Länderübergreifender Ringversuch (LÜRV 2020) zur Bestimmung von Parametern gemäß der „Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz“ vom 15. August 2002 (AltholzV)

Untersuchungsbereich UB 6.2 (Metalle):
Bestimmung von As, Cd, Cr, Cu, Hg und Pb im Königswasseraufschluss

Untersuchungsbereich UB 6.4 (Organische Parameter):
Bestimmung von Pentachlorphenol

Organisation

Ringversuchsleiter: Dr. Roland Becker, BAM-1.7
Tel.: 030 / 8104-1171
FAX: 030 / 81 04-7-11 71
e-mail: roland.becker@bam.de

Probenpräparation: Andreas Sauer, BAM-1.7, Andrea Hofmann, BAM-1.7

Probenmanagement: Andreas Sauer

Auswertung: Andreas Sauer, Dr. Roland Becker,
Sabine Buttler, BAM-1.6

Analytik

Organische Parameter:

Dr. R. Becker
Christian Jung, BAM-1.7

Anorganische Parameter:

Sabine Buttler, BAM-1.6
Susanne Just, BAM-1.6
Sibylle Penk, BAM-1.6

Dezember 2020

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines 3

1.1 Anlass des Ringversuchs 3

1.2 Parameter und Analysenverfahren 3

1.3 Organisation und Ablauf 3

2 Probenmaterial 5

2.1 Herstellung der Ringversuchsproben 5

2.2 Homogenität und Stabilität der Ringversuchsproben 5

3 Durchführung / Aufgabenstellung 6

4 Auswertung 7

4.1 Datenverarbeitung 7

4.2 Bewertungsverfahren 7

4.3 Gesamtergebnis 8

4.4 Zertifikate bzw. Bescheinigungen 8

5 Diskussion 9

5.1 Untersuchungsbereich UB 6.2 (Metalle) 9

5.2 Untersuchungsbereich UB 6.4 (Pentachlorphenol) 12

5.3 Feuchtebestimmung 13

5.4 Laborangaben zur eigenen Messunsicherheit 13

Verzeichnis der Anhänge *(mit separaten Seitennummerierungen)*

Anhang A: *Liste der Teilnehmer in alphabetischer Reihenfolge*

Anhang B: *Decodierungsschlüssel zur Probenverteilung; Ringversuchsmittelwerte, Sollwerte und Toleranzgrenzen für alle Parameter; Standardunsicherheiten der Ringversuchsmittelwerte; Ergebnistabellen und Graphiken zu den einzelnen Parametern*

Anhang C: *Zertifikate/Bescheinigungen mit Anlage (Muster)*

1 Allgemeines

1.1 Anlass des Ringversuchs

Der Ringversuch diente der Überprüfung von Untersuchungsstellen gemäß § 6, Absatz 6 AltholzV. Laboratorien, die in den Ländern Baden-Württemberg, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen oder Sachsen-Anhalt für die unten genannten Untersuchungsbereiche notifiziert sind oder eine Notifizierung beantragen möchten, waren verpflichtet, an diesem Ringversuch teilzunehmen. Darüber hinaus wurde auch anderen an einer externen Qualitätssicherung interessierten Laboratorien die Möglichkeit zur Teilnahme angeboten.

1.2 Parameter und Analysenverfahren

Der Ringversuch umfasste die folgenden Untersuchungsbereiche des Fachmoduls Abfall:

UB 6.2 (Metalle): Bestimmung von Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber im Königswasseraufschluss

UB 6.4 (Organische Parameter): Bestimmung von Pentachlorphenol (PCP)

Einzusetzen waren die in der AltholzV aufgeführten bzw. ggf. gleichwertige Verfahren. Dabei war sicherzustellen, dass die in Tabelle 1 aufgelisteten unteren Grenzen des Arbeitsbereiches erreicht werden.

Tabelle 1: Geforderte untere Grenzen des Arbeitsbereiches

Parameter	Untere Grenze des Arbeitsbereiches [mg/kg TM]
As	0,5
Cd	0,2
Cr	3,0
Cu	2,0
Hg	0,05
Pb	3,0
PCP	0,3

Für jeden Parameter war eine Doppelbestimmung durchzuführen. Darüber hinaus war der Feuchtegehalt der zu analysierenden Holzprobe zu ermitteln, wobei dieser zusätzliche Parameter jedoch nicht bewertet wurde.

1.3 Organisation und Ablauf

Aufruf zur Teilnahme	30. Januar 2020
Ende der Anmeldefrist	07. September 2020
Postversand der Proben	23. September 2020
Abgabetermin für die Ergebnisse	26. Oktober 2020
Teilnahmekosten:	€ 250,- (unabhängig vom bearbeiteten Untersuchungsumfang)

Zusammen mit der zu untersuchenden Probe erhielt jedes Laboratorium eine individuelle, nur diesem selbst mitgeteilte Teilnehmernummer, unter der seine Ergebnisse für alle Parameter geführt werden. Der Versand der Ringversuchsergebnisse erfolgte am 18.11.2020 mit folgenden Unterlagen:

- Zertifikat bzw. Bescheinigung (siehe Punkt 4.4 und Anhang C)
- Anlage mit den individuellen Ringversuchsergebnissen (Muster siehe Anhang C)
- Liste der Sollwerte als Grundlage der Bewertung (siehe Anhang B)
- Hinweise zum Bewertungsverfahren (siehe Punkt 4.2)
- Zuordnung der jeweils bearbeiteten Gehaltsniveaus (siehe Anhang B)

Der vorliegende Bericht umfasst darüber hinaus eine Beschreibung der Proben, Anmerkungen zu deren Herstellung und Charakterisierung sowie eine kurze Diskussion der Ergebnisse. In Anhang A sind die Teilnehmer am Ringversuch in alphabetischer Reihenfolge nach Firmennamen aufgelistet. Anhang B enthält neben einem Decodierungsschlüssel zur Probenverteilung eine summarische Auflistung der Ringversuchsergebnisse, Sollwerte und Toleranzgrenzen für alle Parameter, die Standardunsicherheiten der Ringversuchsmittelwerte sowie die tabellarischen Zusammenstellungen aller Labormittelwerte und Z_u-Scores als wichtigste statistische Kenndaten und die entsprechenden graphischen Darstellungen für alle Parameter. Abschließend sind Muster der ausgestellten Zertifikate, Bescheinigungen und Anlagen zusammengestellt (Anhang C).

2 Probenmaterial

2.1 Herstellung der Ringversuchsproben

Hergestellt wurden zwei Probenchargen unter Verwendung von fünf unterschiedlichen Ausgangsmaterialien.

PCP-Holz: Industriell imprägniertes Kiefernholz (Munitionskiste der US Army).

Cu- und Cr-Holz: Industriell imprägniertes Kiefernholz vom Typ CK.

As-Holz (enthielt ebenfalls Kupfer und Chrom): Industriell imprägniertes Kiefernholz vom Typ CKA.

Cd-, Hg- und Pb-Holz: Eine definierte kleinere Menge unbehandelten Buchenholzes wurde getränkt (überschichtet) mit einer wässrigen Lösung, die aus einer definierten Mixtur wasserlöslicher Salze dieser drei Elemente bestand. Der Wasseranteil wurde im Umluft-Trockenschrank bei 40 °C verdampft und die getrocknete Probe in einem offenen Gefäß innerhalb einer Laminarbox über mehrere Wochen „künstlich gealtert".

Blank-Holz: Unbehandeltes Buchenholz.

Die Zerkleinerung der einzelnen Ausgangsmaterialien erfolgte zunächst mit einem handelsüblichen Gartenhäcksler und anschließend unter Kühlung mit flüssigem Stickstoff mit einer Schneidmühle SM 2000, (Fa. Retsch). Nach Lufttrocknung des Mahlguts bis zur Gewichtskonstanz erfolgte dessen Siebfraktionierung mit 2 Sieben (1,0 mm und 0,25 mm). Die zur Herstellung der Ringversuchsproben verwendete Mittelfraktion (0,25 - 1,0 mm) wurde zwecks Abreicherung von Unterkornanteilen mehrfach nachgesiebt. Alle zu vermischenden Materialien hatten somit den gleichen Partikelgrößenbereich und sehr ähnliche Schüttdichten.

Mit dem Ziel der Präparation von zwei Probenchargen mit abgestuften Analytgehalten wurden anschließend unterschiedliche Teilmengen der einzelnen Ausgangsmaterialien vermischt und mit Hilfe eines Rhönradmischers vorhomogenisiert. Danach erfolgte unter Verwendung eines rotierenden Labor-Probenteilern eine weitere systematische Homogenisierung und Aufteilung des Materials nach dem sogenannten „Cross Riffling"-Verfahren. Von jeder Probencharge wurden Teilproben mit jeweils ca. 40 g in 250-mL-Braunglasflaschen mit Schraubverschluss abgefüllt und bis zum Versand bei Raumtemperatur gelagert.

2.2 Homogenität und Stabilität der Ringversuchsproben

Die Homogenitätsprüfung der präparierten Probenchargen erfolgte an jeweils vier konfektionierten Einzelproben, die nach einer der Abfüllsequenz folgenden Systematik ausgewählt wurden. Aus jeder Probenflasche wurden drei Teilmengen von jeweils ca. 1,5 g entnommen und bezüglich der im Rahmen des Ringversuchs zu bestimmenden Parameter analysiert. Ein Vergleich der Streuungen der Analytgehalte innerhalb der Proben mit denen zwischen den Proben mittels Varianzanalyse ergab für keine Probencharge signifikante Unterschiede. Darüber hinaus war die Streubreite aller durchgeführten Einzelbestimmungen deutlich geringer als die im Ringversuch zu erwartende und am Ende auch beobachtete Vergleichstandardabweichung.

Langzeituntersuchungen am Referenzmaterial ERM-CD100 (inzwischen ausverkauft) mit zertifizierten Gehalten der im Rahmen des Ringversuchs zu bestimmenden Analyten zeigen, dass sich selbst bei einer Lagerung der Proben unter normalen Laborbedingungen (unter 30 °C) auch nach mehreren Jahren keine signifikanten Änderungen der Analytgehalte feststellen lassen[1].

[1] H. Scharf • R. Becker • W. Bremser •H.-G. Buge • D. Lück. Certification of the mass fractions of trace elements and pentachlorophenol in an impregnated wood reference material. Accred Qual Assur (2010) 15:613–619.

3 Durchführung / Aufgabenstellung

Im Rahmen des Ringversuchs war die verschickte Holzprobe entsprechend der jeweiligen Anmeldung zu analysieren, wobei den Teilnehmern im Probenbegleitschein die folgenden Informationen und Hinweise gegeben wurden:

UB 6.2 (Metalle): Bestimmung von Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber im Königswasseraufschluss

Hinweise zur Durchführung:

- Die Ringversuchsprobe ist mit Königswasser gemäß DIN EN 13657 aufzuschließen. Um den Einfluss von Probeninhomogenitäten so weit wie möglich zu reduzieren, sollte der Aufschluss unter Verwendung einer Probeneinwaage von mindestens 2 g erfolgen. Der in der DIN EN 13657 beschriebene thermische Aufschluss unter Rückflussbedingungen ist daher dem Aufschluss mittels Mikrowellengerät vorzuziehen.
- Zur Bestimmung der Elemente sind die in der AltholzV aufgeführten bzw. gegebenenfalls gleichwertige Verfahren einzusetzen.
- Die Probe ist wie angeliefert, d. h. ohne weitere Aufarbeitung zu analysieren. Vor Entnahme der zu analysierenden Teilproben ist der Inhalt der Probenflasche durch manuelles Schütteln zu homogenisieren.
- Beziehen Sie Ihre Analysenergebnisse auf die Trockenmasse der Probe. Bitte tragen Sie den ermittelten Feuchtegehalt ebenfalls im Register „Messergebnisse" ein (dieser Parameter wird jedoch nicht bewertet).
- Geben Sie die Ergebnisse aus zwei unabhängigen Analysen (Einwaagen) an.

UB 6.4 (Organische Parameter): Bestimmung von Pentachlorphenol

Hinweise zur Durchführung:

- Zur Bestimmung des PCP-Gehalts ist das in der AltholzV beschriebene bzw. gegebenenfalls ein gleichwertiges Verfahren einzusetzen.
- Die Probe ist wie angeliefert, d. h. ohne weitere Aufarbeitung zu analysieren. Vor Entnahme der zu analysierenden Teilproben ist der Inhalt der Probenflasche durch manuelles Schütteln zu homogenisieren.
- Verwenden Sie für jede Einzelbestimmung eine Einwaage von 5 g.
- Beziehen Sie Ihre Analysenergebnisse auf die Trockenmasse der Probe. Bitte tragen Sie den ermittelten Feuchtegehalt ebenfalls im Register „Messergebnisse" ein (dieser Parameter wird jedoch nicht bewertet).
- Geben Sie die Ergebnisse aus zwei unabhängigen Analysen (Einwaagen) an.

Hinweise zur Bestimmung des Feuchtegehalts der Ringversuchsprobe:

Die in der AltholzV genannte DIN 52183:1977 wurde inzwischen zurückgezogen. Empfohlen wird deshalb eine Arbeitsweise in Anlehnung an DIN EN 15934:2012 (Schlamm, behandelter Bioabfall, Boden und Abfall) bzw. DIN EN 13183-1:2002 (Schnittholz). Danach ist eine separate Teilmenge der Holzprobe bei (103 ± 2) °C bis zur Gewichtskonstanz zu trocknen und nach Abkühlung der Probe in einem Exsikkator deren Feuchtegehalt durch Wägung zu ermitteln.

4 Auswertung

4.1 Datenverarbeitung

Die Auswertung des Ringversuchs erfolgte mit dem kommerziell verfügbaren und speziell für derartige Anwendungszwecke konzipierten Auswerteprogramm „ProLab Plus“, Version 2020.7.28.0, der QuoData GmbH Dresden. Zur Anwendung kam das in der DIN 38402 - A45 „Ringversuche zur externen Qualitätskontrolle von Laboratorien“ beschriebene Schätzverfahren Hampel/Q-Methode, ein Verfahren der robusten Statistik. Als Sollwert XSoll für die Bewertung der Ringversuchsergebnisse wurde für die einzelnen Analyten der robuste Gesamtmittelwert aus den Teilnehmerdaten (Hampel-Schätzer) zugrunde gelegt, da es sich um matrixbehaftetes Material handelt und daher keine ausreichend rückführbaren Referenzwerte zur Verfügung standen.

Die festgelegten Werte für die relativen Sollstandardabweichungen VRSoll bzw. die Sollstandardabweichungen SRSoll beruhen auf Erfahrungswerten, berücksichtigen den Stand der Technik und orientieren sich an den mit der Q-Methode (siehe DIN 38402 - A45) berechneten Vergleichstandardabweichungen SR.

4.2 Bewertungsverfahren

- Die Ergebnisse eines Laboratoriums wurden für jeden Parameter hinsichtlich des Labormittelwerts Xi bewertet. Grundlage der Bewertung waren die vorgegebene Sollwerte XSoll und die vorgegebenen relativen Sollstandardabweichungen VRSoll (in %), aus denen sich die in der Anlage zum Zertifikat zu findenden Sollstandardabweichung SRSoll ergeben.

- Die Bewertung der Labormittelwerte erfolgt auf der Basis der Z_u-Scores. Das entspricht der Norm DIN 38402 – A 45 und einer Rahmenempfehlung der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die analytische Qualitätssicherung im AQS-Merkblatt A-3.
  Für die im Rahmen des BAM-Ringversuchs „Altholz“ (LÜRV 2020) zu bestimmenden Parameter wurde als Toleranzgrenze $|Z_u| = 2$ festgelegt.
  Der Toleranzbereich auf Basis des Z_u-Scores ist asymmetrisch in Bezug auf den Sollwert [$Z_u = k_1 * Z$ (für $Z < 0$) und $Z_u = k_2 * Z$ (für $Z \geq 0$), wobei $k_2 \geq k_1$ ist]. Damit wird die Tatsache berücksichtigt, dass die Verteilungsfunktion beim Gehalt „Null“ abbricht und dass Laboratorien mit zu geringen Wiederfindungsraten (WFR) nicht bevorzugt werden dürfen. Die Asymmetrie des Toleranz-bereiches nimmt mit wachsender relativer Vergleichstandardabweichung zu.

- Ein Parameter wurde als "bestanden" gewertet, wenn der durch das Labor ermittelte Gehalt Xi innerhalb der Grenzen von $(XSoll - 2k_1*SRSoll) \leq Xi \leq (XSoll + 2k_2*SRSoll)$ lag (das entspricht einem $|Z_u\text{-Score}| \leq 2$).

- Für eine erfolgreiche Teilnahme mussten mindestens 80 % der ermittelten Analytgehalte innerhalb der zugelassenen Toleranzgrenzen liegen, also:

  UB 6.2: die Ergebnisse (Mittelwerte aus Doppelbestimmungen) für 5 der 6 Parameter

  UB 6.4: das Ergebnis (Mittelwert aus Doppelbestimmung) für PCP

4.3 Gesamtergebnis

Gesamtergebnis des Ringversuchs

Prüfbereich	**Anzahl Teilnehmer**	**Zahl der Datensätze**	**erfolgreich**	**nicht erfolgreich**
UB 6.2 (Metalle)	69	65	52	13 (20 %)
UB 6.4 (PCP)	69	63	57	6 (9,5 %)
Teilnehmer insgesamt	**69**			

4.4 Zertifikate bzw. Bescheinigungen

Die beiden Prüfbereiche des Ringversuchs wurden gesondert bewertet. Die erfolgreich bearbeiteten Bereiche wurden mit einem Zertifikat bestätigt, erfolglose Teilnahmen gegebenenfalls bescheinigt (siehe Anhang C). Die individuellen Ergebnisse zu den jeweils bearbeiteten Parametern (Labormittelwerte Xi), die Sollwerte für die Analytgehalte XSoll und die Werte für die Soll-Standardabweichungen SRSoll sowie die Z_u-Scores für die einzelnen Parameter sind in einer Anlage zu den Zertifikaten bzw. Bescheinigungen aufgelistet (siehe ebenfalls Anhang C).

