgrenze	32,997			32,014		
obere Toleranzgrenze	47,005			42,728		

Abbildung 10: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cr in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Chrom (Cr)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 32,997 - 47,005 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 39,702 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 3,404 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 8,57%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 4

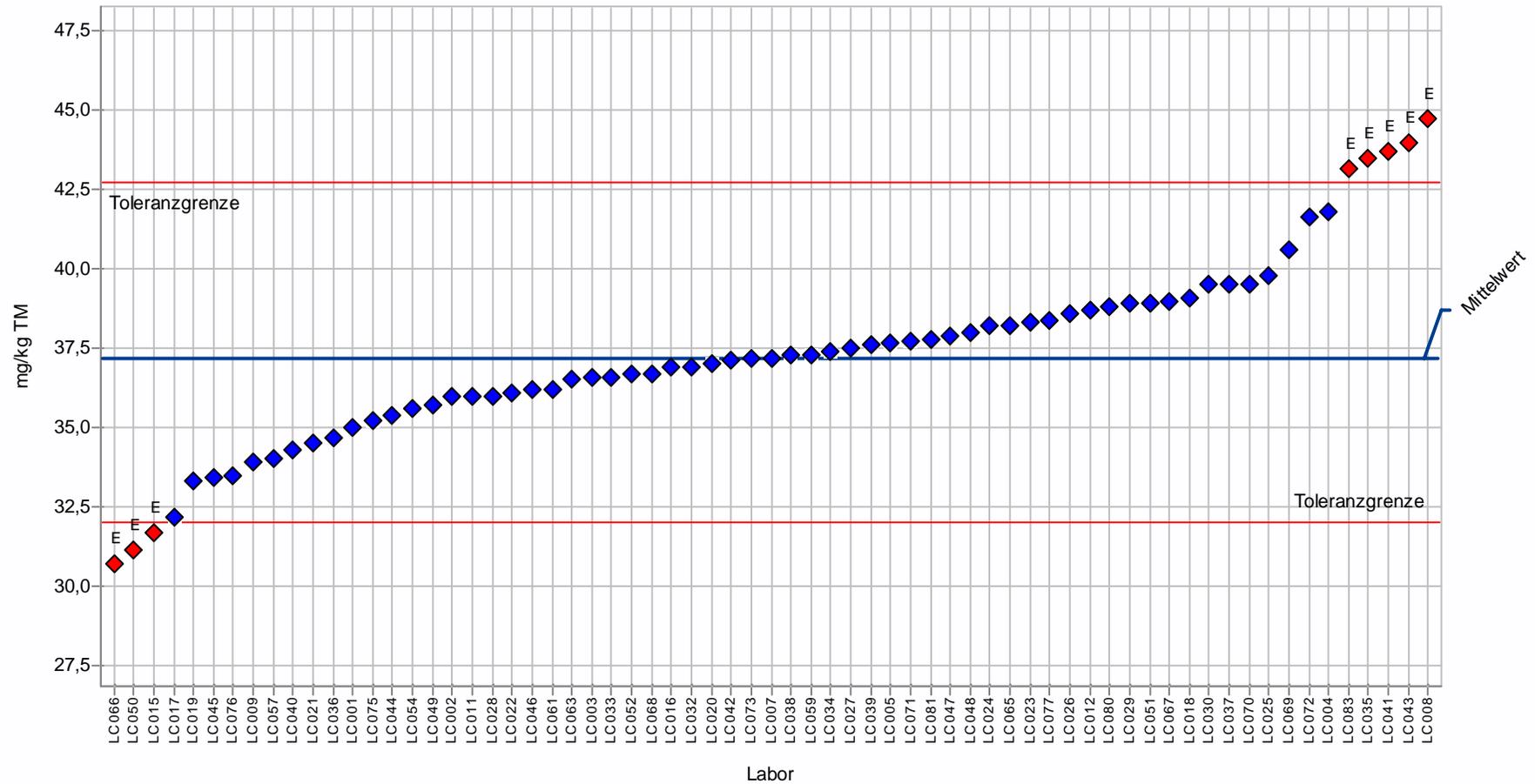


PROLab Plus

Abbildung 11: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cr in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Chrom (Cr)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 32,014 - 42,728 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 37,183 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 2,607 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 7,01%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 8



PROLab Plus

4.1.5 Eisen

Tabelle 15: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Eisen (Fe) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	21900	0,2		19500	0,0	
LC002	21550	-0,1		19030	-0,4	
LC003	20955	-0,5		20800	1,2	
LC004	22031	0,3		20594	1,0	
LC005	20298	-1,0		18342	-1,1	
LC007	22600	0,7		19100	-0,3	
LC008	22925	0,9		20825	1,2	
LC009	20535	-0,9		18271	-1,1	
LC011	20180	-1,1		18590	-0,8	
LC012	20590	-0,8		18294	-1,1	
LC015	19442	-1,7		17311	-2,0	
LC016	19600	-1,6		17700	-1,7	
LC017	21600	0,0		19900	0,4	
LC018	21432	-0,2		19041	-0,4	
LC019	21596	0,0		19307	-0,1	
LC020	21913	0,2		19895	0,4	
LC021	19615	-1,6		18130	-1,3	
LC022	21670	0,0		19460	0,0	
LC023	24490	2,1	E	21460	1,8	
LC024	21012	-0,5		18787	-0,6	
LC025	21700	0,0		19200	-0,2	
LC026	20243	-1,1		21356	1,7	
LC027	22200	0,4		19200	-0,2	
LC028	20600	-0,8		19000	-0,4	
LC029	22500	0,6		20100	0,6	
LC030	23300	1,2		20500	0,9	
LC032	20450	-0,9		18600	-0,8	
LC033	18730	-2,2	E	17519	-1,9	
LC034	22242	0,4		20030	0,5	
LC035	21100	-0,4		19500	0,0	
LC036	20600	-0,8		18100	-1,3	
LC037	21892	0,2		19638	0,2	
LC038	23587	1,4		20940	1,3	
LC039	22200	0,4		19100	-0,3	
LC040	22766	0,8		20312	0,8	
LC041	23500	1,3		19700	0,2	
LC042	21900	0,2		19000	-0,4	
LC043	20625	-0,8		20180	0,7	
LC044	22200	0,4		19800	0,3	
LC045	21000	-0,5		18600	-0,8	
LC046	20950	-0,5		18980	-0,5	
LC047	22100	0,3		19000	-0,4	
LC048	21980	0,2		19900	0,4	
LC049	22542	0,7		20385	0,8	
LC050	22032	0,3		19296	-0,2	

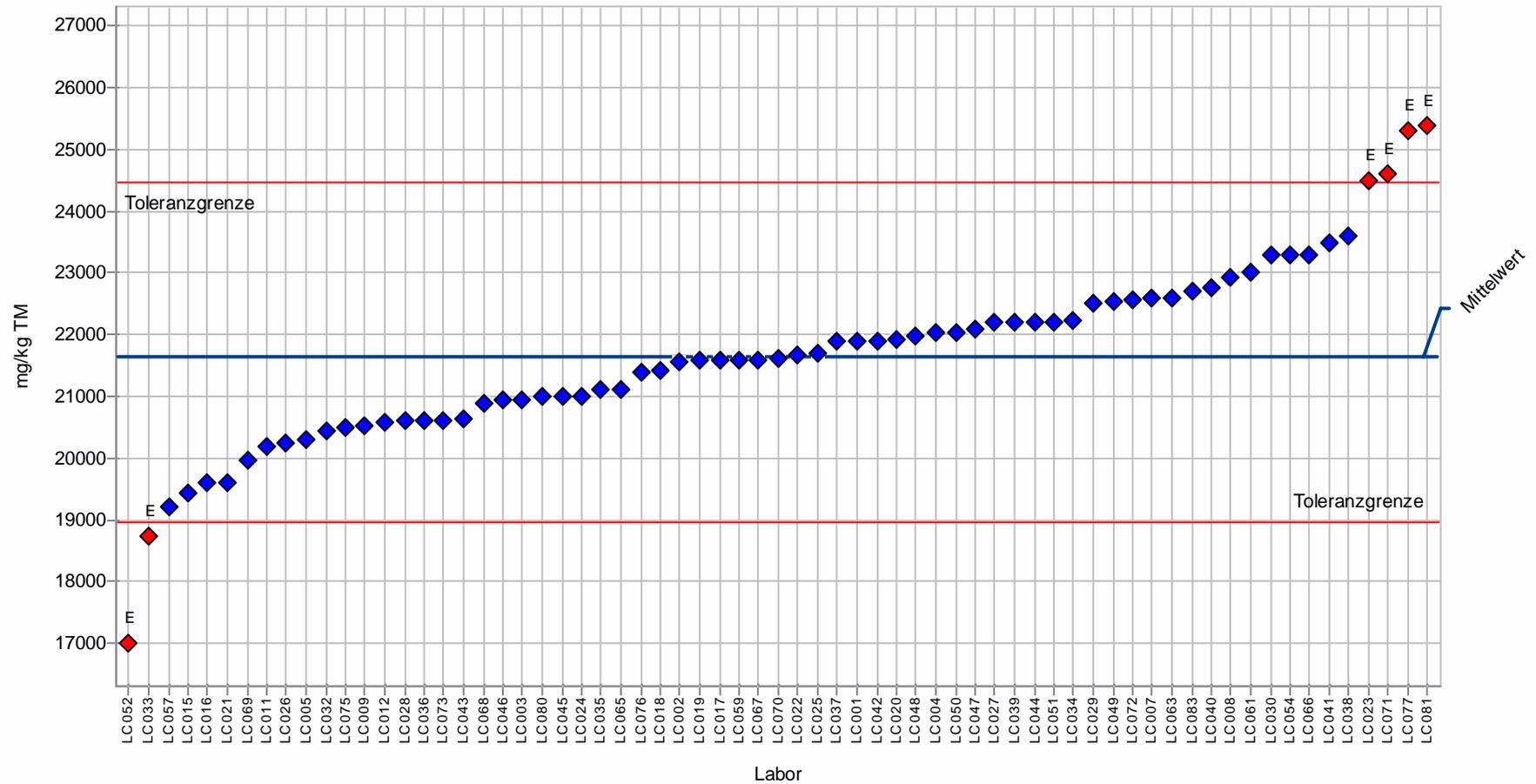
Fortsetzung Tabelle 15

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	22200	0,4		19820	0,3	
LC052	17000	-3,6	E	15600	-3,7	E
LC054	23300	1,2		20300	0,8	
LC057	19200	-1,9		16800	-2,5	E
LC059	21600	0,0		19900	0,4	
LC061	23000	1,0		19500	0,0	
LC063	22600	0,7		20400	0,9	
LC065	21100	-0,4		19100	-0,3	
LC066	23300	1,2		20600	1,0	
LC067	21600	0,0		19000	-0,4	
LC068	20900	-0,6		18800	-0,6	
LC069	19958	-1,3		19273	-0,2	
LC070	21620	0,0		19620	0,1	
LC071	24600	2,1	E	20800	1,2	
LC072	22557	0,7		19373	-0,1	
LC073	20611	-0,8		18092	-1,3	
LC075	20500	-0,9		19400	-0,1	
LC076	21400	-0,2		19000	-0,4	
LC077	25300	2,6	E	22200	2,5	E
LC080	20992	-0,5		19244	-0,2	
LC081	25400	2,7	E	23100	3,3	E
LC083	22713	0,8		20696	1,1	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u <=2,0			Z _u <=2,0		
Anzahl Labore	67			67		
Anzahl E-Ausreißer	6			4		
Mittelwert	21641			19456		
Vergleich-Stdabw.	1340			1075		
Rel. Vergleich-Stdabw.	6,19%			5,52%		
HorRat	1,7			1,5		
untere Toleranzgrenze	18974			17310		
obere Toleranzgrenze	24478			21724		

Abbildung 12: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Fe in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Eisen (Fe)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 18974 - 24478 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 21641 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 1340 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 6,19%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 6

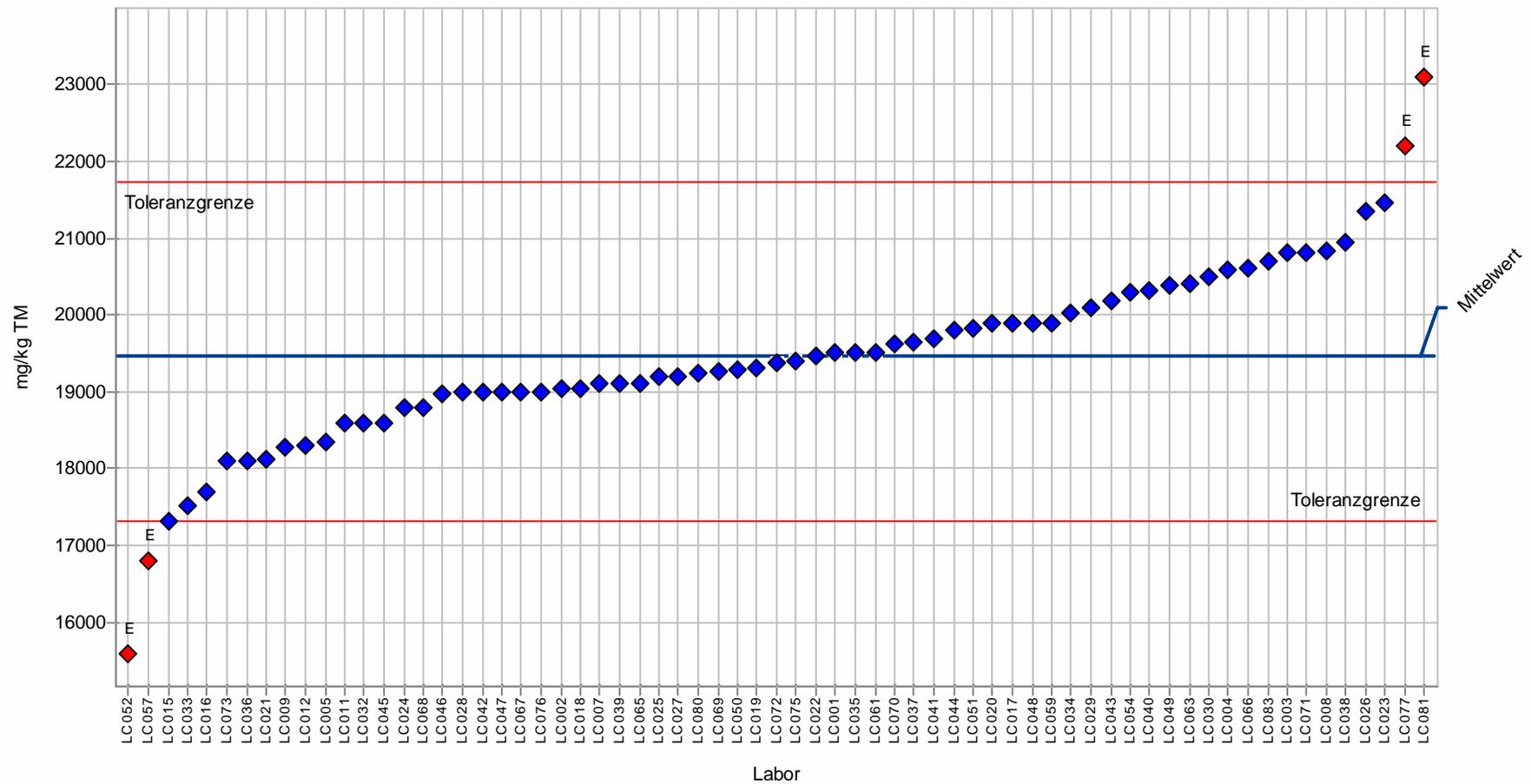


PROLab Plus

Abbildung 13: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Fe in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Eisen (Fe)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 17310 - 21724 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 19456 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 1075 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 5,52%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 4



PROLab Plus

4.1.6 Kupfer

Tabelle 16: Übersicht über Messwerte und Z_u -Scores für Kupfer (Cu) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z_u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z_u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	338,00	-0,5		215,00	-0,5	
LC002	350,00	0,2		214,00	-0,6	
LC003	346,60	0,0		219,80	0,0	
LC004	335,00	-0,7		205,00	-1,4	
LC005	368,00	1,2		233,40	1,1	
LC007	338,00	-0,5		207,00	-1,2	
LC008	368,80	1,3		235,00	1,3	
LC009	349,80	0,2		218,00	-0,2	
LC011	323,00	-1,4		206,00	-1,3	
LC012	351,00	0,3		216,00	-0,4	
LC015	309,00	-2,2	E	193,00	-2,5	E
LC016	337,00	-0,5		206,00	-1,3	
LC017	324,00	-1,3		205,00	-1,4	
LC018	348,00	0,1		218,00	-0,2	
LC019	357,00	0,6		222,00	0,2	
LC020	364,00	1,0		246,00	2,2	E
LC021	327,00	-1,1		204,00	-1,5	
LC022	348,00	0,1		227,00	0,6	
LC023	367,00	1,2		224,00	0,3	
LC024	345,10	-0,1		217,80	-0,2	
LC025	344,00	-0,1		210,00	-0,9	
LC026	340,00	-0,4		228,00	0,7	
LC027	355,00	0,5		227,00	0,6	
LC028	330,00	-1,0		210,00	-0,9	
LC029	343,00	-0,2		232,00	1,0	
LC030	364,00	1,0		230,00	0,8	
LC032	345,00	-0,1		222,00	0,2	
LC033	346,00	0,0		226,00	0,5	
LC034	323,00	-1,4		204,00	-1,5	
LC035	320,00	-1,5		215,00	-0,5	
LC036	324,00	-1,3		208,00	-1,1	
LC037	364,00	1,0		232,00	1,0	
LC038	371,00	1,4		234,00	1,2	
LC039	366,00	1,1		237,00	1,4	
LC040	299,00	-2,8	E	225,00	0,4	
LC041	310,00	-2,1	E	227,00	0,6	
LC042	372,00	1,5		238,00	1,5	
LC043	317,00	-1,7		211,00	-0,8	
LC044	352,00	0,3		223,00	0,2	
LC045	354,00	0,4		219,00	-0,1	
LC046	343,00	-0,2		218,00	-0,2	
LC047	353,00	0,4		222,00	0,2	
LC048	346,00	0,0		214,00	-0,6	
LC049	387,00	2,3	E	244,60	2,1	E
LC050	355,30	0,5		221,70	0,1	

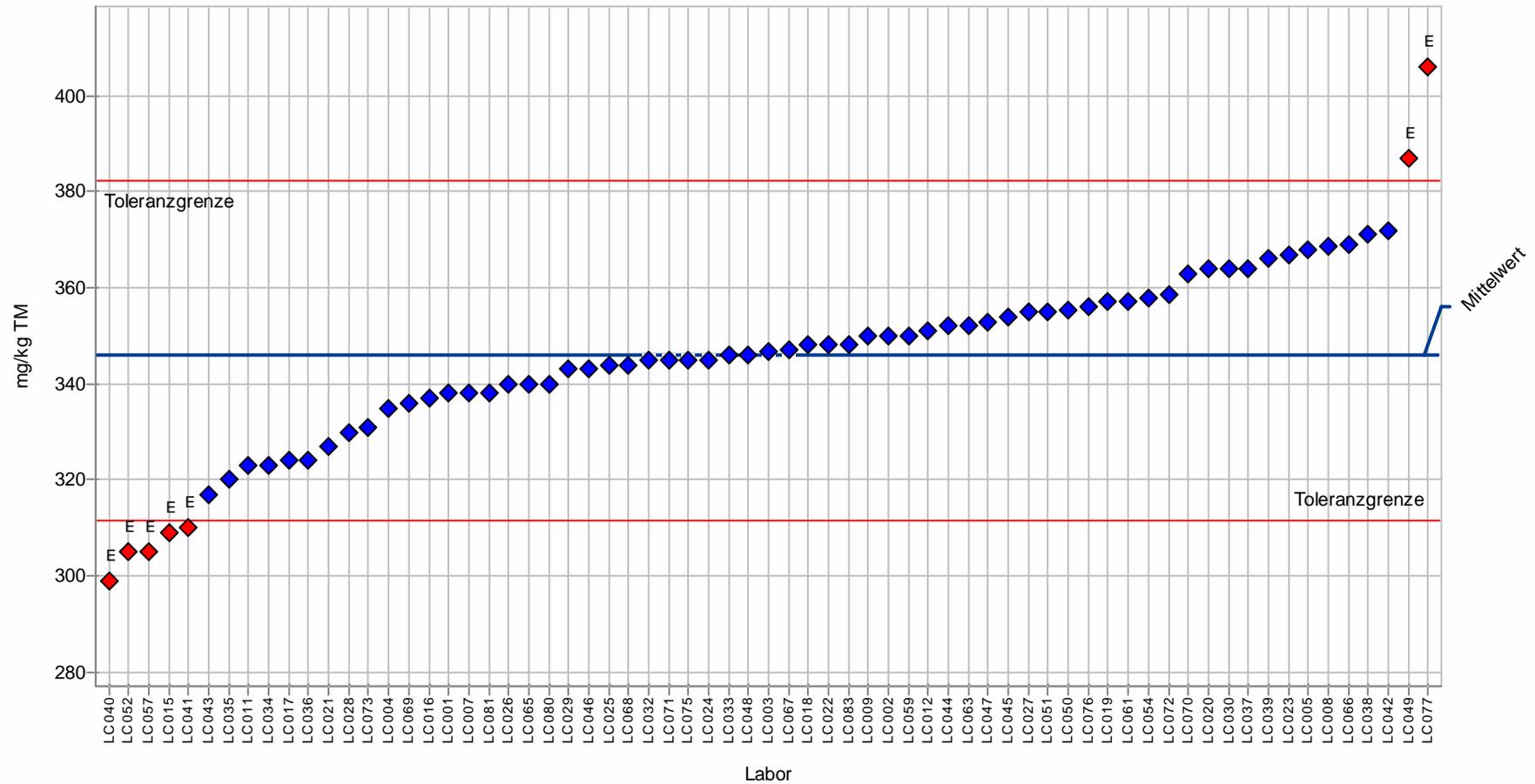
Fortsetzung Tabelle 16

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	355,00	0,5		225,00	0,4	
LC052	305,00	-2,4	E	196,00	-2,2	E
LC054	358,00	0,7		231,00	0,9	
LC057	305,00	-2,4	E	187,00	-3,0	E
LC059	350,00	0,2		220,00	0,0	
LC061	357,00	0,6		216,00	-0,4	
LC063	352,00	0,3		222,00	0,2	
LC065	340,00	-0,4		221,00	0,1	
LC066	369,00	1,3		241,00	1,8	
LC067	347,00	0,1		220,00	0,0	
LC068	344,00	-0,1		218,00	-0,2	
LC069	336,00	-0,6		229,00	0,8	
LC070	363,00	1,0		232,00	1,0	
LC071	345,00	-0,1		215,00	-0,5	
LC072	358,60	0,7		219,70	0,0	
LC073	331,00	-0,9		210,20	-0,9	
LC075	345,00	-0,1		220,00	0,0	
LC076	356,00	0,6		219,00	-0,1	
LC077	406,00	3,4	E	261,00	3,5	E
LC080	340,00	-0,4		229,00	0,8	
LC081	338,00	-0,5		211,00	-0,8	
LC083	348,10	0,1		219,10	-0,1	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤2,0			Z _u ≤2,0		
Anzahl Labore	67			67		
Anzahl E-Ausreißer	7			6		
Mittelwert	346,05			220,22		
Vergleich-Stdabw.	17,22			11,35		
Rel. Vergleich-Stdabw.	4,98%			5,15%		
HorRat	0,8			0,7		
untere Toleranzgrenze	311,57			197,53		
obere Toleranzgrenze	382,28			244,11		

Abbildung 14: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cu in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Kupfer (Cu)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 311,57 - 382,28 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 346,05 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 17,22 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 4,98%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 7

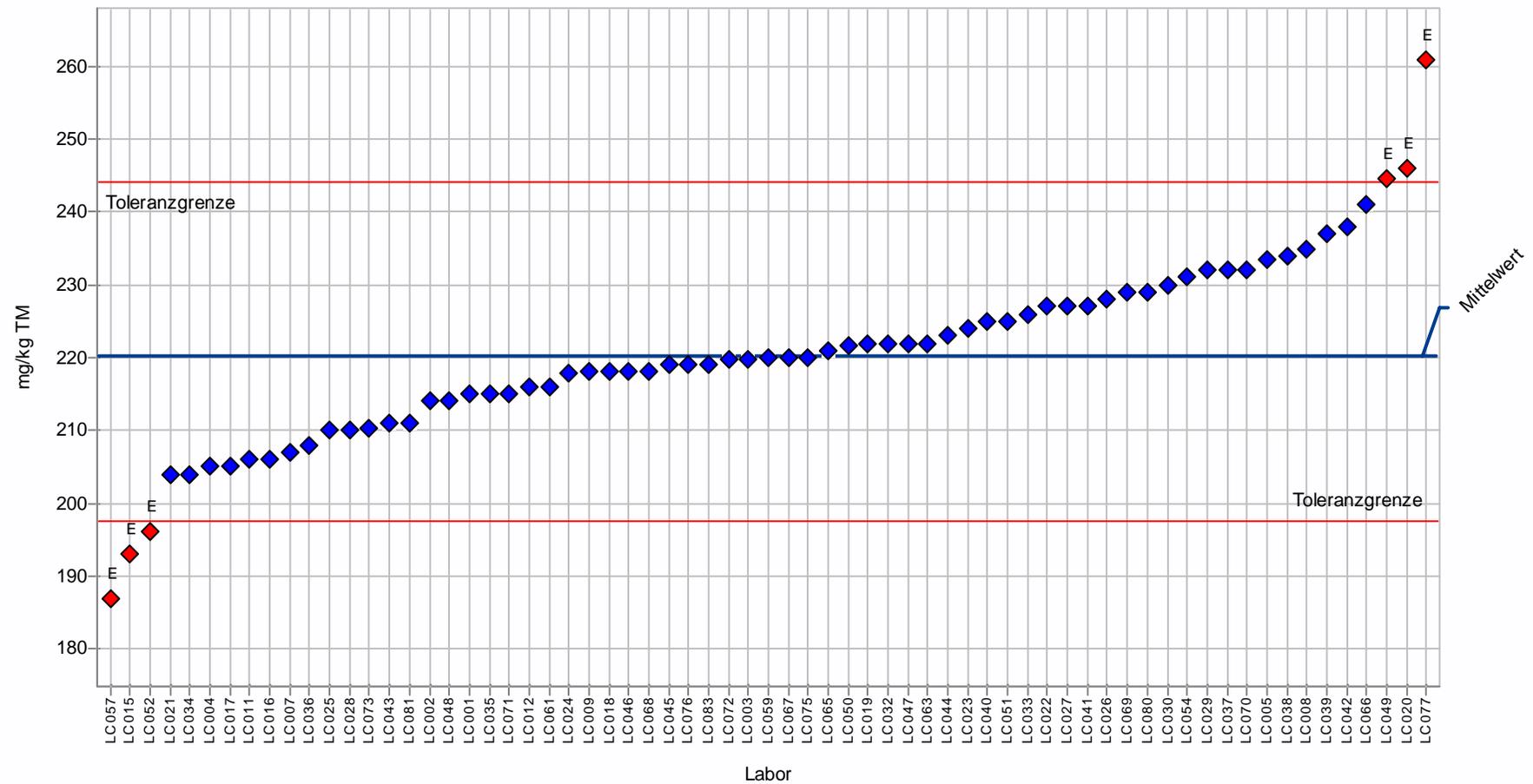


PROLab Plus

Abbildung 15: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cu in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Kupfer (Cu)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 197,53 - 244,11 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 220,22 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 11,35 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 5,15%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 6



