

# LÜRV-A Klärschlamm 2023

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**



**Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Abteilung Laboranalytik**

**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 2023**

**Leitung AL:**

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

**Leitung AL 1a:**

Dr. Niculina Peica  
LfL Freising, Telefon 08161/8640-3823  
E-Mail: [Niculina.Peica@LfL.bayern.de](mailto: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](mailto: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](mailto:AQU@LfL.bayern.de)  
Internet: [http://www.lfl.bayern.de/zentrale\\_analytik/](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 <sub>u</sub> -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
3.1 HorRat-Werte.....	19
3.2 Organische Substanz (org. Subs.) und Trockensubstanz (TS).....	21
3.3 Nicht bewertete Parameter .....	21
Chrom(VI) .....	21
3.4 Labordaten im Überblick .....	22
3.5 Zusammenfassende Bewertung LÜRV-A Klärschlamm 2023.....	31
4 Tabellarische und grafische Darstellung der Messwerte.....	32
4.1 Parameterbereich FMA 1.2 Schwermetalle im Klärschlamm.....	32
4.1.1 Arsen.....	33
4.1.2 Blei .....	37
4.1.3 Cadmium.....	41
4.1.4 Chrom .....	45
4.1.5 Eisen .....	49
4.1.6 Kupfer .....	53
4.1.7 Nickel .....	57
4.1.8 Quecksilber .....	61
4.1.9 Thallium.....	65
4.1.10 Zink .....	69
4.1.11 Chrom(VI) (fakultativ) .....	73
4.2 Parameterbereich FMA 1.3: AOX im Klärschlamm .....	76
4.2.1 AOX .....	77

4.3 Parameterbereich FMA 1.4: Nährstoffe und physikalische Parameter im Klärschlamm .....	81
4.3.1 Ammonium-Stickstoff.....	82
4.3.2 Basisch wirksame Stoffe als CaO.....	86
4.3.3 Gesamt-Stickstoff .....	90
4.3.4 Organische Substanz .....	94
4.3.5 Phosphor.....	98
4.3.6 pH-Wert.....	102
4.3.7 Trockensubstanz.....	106
5 Überprüfung der Homogenität der Proben.....	110
5.1 Probe KS1-FS/2023 - Blei.....	110
5.2 Probe KS1-FS/2023 - Zink.....	111
5.3 Probe KS2-FS/2023 - Blei.....	112
5.4 Probe KS2-FS/2023 - Zink.....	113
6 Probencodierung.....	114



# 1 Einleitung

Im Vollzug der Klärschlamm- (AbfKlärV), Bioabfall- (BioAbfV) und Düngeverordnung (DüV) wurde 2023 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 2023 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 2023 (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 2023 erfolgte die Ankündigung des länderübergreifenden Ringversuchs Abfall 2023 (LÜRV-A 2023) 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 31.03.2023. In diesem Jahr lagen für den Bereich Klärschlamm Anorganik (FMA 1.2, FMA 1.3 und FMA 1.4 und Chrom(VI)) insgesamt 88 Anmeldungen vor, nachträglich zogen 2 Labore ihre Anmeldung zurück, dies führte letztendlich zu einer Gesamtteilnehmerzahl von 86 Laboren.

Für die Parametergruppen FMA 1.2, FMA 1.3 und FMA 1.4 und Chrom(VI), wurden am 25.04.2023 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 04.05.2023 zu übermitteln. Einsendeschluss für alle weiteren Parameter des Ringversuchs war der 01.06.2023.

Die Übernahme der Werte in das zur Ringversuchsauswertung benutzte Programm PROLab Plus erfolgte im Juni/Juli 2023. Anschließend wurde der Ringversuch ausgewertet und im August 2023 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/2023 und KS2-FS/2023 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 07.03.2023 (KS1-FS/2023) und am 28.03.2023 (KS2-FS/2023) 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/2023:** 140 L Klärschlamm / 100 L H<sub>2</sub>O

**KS2-FS/2023:** 140 L Klärschlamm / 83 L H<sub>2</sub>O

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, diese ist am Ende dieses Berichts tabellarisch dokumentiert.

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 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 Parameter LÜRV-A Klärschlamm 2023, Anorganik

<b>FMA 1.2</b> Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Eisen, Kupfer, Nickel, Thallium, Quecksilber, Zink <b>Chrom(VI) fakultativ</b>	As, Pb, Cd, Cr, Fe, Cu, Ni, Tl, Hg, Zn  Cr(VI)
<b>FMA 1.3</b> Adsorbierte organisch gebundene Halogene	AOX
<b>FMA 1.4</b> Trockenrückstand, organische Substanz, pH-Wert, Basisch wirksame Stoffe als CaO, Gesamt-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Phosphor	TS, Org. Subs., pH, BWS, Ges-N, NH <sub>4</sub> -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: In der Ausschreibung vorgegebene untere Grenzen des Arbeitsbereichs

Parameter	Bestimmungsgrenze Untere Grenze des Arbeitsbereiches	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<sub>u</sub>-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<sub>u</sub>-Scores eingesetzt. Für die Toleranzgrenzen ergibt sich daraus bei kleinem HorRat ein breiterer bzw. entsprechend bei großem HorRat ein schmalerer 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 (± 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 2023 für den Bereich Anorganik insgesamt 86 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:	78 Teilnehmer
FMA 1.3:	66 Teilnehmer
FMA 1.4:	75 Teilnehmer

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



## 3 Ergebnisse

### 3.1 HorRat-Werte

Tabelle 4: HorRat-Werte auf Basis der Vergleichsstandardabweichung für die Probe KS1-FS/2023

KS1-FS/2023	Einheit	Mittelwert	Vergleich-Stdabw.	Rel. Vergleich-Stdabw.	HorRat	Anzahl Einzelwerte	Anzahl E-Ausreißer <sup>1)</sup>
AOX	mg/kg TM	127,38	12,71	9,97%	1,3	66	5
As	mg/kg TM	6,8428	0,749	10,95%	0,9	77	6
BWS	% TM	8,0109	0,945	11,79%		68	6
Cd	mg/kg TM	0,65366	0,05705	8,73%	0,5	76	7
Cr	mg/kg TM	32,691	2,377	7,27%	0,8	77	6
Cr(VI)	mg/kg TM	0,61183	0,9320	152,34%			nicht bewertet
Cu	mg/kg TM	313,49	16,84	5,37%	0,8	77	5
Fe	mg/kg TM	18962	913	4,81%	1,3	76	8
Ges.-N	% TM	5,2375	0,1979	3,78%	1,2	65	9
Hg	mg/kg TM	0,30049	0,03978	13,24%	0,7	77	5
NH <sub>4</sub> -N	% TM	1,7153	0,0809	4,72%	1,3	67	6
Ni	mg/kg TM	22,666	1,705	7,52%	0,8	77	7
Org.-Subs.	% TM	58,264	0,8490	1,46%	0,7	74	6
P	% TM	3,9990	0,2587	6,47%	2,0	72	5
Pb	mg/kg TM	28,732	2,239	7,79%	0,8	77	6
pH		7,2486	0,1286	1,77%		73	9
TI	mg/kg TM	0,12400	0,02078	16,76%	0,8	68	6
TS	%	9,8955	0,10180	1,03%	0,4	75	7
Zn	mg/kg TM	877,25	52,41	5,97%	1,0	77	5

E-Ausreißer <sup>1)</sup>: Werte außerhalb der Toleranzgrenzen

Tabelle 5: HorRat-Werte auf Basis der Soll-Standardabweichung für die Probe KS2-FS/2023

KS2-FS/2023	Einheit	Mittelwert	Vergleich-Stdabw.	Rel. Vergleich-Stdabw.	HorRat	Anzahl Einzelwerte	Anzahl E-Ausreißer <sup>1)</sup>
AOX	mg/kg TM	139,24	18,68	13,42%	1,8	66	5
As	mg/kg TM	6,5088	0,6611	10,16%	0,8	77	6
BWS	% TM	5,7562	1,206	20,96%		68	1
Cd	mg/kg TM	0,72484	0,05665	7,82%	0,5	76	5
Cr	mg/kg TM	26,636	2,170	8,15%	0,8	77	4
Cr(VI)	mg/kg TM	0,55145	0,5847	106,04%			nicht bewertet
Cu	mg/kg TM	212,25	12,86	6,06%	0,8	77	4
Fe	mg/kg TM	10276	555	5,40%	1,4	76	6
Ges.-N	% TM	6,5020	0,2054	3,16%	1,0	65	9
Hg	mg/kg TM	0,29864	0,04372	14,64%	0,8	77	5
NH <sub>4</sub> -N	% TM	2,1709	0,1040	4,79%	1,3	67	3
Ni	mg/kg TM	18,963	1,700	8,96%	0,9	77	3
Org.-Subs.	% TM	69,428	0,6310	0,91%	0,4	74	5
P	% TM	4,0852	0,2764	6,77%	2,1	72	4
Pb	mg/kg TM	15,430	1,477	9,57%	0,9	77	3
pH		7,1240	0,1678	2,36%		73	7
TI	mg/kg TM	0,09627	0,02842	29,53%	1,3	65	5
TS	%	11,100	0,1500	1,35%	0,5	75	1
Zn	mg/kg TM	1018,1	63,20	6,20%	1,1	77	4

E-Ausreißer <sup>1)</sup>: 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		<b>Berechnung mit Soll-Stdabw.</b>		
		(%TM)			(%TM)		
KS1-FS/2023	org. Subs.	0,8490	1,46%	6	1,457	2,5%	1
KS2-FS/2023	org. Subs.	0,6310	0,91%	5	1,736	2,5%	0
		(%)			(%)		
KS1-FS/2023	TS	0,10180	1,03%	7	0,2474	2,5%	0
KS2-FS/2023	TS	0,1500	1,35%	1	0,2770	2,5%	0

Durch die Festlegung der Toleranzgrenzen anhand der Relativen Soll-Standardabweichung von 2,5% kam es beim Parameter Organische Substanz bei Probe KS1-FS/2023 zu einer Reduzierung der Ausreißeranzahl von 6 auf 1. Bei der Probe KS2-FS/2023 verringerten sich die Ausreißer von 5 auf 0.

Auch beim Parameter Trockensubstanz (TS) reduzierte sich die Menge der Ausreißer bei der Probe KS1-FS/2023 von 7 auf 0 und bei Probe KS2-FS/2023 von 1 auf 0.

### 3.3 Nicht bewertete Parameter

#### Chrom(VI)

Im Ringversuch LÜR-V-A Klärschlamm 2023 wurde die Bestimmung des Parameters Chrom(VI) fakultativ angeboten. Es wurde keine Bewertung durchgeführt, da 25% der Teilnehmer mit Ergebnissen unter der Bestimmungsgrenze lagen (DIN 38402-45:2014-06).

### 3.4 Labordaten im Überblick

Eine Übersicht über die individuellen Analysefehler aller Teilnehmer und das daraus abgeleitete Gesamtergebnis für das einzelne Labor ist in den folgenden Tabellen dargestellt. Die Fehlerermittlung mit der Maßzahl: Z<sub>u</sub>-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

<b>Erfolg FMA 1.4</b>	
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	0	0	0	ja
LC002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC003	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1	5	1	nein
LC005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC010	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	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
LC013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC014	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	5	1	nein
LC015	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	5	1	nein
LC016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC018	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	ja
LC019	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	ja
LC020	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	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	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC026	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	ja
LC027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC028	1	0	0	0	1	2	0	0	1	0	5	1	nein
LC029	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC030	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3	0	ja
LC031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC032	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	1	ja
LC033	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	ja



Fortsetzung Tabelle 7

	As	Pb	Cd	Cr	Fe	Cu	Ni	Tl	Hg	Zn	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.2
LC034	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	5	2	nein
LC035	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC036	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC043	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC044	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC045	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	ja
LC046	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	ja
LC047	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC048	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC049	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC052	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC053	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC054	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	4	2	ja
LC055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC056	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	ja
LC057	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	ja
LC058	0	0	0	2	0	0	1	2	0	1	6	2	nein
LC059	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC061	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC062	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC068	0	1	1	0	1	0	0	2	0	2	7	2	nein

Fortsetzung Tabelle 7

	As	Pb	Cd	Cr	Fe	Cu	Ni	Tl	Hg	Zn	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.2
LC069	1	2	0	2	2	2	2	0	0	1	12	5	nein
LC070	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC071	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	10	nein
LC072	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC075	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3	0	ja
LC076	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC078	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC079	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC080	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC082	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	ja
LC083	1	0	2	2	0	0	2	0	0	0	7	3	nein
LC084	0	2	2	0	0	0	0	2	0	0	6	3	nein
LC086	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	ja
LC087	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	ja
LC088	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	ja

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

Labor-Nr.:	KS1-FS/2023	KS2-FS/2023	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.3
LC002	0	0	0	0	ja
LC003	0	0	0	0	ja
LC006	0	0	0	0	ja
LC007	0	0	0	0	ja
LC008	0	0	0	0	ja
LC009	0	0	0	0	ja
LC011	0	0	0	0	ja
LC012	0	0	0	0	ja
LC013	0	0	0	0	ja
LC014	1	1	2	1	nein
LC016	0	0	0	0	ja
LC017	0	0	0	0	ja
LC019	0	0	0	0	ja
LC020	0	0	0	0	ja
LC021	1	1	2	1	nein
LC022	0	0	0	0	ja
LC023	0	0	0	0	ja
LC025	0	0	0	0	ja
LC026	1	0	1	0	nein
LC027	0	0	0	0	ja
LC028	0	0	0	0	ja
LC029	0	0	0	0	ja
LC030	0	0	0	0	ja
LC031	0	0	0	0	ja
LC032	0	0	0	0	ja

Fortsetzung Tabelle 8

Labor-Nr.:	KS 1-FS/2023	KS2-FS/2023	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.3
LC035	0	0	0	0	ja
LC037	0	0	0	0	ja
LC038	0	0	0	0	ja
LC039	1	1	2	1	nein
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	1	1	0	nein
LC049	0	0	0	0	ja
LC050	0	0	0	0	ja
LC051	0	0	0	0	ja
LC052	0	0	0	0	ja
LC053	0	0	0	0	ja
LC054	0	0	0	0	ja
LC055	0	0	0	0	ja
LC058	0	0	0	0	ja
LC059	0	0	0	0	ja
LC060	0	0	0	0	ja
LC061	0	0	0	0	ja
LC062	0	0	0	0	ja
LC063	0	0	0	0	ja
LC064	0	0	0	0	ja

Fortsetzung Tabelle 8

Labor-Nr.:	KS1- FS/2023	KS2- FS/2023	Analysen- fehler	Parameter- fehler	Erfolg FMA 1.3
LC067	0	0	0	0	ja
LC068	0	0	0	0	ja
LC069	0	0	0	0	ja
LC070	0	0	0	0	ja
LC072	0	0	0	0	ja
LC073	0	0	0	0	ja
LC075	1	1	2	1	nein
LC076	0	0	0	0	ja
LC077	0	0	0	0	ja
LC079	0	0	0	0	ja
LC081	0	0	0	0	ja
LC083	0	0	0	0	ja
LC084	0	0	0	0	ja
LC086	0	0	0	0	ja
LC087	0	0	0	0	ja
LC088	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 <sub>4</sub> -N	org. Subs.	pH	TS	P	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.4
LC001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC009	0	2	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC016	0	2	0	0	2	0	2	6	3	nein
LC017	0	0	0	0	0	0	0	0	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	2	2	2	0	0	0	0	6	3	nein
LC021	0	1	2	0	0	0	0	3	1	nein
LC022	0	0	1	0	0	0	0	1	0	ja
LC023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
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
LC029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC030	0	0	0	0	1	0	0	1	0	ja
LC031	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja

Fortsetzung Tabelle 9

Labor-Nr.:	BWS	Ges.-N	NH <sub>4</sub> -N	org. Subs.	pH	TS	P	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.4
LC033	1	2	1	0	1	0	0	5	1	nein
LC034	2	0	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC035	0	0	1	0	0	0	0	1	0	ja
LC037	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC038	0	2	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC043	1	1	0	0	0	0	0	2	0	ja
LC044	0	0	1	0	0	0	0	1	0	ja
LC045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC046	1	0	0	0	0	0	2	3	1	nein
LC047	2	2	2	0	0	0	0	6	3	nein
LC048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC049	2	2	2	2	0	0	0	8	4	nein
LC050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC052	2	2	2	0	2	0	0	8	4	nein
LC053	0	0	0	0	0	0	1	1	0	ja
LC054	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC057	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC058	1	2	1	0	0	0	1	5	1	nein
LC059	2	2	2	0	2	0	2	10	5	nein
LC060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC062	0	0	0	0	2	0	0	2	1	ja
LC063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC065	2	2	2	0	2	0	2	10	5	nein
LC066	2	2	2	0	1	0	2	9	4	nein

Fortsetzung Tabelle 9

Labor-Nr.:	BWS	Ges.-N	NH <sub>4</sub> -N	org. Subs.	pH	TS	P	Analysenfehler	Parameterfehler	Erfolg FMA 1.4
LC067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC069	0	2	0	0	1	0	1	4	1	nein
LC070	1	1	0	0	0	0	0	2	0	ja
LC072	0	1	0	0	2	0	0	3	1	nein
LC073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC074	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC075	0	2	2	0	0	0	0	4	2	nein
LC076	0	0	0	1	0	0	0	1	0	ja
LC077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC079	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC080	0	2	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC083	0	0	0	0	0	0	2	2	1	ja
LC084	0	2	0	0	0	0	0	2	1	ja
LC085	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC086	0	2	2	0	0	0	0	4	2	nein
LC087	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja
LC088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ja

### 3.5 Zusammenfassende Bewertung LÜRV-A Klärschlamm 2023

Der Teilringversuch LÜRV-A Klärschlamm 2023 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)

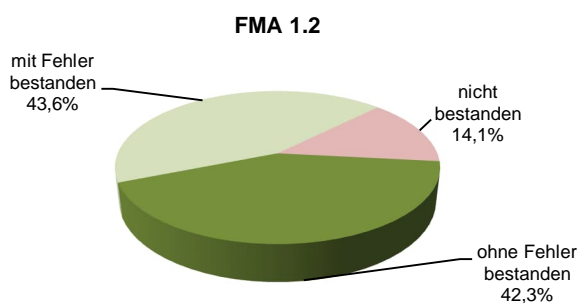


Abbildung 2: Anteil (%) der teilnehmenden Labore mit Analysefehlern im Parameterbereich FMA 1.3 (AOX)

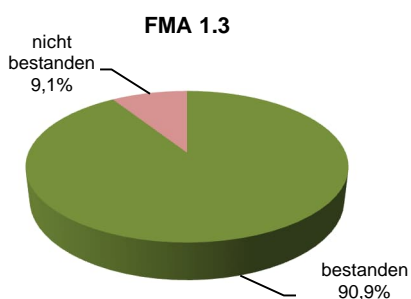
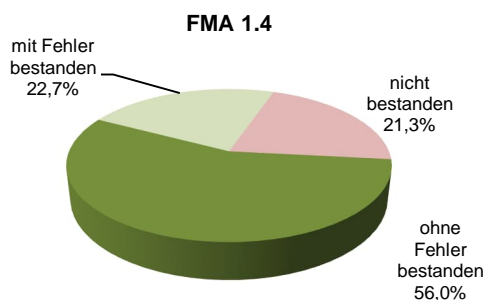


Abbildung 3: Anteil (%) der teilnehmenden Labore mit Analysefehlern im Parameterbereich FMA 1.4 (Nährstoffe und physikalische Parameter)





## 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/2023 und KS2-FS/2023)

Merkmal	Einheit	Probe	Mittelwert	Rel. Vergleich-Stdabw. %	unt. Toleranzgr.	ob. Toleranzgr.
Arsen	mg/kg TM	KS1-FS/2023	6,8428	10,95%	5,3823	8,4721
Arsen	mg/kg TM	KS2-FS/2023	6,5088	10,16%	5,2156	7,9401
Blei	mg/kg TM	KS1-FS/2023	28,732	7,79%	24,307	33,516
Blei	mg/kg TM	KS2-FS/2023	15,430	9,57%	12,535	18,617
Cadmium	mg/kg TM	KS1-FS/2023	0,65366	8,73%	0,54138	0,77618
Cadmium	mg/kg TM	KS2-FS/2023	0,72484	7,82%	0,61289	0,84588
Chrom	mg/kg TM	KS1-FS/2023	32,691	7,27%	27,983	37,753
Chrom	mg/kg TM	KS2-FS/2023	26,636	8,15%	22,355	31,28
Eisen	mg/kg TM	KS1-FS/2023	18962	4,81%	17134	20881
Eisen	mg/kg TM	KS2-FS/2023	10276	5,40%	9167	11447
Kupfer	mg/kg TM	KS1-FS/2023	313,49	5,37%	279,84	348,99
Kupfer	mg/kg TM	KS2-FS/2023	212,25	6,06%	186,65	239,46
Nickel	mg/kg TM	KS1-FS/2023	22,666	7,52%	19,292	26,303
Nickel	mg/kg TM	KS2-FS/2023	18,963	8,96%	15,622	22,618
Quecksilber	mg/kg TM	KS1-FS/2023	0,30049	13,24%	0,22366	0,38818
Quecksilber	mg/kg TM	KS2-FS/2023	0,29864	14,64%	0,21466	0,39585
Thallium	mg/kg TM	KS1-FS/2023	0,12400	16,76%	0,08441	0,17080
Thallium	mg/kg TM	KS2-FS/2023	0,09627	29,53%	0,04439	0,16601
Zink	mg/kg TM	KS1-FS/2023	877,25	5,97%	772,82	988,10
Zink	mg/kg TM	KS2-FS/2023	1018,10	6,20%	892,40	1151,8

In folgenden Tabellen sind Labormesswerte zu Parametern die entsprechenden  $Z_u$ -Scores aufgelistet. Soweit der Wert 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<sub>u</sub>-Scores für Arsen (As) bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	6,9100	0,1		6,2920	-0,3	
LC002	8,4300	2,0		7,7900	1,8	
LC003	6,7800	-0,1		6,3800	-0,2	
LC005	7,2510	0,5		7,2370	1,0	
LC006	6,7300	-0,2		6,4200	-0,1	
LC007	7,1500	0,4		6,9500	0,6	
LC008	6,4300	-0,6		6,3200	-0,3	
LC009	6,2800	-0,8		6,7900	0,4	
LC010	6,3300	-0,7		5,7200	-1,3	
LC011	6,4900	-0,5		6,1400	-0,6	
LC012	7,4500	0,8		6,4900	0,0	
LC013	7,4400	0,8		7,0200	0,7	
LC014	8,3500	1,9		8,0400	2,2	E
LC015	6,4700	-0,5		7,3700	1,2	
LC016	6,2900	-0,8		5,7600	-1,2	
LC017	7,1900	0,4		6,5800	0,1	
LC018	6,3900	-0,6		6,1300	-0,6	
LC019	7,3600	0,7		6,8200	0,4	
LC020	8,8910	2,6	E	9,4620	4,2	E
LC021	6,1300	-1,0		5,9100	-0,9	
LC022	6,1930	-0,9		6,3280	-0,3	
LC023	7,4500	0,8		8,0400	2,2	E
LC025	7,9900	1,4		6,6800	0,2	
LC026	6,8400	0,0		5,8000	-1,1	
LC027	7,5400	0,9		6,7300	0,3	
LC028	5,3300	-2,1	E	5,7700	-1,2	
LC029	7,1800	0,4		6,4900	0,0	
LC030	5,0800	-2,5	E	5,8500	-1,0	
LC031	6,4900	-0,5		6,3900	-0,2	
LC032	7,1600	0,4		6,8300	0,5	
LC033	6,6300	-0,3		6,5400	0,0	
LC034	8,8700	2,6	E	8,7000	3,1	E
LC035	6,3000	-0,8		6,8000	0,4	
LC036	6,1700	-0,9		5,5500	-1,5	
LC038	7,9600	1,4		7,4800	1,4	
LC040	7,2400	0,5		6,2400	-0,4	
LC041	6,2000	-0,9		5,8800	-1,0	
LC042	6,9100	0,1		6,3100	-0,3	
LC043	5,9900	-1,2		5,9500	-0,9	
LC044	6,2900	-0,8		5,6000	-1,4	
LC045	5,7700	-1,5		5,5000	-1,6	
LC046	7,3500	0,6		6,6600	0,2	
LC047	7,1400	0,4		6,9200	0,6	
LC048	5,9200	-1,3		5,8400	-1,1	
LC049	6,2300	-0,9		5,9200	-0,9	
LC050	7,6000	1,0		7,1000	0,8	

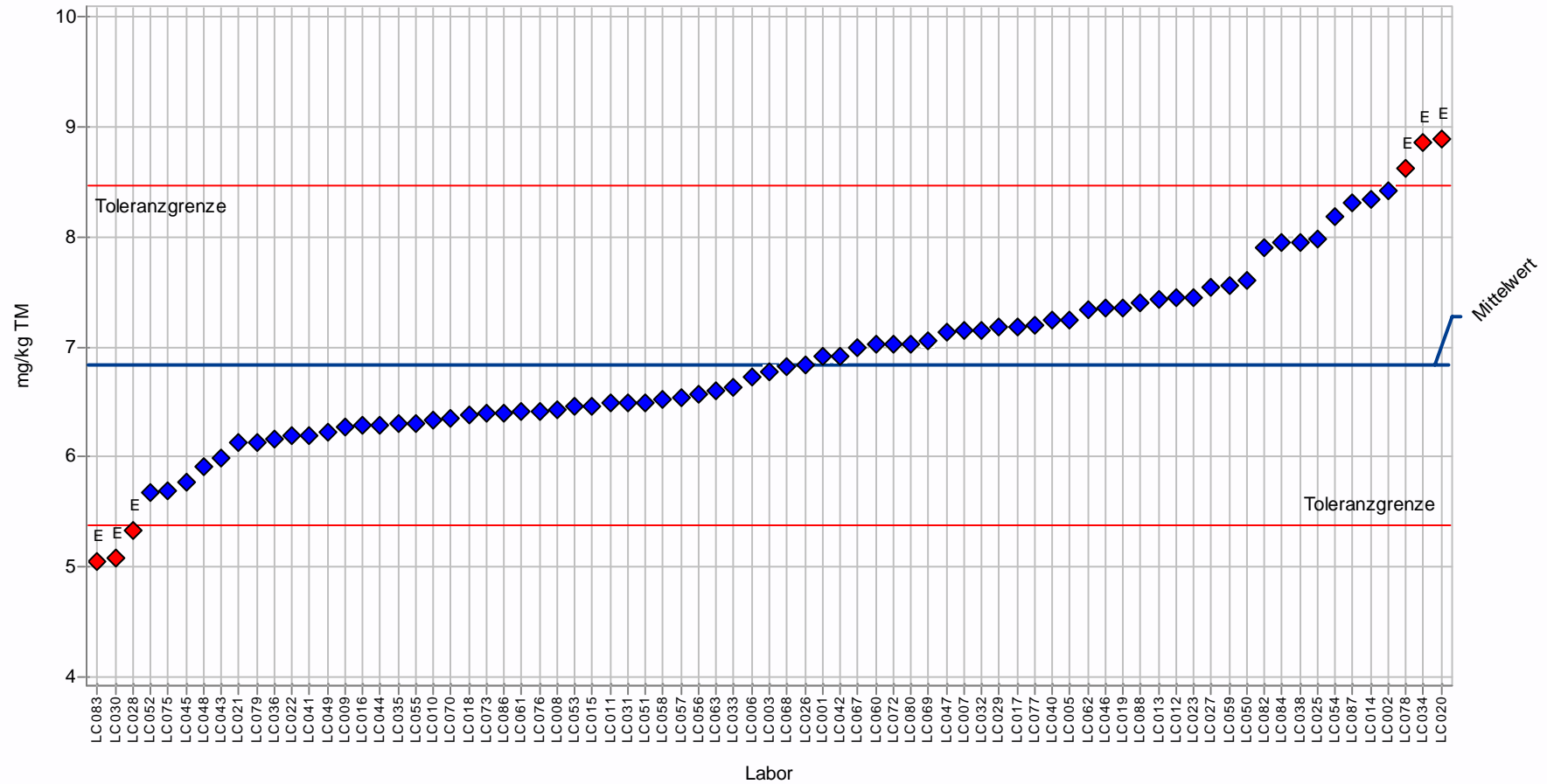
Fortsetzung Tabelle 11

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	6,5000	-0,5		6,4800	0,0	
LC052	5,6800	-1,6		5,5300	-1,6	
LC053	6,4600	-0,5		6,4200	-0,1	
LC054	8,1900	1,7		7,3200	1,2	
LC055	6,3000	-0,8		6,0500	-0,7	
LC056	6,5800	-0,4		6,4000	-0,2	
LC057	6,5400	-0,4		5,9300	-0,9	
LC058	6,5300	-0,4		6,3500	-0,3	
LC059	7,5600	0,9		6,7800	0,4	
LC060	7,0200	0,2		6,2100	-0,5	
LC061	6,4100	-0,6		6,3700	-0,2	
LC062	7,3400	0,6		6,7000	0,3	
LC063	6,6100	-0,3		6,8100	0,4	
LC067	7,0000	0,2		6,5200	0,0	
LC068	6,8200	0,0		6,4300	-0,1	
LC069	7,0650	0,3		8,2000	2,4	E
LC070	6,3500	-0,7		7,2800	1,1	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	7,0200	0,2		6,6200	0,2	
LC073	6,4000	-0,6		6,5000	0,0	
LC075	5,7000	-1,6		5,8000	-1,1	
LC076	6,4200	-0,6		6,3100	-0,3	
LC077	7,2000	0,4		6,5000	0,0	
LC078	8,6330	2,3	E	7,9050	2,0	
LC079	6,1400	-1,0		5,9100	-0,9	
LC080	7,0200	0,2		6,6600	0,2	
LC082	7,9000	1,3		8,0900	2,3	E
LC083	5,0500	-2,5	E	5,3800	-1,8	
LC084	7,9500	1,4		7,2900	1,1	
LC086	6,4000	-0,6		6,1600	-0,6	
LC087	8,3100	1,8		7,0800	0,8	
LC088	7,4100	0,7		6,9200	0,6	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	77			77		
Anzahl E-Ausreißer	6			6		
Mittelwert	6,8428			6,5088		
Vergleich-Stdabw.	0,7491			0,6611		
Rel. Vergleich-Stdabw.	10,95%			10,16%		
HorRat	0,9			0,8		
untere Toleranzgrenze	5,3823			5,2156		
obere Toleranzgrenze	8,4721			7,9401		

Abbildung 4: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Arsen (As) in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Arsen (As)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 5,3823 - 8,4721 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 6,8428 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,7491 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 10,95%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 6

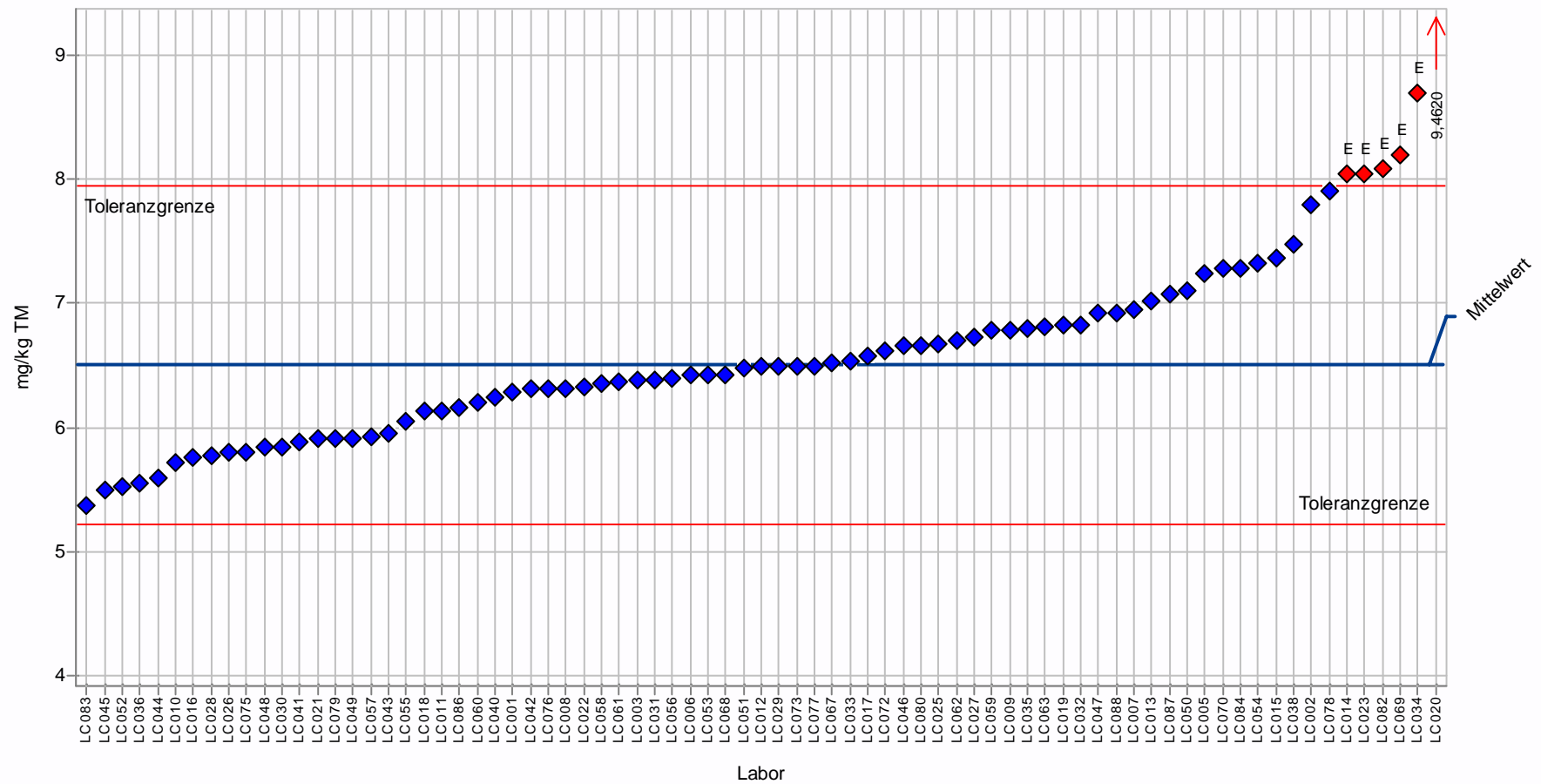


PROLab Plus

Abbildung 5: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Arsen (As) in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Arsen (As)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 5,2156 - 7,9401 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 6,5088 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,6611 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 10,16%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 6