5 Diskussion

5.1 Untersuchungsbereich UB 6.2 (Metalle)

Die von den Laboratorien übermittelten Ergebnisse des Ringversuchs sind im Anhang B auf den Seiten 6 bis 35 zu finden. Eine tabellarische Übersicht mit den Seitenzahlangaben für jedes einzelne Element findet man auf der Seite 1 des Anhangs B.

Aus der folgenden Tabelle 5.1-1 ist für jeden Parameter – geordnet nach den beiden Proben/Gehaltsniveaus – die Anzahl der Laboratorien mit Mittelwerten außerhalb der zugelassenen Toleranzgrenzen und deren Anteil an der Gesamtzahl der Teilnehmer zu entnehmen.

Tabelle 5.1-1: Ergebnisübersicht UB 6.2 (Metalle)

	Probe 1	Probe 2
Anzahl Teilnehmer insgesamt:	34	31
As:	33	30
Hg:	33	29
außerhalb der Toleranzgrenzen:		
As	3 (9,1 %)	1 (3,3 %)
Cd	3 (8,8%)	3 (9,7 %)
Cr	4 (11,8 %)	7 (22,6 %)
Cu	5 (14,7%)	5 (16,1 %)
Hg	1 (3,0 %)	5 (17,2 %)
Pb	3 (8,8 %)	7 (22,6 %)

Eine Übersicht der verwendeten Analysenmethoden ist in der folgenden Tabelle (siehe 5.1-2) zusammengestellt. Signifikante Abhängigkeiten der Analysenergebnisse von den eingesetzten Bestimmungsmethoden (siehe Graphiken im Anhang B Seite 6-35) lassen sich für keines der Elemente nachweisen. Gleiches gilt für die außerhalb der zugelassenen Toleranzgrenzen liegenden Werte.

Ein Einfluss der eingesetzten Extraktionsvariante – Druckextraktion in einer Mikrowellen-Apparatur (von 31 der 65 beteiligten Laboratorien angegeben) bzw. konventionelle Extraktion in einer offenen Rückfluss-Apparatur – auf die Analysenergebnisse ist nicht eindeutig erkennbar. Es ist aber zu beobachten, dass die nach Extraktion in Mikrowellen-Apparaturen erhaltenen Ergebnisse vergleichsweise große Streuungen aufweisen und zu Überbefunden tendieren.

Mehreren Teilnehmern sind vermutlich Fehler bei der Berechnung der Analysenergebnisse aus den Rohdaten unterlaufen H024(Hg) und H058 (Hg), bei zwei weiteren Teilnehmern H055 und H019 liegen die Ergebnisse der zu bestimmenden Elemente für mindestens 5 der 6 geforderten Elementen um den Faktor 2 zu hoch. Das Labor H061 hat bei der Übermittlung der Analysenergebnisse die Daten für Chrom und Kupfer vertauscht. Dem Teilnehmer H004 ist bei der Eintragung der Daten in die ProLab-Datei ein Kommafehler unterlaufen.

Die Vergleichstandardabweichungen der im Rahmen des aktuellen Ringversuchs durchgeführten Elementbestimmungen unterscheiden sich nur unwesentlich von denen des LÜRV 2016 bzw. LÜRV 2018.

Als Fazit ist festzustellen, dass die von den einzelnen Laboratorien im Rahmen des Ringversuches erhaltenen Ergebnisse in erster Linie deren fachliche Kompetenz und Erfahrungen auf dem Gebiet der Altholzanalytik (einschließlich der Effizienz der laborinternen Qualitätssicherungsmaßnahmen) und weniger die Vorzüge oder Schwächen bestimmter analytischer Methoden widerspiegeln. Minder- oder

Überbefunde bei den Analysen dürften vor allem durch Fehler bei der Kalibrierung (mangelhafte Präparation bzw. Kontrolle der Elementstandardlösungen) bedingt sein.
Darüber hinaus können aber auch Kontaminationen oder Analytverluste während der einzelnen Phasen der Probenvorbereitung als mögliche Ursachen für Fehlbestimmungen nicht ausgeschlossen werden.

Erläuterungen zur Tabelle 5.1-2:

Zur Kennzeichnung der bei der Bestimmung der Elementkonzentrationen in den Extraktions-lösungen eingesetzten analytischen Methoden wurden die folgenden Abkürzungen verwendet:

ICP-OES	Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
ICP-MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
ET-AAS	Graphitrohrofen-Atomabsorptionsspektrometrie
F-AAS	Flammen-Atomabsorptionsspektrometrie
HG-AAS	Hydrid-Atomabsorptionsspektrometrie
KD-AAS	Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrometrie
KD-AFS	Kaltdampf-Atomfluoreszenzspektrometrie
k.A.	keine Angabe
n.b.	Parameter wurde nicht bestimmt

Tabelle 5.1-2: Methodenübersicht Elementanalytik

	As		Cd		Cr	
Methode	**Anzahl Teilnehmer**	**Anteil**	**Anzahl Teilnehmer**	**Anteil**	**Anzahl Teilnehmer**	**Anteil**
ICP-OES	36	57,1%	42	64,6%	45	69,2%
ICP-MS	22	34,9%	20	30,8%	18	27,7%
ET-AAS	2	3,2%	2	3,1%	--	--
F-AAS	1	1,6%	1	1,5%	2	3,1%
HG-AAS	2	3,2%	--	--	--	--
KD-AAS	--	--	--	--	--	--
KD-AFS	--	--	--	--	--	--
keine Angabe	--	--	--	--	--	--
nicht bestimmt	2	--	--	--	--	--

	Cu		Hg		Pb	
Methode	**Anzahl Teilnehmer**	**Anteil**	**Anzahl Teilnehmer**	**Anteil**	**Anzahl Teilnehmer**	**Anteil**
ICP-OES	45	69,2%	7	11,3%	44	67,7%
ICP-MS	18	27,7%	9	14,5%	19	29,2%
ET-AAS	--	--	--	--	--	--
F-AAS	2	3,1%	--	--	2	3,1%
HG-AAS	--	--	--	--	--	--
KD-AAS	--	--	40	64,5%	--	--
KD-AFS	--	--	5	8,1%	--	--
keine Angabe	--	--	1	1,6%	--	--
nicht bestimmt	--	--	3	--	--	--

5.2 Untersuchungsbereich UB 6.4 (Pentachlorphenol)

Die von den Laboratorien übermittelten Ergebnisse des Ringversuchs sind im Anhang B auf den Seiten 36 bis 40 zu finden. Eine tabellarische Übersicht der Ringversuchsmittelwerte aller PCP-Bestimmungen, die identisch mit den Sollwerten sind, findet sich auf den Seiten 5 des Anhangs B.

In der Tabelle am Ende dieses Absatzes sind die von den Ringversuchsteilnehmern in der ProLab-Dateivorlage Hxxx.LAB unter „Probenvorbereitung“ (Extraktionsverfahren) gemachten Angaben zusammengefasst

Eine detaillierte Betrachtung der übermittelten Ergebnisse hinsichtlich der verschiedenen Extraktionsverfahren (Heiß- vs. Kaltextraktionsverfahren) ließ im vorliegenden Ringversuch keine signifikanten Unterschiede erkennen. In den Graphiken im Anhang B sind die einzelnen Laborergebnisse bezüglich der eingesetzten Extraktionsverfahren markiert. Die geringen Unterschiede zwischen den verschiedenen Verfahren hinsichtlich Mittelwert und Streuung sind vor dem Hintergrund der Streuung jeder der Gruppen bzw. des gesamten Ringversuchs vernachlässigbar. Daher dürften bezüglich der PCP-Analytik in Holz nicht durch die eingesetzten Methoden bedingte Fehlerquellen im Vordergrund stehen, sondern vielmehr laborbedingte Einflüsse, die den gemachten Angaben zu den Messbedingungen in der Regel nicht entnommen werden können. Die Suche nach den Ursachen für unbefriedigende Analysenergebnisse muss daher durch die betreffenden Analytiker unmittelbar vor Ort erfolgen.

Die Vergleichsvariantionskoeffizienten VR lagen bei 20,0 % (PCP-Gehalt: 5,16 mg/kg) bzw. 20,4 % (PCP-Gehalt: 3,99 mg/kg). Im Ringversuch 2018 wurden 24 % (PCP-Gehalt: 3,1 mg/kg) bzw. 26 % (PCP-Gehalt: 7,2 mg/kg) und im Ringversuch 2016 19 % (2,7 mg/kg) bzw. 25 % (3,2 mg/kg) beobachtet. Dieser Bereich entspricht den Befunden aus früheren BAM-Ringversuchen „Altlasten“. Damit dürfte bei diesem Parameter eine Vergleichbarkeit zwischen Routinelaboratorien erreicht sein, für die keine wesentliche Verbesserung zu erwarten ist.

Folgende Extraktions- und Chromatographie-Methoden wurden von den Ringversuchsteilnehmern bei der Durchführung der geforderten Analysen eingesetzt:

Extraktion		
Methode	**Anzahl**	**Anteil**
US	46	73 %
Schütteln	10	16 %
Sox	2	3 %
ASE	1	2 %
andere	1	2 %
Keine Angaben	3	5 %

Verwendete Abkürzungen:

Sox	klassische Soxhlet-Extraktion
US	Extraktion im Ultraschallbad im geschlossenen Gefäß
Schütteln	verschiedene Techniken: Horizontal-, Kreis- oder Überkopfschüttler
PFE	Hochdruckflüssigextraktion *(pressurised fluid extraction, z.B. ASE)*

5.3 Feuchtebestimmung

Bei Feuchtebestimmungen ist regelmäßig eine Tendenz zu Unterbefunden bei einigen Teilnehmern zu beobachten (hier Laboratorien H005, H008, H055, H058 und H048). Dies dürfte auf unvollständige Trocknung bzw. Wiederbefeuchtung der getrockneten Probe an der Umgebungsluft zurückzuführen sein. Trockenes Holz enthält im Gleichgewicht mit Umgebungsluft bei normaler Luftfeuchte etwa 7-8% Wasser. Deutlich davon abweichende Werte sollten Anlass zur Überprüfung des eingesetzten Bestimmungsverfahrens sein.

5.4 Laborangaben zur eigenen Messunsicherheit

Die freiwilligen Angaben der Laboratorien zur Messunsicherheit und der dazu verwendeten Methode zeigt Tabelle 5.3-1.

Tabelle 5.3-1: Laborangaben zur Messunsicherheit in Prozent

Laborcode	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	PCP	Methode zur Abschätzung der MU
H001	12	16	12	15	18	19	15	
H003	30,8	34,2	16,5	35,9	23	21,1	70,1	AQS
H004	13	10	10	16	24	18	60	VergleichsstdAw aus AltholzRVen 2014-2018
H005	33	19	27	26	21	25	12	Excel-Sheet AQS
H006	17	36	32	16	31	20	45	Arbeitsbl. Dr. Koch vers. 2.31
H007	13	13	23	15	25	14	19	MU nach AQS-BW, MU in Boden bzw. Wasser (keine MU für Altholz ermittelt)
H008	10,5	30,5	24,7	10	23,7	16,5		AQS Baden-Württemberg
H009		27	50	296	10	76	30	AQS
H010	34,23	22,55	46,89	33,14	15,06	53,08	30	Nordtest Report TR 537 (ed. 4) 2017
H011	30	30	30	30	35	30	22	DIN ISO 11352, EUROCHEM/CITAC, HLUG Handbuch Altlasten
H012	7	7	7	7		7	18	
H013	8,2	8,3	6,2	6,4	12,4	9	7,4	
H014	22,68	14,46	12,67	13,23	36,36	17,62	30,04	
H015	10	15	20	20	15	15	25	
H016	20	20	20	20	30	20	30	
H018	8,5	10,3	7,5	9,6	25	6,9	9,8	
H019	12,91	16,6	16,76	22,1	6,99	18,84	14,69	AQS Baden-Württemberg
H020	26,2	13,7	20	15,6	27,9	15,6		
H021	18	21	21	15	19	16	16	
H022	5,47	5,1	1,35	2,62	2,78	3,44	3,79	
H023	11	12	15	11	16	13	14	anhand des Excel-Arbeitsblattes des AQS-Baden-Württemberg nach NORDTEST

H024	20	20	20	20	20	20	23	
H025	18,4	20,7	8,96	12	15,3	18,6	30	
H027	26	19	15	14	21	19	33	
H028	69	42	26	36,5	60	15	48	
H031	36	33,5	22,6	23		28,8	29,4	
H032							10	aus Qualitätsregelkarte berechnet
H033	29	22	12	11	15	4	34	AQS
H034		30	17	19		23	28	GUM
H035	20	25	20	20	30	20	25	
H036	30	20	20	15	30	25	30	
H037	31,7	27,1	37,8	12,1	27	17,3	30	Referenzmaterial
H038							25,2	DIN ISO 11352:2013-03
H039							28	
H040	14	11	8	7		4		AQS Baden-Württemberg
H041	24	28	21	29	43	16		AQS
H043	13	11	10	13	13	11	18	
H044	17	11	9,6	6,7	12,7	8,5	10,2	
H045	12,3	8,1	7,6	9,6	21,9	13,7	21,9	DIN ISO 11352
H046							25	AQS
H047	5	3	5	2	3	2	5	MU gemäß AQS-Sheet
H048	21	15	22	19	24	21	25	
H049	13,4	12,5	11,9	11,8	13,2	13,5	27	AQS BW
H050	42,65	64,94	44,56	55,72	42,73	47,19	20,77	
H052	35	35	20	20	35	25	25	AQS
H053	14	10	7	7	6,3	8	7	
H054	12	14	13	13	17	11	19	
H055	15,68	15,5	19,1	26,68	23,32	17,76	19,93	AQS BW
H056	3,23	3,43	9,32	2,95	3,06	5		
H057	15,9	15,3	13,2	13,2	12,3	12,5	34,4	
H058	44	47	33	13	61	19	44	AQS-BW
H059	10	10	6,6	19	39	16		
H061	18	15,6	10,3	12,3	16,2	13,3	10,8	
H063	10	10	10	10	10	10	20	
H064	5	5	4	4	4	4	18	Nordtest
H065							2,41	MU (%) ist die erweiterte Unsicherheit
H066	26	43	22	25	38	43	24	AQS BW
H067		17,6	8	10,8	12	6,6	7,16	
H068	8	13	8	8	20	14	6	Bestimmung aus CRM nach EURACHEM
H069	9,87	7,92	23,4	7,87	29,3	14,8	16,3	QSM (Hoffmann)

60 Teilnehmer haben Angaben gemacht, von 30 Laboratorien kamen zusätzlich kurze Angaben zur Ermittlung. 32 Labore beteiligten sich an einem kurzen weiterführenden Fragebogen zur Herangehensweise bei der Abschätzung der Messunsicherheit.

Hier wurden am häufigsten das Excelblatt von AQS Baden-Württemberg, die DIN ISO 11352 sowie der DEV-Leitfaden und der GUM genannt. Grundsätzlich wurde der Erweiterungsfaktor 2 verwendet. Wie im vorangegangen Ringersuch 2018 fällt die relativ große Bandbreite der Angaben auf, die ähnlich auch bei anderen Ringversuchen zur chemischen Spurenanalytik zu beobachten ist. Bei den Metallen reichen die Angaben von 2% (H47, H56) bis über 60% (H50). Beim PCP reicht die Spanne von etwa 4% (H22) bis über 60% (H03, H04).

Es ist davon auszugehen, dass in den Laboratorien bei der Ermittlung der Messuntersicherheiten unterschiedlich vorgegangen wird und entsprechende Angaben gegenwärtig daher nicht sinnvoll miteinander verglichen werden können. Aufgrund der Angaben im weiterführenden Fragebogen soll untersucht werden, ob bestimmte Vorgehensweise zu abweichenden Ergebnissen tendieren. Der entsprechenden Ergebnisse werden den Teilnehmern an diesem Ringversuch gesondert übermittelt.