PROLab Plus

4.1.7 Nickel

Tabelle 17: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Nickel (Ni) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	20,700	-0,7		23,100	-0,8	
LC002	22,100	0,1		24,600	-0,1	
LC003	21,400	-0,3		25,200	0,2	
LC004	23,400	0,9		27,500	1,2	
LC005	20,980	-0,5		23,770	-0,5	
LC007	22,600	0,4		24,100	-0,3	
LC008	25,600	2,1	E	29,030	1,8	
LC009	20,000	-1,1		22,700	-1,0	
LC011	20,800	-0,6		24,000	-0,4	
LC012	22,800	0,5		25,300	0,2	
LC015	19,800	-1,2		22,600	-1,1	
LC016	24,200	1,3		29,700	2,1	E
LC017	20,400	-0,9		21,300	-1,7	
LC018	21,900	0,0		24,200	-0,3	
LC019	18,700	-1,9		21,600	-1,5	
LC020	26,000	2,3	E	25,300	0,2	
LC021	19,700	-1,3		22,100	-1,3	
LC022	22,240	0,2		25,060	0,1	
LC023	20,300	-0,9		23,900	-0,4	
LC024	18,800	-1,9		20,100	-2,3	E
LC025	25,900	2,3	E	29,500	2,1	E
LC026	21,700	-0,1		25,600	0,3	
LC027	22,000	0,1		26,000	0,5	
LC028	22,000	0,1		25,000	0,1	
LC029	22,700	0,5		25,100	0,1	
LC030	23,200	0,8		28,000	1,4	
LC032	21,100	-0,5		24,200	-0,3	
LC033	21,000	-0,5		24,000	-0,4	
LC034	21,000	-0,5		23,900	-0,4	
LC035	22,500	0,4		24,800	0,0	
LC036	21,100	-0,5		23,600	-0,6	
LC037	23,200	0,8		26,400	0,7	
LC038	25,700	2,2	E	29,400	2,0	
LC039	21,900	0,0		25,000	0,1	
LC040	18,600	-2,0		22,400	-1,2	
LC041	21,900	0,0		22,300	-1,2	
LC042	23,200	0,8		27,200	1,0	
LC043	23,703	1,0		27,710	1,3	
LC044	21,800	0,0		24,600	-0,1	
LC045	20,000	-1,1		21,800	-1,4	
LC046	21,300	-0,3		23,700	-0,5	
LC047	24,100	1,3		25,400	0,3	
LC048	22,900	0,6		25,100	0,1	
LC049	23,500	0,9		27,100	1,0	
LC050	26,810	2,8	E	29,390	2,0	

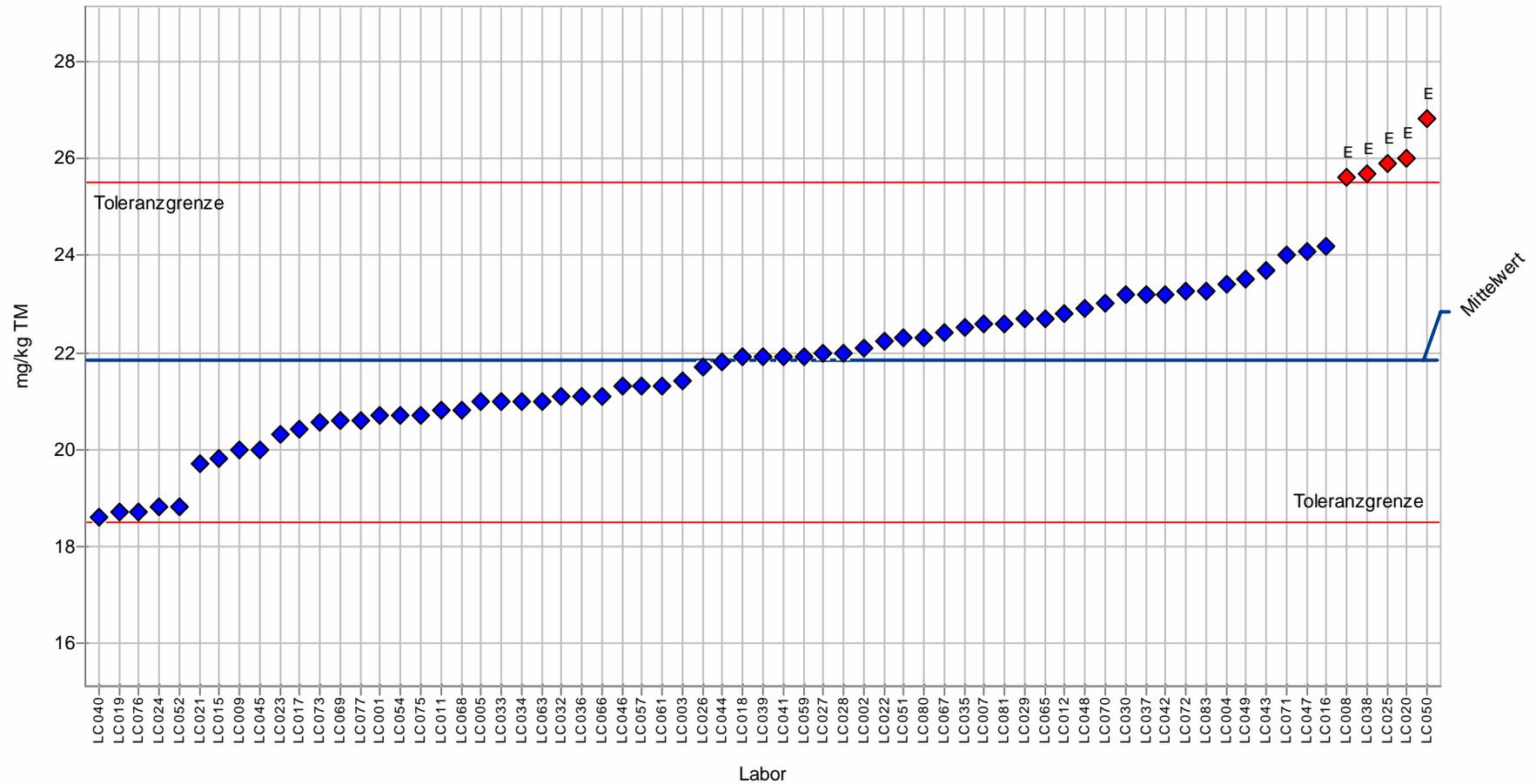
Fortsetzung Tab. 17

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	22,300	0,3		25,300	0,2	
LC052	18,800	-1,9		23,700	-0,5	
LC054	20,700	-0,7		22,600	-1,1	
LC057	21,300	-0,3		22,900	-0,9	
LC059	21,900	0,0		24,300	-0,2	
LC061	21,300	-0,3		23,600	-0,6	
LC063	21,000	-0,5		24,600	-0,1	
LC065	22,700	0,5		26,800	0,9	
LC066	21,100	-0,5		24,000	-0,4	
LC067	22,400	0,3		25,900	0,5	
LC068	20,800	-0,6		24,700	-0,1	
LC069	20,600	-0,8		26,200	0,6	
LC070	23,000	0,6		26,500	0,7	
LC071	24,000	1,2		26,300	0,7	
LC072	23,270	0,8		25,130	0,1	
LC073	20,550	-0,8		23,020	-0,9	
LC075	20,700	-0,7		23,500	-0,6	
LC076	18,700	-1,9		20,600	-2,0	
LC077	20,600	-0,8		23,800	-0,5	
LC080	22,300	0,3		27,700	1,3	
LC081	22,600	0,4		26,700	0,8	
LC083	23,280	0,8		26,330	0,7	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤2,0			Z _u ≤2,0		
Anzahl Labore	67			67		
Anzahl E-Ausreißer	5			3		
Mittelwert	21,851			24,814		
Vergleich-Stdabw.	1,706			2,178		
Rel. Vergleich-Stdabw.	7,81%			8,78%		
HorRat	0,8			0,9		
untere Toleranzgrenze	18,481			20,528		
obere Toleranzgrenze	25,495			29,494		

Abbildung 16: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Ni in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Nickel (Ni)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 18,481 - 25,495 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 21,851 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 1,706 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 7,81%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 5

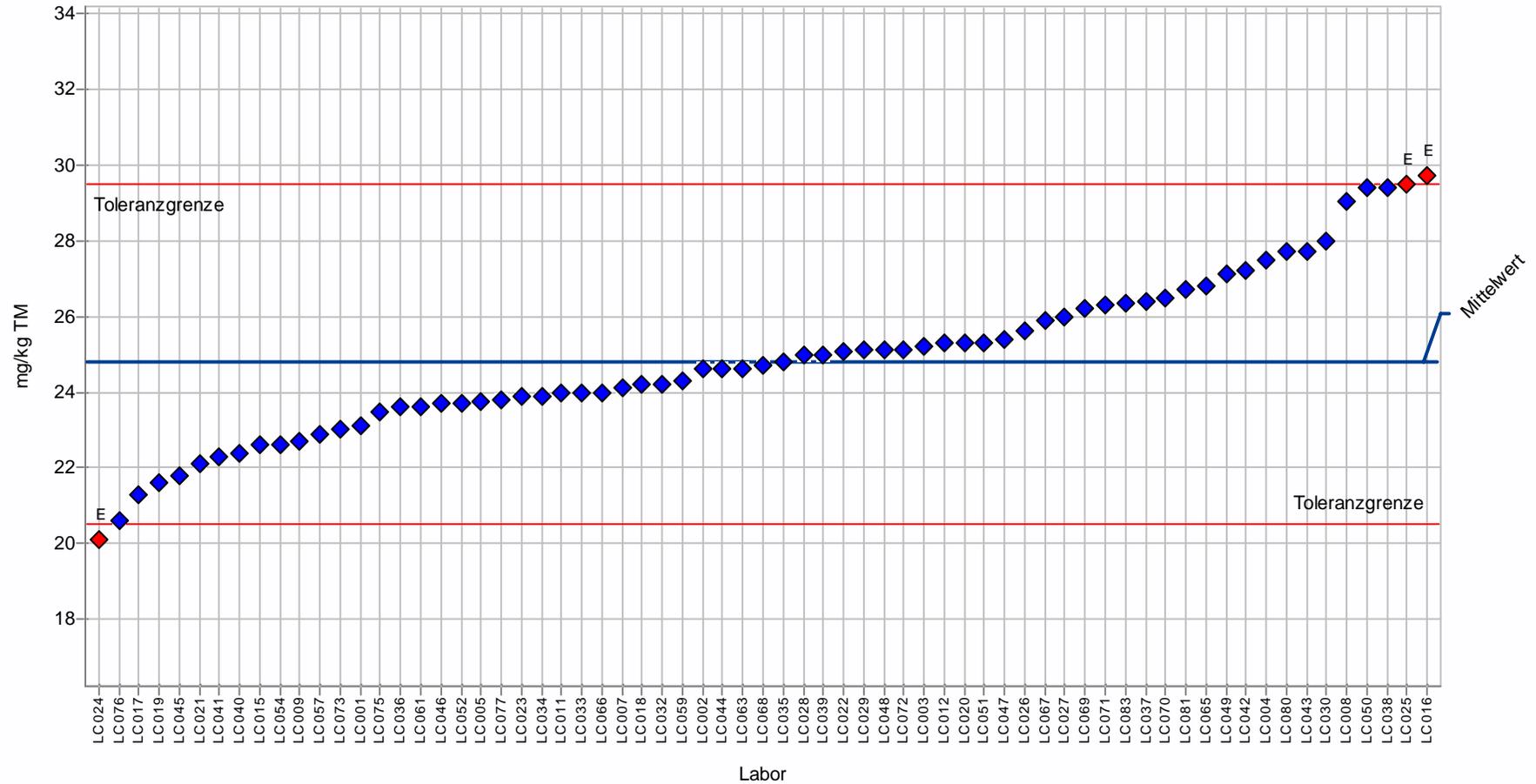


PROLab Plus

Abbildung 17: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Ni in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Nickel (Ni)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 20,528 - 29,494 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 24,814 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 2,178 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 8,78%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 3



PROLab Plus

4.1.8 Quecksilber

Tabelle 18: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Quecksilber (Hg) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	0,35100	-0,6		0,33300	0,9	
LC002	0,39800	0,3		0,31600	0,4	
LC003	0,44200	1,1		0,34200	1,1	
LC004	0,41100	0,5		0,33300	0,9	
LC005	0,36890	-0,2		0,30420	0,1	
LC007	0,40100	0,4		0,27600	-0,8	
LC008	0,41640	0,6		0,33130	0,8	
LC009	0,48900	1,9		0,31500	0,4	
LC011	0,30500	-1,5		0,23900	-1,9	
LC012	0,39000	0,2		0,27600	-0,8	
LC015	0,19000	-3,8	E	0,13000	-5,2	E
LC016	0,33200	-1,0		0,23600	-2,0	
LC017	0,45900	1,4		0,33100	0,8	
LC018	0,35900	-0,4		0,27000	-1,0	
LC019	nicht getestet			nicht getestet		
LC020	0,38100	0,0		0,26800	-1,0	
LC021	0,34900	-0,6		0,29800	-0,1	
LC022	0,35800	-0,4		0,32000	0,5	
LC023	0,32100	-1,2		0,24100	-1,8	
LC024	0,40000	0,4		0,31800	0,5	
LC025	0,43000	0,9		0,31700	0,4	
LC026	0,31700	-1,3		0,25200	-1,5	
LC027	0,41000	0,5		0,32100	0,5	
LC028	0,39000	0,2		0,27000	-1,0	
LC029	0,49700	2,0		0,32200	0,6	
LC030	0,41200	0,6		0,35100	1,3	
LC032	0,38500	0,1		0,30000	0,0	
LC033	0,36000	-0,4		0,35000	1,3	
LC034	0,38600	0,1		0,30700	0,2	
LC035	0,34000	-0,8		0,32000	0,5	
LC036	0,33400	-0,9		0,27300	-0,9	
LC037	0,34000	-0,8		0,30000	0,0	
LC038	0,37500	-0,1		0,29200	-0,3	
LC039	0,41700	0,7		0,32500	0,6	
LC040	0,45000	1,2		0,39500	2,5	E
LC041	0,38200	0,0		0,26400	-1,1	
LC042	0,37600	-0,1		0,30700	0,2	
LC043	0,32680	-1,1		0,32250	0,6	
LC044	0,43400	0,9		0,33600	0,9	
LC045	0,38100	0,0		0,31400	0,3	
LC046	0,44300	1,1		0,30200	0,0	
LC047	0,32600	-1,1		0,32600	0,7	
LC048	0,50900	2,3	E	0,35700	1,5	
LC049	0,37000	-0,2		0,30000	0,0	
LC050	0,84000	8,0	E	0,72000	11,4	E

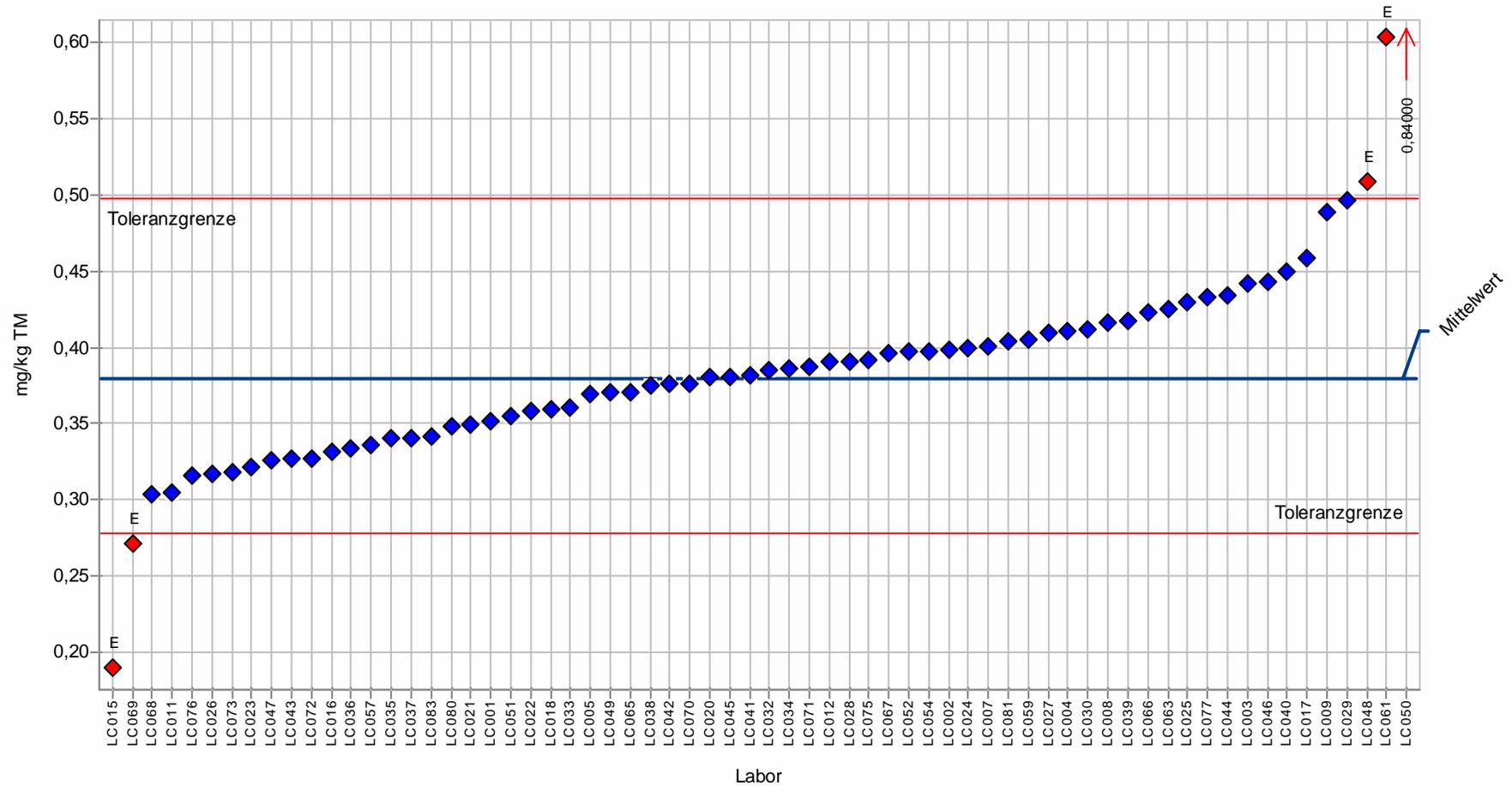
Fortsetzung Tabelle 18

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	0,35500	-0,5		0,29600	-0,2	
LC052	0,39700	0,3		0,30800	0,2	
LC054	0,39700	0,3		0,33200	0,8	
LC057	0,33600	-0,9		0,26400	-1,1	
LC059	0,40500	0,4		0,28800	-0,4	
LC061	0,60400	3,9	E	0,30900	0,2	
LC063	0,42500	0,8		0,31700	0,4	
LC065	0,37100	-0,2		0,30500	0,1	
LC066	0,42300	0,8		0,29500	-0,2	
LC067	0,39600	0,3		0,33400	0,9	
LC068	0,30400	-1,5		0,26000	-1,3	
LC069	0,27100	-2,2	E	0,29800	-0,1	
LC070	0,37610	-0,1		0,30140	0,0	
LC071	0,38700	0,1		0,28400	-0,5	
LC072	0,32700	-1,1		0,23100	-2,1	E
LC073	0,31800	-1,2		0,26350	-1,2	
LC075	0,39200	0,2		0,28200	-0,6	
LC076	0,31600	-1,3		0,24500	-1,7	
LC077	0,43300	0,9		0,33100	0,8	
LC080	0,34800	-0,6		0,31200	0,3	
LC081	0,40400	0,4		0,30200	0,0	
LC083	0,34100	-0,8		0,23200	-2,1	E
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤2,0			Z _u ≤2,0		
Anzahl Labore	66			66		
Anzahl E-Ausreißer	5			5		
Mittelwert	0,37971			0,30137		
Vergleich-Stdabw.	0,05305			0,03465		
Rel. Vergleich-Stdabw.	13,97%			11,50%		
HorRat	0,8			0,6		
untere Toleranzgrenze	0,27754			0,23397		
obere Toleranzgrenze	0,49718			0,37698		

Abbildung 18: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Hg in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Quecksilber (Hg)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 0,27754 - 0,49718 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,37971 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,05305 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 13,97%
 Anzahl Labore: 66
 Anzahl E-Ausreißer: 5

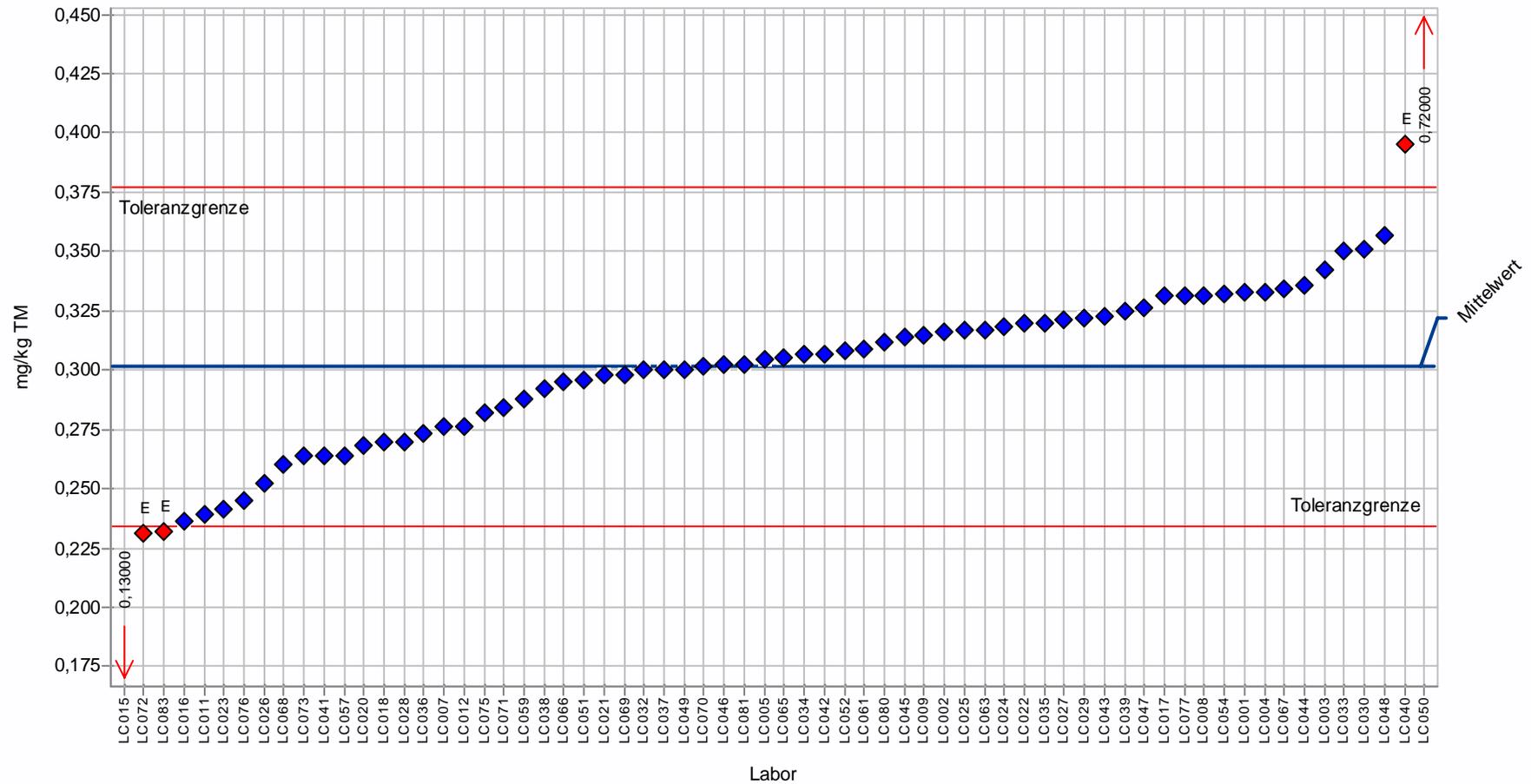


PROLab Plus

Abbildung 19: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Hg in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Quecksilber (Hg)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 0,23397 - 0,37698 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,30137 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,03465 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 11,50%
 Anzahl Labore: 66
 Anzahl E-Ausreißer: 5