PROLab Plus

## 4.1.2 Blei

Tabelle 12: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Blei (Pb) bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	29,020	0,1		16,900	0,9	
LC002	30,600	0,8		16,100	0,4	
LC003	28,900	0,1		14,900	-0,4	
LC005	29,680	0,4		15,120	-0,2	
LC006	30,600	0,8		15,900	0,3	
LC007	30,000	0,5		18,600	2,0	
LC008	26,500	-1,0		14,100	-0,9	
LC009	29,900	0,5		16,700	0,8	
LC010	28,500	-0,1		15,000	-0,3	
LC011	28,100	-0,3		14,700	-0,5	
LC012	27,500	-0,6		13,800	-1,2	
LC013	27,200	-0,7		15,300	-0,1	
LC014	30,200	0,6		17,310	1,2	
LC015	29,600	0,4		16,000	0,4	
LC016	29,500	0,3		16,000	0,4	
LC017	27,900	-0,4		14,800	-0,4	
LC018	32,800	1,7		16,200	0,5	
LC019	28,400	-0,2		17,500	1,3	
LC020	28,680	0,0		14,800	-0,4	
LC021	28,200	-0,2		13,700	-1,2	
LC022	32,489	1,6		15,305	-0,1	
LC023	29,400	0,3		15,200	-0,2	
LC025	26,400	-1,1		14,100	-0,9	
LC026	29,600	0,4		16,200	0,5	
LC027	31,000	1,0		15,500	0,0	
LC028	29,000	0,1		15,700	0,2	
LC029	28,200	-0,2		15,100	-0,2	
LC030	28,500	-0,1		16,800	0,9	
LC031	25,200	-1,6		13,100	-1,6	
LC032	27,800	-0,4		13,200	-1,6	
LC033	26,300	-1,1		14,100	-0,9	
LC034	30,760	0,9		16,720	0,8	
LC035	28,200	-0,2		16,000	0,4	
LC036	25,700	-1,4		13,800	-1,2	
LC038	30,300	0,7		17,700	1,5	
LC040	31,600	1,2		15,800	0,2	
LC041	28,400	-0,2		16,100	0,4	
LC042	29,000	0,1		16,400	0,6	
LC043	26,700	-0,9		15,100	-0,2	
LC044	28,100	-0,3		14,400	-0,7	
LC045	28,200	-0,2		15,400	0,0	
LC046	30,450	0,7		16,970	1,0	
LC047	28,500	-0,1		15,700	0,2	
LC048	34,700	2,6	E	17,500	1,3	
LC049	29,100	0,2		15,700	0,2	
LC050	26,700	-0,9		15,000	-0,3	

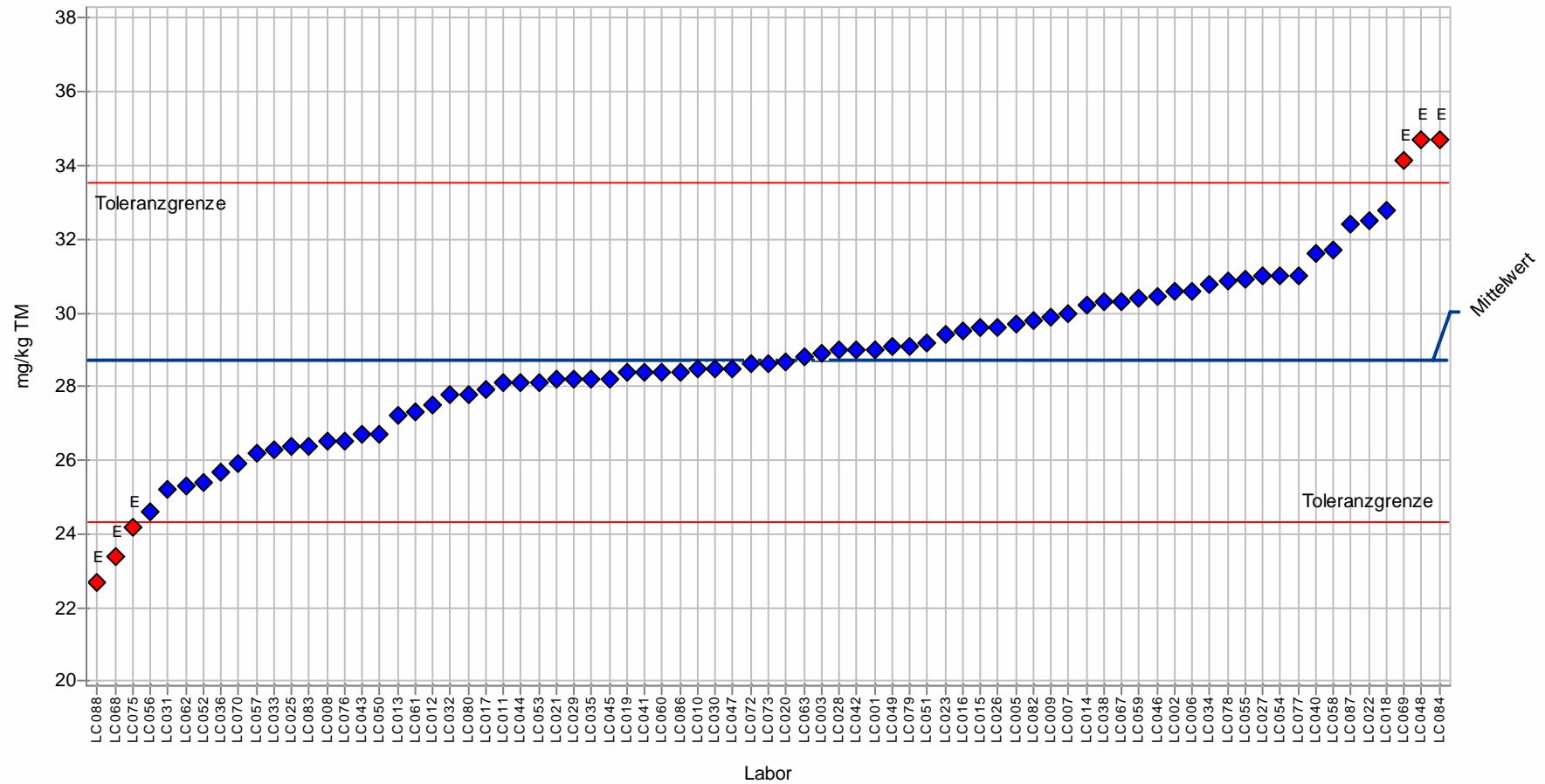
Fortsetzung Tabelle 12

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	29,200	0,2		16,100	0,4	
LC052	25,400	-1,5		14,100	-0,9	
LC053	28,100	-0,3		15,000	-0,3	
LC054	31,000	1,0		16,400	0,6	
LC055	30,900	0,9		16,100	0,4	
LC056	24,600	-1,9		13,600	-1,3	
LC057	26,200	-1,2		14,900	-0,4	
LC058	31,700	1,3		16,060	0,4	
LC059	30,400	0,7		16,500	0,7	
LC060	28,400	-0,2		15,300	-0,1	
LC061	27,300	-0,7		15,100	-0,2	
LC062	25,300	-1,6		13,300	-1,5	
LC063	28,800	0,0		14,800	-0,4	
LC067	30,300	0,7		16,200	0,5	
LC068	23,400	-2,5	E	13,200	-1,6	
LC069	34,124	2,3	E	20,782	3,4	E
LC070	25,920	-1,3		14,180	-0,9	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	28,600	-0,1		15,300	-0,1	
LC073	28,600	-0,1		14,400	-0,7	
LC075	24,200	-2,1	E	12,900	-1,8	
LC076	26,500	-1,0		14,900	-0,4	
LC077	31,000	1,0		16,000	0,4	
LC078	30,890	0,9		17,270	1,2	
LC079	29,100	0,2		14,800	-0,4	
LC080	27,800	-0,4		14,700	-0,5	
LC082	29,800	0,5		17,600	1,4	
LC083	26,400	-1,1		13,300	-1,5	
LC084	34,700	2,6	E	20,300	3,1	E
LC086	28,400	-0,2		16,300	0,6	
LC087	32,400	1,6		17,200	1,1	
LC088	22,700	-2,8	E	12,400	-2,1	E
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Einzelwerte	77			77		
Anzahl E-Ausreißer	6			3		
Mittelwert	28,732			15,430		
Vergleich-Stdabw.	2,239			1,477		
Rel. Vergleich-Stdabw.	7,79%			9,57%		
HorRat	0,8			0,9		
untere Toleranzgrenze	24,307			12,535		
obere Toleranzgrenze	33,516			18,617		

Abbildung 6: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Pb in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Blei (Pb)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 24,307 - 33,516 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 28,732 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 2,239 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 7,79%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 6



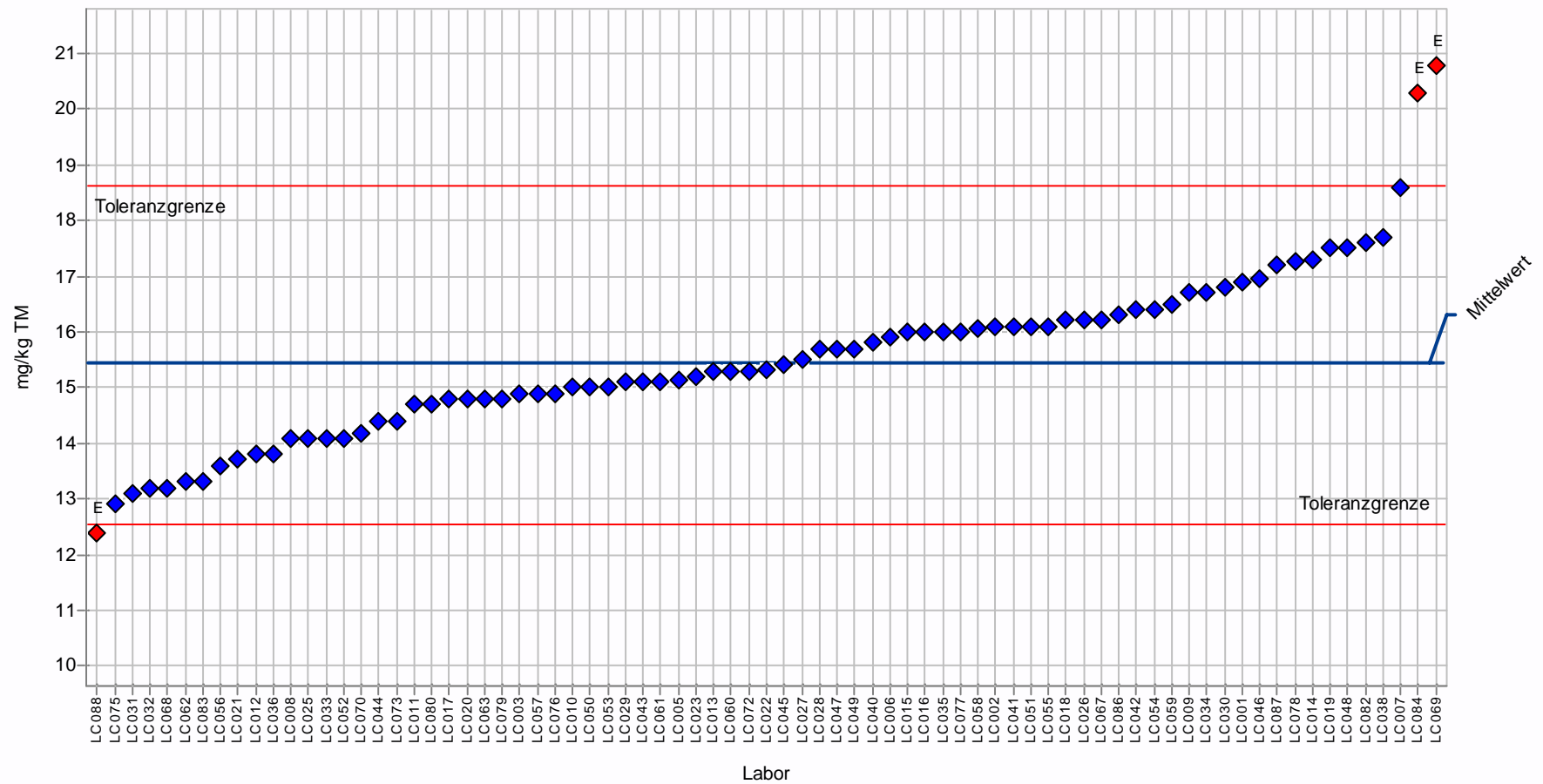
PROLab Plus



Abbildung 7: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Pb in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Blei (Pb)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 12,535 - 18,617 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 15,430 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 1,477 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 9,57%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 3



PROLab Plus

## 4.1.3 Cadmium

Tabelle 13: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Cadmium-Cd bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	0,64200	-0,2		0,64000	-1,6	
LC002	0,62000	-0,6		0,62900	-1,8	
LC003	0,60200	-0,9		0,65600	-1,3	
LC005	0,61300	-0,7		0,63100	-1,7	
LC006	0,63700	-0,3		0,73100	0,1	
LC007	0,67300	0,3		0,73700	0,2	
LC008	0,66000	0,1		0,77000	0,8	
LC009	0,60800	-0,8		0,74500	0,3	
LC010	0,64500	-0,2		0,69800	-0,5	
LC011	0,60200	-0,9		0,67900	-0,8	
LC012	0,62600	-0,5		0,73300	0,1	
LC013	0,57200	-1,5		0,71200	-0,2	
LC014	0,74300	1,5		0,87000	2,5	E
LC015	0,57000	-1,5		0,66000	-1,2	
LC016	0,67800	0,4		0,74500	0,3	
LC017	0,64400	-0,2		0,73300	0,1	
LC018	0,68800	0,6		0,71900	-0,1	
LC019	0,66000	0,1		0,71000	-0,3	
LC020	0,60040	-1,0		0,66430	-1,1	
LC021	0,63000	-0,4		0,74200	0,3	
LC022	0,66900	0,3		0,69700	-0,5	
LC023	0,68200	0,5		0,74000	0,3	
LC025	0,65900	0,1		0,76400	0,7	
LC026	0,81000	2,6	E	0,70200	-0,4	
LC027	0,66000	0,1		0,69000	-0,6	
LC028	0,56900	-1,5		0,72000	-0,1	
LC029	0,60200	-0,9		0,65800	-1,2	
LC030	0,59200	-1,1		0,69700	-0,5	
LC031	0,66000	0,1		0,71000	-0,3	
LC032	0,60800	-0,8		0,73500	0,2	
LC033	0,66400	0,2		0,73400	0,2	
LC034	0,63200	-0,4		0,61700	-2,0	
LC035	0,68000	0,4		0,73000	0,1	
LC036	0,60800	-0,8		0,62100	-1,9	
LC038	0,69500	0,7		0,80500	1,4	
LC040	0,72000	1,1		0,76300	0,6	
LC041	0,65900	0,1		0,75300	0,5	
LC042	0,63800	-0,3		0,72500	0,0	
LC043	0,63100	-0,4		0,70900	-0,3	
LC044	0,65000	-0,1		0,72000	-0,1	
LC045	0,58600	-1,2		0,64900	-1,4	
LC046	0,68400	0,5		0,73600	0,2	
LC047	0,70000	0,8		0,75300	0,5	
LC048	0,63000	-0,4		0,63000	-1,7	
LC049	0,79000	2,3	E	0,89500	2,9	E
LC050	0,73200	1,3		0,77600	0,9	

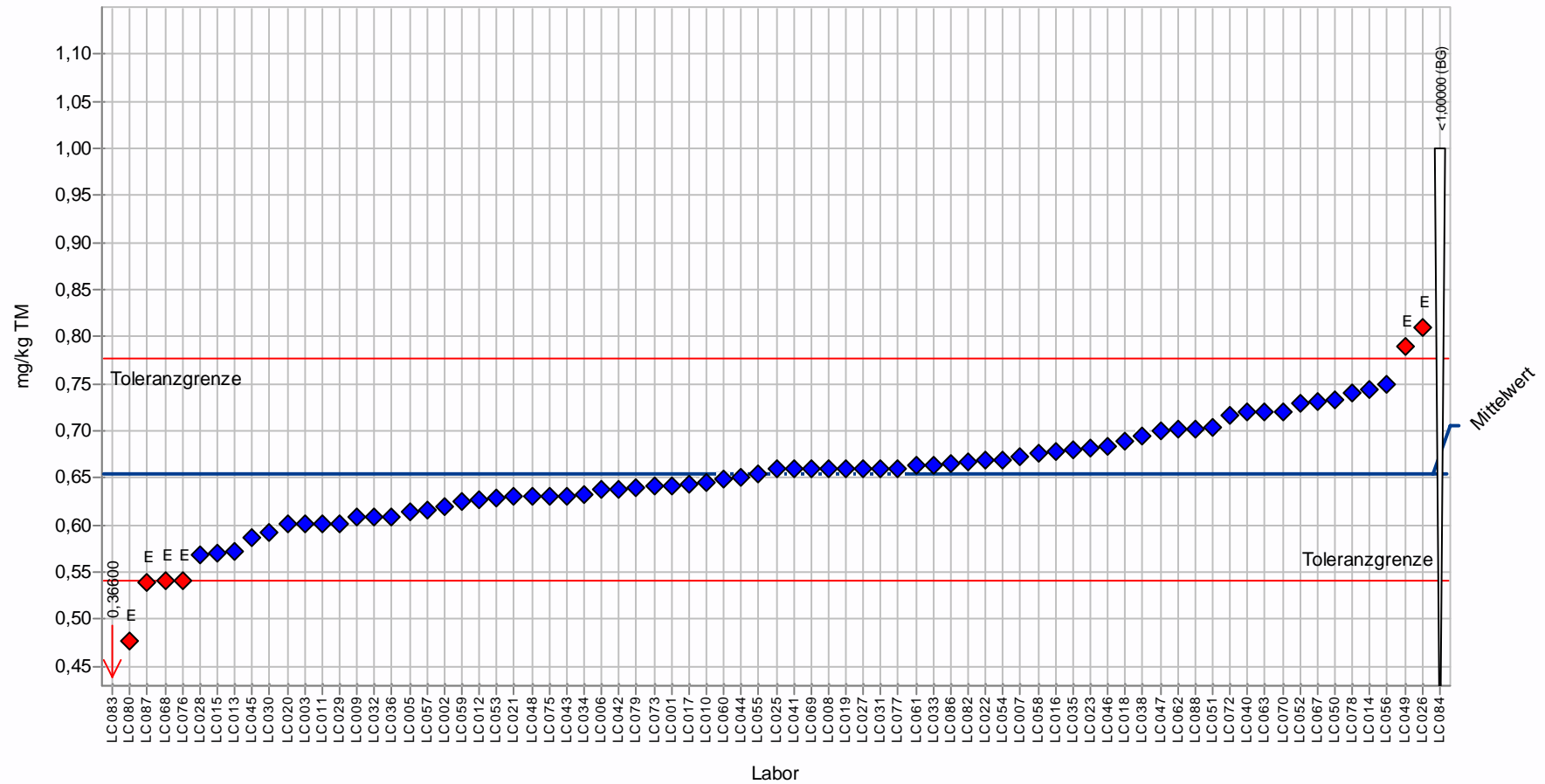
Fortsetzung Tabelle 13

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	0,70400	0,8		0,73900	0,2	
LC052	0,72900	1,3		0,75600	0,5	
LC053	0,62900	-0,5		0,69000	-0,6	
LC054	0,66900	0,3		0,76400	0,7	
LC055	0,65500	0,0		0,69500	-0,5	
LC056	0,75000	1,6		0,80000	1,3	
LC057	0,61500	-0,7		0,73500	0,2	
LC058	0,67700	0,4		0,73700	0,2	
LC059	0,62500	-0,5		0,66300	-1,1	
LC060	0,64900	-0,1		0,71900	-0,1	
LC061	0,66300	0,2		0,74900	0,4	
LC062	0,70100	0,8		0,78000	0,9	
LC063	0,72000	1,1		0,70000	-0,5	
LC067	0,73100	1,3		0,77400	0,8	
LC068	0,54000	-2,1	E	0,67000	-1,0	
LC069	0,65900	0,1		0,80000	1,3	
LC070	0,72000	1,1		0,90000	3,0	E
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	0,71700	1,1		0,77300	0,8	
LC073	0,64100	-0,2		0,73200	0,1	
LC075	0,63000	-0,4		0,75000	0,4	
LC076	0,54000	-2,1	E	0,64000	-1,6	
LC077	0,66000	0,1		0,73000	0,1	
LC078	0,74030	1,4		0,81470	1,5	
LC079	0,64000	-0,2		0,69300	-0,6	
LC080	0,47600	-3,2	E	0,47600	-4,6	E
LC082	0,66700	0,2		0,74800	0,4	
LC083	0,36600	-5,3	E	0,46400	-4,8	E
LC084	< 1,00000			< 1,00000		
LC086	0,66600	0,2		0,84100	2,0	
LC087	0,53900	-2,1	E	0,71400	-0,2	
LC088	0,70200	0,8		0,83900	1,9	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	76			76		
Anzahl E-Ausreißer	7			5		
Mittelwert	0,65366			0,72484		
Vergleich-Stdabw.	0,05705			0,05665		
Rel. Vergleich-Stdabw.	8,73%			7,82%		
HorRat	0,5			0,5		
untere Toleranzgrenze	0,54138			0,61289		
obere Toleranzgrenze	0,77618			0,84588		

Abbildung 8: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cd in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Cadmium (Cd)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 0,54138 - 0,77618 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,65366 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,05705 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 8,73%  
 Anzahl Labore: 76  
 Anzahl E-Ausreißer: 7

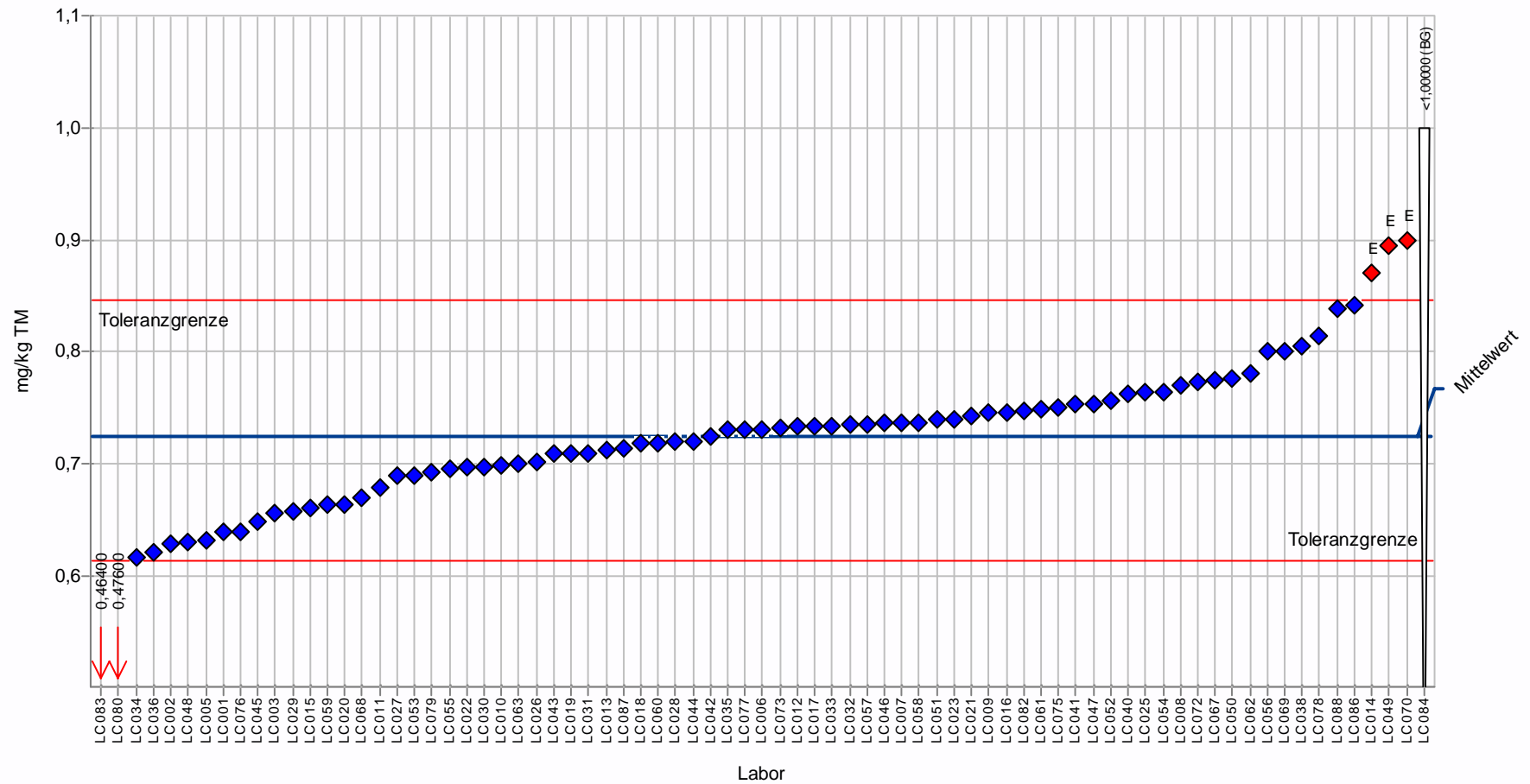


PROLab Plus

Abbildung 9: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cd in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Cadmium (Cd)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 0,61289 - 0,84588 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,72484 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,05665 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 7,82%  
 Anzahl Labore: 76  
 Anzahl E-Ausreißer: 5



PROLab Plus

## 4.1.4 Chrom

Tabelle 14: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Chrom (Cr) bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	31,550	-0,5		26,210	-0,2	
LC002	34,300	0,7		26,200	-0,2	
LC003	34,300	0,7		26,800	0,1	
LC005	33,900	0,5		26,190	-0,2	
LC006	33,500	0,3		26,500	-0,1	
LC007	32,200	-0,2		27,200	0,2	
LC008	32,800	0,0		27,500	0,4	
LC009	31,500	-0,5		28,700	0,9	
LC010	31,100	-0,7		23,500	-1,5	
LC011	30,400	-1,0		24,800	-0,9	
LC012	32,100	-0,3		25,800	-0,4	
LC013	32,300	-0,2		24,800	-0,9	
LC014	35,250	1,0		29,220	1,1	
LC015	21,500	-4,9	E	24,900	-0,8	
LC016	34,900	0,9		29,200	1,1	
LC017	31,600	-0,5		26,000	-0,3	
LC018	35,700	1,2		29,400	1,2	
LC019	34,700	0,8		27,600	0,4	
LC020	30,230	-1,1		25,380	-0,6	
LC021	29,500	-1,4		22,900	-1,8	
LC022	31,050	-0,7		25,194	-0,7	
LC023	36,000	1,3		27,900	0,6	
LC025	31,600	-0,5		25,000	-0,8	
LC026	32,500	-0,1		25,900	-0,4	
LC027	33,000	0,1		24,000	-1,3	
LC028	29,100	-1,6		26,700	0,0	
LC029	32,600	0,0		24,800	-0,9	
LC030	22,800	-4,3	E	29,000	1,0	
LC031	31,500	-0,5		23,700	-1,4	
LC032	32,000	-0,3		24,600	-1,0	
LC033	31,000	-0,7		25,800	-0,4	
LC034	39,210	2,6	E	29,820	1,4	
LC035	31,500	-0,5		28,000	0,6	
LC036	32,800	0,0		26,800	0,1	
LC038	35,200	1,0		29,200	1,1	
LC040	32,900	0,1		25,300	-0,6	
LC041	33,900	0,5		27,800	0,5	
LC042	33,000	0,1		27,700	0,5	
LC043	30,100	-1,1		21,500	-2,5	E
LC044	30,900	-0,8		24,500	-1,0	
LC045	30,200	-1,1		23,100	-1,7	
LC046	32,000	-0,3		23,540	-1,5	
LC047	31,400	-0,6		26,500	-0,1	
LC048	30,600	-0,9		24,200	-1,2	
LC049	34,400	0,7		29,300	1,2	
LC050	34,200	0,6		28,600	0,9	

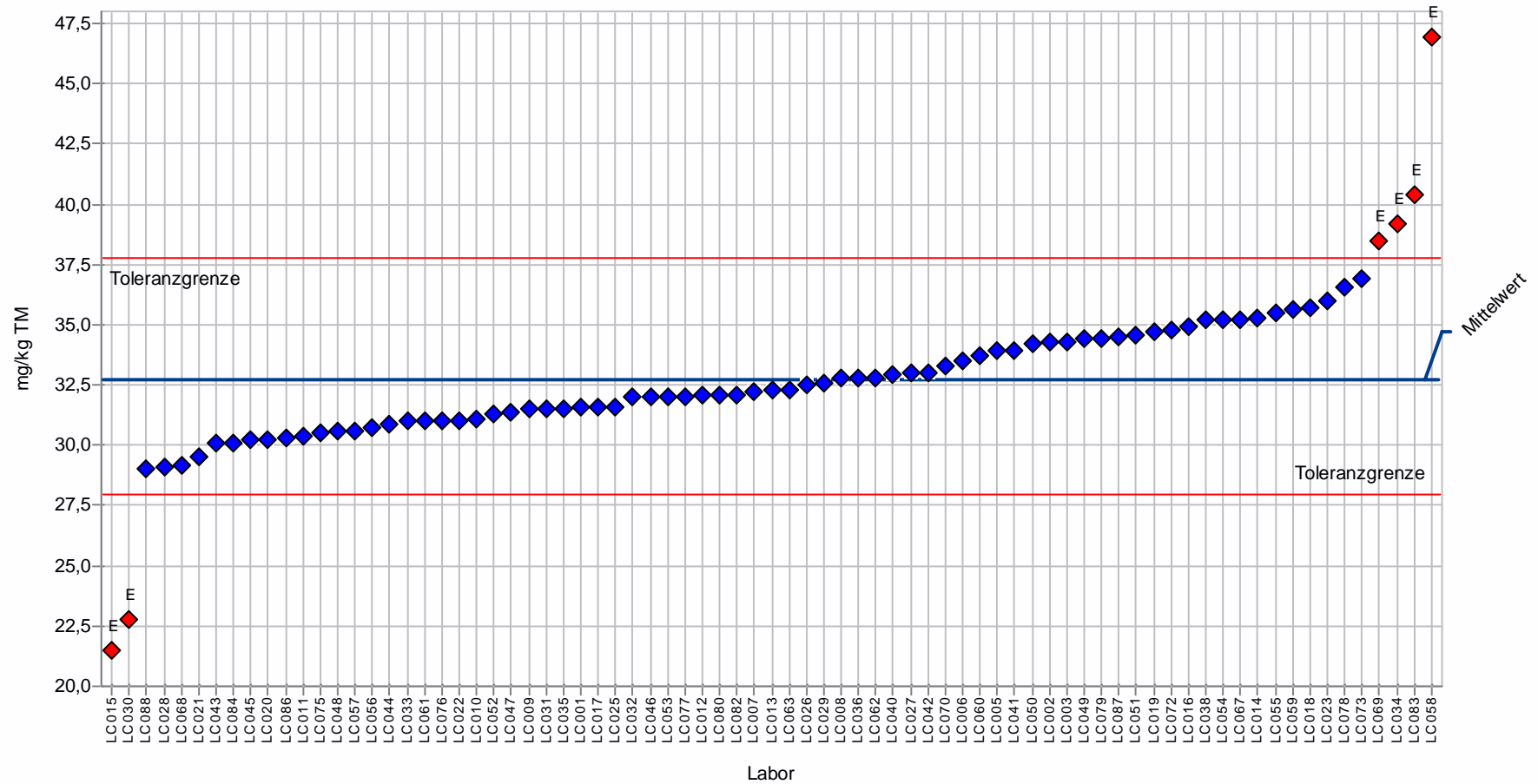
Fortsetzung Tabelle 14

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	34,600	0,8		28,400	0,8	
LC052	31,300	-0,6		26,000	-0,3	
LC053	32,000	-0,3		26,500	-0,1	
LC054	35,200	1,0		31,200	2,0	
LC055	35,500	1,1		27,100	0,2	
LC056	30,700	-0,9		24,300	-1,1	
LC057	30,600	-0,9		26,200	-0,2	
LC058	46,930	5,8	E	31,930	2,3	E
LC059	35,600	1,2		26,900	0,1	
LC060	33,700	0,4		25,300	-0,6	
LC061	31,000	-0,7		26,900	0,1	
LC062	32,800	0,0		26,200	-0,2	
LC063	32,300	-0,2		27,200	0,2	
LC067	35,200	1,0		28,300	0,7	
LC068	29,200	-1,5		24,000	-1,3	
LC069	38,448	2,3	E	32,635	2,6	E
LC070	33,300	0,2		27,340	0,3	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	34,800	0,9		28,800	1,0	
LC073	36,900	1,7		30,100	1,5	
LC075	30,500	-1,0		25,600	-0,5	
LC076	31,000	-0,7		25,900	-0,4	
LC077	32,000	-0,3		27,000	0,2	
LC078	36,560	1,6		29,250	1,2	
LC079	34,400	0,7		27,700	0,5	
LC080	32,100	-0,3		26,100	-0,3	
LC082	32,100	-0,3		28,500	0,8	
LC083	40,400	3,1	E	33,300	2,9	E
LC084	30,100	-1,1		24,500	-1,0	
LC086	30,300	-1,0		25,600	-0,5	
LC087	34,500	0,7		27,100	0,2	
LC088	29,000	-1,6		25,100	-0,7	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	77			77		
Anzahl E-Ausreißer	6			4		
Mittelwert	32,691			26,636		
Vergleich-Stdabw.	2,3770			2,1700		
Rel. Vergleich-Stdabw.	7,27%			8,15%		
HorRat	0,8			0,8		
untere Toleranzgrenze	27,983			22,355		
obere Toleranzgrenze	37,753			31,280		

Abbildung 10: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cr in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Chrom (Cr)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 27,983 - 37,753 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 32,691 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 2,377 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 7,27%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 6



