

Auswertung des LÜRV B15 „Chlorophyll im Oberflächenwasser“ April 2024

- Anlagen:
- Parameterangaben (Toleranzgrenzen und Sollwerte)
 - Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichungen
 - Zusammenfassung der Labormittelwerte
 - Grafische Darstellung der Ergebnisse (Einzeldarstellungen je Parameter und Niveau)
 - Grafiken der z_u -Scores aller Teilnehmer

Der Ringversuch wurde vom LAWA-Arbeitskreis als länderübergreifender Ringversuch konzipiert und bundesweit durch Sachsen ausgerichtet. Die Bedingungen zur Probenherstellung, Auswertung und Bewertung wurden vorab zwischen den Bundesländern abgestimmt. Die Parameter Chlorophyll-a und Phaeophytin sind Bestandteil des Fachmoduls Wasser Teilbereich 9.2.

Methodik

Nach Fachmodul Wasser ist die DIN 38412-L16 Grundlage für die Notifizierung von Chlorophyll in Oberflächenwasser.

Zur Präzisierung dieser Norm wurden wie bei den letzten LÜRVen folgende Vorgaben gemacht:

- Es sind zur Filtration der Wasserproben zwingend Glasfaserfilter (nach Punkt 6.6 der Norm) einzusetzen.
- Schnellanalysen mit einer Extraktionsdauer < 6 Stunden sind nicht zulässig.
- Der vorgeschriebenen Ansäuerungsschritt: 0,3 ml 2 molare HCl je 100 ml ist präzise einzuhalten.
- Die Analyse ist unter Vermeidung von Lichteinstrahlung durchzuführen.
- Eine Trübungskorrektur ist entsprechend Punkt 7 DIN 384012-L16 durchzuführen.
- Die Filtration der Proben muss am 24.04.2024 erfolgen.

Die DIN 38412-L16 wurde 2019 durch die DIN 38409-H60 ersetzt, jedoch noch nicht in das Fachmodul Wasser aufgenommen. Da alle Vorgaben zur Präzisierung der DIN 38412-L16 Bestandteil der DIN 38409-H 60 sind, wurden beide Verfahren für den Ringversuch zugelassen.

Als Matrix wurde Elbwasser mit natürlichem Phytoplanktongehalt verwendet. Die Probe wurde am 18.04.2024 entnommen und zur Abtrennung grober Bestandteile vorfiltriert.

Probe F wurde unverdünnt abgefüllt, die Proben A-E wurden durch Verdünnung mit chlorophyll-freiem Wasser hergestellt, das aus dem Elbwasser durch Filtration (1 μ m) hergestellt wurde.

Alle Proben wurden sofort nach Herstellung und Abfüllung dunkel bei 2-5 °C gelagert und gekühlt verschickt.

Auswertung

Der Ringversuch wurde auf Grundlage der DIN 38402-45 nach der robusten Q-Methode unter Einbeziehung des Hampel-Schätzers ausgewertet. [1] [2]

Mittels Q-Methode wurden die Vergleichsstandardabweichungen berechnet.

Der Hampel-Schätzer dient zur Berechnung des Mittelwertes (zugewiesener Wert).

Für die Berechnung des Mittelwertes und der Vergleichsstandardabweichung wurden nur die Ergebnisse berücksichtigt, bei denen folgende Bedingungen eingehalten worden sind:

- Analysenverfahren DIN 38412-L16; 1985-12 oder
- Analysenverfahren DIN 38409-H60; 2019-12 bzw. Anhang A für Phaeophytin
- Filtrationsdatum 24.04.2024
- Ergebnisabgabe bis 13.05.2024
- Werte größer Bestimmungsgrenze

Der aus diesen zugelassenen Ergebnissen berechnete Mittelwert wurde als Sollwert definiert.

Für die mittels Varianzfunktion berechnete Vergleichsstandardabweichung (Standardabweichung zur Eignungsbeurteilung σ_{pt}) wurden Ober- und Untergrenzen festgelegt. Die berechneten Vergleichsstandardabweichungen wurden auf die festgelegte Grenze angehoben, wenn sie unterhalb der festgelegten Untergrenze lagen.

In der Anlage „Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichungen“ werden die robust berechnete relative Vergleichsstandardabweichung, die relative Soll-Vergleichsstandardabweichung und deren Limitierung für Chlorophyll und Phaeophytin je Probe dargestellt.