PROLab Plus

4.1.9 Thallium

Tabelle 19: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Thallium (TI) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	0,15400	0,5		0,10100	-1,3	
LC002	0,16800	1,1		0,14400	1,0	
LC003	0,14000	-0,1		0,16000	1,7	
LC004	0,14600	0,2		0,11200	-0,7	
LC005	0,18720	2,0		0,16580	2,0	
LC007	< 0,40000		BG	< 0,40000		BG
LC008	0,13560	-0,3		0,10290	-1,2	
LC009	0,14500	0,2		0,14700	1,1	
LC011	0,16300	0,9		0,14500	1,0	
LC012	0,13700	-0,2		0,11500	-0,5	
LC015	0,20000	2,5	E	0,16000	1,7	
LC016	0,14000	-0,1		0,12000	-0,3	
LC017	0,10600	-1,7		0,10700	-1,0	
LC018	0,13300	-0,4		0,11500	-0,5	
LC019	0,15000	0,4		0,18000	2,7	E
LC020	< 0,20000		BG	< 0,20000		BG
LC021	0,16600	1,1		0,12400	0,0	
LC022	0,13700	-0,2		0,12800	0,2	
LC023	nicht getestet			nicht getestet		
LC024	0,13000	-0,6		0,11200	-0,7	
LC025	0,17800	1,6		0,14200	0,9	
LC026	0,10400	-1,8		0,10700	-1,0	
LC027	0,13000	-0,6		0,12100	-0,2	
LC028	0,14000	-0,1		0,16000	1,7	
LC029	0,14700	0,2		0,15100	1,3	
LC030	0,15100	0,4		0,13100	0,3	
LC032	0,11500	-1,3		< 0,10000		
LC033	0,13800	-0,2		0,17800	2,6	E
LC034	0,12300	-0,9		0,10300	-1,2	
LC035	0,15000	0,4		0,11000	-0,8	
LC036	0,14400	0,1		0,11400	-0,6	
LC037	0,16000	0,8		0,13000	0,3	
LC038	0,15100	0,4		0,13200	0,4	
LC039	0,13000	-0,6		0,11800	-0,4	
LC040	0,28200	6,0	E	0,15300	1,4	
LC041	0,15400	0,5		0,11900	-0,3	
LC042	0,12700	-0,7		0,10900	-0,9	
LC043	0,11120	-1,5		0,10150	-1,3	
LC044	0,15900	0,8		0,10200	-1,3	
LC045	0,15500	0,6		0,13200	0,4	
LC046	0,16300	0,9		0,15500	1,5	
LC047	0,15500	0,6		0,12300	-0,1	
LC048	0,14600	0,2		0,11300	-0,7	
LC049	0,14000	-0,1		0,12000	-0,3	
LC050	0,13500	-0,3		0,09900	-1,5	

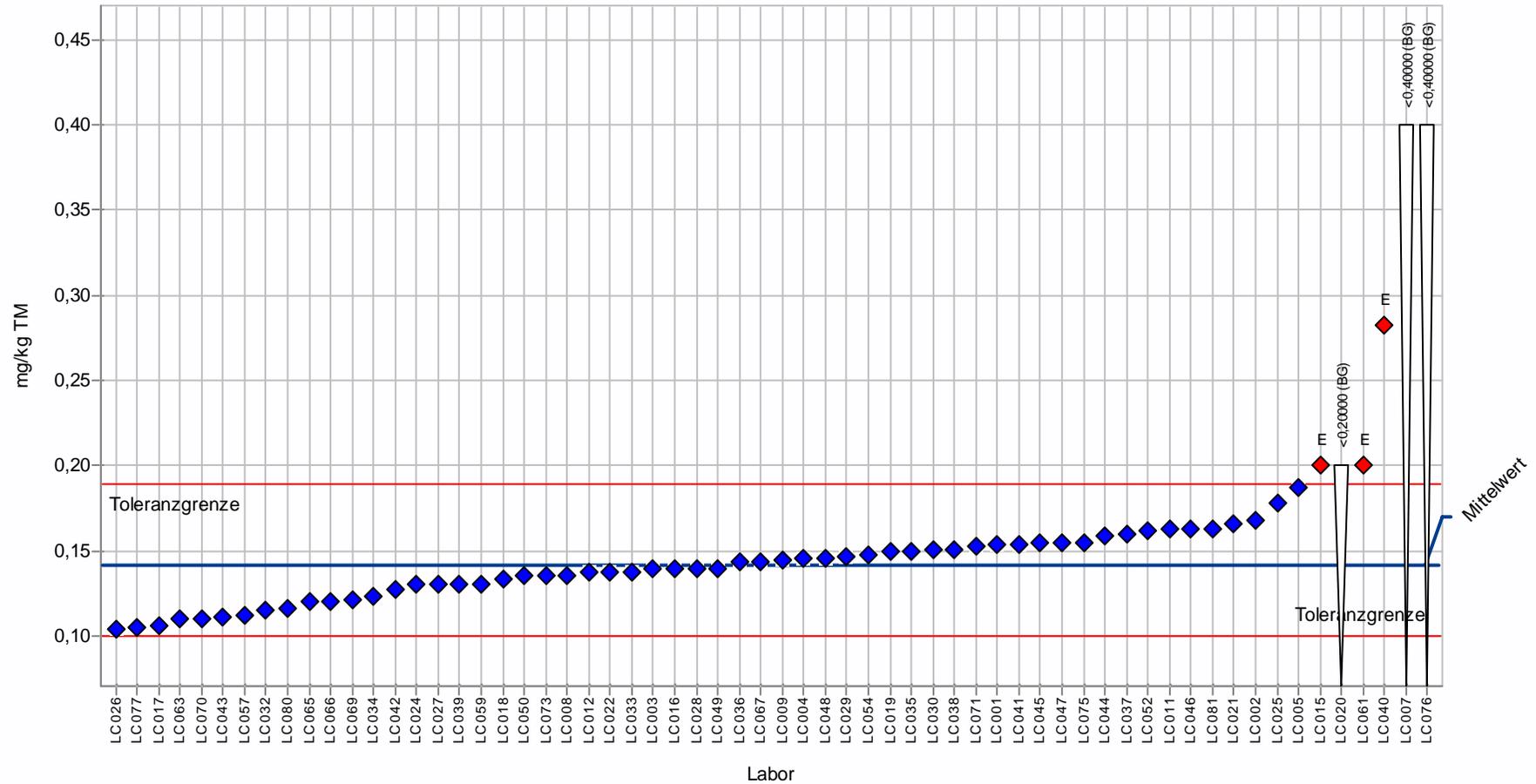
Fortsetzung Tabelle 19

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	nicht getestet			nicht getestet		
LC052	0,16200	0,9		0,14500	1,0	
LC054	0,14800	0,3		0,12200	-0,1	
LC057	0,11200	-1,4		0,11500	-0,5	
LC059	0,13000	-0,6		0,19000	3,2	E
LC061	0,20000	2,5	E	0,13700	0,6	
LC063	0,11000	-1,5		0,12000	-0,3	
LC065	0,12000	-1,1		0,09500	-1,7	
LC066	0,12000	-1,1		0,10800	-0,9	
LC067	0,14400	0,1		0,12300	-0,1	
LC068	nicht getestet			nicht getestet		
LC069	0,12100	-1,0		0,11400	-0,6	
LC070	0,11000	-1,5		0,12100	-0,2	
LC071	0,15300	0,5		0,12000	-0,3	
LC072	nicht getestet			nicht getestet		
LC073	0,13500	-0,3		0,10500	-1,1	
LC075	0,15500	0,6		0,12800	0,2	
LC076	< 0,40000		BG	< 0,40000		BG
LC077	0,10500	-1,8		0,11000	-0,8	
LC080	0,11600	-1,2		< 0,10000		
LC081	0,16300	0,9		0,12000	-0,3	
LC083	nicht getestet			nicht getestet		
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤ 2,0			Z _u ≤ 2,0		
Anzahl Labore	62			62		
Anzahl E-Ausreißer	3			3		
Mittelwert	0,14118			0,12456		
Vergleich-Stdabw.	0,02157			0,01877		
Rel. Vergleich-Stdabw.	15,28%			15,07%		
HorRat	0,7			0,7		
untere Toleranzgrenze	0,09985			0,08857		
obere Toleranzgrenze	0,18931			0,16640		

Abbildung 20: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für TI in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Thallium (TI)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 0,09985 - 0,18931 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,14118 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,02157 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 15,28%
 Anzahl Labore: 59
 Anzahl E-Ausreißer: 3

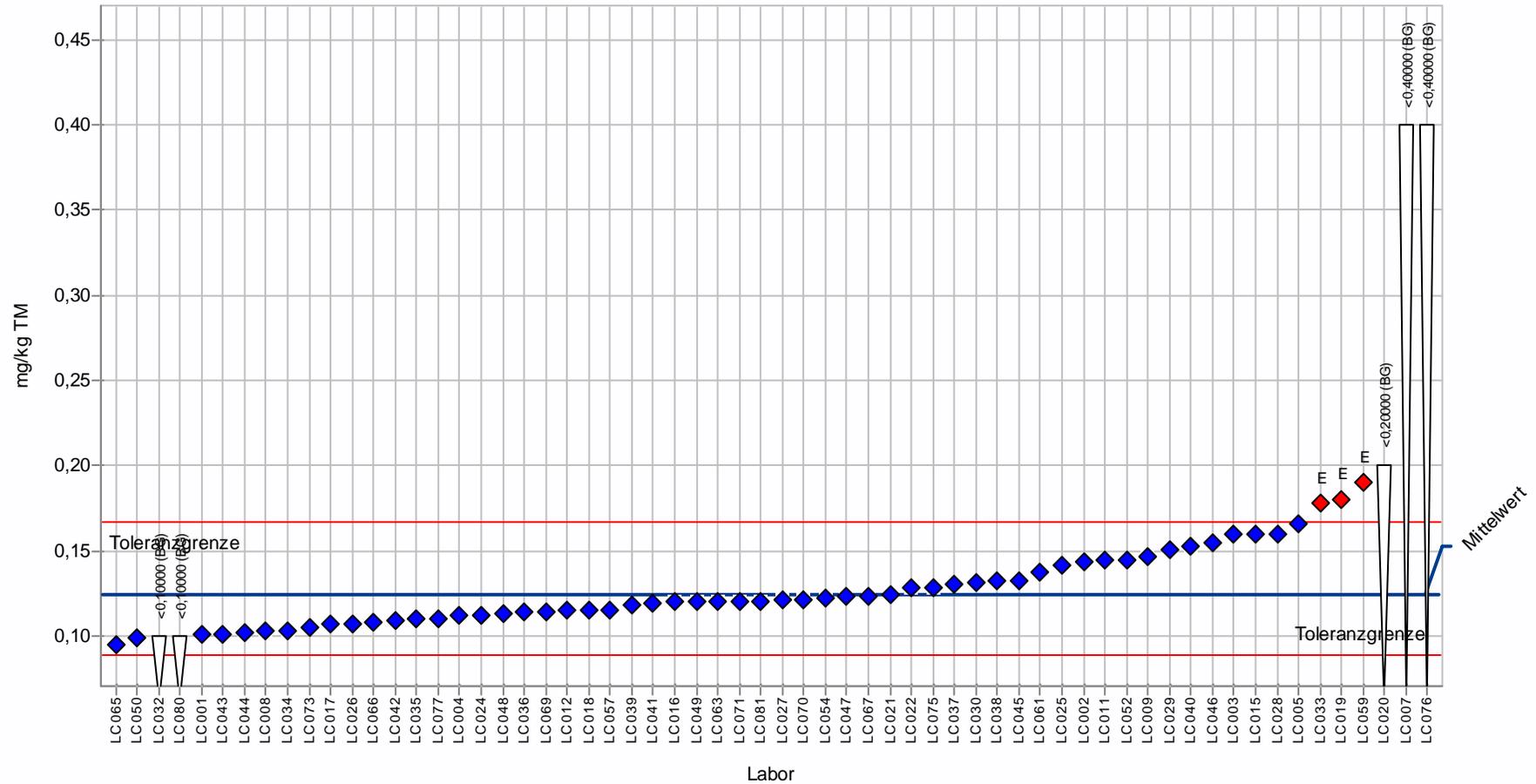


PROLab Plus

Abbildung 21: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für TI in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Thallium (TI)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 0,08857 - 0,16640 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,12456 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,01877 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 15,07%
 Anzahl Labore: 57
 Anzahl E-Ausreißer: 3



PROLab Plus

4.1.10 Zink

Tabelle 20: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Zink (Zn) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024			KS 2-FS/2024		
	mg/kg TM	Z _u -Score	Fehler	mg/kg TM	Z _u -Score	Fehler
LC001	1060,00	2,7	E	1130,00	2,4	E
LC002	874,00	-0,2		923,00	-0,7	
LC003	871,20	-0,3		946,90	-0,3	
LC004	874,00	-0,2		979,00	0,2	
LC005	940,10	0,8		1051,00	1,2	
LC007	840,00	-0,8		875,00	-1,5	
LC008	923,50	0,6		1043,00	1,1	
LC009	950,00	1,0		1036,00	1,0	
LC011	836,00	-0,9		916,00	-0,8	
LC012	877,00	-0,2		942,00	-0,4	
LC015	747,00	-2,4	E	810,00	-2,5	E
LC016	829,00	-1,0		874,00	-1,5	
LC017	847,00	-0,7		1000,00	0,5	
LC018	876,00	-0,2		950,00	-0,3	
LC019	921,00	0,5		1012,00	0,6	
LC020	920,00	0,5		983,60	0,2	
LC021	854,00	-0,6		965,00	-0,1	
LC022	871,00	-0,3		988,00	0,3	
LC023	952,00	1,0		998,00	0,4	
LC024	838,00	-0,9		925,00	-0,7	
LC025	871,00	-0,3		949,00	-0,3	
LC026	839,00	-0,8		952,00	-0,3	
LC027	936,00	0,8		1020,00	0,8	
LC028	900,00	0,2		960,00	-0,1	
LC029	912,00	0,4		985,00	0,2	
LC030	911,00	0,4		1010,00	0,6	
LC032	898,00	0,1		986,00	0,3	
LC033	805,00	-1,4		858,00	-1,8	
LC034	904,00	0,2		1011,00	0,6	
LC035	875,00	-0,2		940,00	-0,5	
LC036	852,00	-0,6		940,00	-0,5	
LC037	919,00	0,5		1005,00	0,5	
LC038	955,00	1,1		1051,00	1,2	
LC039	943,00	0,9		1060,00	1,4	
LC040	754,00	-2,3	E	898,00	-1,1	
LC041	1070,00	2,9	E	1220,00	3,7	E
LC042	975,00	1,4		1020,00	0,8	
LC043	856,00	-0,6		907,00	-1,0	
LC044	888,00	0,0		982,00	0,2	
LC045	838,00	-0,9		914,00	-0,9	
LC046	901,00	0,2		973,00	0,1	
LC047	907,00	0,3		1000,00	0,5	
LC048	904,00	0,2		981,00	0,2	
LC049	933,00	0,7		1007,00	0,6	
LC050	832,60	-1,0		907,60	-1,0	

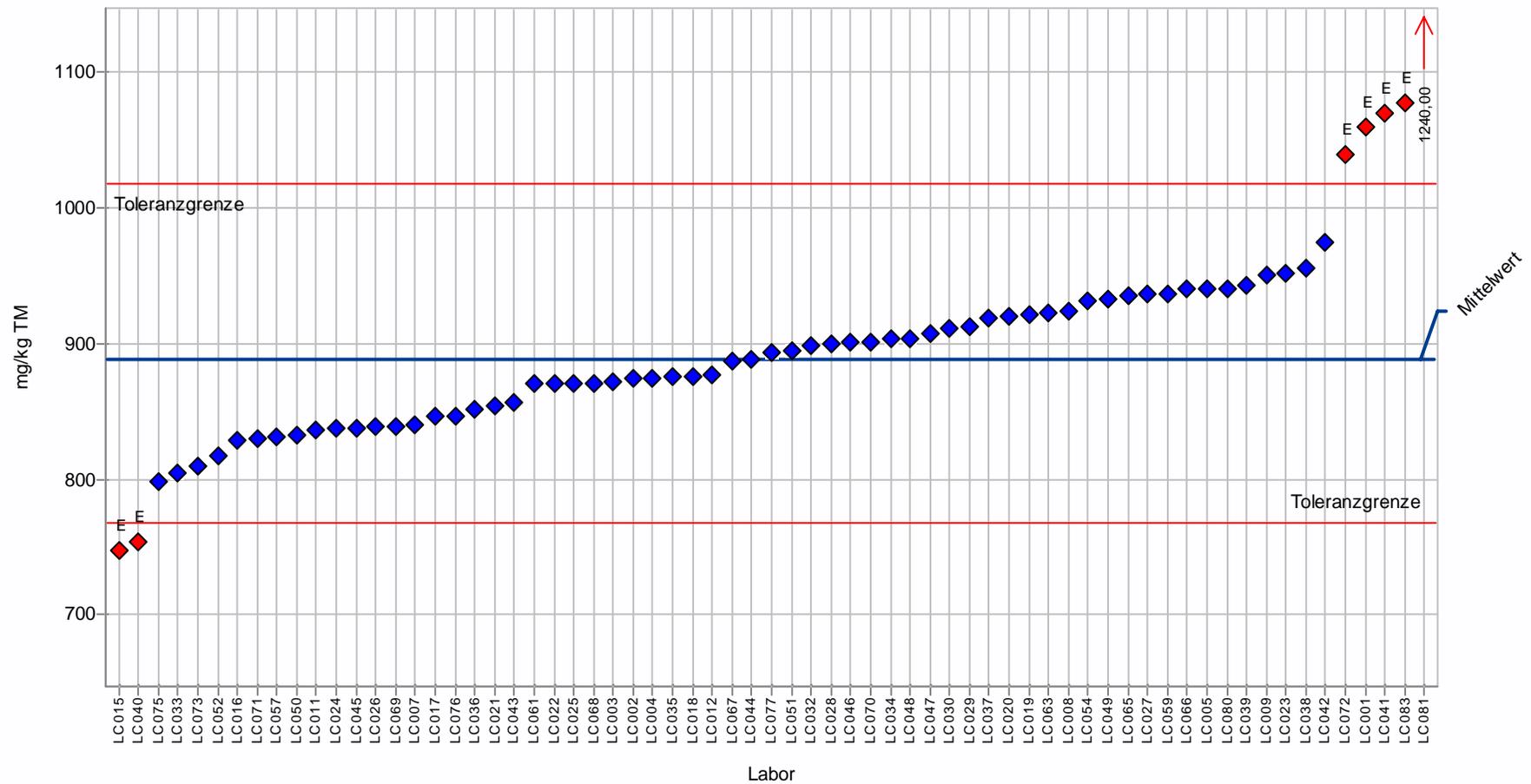
Fortsetzung Tabelle 20

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	895,00	0,1		978,00	0,1	
LC052	817,00	-1,2		908,00	-1,0	
LC054	931,00	0,7		969,00	0,0	
LC057	831,00	-1,0		875,00	-1,5	
LC059	936,00	0,8		1010,00	0,6	
LC061	870,00	-0,3		933,00	-0,6	
LC063	922,00	0,5		1010,00	0,6	
LC065	935,00	0,7		1010,00	0,6	
LC066	940,00	0,8		1020,00	0,8	
LC067	887,00	0,0		964,00	-0,1	
LC068	871,00	-0,3		969,00	0,0	
LC069	839,00	-0,8		967,00	0,0	
LC070	901,00	0,2		998,00	0,4	
LC071	830,00	-1,0		895,00	-1,2	
LC072	1040,00	2,4	E	1042,00	1,1	
LC073	809,20	-1,3		881,50	-1,4	
LC075	798,00	-1,5		872,00	-1,5	
LC076	847,00	-0,7		916,00	-0,8	
LC077	893,00	0,1		993,00	0,4	
LC080	941,00	0,8		1017,00	0,7	
LC081	1240,00	5,6	E	1400,00	6,4	E
LC083	1078,00	3,0	E	1207,00	3,6	E
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Zu ≤2,0			Zu ≤2,0		
Anzahl Labore	67			67		
Anzahl E-Ausreißer	7			5		
Mittelwert	888,63			968,68		
Vergleich-Stdabw.	60,88			64,75		
Rel. Vergleich-Stdabw.	6,85%			6,68%		
HorRat	1,2			1,2		
untere Toleranzgrenze	767,81			840,09		
obere Toleranzgrenze	1018,01			1106,16		

Abbildung 22: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Zn in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Zink (Zn)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 767,81 - 1018,01 mg/kg TM ($|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$)

Mittelwert: 888,63 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 60,88 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 6,85%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 7

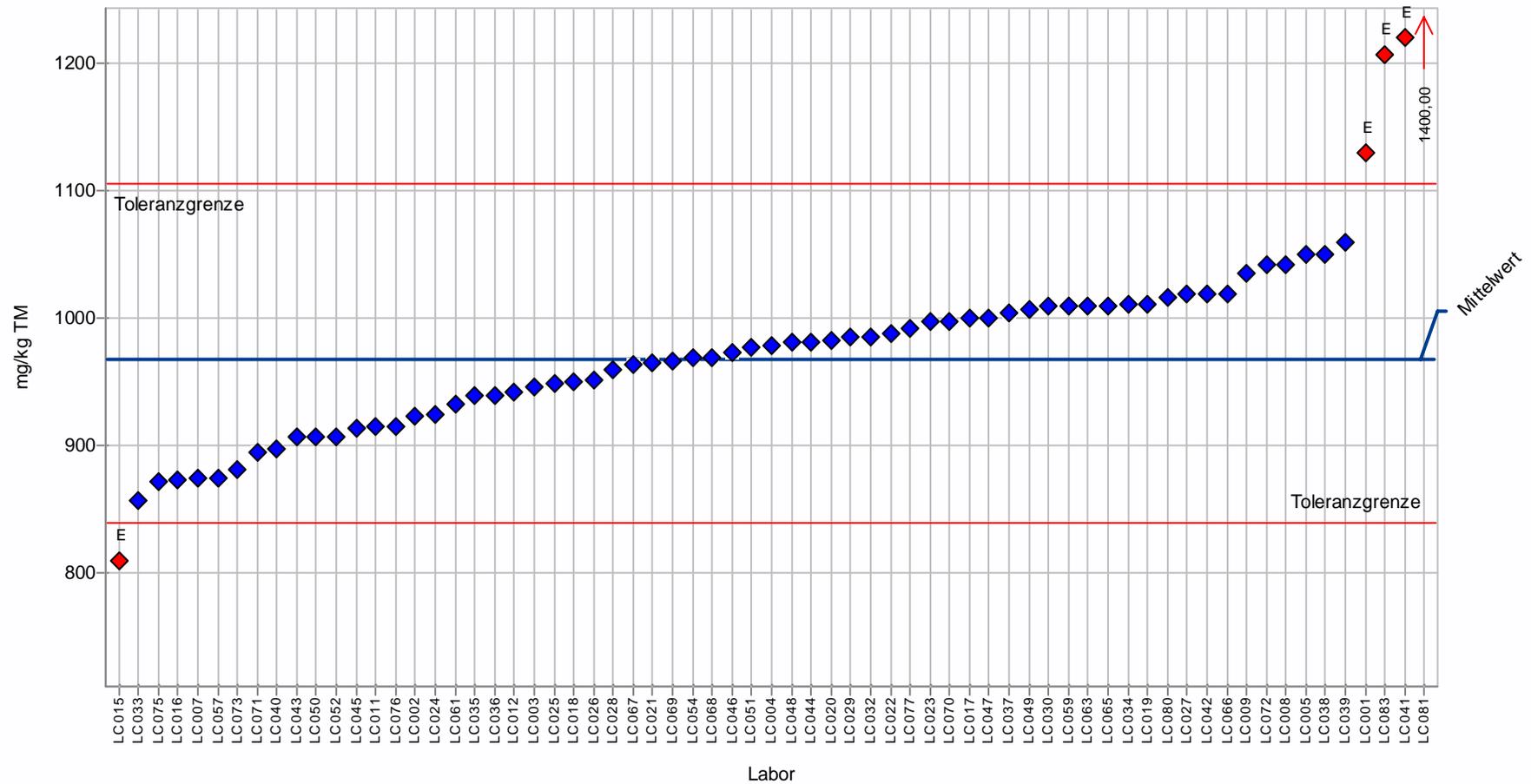


PROLab Plus

Abbildung 23: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Zn in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Zink (Zn)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 840,09 - 1106,16 mg/kg TM ($|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$)

Mittelwert: 968,68 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 64,75 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 6,68%
 Anzahl Labore: 67
 Anzahl E-Ausreißer: 5