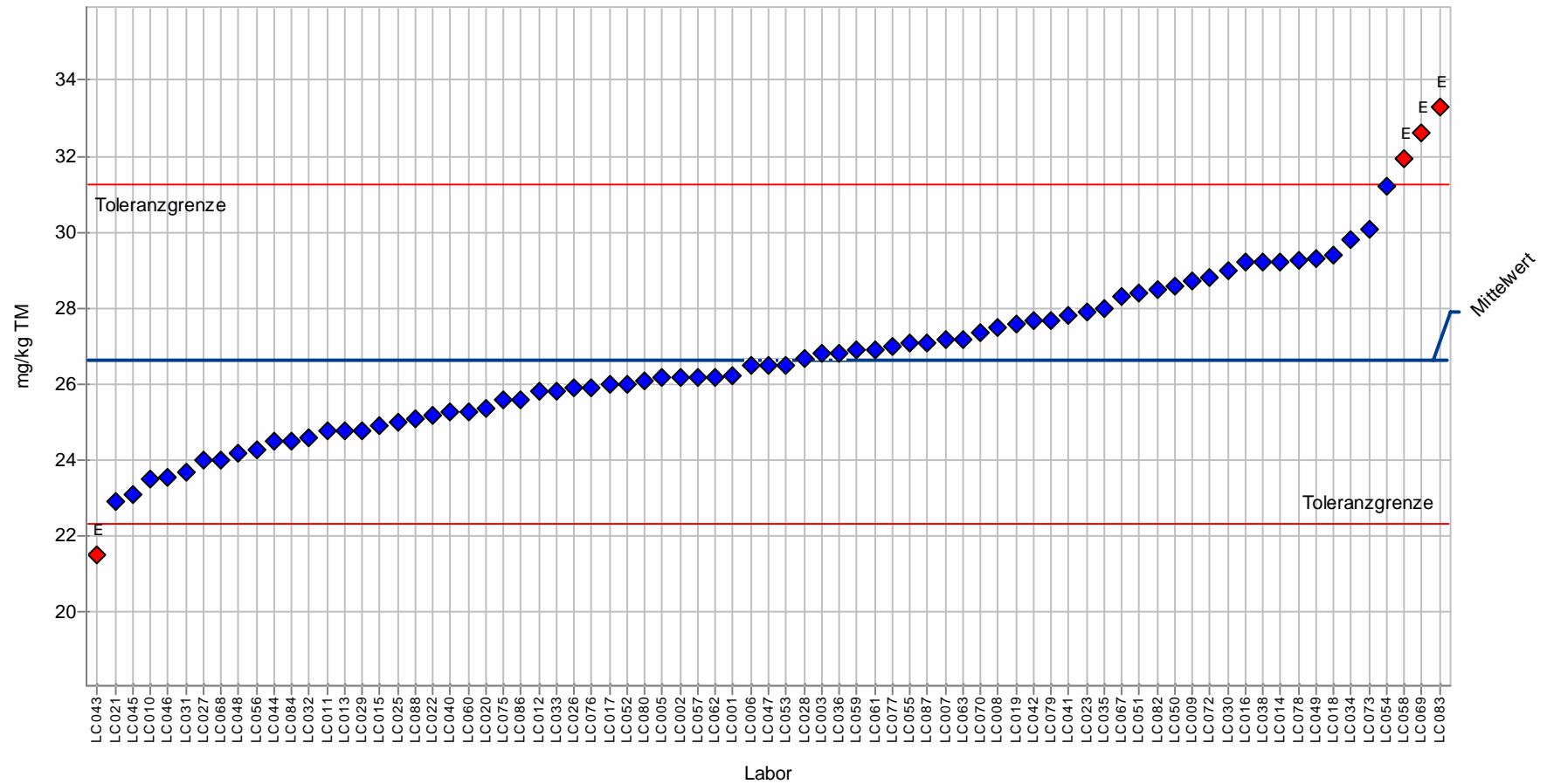
PROLab Plus



Abbildung 11: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cr in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Chrom (Cr)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 22,355 - 31,280 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 26,636 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 2,170 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 8,15%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 4



PROLab Plus

## 4.1.5 Eisen

Tabelle 15: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Eisen (Fe) bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	19296	0,4		10778	0,9	
LC002	18500	-0,5		10400	0,2	
LC003	19069	0,1		10244	-0,1	
LC005	20206	1,3		10303	0,0	
LC006	18500	-0,5		10200	-0,1	
LC007	18800	-0,2		10800	0,9	
LC008	18596	-0,4		9895	-0,7	
LC009	18800	-0,2		10200	-0,1	
LC010	18300	-0,7		9500	-1,4	
LC011	19620	0,7		10760	0,8	
LC012	18300	-0,7		10800	0,9	
LC013	19700	0,8		10500	0,4	
LC014	19915	1,0		10985	1,2	
LC015	26245	7,8	E	12943	4,7	E
LC016	18780	-0,2		10080	-0,4	
LC017	18950	0,0		10362	0,1	
LC018	19600	0,7		10500	0,4	
LC019	19937	1,0		11022	1,3	
LC020	18000	-1,1		9855	-0,8	
LC021	18900	-0,1		9550	-1,3	
LC022	18900	-0,1		10305	0,1	
LC023	18700	-0,3		9960	-0,6	
LC025	19300	0,4		10300	0,0	
LC026	19000	0,0		10200	-0,1	
LC027	18784	-0,2		10451	0,3	
LC028	17800	-1,3		9000	-2,4	E
LC029	20200	1,3		10600	0,6	
LC030	18200	-0,9		10400	0,2	
LC031	19600	0,7		10100	-0,3	
LC032	20207	1,3		10959	1,2	
LC033	nicht getestet			nicht getestet		
LC034	18799	-0,2		10707	0,8	
LC035	16942	-2,3	E	10390	0,2	
LC036	18600	-0,4		9890	-0,7	
LC038	18103	-1,0		9939	-0,6	
LC040	19100	0,1		10020	-0,5	
LC041	19500	0,6		10900	1,1	
LC042	18200	-0,9		10000	-0,5	
LC043	17900	-1,2		10100	-0,3	
LC044	18040	-1,0		9497	-1,4	
LC045	18875	-0,1		10078	-0,4	
LC046	19389	0,5		10364	0,2	
LC047	19300	0,4		10600	0,6	
LC048	17500	-1,6		9340	-1,7	
LC049	19300	0,4		10300	0,0	
LC050	20700	1,9		11300	1,8	

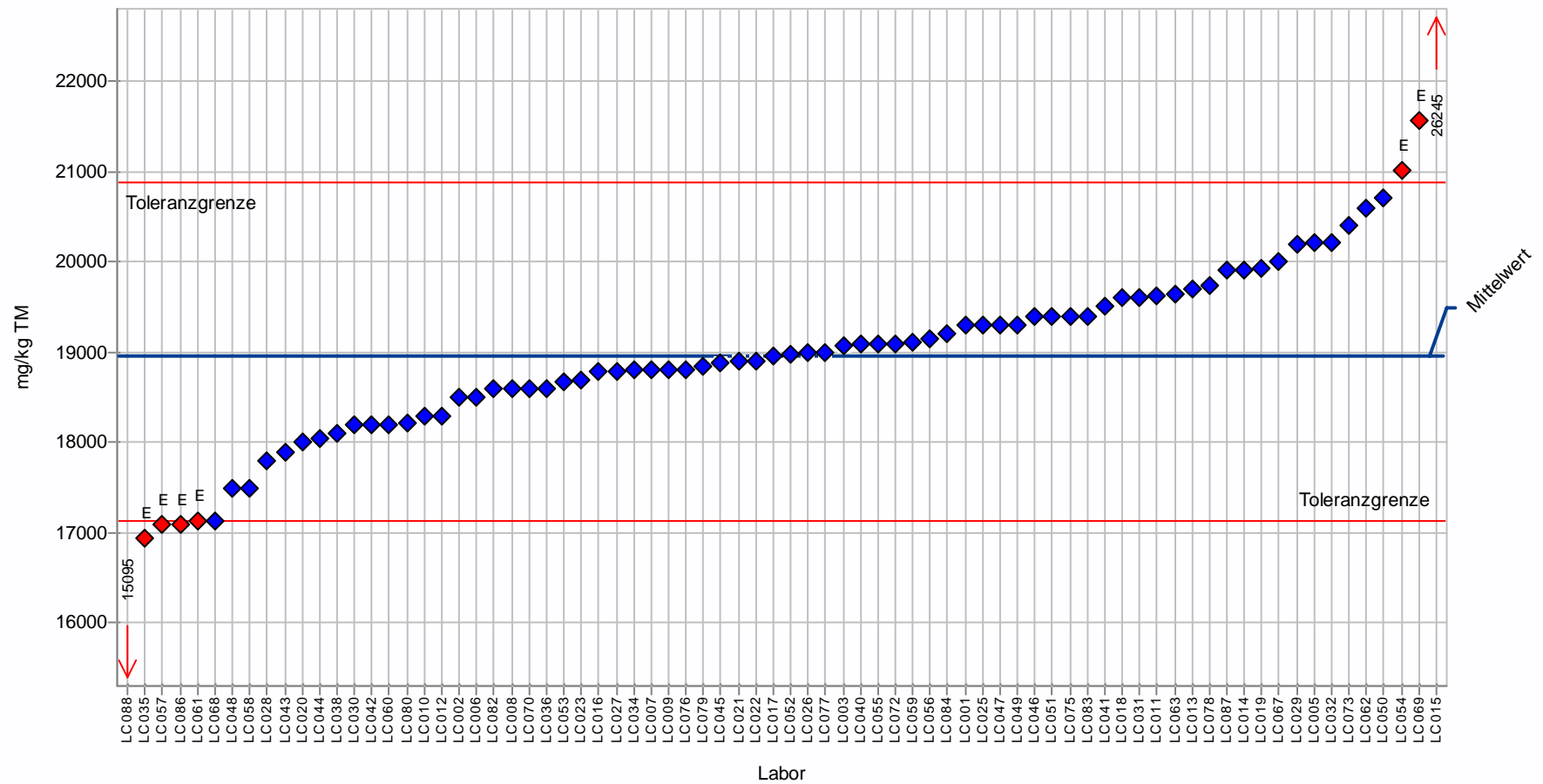
Fortsetzung Tabelle 15

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	19400	0,5		10300	0,0	
LC052	18980	0,0		10580	0,5	
LC053	18680	-0,3		10486	0,4	
LC054	21020	2,2	E	11590	2,3	E
LC055	19100	0,1		10400	0,2	
LC056	19156	0,2		9739	-1,0	
LC057	17100	-2,1	E	9230	-1,9	
LC058	17500	-1,6		9810	-0,9	
LC059	19115	0,2		10210	-0,1	
LC060	18200	-0,9		9860	-0,8	
LC061	17131	-2,1	E	8855	-2,6	E
LC062	20600	1,7		11000	1,3	
LC063	19642	0,7		9815	-0,9	
LC067	20000	1,1		10000	-0,5	
LC068	17135	-2,0		8034	-4,1	E
LC069	21567	2,8	E	11943	2,9	E
LC070	18598	-0,4		10245	-0,1	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	19100	0,1		10400	0,2	
LC073	20400	1,5		11000	1,3	
LC075	19400	0,5		10400	0,2	
LC076	18812	-0,2		9881	-0,7	
LC077	19000	0,0		10500	0,4	
LC078	19737	0,8		10930	1,1	
LC079	18846	-0,1		10214	-0,1	
LC080	18219	-0,8		10031	-0,5	
LC082	18590	-0,4		10580	0,5	
LC083	19400	0,5		10900	1,1	
LC084	19200	0,3		10200	-0,1	
LC086	17100	-2,1	E	9490	-1,5	
LC087	19900	1,0		10400	0,2	
LC088	15095	-4,3	E	9289	-1,8	
Methode	DIN38402 45			DIN38402 45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	76			76		
Anzahl E-Ausreißer	8			6		
Mittelwert	18962			10276		
Vergleich-Stdabw.	913			555		
Rel. Vergleich-Stdabw.	4,81%			5,40%		
HorRat	1,3			1,4		
untere Toleranzgrenze	17134			9167		
obere Toleranzgrenze	20881			11447		

Abbildung 12: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Fe in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Eisen (Fe)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 17134 - 20881 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 18962 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 913 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 4,81%  
 Anzahl Labore: 76  
 Anzahl E-Ausreißer: 8

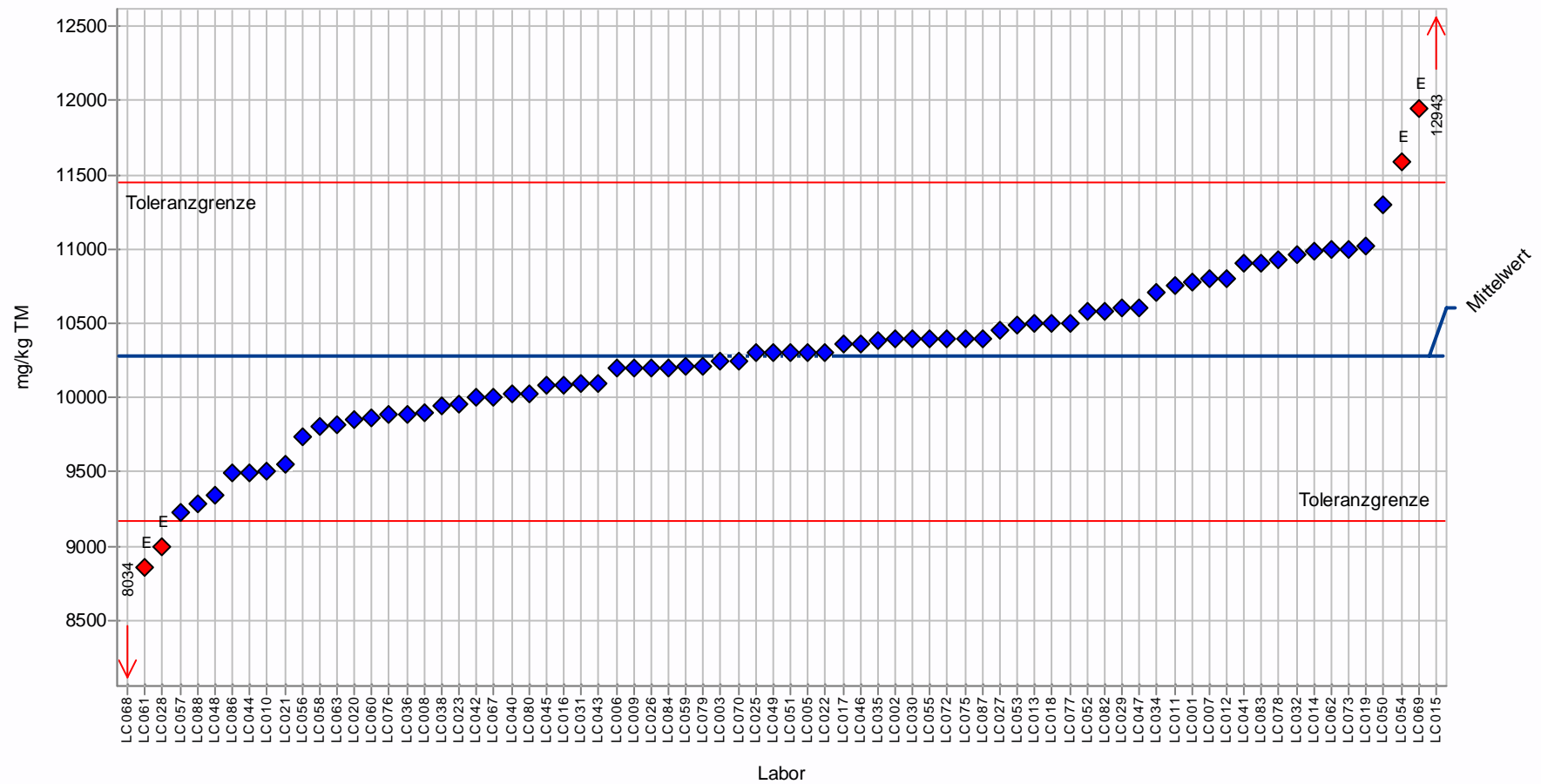


PROLab Plus

Abbildung 13: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Fe in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Eisen (Fe)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 9167 - 11447 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 10276 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 555 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 5,40%  
 Anzahl Labore: 76  
 Anzahl E-Ausreißer: 6



PROLab Plus

## 4.1.6 Kupfer

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

Labor	KS1-FS/2023	$Z_u$ - Score	Fehler	KS2-FS/2023	$Z_u$ - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	303,00	-0,6		215,90	0,3	
LC002	307,00	-0,4		208,00	-0,3	
LC003	293,00	-1,2		186,00	-2,1	E
LC005	314,80	0,1		201,78	-0,8	
LC006	301,00	-0,8		202,00	-0,8	
LC007	290,00	-1,4		202,00	-0,8	
LC008	318,00	0,3		216,00	0,3	
LC009	305,00	-0,5		208,00	-0,3	
LC010	305,00	-0,5		217,00	0,4	
LC011	312,00	-0,1		207,00	-0,4	
LC012	305,00	-0,5		201,00	-0,9	
LC013	305,00	-0,5		210,00	-0,2	
LC014	339,30	1,5		251,90	3,0	E
LC015	311,00	-0,2		207,00	-0,4	
LC016	310,00	-0,2		211,00	-0,1	
LC017	322,00	0,5		214,00	0,1	
LC018	339,00	1,5		232,00	1,5	
LC019	323,00	0,5		224,00	0,9	
LC020	304,90	-0,5		203,40	-0,7	
LC021	304,00	-0,6		190,00	-1,8	
LC022	306,00	-0,5		208,87	-0,3	
LC023	325,00	0,7		214,00	0,1	
LC025	292,00	-1,3		196,00	-1,3	
LC026	297,00	-1,0		196,00	-1,3	
LC027	324,00	0,6		222,00	0,7	
LC028	245,00	-4,2	E	178,00	-2,7	E
LC029	306,00	-0,5		200,00	-1,0	
LC030	241,00	-4,4	E	195,00	-1,4	
LC031	314,00	0,0		209,00	-0,3	
LC032	320,00	0,4		219,00	0,5	
LC033	311,00	-0,2		211,00	-0,1	
LC034	306,70	-0,4		207,50	-0,4	
LC035	314,00	0,0		221,00	0,7	
LC036	298,00	-0,9		201,00	-0,9	
LC038	327,00	0,8		229,00	1,3	
LC040	321,00	0,4		213,00	0,1	
LC041	308,00	-0,3		217,00	0,4	
LC042	306,00	-0,5		212,00	0,0	
LC043	300,00	-0,8		220,00	0,6	
LC044	292,50	-1,3		201,20	-0,9	
LC045	277,00	-2,2	E	187,00	-2,0	
LC046	342,00	1,6		233,00	1,6	
LC047	322,00	0,5		221,00	0,7	
LC048	311,00	-0,2		212,00	0,0	
LC049	320,00	0,4		216,00	0,3	
LC050	318,00	0,3		204,00	-0,7	

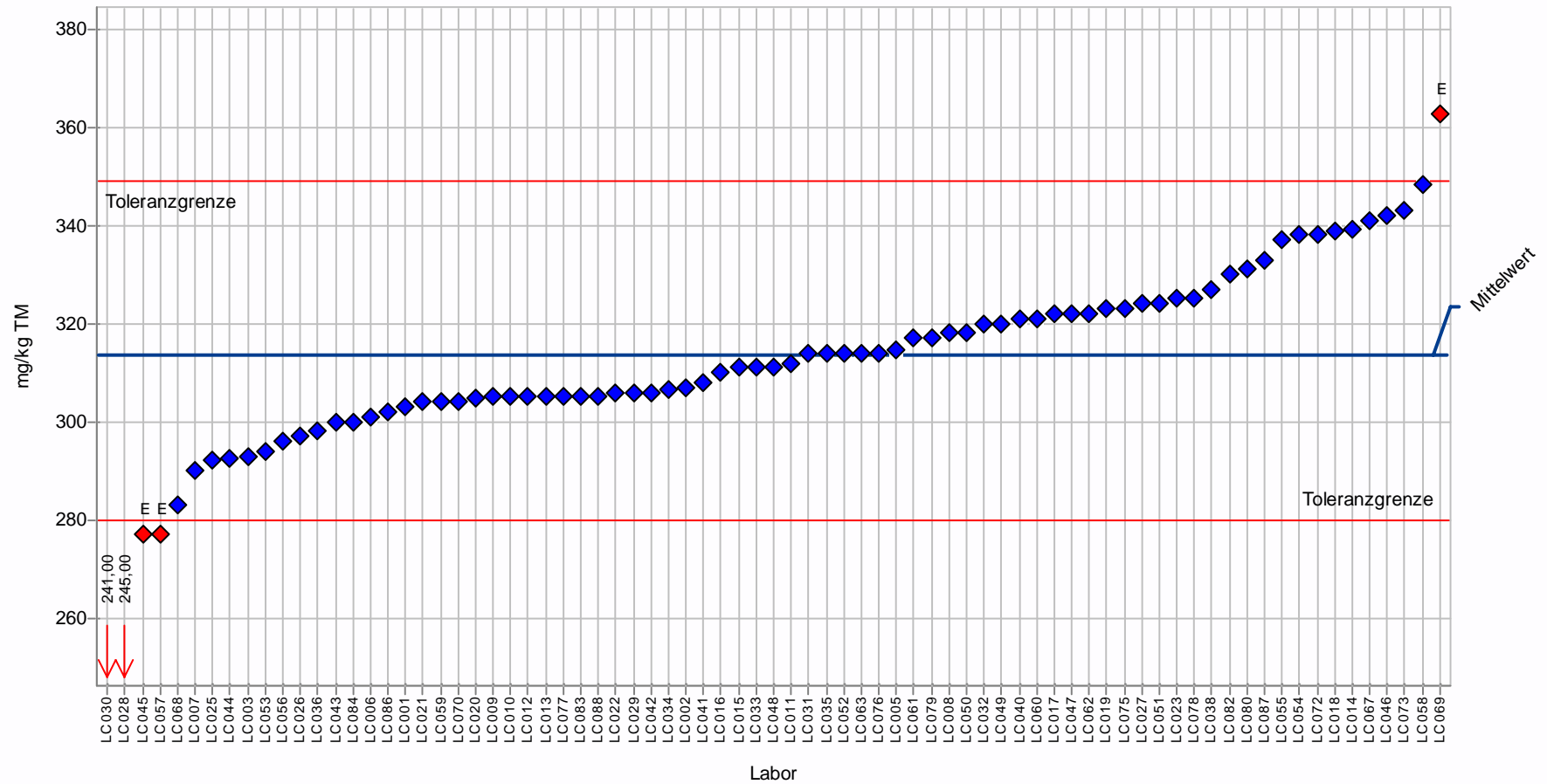
Fortsetzung Tabelle 16

Labor	KS1- FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	324,00	0,6		225,00	1,0	
LC052	314,00	0,0		215,00	0,2	
LC053	294,00	-1,2		203,00	-0,7	
LC054	338,00	1,4		228,00	1,2	
LC055	337,00	1,4		226,00	1,0	
LC056	296,00	-1,1		207,00	-0,4	
LC057	277,00	-2,2	E	190,00	-1,8	
LC058	348,20	2,0		227,80	1,2	
LC059	304,00	-0,6		207,00	-0,4	
LC060	321,00	0,4		209,00	-0,3	
LC061	317,00	0,2		222,00	0,7	
LC062	322,00	0,5		220,00	0,6	
LC063	314,00	0,0		208,00	-0,3	
LC067	341,00	1,6		212,00	0,0	
LC068	283,00	-1,9		196,00	-1,3	
LC069	362,78	2,8	E	254,92	3,2	E
LC070	304,00	-0,6		214,00	0,1	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	338,00	1,4		231,00	1,4	
LC073	343,00	1,7		233,00	1,6	
LC075	323,00	0,5		221,00	0,7	
LC076	314,00	0,0		206,00	-0,5	
LC077	305,00	-0,5		215,00	0,2	
LC078	325,00	0,7		224,20	0,9	
LC079	317,00	0,2		214,00	0,1	
LC080	331,30	1,0		224,60	0,9	
LC082	330,00	1,0		226,00	1,0	
LC083	305,00	-0,5		205,00	-0,6	
LC084	300,00	-0,8		203,00	-0,7	
LC086	302,00	-0,7		198,00	-1,1	
LC087	333,00	1,1		227,00	1,1	
LC088	305,00	-0,5		218,00	0,4	
Methode	DIN38402 45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	77			77		
Anzahl E-Ausreißer	5			4		
Mittelwert	313,49			212,25		
Vergleich-Stdabw.	16,84			12,86		
Rel. Vergleich-Stdabw.	5,37%			6,06%		
HorRat	0,8			0,8		
untere Toleranzgrenze	279,84			186,65		
obere Toleranzgrenze	348,99			239,46		

Abbildung 14: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cu in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Kupfer (Cu)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 279,84 - 348,99 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 313,49 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 16,84 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 5,37%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 5



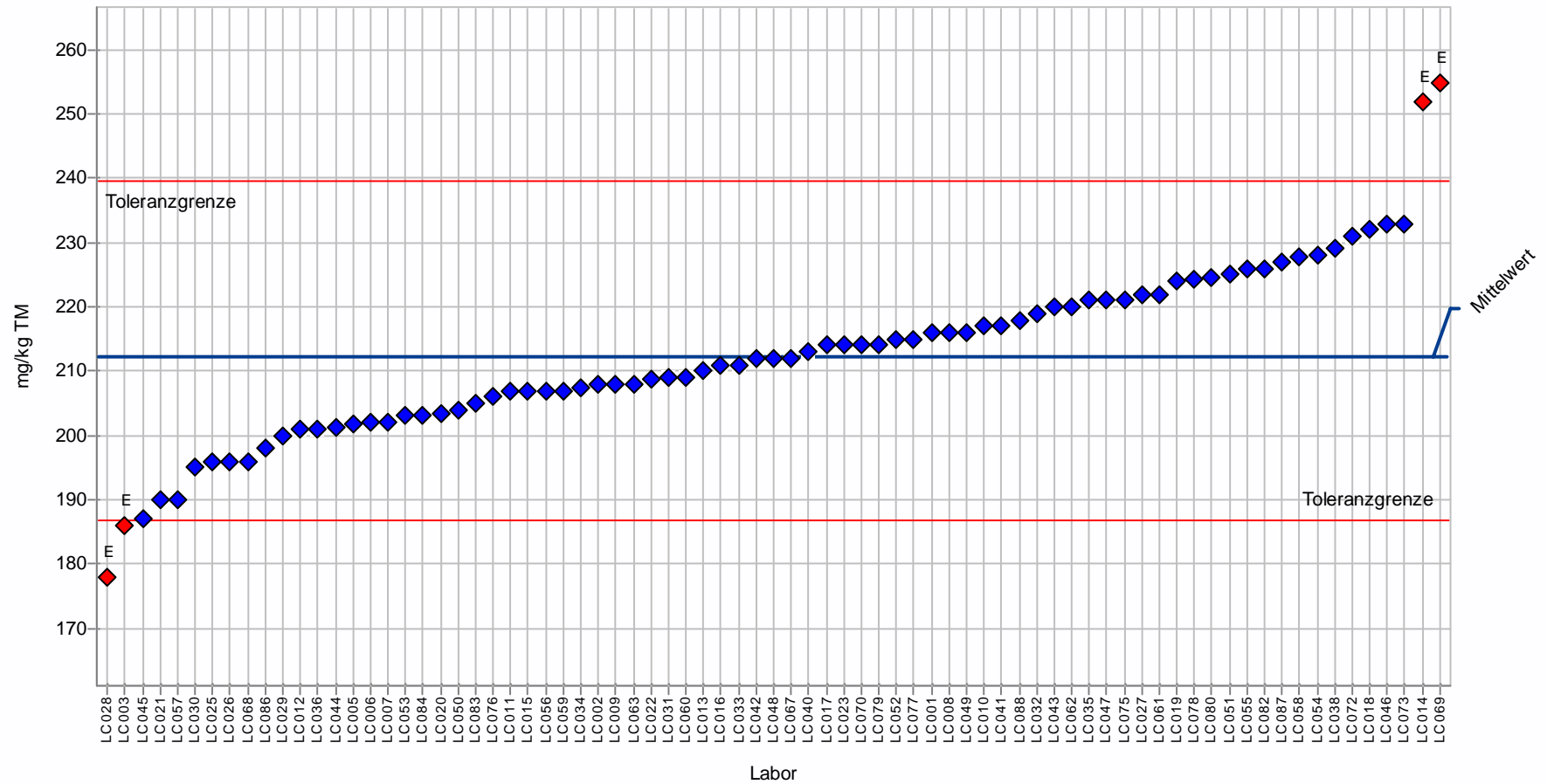
PROLab Plus



Abbildung 15: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cu in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Kupfer (Cu)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 186,65 - 239,46 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 212,25 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 12,86 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 6,06%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 4



PROLab Plus

## 4.1.7 Nickel

Tabelle 17: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Nickel (Ni) bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	23,160	0,3		21,370	1,4	
LC002	24,500	1,0		21,300	1,3	
LC003	24,300	0,9		19,300	0,2	
LC005	22,830	0,1		17,710	-0,8	
LC006	22,000	-0,4		17,900	-0,7	
LC007	21,800	-0,5		19,200	0,1	
LC008	22,500	-0,1		19,300	0,2	
LC009	23,500	0,5		19,600	0,4	
LC010	21,600	-0,6		17,100	-1,1	
LC011	21,900	-0,5		18,400	-0,3	
LC012	22,700	0,0		18,400	-0,3	
LC013	21,800	-0,5		18,100	-0,5	
LC014	24,750	1,2		20,960	1,1	
LC015	14,300	-5,1	E	16,400	-1,6	
LC016	23,000	0,2		19,800	0,5	
LC017	23,300	0,4		19,000	0,0	
LC018	24,000	0,8		20,300	0,7	
LC019	24,100	0,8		20,300	0,7	
LC020	21,070	-1,0		17,650	-0,8	
LC021	21,300	-0,8		17,500	-0,9	
LC022	21,765	-0,5		18,216	-0,5	
LC023	24,900	1,3		19,900	0,5	
LC025	22,100	-0,3		18,400	-0,3	
LC026	21,000	-1,0		16,800	-1,3	
LC027	22,400	-0,2		17,100	-1,1	
LC028	19,400	-2,0		18,000	-0,6	
LC029	21,800	-0,5		17,700	-0,8	
LC030	19,800	-1,7		19,400	0,2	
LC031	23,100	0,2		17,900	-0,7	
LC032	22,700	0,0		18,200	-0,5	
LC033	20,800	-1,1		17,600	-0,8	
LC034	26,600	2,2	E	23,940	2,8	E
LC035	21,400	-0,8		19,100	0,1	
LC036	21,200	-0,9		18,300	-0,4	
LC038	22,700	0,0		19,500	0,3	
LC040	23,700	0,6		19,100	0,1	
LC041	22,500	-0,1		18,700	-0,2	
LC042	23,700	0,6		19,900	0,5	
LC043	20,800	-1,1		16,800	-1,3	
LC044	22,600	0,0		17,900	-0,7	
LC045	21,500	-0,7		18,000	-0,6	
LC046	22,260	-0,2		16,860	-1,3	
LC047	23,000	0,2		19,800	0,5	
LC048	25,300	1,5		20,600	0,9	
LC049	23,100	0,2		19,900	0,5	
LC050	22,700	0,0		20,800	1,0	

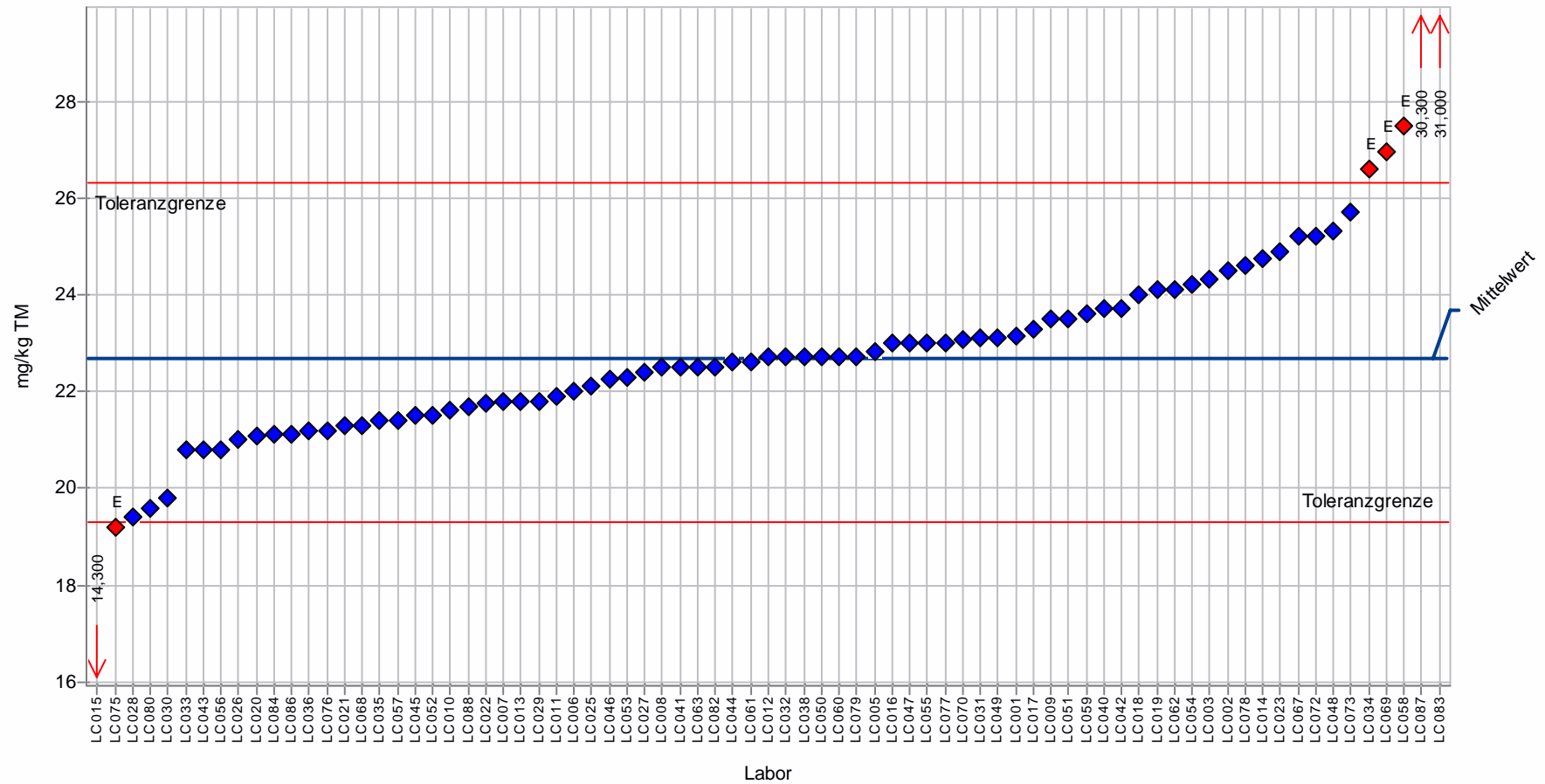
Fortsetzung Tab. 17

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	23,500	0,5		20,000	0,6	
LC052	21,500	-0,7		18,500	-0,3	
LC053	22,300	-0,2		20,000	0,6	
LC054	24,200	0,9		20,600	0,9	
LC055	23,000	0,2		18,000	-0,6	
LC056	20,800	-1,1		16,600	-1,4	
LC057	21,400	-0,8		18,300	-0,4	
LC058	27,500	2,7	E	20,500	0,9	
LC059	23,600	0,5		18,600	-0,2	
LC060	22,700	0,0		18,100	-0,5	
LC061	22,600	0,0		19,500	0,3	
LC062	24,100	0,8		19,800	0,5	
LC063	22,500	-0,1		19,300	0,2	
LC067	25,200	1,4		20,400	0,8	
LC068	21,300	-0,8		18,300	-0,4	
LC069	26,940	2,4	E	23,478	2,5	E
LC070	23,060	0,2		21,550	1,5	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	25,200	1,4		20,200	0,7	
LC073	25,700	1,7		21,600	1,5	
LC075	19,200	-2,1	E	16,600	-1,4	
LC076	21,200	-0,9		16,100	-1,8	
LC077	23,000	0,2		19,000	0,0	
LC078	24,600	1,1		20,180	0,7	
LC079	22,700	0,0		19,200	0,1	
LC080	19,600	-1,9		16,300	-1,6	
LC082	22,500	-0,1		21,700	1,5	
LC083	31,000	4,7	E	23,500	2,5	E
LC084	21,100	-1,0		17,700	-0,8	
LC086	21,100	-1,0		17,000	-1,2	
LC087	30,300	4,3	E	17,400	-1,0	
LC088	21,700	-0,6		20,400	0,8	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	77			77		
Anzahl E-Ausreißer	7			3		
Mittelwert	22,666			18,963		
Vergleich-Stdabw.	1,7050			1,7000		
Rel. Vergleich-Stdabw.	7,52%			8,96%		
HorRat	0,8			0,9		
untere Toleranzgrenze	19,292			15,622		
obere Toleranzgrenze	26,303			22,618		