Zur Bewertung der Laboratorien wurden die Toleranzgrenzen mit Hilfe der z_u -Scores ermittelt. In diese Berechnung gehen der zugewiesene Wert x_{pt} und die Standardabweichung für die Eignungsbeurteilung σ_{pt} ein.

Diese Daten werden in der Anlage Parameterangaben zusammengefasst dargestellt:

- die festgelegten Ober- und Untergrenzen der Vergleichsstandardabweichung (RSTDMax, RSTDMin)
- die berechnete Vergleichsstandardabweichung (rel. STD)
- die zur Auswertung verwendete Vergleichsstandardabweichung (Rel. Soll-STD).

Für diesen Ringversuch meldeten sich 74 Labore an.

Auswertung alternativer Analysenverfahren

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse von den Teilnehmern, die alternative Analysenverfahren eingesetzt haben. Allgemeine Aussagen sind bei der geringen Anzahl nicht möglich.

Tabelle 1: Zusammenfassung der Analysenergebnisse nicht zugelassener Bestimmungsmethoden

Einheit: $\mu\text{g/l}$ Chlorophyll-a		A	B	C	D	E	F
		Sollwert und Toleranzen auf der Basis zugelassener Messwerte					
	obere Toleranzgrenze	17,14	14,42	72,73	84,65	134,43	152,08
	untere Toleranzgrenze	10,28	8,46	48,09	55,97	88,89	100,56
	Sollwert	13,50	11,24	59,79	69,59	110,5	125,03
Labor	Methode	Messwerte					
4	HPLC	14,6		62,1			125
10	HPLC	11,7		65,3		110	
24A	HPLC *		10,6	59			128,2
45	HPLC		10,7		66,7		114
43	Anderes Verfahren *	10,1			76,4	114	
21	Chlorophyll-Sonde		9,04		39,5		66
74	Chlorophyll-Sonde	8,12		34,65		62,9	

* Phaeophytin analog inner- oder außerhalb der Toleranzgrenzen

Bewertung

Die erfolgreiche Teilnahme wird für einen Parameter bestätigt, wenn zwei von drei Werten innerhalb der Toleranzgrenzen liegen und die Vorgaben der Rahmenbedingungen eingehalten worden sind. Werte mit $|z_u| > 2$ sowie Werte, die nicht die Vorgaben der Rahmenbedingungen erfüllen, wurden als falsch bewertet.

Für alle anderen Werte wurden die z_u -Scores auf Grundlage des berechneten Sollwertes und der Soll-Standardabweichung ermittelt. Mit Hilfe der Einzeldarstellungen aller z_u -Scores in der Anlage zum Zertifikat kann der Leistungsumfang für die analysierten Parameter unabhängig von der Einhaltung der LÜRV-Rahmenbedingungen nachgewiesen werden.

Analysenmethodenspezifische Auswertung

46 Labore wendeten die gültige DIN 38409-H60 an und 23 Labore die DIN 38412-L16.

Tabelle 2: Vergleich der mit beiden Methoden ermittelten Analysenergebnisse für Chlorophyll

	Robuster Mittelwert [$\mu\text{g/l}$]		Rel. Vergleichsstandardabweichung [%]		Anzahl Werte außerhalb Toleranzgrenzen	
	H60	L16	H60	L16	H60	L16
Probe A	13,5	12,9	10,3	19,6	1	3
Probe B	11,4	10,6	10,4	18,8	1	2
Probe C	59,3	60,6	8,3	7,2	1	1
Probe D	69,8	61,5	7,8	23,8	0	3
Probe E	109,2	112,8	8,9	8,7	2	2
Probe F	125,8	122,6	5,4	9,8	0	2

Tabelle 3: Vergleich der mit beiden Methoden ermittelten Analysenergebnisse für Phaeophytin

	Robuster Mittelwert [$\mu\text{g/l}$]		Rel. Vergleichsstandardabweichung [%]		Anzahl Werte außerhalb Toleranzgrenzen	
	H60	L16	H60	L16	H60	L16
Probe A	5,9	5,4	20,8	40,8	0	1
Probe B	5,3	5,2	23,7	24,6	1	0
Probe C	25,3	23,6	8,8	24,6	1	3
Probe D	28,8	28,6	12,1	18,7	1	2
Probe E	40,5	38,1	12,5	19,8	2	2
Probe F	48,7	44,1	8,9	20,9	0	2

Beide Methoden liefern für Chlorophyll gleichwertige Ergebnisse, d.h. es gibt keinen signifikanten Unterschied bei den jeweils berechneten robusten Mittelwerten (Gleichwertigkeitsprüfung mit dem Ringversuchsprogramm ProLab; Signifikanzniveau 5%, max. tolerierte theoretische Abweichung 15% [3]). Für den Parameter Phaeophytin ist aufgrund der hohen Vergleichsstandardabweichung bei DIN 38412-L16 keine Aussage zur Gleichwertigkeit möglich.