PROLab Plus

4.1.11 Chrom(VI) (fakultativ)

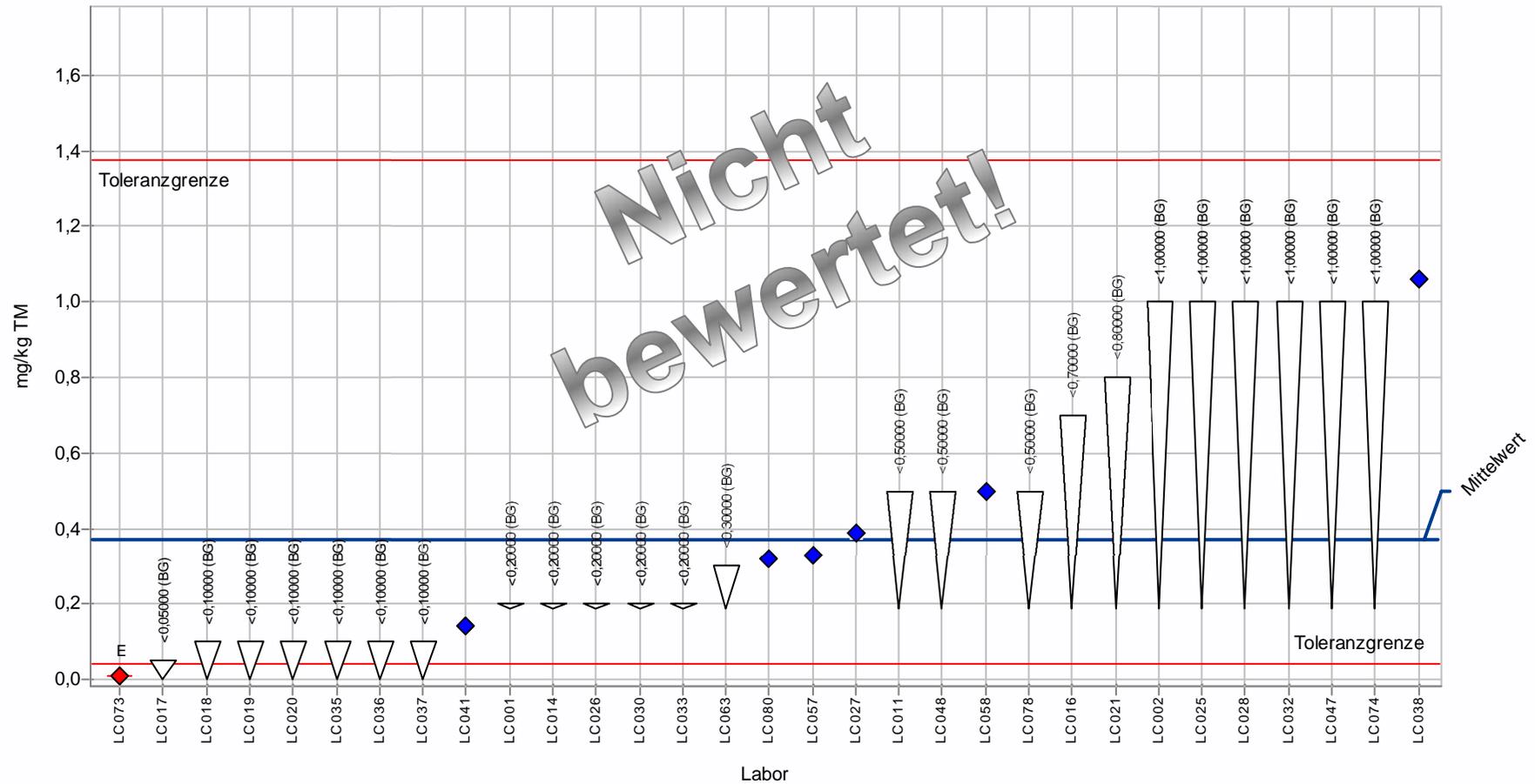
Tabelle 21: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Chrom(VI) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	< 0,20000			< 0,20000		
LC002	< 1,00000			< 1,00000		
LC011	< 0,50000			< 0,50000		
LC014	< 0,20000			< 0,20000		
LC016	< 0,70000			< 0,70000		
LC017	< 0,05000			< 0,05000		
LC018	< 0,10000			< 0,10000		
LC019	< 0,10000			< 0,10000		
LC020	< 0,10000			< 0,10000		
LC021	< 0,80000			< 0,80000		
LC022	nicht getestet			nicht getestet		
LC025	< 1,00000			< 1,00000		
LC026	< 0,20000			< 0,20000		
LC027	0,39000	0,0		0,28000	-0,6	
LC028	< 1,00000			< 1,00000		
LC030	< 0,20000			< 0,20000		
LC032	< 1,00000			< 1,00000		
LC033	< 0,20000			< 0,20000		
LC035	< 0,10000			< 0,10000		
LC036	< 0,10000			< 0,10000		
LC037	< 0,10000			< 0,10000		
LC038	1,06000	1,4		1,22000	1,9	
LC041	0,14200	-1,4		< 0,10000		
LC042	nicht getestet			nicht getestet		
LC047	< 1,00000			< 1,00000		
LC048	< 0,50000			< 0,50000		
LC049	nicht getestet			nicht getestet		
LC057	0,32700	-0,3		0,27600	-0,7	
LC058	0,50000	0,3		0,50000	0,3	
LC063	< 0,30000			< 0,30000		
LC069	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	nicht getestet			nicht getestet		
LC073	0,01000	-2,3	E	0,02000	-2,2	E
LC074	< 1,00000			< 1,00000		
LC078	< 0,50000			< 0,50000		
LC080	0,32000	-0,3		0,38000	0,0	

Abbildung 24: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cr(VI) in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Chrom (VI)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 0,04256 - 1,37621 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,37179 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,36117 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 97,14%
 Anzahl Labore: 7
 Anzahl E-Ausreißer: 1

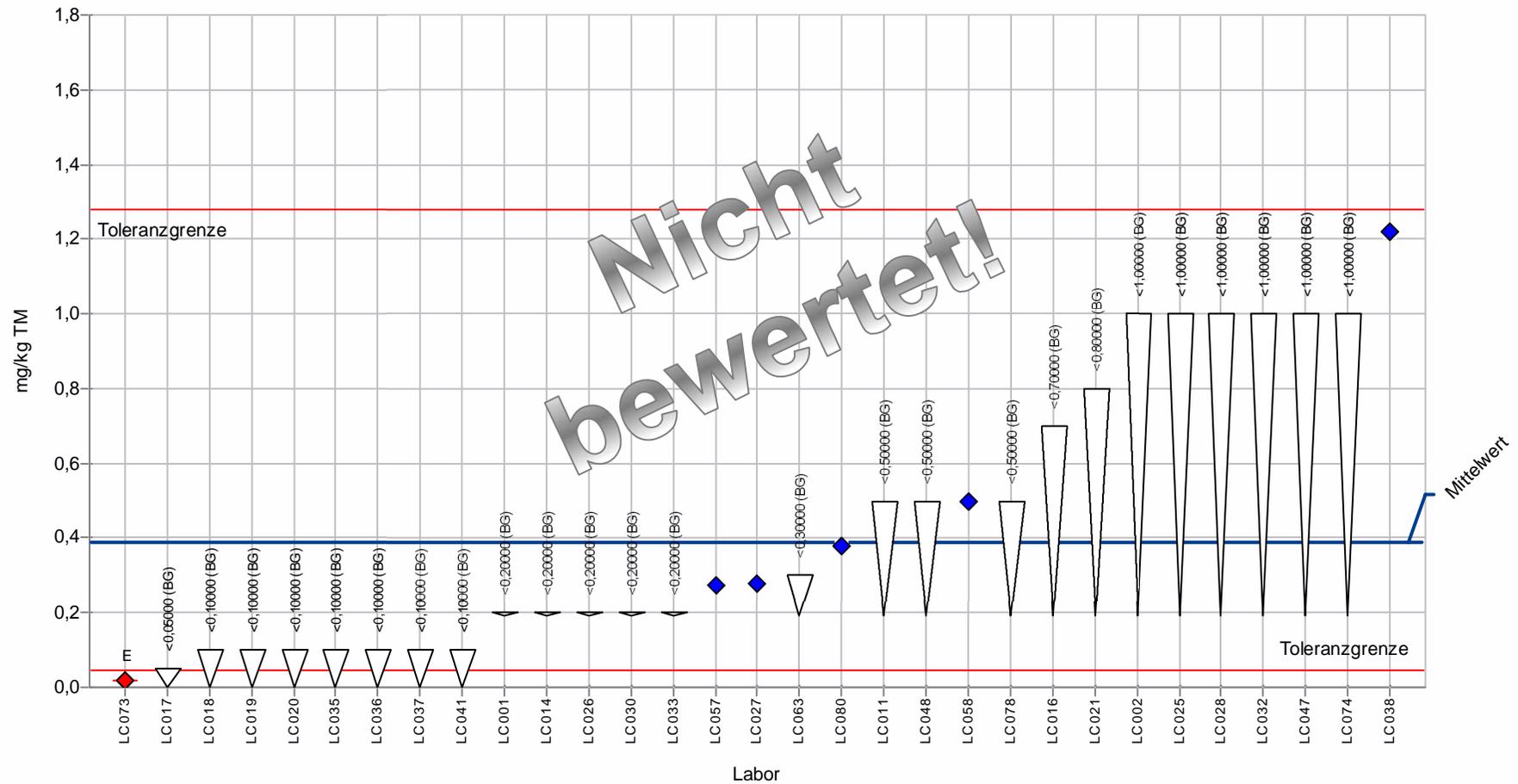


PROLab Plus

Abbildung 25: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cr(VI) in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Chrom (VI)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 0,04727 - 1,27908 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,38773 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,32178 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 82,99%
 Anzahl Labore: 6
 Anzahl E-Ausreißer: 1



PROLab Plus

4.2 Parameterbereich FMA 1.3: AOX im Klärschlamm

Tabelle 22: Merkmalsübersicht FMA 1.3 für die Ringversuchsproben (KS1-FS/2024 und KS2-FS/2024)

Merkmal	Einheit	Probe	Mittelwert	Rel. Vergleich-Stdabw.	unt. Toleranzgr.	ob. Toleranzgr.
Adsorbierte, organisch gebundene Halogene	mg/kg TM	KS 1-FS/2024	118,00	8,80%	97,58	140,30
Adsorbierte, organisch gebundene Halogene	mg/kg TM	KS 2-FS/2024	134,21	9,49%	109,22	161,69

4.2.1 AOX

Tabelle 23: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für AOX bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	124,80	0,6		134,70	0,0	
LC002	123,00	0,5		123,00	-0,9	
LC005	116,10	-0,2		105,70	-2,3	E
LC007	123,00	0,5		139,00	0,4	
LC008	119,27	0,1		127,62	-0,5	
LC011	98,32	-2,0		130,30	-0,3	
LC012	102,00	-1,6		109,00	-2,1	E
LC014	112,00	-0,6		144,00	0,7	
LC015	124,52	0,6		142,04	0,6	
LC016	106,00	-1,2		152,00	1,3	
LC017	69,20	-4,9	E	62,40	-5,9	E
LC018	113,00	-0,5		117,00	-1,4	
LC020	98,00	-2,0		121,00	-1,1	
LC021	115,00	-0,3		131,00	-0,3	
LC022	142,10	2,2	E	148,00	1,0	
LC023	126,00	0,7		147,00	1,0	
LC024	121,00	0,3		141,00	0,5	
LC025	140,00	2,0		157,00	1,7	
LC026	129,00	1,0		142,00	0,6	
LC027	125,00	0,6		157,00	1,7	
LC028	125,00	0,6		139,00	0,4	
LC029	124,00	0,6		146,00	0,9	
LC030	101,00	-1,7		102,00	-2,6	E
LC031	108,00	-1,0		114,00	-1,7	
LC032	102,00	-1,6		118,00	-1,3	
LC033	118,00	0,0		107,00	-2,2	E
LC034	119,00	0,1		134,00	0,0	
LC035	122,00	0,4		135,00	0,1	
LC037	106,00	-1,2		145,00	0,8	
LC038	109,30	-0,9		134,00	0,0	
LC039	122,00	0,4		136,00	0,1	
LC040	117,00	-0,1		139,10	0,4	
LC041	120,00	0,2		134,00	0,0	
LC042	113,00	-0,5		135,00	0,1	
LC043	121,00	0,3		136,00	0,1	
LC044	124,00	0,6		128,00	-0,5	
LC045	117,00	-0,1		142,00	0,6	
LC046	126,00	0,7		140,00	0,4	
LC047	122,00	0,4		136,00	0,1	
LC048	125,00	0,6		135,00	0,1	

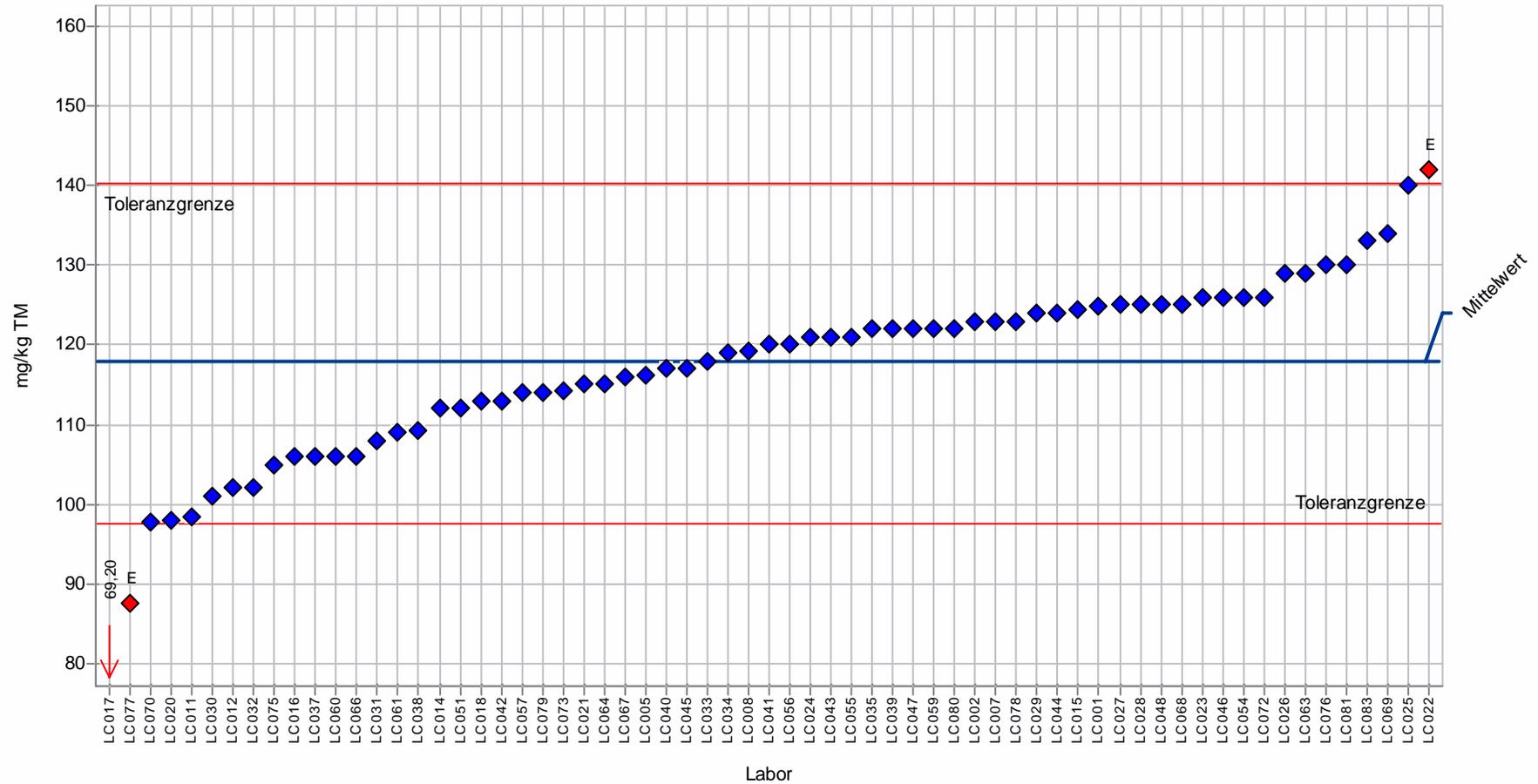
Fortsetzung Tabelle 23

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	112,00	-0,6		125,00	-0,8	
LC054	126,00	0,7		140,00	0,4	
LC055	121,00	0,3		127,00	-0,6	
LC056	120,00	0,2		150,00	1,2	
LC057	114,00	-0,4		162,00	2,1	E
LC059	122,00	0,4		146,00	0,9	
LC060	106,00	-1,2		121,00	-1,1	
LC061	109,00	-0,9		127,00	-0,6	
LC063	129,00	1,0		137,00	0,2	
LC064	115,00	-0,3		120,00	-1,2	
LC066	106,00	-1,2		153,00	1,4	
LC067	116,00	-0,2		146,00	0,9	
LC068	125,00	0,6		145,00	0,8	
LC069	134,00	1,5		140,00	0,4	
LC070	97,70	-2,0		104,00	-2,5	E
LC072	126,00	0,7		132,00	-0,2	
LC073	114,30	-0,4		140,00	0,4	
LC075	105,00	-1,3		113,00	-1,7	
LC076	130,00	1,1		131,00	-0,3	
LC077	87,60	-3,1	E	114,00	-1,7	
LC078	123,00	0,5		143,00	0,7	
LC079	114,00	-0,4		120,00	-1,2	
LC080	122,00	0,4		134,00	0,0	
LC081	130,00	1,1		144,00	0,7	
LC083	133,00	1,4		136,00	0,1	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤2,0			Z _u ≤2,0		
Anzahl Labore	65			65		
Anzahl E-Ausreißer	3			7		
Mittelwert	118,00			134,21		
Vergleich-Stdabw.	10,38			12,74		
Rel. Vergleich-Stdabw.	8,80%			9,49%		
HorRat	1,1			1,2		
untere Toleranzgrenze	97,58			109,22		
obere Toleranzgrenze	140,30			161,69		

Abbildung 26: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für AOX in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: AOX
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 97,58 - 140,30 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 118,00 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 10,38 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 8,80%
 Anzahl Labore: 65
 Anzahl E-Ausreißer: 3

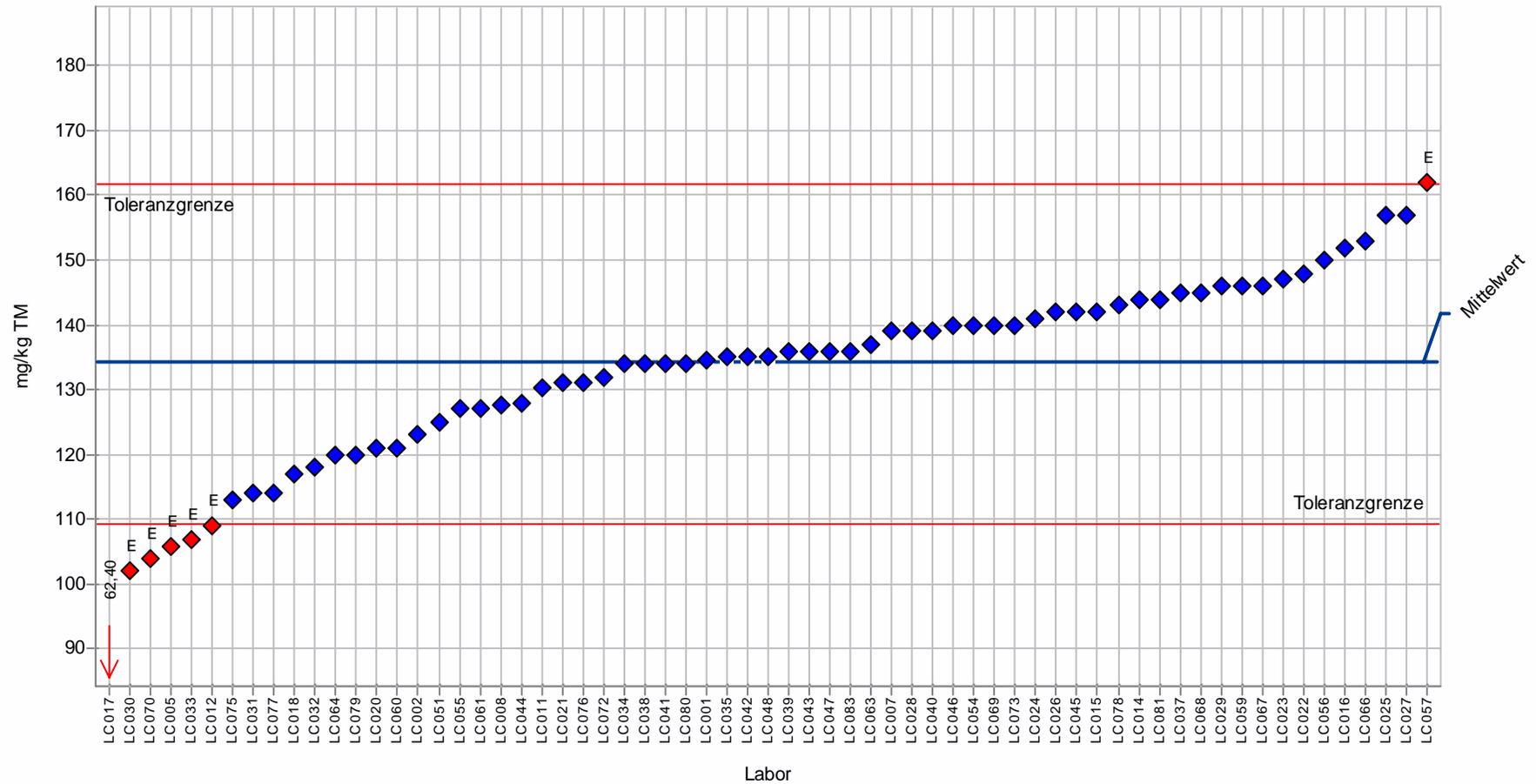


PROLab Plus

Abbildung 27: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für AOX in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: AOX
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 109,22 - 161,69 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 134,21 mg/kg TM
 Vergleich-Stdabw.: 12,74 mg/kg TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 9,49%
 Anzahl Labore: 65
 Anzahl E-Ausreißer: 7



PROLab Plus

4.3 Parameterbereich FMA 1.4: Nährstoffe und physikalische Parameter im Klärschlamm

Tabelle 24: Merkmalsübersicht FMA 1.4 für die Ringversuchsproben (KS1-FS/2024 und KS2-FS/2024)

Merkmale	Einheit	Probe	Mittelwert	Rel. Vergleich-Stdabw. %	unt. Toleranzgr.	ob. Toleranzgr.
Ammonium-Stickstoff	% TM	KS 1-FS/2024	1,9215	5,31%	1,7176	2,1365
Ammonium-Stickstoff	% TM	KS 2-FS/2024	2,2242	4,61%	2,0186	2,4394
Basisch wirksame Stoffe als CaO	% TM	KS 1-FS/2024	6,2767	12,94%	4,7066	8,0635
Basisch wirksame Stoffe als CaO	% TM	KS 2-FS/2024	6,3817	14,79%	4,5696	8,4823
Gesamt-Stickstoff	% TM	KS 1-FS/2024	5,3831	3,96%	4,9543	5,8293
Gesamt-Stickstoff	% TM	KS 2-FS/2024	6,1434	3,49%	5,7108	6,5914
Organische Substanz	% TM	KS 1-FS/2024	57,533	2,50% ¹⁾	54,620	60,519
Organische Substanz	% TM	KS 2-FS/2024	65,605	2,50% ¹⁾	62,283	69,010
Phosphor (elementar)	% TM	KS 1-FS/2024	3,8515	6,98%	3,3185	4,4231
Phosphor (elementar)	% TM	KS 2-FS/2024	4,1263	6,78%	3,5707	4,7208
pH-Wert		KS 1-FS/2024	7,2219	1,80%	6,9572	7,4915
pH-Wert		KS 2-FS/2024	7,1320	2,19%	6,8148	7,4561
Trockensubstanz	%	KS 1-FS/2024	10,861	2,50% ¹⁾	10,311	11,425
Trockensubstanz	%	KS 2-FS/2024	12,151	2,50% ¹⁾	11,536	12,782

¹⁾: Sollstandardabweichung

4.3.1 Ammonium-Stickstoff

Tabelle 25: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Ammonium-Stickstoff bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	1,6260	-3,0	E	1,9140	-3,1	E
LC002	1,9600	0,4		2,2700	0,4	
LC003	1,8800	-0,4		2,1800	-0,4	
LC004	nicht getestet			nicht getestet		
LC005	1,9230	0,0		2,2230	0,0	
LC006	nicht getestet			nicht getestet		
LC007	nicht getestet			nicht getestet		
LC008	nicht getestet			nicht getestet		
LC009	1,8800	-0,4		2,1400	-0,8	
LC010	nicht getestet			nicht getestet		
LC011	1,8880	-0,3		2,2450	0,2	
LC012	2,0300	1,0		2,3400	1,1	
LC013	nicht getestet			nicht getestet		
LC014	2,0000	0,7		2,1000	-1,2	
LC015	1,9500	0,3		2,2600	0,3	
LC016	1,8400	-0,8		2,0800	-1,4	
LC017	1,8200	-1,0		2,0000	-2,2	E
LC018	1,8100	-1,1		2,1500	-0,7	
LC019	1,9700	0,5		2,2300	0,1	
LC020	1,9600	0,4		2,3400	1,1	
LC021	1,9100	-0,1		2,2300	0,1	
LC022	13,1000	106,6	E	15,7000	128,3	E
LC023	1,3200	-6,0	E	12,1000	94,1	E
LC024	2,0000	0,7		2,2000	-0,2	
LC025	1,9900	0,7		2,3300	1,0	
LC026	1,9100	-0,1		2,2100	-0,1	
LC027	2,0900	1,6		2,1600	-0,6	
LC028	2,0100	0,8		2,3100	0,8	
LC029	2,0100	0,8		2,3000	0,7	
LC030	1,9600	0,4		2,1500	-0,7	
LC031	1,4600	-4,6	E	2,2500	0,2	
LC032	1,9300	0,1		2,2600	0,3	
LC033	1,8290	-0,9		2,0970	-1,3	
LC034	1,8900	-0,3		2,2500	0,2	
LC035	2,0000	0,7		2,3000	0,7	
LC037	1,8400	-0,8		2,1600	-0,6	
LC038	2,9430	9,7	E	2,2150	-0,1	
LC040	1,8900	-0,3		2,1700	-0,5	
LC041	1,6800	-2,4	E	2,0100	-2,1	E
LC042	1,7500	-1,7		2,1700	-0,5	
LC043	2,0050	0,8		2,3210	0,9	
LC044	1,9300	0,1		2,2300	0,1	
LC045	1,8800	-0,4		2,1700	-0,5	
LC046	1,9700	0,5		2,3000	0,7	
LC047	1,9700	0,5		2,3100	0,8	
LC048	1,8800	-0,4		2,1500	-0,7	
LC049	1,8600	-0,6		2,0700	-1,5	