Anhang A: Liste der Teilnehmer

Teilnehmer am Ringversuch "Altholz" vom 30. September 2020, alphabetisch nach Firmennamen sortiert (Stand der Firmenbezeichnungen: 30.11.2020); *die Reihenfolge der Nennungen entspricht nicht der Codierung im Ringversuch*		
AGROLAB Labor GmbH	84079	Bruckberg
ALS - Analytik Labor Schirmacher GmbH	21079	Hamburg
Analysen Service GmbH, Umwelt- und Öllabor Leipzig	04103	Leipzig
Analysen Service GmbH	17217	Penzlin
Analytik Aurachtal GmbH, Innenraumschadstoffe	91086	Aurachtal
Analytik Institut Rietzler GmbH, Laborstandort Nürnberg	90766	Fürth
Analytik Team GmbH	70736	Fellbach
ANALYTIKUM Umweltlabor GmbH	06217	Merseburg
Aqua-Kommunal-Service GmbH	15320	Frankfurt/Oder
ArcelorMittal Eisenhüttenstadt FQZ GmbH	15890	Eisenhüttenstadt
AWV - Dr. Busse GmbH	08525	Plauen
AZBA - Analytisches Zentrum Berlin-Adlershof GmbH	12489	Berlin
BERGHOF Analytik und Umweltengineering GmbH	09131	Chemnitz
BVU Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH	87733	Markt Rettenbach
CATAS spa, Chemical department	I-33048	S. Giovanni al Natisone
Chemisches und mikrobiologisches Institut UEG GmbH	35578	Wetzlar
Chemisch-Technisches Laboratorium Luers GmbH & Co. KG	28237	Bremen
CRIL SRL	46019	Viadana, Mantova
DB Engineering & Consulting GmbH, Umweltservice	14774	Brandenburg
DEKRA Automobil GmbH, Labor für Umwelt- und Produktanalytik	06118	Halle
Dr. Graner & Partner GmbH	81249	München
Dr. Marx GmbH, material testing and consulting	66583	Spiesen-Elversberg
ERGO Umweltinstitut GmbH	01277	Dresden
Eurofins Consumer Product Testing GmbH	21079	Hamburg
Eurofins Umwelt Ost GmbH, Niederlassung Freiberg	09627	Bobritzsch-Hilbersdorf
Fa. Horn & Co. Analytics GmbH	57482	Wenden
GBA Analytical Services GmbH	85591	Vaterstetten
GEOTAIX Umwelttechnologie GmbH	52146	Würselen
Gesellschaft für Bioanalytik mbH	25421	Pinneberg
Gesellschaft für Bioanalytik mbH	45883	Gelsenkirchen
GLU mbH, Abfall-, Umwelt- und Lebensmittelanalytik	15366	Hoppegarten
Holzforschung Austria	A-1030	Wien
Hygiene-Institut des Ruhrgebietes, Institut für Umwelthygiene und Toxikologie (Abwasser-, Boden-, Lufthygiene)	45879	Gelsenkirchen
ICA Institut für Chemische Analytik GmbH	04229	Leipzig
IHU Geologie und Analytik	39576	Stendal
Infraserv Höchst, Umweltschutz_UPA	65929	Frankfurt am Main

Teilnehmer am Ringversuch "Altholz" vom 30. September 2020, alphabetisch nach Firmennamen sortiert (Stand der Firmenbezeichnungen: 30.11.2020); *die Reihenfolge der Nennungen entspricht nicht der Codierung im Ringversuch*		
Institut Alpha GmbH & Co. KG, Wasser- und Umweltanalytik	89081	Ulm-Jungingen
Institut Dr. Lörcher	71636	Ludwigsburg
Institut für Hygiene und Umwelt, Bereich Umweltuntersuchungen	20539	Hamburg
IUL Industrie- und Umweltlaboratorium Vorpommern GmbH	17489	Greifswald
IUQ Institut für Umweltschutz und Qualitätssicherung Dr. Krengel	23936	Grevesmühlen
Kiwa GmbH, Analytik & Umwelt	18196	Kessin
Labor für Wasser und Umwelt GmbH	04924	Bad Liebenwerda
Laboratorien Dr. Döring GmbH	28357	Bremen
Landeskriminalamt Berlin, Kriminaltechnisches Institut	12101	Berlin
Lobbe Entsorgung West GmbH & Co. KG	58642	Iserlohn
Lukasiewicz Research Network - Wood Technology Institute	PL-60-654	Poznan
M&S Umweltprojekt GmbH, Labor Bad Muskau	02953	Bad Muskau
mas | münster analytical solutions gmbh	48149	Münster
MPA Eberswalde Materialprüfanstalt Brandenburg GmbH	16225	Eberswalde
nano GmbH	87480	Weitnau
Öko-control GmbH	39218	Schönebeck
OMPG mbH	07407	Rudolstadt
Petrolab GmbH, Niederlassung Sachsen	01612	Glaubitz
Pfleiderer Deutschland GmbH	59759	Arnsberg
ProChem GmbH	31135	Hildesheim
SEWA Laborgesellschaft mbH	45127	Essen
SGL Spezial- und Bergbau-Servicegesellschaft Lauchhammer mbH,	03222	Lübbenau / Kittlitz
SGS Institut Fresenius GmbH	14167	Berlin
SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH	86156	Augsburg
SYNLAB Analytics & Services Germany GmbH	04416	Markkleberg
SYNLAB Analytics & Services LAG GmbH	03130	Spremberg
UCL Umwelt Control Labor GmbH	44536	Lünen
Umweltlabor ACB GmbH	48147	Münster
Umwelt-Service-Hettstedt GmbH	06295	Lutherstadt Eisleben
UWEG mbH	16227	Eberswalde
WESSLING GmbH	06188	Landsberg OT Oppin
WESSLING GmbH	48341	Altenberge
WESSLING GmbH	64331	Weiterstadt

Anhang B: Ergebnistabellen und Graphiken zu den einzelnen Parametern

Übersicht

		Seite
	Tabellarische Inhaltsübersicht nach Proben und Parametern	1
	Erläuterungen zu den Tabellen und Grafiken	2
	Decodierungsschlüssel für alle ausgegebenen Proben	3-4
	Standardunsicherheiten der Ringversuchsmittelwerte	4
	Ringversuchsmittelwerte, Sollwerte und Toleranzgrenzen	5
UB 6.2	**Metalle**	**6-35**
	Arsen	6-10
	Cadmium	11-15
	Chrom	16-20
	Kupfer	21-25
	Quecksilber	26-30
	Blei	31-35
UB 6.4	**Pentachlorphenol**	**36-40**
	Feuchtegehalt	41-45

Erläuterungen zu den Tabellen

Decodierungsschlüssel

Zuordnung der ausgegebenen Proben (Probencharge/Niveau und Probennummer/PCode) zu den Labor-Codes.

Ringversuchsmittelwerte, Sollwerte und Toleranzgrenzen

Zusammengefasste Darstellung der Ringversuchsergebnisse, Sollwerte und Toleranzgrenzen für alle Parameter.

Standardunsicherheiten der Ringversuchsmittelwerte

Die Standardunsicherheit u_{MW} wurde nach der folgenden Formel berechnet:

$$u_{MW} = \sqrt{\frac{s_R^2 - s_r^2}{N} + \frac{s_r^2}{N\,n}}$$

s_R ist hier die aus den Ringversuchsergebnissen berechnete Vergleichstandardabweichung, s_r die Wiederholstandardabweichung, N die Anzahl der pro Parameter übermittelten Datensätze und n die Anzahl der durchgeführten Parallelbestimmungen (n = 2).
In der Tabelle werden die parameterspezifischen Werte für u_{MW} sowohl in mg/kg als auch in Prozent (bezogen auf den Mittelwert) aufgelistet.
Die in den Graphiken angegebene Unsicherheit U (Mittelwert) ergibt sich durch Multiplikation von u_{MW} mit dem Erweiterungsfaktor k = 2.

Parameterspezifische Ringversuchsergebnisse

Hier findet man für jeden zu bestimmenden Analysenparameter eine gesonderte Tabelle, in der jeweils die beiden Gehaltsniveaus (immer links mit dem Niveau 1 beginnend) zusammengefasst sind. Die Ergebnistabellen wurden aus dem Auswerteprogramm „ProLab Plus“ generiert und sind weitestgehend selbsterklärend.

Erläuterungen zu den Graphiken

In den graphischen Darstellungen sind die Ergebnisse nach steigenden Labormittelwerten sortiert, der Balken über der Laborbezeichnung (Labor-Code) stellt jeweils den Labormittelwert sowie dessen Wiederholstandardabweichung dar.

Folgende Referenzlinien sind eingezeichnet:

- robuster Mittelwert des Ringversuchs (Hampel-Schätzer) als dicke blaue Linie
- Toleranzgrenzen (|Zu-Score| ≤ 2,0) als dünne rote Linien

Im Kopf eines jeden Diagramms findet man links unter der Proben- und Niveaubezeichnung eine Auflistung folgender Angaben: den robusten Mittelwert des Ringversuchs und dessen mit dem Faktor k = 2 erweiterte Standardunsicherheit in mg/kg, den Sollwert in mg/kg, die verwendete Auswertemethode sowie die Anzahl der bei der Berechnung des Mittelwertes sowie der relativen Standardabweichungen Vr und VR berücksichtigten Labore/Datensätze.

Rechts daneben findet man unter der Merkmalsbezeichnung die relativen Standardabweichungen Vr und VR, die relative Soll-Standardabweichung und darunter die Toleranzgrenzen in mg/kg.

Decodierungsschlüssel für die Niveaus der Prüfbereiche UB 6.2 und UB 6.4

Laborcode	Altholz Niveau 1	Altholz Niveau 2
H001	50	---
H002	---	20
H003	22	---
H004	---	49
H005	16	---
H006	---	51
H007	17	---
H008	---	39
H009	65	---
H010	---	35
H011	37	---
H012	---	24
H013	26	---
H014	---	4
H015	3	---
H016	---	56
H017	10	---
H018	---	27
H019	52	---
H020	---	59
H021	54	---
H022	---	42
H023	44	---
H024	---	32
H025	31	---
H026	---	60
H027	33	---
H028	---	34
H029	64	---
H030	---	38
H031	21	---
H032	---	36
H033	1	---
H034	---	46
H035	48	---
H036	---	45
H037	13	---
H038	---	2
H039	9	---
H040	---	19
H041	12	---
H042	---	63
H043	14	---
H044	---	25
H045	18	---

Decodierungsschlüssel für die Niveaus der Prüfbereiche UB 6.2 und UB 6.4

Laborcode	Altholz Niveau 1	Altholz Niveau 2
H046	---	61
H047	29	---
H048	---	43
H049	58	---
H050	---	30
H051	40	---
H052	---	55
H053	57	---
H054	---	5
H055	15	---
H056	---	6
H057	7	---
H058	---	53
H059	8	---
H060	---	47
H061	28	---
H062	---	11
H063	23	---
H064	---	41
H065	62	---
H066	---	80
H067	72	---
H068	---	77
H069	66	---

Standardunsicherheiten umw der Ringversuchsmittelwerte

	Altholz Probe 1		Altholz Probe 2	
	mg/kg		mg/kg	
Arsen	0,524	2,5%	0,488	3,0%
Cadmium	0,044	1,6%	0,053	2,6%
Chrom	0,925	1,5%	1,132	2,5%
Kupfer	0,607	1,6%	0,587	2,1%
Quecksilber	0,010	1,8%	0,013	3,1%
Blei	0,694	2,0%	0,644	2,6%
Pentachlorphenol	0,178	3,5%	0,146	3,7%
Feuchtegehalt	0,137	1,9%	0,115	1,6%

Altholz (LÜRV 2020)

Ringversuchsergebnisse, Sollwerte und Toleranzgrenzen nach DIN 38402-A45

Niveau	Merkmal	MW [mg/kg]	SR [mg/kg]	VR [%]	SRSoll [mg/kg]	VRSoll [%]	Toleranzgrenzen [mg/kg]	Labore	Werte
Altholz Niv.1	Pentachlorphenol	5,155	1,029	20,0	1,031	20	3,213 - 7,526	33	66
Altholz Niv.2	Pentachlorphenol	3,991	0,813	20,4	0,798	20	2,488 - 5,827	30	60
Altholz Niv.1	Arsen	20,715	3,041	14,7	3,107	15	14,754 - 27,638	33	66
Altholz Niv.2	Arsen	16,511	2,727	16,5	2,477	15	11,761 - 22,030	30	60
Altholz Niv.1	Cadmium	2,814	0,271	9,6	0,338	12	2,158 - 3,553	34	68
Altholz Niv.2	Cadmium	2,071	0,305	14,7	0,249	12	1,589 - 2,615	31	62
Altholz Niv.1	Chrom	59,997	5,656	9,4	6,000	10	48,253 - 72,975	34	68
Altholz Niv.2	Chrom	46,144	6,437	13,9	4,614	10	37,112 - 56,126	31	62
Altholz Niv.1	Kupfer	37,135	3,656	9,8	3,713	10	29,866 - 45,168	34	68
Altholz Niv.2	Kupfer	28,462	3,406	12,0	2,846	10	22,891 - 34,618	31	62
Altholz Niv.1	Quecksilber	0,537	0,059	11,0	0,081	15	0,382 - 0,716	33	66
Altholz Niv.2	Quecksilber	0,413	0,073	17,6	0,062	15	0,294 - 0,551	29	58
Altholz Niv.1	Blei	33,874	4,132	12,2	3,387	10	27,243 - 41,201	34	68
Altholz Niv.2	Blei	25,093	3,814	15,2	2,509	10	20,181 - 30,521	31	62
Altholz Niv.1	Feuchtegehalt (nb)	7,384						34	66
Altholz Niv.2	Feuchtegehalt (nb)	7,251						34	65

(nb): nicht bewertet
MW: Mittelwert (= Sollwert Xi)
SR: Vergleichstandardabweichung
VR: relative Vergleichstandardabweichung
SRSoll: Sollstandardabweichung
VRSoll: relative Sollstandardabweichung

PROLab

Zusammenfassung Labormittelwerte

Merkmal Arsen

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
Einheit	mg/kg TM		mg/kg TM		
H001	20,300	-0,1			ICP-OES
H002			13,245	-1,4	ICP-OES
H003	26,865	1,8			ICP-OES
H004			17,950	0,5	ICP-MS
H005	19,553	-0,4			ICP-MS
H006			14,965	-0,7	ICP-OES
H007	20,890	0,1			ICP-MS
H008			12,148	-1,9	ICP-MS
H009	22,365	0,5			ICP-OES
H010			18,383	0,7	ICP-OES
H011	19,595	-0,4			ICP-OES
H012			14,020	-1,1	ICP-OES
H013	19,370	-0,5			ICP-OES
H014			22,465	2,2	ICP-OES
H015	17,265	-1,2			ICP-MS
H016			14,650	-0,8	ICP-MS
H017	22,080	0,4			ICP-OES
H018			16,700	0,1	ICP-OES
H019	43,350	6,7			ICP-OES
H020			17,045	0,2	ICP-OES
H021	18,300	-0,8			ICP-MS
H022			18,300	0,7	ICP-OES
H023	16,809	-1,3			ICP-MS
H024			18,500	0,7	Hydrid-AAS (As)
H025	28,385	2,3			ICP-MS
H026			16,290	-0,1	ICP-MS
H027	20,665	0,0			ICP-OES

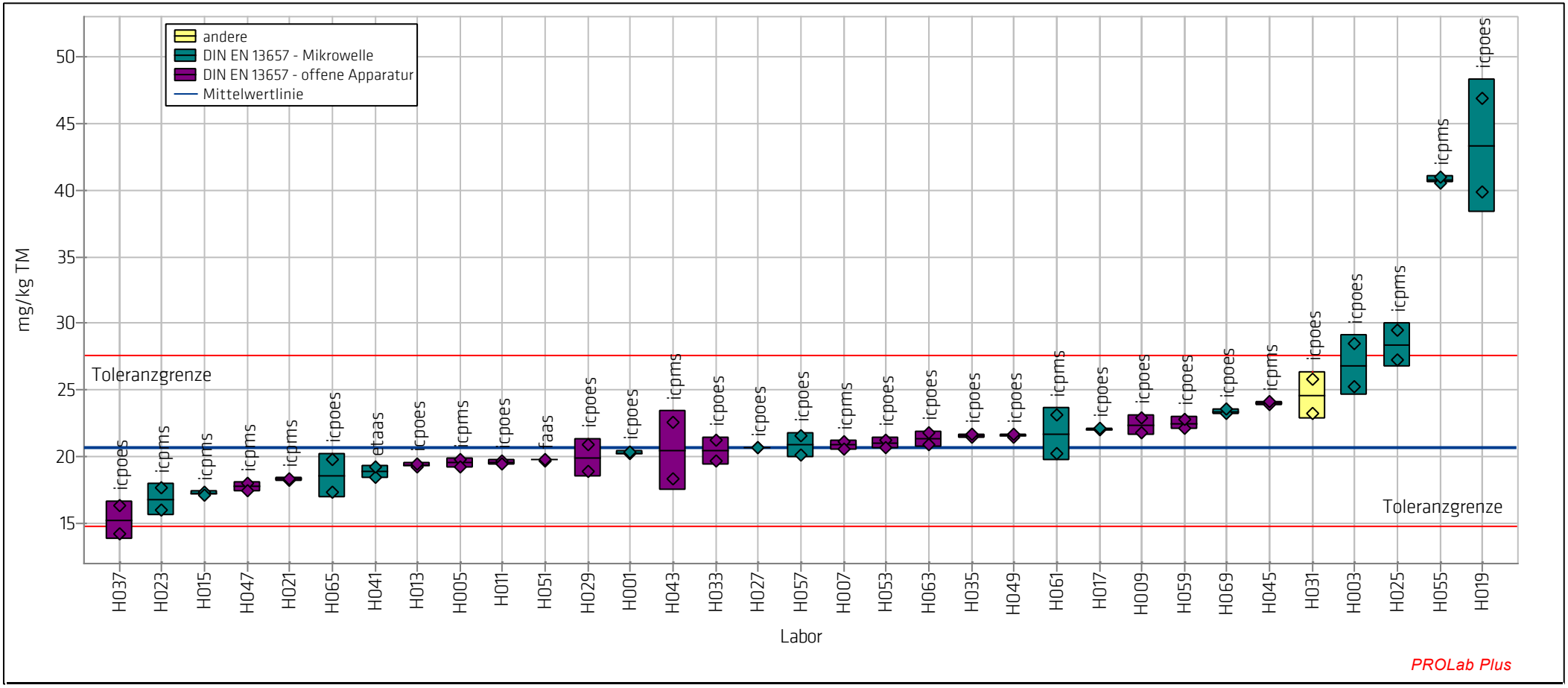
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Arsen

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H028			15,745	-0,3	ICP-OES
H029	19,900	-0,3			ICP-OES
H030			13,950	-1,1	ICP-MS
H031	24,550	1,1			ICP-OES
H032					ICP-MS
H033	20,455	-0,1			ICP-OES
H035	21,560	0,3			ICP-OES
H036			14,500	-0,9	ICP-OES
H037	15,260	-1,9			ICP-OES
H040			18,285	0,7	ICP-MS
H041	18,870	-0,6			Graphitrohr-AAS
H042			12,918	-1,6	ICP-OES
H043	20,450	-0,1			ICP-MS
H044			20,555	1,5	ICP-MS
H045	24,000	1,0			ICP-MS
H047	17,750	-1,0			ICP-MS
H048			15,895	-0,3	ICP-MS
H049	21,600	0,3			ICP-OES
H050			15,600	-0,4	ICP-OES
H051	19,750	-0,3			Flammen-AAS
H052			16,108	-0,2	ICP-OES
H053	21,000	0,1			ICP-OES
H054			16,905	0,1	ICP-OES
H055	40,760	5,9			ICP-MS
H056			17,250	0,3	ICP-MS
H057	20,860	0,0			ICP-OES
H058			13,785	-1,2	ICP-OES
H059	22,500	0,5			ICP-OES
H060			19,750	1,2	Hydrid-AAS (As)
H061	21,700	0,3			ICP-MS
H062			18,746	0,8	ICP-MS
H063	21,325	0,2			ICP-OES