Aus der methodenspezifischen Auswertung wird erneut deutlich, dass die Überarbeitung der Chlorophyll-Norm zu einer höheren Qualität der Chlorophyllanalytik führt. Bei Anwendung der DIN 38409-H60 sind die relativen Vergleichsstandardabweichungen bei 10 von 12 Proben-Parameter-Kombinationen niedriger als bei der DIN 38412-L16. Auch die deutlich geringere Anzahl von Messwerten außerhalb der Toleranzgrenzen ist ein Indiz dafür.

Fazit

Mit diesem Ringversuch bestätigt sich der Trend zur Verringerung der Vergleichsstandardabweichung (Abb. 1).

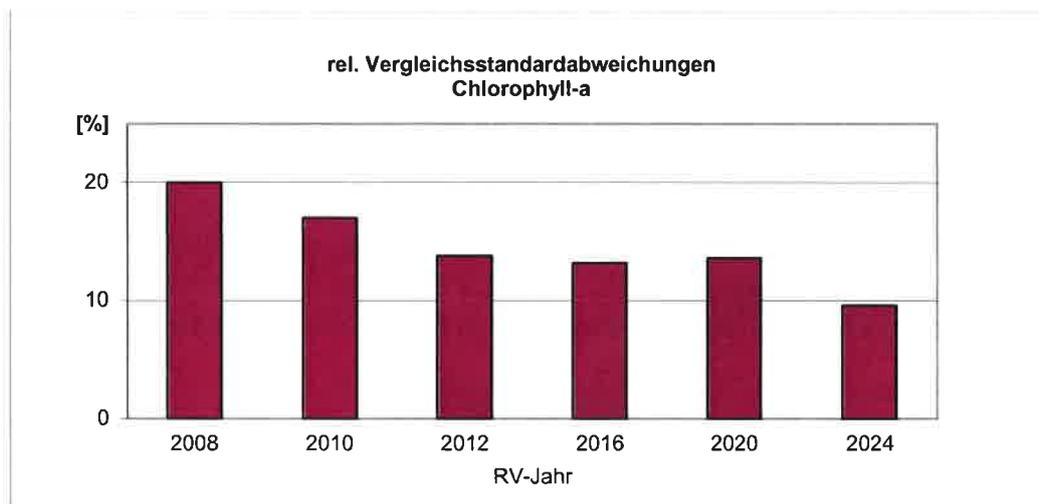


Abb. 1: Entwicklung der rel. Vergleichsstandardabweichungen für den Parameter Chlorophyll-a bei den letzten 6 Ringversuchen

Sehr wahrscheinlich ergibt sich diese Verringerung durch die mehrheitliche Anwendung der DIN 38409-H60, die genau definierte Randbedingungen für die Durchführung der Analytik vorgibt.

Insgesamt lässt sich einschätzen, dass es eine große Zahl von Laboren gibt, die mit dem Verfahren DIN 38409-H60 und nach DIN 38412-L16 mit Vorgabe genau definierter Randbedingungen für die Durchführung der Analytik gut reproduzierbare Ergebnisse erzielen.

Unter Anwendung beider Normen (ohne Berücksichtigung der weiteren Gültigkeitsbedingungen von Seite 1) haben 92% der Teilnehmer Chlorophyll und 94% der Teilnehmer Phaeophytin erfolgreich bestimmt.