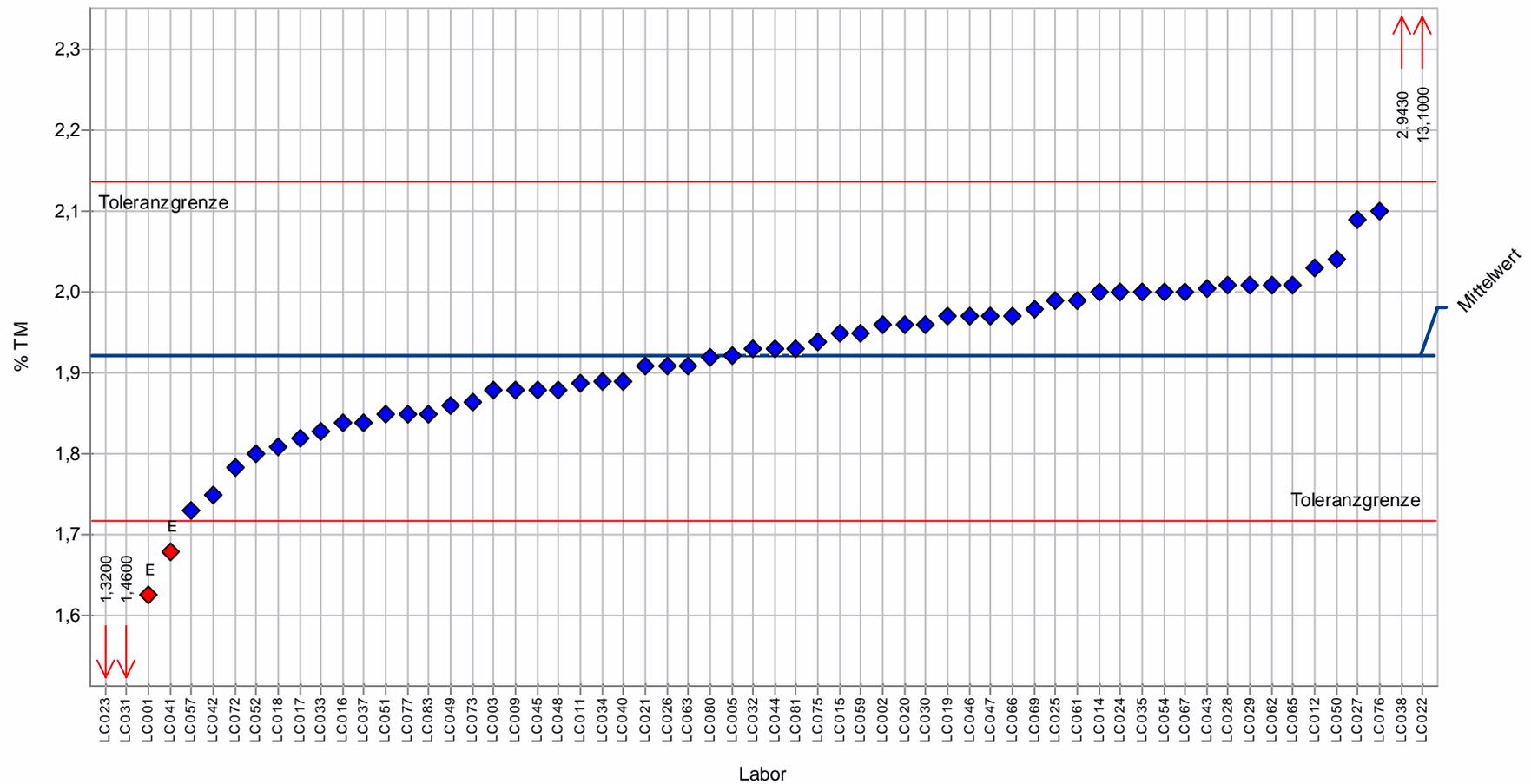
Fortsetzung Tabelle 25

Labor	KS 1-FS/2024	Zu-Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Zu-Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC050	2,0400	1,1		2,3500	1,2	
LC051	1,8500	-0,7		2,2790	0,5	
LC052	1,8000	-1,2		2,1600	-0,6	
LC053	nicht getestet			nicht getestet		
LC054	2,0000	0,7		2,3000	0,7	
LC057	1,7300	-1,9		1,9600	-2,6	E
LC059	1,9500	0,3		2,3400	1,1	
LC061	1,9900	0,7		2,3000	0,7	
LC062	2,0100	0,8		2,3300	1,0	
LC063	1,9100	-0,1		2,1800	-0,4	
LC065	2,0100	0,8		2,2900	0,6	
LC066	1,9700	0,5		2,2800	0,5	
LC067	2,0000	0,7		2,2700	0,4	
LC068	nicht getestet			nicht getestet		
LC069	1,9800	0,6		2,3000	0,7	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	1,7840	-1,4		2,0930	-1,3	
LC073	1,8650	-0,6		2,2740	0,5	
LC075	1,9400	0,2		2,2800	0,5	
LC076	2,1000	1,7		2,4000	1,7	
LC077	1,8500	-0,7		2,1600	-0,6	
LC080	1,9200	0,0		2,3000	0,7	
LC081	1,9300	0,1		2,2900	0,6	
LC082	nicht getestet			nicht getestet		
LC083	1,8500	-0,7		2,1400	-0,8	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Zu <=2,0			Zu <=2,0		
Anzahl Labore	62			62		
Anzahl E-Ausreißer	6			6		
Mittelwert	1,9215			2,2242		
Vergleich-Stdabw.	0,1020			0,1025		
Rel. Vergleich-Stdabw.	5,31%			4,61%		
HorRat	1,5			1,3		
untere Toleranzgrenze	1,7176			2,0186		
obere Toleranzgrenze	2,1365			2,4394		

Abbildung 28: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Ammonium-Stickstoff in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Ammonium-N
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 1,7176 - 2,1365 % TM ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)

Mittelwert: 1,9215 % TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,1020 % TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 5,31%
 Anzahl Labore: 62
 Anzahl E-Ausreißer: 6

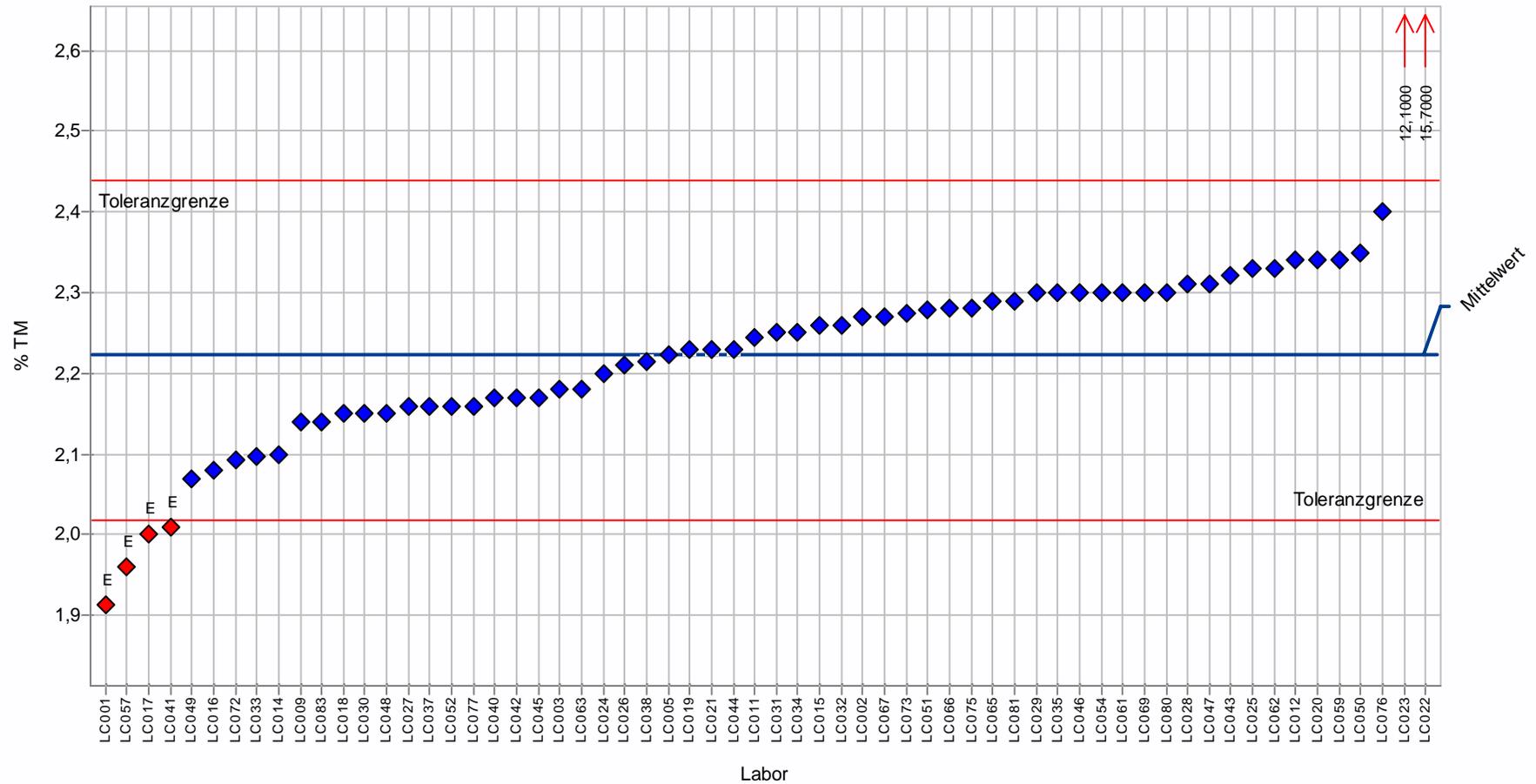


PROLab Plus

Abbildung 29: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Ammonium-Stickstoff in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Ammonium-N
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 2,0186 - 2,4394 % TM ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)

Mittelwert: 2,2242 % TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,1025 % TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 4,61%
 Anzahl Labore: 62
 Anzahl E-Ausreißer: 6



4.3.2 Basisch wirksame Stoffe als CaO

Tabelle 26: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Basisch wirksame Stoffe als CaO bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	6,4380	0,2		7,1660	0,8	
LC002	5,8000	-0,6		6,7000	0,3	
LC003	6,9300	0,7		6,4200	0,0	
LC004	5,2700	-1,3		5,6200	-0,9	
LC005	6,2180	-0,1		5,4380	-1,1	
LC006	nicht getestet			nicht getestet		
LC007	6,4000	0,1		7,0000	0,6	
LC008	nicht getestet			nicht getestet		
LC009	4,8300	-1,9		4,5300	-2,1	E
LC010	nicht getestet			nicht getestet		
LC011	7,1900	1,0		6,2000	-0,2	
LC012	7,1100	1,0		6,6100	0,2	
LC013	nicht getestet			nicht getestet		
LC014	6,6000	0,4		6,9200	0,5	
LC015	5,9300	-0,5		5,5100	-1,0	
LC016	6,7500	0,5		6,4600	0,1	
LC017	5,7900	-0,6		7,4200	1,0	
LC018	5,9900	-0,4		6,0300	-0,4	
LC019	7,0000	0,8		6,9000	0,5	
LC020	6,3300	0,1		5,7100	-0,8	
LC021	5,7500	-0,7		5,5700	-0,9	
LC022	6,1000	-0,2		6,4500	0,1	
LC023	7,0700	0,9		7,4200	1,0	
LC024	4,5800	-2,2	E	5,2400	-1,3	
LC025	7,6300	1,6		7,8500	1,4	
LC026	5,4300	-1,1		5,3500	-1,2	
LC027	6,1700	-0,1		6,3600	0,0	
LC028	6,1700	-0,1		6,4500	0,1	
LC029	6,6500	0,4		6,5800	0,2	
LC030	4,2300	-2,7	E	5,3200	-1,2	
LC031	6,0200	-0,3		6,3000	-0,1	
LC032	5,9000	-0,5		5,1500	-1,4	
LC033	5,7000	-0,8		6,7000	0,3	
LC034	6,2200	-0,1		6,3200	-0,1	
LC035	6,5500	0,3		6,6500	0,3	
LC037	5,7300	-0,7		5,5700	-0,9	
LC038	7,2000	1,1		8,3600	1,9	
LC040	6,4900	0,2		6,1500	-0,3	
LC041	8,4000	2,4	E	8,7500	2,3	E
LC042	5,9500	-0,4		4,9400	-1,6	
LC043	6,9570	0,8		7,2010	0,8	
LC044	5,8000	-0,6		5,3200	-1,2	
LC045	9,2100	3,4	E	7,3100	0,9	
LC046	5,9700	-0,4		6,5900	0,2	
LC047	6,1700	-0,1		5,7700	-0,7	
LC048	6,4500	0,2		6,7000	0,3	
LC049	7,3000	1,2		7,8700	1,5	

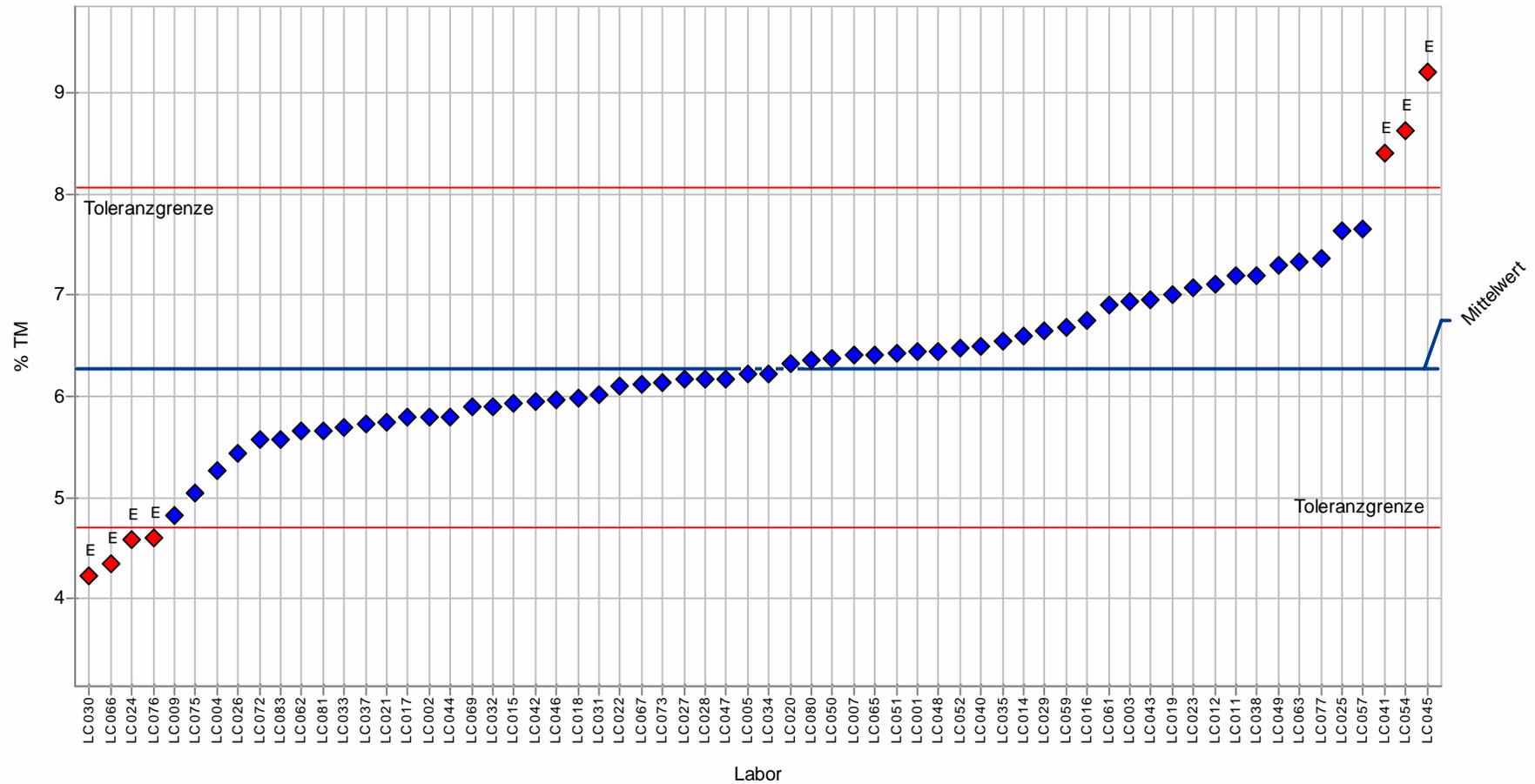
Fortsetzung Tabelle 26

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC050	6,3700	0,1		6,4700	0,1	
LC051	6,4200	0,2		5,8700	-0,6	
LC052	6,4700	0,2		6,6300	0,2	
LC053	nicht getestet			nicht getestet		
LC054	8,6200	2,7	E	7,9500	1,5	
LC057	7,6600	1,6		6,8600	0,5	
LC059	6,6800	0,5		7,6200	1,2	
LC061	6,9000	0,7		7,1000	0,7	
LC062	5,6500	-0,8		5,5500	-0,9	
LC063	7,3200	1,2		8,2600	1,8	
LC065	6,4000	0,1		6,3100	-0,1	
LC066	4,3400	-2,5	E	4,8500	-1,7	
LC067	6,1200	-0,2		6,4400	0,1	
LC068	nicht getestet			nicht getestet		
LC069	5,8900	-0,5		6,2400	-0,2	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	5,5800	-0,9		6,2300	-0,2	
LC073	6,1400	-0,2		7,0600	0,7	
LC075	5,0400	-1,6		4,4800	-2,2	E
LC076	4,6000	-2,2	E	5,3500	-1,2	
LC077	7,3600	1,2		8,5900	2,2	E
LC080	6,3600	0,1		6,2500	-0,1	
LC081	5,6500	-0,8		5,1700	-1,4	
LC082	nicht getestet			nicht getestet		
LC083	5,5800	-0,9		6,2600	-0,1	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤2,0			Z _u ≤2,0		
Anzahl Labore	64			64		
Anzahl E-Ausreißer	7			4		
Mittelwert	6,2767			6,3817		
Vergleich-Stdabw.	0,8119			0,9439		
Rel. Vergleich-Stdabw.	12,94%			14,79%		
untere Toleranzgrenze	4,7066			4,5696		
obere Toleranzgrenze	8,0635			8,4823		

Abbildung 30: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für BWS in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: BWS
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 4,7066 - 8,0635 % TM ($|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$)

Mittelwert: 6,2767 % TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,8119 % TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 12,94%
 Anzahl Labore: 64
 Anzahl E-Ausreißer: 7

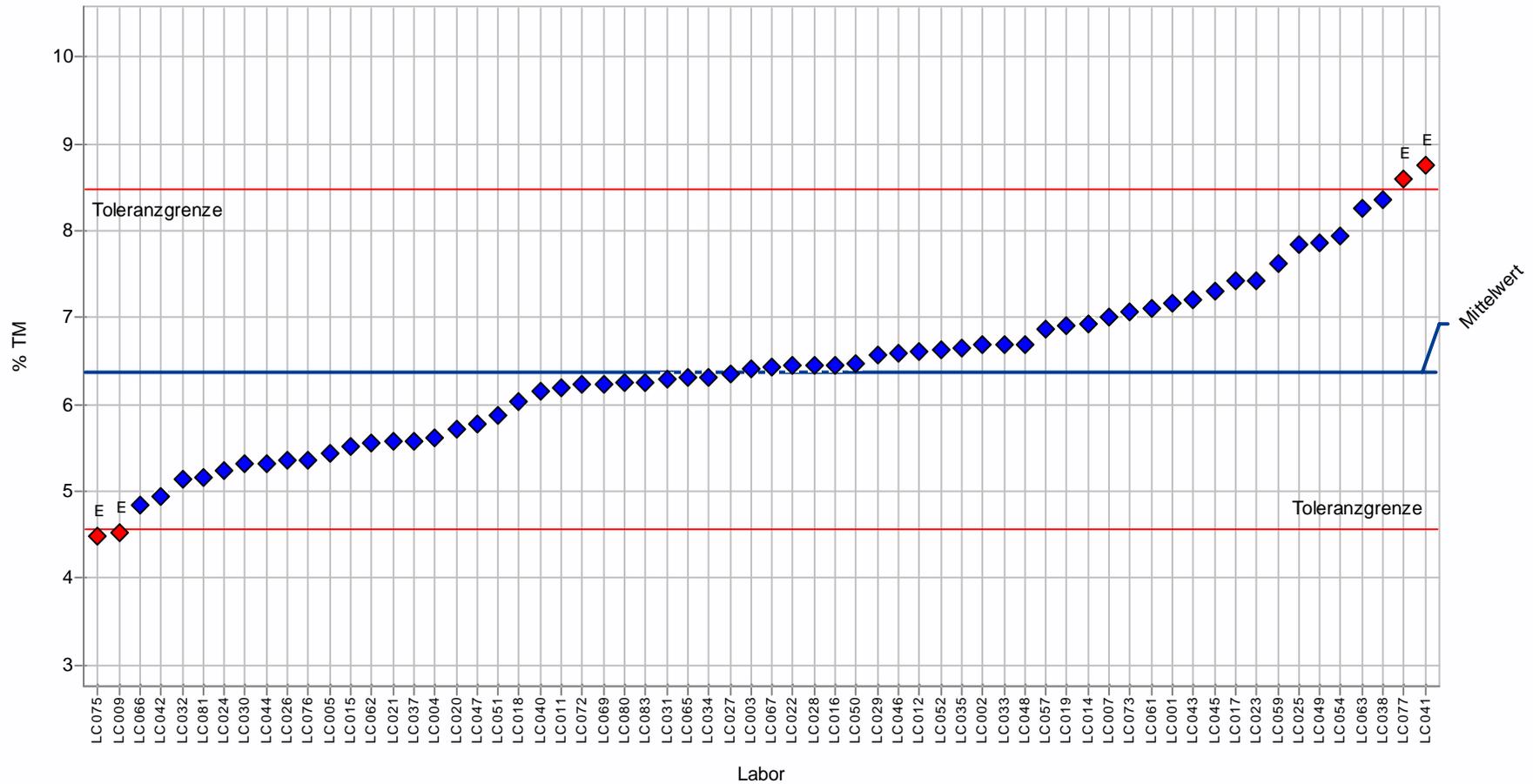


PROLab Plus

Abbildung 31: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für BWS in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: BWS
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 4,5696 - 8,4823 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 6,3817 % TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,9439 % TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 14,79%
 Anzahl Labore: 64
 Anzahl E-Ausreißer: 4



PROLab Plus

4.3.3 Gesamt-Stickstoff

Tabelle 27: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Gesamt-Stickstoff bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	4,6700	-3,4	E	5,3100	-3,9	E
LC002	6,0600	3,1	E	6,8200	3,1	E
LC003	5,2900	-0,4		6,2200	0,4	
LC004	5,5900	1,0		6,3600	1,0	
LC005	5,3630	-0,1		5,9990	-0,7	
LC006	nicht getestet			nicht getestet		
LC007	nicht getestet			nicht getestet		
LC008	nicht getestet			nicht getestet		
LC009	5,4100	0,1		6,3500	0,9	
LC010	nicht getestet			nicht getestet		
LC011	6,2000	3,8	E	6,7800	2,9	E
LC012	5,5500	0,8		6,3900	1,1	
LC013	nicht getestet			nicht getestet		
LC014	5,4500	0,3		6,1500	0,0	
LC015	4,5200	-4,1	E	5,1000	-4,9	E
LC016	5,7700	1,8		6,0400	-0,5	
LC017	5,0600	-1,5		5,6300	-2,4	E
LC018	5,4500	0,3		6,2500	0,5	
LC019	5,2700	-0,5		5,9600	-0,9	
LC020	5,4700	0,4		6,2400	0,4	
LC021	5,4500	0,3		6,2100	0,3	
LC022	4,1500	-5,9	E	4,6400	-7,1	E
LC023	nicht getestet			nicht getestet		
LC024	4,9200	-2,2	E	5,6600	-2,3	E
LC025	5,5400	0,7		6,2000	0,3	
LC026	5,5500	0,8		6,3400	0,9	
LC027	5,4600	0,4		6,0900	-0,3	
LC028	5,4800	0,4		6,0700	-0,3	
LC029	5,4400	0,3		6,2100	0,3	
LC030	5,1900	-0,9		5,8600	-1,3	
LC031	5,2900	-0,4		6,0500	-0,4	
LC032	5,4000	0,1		6,2000	0,3	
LC033	4,5300	-4,1	E	5,0430	-5,2	E
LC034	5,2800	-0,5		6,0800	-0,3	
LC035	5,2800	-0,5		6,1000	-0,2	
LC037	5,4600	0,4		6,1400	0,0	
LC038	8,6600	15,1	E	6,1280	-0,1	
LC040	5,0600	-1,5		5,8300	-1,5	
LC041	5,0000	-1,8		5,6100	-2,5	E
LC042	5,4100	0,1		6,2900	0,7	
LC043	5,1450	-1,1		6,2110	0,3	
LC044	5,3300	-0,3		6,0700	-0,3	
LC045	5,7100	1,5		6,3400	0,9	
LC046	5,6400	1,2		6,3600	1,0	
LC047	5,2500	-0,6		5,9700	-0,8	
LC048	5,2500	-0,6		5,9400	-1,0	