Abbildung 16: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Ni in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Nickel (Ni)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 19,292 - 26,303 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 22,666 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 1,705 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 7,52%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 7

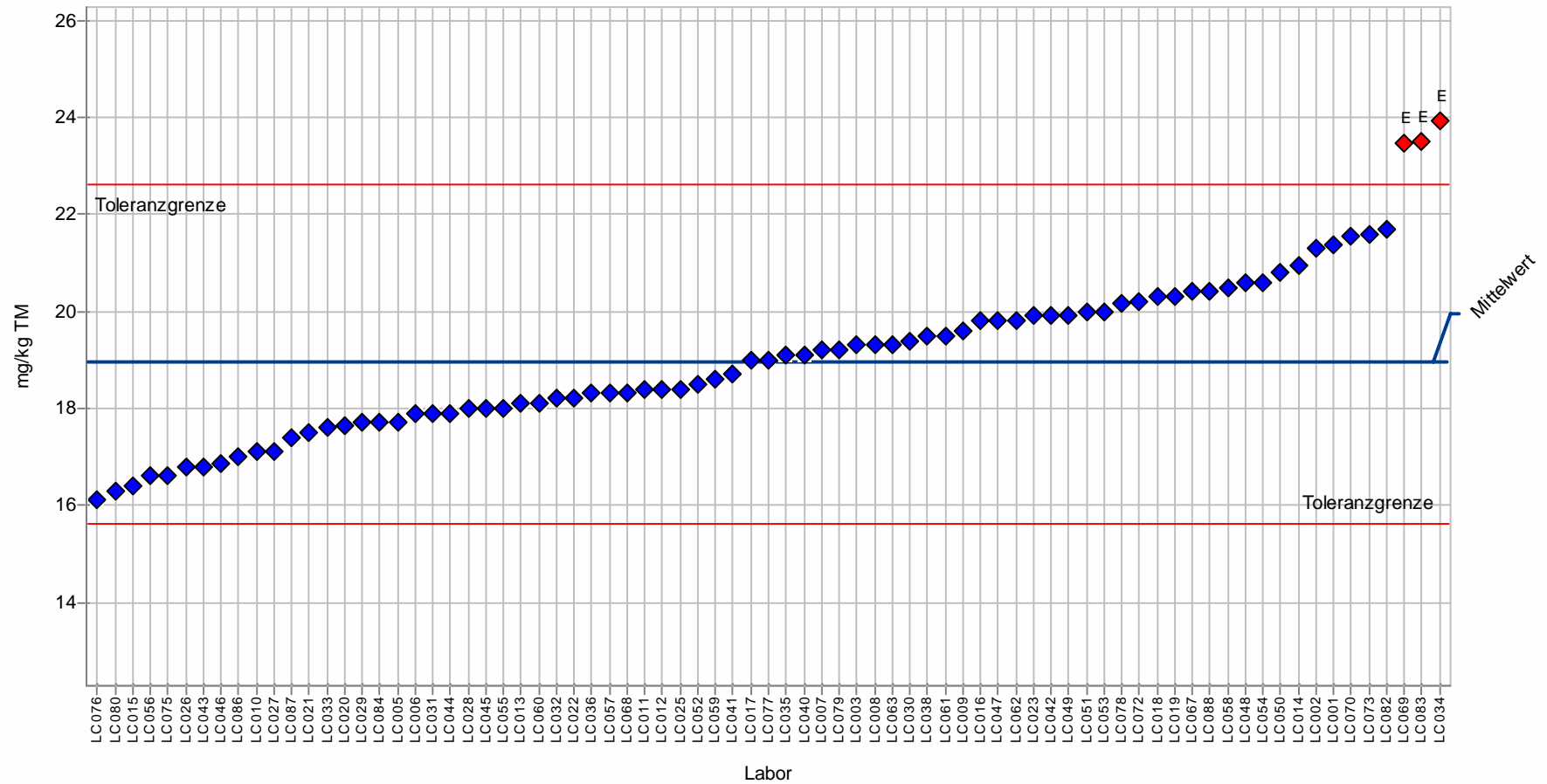


PROLab Plus

Abbildung 17: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Ni in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Nickel (Ni)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 15,622 - 22,618 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 18,963 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 1,700 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 8,96%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 3



PROLab Plus

## 4.1.8 Quecksilber

Tabelle 18: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Quecksilber-Hg bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	0,28200	-0,5		0,28500	-0,3	
LC002	0,31400	0,3		0,29100	-0,2	
LC003	0,23400	-1,8		0,18100	-2,9	E
LC005	0,30870	0,2		0,33800	0,8	
LC006	0,26300	-1,0		0,26700	-0,8	
LC007	0,34000	0,9		0,30900	0,2	
LC008	0,26400	-1,0		0,26900	-0,7	
LC009	0,30800	0,2		0,31600	0,4	
LC010	0,29500	-0,1		0,25700	-1,0	
LC011	0,26500	-0,9		0,27800	-0,5	
LC012	0,27100	-0,8		0,39300	2,0	
LC013	0,32400	0,5		0,38500	1,8	
LC014	0,28200	-0,5		0,37200	1,5	
LC015	0,32000	0,5		0,30000	0,0	
LC016	0,33500	0,8		0,31200	0,3	
LC017	0,27400	-0,7		0,28800	-0,3	
LC018	0,57400	6,4	E	0,60600	6,5	E
LC019	0,29100	-0,3		0,30000	0,0	
LC020	0,33870	0,9		0,33810	0,8	
LC021	0,26600	-0,9		0,22900	-1,7	
LC022	0,29950	0,0		0,29850	0,0	
LC023	0,34600	1,1		0,31700	0,4	
LC025	0,36900	1,6		0,37100	1,5	
LC026	0,42500	2,9	E	0,28900	-0,2	
LC027	0,24000	-1,6		0,23000	-1,7	
LC028	0,15100	-4,0	E	0,21800	-2,0	
LC029	0,24000	-1,6		0,26000	-0,9	
LC030	0,24300	-1,5		0,27600	-0,6	
LC031	0,29500	-0,1		0,30900	0,2	
LC032	0,24600	-1,5		0,48700	4,0	E
LC033	0,28800	-0,3		0,31300	0,3	
LC034	0,29300	-0,2		0,29500	-0,1	
LC035	0,37000	1,6		0,33000	0,7	
LC036	0,30200	0,0		0,26300	-0,9	
LC038	0,28000	-0,5		0,29700	0,0	
LC040	0,28700	-0,4		0,28900	-0,2	
LC041	0,30000	0,0		0,32300	0,5	
LC042	0,30600	0,1		0,28500	-0,3	
LC043	0,26900	-0,8		0,26100	-0,9	
LC044	0,30000	0,0		0,28000	-0,5	
LC045	0,27700	-0,6		0,24600	-1,3	
LC046	0,17900	-3,2	E	0,16700	-3,2	E
LC047	0,34100	0,9		0,29900	0,0	
LC048	0,36500	1,5		0,29000	-0,2	
LC049	0,28600	-0,4		0,30300	0,1	
LC050	0,30500	0,1		0,32700	0,6	

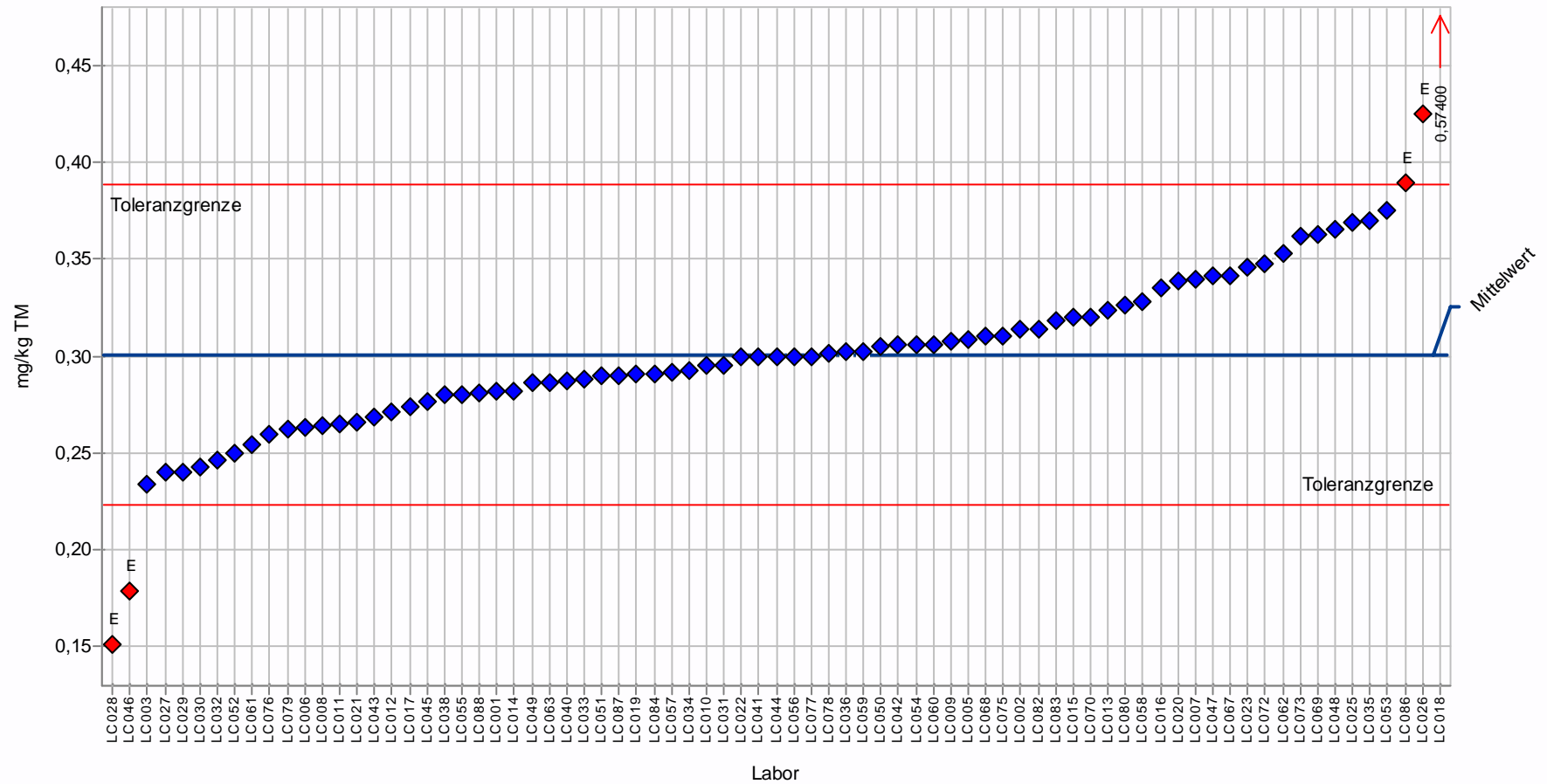
Fortsetzung Tabelle 18

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	0,29000	-0,3		0,30100	0,0	
LC052	0,25000	-1,3		0,26400	-0,8	
LC053	0,37500	1,7		0,32300	0,5	
LC054	0,30600	0,1		0,32800	0,6	
LC055	0,28000	-0,5		0,33500	0,8	
LC056	0,30000	0,0		0,42500	2,7	E
LC057	0,29200	-0,2		0,25200	-1,1	
LC058	0,32800	0,6		0,28900	-0,2	
LC059	0,30200	0,0		0,33800	0,8	
LC060	0,30600	0,1		0,31100	0,3	
LC061	0,25470	-1,2		0,25080	-1,2	
LC062	0,35300	1,2		0,34500	1,0	
LC063	0,28600	-0,4		0,25700	-1,0	
LC067	0,34100	0,9		0,31100	0,3	
LC068	0,31000	0,2		0,32000	0,5	
LC069	0,36300	1,5		0,31700	0,4	
LC070	0,32000	0,5		0,33900	0,9	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	0,34800	1,1		0,34900	1,1	
LC073	0,36200	1,4		0,36100	1,3	
LC075	0,31000	0,2		0,29000	-0,2	
LC076	0,26000	-1,1		0,25000	-1,2	
LC077	0,30000	0,0		0,28000	-0,5	
LC078	0,30130	0,0		0,26130	-0,9	
LC079	0,26200	-1,0		0,28100	-0,4	
LC080	0,32600	0,6		0,29900	0,0	
LC082	0,31400	0,3		0,37200	1,5	
LC083	0,31800	0,4		0,31200	0,3	
LC084	0,29100	-0,3		0,28200	-0,4	
LC086	0,38900	2,1	E	0,26800	-0,7	
LC087	0,29000	-0,3		0,30400	0,1	
LC088	0,28100	-0,5		0,32200	0,5	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	77			77		
Anzahl E-Ausreißer	5			5		
Mittelwert	0,30049			0,29864		
Vergleich-Stdabw.	0,03978			0,04372		
Rel. Vergleich-Stdabw.	13,24%			14,64%		
HorRat	0,7			0,8		
untere Toleranzgrenze	0,22366			0,21466		
obere Toleranzgrenze	0,38818			0,39585		

Abbildung 18: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Hg in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Quecksilber (Hg)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 0,22366 - 0,38818 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,30049 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,03978 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 13,24%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 5



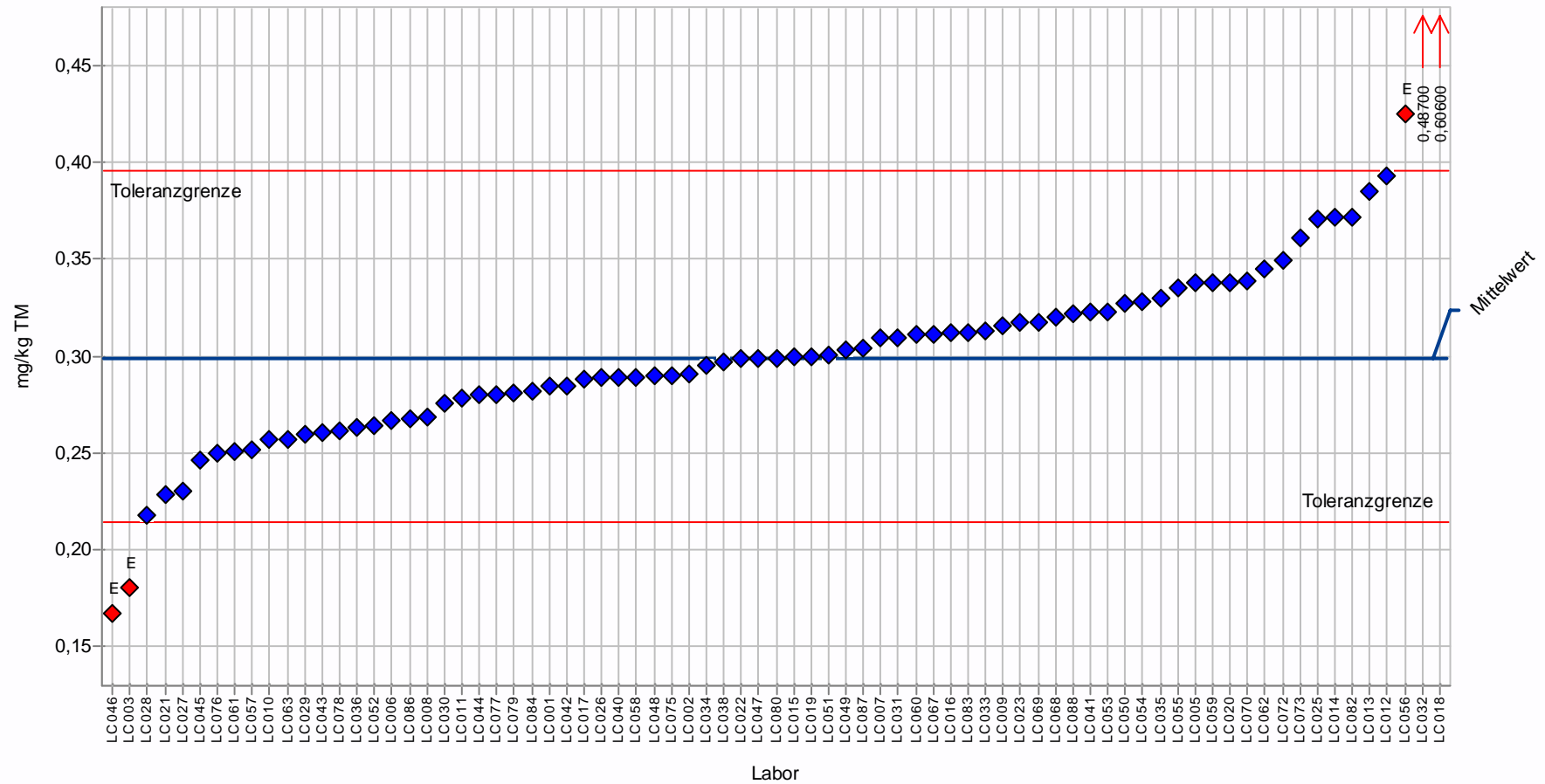
PROLab Plus



Abbildung 19: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Hg in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Quecksilber (Hg)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 0,21466 - 0,39585 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,29864 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,04372 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 14,64%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 5



PROLab Plus

## 4.1.9 Thallium

Tabelle 19: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Thallium-TI bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	0,15000	1,1		0,150000	1,6	
LC002	0,10100	-1,2		0,064400	-1,3	
LC003	0,22000	4,2	E	0,236000	4,1	E
LC005	0,11800	-0,3		0,137000	1,2	
LC006	0,12800	0,2		0,092000	-0,2	
LC007	0,14100	0,7		0,164000	2	
LC008	0,12300	-0,1		0,082000	-0,6	
LC009	0,13200	0,4		0,084000	-0,5	
LC010	< 0,20000		BG	< 0,20000		BG
LC011	0,13300	0,4		0,130000	1	
LC012	0,10000	-1,2		0,160000	1,9	
LC013	0,10200	-1,1		0,058000	-1,5	
LC014	0,13500	0,5		0,094000	-0,1	
LC015	0,11000	-0,7		0,250000	4,5	E
LC016	0,13200	0,4		0,090000	-0,2	
LC017	0,13300	0,4		0,123000	0,8	
LC018	0,14000	0,7		0,086400	-0,4	
LC019	0,17900	2,4	E	0,153000	1,7	
LC020	0,10460	-1,0		0,056300	-1,6	
LC021	0,10800	-0,8		0,065000	-1,2	
LC022	0,13000	0,3		0,090000	-0,2	
LC023	0,12700	0,1		0,079000	-0,7	
LC025	0,13200	0,4		0,109000	0,4	
LC026	0,14500	0,9		< 0,100000		
LC027	0,11000	-0,7		0,100000	0,1	
LC028	0,13100	0,3		0,152000	1,6	
LC029	118,00000	5163,4	E	67,100000	1969,4	E
LC030	0,12100	-0,2		0,088000	-0,3	
LC031	0,11000	-0,7		0,080000	-0,6	
LC032	nicht getestet			nicht getestet		
LC033	0,12300	-0,1		0,077000	-0,8	
LC034	0,08900	-1,8		0,067000	-1,2	
LC035	0,14000	0,7		0,070000	-1	
LC036	0,11200	-0,6		0,072300	-0,9	
LC038	0,16700	1,9		0,113000	0,5	
LC040	0,12900	0,2		0,087000	-0,4	
LC041	0,14400	0,9		0,113000	0,5	
LC042	0,11900	-0,3		0,086000	-0,4	
LC043	0,13200	0,4		0,100000	0,1	
LC044	< 0,20000		BG	< 0,20000		BG
LC045	0,14500	0,9		0,094000	-0,1	
LC046	0,09500	-1,5		0,083000	-0,5	
LC047	nicht getestet			nicht getestet		
LC048	0,11000	-0,7		0,073000	-0,9	
LC049	0,13700	0,6		0,087700	-0,3	
LC050	0,13200	0,4		0,083000	-0,5	

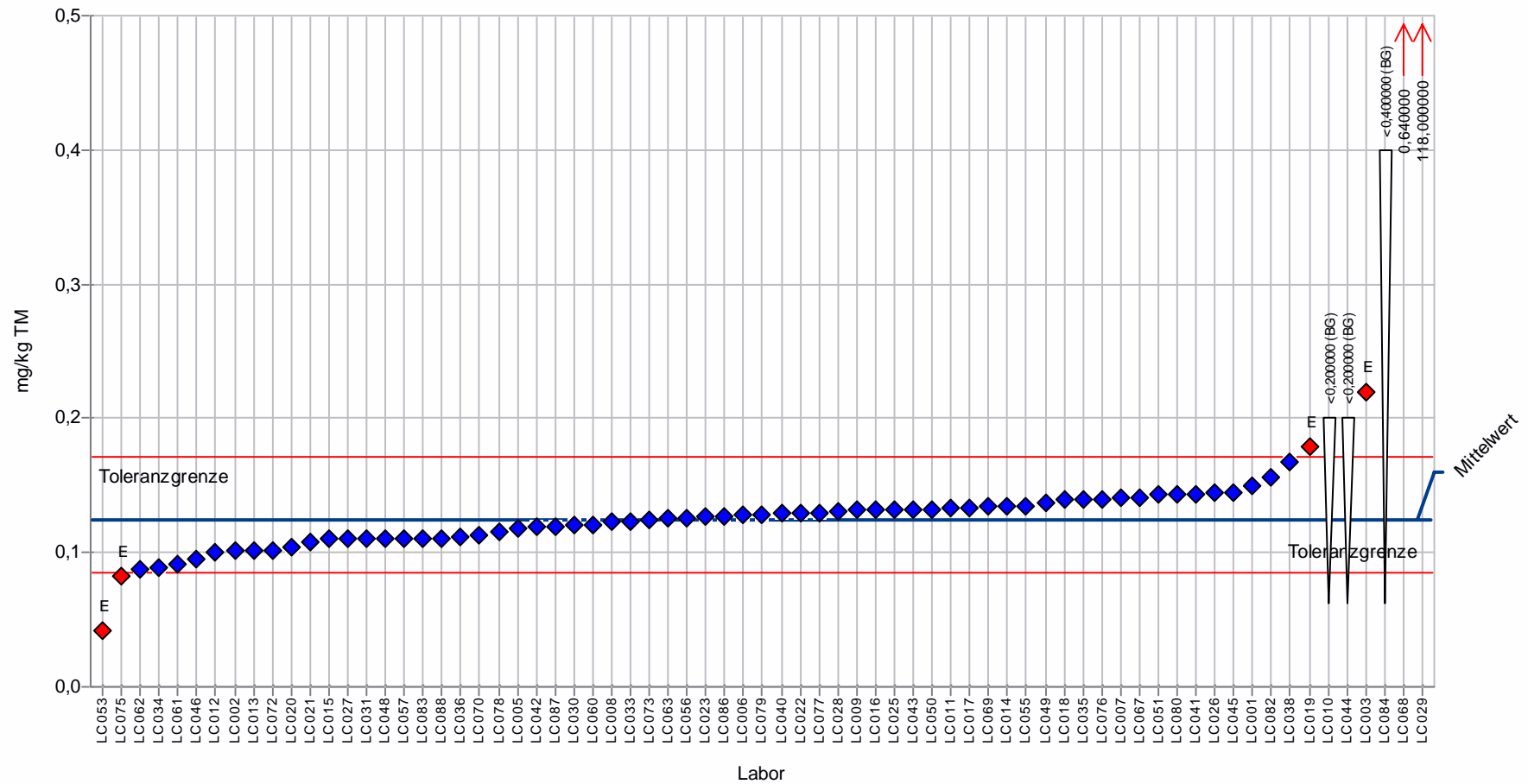
Fortsetzung Tabelle 19

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	0,14300	0,8		0,103000	0,2	
LC052	nicht getestet			nicht getestet		
LC053	0,04200	-4,2	E	0,028000	-2,7	E
LC054	nicht getestet			nicht getestet		
LC055	0,13500	0,5		< 0,100000		
LC056	0,12600	0,1		0,063000	-1,3	
LC057	0,11000	-0,7		0,075000	-0,8	
LC058	nicht getestet			nicht getestet		
LC059	nicht getestet			nicht getestet		
LC060	0,12100	-0,2		< 0,100000		
LC061	0,09190	-1,7		0,075500	-0,8	
LC062	0,08700	-1,9		0,137000	1,2	
LC063	0,12500	0,0		0,078000	-0,7	
LC067	0,14100	0,7		0,099000	0,1	
LC068	0,64000	22,6	E	0,410000	9,2	E
LC069	0,13400	0,4		0,096000	0	
LC070	0,11300	-0,6		0,097000	0	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	0,10200	-1,1		0,130000	1	
LC073	0,12400	0		0,102000	0,2	
LC075	0,08200	-2,2	E	0,070000	-1	
LC076	0,14000	0,7		0,140000	1,3	
LC077	0,13000	0,3		0,130000	1,0	
LC078	0,11500	-0,5		0,118000	0,6	
LC079	0,12800	0,2		0,081900	-0,6	
LC080	0,14300	0,8		0,095000	-0,1	
LC082	0,15600	1,4		0,109000	0,4	
LC083	0,11000	-0,7		0,100000	0,1	
LC084	< 0,40000		BG	< 0,400000		BG
LC086	0,12700	0,1		0,098700	0,1	
LC087	0,11900	-0,3		0,129000	1	
LC088	0,11000	-0,7		0,084000	-0,5	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Einzelwerte	68			65		
Anzahl E-Ausreißer	6			5		
Mittelwert	0,12400			0,096266		
Vergleich-Stdabw.	0,02078			0,028424		
Rel. Vergleich-Stdabw.	16,76%			29,53%		
HorRat	0,8			1,3		
untere Toleranzgrenze	0,08441			0,044394		
obere Toleranzgrenze	0,17080			0,166014		

Abbildung 20: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für TI in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Thallium (TI)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 0,084409 - 0,170799 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,12400 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,02078 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 16,76%  
 Anzahl Labore: 68  
 Anzahl E-Ausreißer: 6

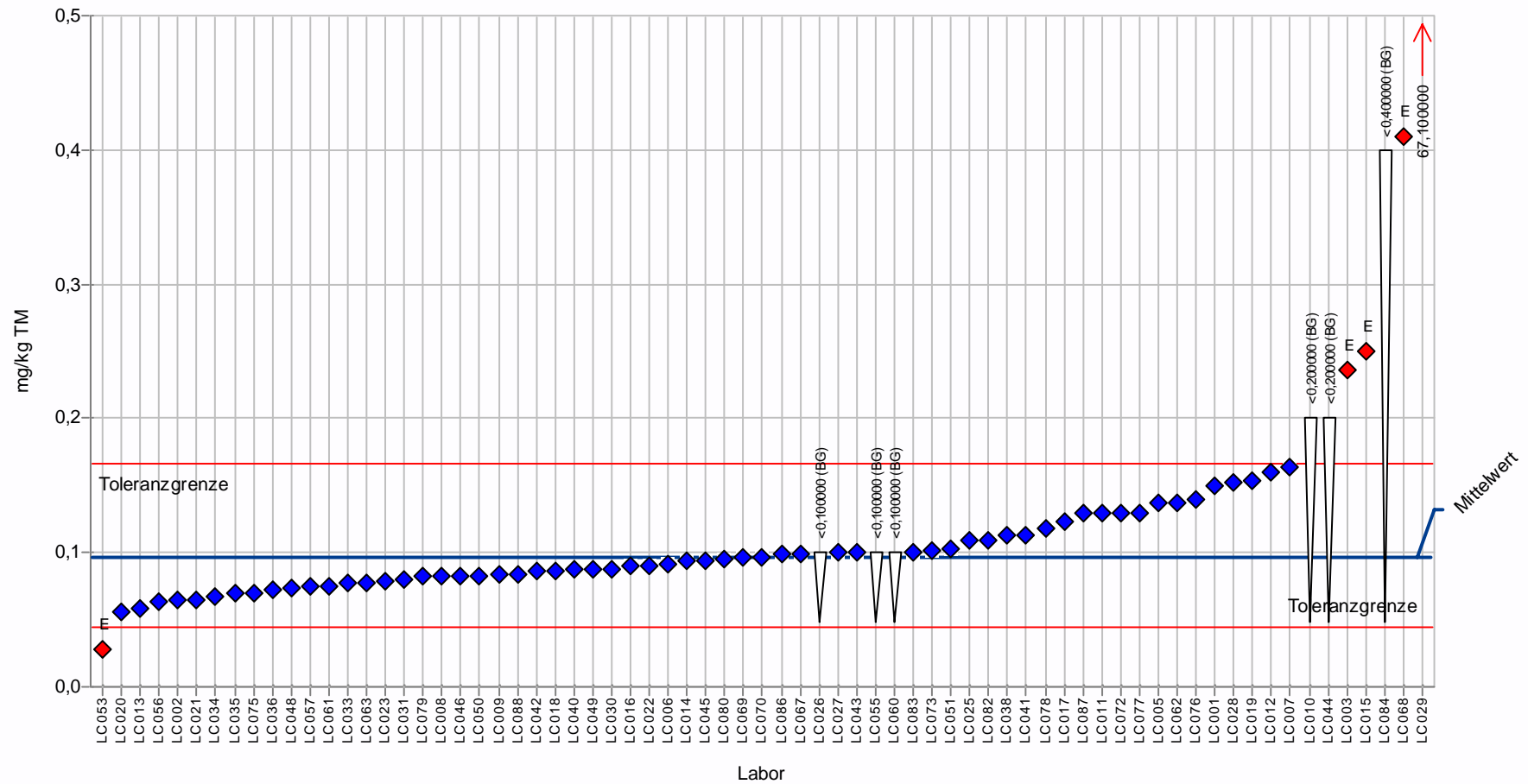


PROLab Plus

Abbildung 21: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für TI in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Thallium (TI)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 0,044394 - 0,166014 mg/kg TM ( $|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$ )

Mittelwert: 0,096266 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,028424 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 29,53%  
 Anzahl Labore: 65  
 Anzahl E-Ausreißer: 5



PROLab Plus

## 4.1.10 Zink

Tabelle 20: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Zink (Zn) bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC001	863,10	-0,3		1013,00	-0,1	
LC002	919,00	0,8		1040,00	0,3	
LC003	689,00	-3,7	E	987,00	-0,5	
LC005	869,30	-0,2		936,80	-1,3	
LC006	869,00	-0,2		1002,00	-0,3	
LC007	877,00	0,0		1040,00	0,3	
LC008	878,00	0,0		1031,00	0,2	
LC009	881,00	0,1		1030,00	0,2	
LC010	889,00	0,2		971,00	-0,8	
LC011	973,00	1,8		1075,00	0,9	
LC012	867,00	-0,2		1060,00	0,6	
LC013	871,00	-0,1		1010,00	-0,1	
LC014	999,50	2,3	E	1226,00	3,2	E
LC015	815,00	-1,2		948,00	-1,1	
LC016	828,00	-1,0		985,00	-0,5	
LC017	879,00	0,0		1024,00	0,1	
LC018	946,00	1,3		1140,00	1,9	
LC019	922,00	0,8		1096,00	1,2	
LC020	1010,00	2,5	E	1269,00	3,8	E
LC021	849,00	-0,6		932,00	-1,4	
LC022	872,70	-0,1		1034,00	0,2	
LC023	899,00	0,4		1030,00	0,2	
LC025	873,00	-0,1		1020,00	0,0	
LC026	812,00	-1,3		931,00	-1,4	
LC027	881,00	0,1		1039,00	0,3	
LC028	866,00	-0,2		927,00	-1,5	
LC029	818,00	-1,2		927,00	-1,5	
LC030	860,00	-0,3		1020,00	0,0	
LC031	846,00	-0,6		952,00	-1,1	
LC032	945,00	1,3		1138,00	1,8	
LC033	850,00	-0,5		1008,00	-0,2	
LC034	853,00	-0,5		997,40	-0,3	
LC035	888,00	0,2		1085,00	1,0	
LC036	858,00	-0,4		984,00	-0,6	
LC038	923,00	0,8		1136,00	1,8	
LC040	931,00	1,0		1040,00	0,3	
LC041	888,00	0,2		1060,00	0,6	
LC042	856,00	-0,4		997,00	-0,3	
LC043	841,00	-0,7		993,00	-0,4	
LC044	851,30	-0,5		945,30	-1,2	
LC045	818,00	-1,2		929,00	-1,5	
LC046	845,00	-0,6		1079,00	0,9	
LC047	899,00	0,4		1050,00	0,5	
LC048	855,00	-0,4		960,00	-0,9	
LC049	910,00	0,6		1060,00	0,6	
LC050	871,00	-0,1		1050,00	0,5	