A. Simon

A. Simon
Ringversuchsleiterin

Literatur

[1] DIN 38402-45; 2014-06: Ringversuche zur Eignungsprüfung von Laboratorien (A 45)

[2] AQS-Merkblätter für die Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Merkblatt A 3
Herausg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 19. Lieferung, 2013

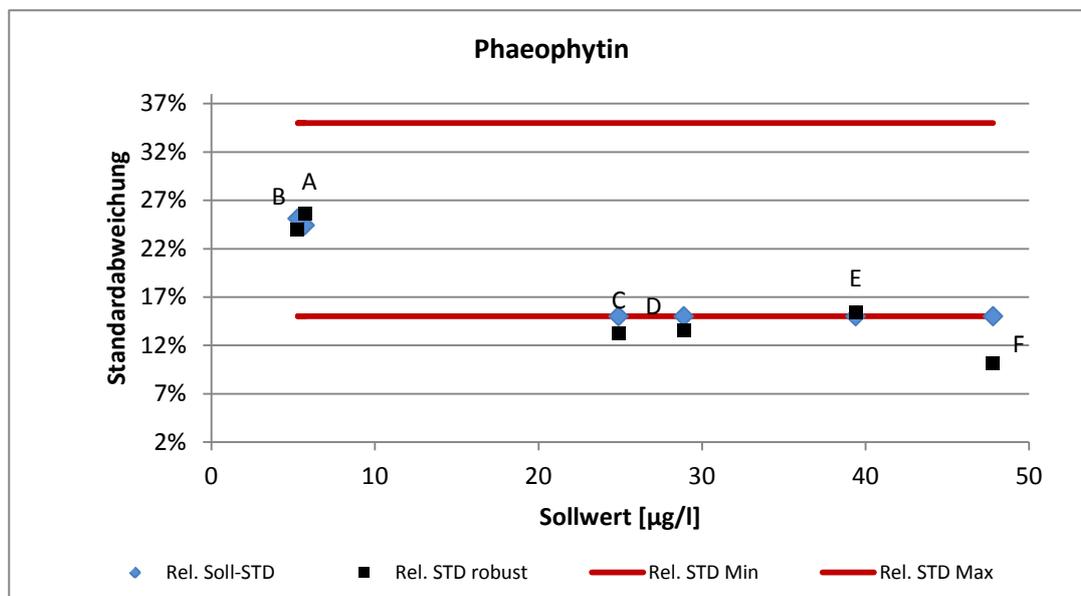
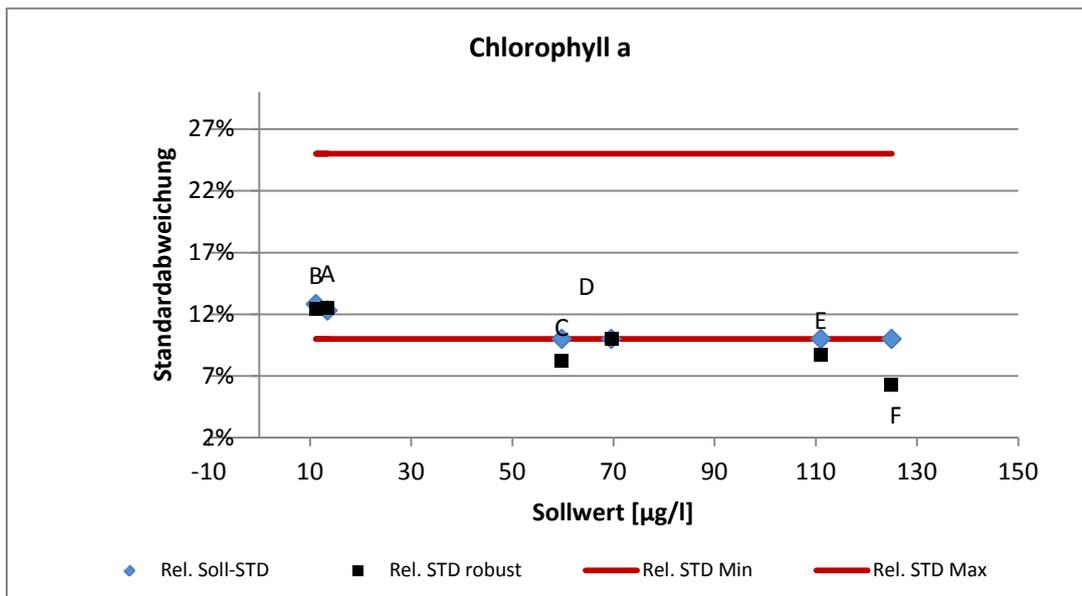
[3] Dr. Steffen Uhlig: Statistische Modellierung von Gleichwertigkeitsuntersuchungen auf der Basis von Ringversuchsdaten; Quo data Gesellschaft für Qualitätsmanagement und Statistik mbH Dresden 2014