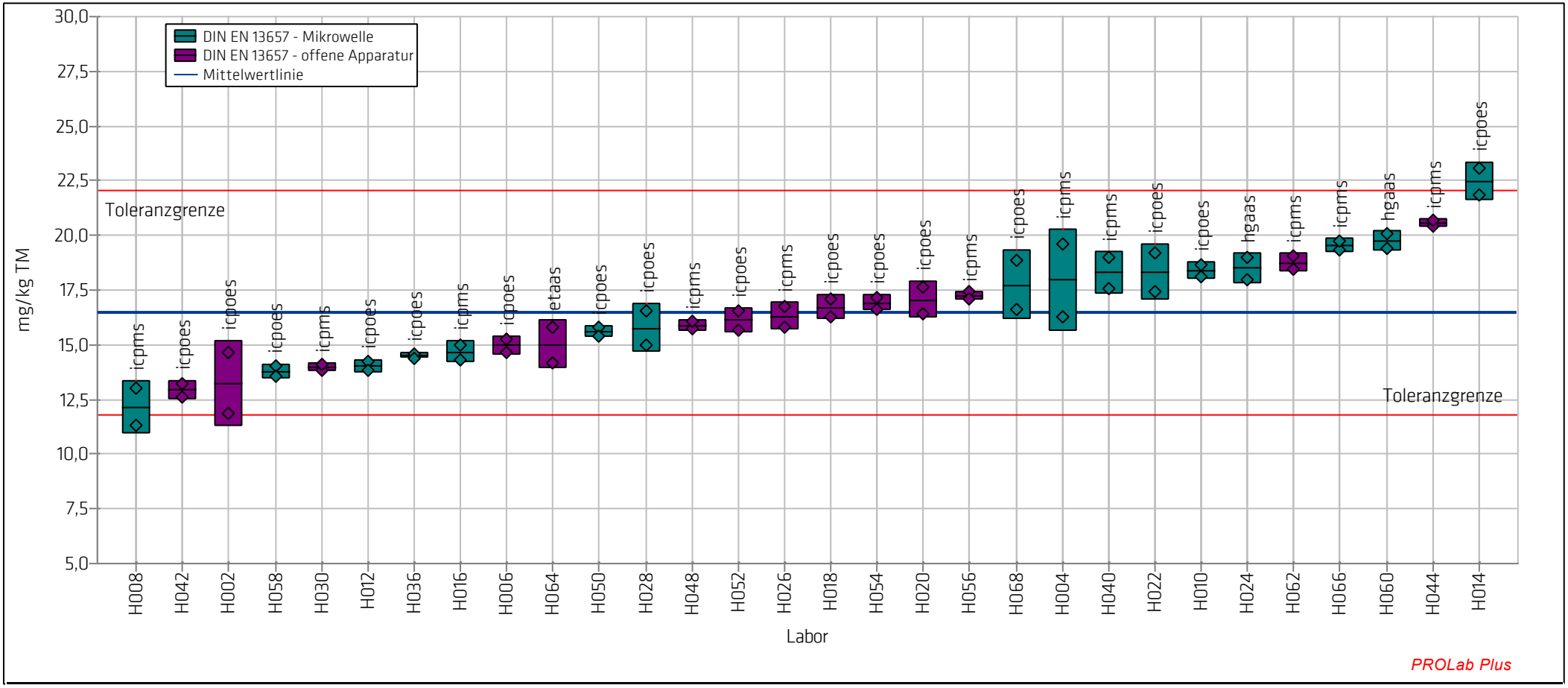
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Arsen

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H064			15,000	-0,7	Graphitrohr-AAS
H065	18,600	-0,7			ICP-OES
H066			19,545	1,1	ICP-MS
H068			17,735	0,5	ICP-OES
H069	23,390	0,8			ICP-OES
–	–	– –	–	– –	–
Statistische Methode	DIN38402 A45		DIN38402 A45		
Bewertung	|Zu|<=2,0		|Zu|<=2,0		
Sollwert [mg/kg]	20,715		16,511		
Mittelwert [mg/kg]	20,715		16,511		
Soll-Standardabweichung SRSoll [mg/kg]	3,107		2,477		
Vergleichstandardabweichung SR [mg/kg]	3,041		2,727		
Wiederholstandardabweichung Sr [mg/kg]	0,629		0,744		
relative Soll-Standardabweichung VRSoll	15,00 %		15,00 %		
relative Vergleichstandardabweichung VR	14,68 %		16,51 %		
relative Wiederholstandardabweichung Vr	3,04 %		4,51 %		
untere Toleranzgrenze	14,754		11,761		
obere Toleranzgrenze	27,638		22,030		
Anzahl der Labore mit quantitativen Werten	33		30		

Probe:	Altholz Probe 1	Merkmal:	Arsen
Mittelwert ± U(Mittelwert):	20,715 ± 1,047 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	3,04%
Sollwert:	20,715 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	14,68%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	15,00%
Anzahl Labore:	33	Toleranzbereich:	14,754 - 27,638 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Probe:	Altholz Probe 2	Merkmal:	Arsen
Mittelwert ± U(Mittelwert):	16,511 ± 0,977 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	4,51%
Sollwert:	16,511 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	16,51%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	15,00%
Anzahl Labore:	30	Toleranzbereich:	11,761 - 22,030 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Zusammenfassung Labormittelwerte

Merkmal Cadmium

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
Einheit	mg/kg TM		mg/kg TM		
H001	3,050	0,7			ICP-OES
H002			1,650	-1,8	ICP-OES
H003	3,098	0,8			ICP-OES
H004			1,940	-0,6	ICP-MS
H005	2,872	0,2			ICP-MS
H006			2,105	0,1	ICP-OES
H007	2,626	-0,6			ICP-MS
H008			1,619	-1,9	ICP-MS
H009	2,936	0,3			ICP-OES
H010			2,657	2,2	ICP-OES
H011	2,975	0,4			ICP-OES
H012			1,920	-0,6	ICP-OES
H013	2,750	-0,2			ICP-OES
H014			2,516	1,7	ICP-OES
H015	2,923	0,3			ICP-MS
H016			2,170	0,4	ICP-MS
H017	2,864	0,1			ICP-OES
H018			2,290	0,8	ICP-OES
H019	5,300	6,9			ICP-OES
H020			2,369	1,1	ICP-OES
H021	2,665	-0,5			ICP-MS
H022			2,930	3,2	ICP-OES
H023	2,451	-1,1			ICP-MS
H024			1,750	-1,4	ICP-OES
H025	2,540	-0,9			ICP-MS
H026			1,906	-0,7	ICP-MS
H027	3,035	0,6			ICP-OES

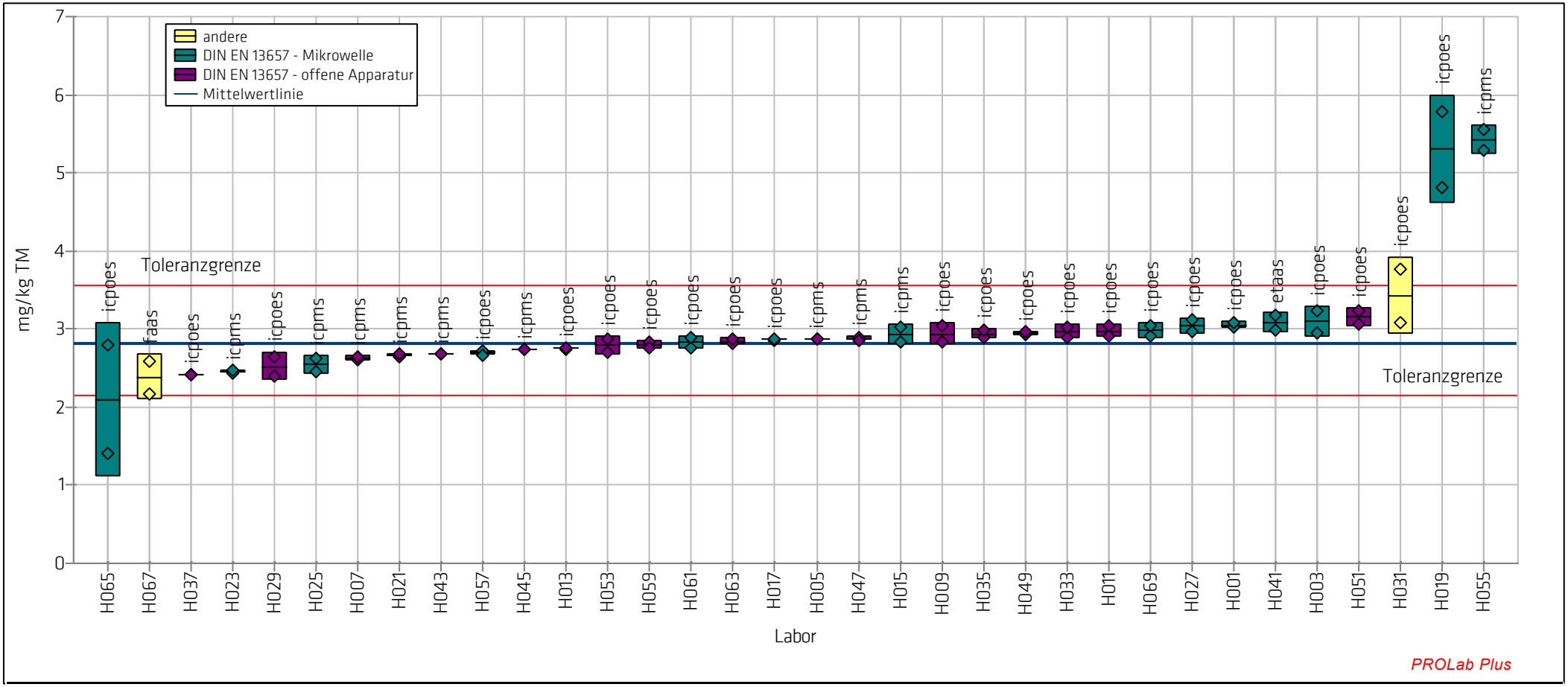
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Cadmium

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H028			2,055	-0,1	ICP-OES
H029	2,515	-0,9			ICP-OES
H030			1,871	-0,9	ICP-MS
H031	3,425	1,7			ICP-OES
H032					ICP-MS
H033	2,965	0,4			ICP-OES
H034			1,975	-0,4	ICP-OES
H035	2,939	0,3			ICP-OES
H036			2,045	-0,1	ICP-OES
H037	2,415	-1,2			ICP-OES
H040			2,255	0,7	ICP-OES
H041	3,078	0,7			Graphitrohr-AAS
H042			1,551	-2,2	ICP-OES
H043	2,690	-0,4			ICP-MS
H044			2,260	0,7	ICP-MS
H045	2,730	-0,3			ICP-MS
H047	2,880	0,2			ICP-MS
H048			2,099	0,1	ICP-MS
H049	2,940	0,4			ICP-OES
H050			2,180	0,4	ICP-OES
H051	3,150	0,9			ICP-OES
H052			1,839	-1,0	ICP-OES
H053	2,790	-0,1			ICP-OES
H054			2,099	0,1	ICP-OES
H055	5,415	7,2			ICP-MS
H056			2,135	0,2	ICP-MS
H057	2,692	-0,4			ICP-OES
H058			2,400	1,2	ICP-OES
H059	2,795	-0,1			ICP-OES
H060			1,880	-0,8	ICP-OES
H061	2,825	0,0			ICP-OES
H062			2,092	0,1	ICP-MS

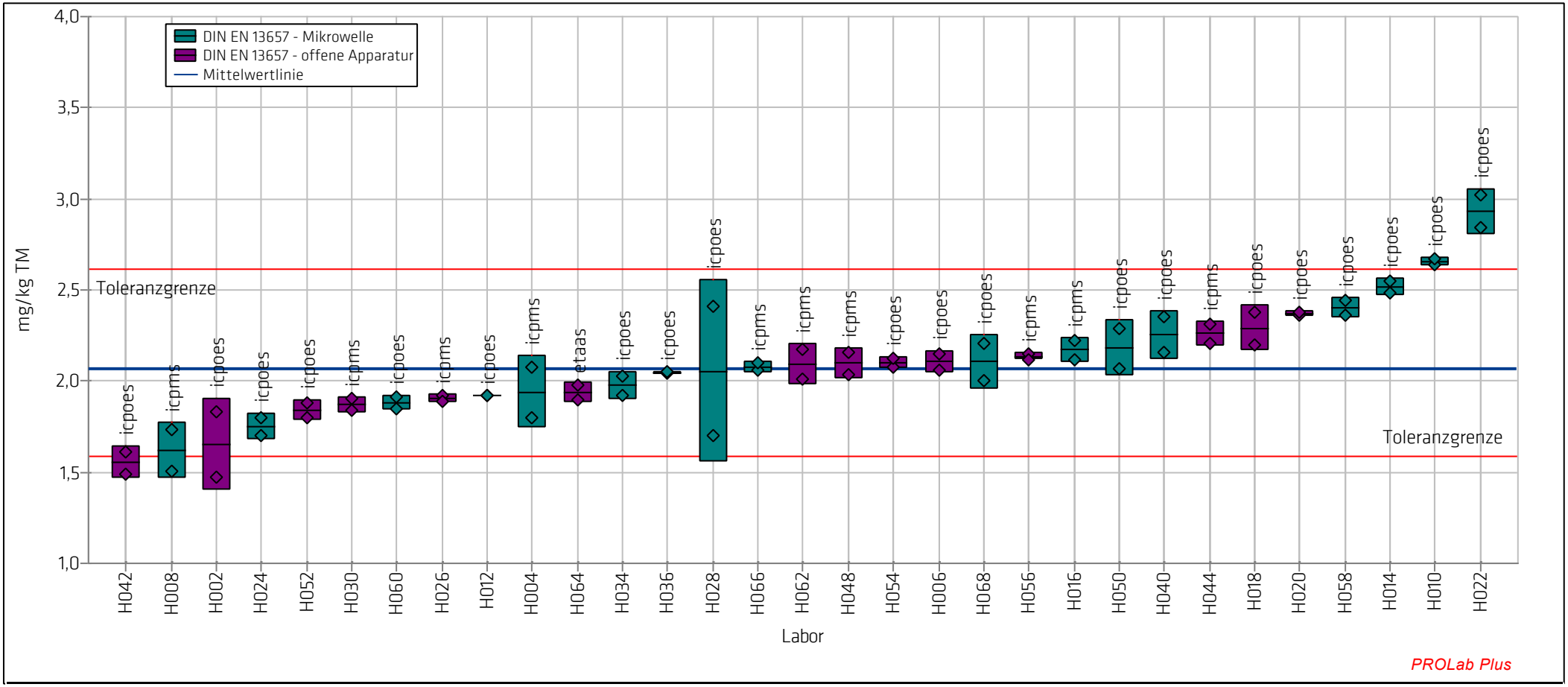
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Cadmium

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H063	2,840	0,1			ICP-OES
H064			1,940	-0,6	Graphitrohr-AAS
H065	2,100	-2,2			ICP-OES
H066			2,077	0,0	ICP-MS
H067	2,380	-1,4			Flammen-AAS
H068			2,105	0,1	ICP-OES
H069	2,980	0,5			ICP-OES
–	–	– –	–	– –	–
Statistische Methode	DIN38402 A45		DIN38402 A45		
Bewertung	|Zu|<=2,0		|Zu|<=2,0		
Sollwert [mg/kg]	2,814		2,071		
Mittelwert [mg/kg]	2,814		2,071		
Soll-Standardabweichung SRSoll [mg/kg]	0,338		0,249		
Vergleichstandardabweichung SR [mg/kg]	0,271		0,305		
Wiederholstandardabweichung Sr [mg/kg]	0,130		0,098		
relative Soll-Standardabweichung VRSoll	12,00 %		12,00 %		
relative Vergleichstandardabweichung VR	9,65 %		14,73 %		
relative Wiederholstandardabweichung Vr	4,61 %		4,75 %		
untere Toleranzgrenze	2,158		1,589		
obere Toleranzgrenze	3,553		2,615		
Anzahl der Labore mit quantitativen Werten	34		31		

Probe:	Altholz Probe 1	Merkmal:	Cadmium
Mittelwert ± U(Mittelwert):	2,814 ± 0,088 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	4,61%
Sollwert:	2,814 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	9,65%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	12,00%
Anzahl Labore:	34	Toleranzbereich:	2,158 - 3,553 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Probe:	Altholz Probe 2	Merkmal:	Cadmium
Mittelwert ± U(Mittelwert):	2,071 ± 0,107 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	4,75%
Sollwert:	2,071 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	14,73%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	12,00%
Anzahl Labore:	31	Toleranzbereich:	1,589 - 2,615 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



BAM

Zusammenfassung Labormittelwerte

Merkmal Chrom

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
Einheit	mg/kg TM		mg/kg TM		
H001	63,600	0,6			ICP-OES
H002			37,110	-2,1	ICP-OES
H003	60,960	0,2			ICP-OES
H004			50,650	0,9	ICP-MS
H005	62,057	0,3			ICP-MS
H006			42,275	-0,9	ICP-OES
H007	58,800	-0,2			ICP-MS
H008			41,541	-1,0	ICP-MS
H009	68,850	1,4			ICP-OES
H010			51,663	1,1	ICP-OES
H011	62,370	0,4			ICP-OES
H012			35,765	-2,4	ICP-OES
H013	54,645	-0,9			ICP-OES
H014			54,965	1,8	ICP-OES
H015	55,835	-0,7			ICP-MS
H016			46,515	0,1	ICP-MS
H017	59,565	-0,1			ICP-OES
H018			47,350	0,2	ICP-OES
H019	145,500	13,5			ICP-OES
H020			50,640	0,9	ICP-OES
H021	58,500	-0,3			ICP-MS
H022			58,000	2,4	ICP-OES
H023	51,680	-1,5			ICP-MS
H024			36,500	-2,2	ICP-OES
H025	63,355	0,5			ICP-MS
H026			48,030	0,4	ICP-MS
H027	60,595	0,1			ICP-OES