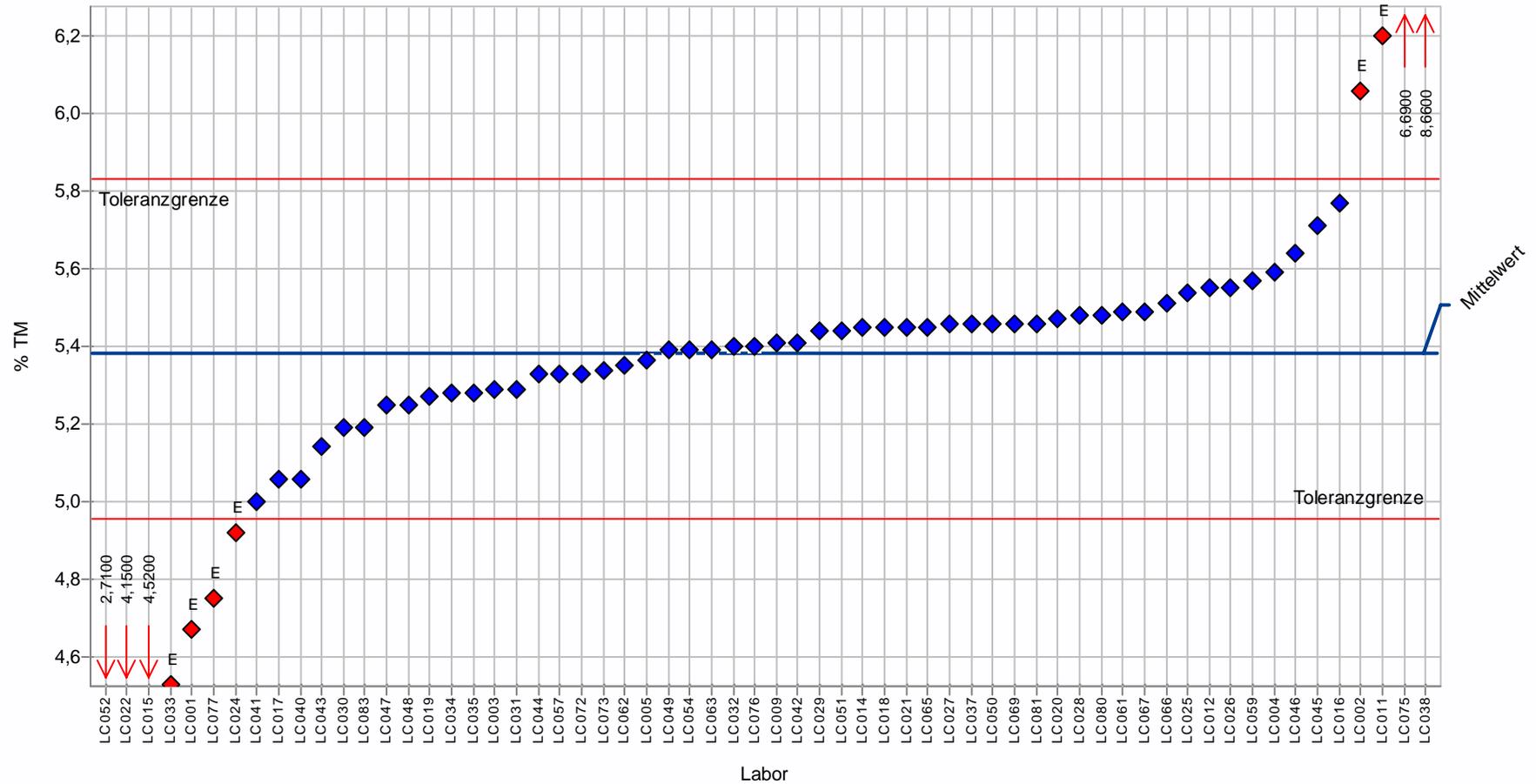
Fortsetzung Tabelle 27

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC049	5,3900	0,0		6,0200	-0,6	
LC050	5,4600	0,4		6,1200	-0,1	
LC051	5,4400	0,3		6,1900	0,2	
LC052	2,7100	-12,8	E	3,3200	-13,4	E
LC053	nicht getestet			nicht getestet		
LC054	5,3900	0,0		6,1800	0,2	
LC057	5,3300	-0,3		6,1200	-0,1	
LC059	5,5700	0,9		6,2500	0,5	
LC061	5,4900	0,5		6,6100	2,1	E
LC062	5,3500	-0,2		6,1400	0,0	
LC063	5,3900	0,0		6,1200	-0,1	
LC065	5,4500	0,3		6,0700	-0,3	
LC066	5,5100	0,6		6,2800	0,6	
LC067	5,4900	0,5		6,2100	0,3	
LC068	nicht getestet			nicht getestet		
LC069	5,4600	0,4		6,2100	0,3	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	5,3300	-0,3		6,0500	-0,4	
LC073	5,3400	-0,2		6,1500	0,0	
LC075	6,6900	6,0	E	6,3000	0,7	
LC076	5,4000	0,1		6,2200	0,4	
LC077	4,7500	-3,0	E	5,5800	-2,7	E
LC080	5,4800	0,4		6,0100	-0,6	
LC081	5,4600	0,4		6,3300	0,9	
LC082	nicht getestet			nicht getestet		
LC083	5,1900	-0,9		6,0400	-0,5	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤2,0			Z _u ≤2,0		
Anzahl Labore	62			62		
Anzahl E-Ausreißer	11			12		
Mittelwert	5,3831			6,1434		
Vergleich-Stdabw.	0,2132			0,2147		
Rel. Vergleich-Stdabw.	3,96%			3,49%		
HorRat	1,3			1,1		
untere Toleranzgrenze	4,9543			5,7108		
obere Toleranzgrenze	5,8293			6,5914		

Abbildung 32: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Gesamt-Stickstoff in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Gesamt-N
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 4,9543 - 5,8293 % TM ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)

Mittelwert: 5,3831 % TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,2132 % TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 3,96%
 Anzahl Labore: 62
 Anzahl E-Ausreißer: 11

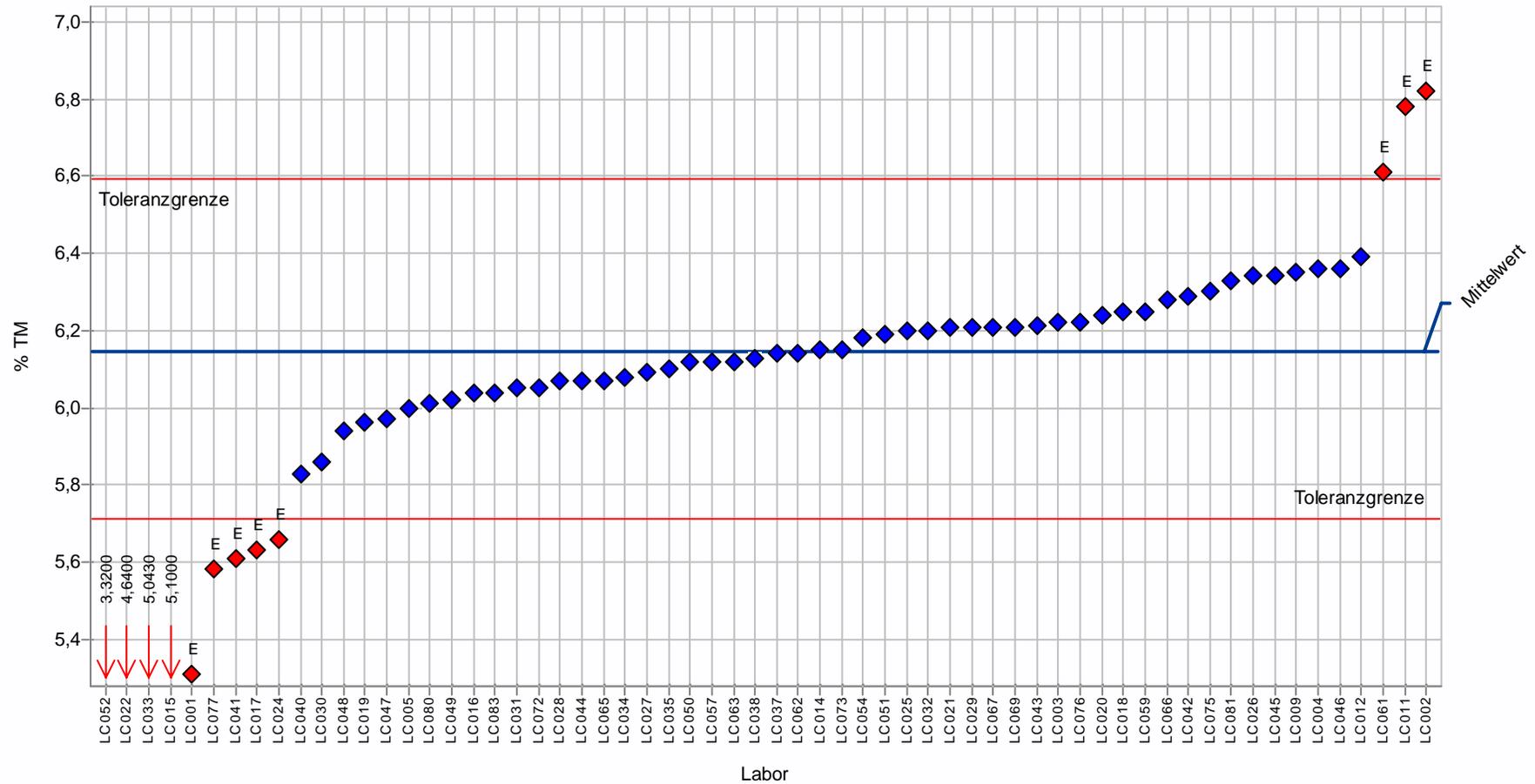


PROLab Plus

Abbildung 33: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Gesamt-Stickstoff in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Gesamt-N
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 5,7108 - 6,5914 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 6,1434 % TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,2147 % TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 3,49%
 Anzahl Labore: 62
 Anzahl E-Ausreißer: 12



PROLab Plus

4.3.4 Organische Substanz

Tabelle 28: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Organische Substanz bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	57,800	0,2		65,500	-0,1	
LC002	56,500	-0,7		64,500	-0,7	
LC003	57,670	0,1		65,870	0,2	
LC004	58,400	0,6		65,800	0,1	
LC005	55,580	-1,4		63,550	-1,3	
LC006	57,600	0,0		65,800	0,1	
LC007	57,400	-0,1		65,700	0,1	
LC008	57,525	0,0		65,225	-0,2	
LC009	57,430	-0,1		65,400	-0,1	
LC010	57,200	-0,2		65,400	-0,1	
LC011	57,500	0,0		65,100	-0,3	
LC012	56,700	-0,6		65,300	-0,2	
LC013	57,200	-0,2		65,400	-0,1	
LC014	57,200	-0,2		65,300	-0,2	
LC015	57,900	0,3		66,600	0,6	
LC016	55,900	-1,1		64,600	-0,6	
LC017	60,000	1,7		67,900	1,4	
LC018	59,200	1,1		66,600	0,6	
LC019	57,000	-0,4		65,400	-0,1	
LC020	51,300	-4,4	E	62,310	-2,0	
LC021	57,410	-0,1		65,380	-0,1	
LC022	57,130	-0,3		64,940	-0,4	
LC023	57,500	0,0		65,600	0,0	
LC024	56,400	-0,8		64,700	-0,6	
LC025	56,400	-0,8		64,300	-0,8	
LC026	59,700	1,5		67,900	1,4	
LC027	57,700	0,1		67,100	0,9	
LC028	58,000	0,3		66,000	0,2	
LC029	57,300	-0,2		65,200	-0,2	
LC030	57,000	-0,4		65,100	-0,3	
LC031	57,700	0,1		66,400	0,5	
LC032	58,200	0,5		65,900	0,2	
LC033	59,160	1,1		66,740	0,7	
LC034	58,600	0,7		66,100	0,3	
LC035	57,100	-0,3		65,600	0,0	
LC037	57,600	0,0		65,600	0,0	
LC038	57,860	0,2		65,790	0,1	
LC040	56,800	-0,5		64,600	-0,6	
LC041	57,400	-0,1		65,200	-0,2	
LC042	58,000	0,3		66,300	0,4	
LC043	56,900	-0,4		65,100	-0,3	
LC044	57,700	0,1		65,900	0,2	
LC045	57,200	-0,2		65,900	0,2	
LC046	57,700	0,1		65,500	-0,1	
LC047	57,400	-0,1		65,500	-0,1	
LC048	58,700	0,8		66,700	0,7	

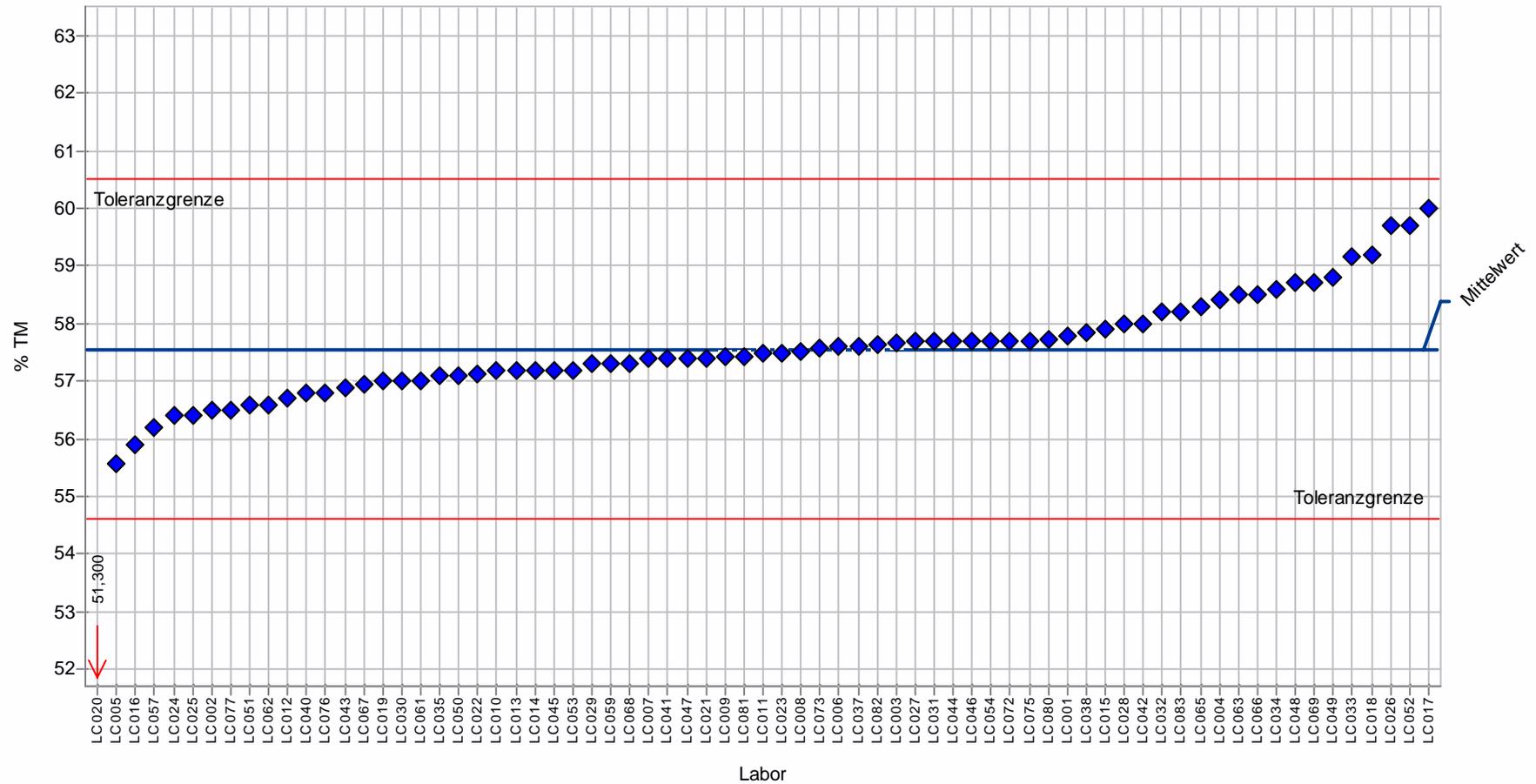
Fortsetzung Tabelle 28

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC049	58,800	0,9		66,700	0,7	
LC050	57,100	-0,3		65,200	-0,2	
LC051	56,600	-0,7		65,000	-0,4	
LC052	59,700	1,5		67,800	1,3	
LC053	57,200	-0,2		65,200	-0,2	
LC054	57,700	0,1		65,400	-0,1	
LC057	56,200	-0,9		64,800	-0,5	
LC059	57,300	-0,2		65,000	-0,4	
LC061	57,000	-0,4		65,500	-0,1	
LC062	56,600	-0,7		64,700	-0,6	
LC063	58,500	0,7		66,200	0,4	
LC065	58,300	0,5		66,300	0,4	
LC066	58,500	0,7		66,600	0,6	
LC067	56,950	-0,4		65,200	-0,2	
LC068	57,300	-0,2		65,400	-0,1	
LC069	58,700	0,8		66,020	0,3	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	57,700	0,1		66,600	0,6	
LC073	57,590	0,0		65,510	-0,1	
LC075	57,700	0,1		65,800	0,1	
LC076	56,800	-0,5		63,400	-1,4	
LC077	56,500	-0,7		64,700	-0,6	
LC080	57,730	0,1		65,560	0,0	
LC081	57,440	-0,1		65,570	0,0	
LC082	57,650	0,1		65,540	0,0	
LC083	58,200	0,5		66,400	0,5	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤2,0			Z _u ≤2,0		
Anzahl Labore	71			71		
Anzahl E-Ausreißer	1					
Sollwert	57,533			65,605		
Soll-Stdabw.	1,438			1,640		
Rel. Soll-Stdabw.	2,50%			2,50%		
HorRat	1,2			1,2		
untere Toleranzgrenze	54,620			62,283		
obere Toleranzgrenze	60,519			69,010		

Abbildung 34: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Organische Substanz in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: org.Subs.
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 54,620 - 60,519 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 57,533 % TM
 Soll-Stdabw.: 1,438 % TM (Referenzwert)
 Rel. Soll-Stdabw.: 2,50% (Referenzwert)
 Anzahl Labore: 71
 Anzahl E-Ausreißer: 1

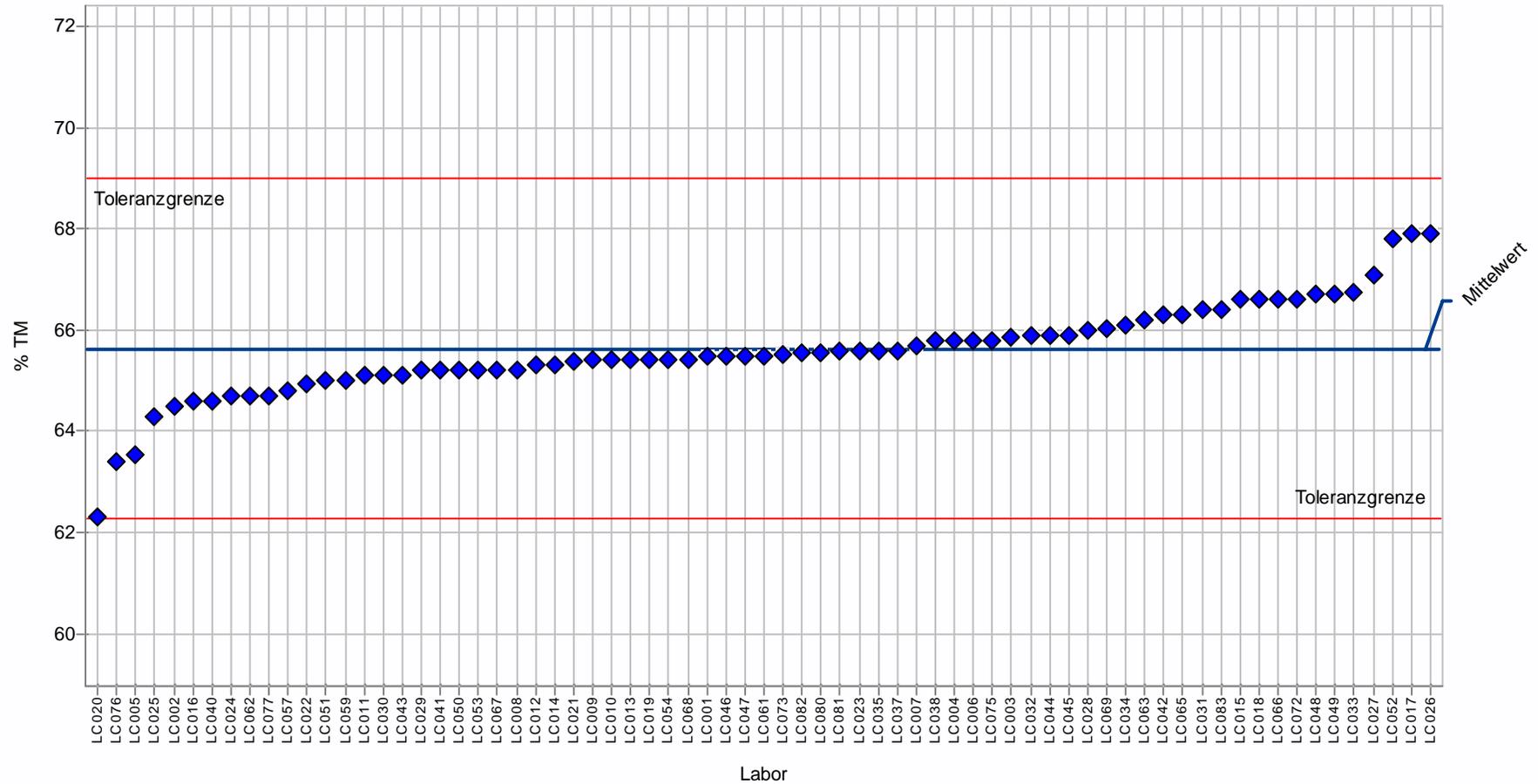


PROLab Plus

Abbildung 35: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Organische Substanz in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: org.Subs.
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 62,283 - 69,010 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 65,605 % TM
 Soll-Stdabw.: 1,640 % TM (Referenzwert)
 Rel. Soll-Stdabw.: 2,50% (Referenzwert)
 Anzahl Labore: 71
 Anzahl E-Ausreißer: 0



PROLab Plus

4.3.5 Phosphor

Tabelle 29: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Phosphor (elementar) bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	3,7900	-0,2		3,9500	-0,7	
LC002	3,8700	0,1		3,9300	-0,7	
LC003	4,0500	0,7		4,2700	0,5	
LC004	38614,0000	138483,7	E	41273,0000	142296,4	E
LC005	3,8660	0,1		4,2800	0,5	
LC006	nicht getestet			nicht getestet		
LC007	3,9500	0,4		4,0000	-0,5	
LC008	4,0330	0,7		4,3980	0,9	
LC009	4,0100	0,6		4,3500	0,8	
LC010	nicht getestet			nicht getestet		
LC011	3,6980	-0,6		4,0060	-0,4	
LC012	4,0700	0,8		4,2700	0,5	
LC013	nicht getestet			nicht getestet		
LC014	nicht getestet			nicht getestet		
LC015	3,5900	-1,0		3,8300	-1,1	
LC016	3,6800	-0,7		38,3000	117,8	E
LC017	3,6500	-0,8		4,0300	-0,4	
LC018	3,8300	-0,1		4,0400	-0,3	
LC019	4,1000	0,9		4,3900	0,9	
LC020	3,8900	0,1		4,2400	0,4	
LC021	3,5300	-1,2		3,9400	-0,7	
LC022	3,8500	0,0		4,1100	-0,1	
LC023	4,1500	1,1		4,4400	1,1	
LC024	3,8500	0,0		4,1200	0,0	
LC025	3,6300	-0,9		3,8600	-1,0	
LC026	3,7300	-0,5		4,2200	0,3	
LC027	3,7300	-0,5		3,9700	-0,6	
LC028	3,9300	0,3		4,1000	-0,1	
LC029	3,9000	0,2		4,1000	-0,1	
LC030	4,0100	0,6		4,2700	0,5	
LC031	3,9000	0,2		4,1800	0,2	
LC032	38000,0000	136281,5	E	41000,0000	141355,1	E
LC033	3,8000	-0,2		4,1900	0,2	
LC034	4,0800	0,8		4,3800	0,9	
LC035	3,6500	-0,8		4,0600	-0,2	
LC037	3,9100	0,2		4,1600	0,1	
LC038	3,6960	-0,6		3,9440	-0,7	
LC040	3,8600	0,0		4,2200	0,3	
LC041	4,0800	0,8		4,3200	0,7	
LC042	3,6800	-0,7		3,8600	-1,0	
LC043	3,8300	-0,1		4,2000	0,3	
LC044	3,9700	0,4		4,3400	0,7	
LC045	3,5800	-1,0		3,8800	-0,9	
LC046	3,8000	-0,2		4,0900	-0,1	
LC047	3,5900	-1,0		4,0100	-0,4	
LC048	3,5000	-1,4		3,7400	-1,4	