LÜRV B15 Chlorophyll in Oberflächenwasser

Parameterangaben

Probe	Parameter	Einheit	Sollwert	Toleranz unten	Toleranz oben	Rel. STD Min [%]	Rel. STD Max [%]	Rel. STD robust [%]	Rel. STD Varianzfkt [%]	Rel. Soll-STD [%]
A	Chlorophyll-a	µg/l	13,50	10,28	17,14	10	25	12,5	12,3	12,3
B	Chlorophyll-a	µg/l	11,24	8,46	14,42	10	25	12,4	12,8	12,8
C	Chlorophyll-a	µg/l	59,79	48,09	72,73	10	25	8,2	8,8	10,0
D	Chlorophyll-a	µg/l	69,59	55,97	84,65	10	25	10,0	8,5	10,0
E	Chlorophyll-a	µg/l	110,52	88,89	134,43	10	25	8,7	7,7	10,0
F	Chlorophyll-a	µg/l	125,03	100,56	152,08	10	25	6,3	7,5	10,0
A	Phaeophytin	µg/l	5,71	3,12	9,00	15	35	25,6	24,4	24,4
B	Phaeophytin	µg/l	5,28	2,83	8,43	15	35	24,0	25,1	25,1
C	Phaeophytin	µg/l	24,87	17,71	33,18	15	35	13,2	14,5	15,0
D	Phaeophytin	µg/l	28,92	20,60	38,58	15	35	13,5	13,7	15,0
E	Phaeophytin	µg/l	39,42	28,08	52,60	15	35	15,4	12,3	15,0
F	Phaeophytin	µg/l	47,76	34,02	63,72	15	35	10,1	11,5	15,0

Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichungen



Zusammenfassung der Labormessergebnisse

(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

E: Laborwert außerhalb Toleranzbereich

	Chlorophyll-a	Phaeophytin
Einheit	µg/l	µg/l
002	14,00	6,25
003	13,10	8,60
006	14,00	5,10
008	13,90	6,49
009	11,80	5,26
012	9,90 E	8,90
016	14,80	5,40
018	12,70	6,80
020	13,70	5,30
029	12,50	6,00
030	13,00	6,30
031	12,90	5,40
033	15,10	4,20
034	14,80	4,40
035	7,10 E	5,00
040	6,30 E	4,00
043	10,10 E	13,60 E
044	13,00	6,50
046	14,50	5,90
048	12,00	5,70
049	15,90	2,97 E
051	15,62	3,14
053	14,80	5,00
056	15,60	4,11
057	12,70	5,50
058	11,90	5,56
060	14,20	5,20
062	13,00	5,30
063	13,10	6,85
064	14,70	7,40
071	12,50	7,00
072	14,50	8,21
073	13,70	5,95
-	--	--
Statistische Methode	DIN38402 A45	DIN38402 A45
Bewertung	Zu ≤2,0	Zu ≤2,0
Sollwert	13,50	5,71
Rel. Soll-Stdabw.	12,31 %	24,38 %
unt. Toleranzgr.	10,28	3,12
ob. Toleranzgr.	17,14	9,00
Anzahl Einzelwerte	33	33

Zusammenfassung der Labormessergebnisse

(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

E: Laborwert außerhalb Toleranzbereich

	Chlorophyll-a	Phaeophytin
Einheit	µg/l	µg/l
005	10,90	5,60
007	14,40	
013	10,70	4,90
014	10,50	6,00
015	10,70	5,89
017	9,89	6,46
019	7,70 E	6,40
022	11,50	7,00
023	12,70	4,43
025	9,72	5,59
026	11,00	5,55
027	12,60	1,40 E
032	11,80	4,49
037	11,30	5,80
038	11,30	5,60
039	12,40	5,70
041	12,00	5,70
042	11,00	5,30
047	12,30	3,37
050	11,60	3,70
052	10,70	2,87
054	10,70	4,50
055	10,60	5,00
059	11,40	6,00
061	13,80	8,05
065	11,00	5,10
067	11,57	5,89
068	37,40 E	16,70 E
069	19,70 E	6,36
070	8,90	3,60
-	--	--
Statistische Methode	DIN38402 A45	DIN38402 A45
Bewertung	Zu ≤2,0	Zu ≤2,0
Sollwert	11,24	5,28
Rel. Soll-Stdabw.	12,82 %	25,05 %
unt. Toleranzgr.	8,46	2,83
ob. Toleranzgr.	14,42	8,43
Anzahl Einzelwerte	30	29