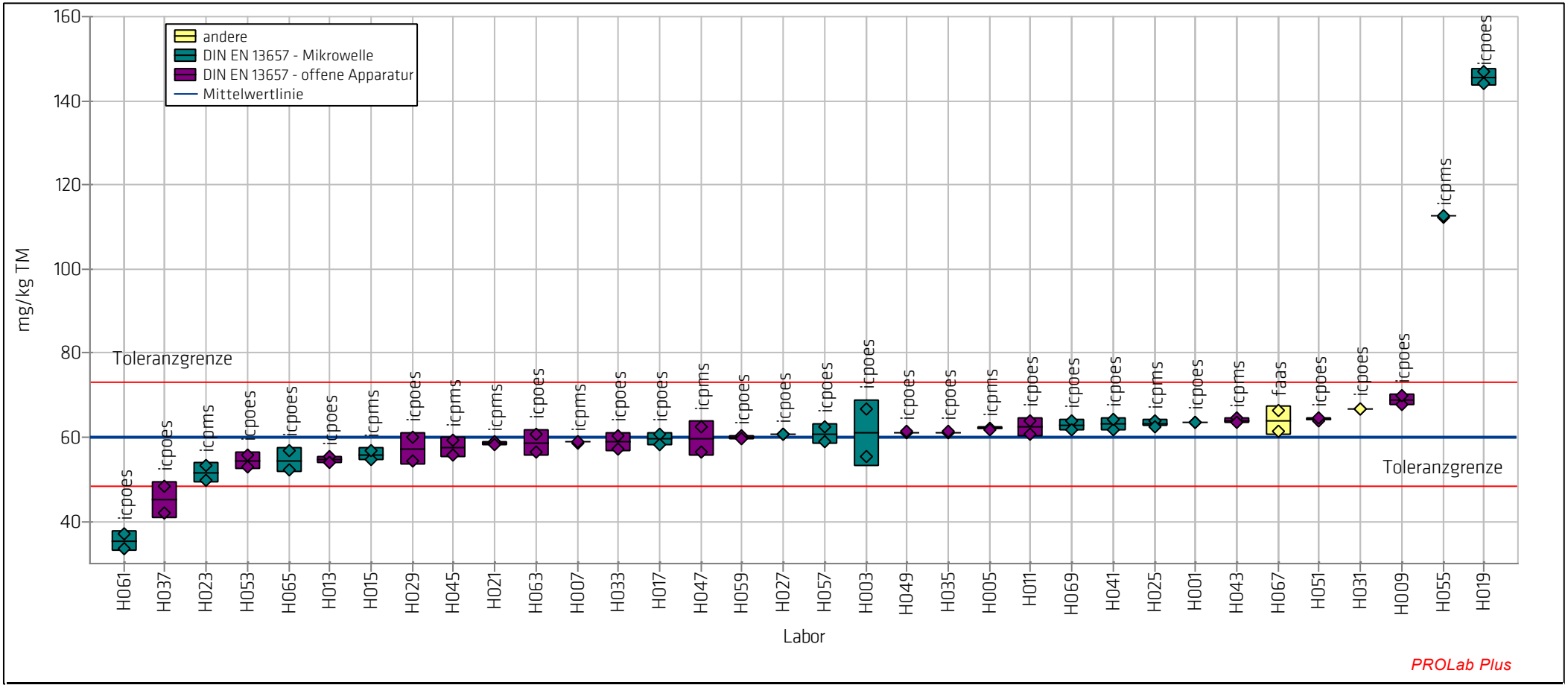
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Chrom

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H028			60,235	2,9	ICP-OES
H029	57,250	-0,5			ICP-OES
H030			36,765	-2,1	ICP-MS
H031	66,800	1,1			ICP-OES
H032					ICP-MS
H033	58,825	-0,2			ICP-OES
H034			44,375	-0,4	ICP-OES
H035	61,235	0,2			ICP-OES
H036			46,650	0,1	ICP-OES
H037	45,080	-2,6			ICP-OES
H040			53,700	1,6	ICP-OES
H041	63,105	0,5			ICP-OES
H042			36,776	-2,1	ICP-OES
H043	63,950	0,6			ICP-MS
H044			49,350	0,7	ICP-OES
H045	57,550	-0,4			ICP-MS
H047	59,600	-0,1			ICP-MS
H048			40,690	-1,2	ICP-MS
H049	61,200	0,2			ICP-OES
H050			42,800	-0,8	ICP-OES
H051	64,250	0,7			ICP-OES
H052			48,127	0,4	ICP-OES
H053	54,400	-1,0			ICP-OES
H054			46,070	0,0	ICP-OES
H055	112,505	8,3			ICP-MS
H056			46,250	0,0	ICP-MS
H057	60,705	0,1			ICP-OES
H058			49,055	0,6	ICP-OES
H059	59,900	0,0			ICP-OES
H060			47,550	0,3	ICP-OES
H061	35,300	-4,3			ICP-OES
H062			43,391	-0,6	ICP-MS

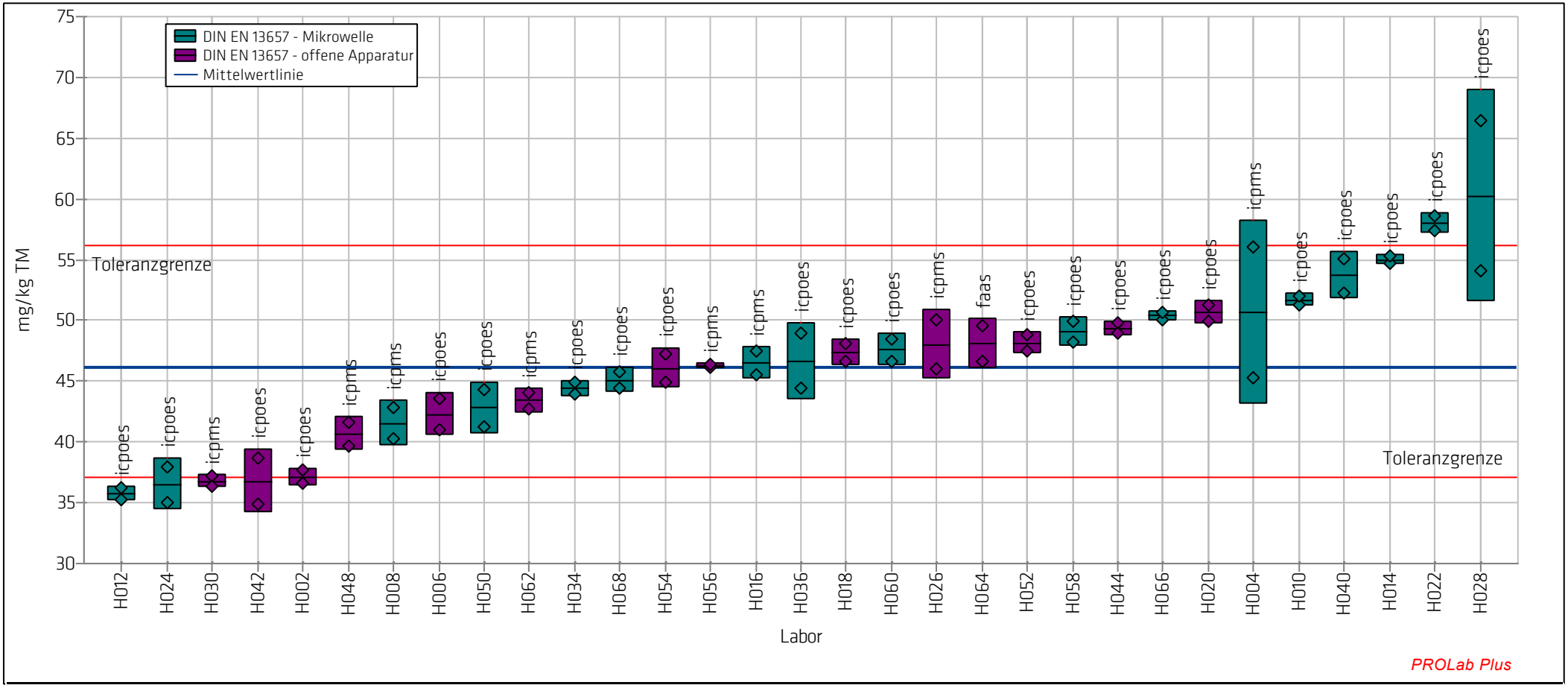
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Chrom

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H063	58,560	-0,3			ICP-OES
H064			48,100	0,4	Flammen-AAS
H065	54,500	-1,0			ICP-OES
H066			50,390	0,9	ICP-OES
H067	63,961	0,6			Flammen-AAS
H068			45,100	-0,2	ICP-OES
H069	62,915	0,5			ICP-OES
–	–	– –	–	– –	–
Statistische Methode	DIN38402 A45		DIN38402 A45		
Bewertung	|Zu|<=2,0		|Zu|<=2,0		
Sollwert [mg/kg]	59,997		46,144		
Mittelwert [mg/kg]	59,997		46,144		
Soll-Standardabweichung SRSoll [mg/kg]	6,000		4,614		
Vergleichstandardabweichung SR [mg/kg]	5,656		6,437		
Wiederholstandardabweichung Sr [mg/kg]	2,401		1,835		
relative Soll-Standardabweichung VRSoll	10,00 %		10,00 %		
relative Vergleichstandardabweichung VR	9,43 %		13,95 %		
relative Wiederholstandardabweichung Vr	4,00 %		3,98 %		
untere Toleranzgrenze	48,253		37,112		
obere Toleranzgrenze	72,975		56,126		
Anzahl der Labore mit quantitativen Werten	34		31		

Probe:	Altholz Probe 1	Merkmal:	Chrom
Mittelwert ± U(Mittelwert):	59,997 ± 1,850 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	4,00%
Sollwert:	59,997 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	9,43%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	10,00%
Anzahl Labore:	34	Toleranzbereich:	48,253 - 72,975 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Probe:	Altholz Probe 2	Merkmal:	Chrom
Mittelwert ± U(Mittelwert):	46,144 ± 2,265 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	3,98%
Sollwert:	46,144 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	13,95%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	10,00%
Anzahl Labore:	31	Toleranzbereich:	37,112 - 56,126 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Zusammenfassung Labormittelwerte

Merkmal Kupfer

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
Einheit	mg/kg TM		mg/kg TM		
H001	39,100	0,5			ICP-OES
H002			23,945	-1,7	ICP-OES
H003	38,490	0,3			ICP-OES
H004			29,000	0,2	ICP-MS
H005	37,018	0,0			ICP-MS
H006			27,710	-0,3	ICP-OES
H007	38,505	0,3			ICP-MS
H008			26,154	-0,8	ICP-MS
H009	41,660	1,2			ICP-OES
H010			28,093	-0,1	ICP-OES
H011	36,615	-0,1			ICP-OES
H012			22,900	-2,0	ICP-OES
H013	34,230	-0,8			ICP-OES
H014			35,175	2,2	ICP-OES
H015	35,950	-0,3			ICP-MS
H016			27,800	-0,2	ICP-MS
H017	35,720	-0,4			ICP-OES
H018			31,300	0,9	ICP-OES
H019	81,800	11,4			ICP-MS
H020			30,880	0,8	ICP-OES
H021	37,900	0,2			ICP-OES
H022			36,000	2,5	ICP-OES
H023	34,195	-0,8			ICP-MS
H024			24,000	-1,6	ICP-OES
H025	40,080	0,8			ICP-MS
H026			29,815	0,5	ICP-MS
H027	36,330	-0,2			ICP-OES

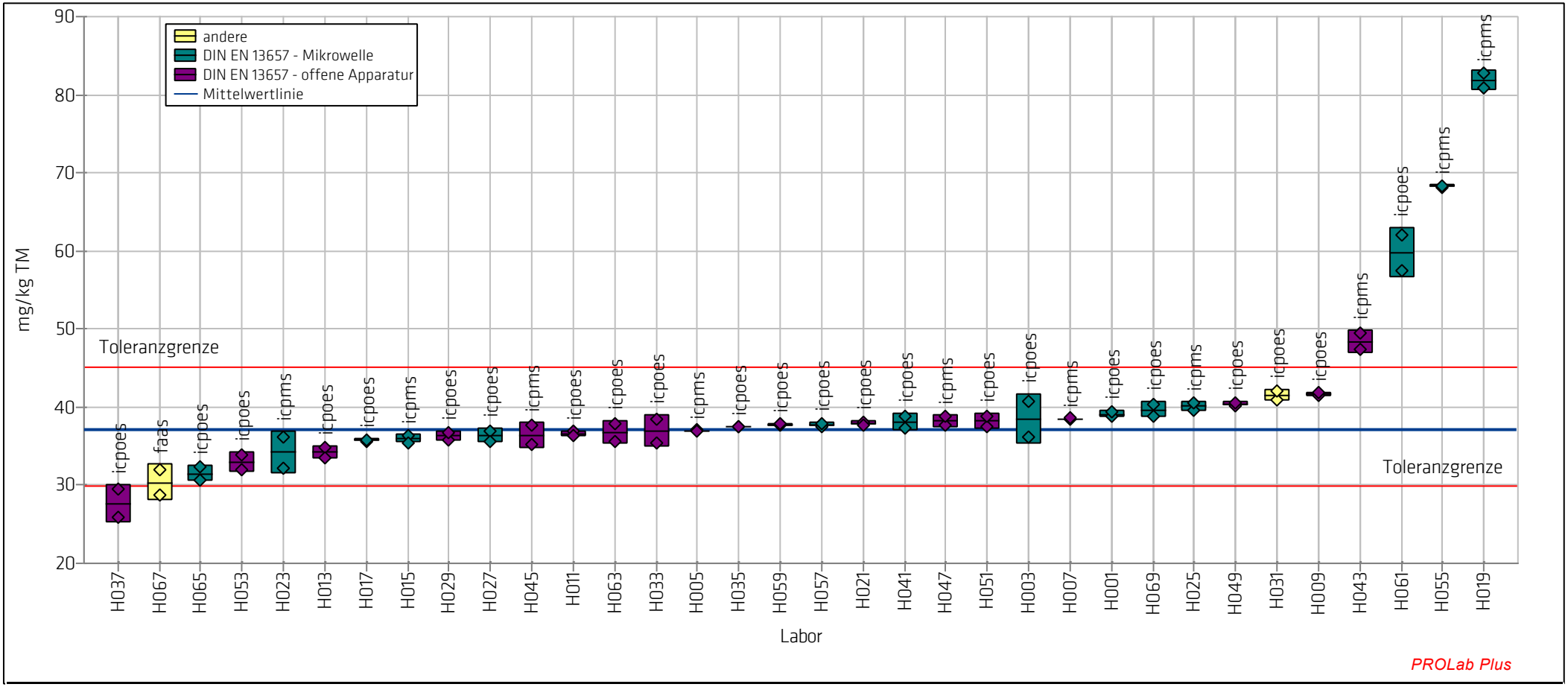
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Kupfer

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H028			26,930	-0,6	ICP-OES
H029	36,300	-0,2			ICP-OES
H030			21,155	-2,7	ICP-MS
H031	41,500	1,1			ICP-OES
H032					ICP-MS
H033	36,910	-0,1			ICP-OES
H034			27,330	-0,4	ICP-OES
H035	37,480	0,1			ICP-OES
H036			29,500	0,3	ICP-OES
H037	27,675	-2,7			ICP-OES
H040			29,500	0,3	ICP-OES
H041	38,035	0,2			ICP-OES
H042			21,151	-2,7	ICP-OES
H043	48,400	2,9			ICP-MS
H044			30,650	0,7	ICP-OES
H045	36,400	-0,2			ICP-MS
H047	38,200	0,3			ICP-MS
H048			26,285	-0,8	ICP-MS
H049	40,400	0,8			ICP-OES
H050			26,950	-0,6	ICP-OES
H051	38,200	0,3			ICP-OES
H052			30,242	0,6	ICP-OES
H053	32,900	-1,2			ICP-OES
H054			31,055	0,9	ICP-OES
H055	68,260	7,9			ICP-MS
H056			28,950	0,2	ICP-MS
H057	37,740	0,2			ICP-OES
H058			29,830	0,5	ICP-OES
H059	37,700	0,1			ICP-OES
H060			30,900	0,8	ICP-OES
H061	59,800	5,8			ICP-OES
H062			28,794	0,1	ICP-MS