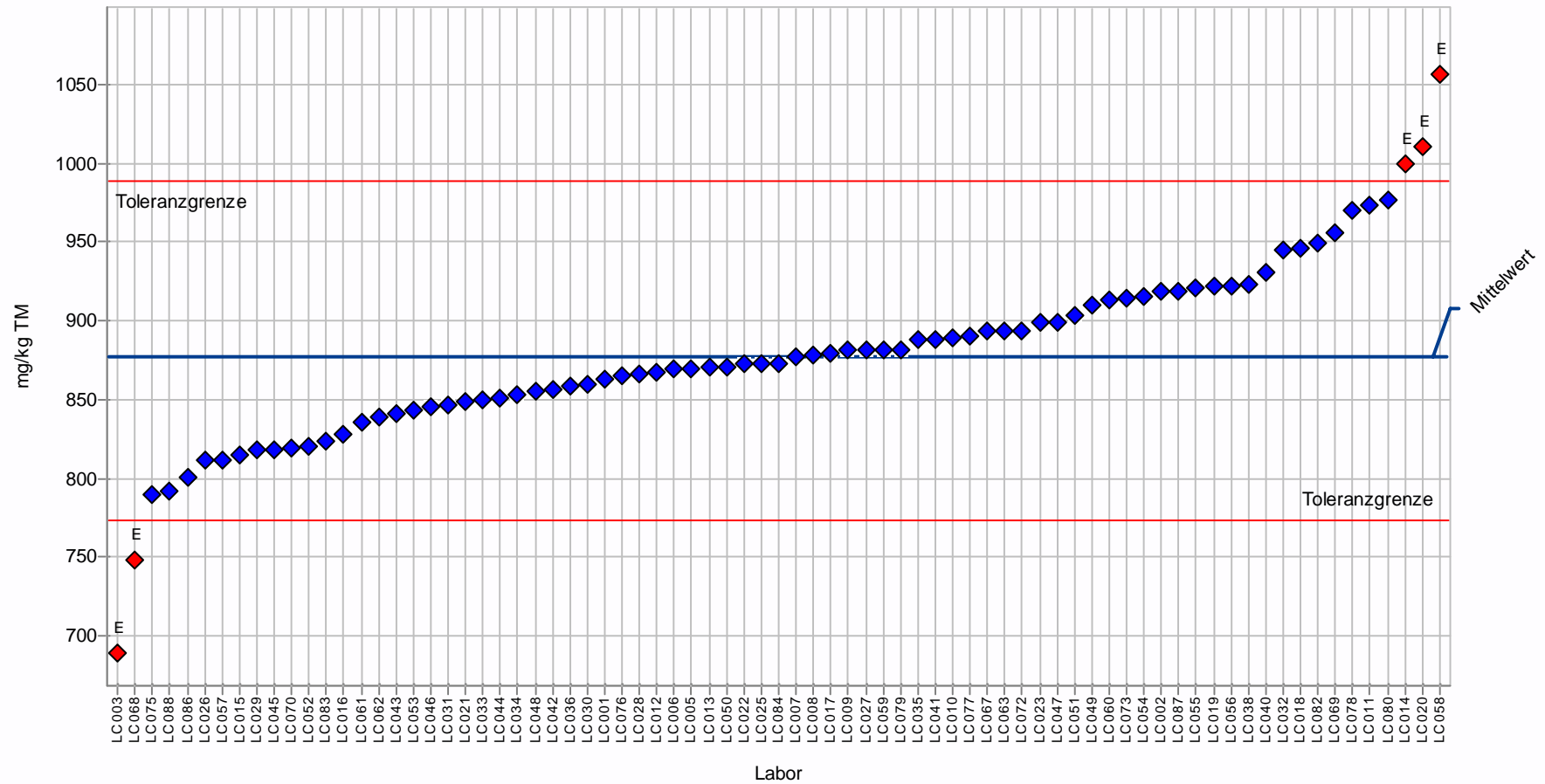
Fortsetzung Tabelle 20

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC051	903,00	0,5		1040,00	0,3	
LC052	820,00	-1,1		988,00	-0,5	
LC053	843,00	-0,7		1007,00	-0,2	
LC054	915,00	0,7		1067,00	0,8	
LC055	921,00	0,8		1120,00	1,6	
LC056	922,00	0,8		994,00	-0,4	
LC057	812,00	-1,3		928,00	-1,5	
LC058	1056,00	3,3	E	1115,00	1,5	
LC059	881,00	0,1		994,00	-0,4	
LC060	913,00	0,7		1036,00	0,3	
LC061	836,00	-0,8		1001,00	-0,3	
LC062	839,00	-0,8		982,00	-0,6	
LC063	894,00	0,3		991,00	-0,4	
LC067	893,00	0,3		991,00	-0,4	
LC068	748,00	-2,5	E	882,00	-2,2	E
LC069	955,32	1,4		1168,50	2,3	E
LC070	819,00	-1,1		1017,00	0,0	
LC071	nicht getestet			nicht getestet		
LC072	894,00	0,3		1057,00	0,6	
LC073	914,00	0,7		1060,00	0,6	
LC075	790,00	-1,7		928,00	-1,5	
LC076	865,00	-0,2		1016,00	0,0	
LC077	890,00	0,2		1020,00	0,0	
LC078	969,50	1,7		1139,00	1,9	
LC079	881,00	0,1		1012,00	-0,1	
LC080	977,00	1,8		1118,00	1,5	
LC082	949,00	1,3		1083,00	1,0	
LC083	824,00	-1,0		959,00	-1,0	
LC084	873,00	-0,1		1000,00	-0,3	
LC086	801,00	-1,5		917,00	-1,6	
LC087	919,00	0,8		1034,00	0,2	
LC088	792,00	-1,7		992,00	-0,4	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	77			77		
Anzahl E-Ausreißer	5			4		
Mittelwert	877,25			1018,1		
Vergleich-Stdabw.	52,41			63,2		
Rel. Vergleich-Stdabw.	5,97%			6,20%		
HorRat	1,0			1,1		
untere Toleranzgrenze	772,82			892,40		
obere Toleranzgrenze	988,10			1151,8		

Abbildung 22: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Zn in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Zink (Zn)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 772,82 - 988,10 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 877,25 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 52,41 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 5,97%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 5



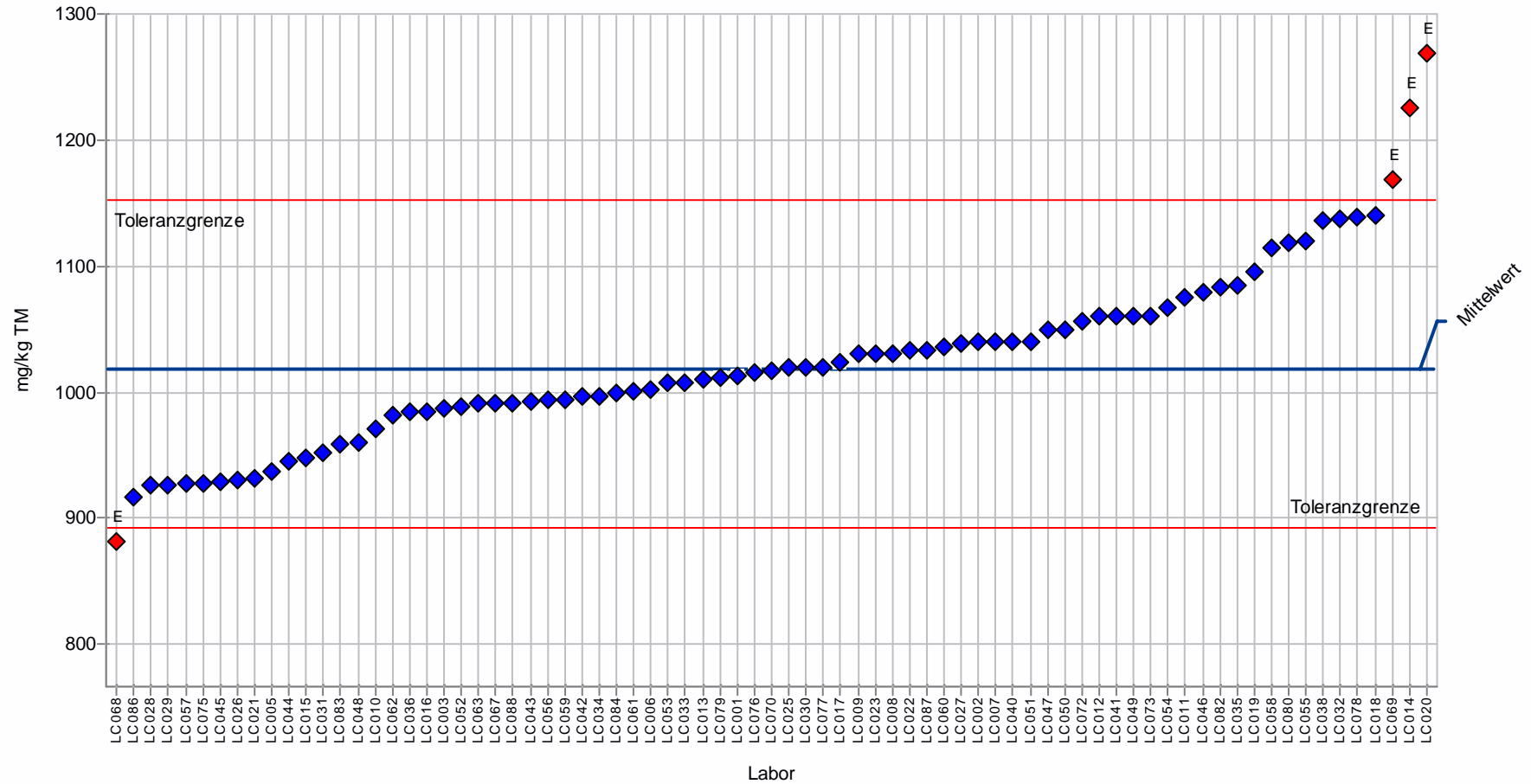
PROLab Plus



Abbildung 23: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Zn in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Zink (Zn)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 892,36 - 1151,79 mg/kg TM ( $|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$ )

Mittelwert: 1018,1 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 63,2 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 6,20%  
 Anzahl Labore: 77  
 Anzahl E-Ausreißer: 4



PROLab Plus

## 4.1.11 Chrom(VI) (fakultativ)

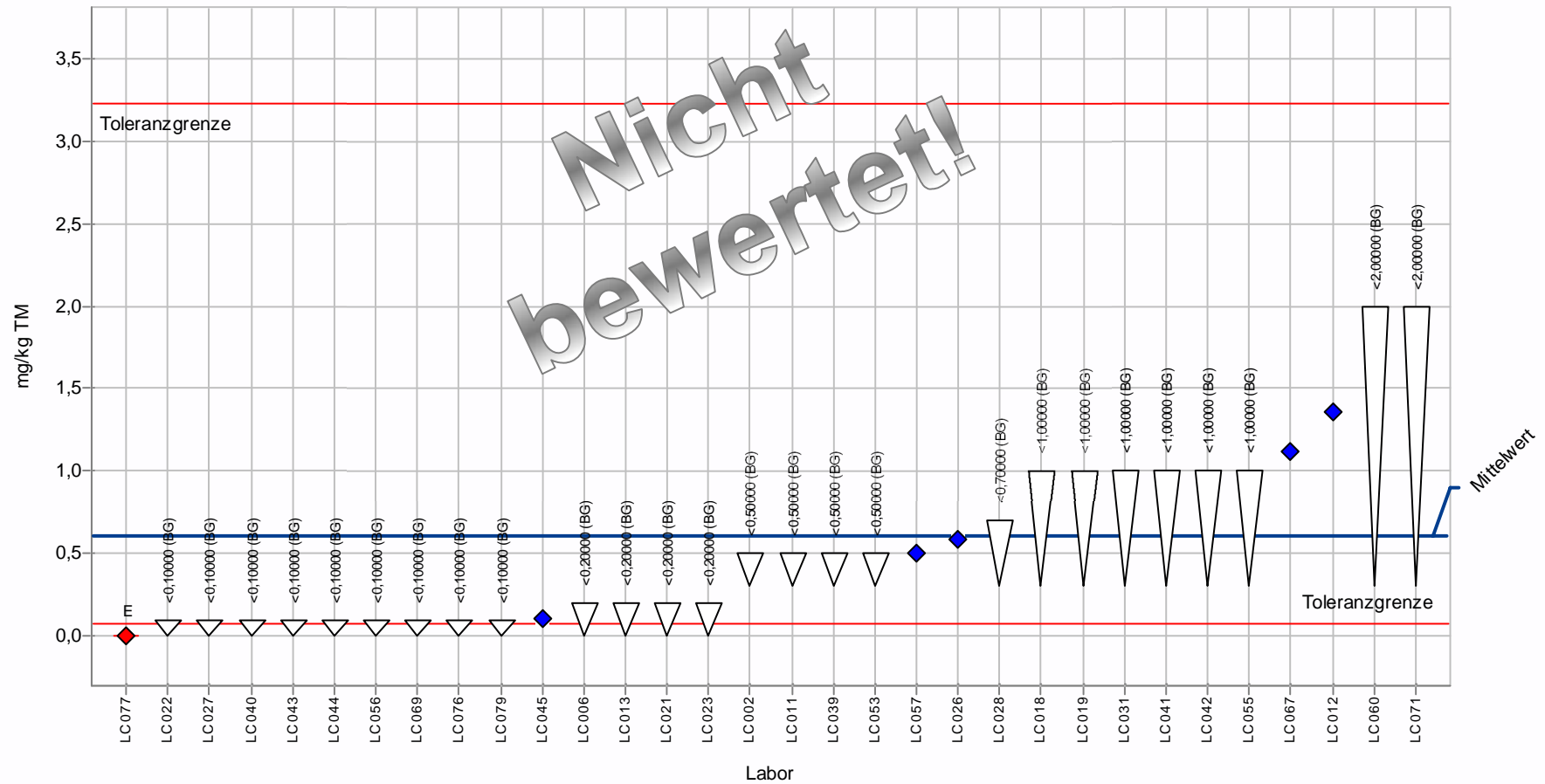
Tabelle 21: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Chrom(VI) bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC002	< 0,50000			< 0,50000		
LC006	< 0,20000			< 0,20000		
LC011	< 0,50000			< 0,50000		
LC012	1,36	0,6		1,34	1	
LC013	< 0,20000			< 0,20000		
LC018	< 1,00000			< 1,00000		
LC019	< 1,00000			< 1,00000		
LC021	< 0,20000			< 0,20000		
LC022	< 0,10000			< 0,10000		
LC023	< 0,20000			0,293	-1,1	
LC026	0,586	-0,1		0,377	-0,7	
LC027	< 0,10000			< 0,10000		
LC028	< 0,70000			< 0,70000		
LC031	< 1,00000			< 1,00000		
LC032	nicht getestet			nicht getestet		
LC039	< 0,50000			< 0,50000		
LC040	< 0,10000			< 0,10000		
LC041	< 1,00000			< 1,00000		
LC042	< 1,00000			< 1,00000		
LC043	< 0,10000			0,126	-1,8	
LC044	< 0,10000			< 0,10000		
LC045	0,103	-1,9		0,101	-1,9	
LC048	nicht getestet			nicht getestet		
LC053	< 0,50000			< 0,50000		
LC055	< 1,00000			< 1,00000		
LC056	< 0,10000			< 0,10000		
LC057	0,502	-0,4		0,746	0,2	
LC060	< 2,00000			< 2,00000		
LC062	nicht getestet			nicht getestet		
LC063	nicht getestet			nicht getestet		
LC065	nicht getestet			nicht getestet		
LC067	1,12	0,4		1,93	1,7	
LC069	< 0,10000			< 0,10000		
LC070	nicht getestet			nicht getestet		
LC071	< 2,00000			< 2,00000		
LC076	< 0,10000			< 0,10000		
LC077	1E-10,00000	-2,3	E	1E-10,00000	-2,3	E
LC078	nicht getestet			nicht getestet		
LC079	< 0,10000			< 0,10000		

Abbildung 24: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cr(VI) in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Chrom (VI)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 0,07356 - 3,23052 mg/kg TM ( $|\text{Zu-Score}| \leq 2,0$ )

Mittelwert: 0,61183 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,93204 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 152,34%  
 Anzahl Labore: 6  
 Anzahl E-Ausreißer: 1

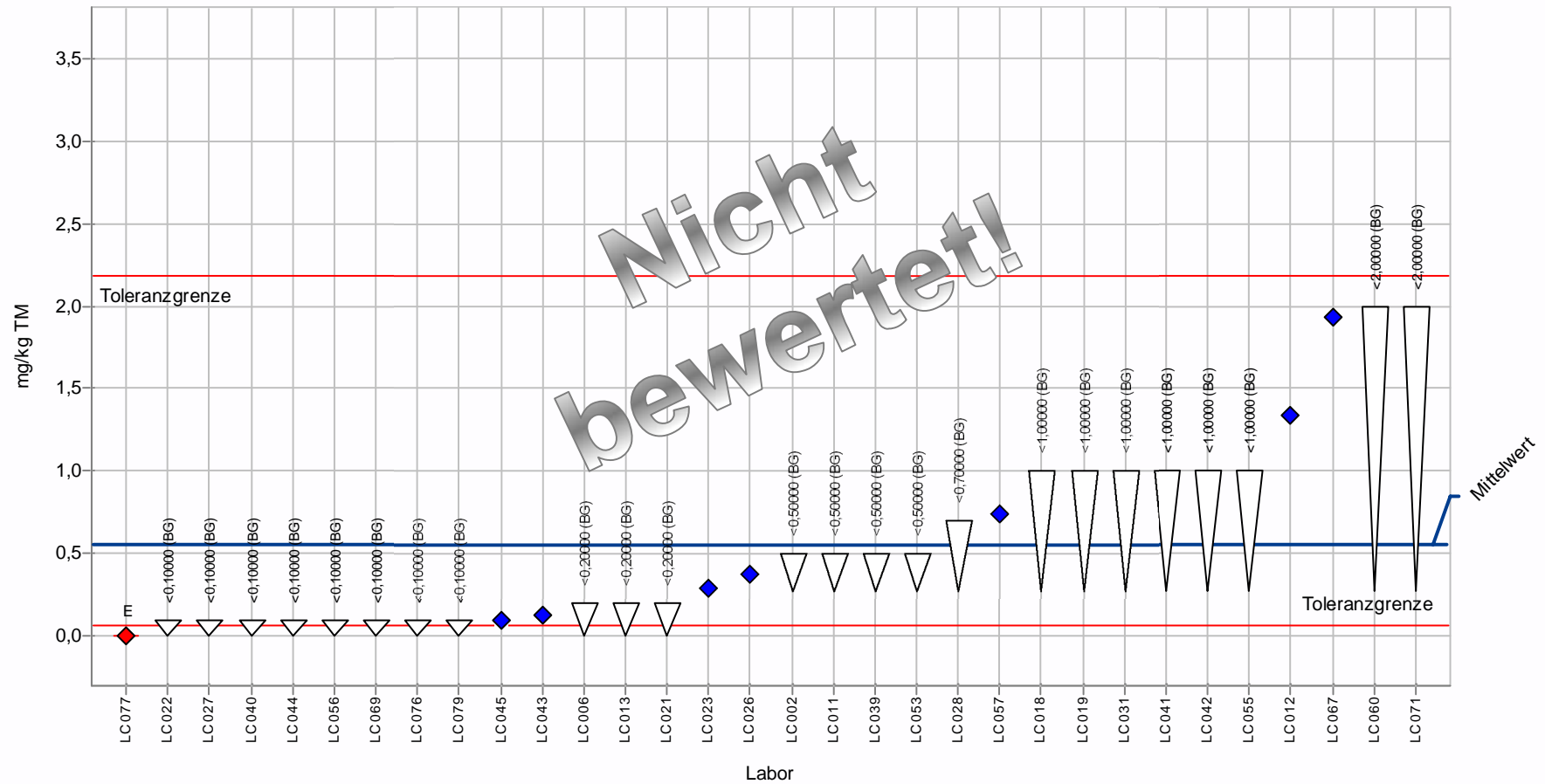


PROLab Plus

Abbildung 25: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Cr(VI) in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Chrom (VI)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 0,06223 - 2,18100 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 0,55145 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,58474 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 106,04%  
 Anzahl Labore: 8  
 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/2023 und KS2-FS/2023)

Merkmal	Einheit	Probe	Mittelwert	Rel. Vergleich-Stdabw.	unt. Toleranzgr.	ob. Toleranzgr.
Adsorbierte, organisch gebundene Halogene	mg/kg TM	KS1-FS/2023	127,38	9,97%	102,51	154,86
Adsorbierte, organisch gebundene Halogene	mg/kg TM	KS2-FS/2023	139,24	13,42%	103,18	180,47

## 4.2.1 AOX

Tabelle 23: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für AOX bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC002	123,00	-0,4		139,00	0	
LC003	126,09	-0,1		134,85	-0,2	
LC006	119,00	-0,7		125,00	-0,8	
LC007	131,00	0,3		142,00	0,1	
LC008	115,00	-1,0		125,00	-0,8	
LC009	136,00	0,6		135,00	-0,2	
LC011	127,00	0,0		125,00	-0,8	
LC012	125,00	-0,2		133,00	-0,4	
LC013	141,00	1,0		152,00	0,6	
LC014	84,26	-3,6	E	34,90	-5,9	E
LC016	104,00	-1,9		121,00	-1	
LC017	142,00	1,1		165,00	1,3	
LC019	138,00	0,8		126,00	-0,8	
LC020	128,00	0,0		148,00	0,4	
LC021	0,13	-10,5	E	0,12	-7,9	E
LC022	124,42	-0,2		138,00	-0,1	
LC023	150,00	1,7		163,00	1,2	
LC025	140,00	0,9		150,00	0,5	
LC026	160,00	2,4	E	172,00	1,6	
LC027	127,00	0,0		134,00	-0,3	
LC028	115,00	-1,0		125,00	-0,8	
LC029	124,00	-0,3		122,00	-1	
LC030	125,00	-0,2		118,00	-1,2	
LC031	132,00	0,3		134,00	-0,3	
LC032	132,00	0,3		143,00	0,2	
LC035	122,00	-0,4		166,00	1,3	
LC037	107,00	-1,7		112,00	-1,5	
LC038	125,00	-0,2		142,00	0,1	
LC039	1368,00	92,6	E	1302,00	57,8	E
LC042	140,00	0,9		146,00	0,3	
LC043	132,00	0,3		135,00	-0,2	
LC044	117,00	-0,9		128,00	-0,6	
LC045	122,00	-0,4		148,00	0,4	
LC046	134,00	0,5		138,00	-0,1	
LC047	136,00	0,6		143,00	0,2	
LC048	115,00	-1,0		225,00	4,3	E
LC049	137,00	0,7		149,00	0,5	
LC050	137,60	0,8		139,80	0	
LC051	124,00	-0,3		143,00	0,2	
LC052	137,00	0,7		171,00	1,6	
LC053	141,00	1,0		151,00	0,6	
LC054	128,00	0,0		138,00	-0,1	
LC055	120,00	-0,6		120,00	-1,1	
LC058	139,00	0,9		138,00	-0,1	
LC059	111,00	-1,4		175,00	1,8	
LC060	130,00	0,2		137,00	-0,1	

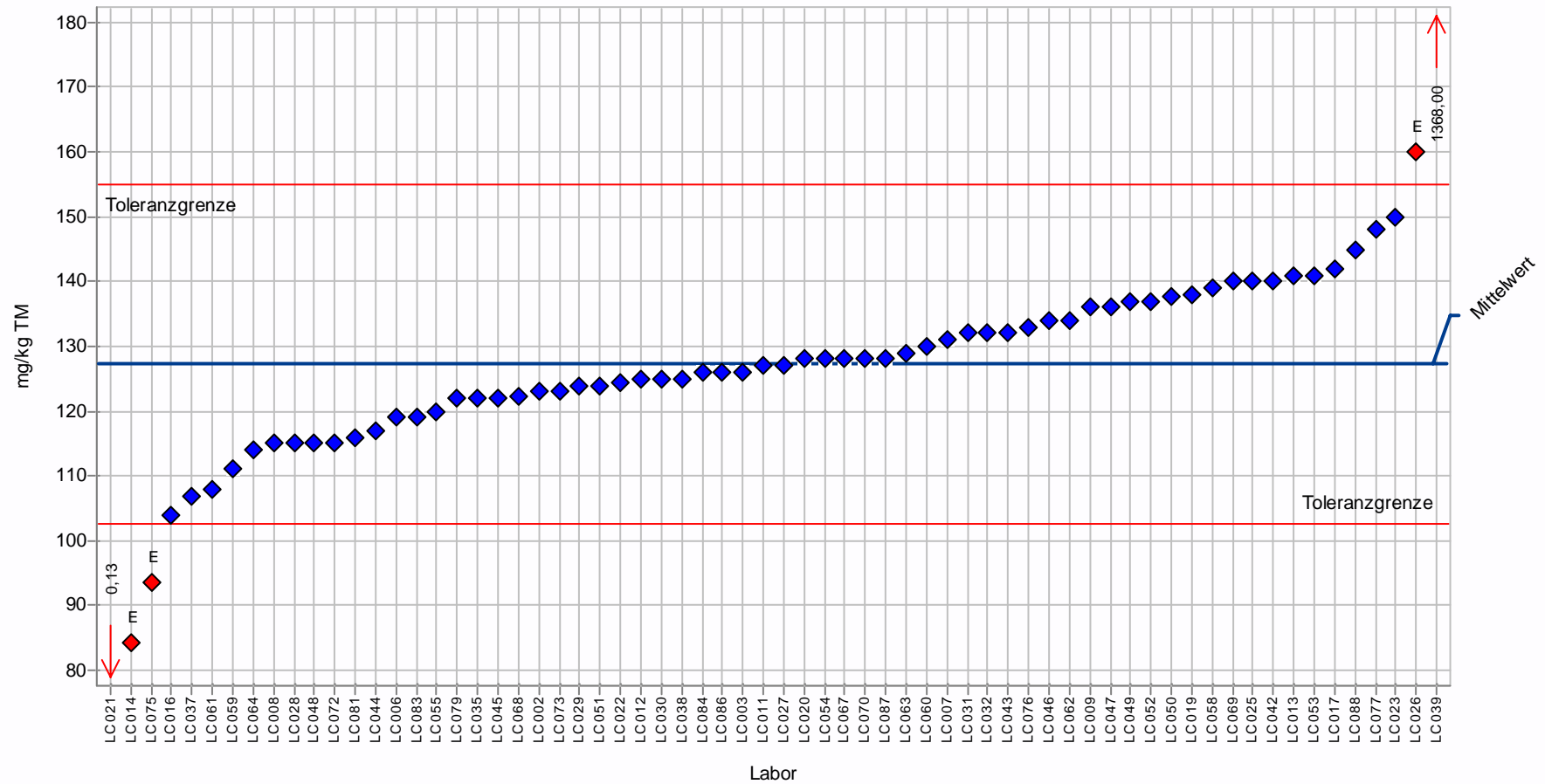
Fortsetzung Tabelle 23

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	mg/kg TM			mg/kg TM		
LC061	108,00	-1,6		141,00	0,1	
LC062	134,00	0,5		138,00	-0,1	
LC063	129,00	0,1		133,00	-0,4	
LC064	114,00	-1,1		118,19	-1,2	
LC067	128,00	0,0		154,00	0,7	
LC068	122,37	-0,4		129,39	-0,6	
LC069	139,97	0,9		164,81	1,3	
LC070	128,00	0,0		164,00	1,2	
LC072	115,00	-1,0		140,00	0	
LC073	123,00	-0,4		132,00	-0,4	
LC075	93,70	-2,8	E	102,00	-2,1	E
LC076	133,00	0,4		163,00	1,2	
LC077	148,00	1,5		160,00	1	
LC079	122,00	-0,4		155,73	0,8	
LC081	116,00	-0,9		123,00	-0,9	
LC083	119,00	-0,7		117,00	-1,3	
LC084	126,00	-0,1		125,00	-0,8	
LC086	126,00	-0,1		127,00	-0,7	
LC087	128,00	0,0		125,00	-0,8	
LC088	145,00	1,3		138,00	-0,1	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	66			66		
Anzahl E-Ausreißer	5			5		
Mittelwert	127,38			139,24		
Vergleich-Stdabw.	12,71			18,68		
Rel. Vergleich-Stdabw.	9,97%			13,42%		
HorRat	1,3			1,8		
untere Toleranzgrenze	102,51			103,18		
obere Toleranzgrenze	154,86			180,47		

Abbildung 26: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für AOX in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: AOX  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 102,51 - 154,86 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 127,38 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 12,71 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 9,97%  
 Anzahl Labore: 66  
 Anzahl E-Ausreißer: 5



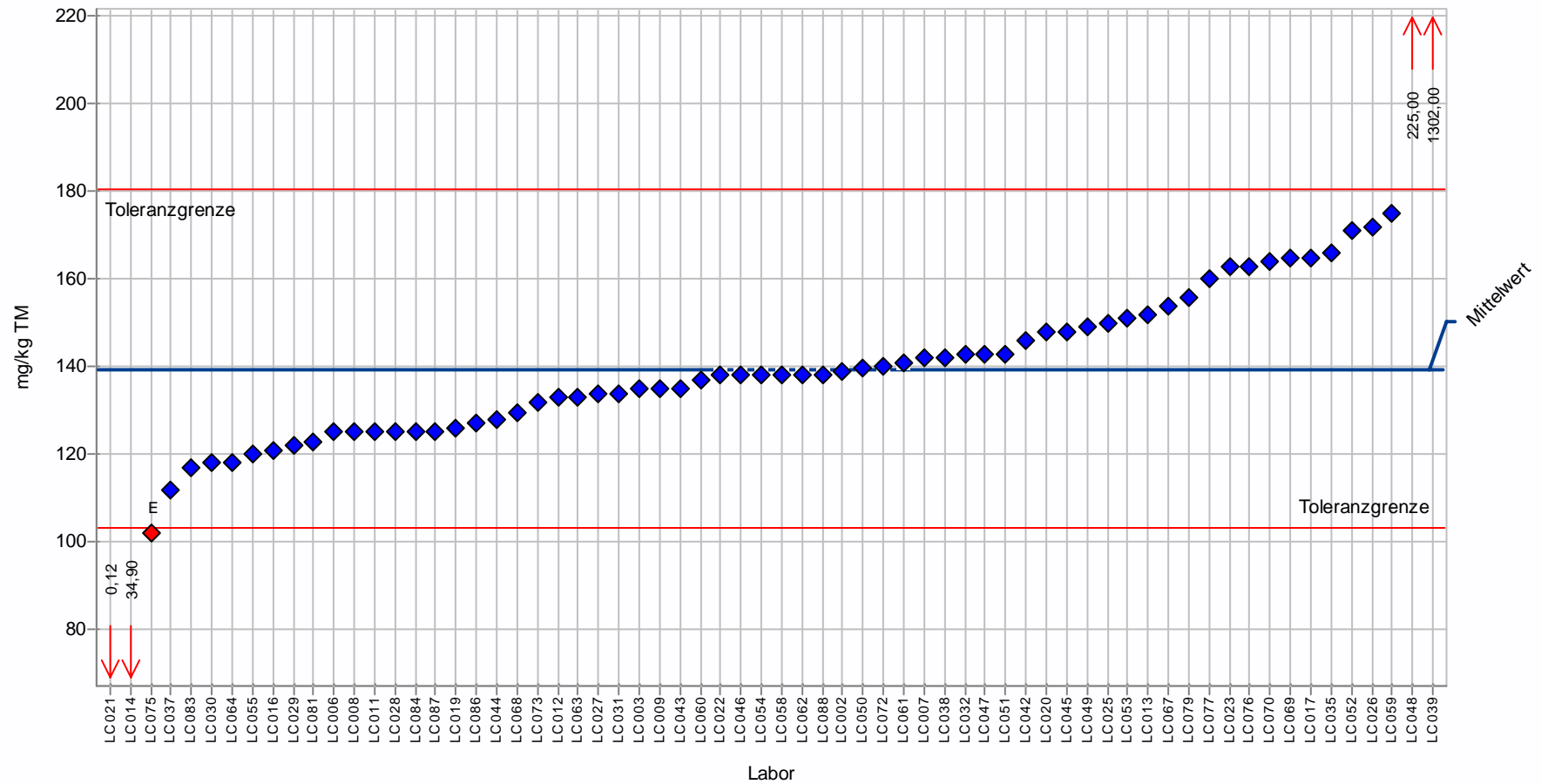
PROLab Plus



Abbildung 27: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für AOX in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: AOX  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 103,18 - 180,47 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 139,24 mg/kg TM  
 Vergleich-Stdabw.: 18,68 mg/kg TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 13,42%  
 Anzahl Labore: 66  
 Anzahl E-Ausreißer: 5



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/2023 und KS2-FS/2023)

Merkmals	Einheit	Probe	Mittelwert	Rel. Vergleich-Stdabw. %	unt. Toleranzgr.	ob. Toleranzgr.
<b>Ammonium-Stickstoff</b>	% TM	KS1-FS/2023	1,7153	4,72%	1,5531	1,8853
<b>Ammonium-Stickstoff</b>	% TM	KS2-FS/2023	2,1709	4,79%	1,9626	2,3894
<b>Basisch wirksame Stoffe als CaO</b>	% TM	KS1-FS/2023	8,0109	11,79%	6,1755	10,0758
<b>Basisch wirksame Stoffe als CaO</b>	% TM	KS2-FS/2023	5,7562	20,96%	3,4918	8,5476
<b>Gesamt-Stickstoff</b>	% TM	KS1-FS/2023	5,2375	3,78%	4,8393	5,6511
<b>Gesamt-Stickstoff</b>	% TM	KS2-FS/2023	6,5020	3,16%	6,0875	6,9299
<b>Organische Substanz</b>	% TM	KS1-FS/2023	58,264	2,50% <sup>1)</sup>	55,315	61,289
<b>Organische Substanz</b>	% TM	KS2-FS/2023	69,428	2,50% <sup>1)</sup>	65,913	73,032
<b>Phosphor (elementar)</b>	% TM	KS1-FS/2023	3,9990	6,47%	3,4848	4,5475
<b>Phosphor (elementar)</b>	% TM	KS2-FS/2023	4,0852	6,77%	3,5364	4,6723
<b>pH-Wert</b>		KS1-FS/2023	7,2486	1,77%	6,9874	7,5145
<b>pH-Wert</b>		KS2-FS/2023	7,1240	2,36%	6,7839	7,4721
<b>Trockensubstanz</b>	%	KS1-FS/2023	9,8955	2,50% <sup>1)</sup>	9,3945	10,409
<b>Trockensubstanz</b>	%	KS2-FS/2023	11,100	2,50% <sup>1)</sup>	10,538	11,676