Zusammenfassung der Labormessergebnisse

(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

E: Laborwert außerhalb Toleranzbereich

	Chlorophyll-a	Phaeophytin
Einheit	µg/l	µg/l
002	60,80	26,40
003	59,30	27,40
006	60,80	24,00
007	76,10 E	
013	62,70	24,70
014	59,00	27,00
019	62,80	24,30
020	60,40	25,10
022	63,40	26,20
023	59,80	27,20
026	56,10	28,30
029	57,00	24,80
030	58,30	24,40
031	57,80	25,40
033	65,40	20,30
039	56,90	26,40
042	65,70	29,10
044	58,50	29,50
047	60,10	22,60
048	52,50	25,70
049	68,50	11,50 E
050	56,80	17,70 E
051	61,67	22,24
053	61,20	16,90 E
055	53,60	23,00
056	64,30	22,80
057	60,80	17,70 E
061	63,40	23,80
062	56,00	25,00
068	52,60	23,90
069	98,30 E	31,70
071	57,70	27,50
073	55,50	25,50
-	--	--
Statistische Methode	DIN38402 A45	DIN38402 A45
Bewertung	Zu ≤2,0	Zu ≤2,0
Sollwert	59,79	24,87
Rel. Soll-Stdabw.	10,00 %	15,00 %
unt. Toleranzgr.	48,09	17,71
ob. Toleranzgr.	72,73	33,18
Anzahl Einzelwerte	33	32

Zusammenfassung der Labormessergebnisse

(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

E: Laborwert außerhalb Toleranzbereich

	Chlorophyll-a	Phaeophytin
Einheit	µg/l	µg/l
005	66,80	29,70
008	73,20	30,30
009	63,60	23,40
012	65,50	32,10
015	63,90	30,50
016	76,40	30,60
017	67,00	31,90
018	71,20	34,60
025	50,50 E	28,20
027	77,00	19,40 E
032	76,10	26,80
034	71,00	30,00
035	25,50 E	28,20
037	72,90	35,80
038	73,40	27,10
040	32,00 E	19,70 E
041	67,50	24,90
043	76,40	32,40
046	73,10	29,80
052	70,10	7,75 E
054	68,40	29,40
058	62,70	26,80
059	76,80	30,90
060	72,80	28,30
063	70,40	32,50
064	66,90	30,30
065	75,20	23,80
067	64,54	26,01
070	60,30	28,70
072	66,25	30,47
--	--	--
Statistische Methode	DIN38402 A45	DIN38402 A45
Bewertung	Zu ≤2,0	Zu ≤2,0
Sollwert	69,59	28,92
Rel. Soll-Stdabw.	10,00 %	15,00 %
unt. Toleranzgr.	55,97	20,60
ob. Toleranzgr.	84,65	38,58
Anzahl Einzelwerte	30	30

Zusammenfassung der Labormessergebnisse

(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

E: Laborwert außerhalb Toleranzbereich

	Chlorophyll-a	Phaeophytin
Einheit	µg/l	µg/l
002	112,00	42,50
005	110,00	43,00
007	142,00 E	
008	112,00	41,30
012	100,00	45,30
014	107,00	43,50
019	72,30 E	88,60 E
020	112,00	42,30
023	109,00	35,10
027	118,00	21,80 E
031	107,00	39,80
032	112,00	39,40
033	118,10	30,20
034	117,00	42,00
037	117,00	46,70
039	112,00	40,70
040	43,60 E	29,40
041	82,90 E	29,20
043	114,00	43,80
047	109,00	39,70
048	101,00	43,70
049	131,00	18,90 E
050	107,00	29,90
051	112,59	40,90
053	107,60	27,20 E
056	117,00	37,80
059	118,00	45,70
063	107,00	45,50
064	107,00	46,80
070	95,70	33,70
071	106,00	43,80
072	111,82	45,04
-	--	--
Statistische Methode	DIN38402 A45	DIN38402 A45
Bewertung	Zu ≤2,0	Zu ≤2,0
Sollwert	110,52	39,42
Rel. Soll-Stdabw.	10,00 %	15,00 %
unt. Toleranzgr.	88,89	28,08
ob. Toleranzgr.	134,43	52,60
Anzahl Einzelwerte	32	31