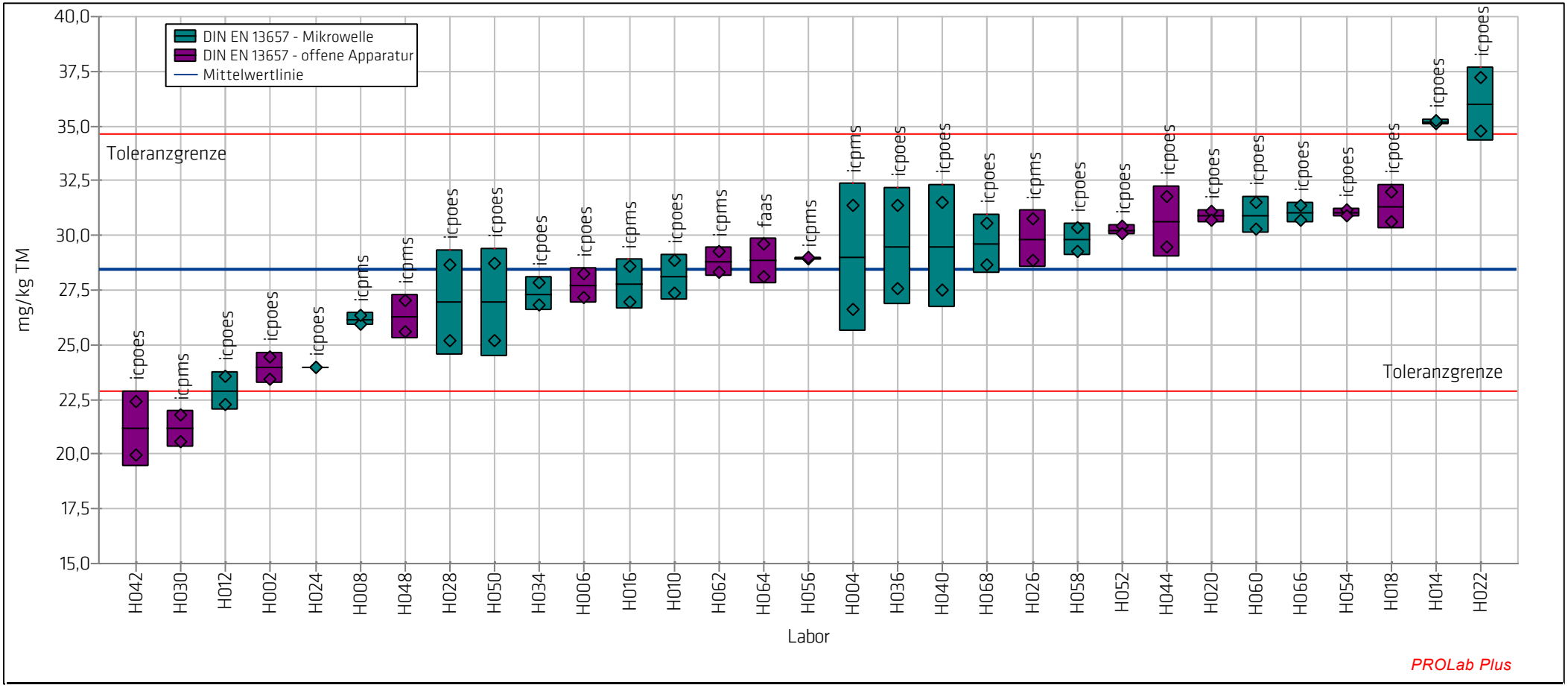
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Kupfer

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H063	36,685	-0,1			ICP-OES
H064			28,850	0,1	Flammen-AAS
H065	31,500	-1,6			ICP-OES
H066			31,045	0,9	ICP-OES
H067	30,366	-1,9			Flammen-AAS
H068			29,605	0,4	ICP-OES
H069	39,665	0,6			ICP-OES
-	-	--	-	--	-
Statistische Methode	DIN38402 A45		DIN38402 A45		
Bewertung	|Zu|<=2,0		|Zu|<=2,0		
Sollwert [mg/kg]	37,135		28,462		
Mittelwert [mg/kg]	37,135		28,462		
Soll-Standardabweichung SRSoll [mg/kg]	3,713		2,846		
Vergleichstandardabweichung SR [mg/kg]	3,656		3,406		
Wiederholstandardabweichung Sr [mg/kg]	1,300		1,343		
relative Soll-Standardabweichung VRSoll	10,00 %		10,00 %		
relative Vergleichstandardabweichung VR	9,84 %		11,97 %		
relative Wiederholstandardabweichung Vr	3,50 %		4,72 %		
untere Toleranzgrenze	29,866		22,891		
obere Toleranzgrenze	45,168		34,618		
Anzahl der Labore mit quantitativen Werten	34		31		

Probe:	Altholz Probe 1	Merkmal:	Kupfer
Mittelwert ± U(Mittelwert):	37,135 ± 1,214 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	3,50%
Sollwert:	37,135 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	9,84%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	10,00%
Anzahl Labore:	34	Toleranzbereich:	29,866 - 45,168 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Probe:	Altholz Probe 2	Merkmal:	Kupfer
Mittelwert ± U(Mittelwert):	28,462 ± 1,175 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	4,72%
Sollwert:	28,462 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	11,97%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	10,00%
Anzahl Labore:	31	Toleranzbereich:	22,891 - 34,618 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



BAM

Zusammenfassung Labormittelwerte

Merkmal Quecksilber

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
Einheit	mg/kg TM		mg/kg TM		
H001	0,600	0,7			Kaltdampf-AAS (Hg)
H002			0,392	-0,4	Kaltdampf-AAS (Hg)
H003	0,600	0,7			Kaltdampf-AAS (Hg)
H004			0,393	-0,3	Kaltdampf-AAS (Hg)
H005	0,497	-0,5			Kaltdampf-AAS (Hg)
H006			0,415	0,0	Kaltdampf-AAS (Hg)
H007	0,592	0,6			Kaltdampf-AAS (Hg)
H008			0,328	-1,5	ICP-MS
H009	0,689	1,7			Kaltdampf-AAS (Hg)
H010			0,368	-0,8	Kaltdampf-AAS (Hg)
H011	0,536	0,0			Kaltdampf-AAS (Hg)
H013	0,529	-0,1			Kaltdampf-AFS (Hg)
H014			0,582	2,5	Kaltdampf-AAS (Hg)
H015	0,532	-0,1			Kaltdampf-AAS (Hg)
H016			0,426	0,2	ICP-MS
H017	0,512	-0,3			Kaltdampf-AAS (Hg)
H018			0,410	-0,1	Kaltdampf-AFS (Hg)
H019	1,095	6,4			Kaltdampf-AAS (Hg)
H020			0,499	1,3	Kaltdampf-AAS (Hg)
H021	0,535	0,0			Kaltdampf-AAS (Hg)
H022			0,500	1,3	ICP-OES
H023	0,512	-0,3			Kaltdampf-AAS (Hg)
H024			0,695	4,2	Kaltdampf-AAS (Hg)
H025	0,570	0,4			Kaltdampf-AAS (Hg)
H026			0,360	-0,9	Kaltdampf-AFS (Hg)
H027	0,503	-0,4			Kaltdampf-AAS (Hg)
H028			0,445	0,5	Kaltdampf-AAS (Hg)

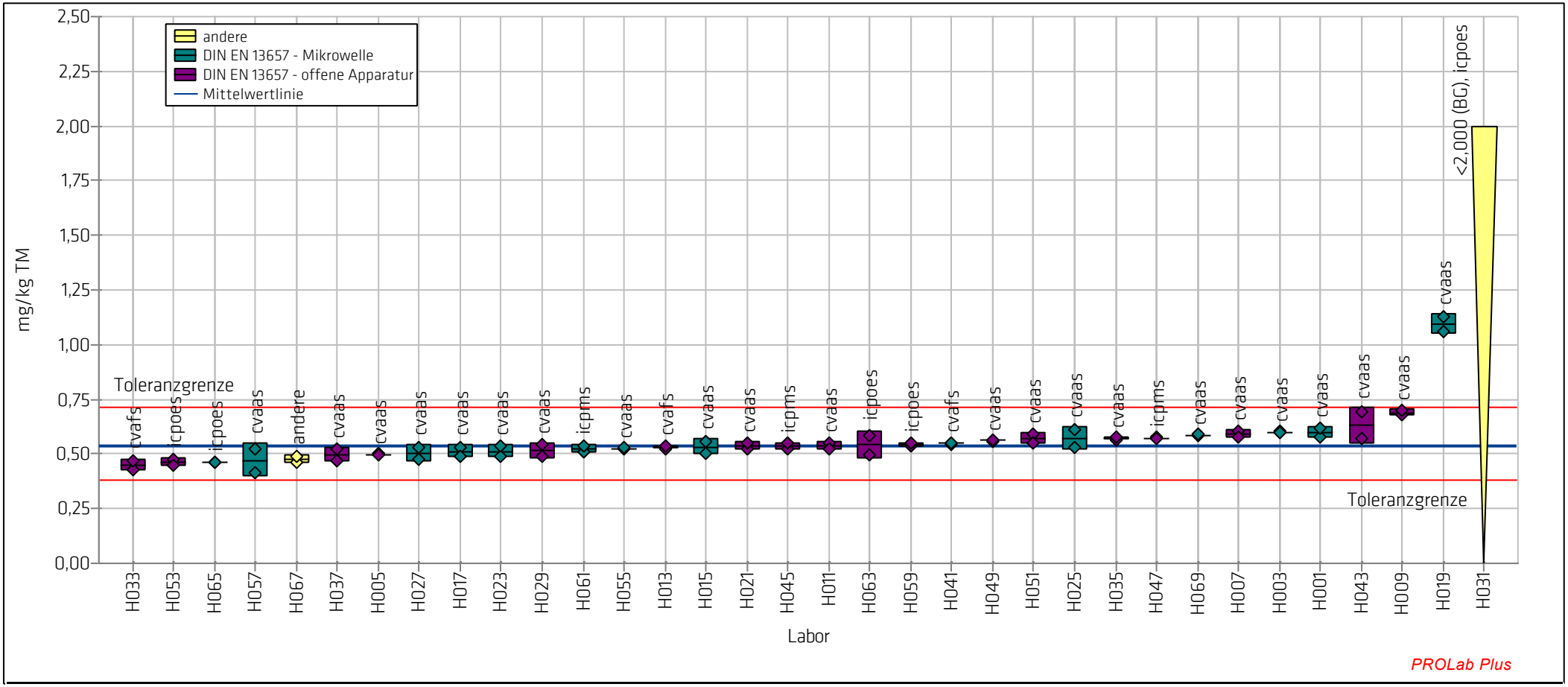
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Quecksilber

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H029	0,514	-0,3			Kaltdampf-AAS (Hg)
H030			0,439	0,4	ICP-MS
H031	< 2,000				ICP-OES
H032					ICP-MS
H033	0,450	-1,2			Kaltdampf-AFS (Hg)
H035	0,570	0,4			Kaltdampf-AAS (Hg)
H036			0,365	-0,8	Kaltdampf-AAS (Hg)
H037	0,495	-0,6			Kaltdampf-AAS (Hg)
H040			0,632	3,3	ICP-MS
H041	0,548	0,1			Kaltdampf-AFS (Hg)
H042			0,342	-1,2	Kaltdampf-AAS (Hg)
H043	0,630	1,1			Kaltdampf-AAS (Hg)
H044			0,424	0,2	Kaltdampf-AAS (Hg)
H045	0,536	0,0			ICP-MS
H047	0,574	0,4			ICP-MS
H048			0,399	-0,3	Kaltdampf-AAS (Hg)
H049	0,561	0,3			Kaltdampf-AAS (Hg)
H050			0,378	-0,6	ICP-OES
H051	0,569	0,4			Kaltdampf-AAS (Hg)
H052			0,364	-0,8	ICP-MS
H053	0,460	-1,0			ICP-OES
H054			0,485	1,1	ICP-OES
H055	0,526	-0,1			Kaltdampf-AAS (Hg)
H056			0,405	-0,1	Kaltdampf-AAS (Hg)
H057	0,471	-0,9			Kaltdampf-AAS (Hg)
H058			1,100	10,2	Kaltdampf-AAS (Hg)
H059	0,541	0,0			ICP-OES
H060			0,368	-0,8	Kaltdampf-AAS (Hg)
H061	0,525	-0,2			ICP-MS
H062			0,375	-0,7	ICP-MS
H063	0,541	0,0			ICP-OES
H064			0,377	-0,6	Kaltdampf-AAS (Hg)

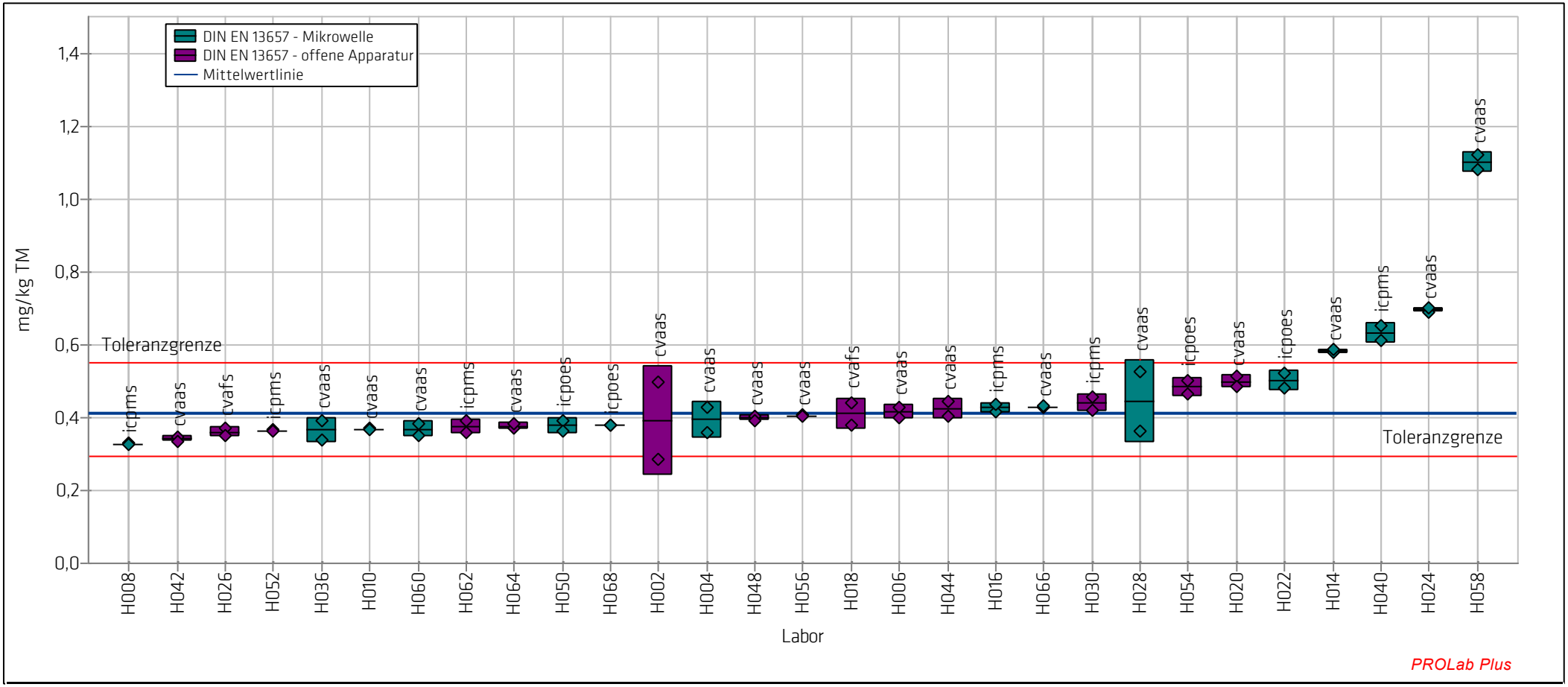
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Quecksilber

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H065	0,460	-1,0			ICP-OES
H066			0,429	0,2	Kaltdampf-AAS (Hg)
H067	0,477	-0,8			andere
H068			0,380	-0,6	ICP-OES
H069	0,587	0,6			Kaltdampf-AAS (Hg)
–	–	– –	–	– –	–
Statistische Methode	DIN38402 A45		DIN38402 A45		
Bewertung	|Zu|<=2,0		|Zu|<=2,0		
Sollwert [mg/kg]	0,537		0,413		
Mittelwert [mg/kg]	0,537		0,413		
Soll-Standardabweichung SRSoll [mg/kg]	0,081		0,062		
Vergleichstandardabweichung SR [mg/kg]	0,059		0,073		
Wiederholstandardabweichung Sr [mg/kg]	0,030		0,030		
relative Soll-Standardabweichung VRSoll	15,00 %		15,00 %		
relative Vergleichstandardabweichung VR	10,99 %		17,58 %		
relative Wiederholstandardabweichung Vr	5,66 %		7,24 %		
untere Toleranzgrenze	0,382		0,294		
obere Toleranzgrenze	0,716		0,551		
Anzahl der Labore mit quantitativen Werten	33		29		

Probe:	Altholz Probe 1	Merkmal:	Quecksilber
Mittelwert ± U(Mittelwert):	0,537 ± 0,019 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	5,66%
Sollwert:	0,537 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	10,99%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	15,00%
Anzahl Labore:	33	Toleranzbereich:	0,382 - 0,716 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Probe:	Altholz Probe 2	Merkmal:	Quecksilber
Mittelwert ± U(Mittelwert):	0,413 ± 0,026 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	7,24%
Sollwert:	0,413 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	17,58%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	15,00%
Anzahl Labore:	29	Toleranzbereich:	0,294 - 0,551 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



BAM

Zusammenfassung Labormittelwerte

Merkmal Blei

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
Einheit	mg/kg TM		mg/kg TM		
H001	36,750	0,8			ICP-OES
H002			19,540	-2,3	ICP-OES
H003	36,045	0,6			ICP-OES
H004			23,400	-0,7	ICP-MS
H005	32,387	-0,5			ICP-MS
H006			23,595	-0,6	ICP-OES
H007	30,875	-0,9			ICP-MS
H008			21,469	-1,5	ICP-MS
H009	32,660	-0,4			ICP-OES
H010			29,761	1,8	ICP-OES
H011	37,725	1,1			ICP-OES
H012			19,115	-2,5	ICP-OES
H013	33,740	0,0			ICP-OES
H014			26,860	0,7	ICP-OES
H015	32,750	-0,3			ICP-MS
H016			26,165	0,4	ICP-MS
H017	32,965	-0,3			ICP-OES
H018			28,850	1,4	ICP-OES
H019	79,900	12,9			ICP-MS
H020			28,255	1,2	ICP-OES
H021	35,050	0,3			ICP-OES
H022			35,500	3,9	ICP-OES
H023	29,885	-1,2			ICP-MS
H024			19,500	-2,3	ICP-OES
H025	28,435	-1,7			ICP-MS
H026			22,320	-1,2	ICP-MS
H027	35,655	0,5			ICP-OES