<sup>1)</sup>: Sollstandardabweichung

### 4.3.1 Ammonium-Stickstoff

Tabelle 25: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Ammonium-Stickstoff bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	1,6800	-0,4		2,0900	-0,8	
LC002	1,7800	0,8		2,2300	0,6	
LC003	1,7700	0,7		2,2100	0,4	
LC005	1,7810	0,8		2,0790	-0,9	
LC006	1,6700	-0,6		1,9700	-2,0	
LC007	1,7200	0,1		2,2400	0,6	
LC008	1,7000	-0,2		2,2200	0,5	
LC009	1,6900	-0,3		2,1900	0,2	
LC010	1,7400	0,3		2,2000	0,3	
LC011	1,7000	-0,2		2,3400	1,6	
LC012	1,6100	-1,3		2,0200	-1,5	
LC013	1,7280	0,2		2,2760	1,0	
LC016	1,8000	1,0		2,0750	-0,9	
LC017	1,7400	0,3		2,2200	0,5	
LC018	1,6520	-0,8		2,0530	-1,2	
LC019	1,7500	0,4		2,1900	0,2	
LC020	nicht getestet			nicht getestet		
LC021	1,4100	-3,9	E	1,9300	-2,4	E
LC022	1,9100	2,3	E	2,3400	1,6	
LC023	1,6400	-1,0		2,0900	-0,8	
LC025	1,6700	-0,6		2,0500	-1,2	
LC026	1,7260	0,1		2,1730	0,0	
LC027	1,7400	0,3		2,2000	0,3	
LC028	1,8100	1,1		2,2800	1,0	
LC029	1,6400	-1,0		2,0500	-1,2	
LC030	1,6700	-0,6		2,1000	-0,7	
LC031	1,7300	0,2		2,1000	-0,7	
LC032	1,6900	-0,3		2,1000	-0,7	
LC033	1,5650	-1,9		1,9050	-2,6	E
LC034	1,8000	1,0		2,2600	0,8	
LC035	1,9600	3,0	E	2,3600	1,8	
LC037	1,7200	0,1		2,1700	0,0	
LC038	1,7000	-0,2		2,1600	-0,1	
LC041	1,6800	-0,4		2,1200	-0,5	
LC042	1,8100	1,1		2,3400	1,6	
LC043	1,6700	-0,6		2,2100	0,4	
LC044	1,5500	-2,1	E	2,1600	-0,1	
LC045	1,6200	-1,2		2,1000	-0,7	
LC046	1,7800	0,8		2,2700	0,9	
LC047	nicht getestet			nicht getestet		
LC048	1,6800	-0,4		2,1300	-0,4	
LC049	nicht getestet			nicht getestet		
LC050	1,8200	1,3		2,3400	1,6	

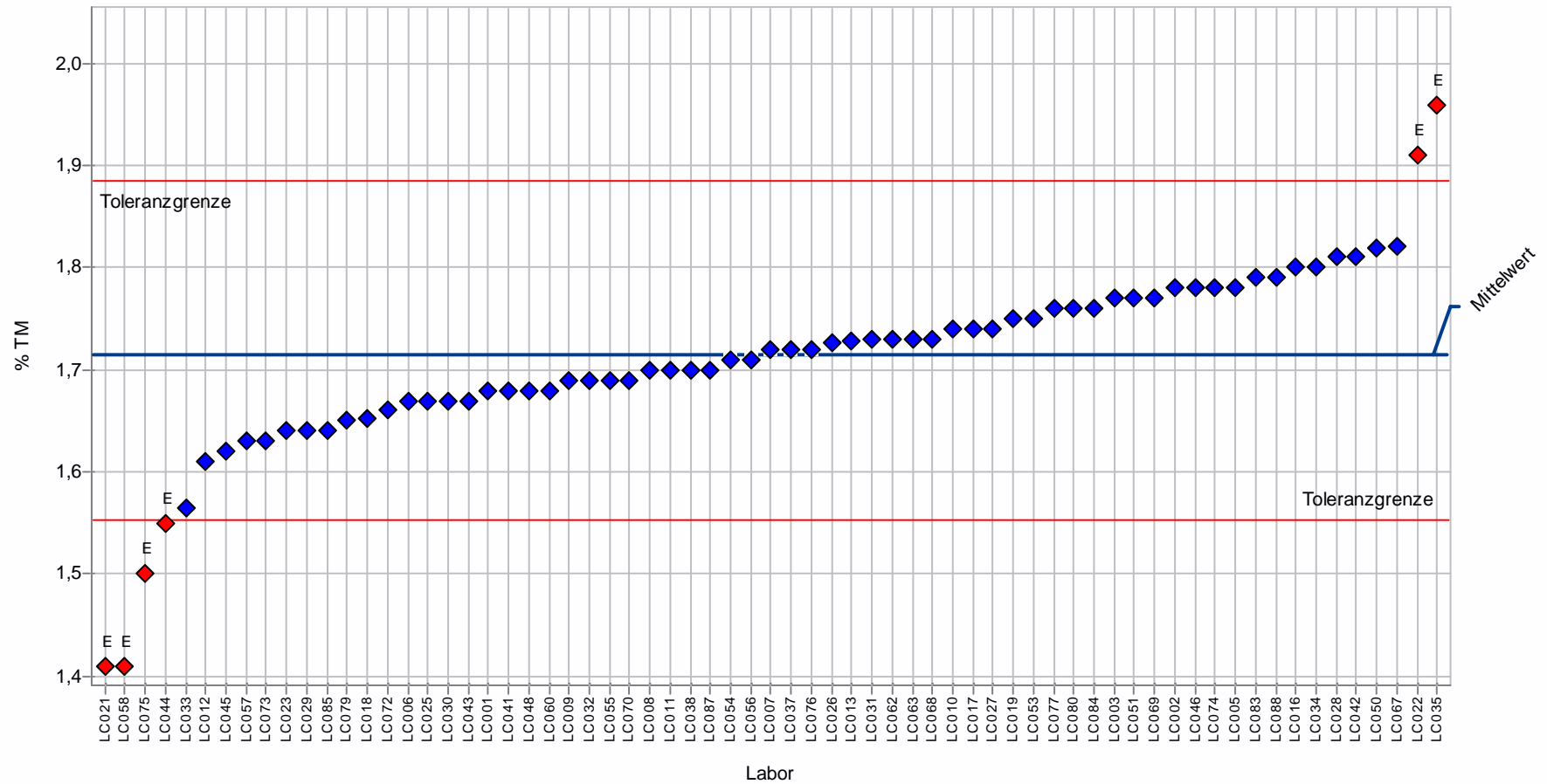
Fortsetzung Tabelle 25

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC051	1,7700	0,7		2,2300	0,6	
LC052	nicht getestet			nicht getestet		
LC053	1,7500	0,4		2,2000	0,3	
LC054	1,7100	-0,1		2,1700	0,0	
LC055	1,6900	-0,3		2,0900	-0,8	
LC056	1,7100	-0,1		2,1300	-0,4	
LC057	1,6300	-1,1		2,0800	-0,9	
LC058	1,4100	-3,9	E	2,0800	-0,9	
LC059	nicht getestet			nicht getestet		
LC060	1,6800	-0,4		2,1400	-0,3	
LC062	1,7300	0,2		2,2100	0,4	
LC063	1,7300	0,2		2,1500	-0,2	
LC065	nicht getestet			nicht getestet		
LC066	nicht getestet			nicht getestet		
LC067	1,8210	1,3		2,2650	0,9	
LC068	1,7300	0,2		2,2700	0,9	
LC069	1,7700	0,7		2,2600	0,8	
LC070	1,6900	-0,3		2,2000	0,3	
LC072	1,6600	-0,7		2,0800	-0,9	
LC073	1,6300	-1,1		2,1100	-0,6	
LC074	1,7800	0,8		2,2030	0,3	
LC075	1,5000	-2,7	E	1,9000	-2,7	E
LC076	1,7200	0,1		2,2100	0,4	
LC077	1,7600	0,5		2,2500	0,7	
LC079	1,6500	-0,8		2,0600	-1,1	
LC080	1,7600	0,5		2,3020	1,2	
LC083	1,7900	0,9		2,2600	0,8	
LC084	1,7600	0,5		2,2200	0,5	
LC085	1,6400	-1,0		2,1100	-0,6	
LC086	nicht getestet			nicht getestet		
LC087	1,7000	-0,2		2,1800	0,1	
LC088	1,7900	0,9		2,2800	1,0	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	67			67		
Anzahl E-Ausreißer	6			3		
Mittelwert	1,7153			2,1709		
Vergleich-Stdabw.	0,0809			0,1040		
Rel. Vergleich-Stdabw.	4,72%			4,79%		
HorRat	1,3			1,3		
untere Toleranzgrenze	1,5531			1,9626		
obere Toleranzgrenze	1,8853			2,3894		

Abbildung 28: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Ammonium-Stickstoff in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Ammonium-N  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 1,5531 - 1,8853 % TM ( $|Z\text{-Score}| \leq 2,0$ )

Mittelwert: 1,7153 % TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,0809 % TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 4,72%  
 Anzahl Labore: 67  
 Anzahl E-Ausreißer: 6

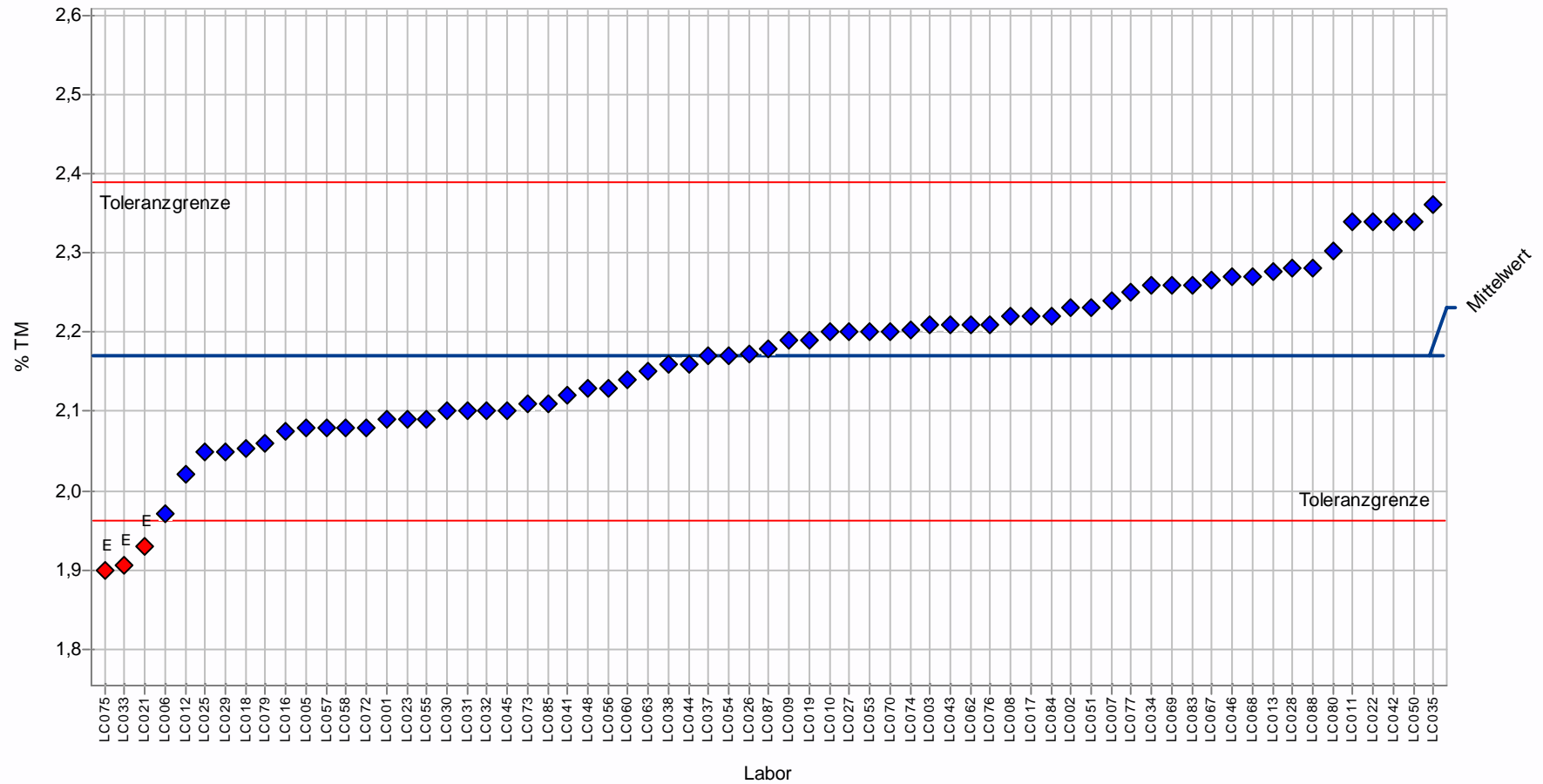


PROLab Plus

Abbildung 29: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Ammonium-Stickstoff in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Ammonium-N  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 1,9626 - 2,3894 % TM ( $|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$ )

Mittelwert: 2,1709 % TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,1040 % TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 4,79%  
 Anzahl Labore: 67  
 Anzahl E-Ausreißer: 3



PROLab Plus

### 4.3.2 Basisch wirksame Stoffe als CaO

Tabelle 26: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Basisch wirksame Stoffe als CaO bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	8,71	0,7		5,91	0,1	
LC002	8,73	0,7		7,28	1,1	
LC003	7,94	-0,1		4,70	-1,0	
LC005	7,91	-0,1		4,97	-0,7	
LC006	7,95	-0,1		5,43	-0,3	
LC007	8,10	0,1		7,26	1,1	
LC008	7,06	-1,1		4,21	-1,4	
LC009	9,23	1,2		6,24	0,4	
LC010	8,61	0,6		4,66	-1,0	
LC011	8,29	0,3		7,61	1,4	
LC012	8,12	0,1		5,85	0,1	
LC013	7,54	-0,5		6,41	0,5	
LC016	6,73	-1,4		5,61	-0,1	
LC017	8,22	0,2		6,33	0,4	
LC018	8,88	0,9		7,83	1,5	
LC019	6,43	-1,8		5,33	-0,4	
LC020	nicht getestet			nicht getestet		
LC021	7,62	-0,4		4,86	-0,8	
LC022	7,87	-0,2		5,25	-0,5	
LC023	9,20	1,2		7,46	1,3	
LC025	7,56	-0,5		4,55	-1,1	
LC026	9,27	1,2		6,11	0,3	
LC027	8,20	0,2		5,90	0,1	
LC028	8,35	0,3		4,84	-0,8	
LC029	9,32	1,3		6,43	0,5	
LC030	7,18	-0,9		5,21	-0,5	
LC031	8,50	0,5		6,91	0,8	
LC032	7,91	-0,1		7,19	1,1	
LC033	5,76	-2,5	E	3,85	-1,7	
LC034	11,10	3,1	E	9,80	3,0	E
LC035	7,05	-1,1		6,10	0,3	
LC037	6,82	-1,3		4,35	-1,3	
LC038	8,08	0,1		4,55	-1,1	
LC041	7,46	-0,6		5,48	-0,3	
LC042	8,84	0,8		5,64	-0,1	
LC043	10,20	2,2	E	8,06	1,7	
LC044	8,11	0,1		4,55	-1,1	
LC045	8,39	0,4		5,80	0,0	
LC046	10,53	2,5	E	8,19	1,8	
LC047	nicht getestet			nicht getestet		
LC048	8,55	0,5		4,75	-0,9	
LC049	nicht getestet			nicht getestet		
LC050	8,17	0,2		5,17	-0,5	

Fortsetzung Tabelle 26

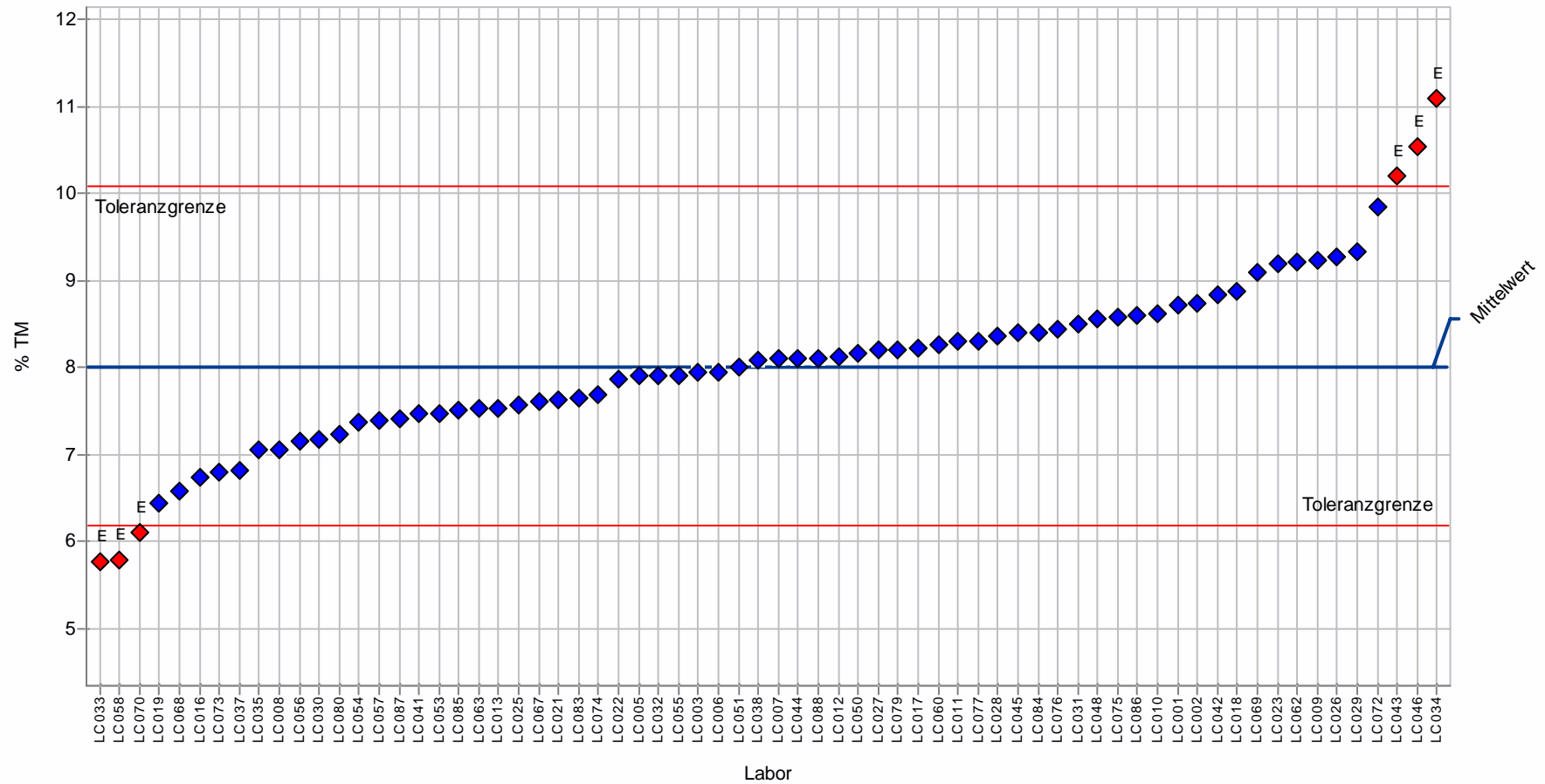
Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC051	8,00	0,0		4,35	-1,3	
LC052	nicht getestet			nicht getestet		
LC053	7,47	-0,6		6,76	0,7	
LC054	7,37	-0,7		3,98	-1,6	
LC055	7,91	-0,1		5,11	-0,6	
LC056	7,15	-1,0		4,40	-1,2	
LC057	7,38	-0,7		5,27	-0,4	
LC058	5,79	-2,5	E	6,33	0,4	
LC059	nicht getestet			nicht getestet		
LC060	8,26	0,2		5,81	0,0	
LC062	9,21	1,2		6,72	0,7	
LC063	7,52	-0,5		6,55	0,6	
LC065	nicht getestet			nicht getestet		
LC066	nicht getestet			nicht getestet		
LC067	7,60	-0,5		4,70	-1,0	
LC068	6,58	-1,6		4,43	-1,2	
LC069	9,10	1,1		7,71	1,4	
LC070	6,10	-2,1	E	4,91	-0,8	
LC072	9,84	1,8		7,52	1,3	
LC073	6,80	-1,4		4,56	-1,1	
LC074	7,68	-0,4		5,09	-0,6	
LC075	8,58	0,6		7,05	1,0	
LC076	8,43	0,4		5,61	-0,1	
LC077	8,30	0,3		6,80	0,8	
LC079	8,21	0,2		6,61	0,6	
LC080	7,24	-0,9		4,51	-1,1	
LC083	7,64	-0,4		6,52	0,6	
LC084	8,39	0,4		6,89	0,8	
LC085	7,50	-0,6		4,50	-1,1	
LC086	8,60	0,6		5,03	-0,7	
LC087	7,40	-0,7		5,96	0,1	
LC088	8,11	0,1		5,25	-0,5	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	68			68		
Anzahl E-Ausreißer	6			1		
Mittelwert	8,0109			5,7562		
Vergleich-Stdabw.	0,9447			1,2063		
Rel. Vergleich-Stdabw.	11,79%			20,96%		
untere Toleranzgrenze	6,1755			3,4918		
obere Toleranzgrenze	10,0758			8,5476		



Abbildung 30: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für BWS in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: BWS  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 6,1755 - 10,0758 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 8,0109 % TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,9447 % TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 11,79%  
 Anzahl Labore: 68  
 Anzahl E-Ausreißer: 6

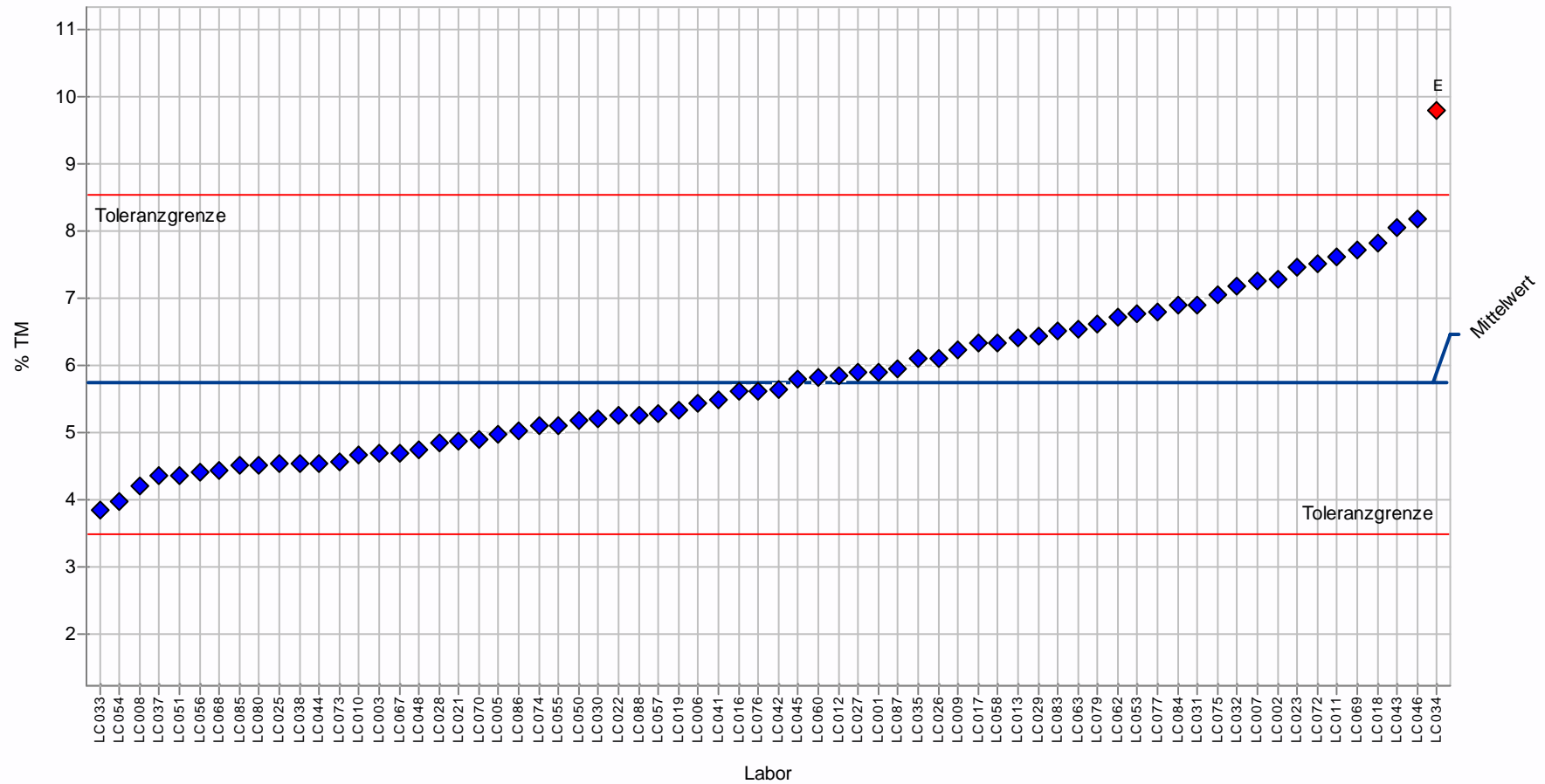


PROLab Plus

Abbildung 31: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für BWS in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: BWS  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 3,4918 - 8,5476 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 5,7562 % TM  
 Vergleich-Stdabw.: 1,2063 % TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 20,96%  
 Anzahl Labore: 68  
 Anzahl E-Ausreißer: 1



PROLab Plus

### 4.3.3 Gesamt-Stickstoff

Tabelle 27: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Gesamt-Stickstoff bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	5,1800	-0,3		6,5600	0,3	
LC002	5,2500	0,1		6,5300	0,1	
LC003	5,3600	0,6		6,6300	0,6	
LC005	5,3750	0,7		6,5990	0,5	
LC006	5,2400	0,0		6,4500	-0,3	
LC007	5,1400	-0,5		6,5300	0,1	
LC008	5,3900	0,8		6,6500	0,7	
LC009	nicht getestet			nicht getestet		
LC010	5,2700	0,2		6,5200	0,1	
LC011	5,3400	0,5		6,8200	1,5	
LC012	5,0700	-0,9		6,4200	-0,4	
LC013	4,9700	-1,4		6,5500	0,2	
LC016	4,0800	-6,0	E	5,6600	-4,2	E
LC017	5,4200	0,9		6,7800	1,3	
LC018	5,2150	-0,1		6,5490	0,2	
LC019	5,3400	0,5		6,5700	0,3	
LC020	nicht getestet			nicht getestet		
LC021	5,7800	2,7	E	6,7500	1,2	
LC022	5,4300	1,0		6,6000	0,5	
LC023	5,2800	0,2		6,5700	0,3	
LC025	5,1700	-0,3		6,3400	-0,8	
LC026	5,3100	0,4		6,4600	-0,2	
LC027	5,1400	-0,5		6,3700	-0,7	
LC028	5,4900	1,3		6,7800	1,3	
LC029	5,1800	-0,3		6,4700	-0,2	
LC030	5,3100	0,4		6,2400	-1,3	
LC031	5,2200	-0,1		6,4500	-0,3	
LC032	5,2400	0,0		6,4600	-0,2	
LC033	4,1600	-5,5	E	5,0900	-7,0	E
LC034	5,3400	0,5		6,5900	0,4	
LC035	4,9700	-1,4		6,3200	-0,9	
LC037	5,3800	0,7		6,4700	-0,2	
LC038	27,5000	110,4	E	36,1000	141,8	E
LC041	5,1700	-0,3		6,4300	-0,4	
LC042	5,2500	0,1		6,6600	0,8	
LC043	5,0600	-0,9		6,0800	-2,1	E
LC044	5,0800	-0,8		6,3600	-0,7	
LC045	5,1000	-0,7		6,3800	-0,6	
LC046	5,3840	0,7		6,7630	1,3	
LC047	nicht getestet			nicht getestet		
LC048	5,4600	1,1		6,4400	-0,3	
LC049	nicht getestet			nicht getestet		
LC050	4,9800	-1,3		6,4600	-0,2	

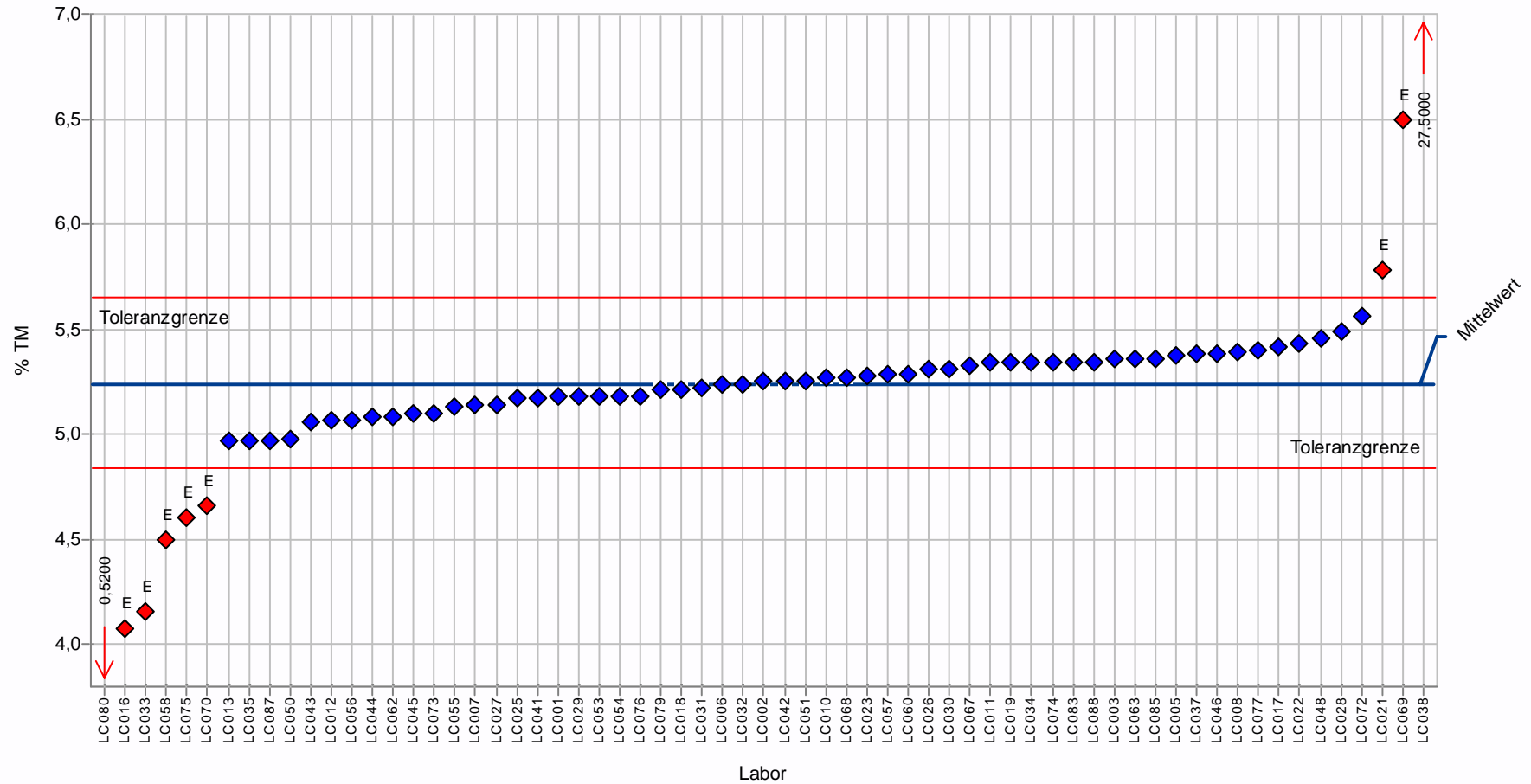
Fortsetzung Tabelle 27

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC051	5,2500	0,1		6,5500	0,2	
LC052	nicht getestet			nicht getestet		
LC053	5,1800	-0,3		6,4400	-0,3	
LC054	5,1800	-0,3		6,5600	0,3	
LC055	5,1300	-0,6		6,4700	-0,2	
LC056	5,0700	-0,9		6,2800	-1,1	
LC057	5,2900	0,3		6,5400	0,2	
LC058	4,5000	-3,8	E	5,8200	-3,4	E
LC059	nicht getestet			nicht getestet		
LC060	5,2900	0,3		6,6100	0,5	
LC062	5,0800	-0,8		6,3500	-0,8	
LC063	5,3600	0,6		6,5900	0,4	
LC065	nicht getestet			nicht getestet		
LC066	nicht getestet			nicht getestet		
LC067	5,3300	0,5		6,5500	0,2	
LC068	5,2700	0,2		6,5200	0,1	
LC069	6,5000	6,3	E	5,3500	-5,7	E
LC070	4,6600	-3,0	E	6,2300	-1,3	
LC072	5,5600	1,6		7,3900	4,3	E
LC073	5,1000	-0,7		6,2200	-1,4	
LC074	5,3400	0,5		6,4400	-0,3	
LC075	4,6000	-3,3	E	5,8000	-3,5	E
LC076	5,1800	-0,3		6,4900	-0,1	
LC077	5,4000	0,8		6,7100	1,0	
LC079	5,2100	-0,1		6,3600	-0,7	
LC080	0,5200	-24,3	E	0,7100	-28,6	E
LC083	5,3400	0,5		6,7200	1,0	
LC084	nicht getestet			nicht getestet		
LC085	5,3600	0,6		6,6000	0,5	
LC086	nicht getestet			nicht getestet		
LC087	4,9700	-1,4		6,6800	0,9	
LC088	5,3400	0,5		6,5100	0,0	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	65			65		
Anzahl E-Ausreißer	9			9		
Mittelwert	5,2375			6,502		
Vergleich-Stdabw.	0,1979			0,2054		
Rel. Vergleich-Stdabw.	3,78%			3,16%		
HorRat	1,2			1,0		
untere Toleranzgrenze	4,8393			6,0875		
obere Toleranzgrenze	5,6511			6,9299		

Abbildung 32: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Gesamt-Stickstoff in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Gesamt-N  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 4,8393 - 5,6511 % TM ( $|Z\text{-Score}| \leq 2,0$ )

Mittelwert: 5,2375 % TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,1979 % TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 3,78%  
 Anzahl Labore: 65  
 Anzahl E-Ausreißer: 9