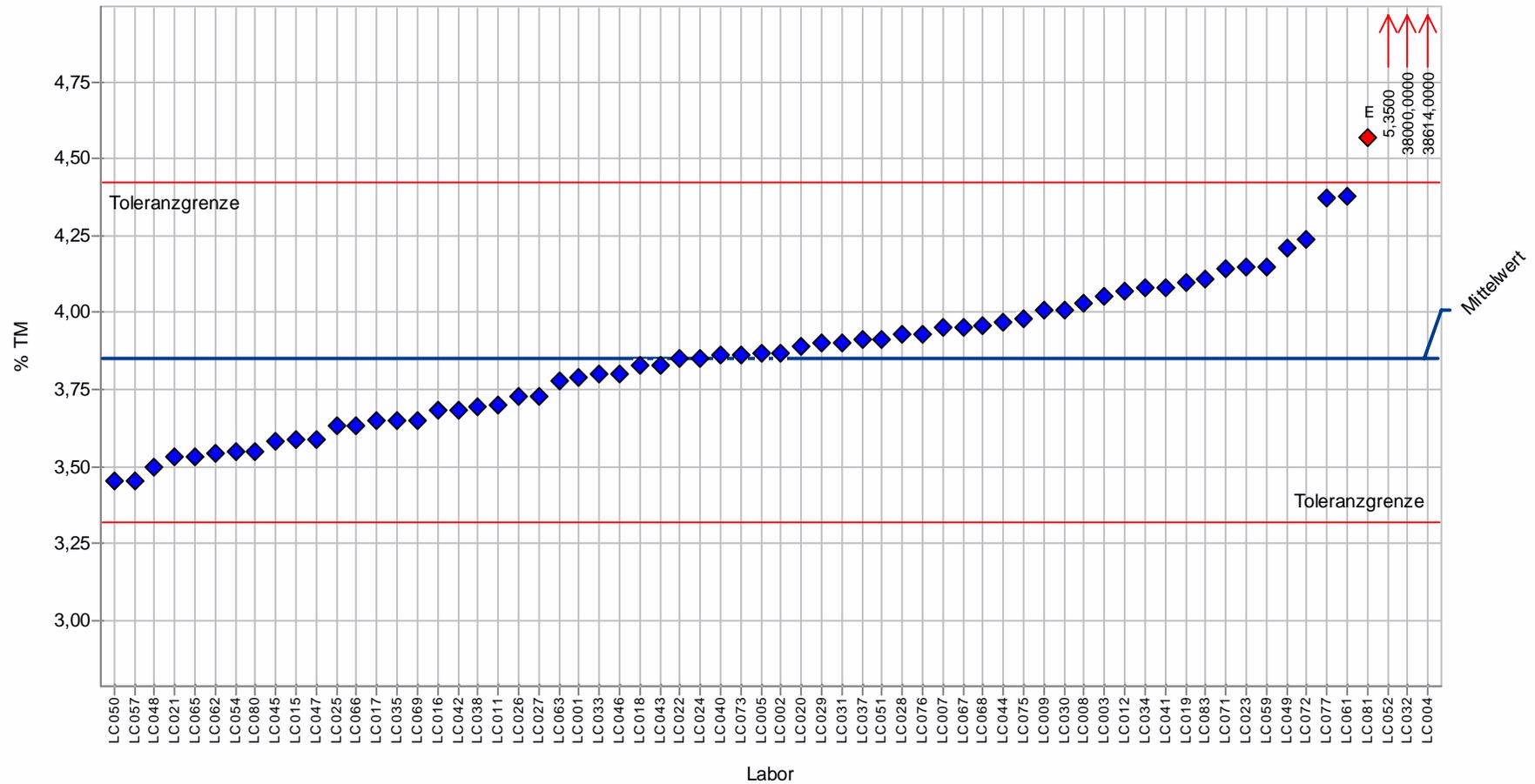
Fortsetzung Tabelle 29

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC049	4,2100	1,3		4,5000	1,3	
LC050	3,4500	-1,5		3,6500	-1,8	
LC051	3,9100	0,2		4,2100	0,3	
LC052	5,3500	5,4	E	5,8100	5,8	E
LC053	nicht getestet			nicht getestet		
LC054	3,5500	-1,2		3,9100	-0,8	
LC057	3,4500	-1,5		3,5600	-2,1	E
LC059	4,1500	1,1		4,3300	0,7	
LC061	4,3800	1,9		4,7400	2,1	E
LC062	3,5400	-1,2		3,9800	-0,5	
LC063	3,7800	-0,3		4,0500	-0,3	
LC065	3,5300	-1,2		3,5400	-2,2	E
LC066	3,6300	-0,9		3,8900	-0,9	
LC067	3,9500	0,4		4,0500	-0,3	
LC068	3,9600	0,4		4,3000	0,6	
LC069	3,6500	-0,8		4,2600	0,5	
LC071	4,1400	1,0		4,2500	0,4	
LC072	4,2400	1,4		3,9700	-0,6	
LC073	3,8600	0,0		3,9800	-0,5	
LC075	3,9800	0,5		4,3400	0,7	
LC076	3,9300	0,3		4,2500	0,4	
LC077	4,3700	1,9		4,7000	2,0	
LC080	3,5500	-1,2		2,0800	-7,6	E
LC081	4,5700	2,6	E	5,0500	3,2	E
LC082	nicht getestet			nicht getestet		
LC083	4,1100	0,9		4,0700	-0,2	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤2,0			Z _u ≤2,0		
Anzahl Labore	66			66		
Anzahl E-Ausreißer	4			9		
Mittelwert	3,8515			4,1263		
Vergleich-Stdabw.	0,2688			0,2799		
Rel. Vergleich-Stdabw.	6,98%			6,78%		
HorRat	2,1			2,1		
untere Toleranzgrenze	3,3185			3,5707		
obere Toleranzgrenze	4,4231			4,7208		

Abbildung 36: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Phosphor (elementar) in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: Phosphor (P)
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 3,3185 - 4,4231 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 3,8515 % TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,2688 % TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 6,98%
 Anzahl Labore: 66
 Anzahl E-Ausreißer: 4

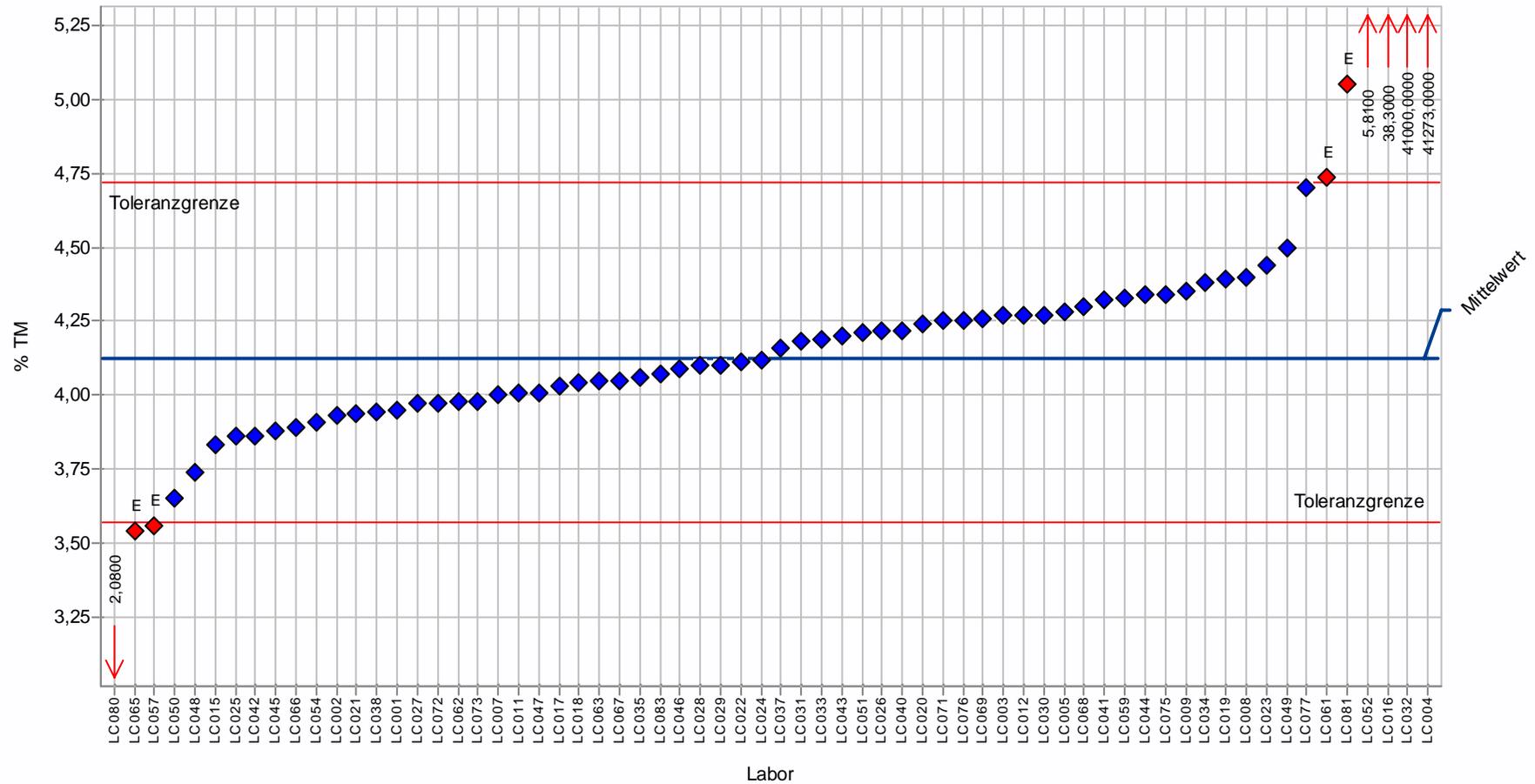


PROLab Plus

Abbildung 37: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Phosphor (elementar) in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: Phosphor (P)
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 3,5707 - 4,7208 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 4,1263 % TM
 Vergleich-Stdabw.: 0,2799 % TM
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 6,78%
 Anzahl Labore: 66
 Anzahl E-Ausreißer: 9



PROLab Plus

4.3.6 pH-Wert

Tabelle 30: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für pH-Wert bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	7,4400	1,7		7,3500	1,4	
LC002	7,1400	-0,6		7,2800	0,9	
LC003	7,0700	-1,2		6,9600	-1,1	
LC004	7,3800	1,2		7,3300	1,3	
LC005	7,2500	0,2		6,9500	-1,2	
LC006	6,9800	-1,9		6,9000	-1,5	
LC007	7,2000	-0,2		7,0000	-0,9	
LC008	6,9100	-2,4	E	7,0400	-0,6	
LC009	7,2200	0,0		7,1100	-0,1	
LC010	nicht getestet			nicht getestet		
LC011	7,1210	-0,8		7,0990	-0,2	
LC012	7,3000	0,6		7,4000	1,7	
LC013	7,1100	-0,9		7,0000	-0,9	
LC014	7,2500	0,2		7,3500	1,4	
LC015	7,0700	-1,2		6,8900	-1,6	
LC016	7,1400	-0,6		6,9600	-1,1	
LC017	7,4000	1,4		7,1000	-0,2	
LC018	7,1600	-0,5		7,1000	-0,2	
LC019	7,1200	-0,8		7,2100	0,5	
LC020	7,3600	1,1		7,3900	1,6	
LC021	7,2600	0,3		7,1500	0,1	
LC022	7,3200	0,7		7,3800	1,6	
LC023	7,1300	-0,7		6,9400	-1,2	
LC024	7,1600	-0,5		7,1000	-0,2	
LC025	7,3800	1,2		7,2400	0,7	
LC026	7,3300	0,8		7,1900	0,4	
LC027	7,2700	0,4		7,2100	0,5	
LC028	7,2900	0,5		7,1500	0,1	
LC029	7,0500	-1,3		6,9500	-1,2	
LC030	7,2100	-0,1		7,1600	0,2	
LC031	7,7200	3,8	E	7,7100	3,7	E
LC032	7,4600	1,8		7,2400	0,7	
LC033	7,6100	3,0	E	7,5400	2,6	E
LC034	7,0900	-1,0		6,9300	-1,3	
LC035	7,1400	-0,6		7,1600	0,2	
LC037	7,1600	-0,5		7,0600	-0,5	
LC038	7,1700	-0,4		7,0100	-0,8	
LC040	7,2400	0,1		7,2600	0,8	
LC041	7,2500	0,2		7,2700	0,9	
LC042	7,1400	-0,6		7,0600	-0,5	
LC043	7,0800	-1,1		7,0500	-0,5	
LC044	7,1600	-0,5		7,1000	-0,2	
LC045	7,2400	0,1		7,1200	-0,1	
LC046	7,2400	0,1		7,1100	-0,1	
LC047	7,1200	-0,8		6,9900	-0,9	
LC048	7,2900	0,5		7,1400	0,1	

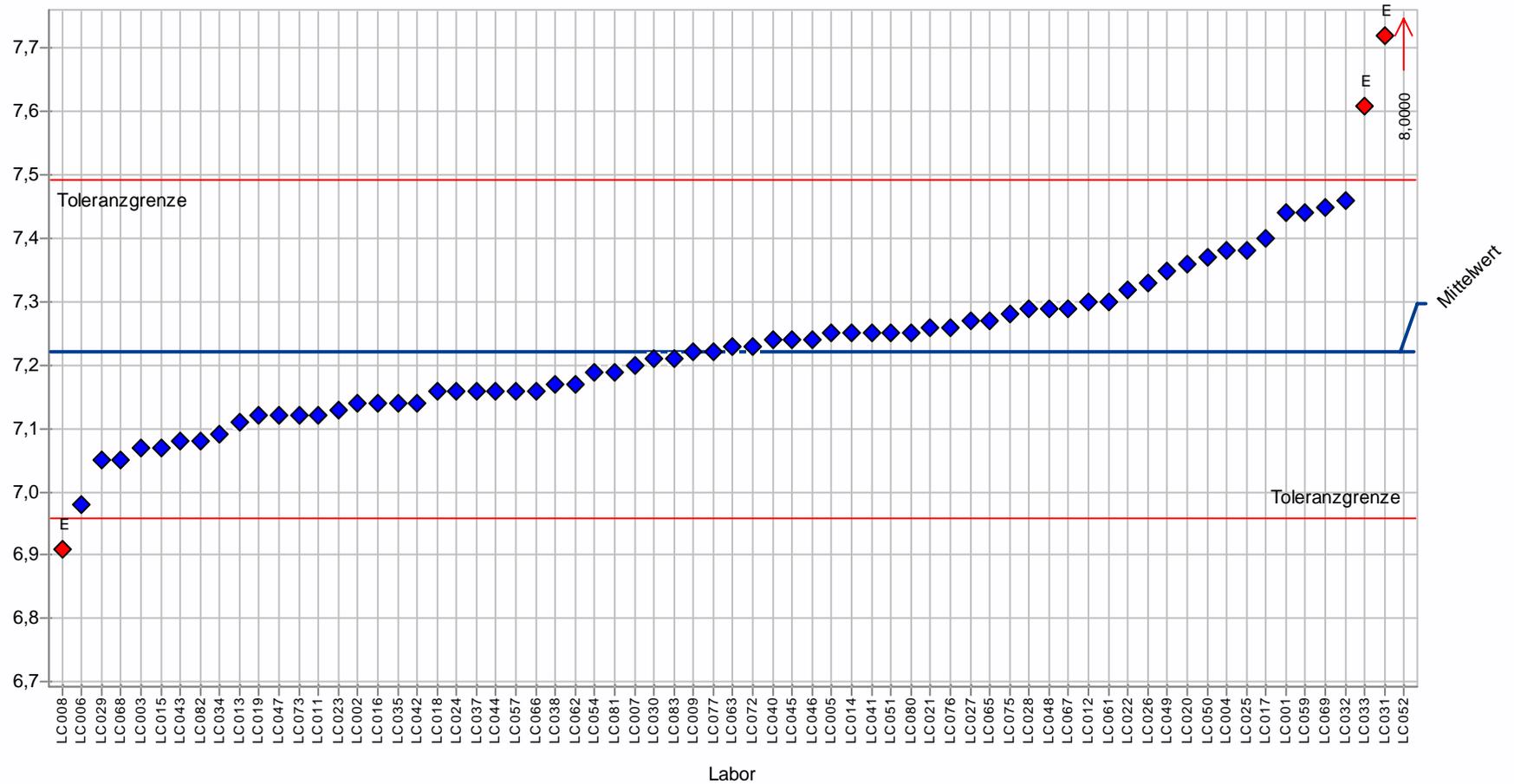
Fortsetzung Tabelle 30

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC049	7,3500	1,0		7,2600	0,8	
LC050	7,3700	1,1		7,2900	1,0	
LC051	7,2500	0,2		7,1200	-0,1	
LC052	8,0000	5,9	E	7,9700	5,3	E
LC053	nicht getestet			nicht getestet		
LC054	7,1900	-0,2		7,0600	-0,5	
LC057	7,1600	-0,5		7,0700	-0,4	
LC059	7,4400	1,7		7,3600	1,4	
LC061	7,3000	0,6		7,0500	-0,5	
LC062	7,1700	-0,4		7,0000	-0,9	
LC063	7,2300	0,1		7,0900	-0,3	
LC065	7,2700	0,4		7,4000	1,7	
LC066	7,1600	-0,5		7,0100	-0,8	
LC067	7,2900	0,5		6,9500	-1,2	
LC068	7,0500	-1,3		6,9800	-1,0	
LC069	7,4500	1,7		7,2600	0,8	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	7,2300	0,1		7,0600	-0,5	
LC073	7,1200	-0,8		7,0800	-0,3	
LC075	7,2800	0,4		7,2300	0,6	
LC076	7,2600	0,3		7,1200	-0,1	
LC077	7,2200	0,0		7,1400	0,1	
LC080	7,2500	0,2		7,4600	2,1	E
LC081	7,1900	-0,2		7,0800	-0,3	
LC082	7,0800	-1,1		6,9500	-1,2	
LC083	7,2100	-0,1		7,1300	0,0	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤ 2,0			Z _u ≤ 2,0		
Anzahl Labore	69			69		
Anzahl E-Ausreißer	4			4		
Mittelwert	7,2219			7,1320		
Vergleich-Stdabw.	0,1303			0,1564		
Rel. Vergleich-Stdabw.	1,80%			2,19%		
untere Toleranzgrenze	6,9572			6,8148		
obere Toleranzgrenze	7,4915			7,4561		

Abbildung 38: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für pH-Wert in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: pH-Wert
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 6,9572 - 7,4915 (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 7,2219
 Vergleich-Stdabw.: 0,1303
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 1,80%
 Anzahl Labore: 69
 Anzahl E-Ausreißer: 4

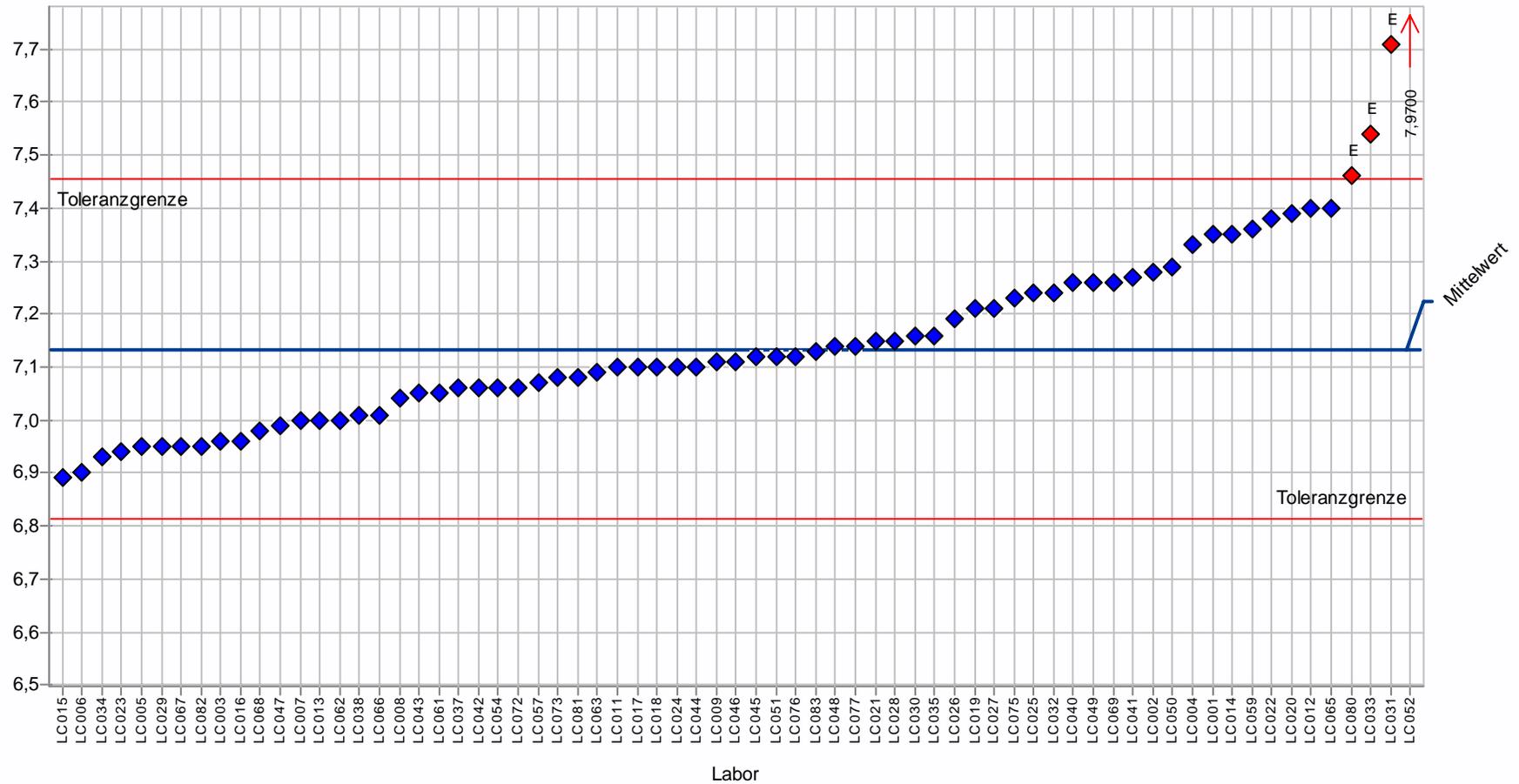


PROLab Plus

Abbildung 39: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für pH-Wert in Probe KS2-FS/2024

Merkmal: pH-Wert
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 6,8148 - 7,4561 ($|Zu-Score| \leq 2,0$)

Mittelwert: 7,1320
 Vergleich-Stdabw.: 0,1564
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 2,19%
 Anzahl Labore: 69
 Anzahl E-Ausreißer: 4



PROLab Plus

4.3.7 Trockensubstanz

Tabelle 31: Übersicht über Messwerte und Z_u-Scores für Trockensubstanz bei Ringversuchsproben

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u -Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u -Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	10,760	-0,4		12,000	-0,5	
LC002	10,800	-0,2		12,200	0,2	
LC003	10,910	0,2		12,150	0,0	
LC004	93,900	301,8	E	93,500	264,4	E
LC005	10,850	0,0		12,150	0,0	
LC006	10,700	-0,6		11,800	-1,2	
LC007	10,800	-0,2		12,200	0,2	
LC008	10,930	0,2		12,025	-0,4	
LC009	10,800	-0,2		12,200	0,2	
LC010	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC011	10,770	-0,3		11,880	-0,9	
LC012	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC013	11,000	0,5		12,300	0,5	
LC014	10,700	-0,6		12,100	-0,2	
LC015	10,880	0,1		12,090	-0,2	
LC016	10,600	-1,0		12,300	0,5	
LC017	11,050	0,7		12,320	0,5	
LC018	10,900	0,1		12,200	0,2	
LC019	10,900	0,1		12,200	0,2	
LC020	11,010	0,5		12,120	-0,1	
LC021	10,970	0,4		12,260	0,4	
LC022	11,000	0,5		12,310	0,5	
LC023	10,900	0,1		12,200	0,2	
LC024	11,000	0,5		12,200	0,2	
LC025	10,700	-0,6		12,000	-0,5	
LC026	10,900	0,1		12,100	-0,2	
LC027	10,900	0,1		12,200	0,2	
LC028	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC029	10,900	0,1		12,100	-0,2	
LC030	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC031	11,020	0,6		12,230	0,3	
LC032	10,800	-0,2		12,000	-0,5	
LC033	11,780	3,3	E	12,550	1,3	
LC034	10,900	0,1		12,200	0,2	
LC035	10,900	0,1		12,200	0,2	
LC037	10,800	-0,2		12,200	0,2	
LC038	10,900	0,1		12,120	-0,1	
LC040	11,400	2,0		12,700	1,8	
LC041	10,900	0,1		12,200	0,2	
LC042	10,900	0,1		12,100	-0,2	
LC043	11,250	1,4		12,300	0,5	
LC044	11,000	0,5		12,400	0,8	
LC045	10,800	-0,2		12,200	0,2	
LC046	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC047	11,000	0,5		12,300	0,5	
LC048	11,200	1,2		12,600	1,5	