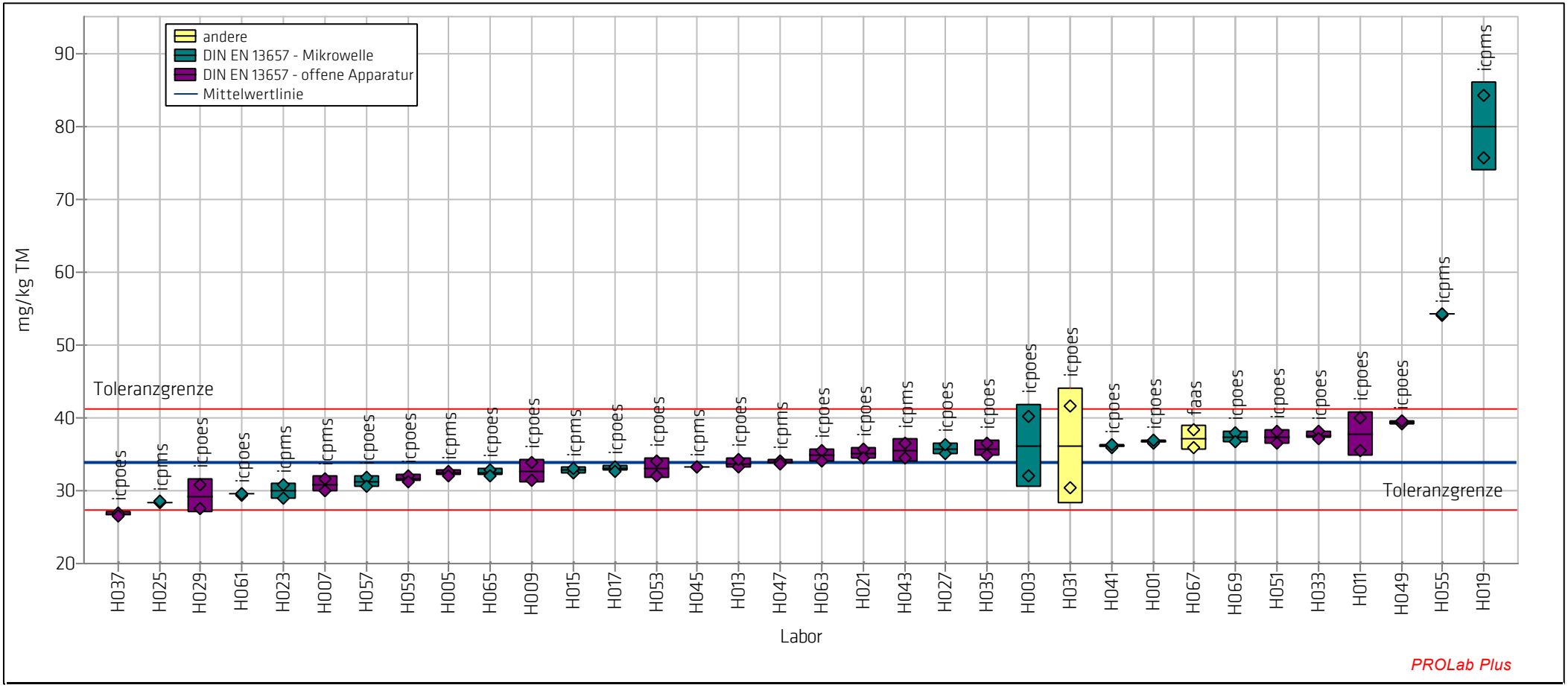
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Blei

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H028			31,235	2,3	ICP-OES
H029	29,250	-1,4			ICP-OES
H030			24,200	-0,4	ICP-MS
H031	36,050	0,6			ICP-OES
H032					ICP-MS
H033	37,625	1,0			ICP-OES
H034			22,815	-1,0	ICP-OES
H035	35,785	0,5			ICP-OES
H036			27,650	1,0	ICP-OES
H037	26,775	-2,2			ICP-OES
H040			30,350	2,0	ICP-OES
H041	36,140	0,6			ICP-OES
H042			20,202	-2,0	ICP-OES
H043	35,500	0,5			ICP-MS
H044			27,850	1,0	ICP-OES
H045	33,300	-0,2			ICP-MS
H047	33,900	0,0			ICP-MS
H048			24,935	-0,1	ICP-MS
H049	39,300	1,5			ICP-OES
H050			24,250	-0,4	ICP-OES
H051	37,350	1,0			ICP-OES
H052			21,813	-1,4	ICP-OES
H053	33,100	-0,2			ICP-OES
H054			23,955	-0,5	ICP-OES
H055	54,170	5,7			ICP-MS
H056			26,900	0,7	ICP-MS
H057	31,200	-0,8			ICP-OES
H058			26,725	0,6	ICP-OES
H059	31,650	-0,7			ICP-OES
H060			24,300	-0,3	ICP-OES
H061	29,500	-1,4			ICP-OES
H062			24,524	-0,2	ICP-MS

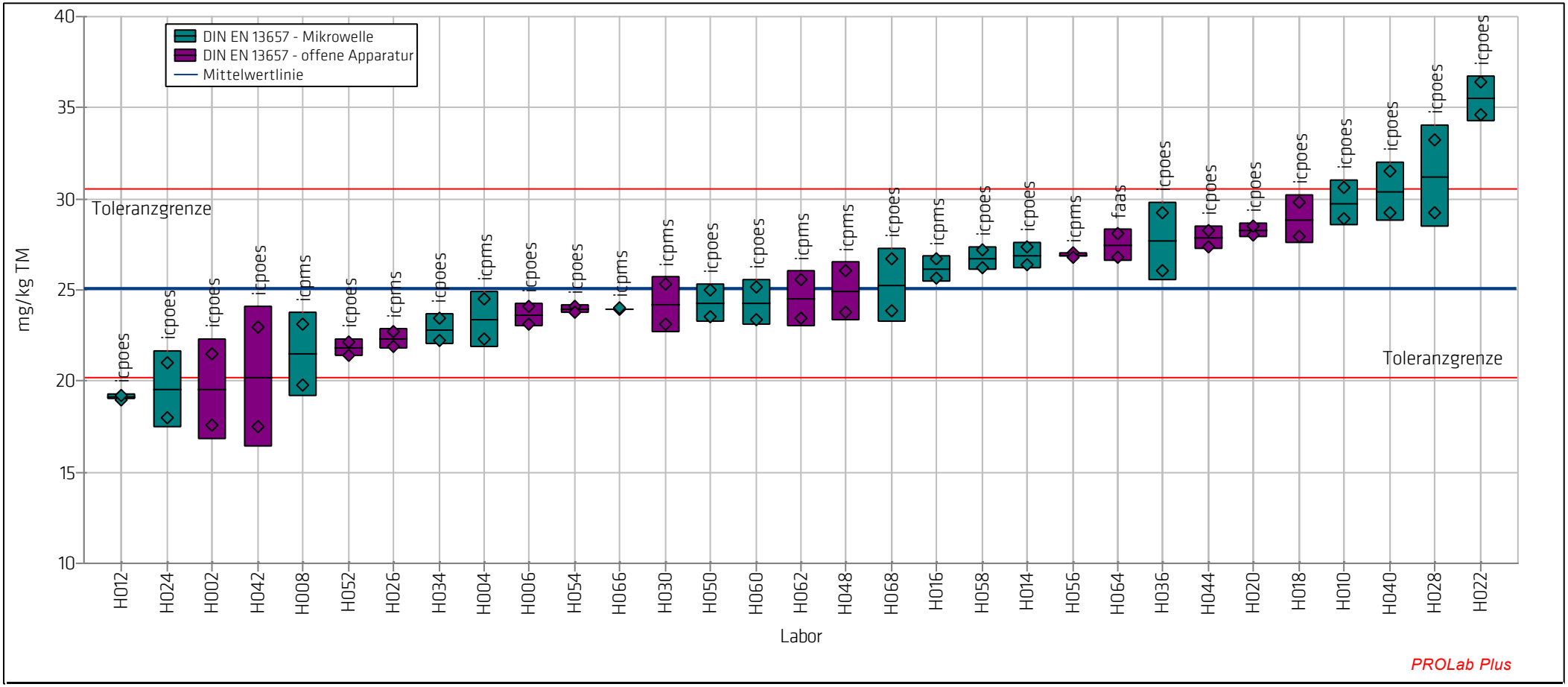
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Blei

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H063	34,805	0,3			ICP-OES
H064			27,450	0,9	Flammen-AAS
H065	32,500	-0,4			ICP-OES
H066			23,965	-0,5	ICP-MS
H067	37,143	0,9			Flammen-AAS
H068			25,280	0,1	ICP-OES
H069	37,260	0,9			ICP-OES
-	-	--	-	--	-
Statistische Methode	DIN38402 A45		DIN38402 A45		
Bewertung	|Zu|<=2,0		|Zu|<=2,0		
Sollwert [mg/kg]	33,874		25,093		
Mittelwert [mg/kg]	33,874		25,093		
Soll-Standardabweichung SRSoll [mg/kg]	3,387		2,509		
Vergleichstandardabweichung SR [mg/kg]	4,132		3,814		
Wiederholstandardabweichung Sr [mg/kg]	1,165		1,844		
relative Soll-Standardabweichung VRSoll	10,00 %		10,00 %		
relative Vergleichstandardabweichung VR	12,20 %		15,20 %		
relative Wiederholstandardabweichung Vr	3,44 %		7,35 %		
untere Toleranzgrenze	27,243		20,181		
obere Toleranzgrenze	41,201		30,521		
Anzahl der Labore mit quantitativen Werten	34		31		

Probe:	Altholz Probe 1	Merkmal:	Blei
Mittelwert ± U(Mittelwert):	33,874 ± 1,389 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	3,44%
Sollwert:	33,874 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	12,20%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	10,00%
Anzahl Labore:	34	Toleranzbereich:	27,243 - 41,201 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Probe:	Altholz Probe 2	Merkmal:	Blei
Mittelwert ± U(Mittelwert):	25,093 ± 1,287 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	7,35%
Sollwert:	25,093 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	15,20%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	10,00%
Anzahl Labore:	31	Toleranzbereich:	20,181 - 30,521 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Zusammenfassung Labormittelwerte

Merkmal Pentachlorphenol

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
Einheit	mg/kg TM		mg/kg TM		
H001	4,695	-0,5			GC/MS
H003	4,655	-0,5			GC/MS
H004			3,000	-1,4	GC/MS
H005	5,985	0,7			GC/MS
H006			3,195	-1,1	GC/ECD
H007	5,168	0,0			GC/MS
H009	5.014	-0.1			GC/MS
H010			3,805	-0,3	GC/MS
H011	4,545	-0,6			GC/MS
H012			3,650	-0,5	GC/MS
H013	2,925	-2,4			GC/ECD
H014			4,232	0,3	GC/MS
H015	0,491	-4,9			GC/MS
H016			3,838	-0,2	GC/MS
H017	5,245	0,1			GC/ECD
H018			3,995	0,0	GC/MS
H019	5,405	0,2			GC/ECD
H021	5,540	0,3			GC/MS
H022			3,470	-0,7	andere
H023	7,117	1,7			GC/ECD
H024			2,345	-2,2	GC/MS
H025	5,135	0,0			GC/MS
H026			4,327	0,4	GC/MS
H027	3,082	-2,2			GC/ECD
H028			3,895	-0,1	GC/ECD
H030			3,950	-0,1	GC/ECD
H031	3,390	-1,9			GC/MS

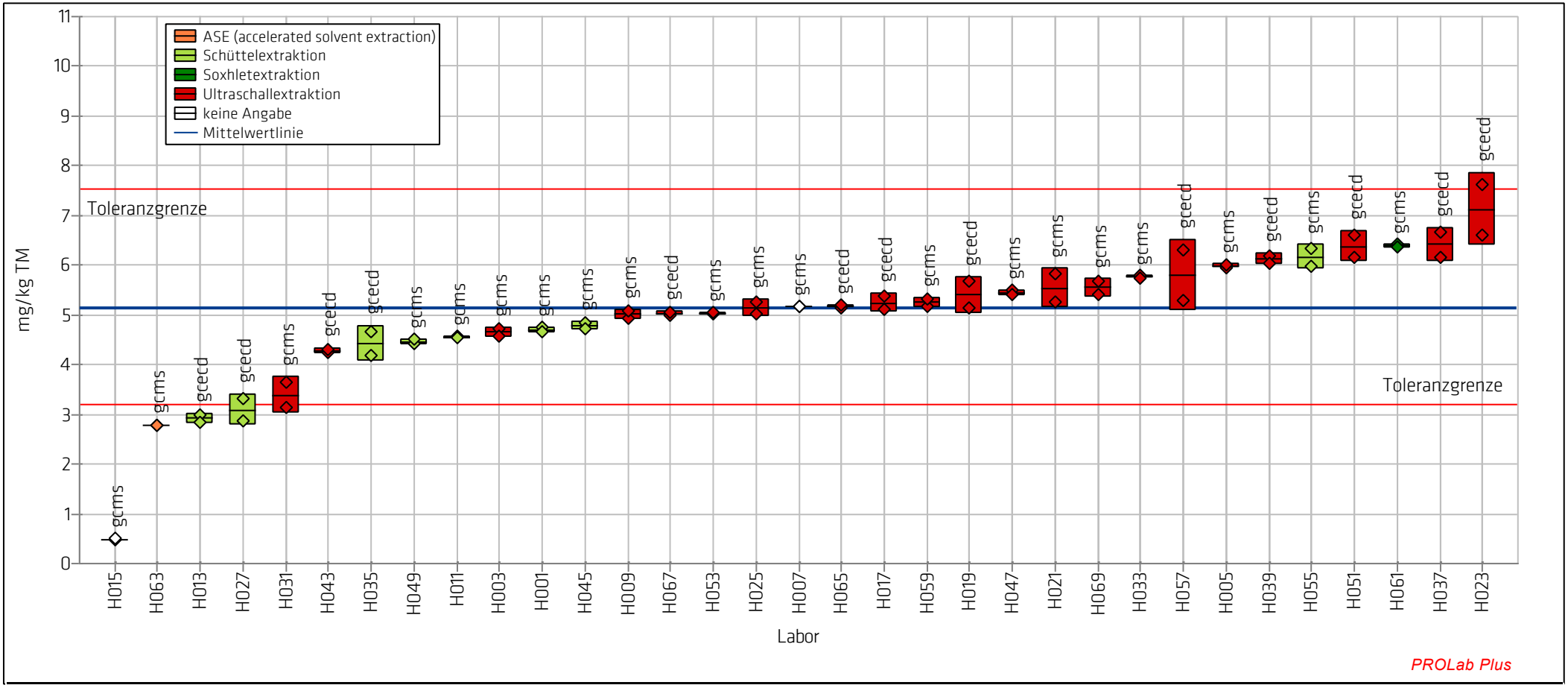
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Pentachlorphenol

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H032			2,355	-2,2	GC/MS
H033	5,770	0,5			GC/MS
H034			5,700	1,9	GC/ECD
H035	4,423	-0,8			GC/ECD
H036			4,720	0,8	GC/ECD
H037	6,415	1,1			GC/ECD
H038			3,565	-0,6	GC/MS
H039	6,115	0,8			GC/ECD
H040			3,386	-0,8	GC/ECD
H043	4,270	-0,9			GC/ECD
H044			3,788	-0,3	GC/MS
H045	4,780	-0,4			GC/MS
H046			5,610	1,8	GC/MS
H047	5,445	0,3			GC/MS
H048			3,491	-0,7	GC/MS
H049	4,455	-0,7			GC/MS
H050			3,810	-0,2	GC/MS
H051	6,375	1,1			GC/ECD
H052			3,750	-0,3	GC/ECD
H053	5,030	-0,1			GC/MS
H054			4,429	0,5	GC/MS
H055	6,160	0,9			GC/MS
H056			5,490	1,7	GC/MS
H057	5,800	0,6			GC/ECD
H058			5,475	1,7	GC/MS
H059	5,255	0,1			GC/MS
H060			3,330	-0,9	GC/MS
H061	6,390	1,1			GC/MS
H062			4,580	0,7	andere
H063	2,782	-2,5			GC/MS
H064			4,755	0,9	GC/ECD
H065	5,175	0,0			GC/ECD