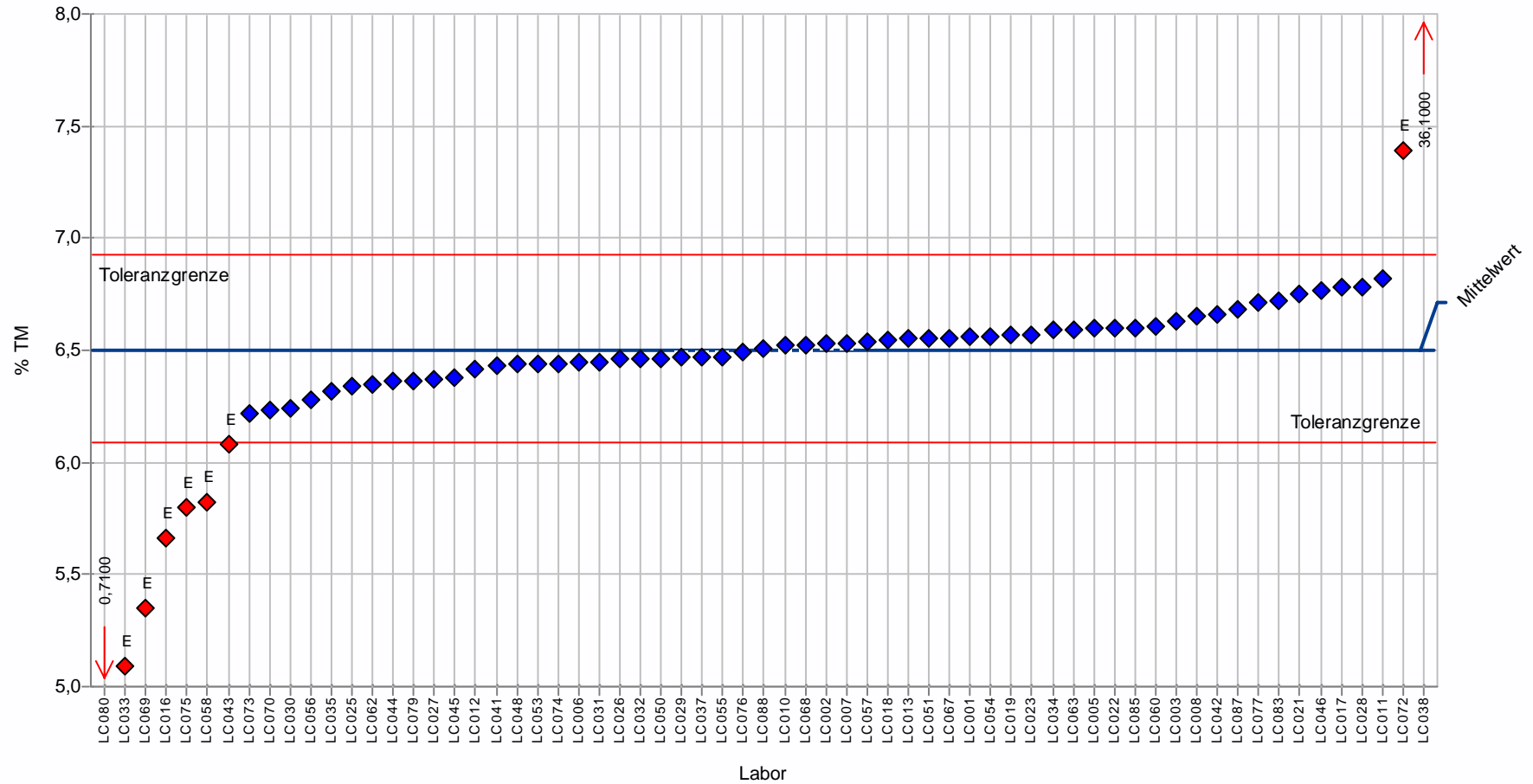


PROLab Plus

Abbildung 33: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Gesamt-Stickstoff in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Gesamt-N  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 6,0875 - 6,9299 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 6,5020 % TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,2054 % TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 3,16%  
 Anzahl Labore: 65  
 Anzahl E-Ausreißer: 9



PROLab Plus

### 4.3.4 Organische Substanz

Tabelle 28: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Organische Substanz bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	57,960	-0,2		69,350	0,0	
LC002	57,830	-0,3		69,190	-0,1	
LC003	57,200	-0,7		69,000	-0,2	
LC005	58,090	-0,1		69,530	0,1	
LC006	59,200	0,6		70,100	0,4	
LC007	58,000	-0,2		69,500	0,0	
LC008	59,800	1,0		70,400	0,6	
LC009	57,900	-0,3		69,500	0,0	
LC010	59,600	0,9		70,400	0,6	
LC011	59,800	1,0		70,500	0,6	
LC012	60,400	1,4		70,600	0,7	
LC013	57,200	-0,7		68,600	-0,5	
LC016	57,300	-0,7		68,400	-0,6	
LC017	58,800	0,4		70,000	0,3	
LC018	58,400	0,1		69,300	-0,1	
LC019	58,000	-0,2		69,000	-0,2	
LC020	56,110	-1,5		68,110	-0,8	
LC021	58,100	-0,1		69,700	0,2	
LC022	57,300	-0,7		68,430	-0,6	
LC023	58,200	0,0		69,300	-0,1	
LC025	59,500	0,8		71,000	0,9	
LC026	57,900	-0,3		69,100	-0,2	
LC027	58,900	0,4		69,300	-0,1	
LC028	60,010	1,2		69,110	-0,2	
LC029	57,100	-0,8		68,600	-0,5	
LC030	57,690	-0,4		69,160	-0,2	
LC031	58,600	0,2		70,000	0,3	
LC032	59,100	0,6		70,900	0,8	
LC033	59,300	0,7		70,100	0,4	
LC034	57,700	-0,4		69,800	0,2	
LC035	59,100	0,6		69,900	0,3	
LC037	57,700	-0,4		69,100	-0,2	
LC038	57,800	-0,3		69,000	-0,2	
LC041	57,900	-0,3		69,100	-0,2	
LC042	57,900	-0,3		69,200	-0,1	
LC043	59,100	0,6		70,100	0,4	
LC044	58,310	0,0		69,450	0,0	
LC045	58,000	-0,2		69,300	-0,1	
LC046	58,600	0,2		69,600	0,1	
LC047	57,600	-0,5		68,900	-0,3	
LC048	57,900	-0,3		69,400	0,0	
LC049	nicht getestet			nicht getestet		
LC050	58,300	0,0		69,300	-0,1	

Fortsetzung Tabelle 28

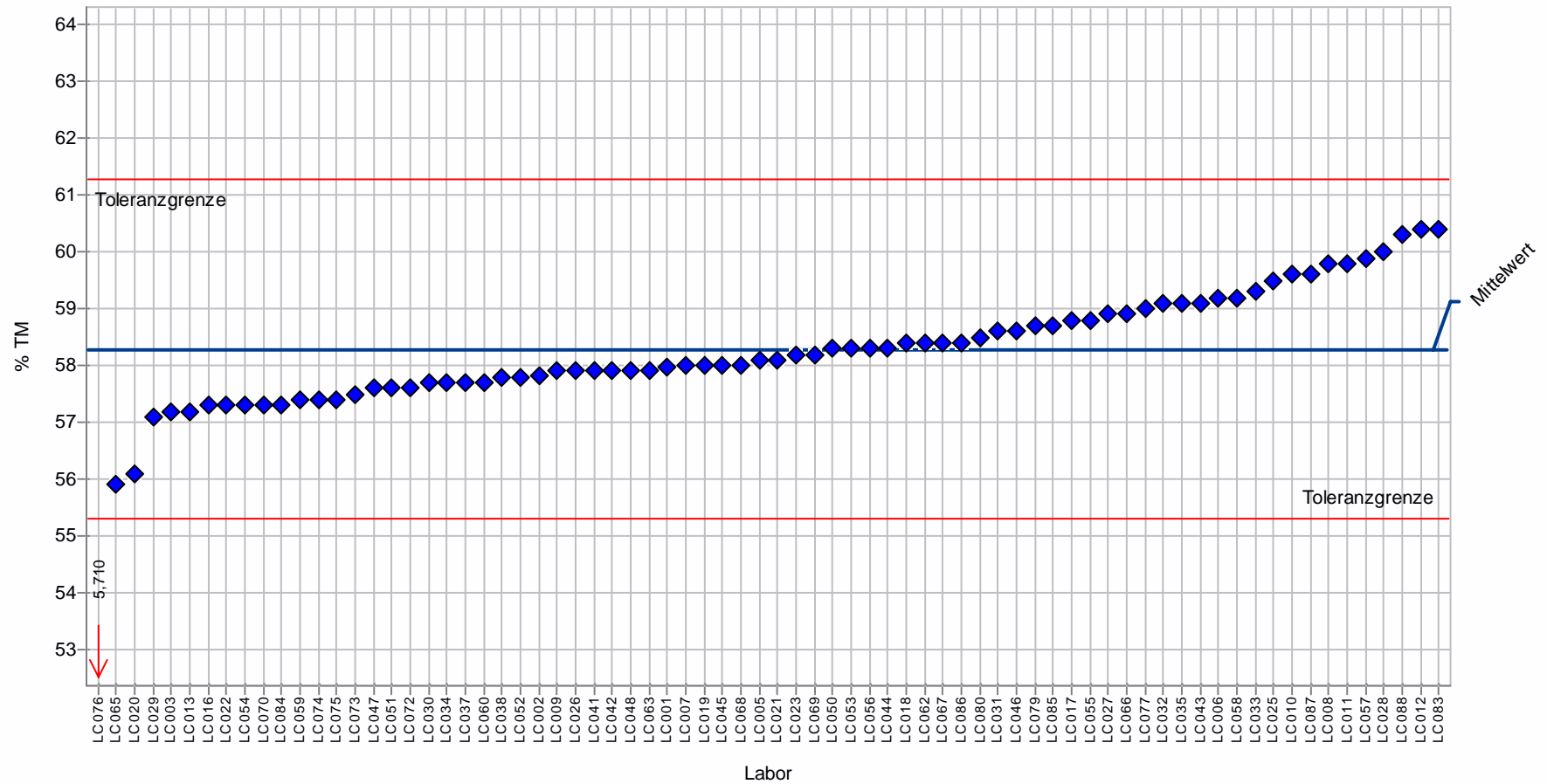
Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC051	57,600	-0,5		69,400	0,0	
LC052	57,800	-0,3		69,100	-0,2	
LC053	58,300	0,0		69,100	-0,2	
LC054	57,300	-0,7		68,600	-0,5	
LC055	58,800	0,4		69,800	0,2	
LC056	58,300	0,0		69,500	0,0	
LC057	59,900	1,1		70,700	0,7	
LC058	59,200	0,6		70,200	0,4	
LC059	57,400	-0,6		69,200	-0,1	
LC060	57,700	-0,4		69,300	-0,1	
LC062	58,400	0,1		70,000	0,3	
LC063	57,900	-0,3		69,100	-0,2	
LC065	55,900	-1,6		68,800	-0,4	
LC066	58,900	0,4		69,800	0,2	
LC067	58,400	0,1		69,600	0,1	
LC068	58,020	-0,2		69,420	0,0	
LC069	58,200	0,0		69,320	-0,1	
LC070	57,300	-0,7		68,400	-0,6	
LC072	57,600	-0,5		68,800	-0,4	
LC073	57,500	-0,5		68,800	-0,4	
LC074	57,400	-0,6		68,300	-0,7	
LC075	57,400	-0,6		68,800	-0,4	
LC076	5,710	-36,5	E	68,300	-0,7	
LC077	59,000	0,5		70,000	0,3	
LC079	58,690	0,3		69,930	0,3	
LC080	58,480	0,1		69,550	0,1	
LC083	60,400	1,4		71,200	1,0	
LC084	57,300	-0,7		69,000	-0,2	
LC085	58,700	0,3		69,600	0,1	
LC086	58,400	0,1		69,400	0,0	
LC087	59,600	0,9		70,500	0,6	
LC088	60,300	1,4		72,000	1,5	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	74			74		
Anzahl E-Ausreißer	1			0		
Sollwert	58,264			69,428		
Soll-Stdabw.	1,457			1,736		
Rel. Soll-Stdabw.	2,50 %			2,50 %		
HorRat	1,2			1,2		
untere Toleranzgrenze	55,315			65,913		
obere Toleranzgrenze	61,289			73,032		



Abbildung 34: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Organische Substanz in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: org.Subs.  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 55,315 - 61,289 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Sollwert: 58,264 % TM (empirischer Wert)  
 Soll-Stdabw.: 1,457 % TM (Referenzwert)  
 Rel. Soll-Stdabw.: 2,50% (Referenzwert)  
 Anzahl Labore: 74  
 Anzahl E-Ausreißer: 1

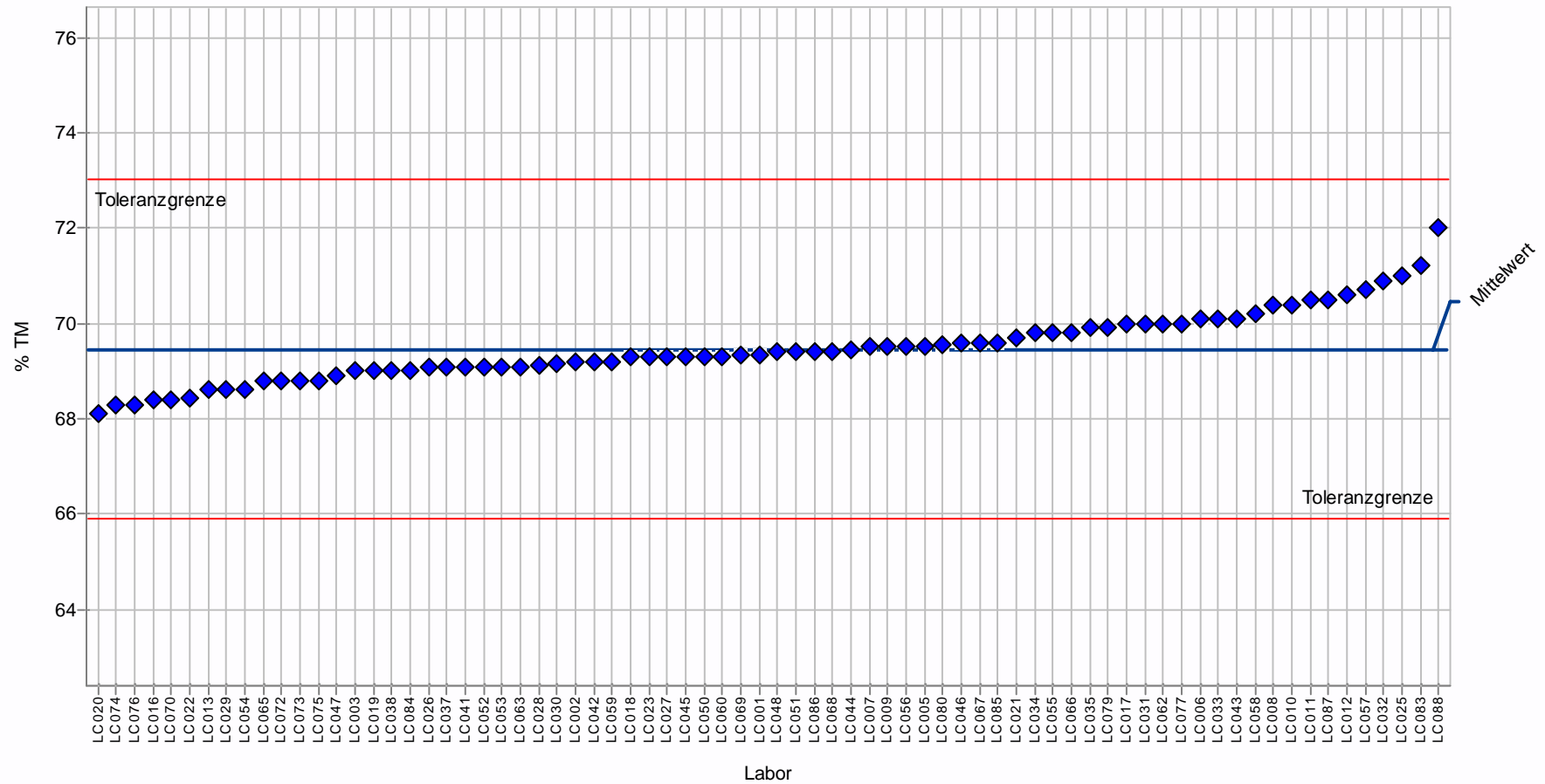


PROLab Plus

Abbildung 35: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Organische Substanz in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: org.Subs.  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 65,913 - 73,032 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Sollwert: 69,428 % TM (empirischer Wert)  
 Soll-Stdabw.: 1,736 % TM (Referenzwert)  
 Rel. Soll-Stdabw.: 2,50% (Referenzwert)  
 Anzahl Labore: 74  
 Anzahl E-Ausreißer: 0



PROLab Plus

### 4.3.5 Phosphor

Tabelle 29: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Phosphor (elementar) bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC001	4,1100	0,4		4,2880	0,7	
LC002	3,9700	-0,1		4,0600	-0,1	
LC003	3,8800	-0,5		3,9100	-0,7	
LC005	4,3302	1,2		4,0767	0,0	
LC006	3,8200	-0,7		4,0300	-0,2	
LC007	4,1300	0,5		4,3400	0,9	
LC008	4,0300	0,1		4,0400	-0,2	
LC009	3,9900	0,0		4,1400	0,2	
LC010	4,0200	0,1		4,1100	0,1	
LC011	4,3300	1,2		4,4000	1,1	
LC012	3,9400	-0,2		4,0600	-0,1	
LC013	4,1600	0,6		4,1900	0,4	
LC016	0,2300	-15,0	E	0,6200	-12,9	E
LC017	3,9900	0,0		4,0500	-0,1	
LC018	4,2300	0,9		4,3500	0,9	
LC019	4,3000	1,1		4,4400	1,2	
LC020	3,9080	-0,4		4,0430	-0,2	
LC021	3,8100	-0,8		3,8500	-0,9	
LC022	4,0000	0,0		4,1000	0,1	
LC023	4,2800	1,1		4,2500	0,6	
LC025	4,0000	0,0		4,0400	-0,2	
LC026	3,6500	-1,4		3,6700	-1,6	
LC027	4,1100	0,4		4,2300	0,5	
LC028	3,6600	-1,4		3,6100	-1,8	
LC029	3,8300	-0,7		3,8900	-0,7	
LC030	3,6600	-1,4		3,5800	-1,9	
LC031	3,7100	-1,2		3,6700	-1,6	
LC032	4,1900	0,7		4,3800	1,0	
LC033	4,2600	1,0		4,3600	1,0	
LC034	3,8870	-0,4		4,0010	-0,3	
LC035	3,8400	-0,6		4,1200	0,1	
LC037	4,2100	0,8		4,2000	0,4	
LC038	3,6900	-1,2		3,7400	-1,3	
LC041	3,9400	-0,2		4,1700	0,3	
LC042	4,0400	0,2		4,2200	0,5	
LC043	3,8200	-0,7		3,9200	-0,6	
LC044	3,8500	-0,6		3,8700	-0,8	
LC045	3,6300	-1,5		3,7000	-1,4	
LC046	3,2100	-3,1	E	3,3400	-2,8	E
LC047	4,2600	1,0		4,4100	1,1	
LC048	4,4500	1,7		4,3500	0,9	
LC049	3,8900	-0,4		3,8500	-0,9	
LC050	4,0900	0,3		4,1100	0,1	

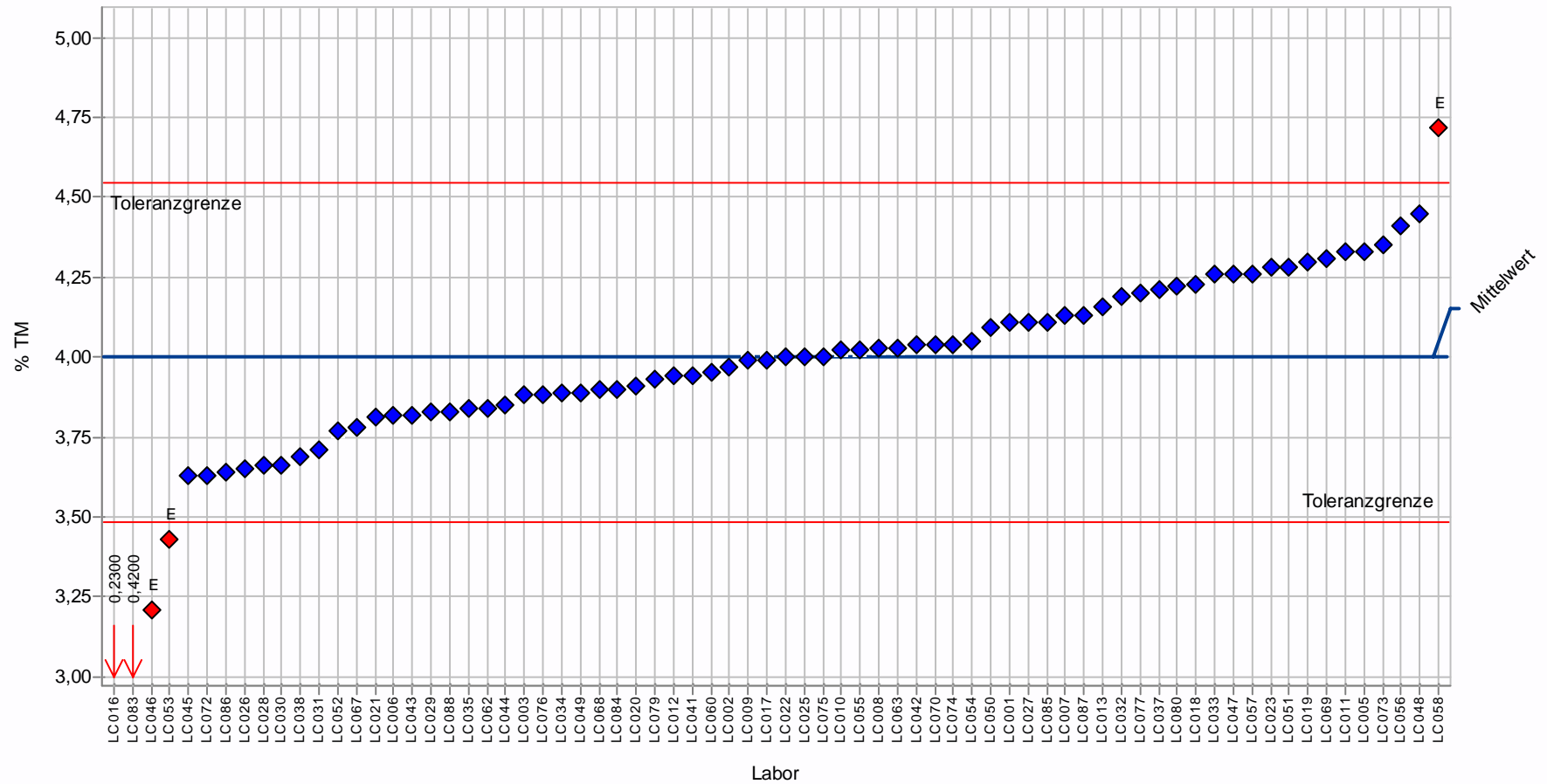
Fortsetzung Tabelle 29

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	% TM			% TM		
LC051	4,2800	1,1		4,5100	1,5	
LC052	3,7700	-0,9		4,0500	-0,1	
LC053	3,4300	-2,3	E	4,0600	-0,1	
LC054	4,0500	0,2		4,1700	0,3	
LC055	4,0200	0,1		4,1400	0,2	
LC056	4,4100	1,5		4,4400	1,2	
LC057	4,2600	1,0		4,2700	0,6	
LC058	4,7200	2,7	E	4,3700	1,0	
LC059	nicht getestet			nicht getestet		
LC060	3,9500	-0,2		3,8800	-0,8	
LC062	3,8400	-0,6		4,0100	-0,3	
LC063	4,0300	0,1		3,9300	-0,6	
LC065	nicht getestet			nicht getestet		
LC066	nicht getestet			nicht getestet		
LC067	3,7800	-0,9		3,7700	-1,2	
LC068	3,9000	-0,4		4,0100	-0,3	
LC069	4,3065	1,1		4,9242	2,9	E
LC070	4,0400	0,2		4,2900	0,7	
LC072	3,6300	-1,5		3,8300	-1,0	
LC073	4,3500	1,3		4,4400	1,2	
LC074	4,0400	0,2		4,0500	-0,1	
LC075	4,0000	0,0		4,0400	-0,2	
LC076	3,8800	-0,5		4,0200	-0,2	
LC077	4,2000	0,8		4,3000	0,8	
LC079	3,9300	-0,3		3,9900	-0,4	
LC080	4,2200	0,8		4,3200	0,8	
LC083	0,4200	-14,3	E	0,4490	-13,6	E
LC084	3,9000	-0,4		3,8500	-0,9	
LC085	4,1100	0,4		4,2400	0,5	
LC086	3,6400	-1,4		3,6100	-1,8	
LC087	4,1300	0,5		4,1900	0,4	
LC088	3,8300	-0,7		4,0000	-0,3	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	72			72		
Anzahl E-Ausreißer	5			4		
Mittelwert	3,9990			4,0852		
Vergleich-Stdabw.	0,2587			0,2764		
Rel. Vergleich-Stdabw.	6,47%			6,77%		
HorRat	2			2,1		
untere Toleranzgrenze	3,4848			3,5364		
obere Toleranzgrenze	4,5475			4,6723		

Abbildung 36: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Phosphor (elementar) in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: Phosphor (P)  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 3,4848 - 4,5475 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 3,9990 % TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,2587 % TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 6,47%  
 Anzahl Labore: 72  
 Anzahl E-Ausreißer: 5

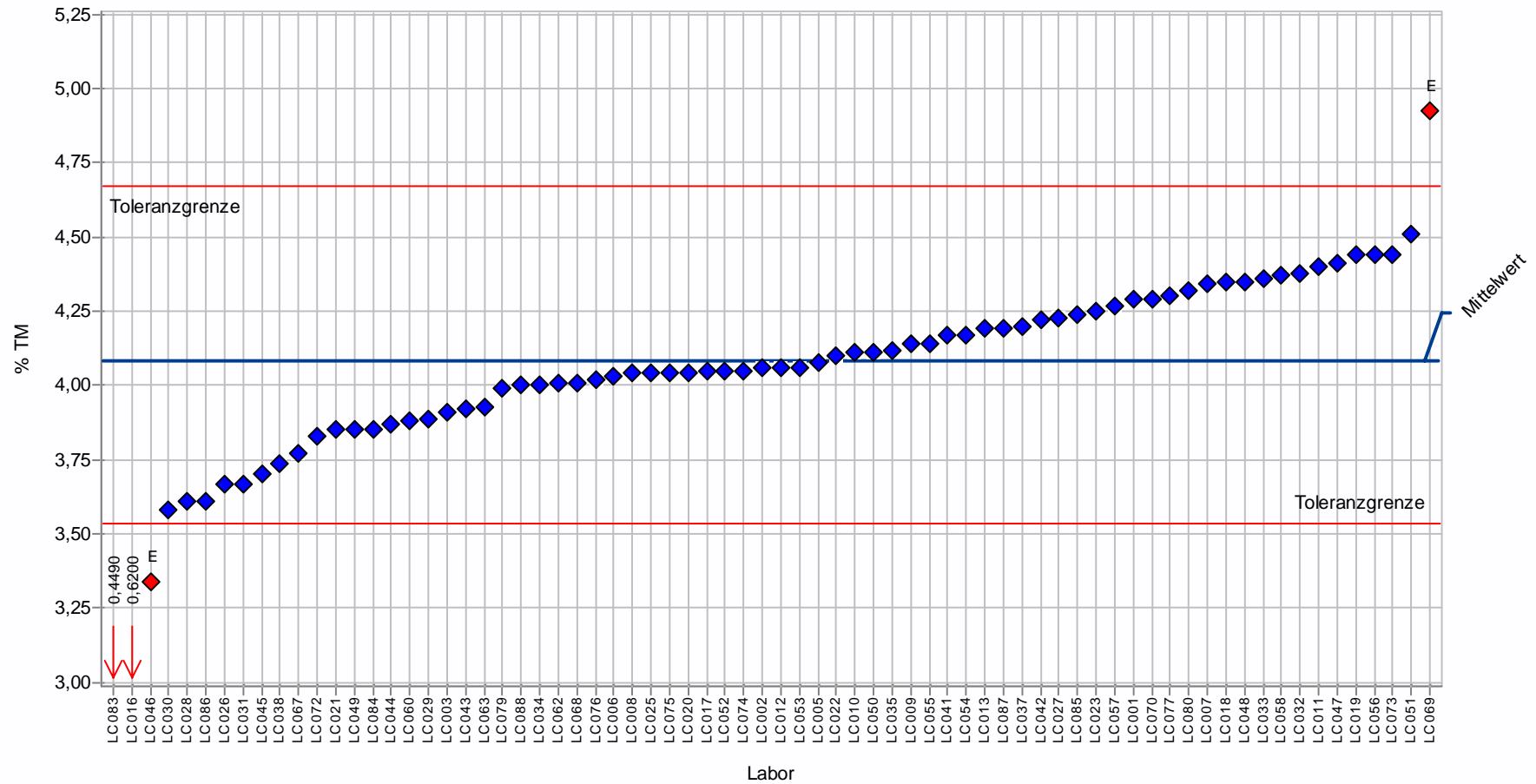


PROLab Plus

Abbildung 37: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Phosphor (elementar) in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: Phosphor (P)  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 3,5364 - 4,6723 % TM (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 4,0852 % TM  
 Vergleich-Stdabw.: 0,2764 % TM  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 6,77%  
 Anzahl Labore: 72  
 Anzahl E-Ausreißer: 4



PROLab Plus

## 4.3.6 pH-Wert

Tabelle 30: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für pH-Wert bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> -Score	Fehler
LC001	7,1200	-1,0		6,9200	-1,2	
LC002	7,1800	-0,5		7,0100	-0,7	
LC003	7,3000	0,4		7,1000	-0,1	
LC005	7,1300	-0,9		7,0000	-0,7	
LC006	7,3500	0,8		7,3300	1,2	
LC007	7,2300	-0,1		7,1300	0,0	
LC008	7,2600	0,1		7,0800	-0,3	
LC009	7,1300	-0,9		6,9700	-0,9	
LC010	7,1800	-0,5		7,2200	0,6	
LC011	7,3300	0,6		7,1600	0,2	
LC012	7,1600	-0,7		7,1100	-0,1	
LC013	7,2200	-0,2		7,1200	0,0	
LC016	7,8000	4,3	E	7,7700	3,8	E
LC017	7,3000	0,4		7,1500	0,2	
LC018	7,1700	-0,6		6,9700	-0,9	
LC019	7,2200	-0,2		7,0800	-0,3	
LC020	7,0450	-1,6		6,9700	-0,9	
LC021	7,2300	-0,1		7,0400	-0,5	
LC022	7,2900	0,3		7,2900	1,0	
LC023	7,2500	0,0		7,1000	-0,1	
LC025	7,1900	-0,5		6,9500	-1,0	
LC026	7,2300	-0,1		7,2800	0,9	
LC027	7,2100	-0,3		7,1000	-0,1	
LC028	7,4900	1,9		7,4400	1,9	
LC029	7,1700	-0,6		7,0300	-0,6	
LC030	7,5800	2,6	E	7,4100	1,7	
LC031	7,5800	2,6	E	7,4800	2,1	E
LC032	7,2200	-0,2		7,0200	-0,6	
LC033	7,6000	2,7	E	7,3100	1,1	
LC034	7,4000	1,2		7,3000	1,0	
LC035	7,3900	1,1		7,2800	0,9	
LC037	7,3400	0,7		7,1500	0,2	
LC038	7,1500	-0,8		6,9600	-1,0	
LC041	7,1700	-0,6		7,1100	-0,1	
LC042	7,1200	-1,0		6,9200	-1,2	
LC043	7,1600	-0,7		6,9600	-1,0	
LC044	7,2200	-0,2		7,2800	0,9	
LC045	7,2500	0,0		7,1500	0,2	
LC046	7,2200	-0,2		7,0800	-0,3	
LC047	7,1200	-1,0		6,9100	-1,3	
LC048	7,2000	-0,4		7,0000	-0,7	
LC049	7,1600	-0,7		6,9400	-1,1	
LC050	7,1000	-1,2		6,9700	-0,9	

Fortsetzung Tabelle 30

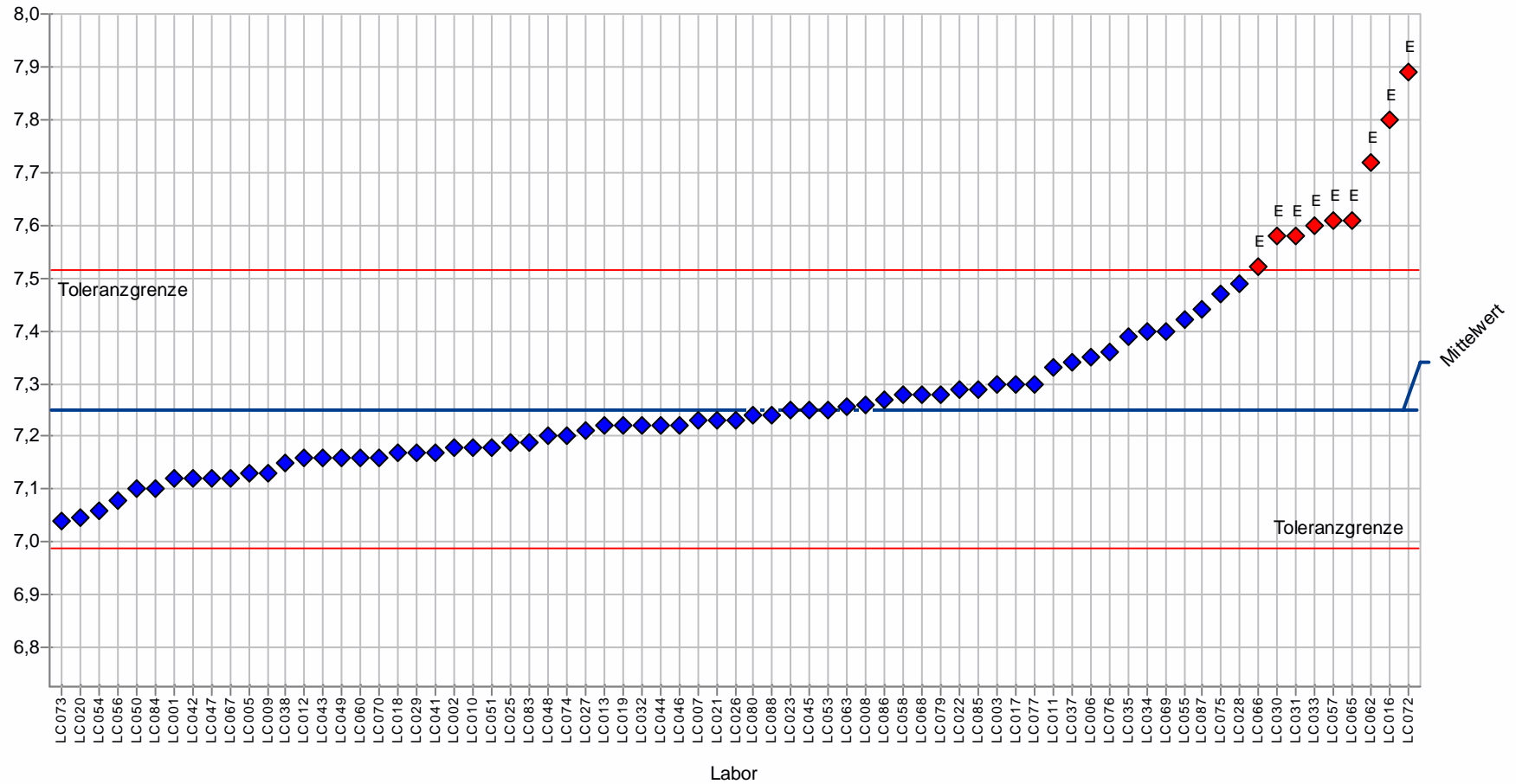
Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
LC051	7,1800	-0,5		6,9200	-1,2	
LC052	nicht getestet			nicht getestet		
LC053	7,2500	0,0		7,0300	-0,6	
LC054	7,0600	-1,5		6,8800	-1,5	
LC055	7,4200	1,3		7,3700	1,4	
LC056	7,0800	-1,3		7,1400	0,1	
LC057	7,6100	2,8	E	7,5400	2,5	E
LC058	7,2800	0,2		7,2300	0,6	
LC059	nicht getestet			nicht getestet		
LC060	7,1600	-0,7		7,0400	-0,5	
LC062	7,7200	3,6	E	7,5900	2,7	E
LC063	7,2550	0,0		7,0830	-0,2	
LC065	7,6100	2,8	E	7,5800	2,7	E
LC066	7,5200	2,1	E	7,4000	1,6	
LC067	7,1200	-1,0		6,9400	-1,1	
LC068	7,2800	0,2		7,1100	-0,1	
LC069	7,4000	1,2		7,5000	2,2	E
LC070	7,1600	-0,7		6,9700	-0,9	
LC072	7,8900	4,9	E	7,8900	4,5	E
LC073	7,0400	-1,6		6,8600	-1,6	
LC074	7,2000	-0,4		7,0400	-0,5	
LC075	7,4700	1,7		7,3800	1,5	
LC076	7,3600	0,9		7,3100	1,1	
LC077	7,3000	0,4		7,0500	-0,4	
LC079	7,2800	0,2		7,1100	-0,1	
LC080	7,2400	-0,1		7,0800	-0,3	
LC083	7,1900	-0,5		6,9800	-0,9	
LC084	7,1000	-1,2		7,0000	-0,7	
LC085	7,2900	0,3		7,0800	-0,3	
LC086	7,2700	0,2		7,1000	-0,1	
LC087	7,4400	1,5		7,4100	1,7	
LC088	7,2400	-0,1		7,1500	0,2	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	73			73		
Anzahl E-Ausreißer	9			7		
Mittelwert	7,2486			7,1240		
Vergleich-Stdabw.	0,1286			0,1678		
Rel. Vergleich-Stdabw.	1,77%			2,36%		
untere Toleranzgrenze	6,9874			6,7839		
obere Toleranzgrenze	7,5145			7,4721		