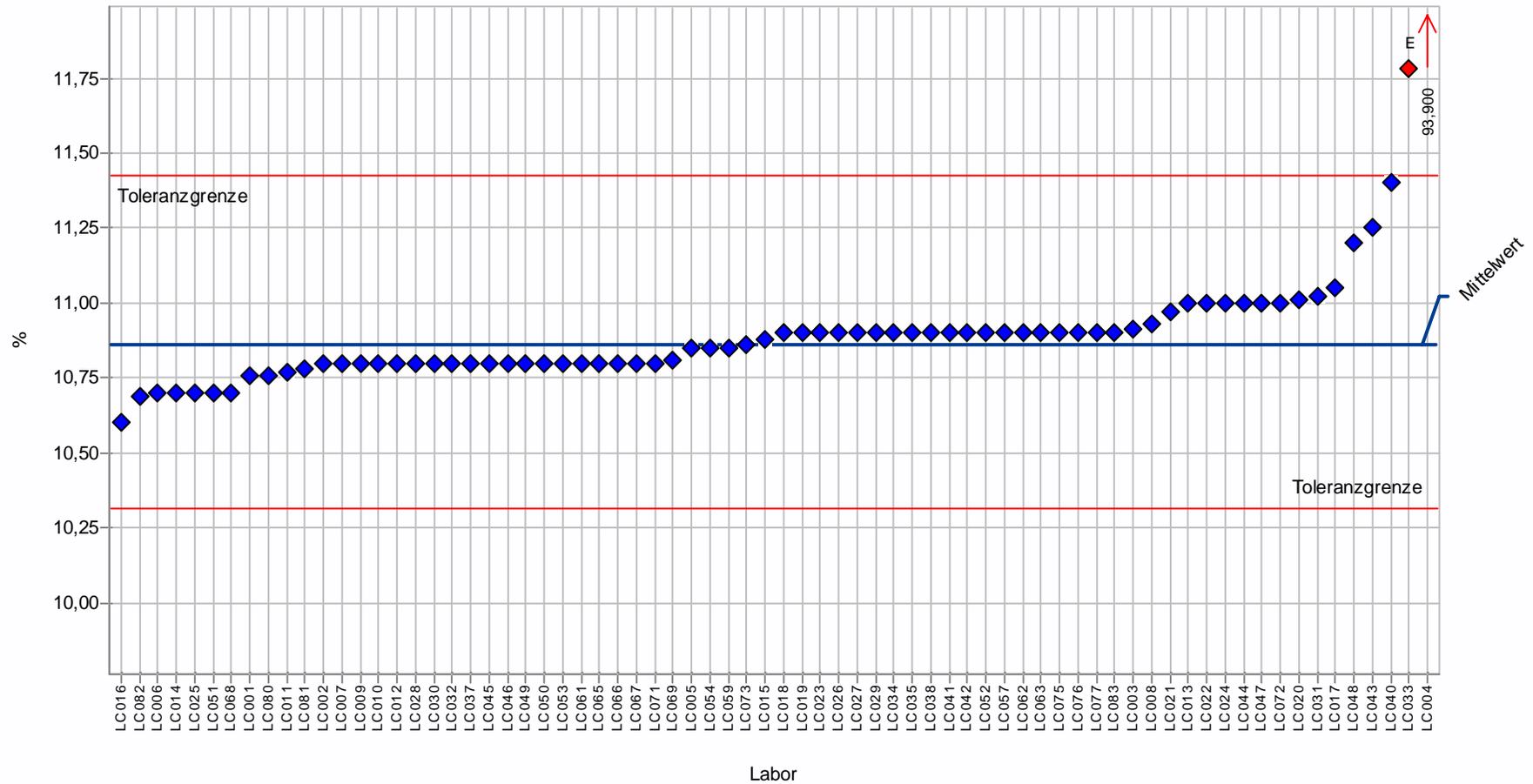
Fortsetzung Tabelle 31

Labor	KS 1-FS/2024	Z _u - Score	Fehler	KS 2-FS/2024	Z _u - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC049	10,800	-0,2		12,200	0,2	
LC050	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC051	10,700	-0,6		11,900	-0,8	
LC052	10,900	0,1		13,300	3,7	E
LC053	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC054	10,850	0,0		12,120	-0,1	
LC057	10,900	0,1		12,100	-0,2	
LC059	10,850	0,0		12,070	-0,3	
LC061	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC062	10,900	0,1		12,100	-0,2	
LC063	10,900	0,1		12,300	0,5	
LC065	10,800	-0,2		12,200	0,2	
LC066	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC067	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC068	10,700	-0,6		11,900	-0,8	
LC069	10,810	-0,2		12,030	-0,4	
LC071	10,800	-0,2		12,100	-0,2	
LC072	11,000	0,5		12,300	0,5	
LC073	10,860	0,0		12,100	-0,2	
LC075	10,900	0,1		12,200	0,2	
LC076	10,900	0,1		12,100	-0,2	
LC077	10,900	0,1		12,100	-0,2	
LC080	10,760	-0,4		12,200	0,2	
LC081	10,780	-0,3		12,050	-0,3	
LC082	10,690	-0,6		11,900	-0,8	
LC083	10,900	0,1		12,300	0,5	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z _u ≤2,0			Z _u ≤2,0		
Anzahl Labore	72			72		
Anzahl E-Ausreißer	2			2		
Sollwert	10,861			12,151		
Soll-Stdabw.	0,272			0,304		
Rel. Soll-Stdabw.	2,50%			2,50%		
HorRat	0,9			0,9		
untere Toleranzgrenze	10,311			11,536		
obere Toleranzgrenze	11,425			12,782		

Abbildung 40: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Trockensubstanz in Probe KS1-FS/2024

Merkmal: TS
 Probe: KS1-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 10,311 - 11,425 % ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)

Mittelwert: 10,861 %
 Soll-Stdabw.: 0,272 % (Referenzwert)
 Rel. Soll-Stdabw.: 2,50% (Referenzwert)
 Anzahl Labore: 72
 Anzahl E-Ausreißer: 2

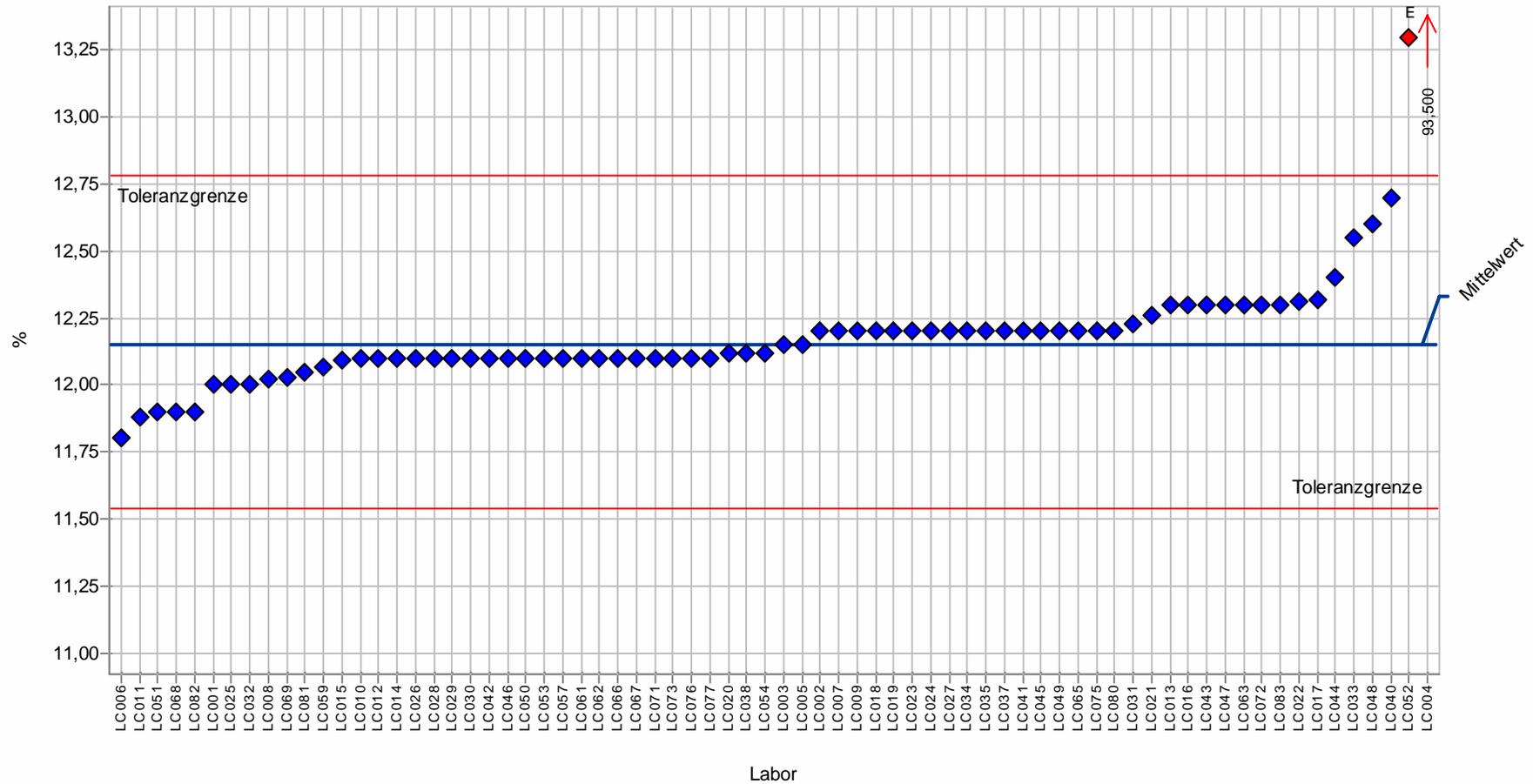


PROLab Plus

Abbildung 41: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Trockensubstanz in den Proben KS2-FS/2024

Merkmal: TS
 Probe: KS2-FS/2024
 Statistische Methode: DIN 38402 A45
 Toleranzbereich: 11,536 - 12,782 % (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 12,151 %
 Soll-Stdabw.: 0,304 % (Referenzwert)
 Rel. Soll-Stdabw.: 2,50% (Referenzwert)
 Anzahl Labore: 72
 Anzahl E-Ausreißer: 2

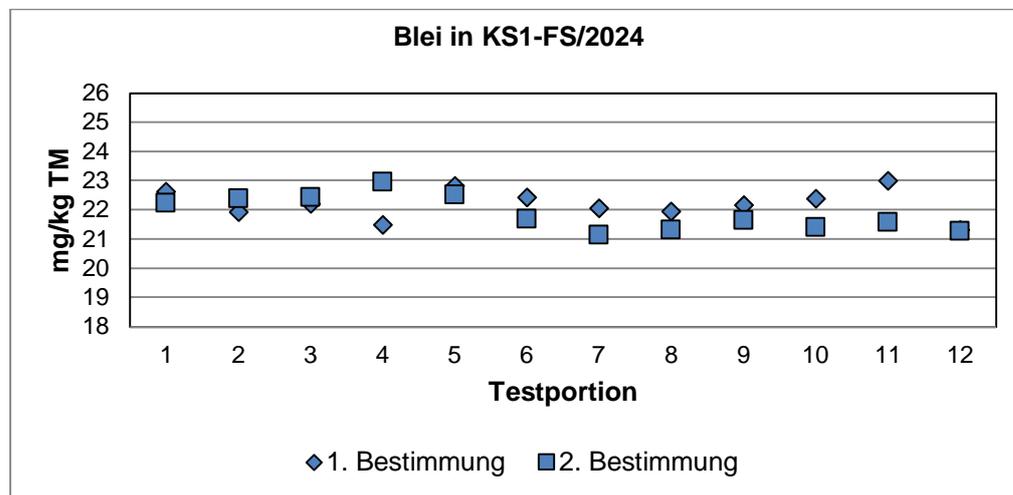


PROLab Plus

5 Überprüfung der Homogenität der Proben

5.1 Probe KS1-FS/2024 - Blei

Abbildung 42: Ergebnisse des Homogenitätstests für den Parameter Blei in Probe KS1-FS/2024



Probe:	KS1-FS/2024
Merkmal:	Blei
Testportionen, Anzahl:	12
Mittelwert:	22,038 mg/kg TM
Analytische Standardabweichung:	2,57 %
Heterogenitätsstandardabweichung s(Proben):	0,00 %
Soll-Standardabweichung:	10,04 % (Horwitz)

Für den Homogenitätstest wurden 12 der vorbereiteten Testportionen der Probe KS1-FS/2024 zufällig ausgewählt und das Merkmal Blei (Pb) wurde 2-mal analysiert. Der Mittelwert über alle 12 Testportionen beträgt 22,038 mg/kg TM. Die relative Standardabweichung innerhalb der Testportionen $s(\text{analytisch})$ (=analytische Präzision) beträgt 2,57 % und die relative Standardabweichung zwischen den Testportionen $s(\text{Probe})$ beträgt 0,00 %.

ISO 13528:2015 - Prüfung auf hinreichende Homogenität

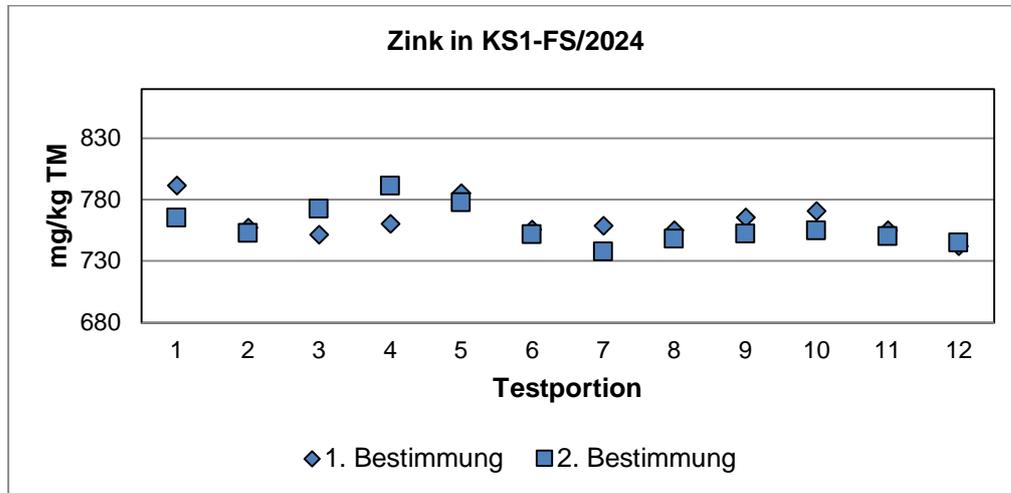
Laut ISO 13528:2015 sollte die Heterogenitätsstandardabweichung $s(\text{Probe})$ zwischen den Testportionen 30 % der Soll-Standardabweichung nicht überschreiten. Die relative Heterogenitätsstandardabweichung ist kleiner als 30 % der Soll-Standardabweichung 10,04 %, deshalb können die Testportionen als hinreichend homogen nach ISO 13528:2015 angesehen werden.

ISO 13528:2015 - Prüfung auf signifikante Heterogenität

Für die Testportionen kann keine signifikante Heterogenität festgestellt werden, deshalb kann das Probenmaterial als ausreichend homogen betrachtet werden.

5.2 Probe KS1-FS/2024 - Zink

Abbildung 43: Ergebnisse des Homogenitätstests für den Parameter Zink in Probe KS1-FS/2024



Probe:	KS1-FS/2024
Merkmal:	Zink
Testportionen, Anzahl:	12
Mittelwert:	760,504 mg/kg TM
Analytische Standardabweichung:	1,51 %
Heterogenitätsstandardabweichung s(Proben):	1,21 %
Soll-Standardabweichung:	5,89 % (Horwitz)

Für den Homogenitätstest wurden 12 der vorbereiteten Testportionen der Probe KS1-FS/2024 zufällig ausgewählt und das Merkmal Zink (Zn) wurde 2-mal analysiert. Der Mittelwert über alle 12 Testportionen beträgt 760,504 mg/kg TM. Die relative Standardabweichung innerhalb der Testportionen $s(\text{analytisch})$ (=analytische Präzision) beträgt 1,51 % und die relative Standardabweichung zwischen den Testportionen $s(\text{Probe})$ beträgt 1,21 %.

ISO 13528:2015 - Prüfung auf hinreichende Homogenität

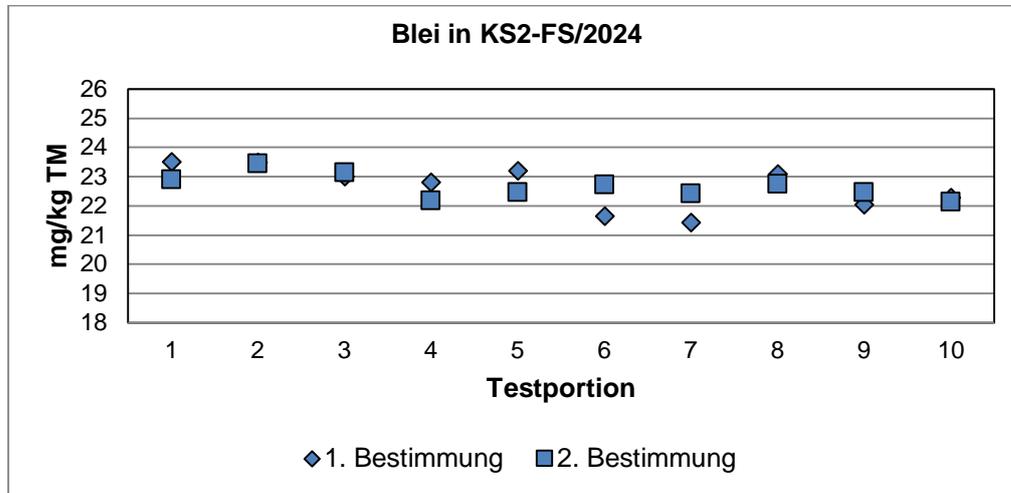
Laut ISO 13528:2015 sollte die Heterogenitätsstandardabweichung $s(\text{Probe})$ zwischen den Testportionen 30 % der Soll-Standardabweichung nicht überschreiten. Die relative Heterogenitätsstandardabweichung ist kleiner als 30 % der Soll-Standardabweichung 5,89 %, deshalb können die Testportionen als hinreichend homogen nach ISO 13528:2015 angesehen werden.

ISO 13528:2015 - Prüfung auf signifikante Heterogenität

Für die Testportionen kann keine signifikante Heterogenität festgestellt werden, deshalb kann das Probenmaterial als ausreichend homogen betrachtet werden.

5.3 Probe KS2-FS/2024 - Blei

Abbildung 44: Ergebnisse des Homogenitätstests für den Parameter Blei in Probe KS2-FS/2024



Probe:	KS2-FS/2024
Merkmal:	Blei
Testportionen, Anzahl:	10
Mittelwert:	22,662 mg/kg TM
Analytische Standardabweichung:	1,91 %
Heterogenitätsstandardabweichung s(Proben):	1,82 %
Soll-Standardabweichung:	10,00 % (Horwitz)

Für den Homogenitätstest wurden 10 der vorbereiteten Testportionen der Probe KS2-FS/2024 zufällig ausgewählt und das Merkmal Blei (Pb) wurde 2-mal analysiert. Der Mittelwert über alle 10 Testportionen beträgt 22,662 mg/kg TM. Die relative Standardabweichung innerhalb der Testportionen $s(\text{analytisch})$ (=analytische Präzision) beträgt 1,91 % und die relative Standardabweichung zwischen den Testportionen $s(\text{Probe})$ beträgt 1,82%.

ISO 13528:2015 - Prüfung auf hinreichende Homogenität

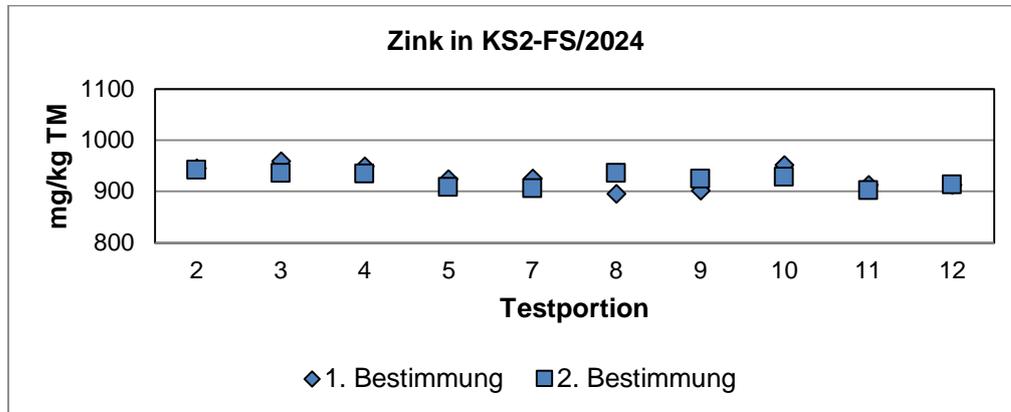
Laut ISO 13528:2015 sollte die Heterogenitätsstandardabweichung $s(\text{Probe})$ zwischen den Testportionen 30% der Soll-Standardabweichung nicht überschreiten. Die relative Heterogenitätsstandardabweichung ist kleiner als 30% der Soll-Standardabweichung 10,0 % (Horwitz), deshalb können die Testportionen als hinreichend homogen nach ISO 13528:2015 angesehen werden.

ISO 13528:2015 - Prüfung auf signifikante Heterogenität

Für die Testportionen kann keine signifikante Heterogenität festgestellt werden, deshalb können sie als homogen betrachtet werden.

5.4 Probe KS2-FS/2024 - Zink

Abbildung 45: Ergebnisse des Homogenitätstests für den Parameter Zink in Probe KS2-FS/2024



Probe:	KS2-FS/2024
Merkmal:	Zink
Testportionen, Anzahl:	10
Mittelwert:	925,895 mg/kg TM
Analytische Standardabweichung:	1,58 %
Heterogenitätsstandardabweichung s(Proben):	1,25 %
Soll-Standardabweichung:	5,72 % (Horwitz)

Für den Homogenitätstest wurden 10 der vorbereiteten Testportionen der Probe KS2-FS/2024 zufällig ausgewählt und das Merkmal Zink (Zn) wurde 2-mal analysiert. Der Mittelwert über alle 10 Testportionen beträgt 925,895 mg/kg TM. Die relative Standardabweichung innerhalb der Testportionen $s(\text{analytisch})$ (=analytische Präzision) beträgt 1,58 % und die relative Standardabweichung zwischen den Testportionen $s(\text{Probe})$ beträgt 1,25%.

ISO 13528:2015 - Prüfung auf hinreichende Homogenität.

Laut ISO 13528:2015 sollte die Heterogenitätsstandardabweichung $s(\text{Probe})$ zwischen den Testportionen 30% der Soll-Standardabweichung nicht überschreiten. Die relative Heterogenitätsstandardabweichung ist kleiner als 30% der Soll-Standardabweichung 5,72 % (Horwitz), deshalb können die Testportionen als hinreichend homogen nach ISO 13528:2015 angesehen werden.

ISO 13528:2015 - Prüfung auf signifikante Heterogenität

Für die Testportionen kann keine signifikante Heterogenität festgestellt werden, deshalb kann das Probenmaterial als ausreichend homogen betrachtet werden.

6 Probencodierung

Tabelle 32: Zuordnung von Probencodierungen zu teilnehmenden Laboren LÜR-V-A Klärschlamm 2024 Anorganik

Laborcode	KS1- FS/2024	KS2- FS/2024	Laborcode	KS1- FS/2024	KS2- FS/2024
LC001	FS-0030	FS-0142	LC043	FS-0129	FS-0140
LC002	FS-0119	FS-0028	LC044	FS-0070	FS-0171
LC003	FS-0174	FS-0013	LC045	FS-0045	FS-0128
LC004	FS-0053	FS-0035	LC046	FS-0080	FS-0084
LC005	FS-0184	FS-0180	LC047	FS-0081	FS-0036
LC006	FS-0073	FS-0149	LC048	FS-0131	FS-0124
LC007	FS-0027	FS-0088	LC049	FS-0087	FS-0090
LC008	FS-0032	FS-0105	LC050	FS-0022	FS-0156
LC009	FS-0170	FS-0059	LC051	FS-0050	FS-0020
LC010	FS-0187	FS-0040	LC052	FS-0029	FS-0166
LC011	FS-0117	FS-0095	LC053	FS-0068	FS-0169
LC012	FS-0026	FS-0139	LC054	FS-0160	FS-0200
LC013	FS-0049	FS-0064	LC055	FS-0125	FS-0017
LC014	FS-0056	FS-0193	LC056	FS-0031	FS-0048
LC015	FS-0082	FS-0141	LC057	FS-0023	FS-0146
LC016	FS-0167	FS-0188	LC058	FS-0102	FS-0162
LC017	FS-0165	FS-0144	LC059	FS-0189	FS-0191
LC018	FS-0155	FS-0199	LC060	FS-0112	FS-0055
LC019	FS-0172	FS-0078	LC061	FS-0034	FS-0108
LC020	FS-0116	FS-0071	LC062	FS-0058	FS-0063
LC021	FS-0198	FS-0072	LC063	FS-0098	FS-0120
LC022	FS-0075	FS-0018	LC064	FS-0163	FS-0060
LC023	FS-0126	FS-0033	LC065	FS-0103	FS-0111
LC024	FS-0046	FS-0186	LC066	FS-0127	FS-0192
LC025	FS-0021	FS-0019	LC067	FS-0136	FS-0093
LC026	FS-0089	FS-0168	LC068	FS-0121	FS-0069
LC027	FS-0025	FS-0178	LC069	FS-0024	FS-0091
LC028	FS-0181	FS-0086	LC070	FS-0194	FS-0130
LC029	FS-0147	FS-0109	LC071	FS-0015	FS-0016
LC030	FS-0161	FS-0076	LC072	FS-0110	FS-0047
LC031	FS-0065	FS-0044	LC073	FS-0190	FS-0038
LC032	FS-0057	FS-0094	LC074	FS-0185	FS-0196
LC033	FS-0132	FS-0062	LC075	FS-0135	FS-0197
LC034	FS-0150	FS-0143	LC076	FS-0037	FS-0164
LC035	FS-0154	FS-0106	LC077	FS-0159	FS-0145
LC036	FS-0182	FS-0148	LC078	FS-0039	FS-0115
LC037	FS-0074	FS-0041	LC079	FS-0177	FS-0151
LC038	FS-0175	FS-0157	LC080	FS-0179	FS-0114
LC039	FS-0043	FS-0101	LC081	FS-0077	FS-0079
LC040	FS-0195	FS-0100	LC082	FS-0083	FS-0052
LC041	FS-0152	FS-0122	LC083	FS-0118	FS-0183
LC042	FS-0054	FS-0092			