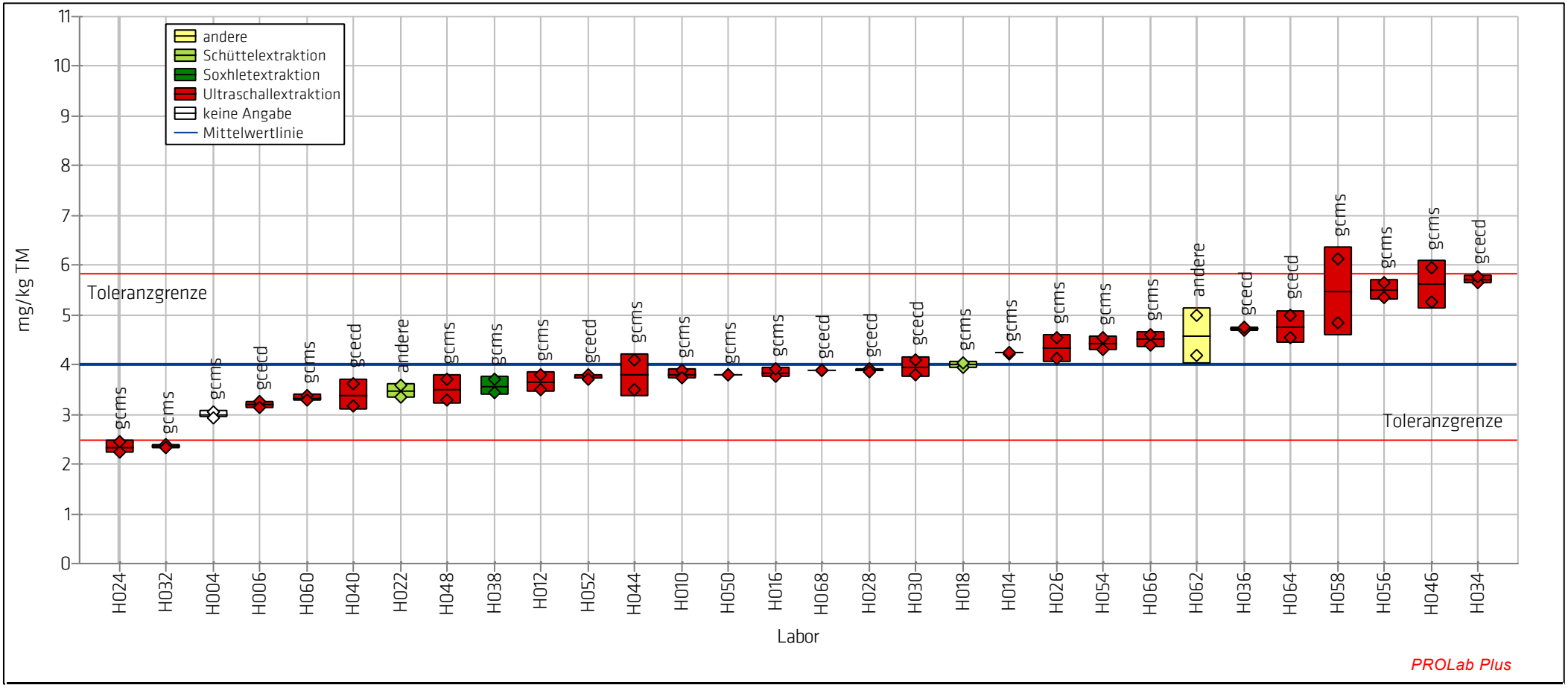
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Pentachlorphenol

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H066			4,500	0,6	GC/MS
H067	5,029	-0,1			GC/ECD
H068			3,890	-0,1	GC/ECD
H069	5,545	0,3			GC/MS
–	–	– –	–	– –	–
Statistische Methode	DIN38402 A45		DIN38402 A45		
Bewertung	|Zu|<=2,0		|Zu|<=2,0		
Sollwert [mg/kg]	5,155		3,991		
Mittelwert [mg/kg]	5,155		3,991		
Soll-Standardabweichung SRSoll [mg/kg]	1,031		0,798		
Vergleichstandardabweichung SR [mg/kg]	1,029		0,813		
Wiederholstandardabweichung Sr [mg/kg]	0,155		0,214		
relative Soll-Standardabweichung VRSoll	20,00 %		20,00 %		
relative Vergleichstandardabweichung VR	19,96 %		20,38 %		
relative Wiederholstandardabweichung Vr	3,01 %		5,35 %		
untere Toleranzgrenze	3,213		2,488		
obere Toleranzgrenze	7,526		5,827		
Anzahl der Labore mit quantitativen Werten	33		30		

Probe:	Altholz Probe 1	Merkmal:	Pentachlorphenol
Mittelwert ± U(Mittelwert):	5,155 ± 0,356 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	3,01%
Sollwert:	5,155 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	19,96%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	20,00%
Anzahl Labore:	33	Toleranzbereich:	3,213 - 7,526 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Probe:	Altholz Probe 2	Merkmal:	Pentachlorphenol
Mittelwert ± U(Mittelwert):	3,991 ± 0,292 mg/kg TM	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	5,35%
Sollwert:	3,991 mg/kg TM (empirischer Wert)	relative Vergleichstandardabweichung VR:	20,38%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Soll-Standardabweichung VRSoll:	20,00%
Anzahl Labore:	30	Toleranzbereich:	2,488 - 5,827 mg/kg TM (|Zu-Score| <= 2,0)



Zusammenfassung Labormittelwerte

Merkmal Feuchtegehalt

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
Einheit	%		%		
H001	5,950	-1,9			
H002			7,200	-0,1	
H003	7,600	0,3			
H004			7,535	0,4	
H005	6,012	-1,8			
H006			6,880	-0,6	
H007	6,890	-0,6			
H008			2,600	-7,2	
H009	6,465	-1,2			
H010			7,000	-0,4	
H011	7,450	0,1			
H012			7,485	0,3	
H013	8,000	0,7			
H014			7,380	0,2	
H015	7,430	0,1			
H016			7,700	0,6	
H017	7,705	0,4			
H018			7,615	0,5	
H019	7,130	-0,3			
H020			8,195	1,3	
H021	7,150	-0,3			
H022			7,450	0,3	
H023	6,600	-1,0			
H024			7,410	0,2	
H025	8,055	0,8			
H026			7,075	-0,3	
H027	7,065	-0,4			

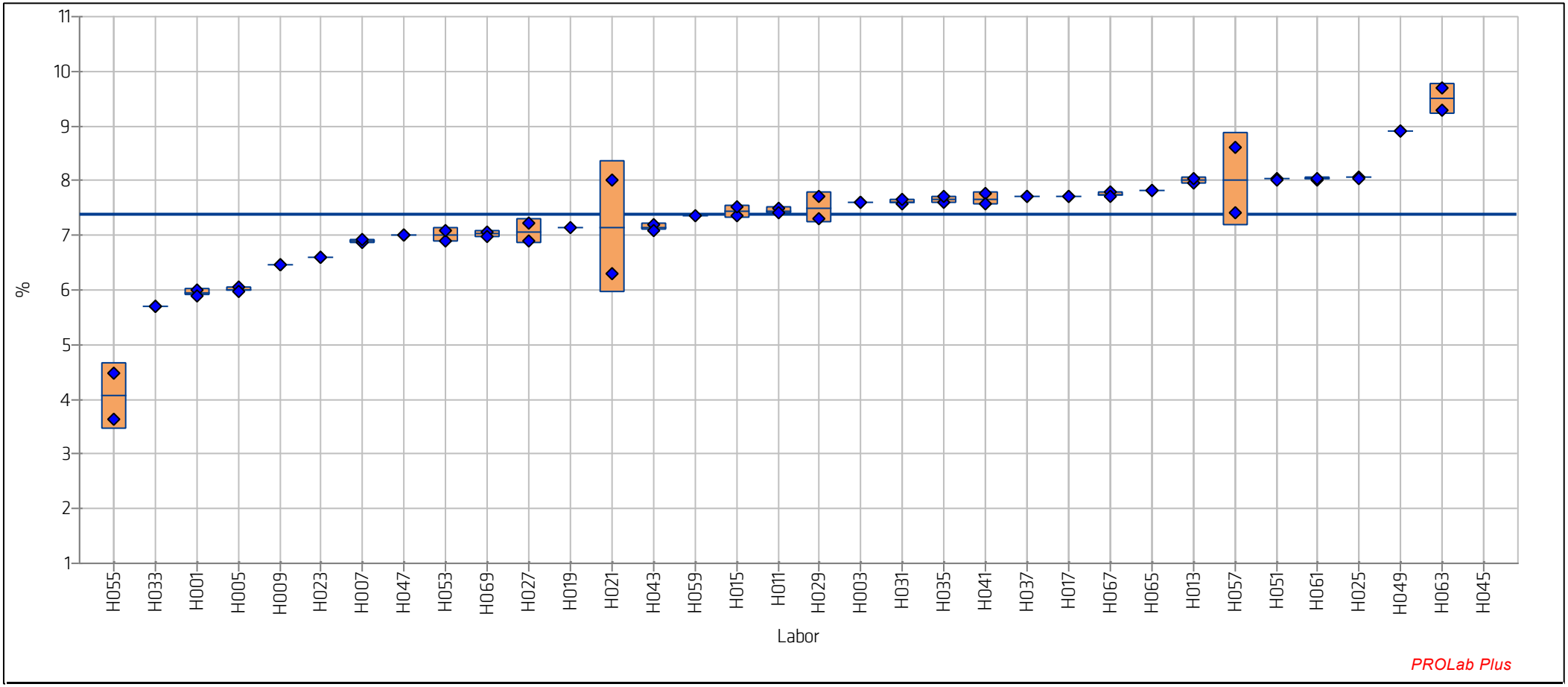
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Feuchtegehalt

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H028			7,600	0,5	
H029	7,500	0,1			
H030			7,630	0,5	
H031	7,615	0,3			
H032			6,500	-1,2	
H033	5,700	-2,2			
H034			7,610	0,5	
H035	7,650	0,3			
H036			7,755	0,7	
H037	7,700	0,4			
H038			6,400	-1,3	
H040			6,200	-1,6	
H041	7,670	0,3			
H042			6,693	-0,9	
H043	7,150	-0,3			
H044			7,100	-0,2	
H045	12,700	6,2			
H046			6,600	-1,0	
H047	7,000	-0,5			
H048			4,700	-3,9	
H049	8,900	1,8			
H050			7,360	0,2	
H051	8,025	0,8			
H052			7,905	0,9	
H053	7,000	-0,5			
H054			7,920	0,9	
H055	4,060	-4,4			
H056			8,115	1,2	
H057	8,020	0,7			
H058			4,650	-4,0	
H059	7,360	0,0			
H060			6,600	-1,0	

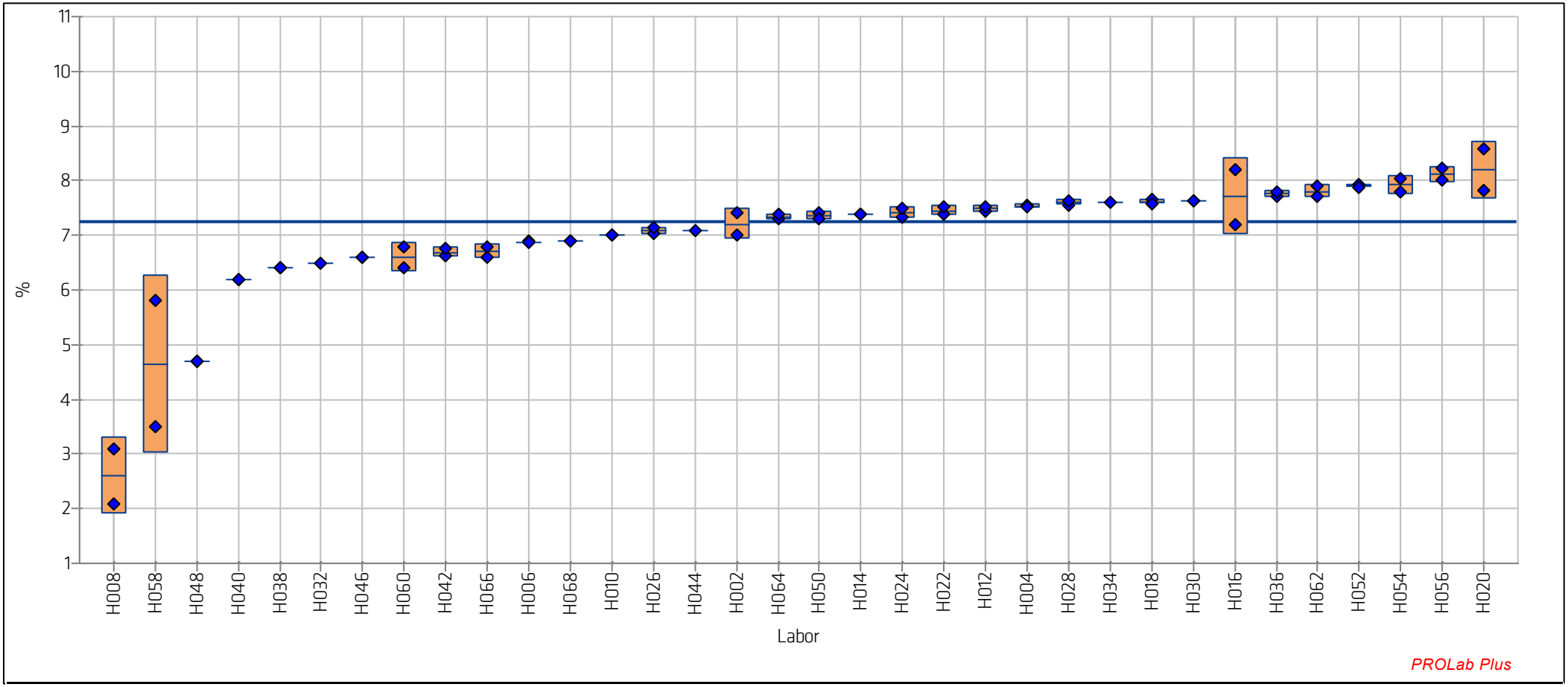
Altholz (LÜRV 2020) Merkmal Feuchtegehalt

Labor	HOLZ1	Zu-Score	HOLZ2	Zu-Score	Analysemethoden
H061	8,030	0,8			
H062			7,805	0,8	
H063	9,500	2,5			
H064			7,340	0,1	
H065	7,815	0,5			
H066			6,700	-0,9	
H067	7,750	0,4			
H068			6,900	-0,5	
H069	7,025	-0,5			
–	–	– –	–	– –	–
Statistische Methode	DIN38402 A45		DIN38402 A45		
Bewertung	|Zu|<=2,0		|Zu|<=2,0		
Sollwert [mg/kg]	7,384		7,251		
Mittelwert [mg/kg]	7,384		7,251		
Soll-Standardabweichung SRSoll [mg/kg]	0,803		0,676		
Vergleichstandardabweichung SR [mg/kg]	0,803		0,676		
Wiederholstandardabweichung Sr [mg/kg]	0,080		0,112		
relative Soll-Standardabweichung VRSoll	10,87 %		9,32 %		
relative Vergleichstandardabweichung VR	10,87 %		9,32 %		
relative Wiederholstandardabweichung Vr	1,08 %		1,54 %		
untere Toleranzgrenze	5,818		5,924		
obere Toleranzgrenze	9,129		8,706		
Anzahl der Labore mit quantitativen Werten	34		34		

Probe:	Altholz Probe 1	Merkmal:	Feuchtegehalt
Mittelwert ± U(Mittelwert):	7,384 ± 0,275 %	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	1,08%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Vergleichstandardabweichung VR:	10,87%
Anzahl Labore:	34		



Probe:	Altholz Probe 2	Merkmal:	Feuchtegehalt
Mittelwert ± U(Mittelwert):	7,251 ± 0,230 %	relative Wiederholstandardabweichung Vr:	1,54%
Statistische Methode:	DIN 38402 A45	relative Vergleichstandardabweichung VR:	9,32%
Anzahl Labore:	34		



BAM

Anhang C: Zertifikat/Bescheinigung mit Anlage (Muster)

Das Prüflaboratorium:

Firma 1
Firma 2
Firma 3
Strasse Nr.
Postleitzahl Ort

Teilnehmer-Nr:

Hxyz

hat am Ringversuch:

"Altholz" (LÜRV 2020) der
Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung (BAM)

- veranstaltet am 30. September 2020 -

im Untersuchungsbereich

UB 6.2 (Metalle)

Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und
Quecksilber aus dem Königswasseraufschluss

erfolgreich teilgenommen

Muster

Der Umfang der Parameter des Ringversuches ergibt sich aus der Anlage.

Berlin, den 16.11.2020

im Auftrag

R. Becker

Dr. R. Becker
Ringversuchsleiter

Das Prüflaboratorium:

Firma 1
Firma 2
Firma 3
Straße Nr.
Postleitzahl Ort

Teilnehmer-Nr:

Hxyz

hat am Ringversuch:

"Altholz" (LÜRV 2020) der
Bundesanstalt für Materialforschung
und -prüfung (BAM)

- veranstaltet am 30. September 2020 -

im Untersuchungsbereich

UB 6.2 (Metalle)

Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und
Quecksilber aus dem Königswasseraufschluss

ohne Erfolg teilgenommen

Muster

Der Umfang der Parameter des Ringversuches ergibt sich aus der Anlage.

Berlin, den 16.11.2020

im Auftrag

R. Becker

Dr. R. Becker
Ringversuchsleiter

Anlage zum Zertifikat / zur Bescheinigung über die Teilnahme am
Ringversuch "Altholz" (LÜRV2020), veranstaltet am 30.September 2020

für das Laboratorium:

Firma 1
Firma 2
Firma 3
Straße Nr.
Postleitzahl Ort

Ringversuchs-TeilnehmerNr.: Hxyz

Altholz Probe 1

Bezeichnung	Einheit	Sollwert	Labormittelwert	SRSoll	Zu-Score
Pentachlorphenol	mg/kg	5,155	7,117	1,031	1,7
Arsen	mg/kg	20,715	16,809	3,107	-1,3
Cadmium	mg/kg	2,814	2,451	0,338	-1,1
Chrom	mg/kg	59,997	51,680	6,000	-1,5
Kupfer	mg/kg	37,135	34,195	3,713	-0,8
Quecksilber	mg/kg	0,537	0,512	0,081	-0,3
Blei	mg/kg	33,874	29,885	3,387	-1,2
Feuchtegehalt (nb)	%	7,384	6,600		

Muster

Sollwert: robuster Mittelwert des Ringversuchs (DIN 38402-A 45)
SRSoll: Sollwert für die Vergleichstandardabweichung
Zu-Score: Korrigierter Z-Score (Erläuterung im Bericht)
(nb): nicht bewertet
UB 6.2 (Metalle): Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer und Quecksilber aus dem Königswasseraufschluss
UB 6.4 (Organische Parameter): Pentachlorphenol
Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen mind. 80% der Parameter des jeweiligen Untersuchungsbereichs erfolgreich bestimmt werden, d. h. die übermittelten Gehalte müssen wie folgt in den Toleranzgrenzen (|Zu| = 2,0) liegen: UB 6.2: 5 der 6 Parameter; UB 6.4: der Parameter PCP