Abbildung 38: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für pH-Wert in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: pH-Wert  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 6,9874 - 7,5145 ( $|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$ )

Mittelwert: 7,2486  
 Vergleich-Stdabw.: 0,1286  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 1,77%  
 Anzahl Labore: 73  
 Anzahl E-Ausreißer: 9

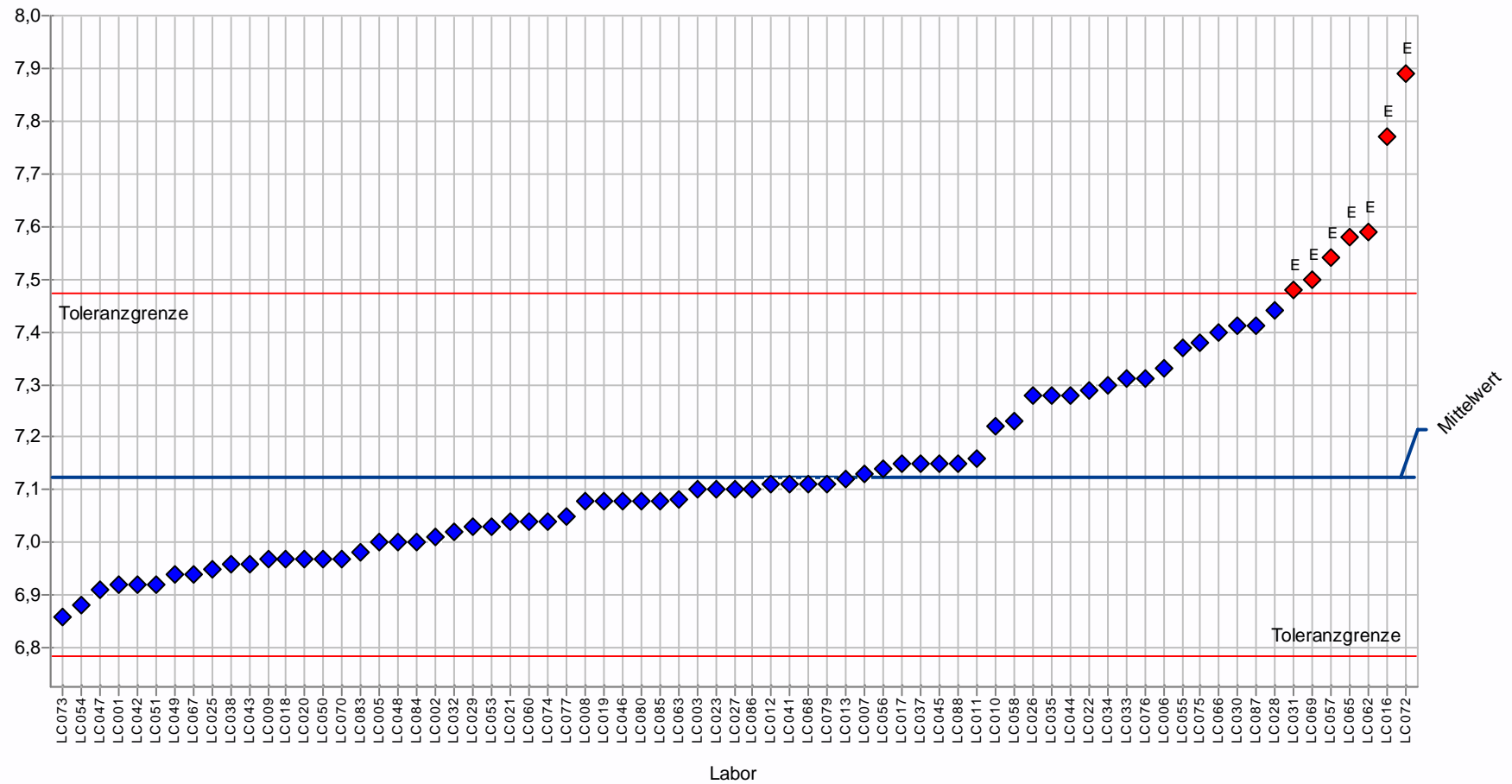


PROLab Plus

Abbildung 39: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für pH-Wert in Probe KS2-FS/2023

Merkmal: pH-Wert  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 6,7839 - 7,4721 (|Zu-Score| <= 2,0)

Mittelwert: 7,1240  
 Vergleich-Stdabw.: 0,1678  
 Rel. Vergleich-Stdabw.: 2,36%  
 Anzahl Labore: 73  
 Anzahl E-Ausreißer: 7



PROLab Plus

### 4.3.7 Trockensubstanz

Tabelle 31: Übersicht über Messwerte und Z<sub>u</sub>-Scores für Trockensubstanz bei Ringversuchsproben

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	%			%		
LC001	9,830	-0,3		11,100	0,0	
LC002	9,960	0,3		11,210	0,4	
LC003	9,850	-0,2		11,200	0,4	
LC005	9,850	-0,2		11,230	0,5	
LC006	10,000	0,4		11,200	0,4	
LC007	9,900	0,0		11,100	0,0	
LC008	9,960	0,3		11,160	0,2	
LC009	10,100	0,8		11,200	0,4	
LC010	9,950	0,2		11,200	0,4	
LC011	10,130	0,9		10,970	-0,5	
LC012	9,950	0,2		11,300	0,7	
LC013	10,160	1,1		11,160	0,2	
LC016	9,480	-1,7		11,500	1,4	
LC017	9,930	0,1		11,000	-0,4	
LC018	9,900	0,0		11,100	0,0	
LC019	9,840	-0,2		11,130	0,1	
LC020	9,805	-0,4		10,850	-0,9	
LC021	9,990	0,4		11,100	0,0	
LC022	9,800	-0,4		10,800	-1,1	
LC023	9,840	-0,2		11,000	-0,4	
LC025	9,900	0,0		11,200	0,4	
LC026	9,740	-0,6		10,900	-0,7	
LC027	9,930	0,1		11,140	0,1	
LC028	9,490	-1,7		10,860	-0,9	
LC029	9,910	0,1		11,100	0,0	
LC030	9,850	-0,2		11,100	0,0	
LC031	9,930	0,1		11,200	0,4	
LC032	9,880	-0,1		11,200	0,4	
LC033	9,910	0,1		11,100	0,0	
LC034	9,940	0,2		11,070	-0,1	
LC035	10,000	0,4		11,200	0,4	
LC037	9,660	-1,0		10,800	-1,1	
LC038	9,850	-0,2		11,100	0,0	
LC041	9,920	0,1		11,200	0,4	
LC042	9,900	0,0		11,200	0,4	
LC043	10,110	0,9		11,360	0,9	
LC044	9,880	-0,1		11,100	0,0	
LC045	10,000	0,4		11,200	0,4	
LC046	9,800	-0,4		11,000	-0,4	
LC047	9,700	-0,8		10,900	-0,7	
LC048	9,850	-0,2		11,200	0,4	
LC049	9,930	0,1		11,200	0,4	
LC050	10,100	0,8		11,200	0,4	

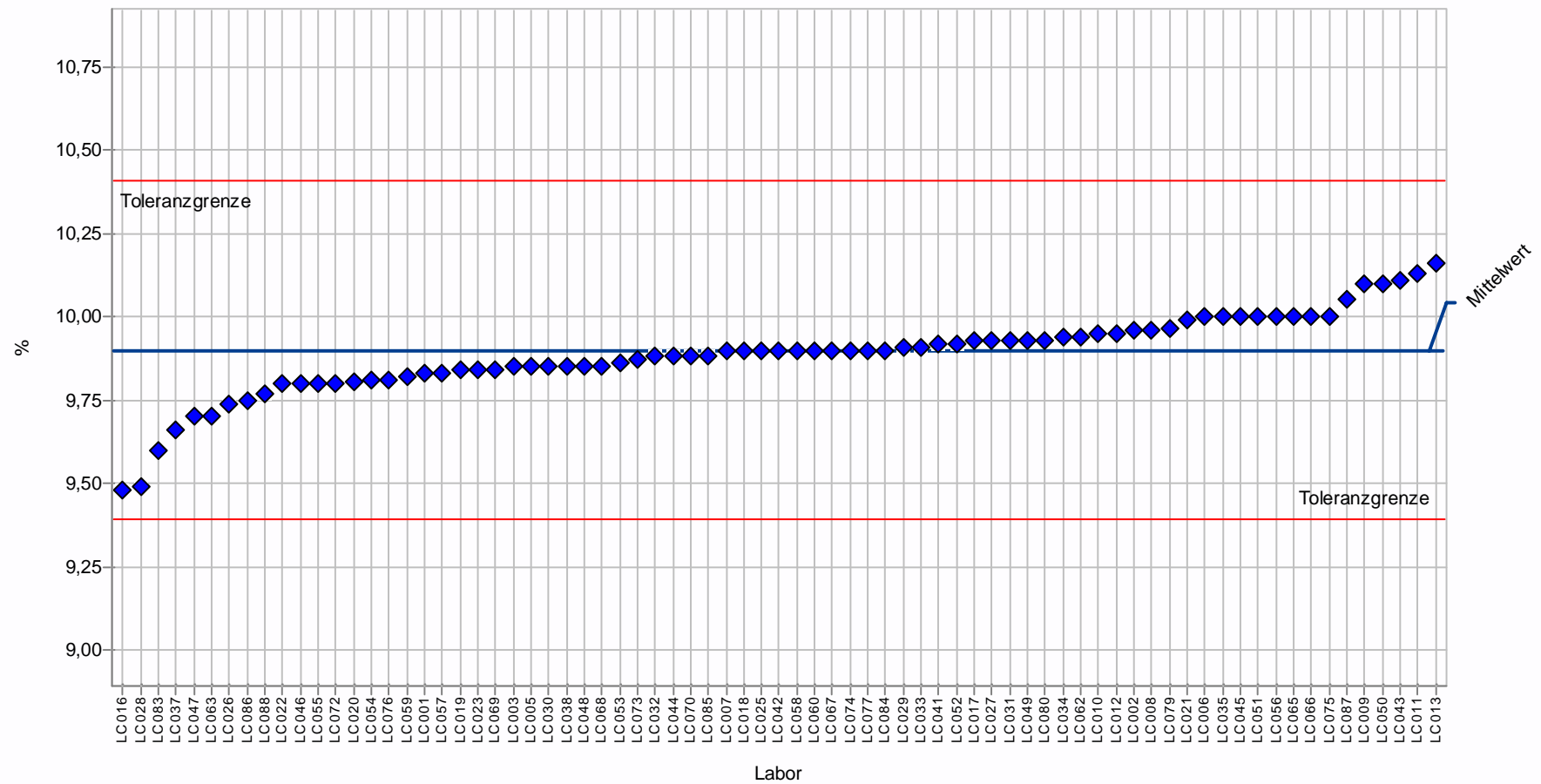
Fortsetzung Tabelle 31

Labor	KS1-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler	KS2-FS/2023	Z <sub>u</sub> - Score	Fehler
	%			%		
LC051	10,000	0,4		11,200	0,4	
LC052	9,920	0,1		11,200	0,4	
LC053	9,860	-0,1		11,000	-0,4	
LC054	9,810	-0,3		10,940	-0,6	
LC055	9,800	-0,4		11,000	-0,4	
LC056	10,000	0,4		11,200	0,4	
LC057	9,830	-0,3		11,100	0,0	
LC058	9,900	0,0		10,950	-0,5	
LC059	9,820	-0,3		11,100	0,0	
LC060	9,900	0,0		11,080	-0,1	
LC062	9,940	0,2		11,200	0,4	
LC063	9,700	-0,8		11,140	0,1	
LC065	10,000	0,4		10,900	-0,7	
LC066	10,000	0,4		11,200	0,4	
LC067	9,900	0,0		11,200	0,4	
LC068	9,850	-0,2		10,950	-0,5	
LC069	9,840	-0,2		10,980	-0,4	
LC070	9,880	-0,1		11,070	-0,1	
LC072	9,800	-0,4		10,900	-0,7	
LC073	9,870	-0,1		11,100	0,0	
LC074	9,900	0,0		11,080	-0,1	
LC075	10,000	0,4		11,200	0,4	
LC076	9,810	-0,3		11,300	0,7	
LC077	9,900	0,0		11,000	-0,4	
LC079	9,967	0,3		11,340	0,9	
LC080	9,930	0,1		11,140	0,1	
LC083	9,600	-1,2		10,800	-1,1	
LC084	9,900	0,0		11,000	-0,4	
LC085	9,880	-0,1		11,100	0,0	
LC086	9,750	-0,6		11,000	-0,4	
LC087	10,050	0,6		11,020	-0,3	
LC088	9,770	-0,5		11,000	-0,4	
Methode	DIN38402 A45			DIN38402 A45		
Bewertung	Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0			Z <sub>u</sub>   ≤ 2,0		
Anzahl Labore	75			75		
Anzahl E-Ausreißer	0			0		
Sollwert	9,8955			11,100		
Soll-Stdabw.	0,2474			0,2770		
Rel. Soll-Stdabw.	2,50%			2,50%		
HorRat	0,9			0,9		
untere Toleranzgrenze	9,3945			10,5380		
obere Toleranzgrenze	10,4091			11,6760		

Abbildung 40: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Trockensubstanz in Probe KS1-FS/2023

Merkmal: TS  
 Probe: KS1-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 9,3945 - 10,4091 % (|Zu-Score| <= 2,0)

Sollwert: 9,8955 % (empirischer Wert)  
 Soll-Stdabw.: 0,2474 % (Referenzwert)  
 Rel. Soll-Stdabw.: 2,50% (Referenzwert)  
 Anzahl Labore: 75  
 Anzahl E-Ausreißer: 0

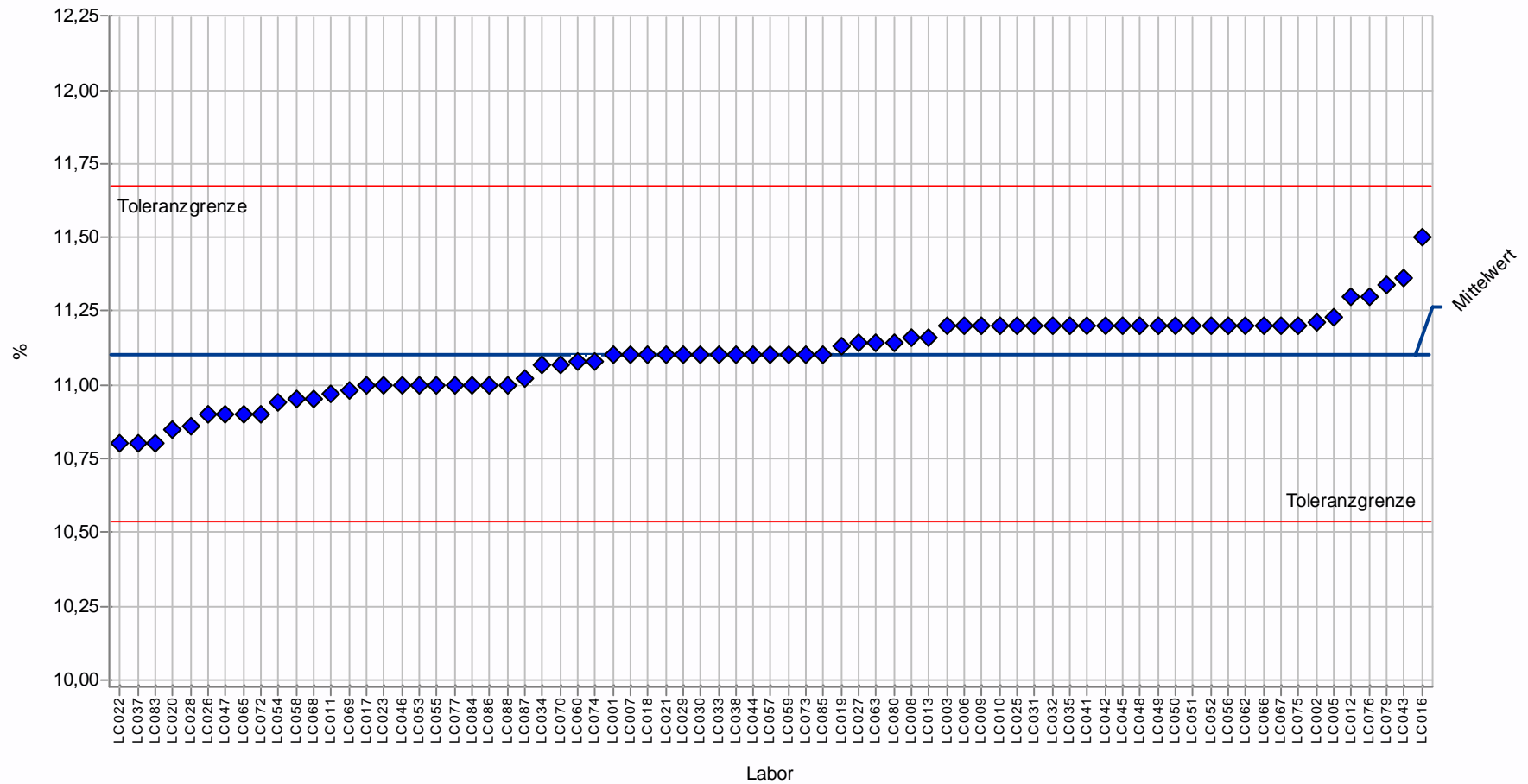


PROLab Plus

Abbildung 41: Darstellung der von Laboren berichteten Messwerte für Trockensubstanz in den Proben KS2-FS/2023

Merkmal: TS  
 Probe: KS2-FS/2023  
 Statistische Methode: DIN 38402 A45  
 Toleranzbereich: 10,5376 - 11,6757 % (|Zu-Score| <= 2,0)

Sollwert: 11,100 % (empirischer Wert)  
 Soll-Stdabw.: 0,277 % (Referenzwert)  
 Rel. Soll-Stdabw.: 2,50% (Referenzwert)  
 Anzahl Labore: 75  
 Anzahl E-Ausreißer: 0

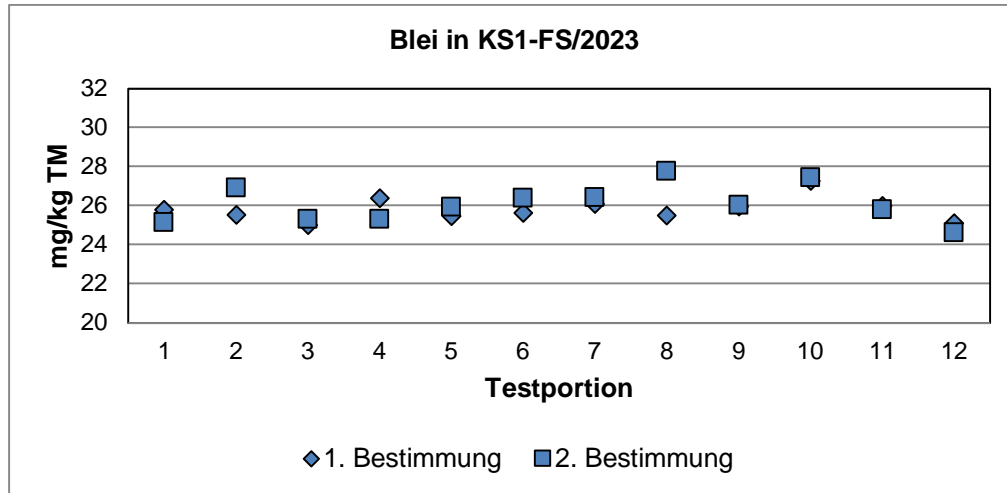


PROLab Plus

## 5 Überprüfung der Homogenität der Proben

### 5.1 Probe KS1-FS/2023 - Blei

Abbildung 42: Homogenitätstest für den Parameter Blei in Probe KS1-FS/2023



Probe:	KS1-FS/2023
Merkmal:	Blei
Testportionen, Anzahl:	12
Mittelwert:	25,953 mg/kg TM
Analytische Standardabweichung:	2,47 %
Heterogenitätsstandardabweichung s(Proben):	1,81 %
Soll-Standardabweichung:	9,80 % (Horwitz)

Für den Homogenitätstest wurden 12 der vorbereiteten Testportionen der Probe KS1-FS/2023 zufällig ausgewählt und das Merkmal Blei (Pb) wurde 2-mal analysiert. Der Mittelwert über alle 12 Testportionen beträgt 25,953 mg/kg TM. Die relative Standardabweichung innerhalb der Testportionen  $s(\text{analytisch})$  (=analytische Präzision) beträgt 2,47% und die relative Standardabweichung zwischen den Testportionen  $s(\text{Probe})$  beträgt 1,81%.

#### ISO 13528:2015 - Prüfung auf hinreichende Homogenität

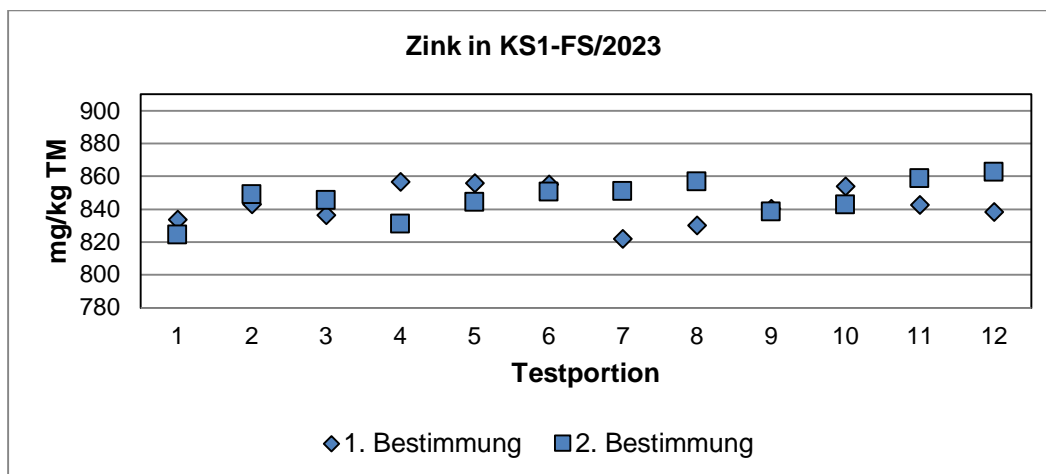
Laut ISO 13528:2015 sollte die Heterogenitätsstandardabweichung  $s(\text{Probe})$  zwischen den Testportionen 30% der Soll-Standardabweichung nicht überschreiten. Die relative Heterogenitätsstandardabweichung ist kleiner als 30% der Soll-Standardabweichung 9,80%, deshalb können die Testportionen als 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/2023 - Zink

Abbildung 43: Homogenitätstest für den Parameter Zink in Probe KS1-FS/2023



Probe:	KS1-FS/2023
Merkmal:	Zink
Testportionen, Anzahl:	12
Mittelwert:	844,396 mg/kg TM
Analytische Standardabweichung:	1,44 %
Heterogenitätsstandardabweichung s(Proben):	0,00 %
Soll-Standardabweichung:	5,80 % (Horwitz)

Für den Homogenitätstest wurden 12 der vorbereiteten Testportionen der Probe KS1-FS/2023 zufällig ausgewählt und das Merkmal Zink (Zn) wurde 2-mal analysiert. Der Mittelwert über alle 12 Testportionen beträgt 844,396 mg/kg TM. Die relative Standardabweichung innerhalb der Testportionen  $s(\text{analytisch})$  (=analytische Präzision) beträgt 1,44% 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 5,80%, deshalb können die Testportionen als hinreichend homogen nach ISO 13528:2015 angesehen werden.

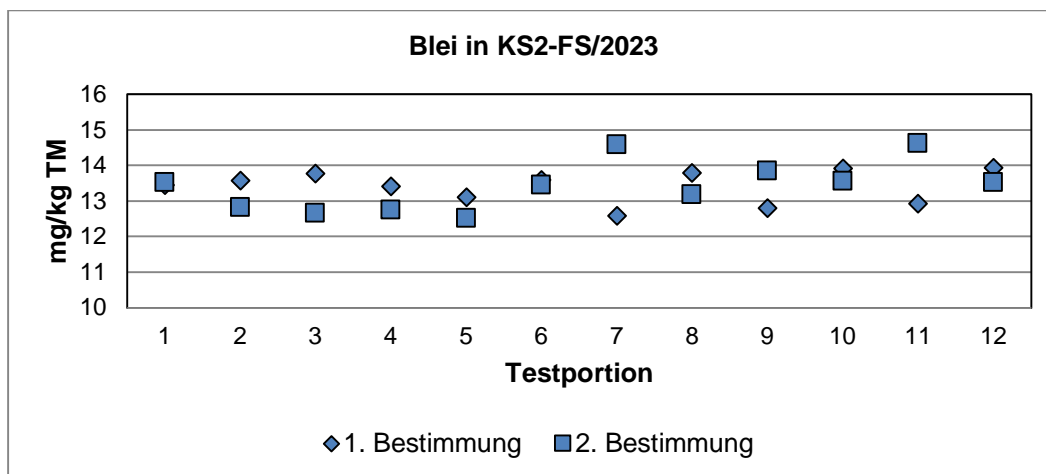
### ISO 13528:2015 - Prüfung auf signifikante Heterogenität

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



### 5.3 Probe KS2-FS/2023 - Blei

Abbildung 44: Homogenitätstest für den Parameter Blei in Probe KS2-FS/2023



Probe:	KS2-FS/2023
Merkmal:	Blei
Testportionen, Anzahl:	12
Mittelwert:	13,417 mg/kg TM
Analytische Standardabweichung:	5,09 %
Heterogenitätsstandardabweichung s(Proben):	0,00 %
Soll-Standardabweichung:	11,01 % (Horwitz)

Für den Homogenitätstest wurden 12 der vorbereiteten Testportionen der Probe KS2-FS/2023 zufällig ausgewählt und das Merkmal Blei (Pb) wurde 2-mal analysiert. Der Mittelwert über alle 12 Testportionen beträgt 13,417 mg/kg TM. Die relative Standardabweichung innerhalb der Testportionen  $s(\text{analytisch})$  (=analytische Präzision) beträgt 5,09% und die relative Standardabweichung zwischen den Testportionen  $s(\text{Probe})$  beträgt 0,00%.

#### ISO 13528:2015 - Prüfung auf hinreichende Homogenität

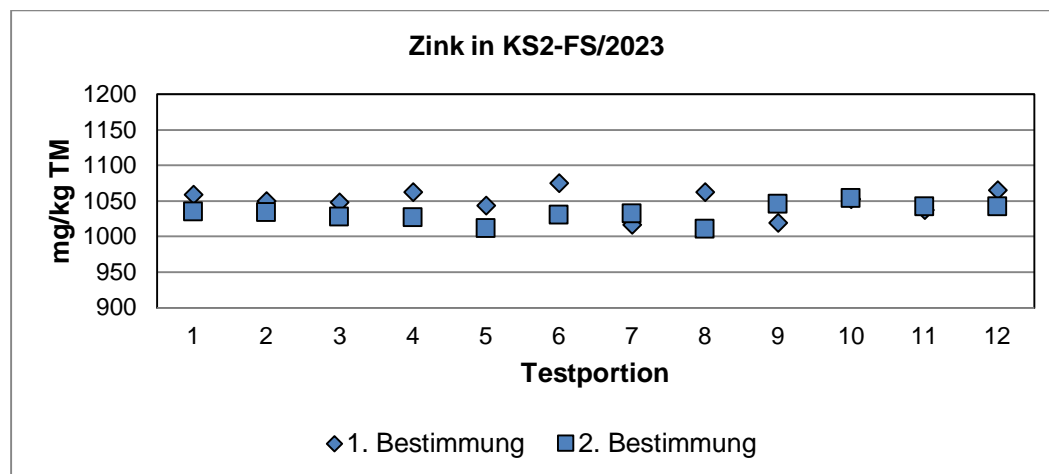
Laut ISO 13528:2015 sollte die Heterogenitätsstandardabweichung  $s(\text{Probe})$  zwischen den Testportionen 30% der Soll-Standardabweichung nicht überschreiten. Die relative Heterogenitätsstandardabweichung ist kleiner als 30% der Soll-Standardabweichung 11,01% (Manuelle Eingabe), deshalb können die 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/2023 - Zink

Abbildung 45: Homogenitätstest für den Parameter Zink in Probe KS2-FS/2023



Probe:	KS2-FS/2023
Merkmal:	Zink
Testportionen, Anzahl:	12
Mittelwert:	1041,2 mg/kg TM
Analytische Standardabweichung:	1,95 %
Heterogenitätsstandardabweichung s(Proben):	0,00 %
Soll-Standardabweichung:	6,07 % (Horwitz)

Für den Homogenitätstest wurden 12 der vorbereiteten Testportionen der Probe KS2-FS/2023 zufällig ausgewählt und das Merkmal Zink (Zn) wurde 2-mal analysiert. Der Mittelwert über alle 12 Testportionen beträgt 1041,2 mg/kg TM. Die relative Standardabweichung innerhalb der Testportionen  $s(\text{analytisch})$  (=analytische Präzision) beträgt 1,95% 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 6,07% (Manuelle Eingabe), 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 2023 Anorganik

Laborcode	KS1- FS/2023	KS2- FS/2023	Laborcode	KS1- FS/2023	KS2- FS/2023
LC001	FS-0373	FS-0277	LC046	FS-0332	FS-0328
LC002	FS-0381	FS-0136	LC047	FS-0215	FS-0308
LC003	FS-0116	FS-0069	LC048	FS-0093	FS-0064
LC004	FS-0049	FS-0236	LC049	FS-0057	FS-0118
LC005	FS-0349	FS-0177	LC050	FS-0230	FS-0243
LC006	FS-0179	FS-0147	LC051	FS-0065	FS-0294
LC007	FS-0164	FS-0361	LC052	FS-0171	FS-0235
LC008	FS-0324	FS-0271	LC053	FS-0163	FS-0311
LC009	FS-0084	FS-0210	LC054	FS-0223	FS-0376
LC010	FS-0382	FS-0358	LC055	FS-0107	FS-0104
LC011	FS-0365	FS-0077	LC056	FS-0143	FS-0292
LC012	FS-0290	FS-0033	LC057	FS-0250	FS-0252
LC013	FS-0091	FS-0103	LC058	FS-0221	FS-0219
LC014	FS-0134	FS-0027	LC059	FS-0225	FS-0222
LC015	FS-0227	FS-0244	LC060	FS-0270	FS-0378
LC016	FS-0253	FS-0144	LC061	FS-0123	FS-0042
LC017	FS-0397	FS-0321	LC062	FS-0188	FS-0369
LC018	FS-0214	FS-0040	LC063	FS-0048	FS-0367
LC019	FS-0218	FS-0384	LC064	FS-0112	FS-0387
LC020	FS-0138	FS-0209	LC065	FS-0257	FS-0372
LC021	FS-0287	FS-0347	LC066	FS-0139	FS-0242
LC022	FS-0233	FS-0105	LC067	FS-0152	FS-0298
LC023	FS-0319	FS-0395	LC068	FS-0272	FS-0360
LC024	FS-0133	FS-0391	LC069	FS-0380	FS-0053
LC025	FS-0306	FS-0341	LC070	FS-0125	FS-0199
LC026	FS-0052	FS-0288	LC071	FS-0293	FS-0089
LC027	FS-0183	FS-0083	LC072	FS-0063	FS-0187
LC028	FS-0305	FS-0338	LC073	FS-0317	FS-0132
LC029	FS-0329	FS-0399	LC074	FS-0029	FS-0232
LC030	FS-0036	FS-0213	LC075	FS-0141	FS-0392
LC031	FS-0386	FS-0156	LC076	FS-0176	FS-0087
LC032	FS-0119	FS-0268	LC077	FS-0291	FS-0267
LC033	FS-0247	FS-0337	LC078	FS-0208	FS-0281
LC034	FS-0154	FS-0135	LC079	FS-0175	FS-0185
LC035	FS-0322	FS-0334	LC080	FS-0302	FS-0217
LC036	FS-0389	FS-0070	LC081	FS-0326	FS-0074
LC037	FS-0323	FS-0099	LC082	FS-0160	FS-0039
LC038	FS-0106	FS-0198	LC083	FS-0346	FS-0129
LC039	FS-0238	FS-0398	LC084	FS-0075	FS-0240
LC040	FS-0344	FS-0159	LC085	FS-0285	FS-0275
LC041	FS-0191	FS-0212	LC086	FS-0101	FS-0173
LC042	FS-0094	FS-0142	LC087	FS-0043	FS-0345
LC043	FS-0062	FS-0038	LC088	FS-0097	FS-0137
LC044	FS-0309	FS-0082			
LC045	FS-0025	FS-0299			