Zusammenfassung der Labormessergebnisse

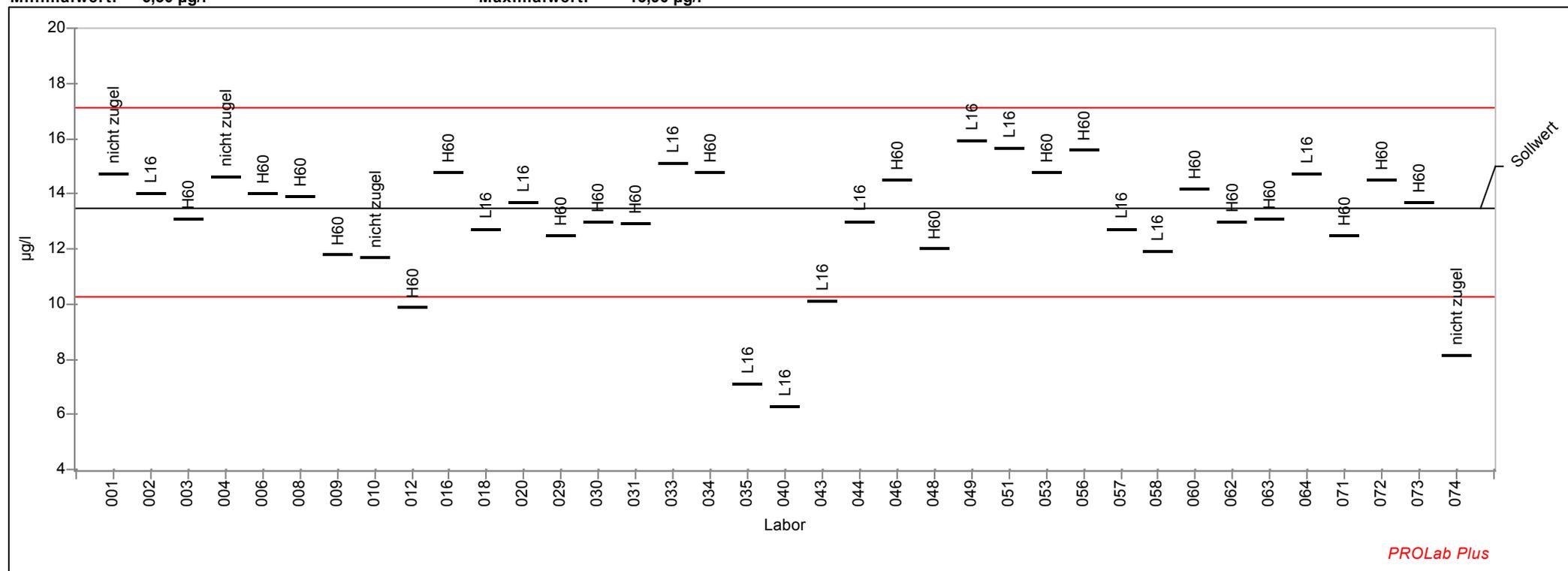
(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

E: Laborwert außerhalb Toleranzbereich

	Chlorophyll-a	Phaeophytin
Einheit	µg/l	µg/l
003	119,00	54,00
006	132,00	46,40
009	118,00	39,10
013	135,00	44,40
015	116,00	50,70
016	134,00	52,00
017	119,00	52,90
018	125,40	51,30
022	133,60	48,60
025	117,00	45,10
026	120,00	58,00
029	127,00	49,50
030	127,00	55,80
035	57,50 E	44,90
038	133,00	45,70
042	137,00	52,40
044	133,00	46,50
046	126,00	48,10
052	122,00	11,70 E
054	117,00	47,50
055	116,90	45,80
057	124,70	37,60
058	119,00	41,30
060	128,00	45,50
061	128,00	45,50
062	120,00	52,00
065	130,00	43,60
066	125,40	
067	125,04	46,30
068	115,00	46,60
069	249,00 E	80,30 E
073	128,00	47,40
-	--	--
Statistische Methode	DIN38402 A45	DIN38402 A45
Bewertung	Zu ≤2,0	Zu ≤2,0
Sollwert	125,03	47,76
Rel. Soll-Stdabw.	10,00 %	15,00 %
unt. Toleranzgr.	100,56	34,02
ob. Toleranzgr.	152,08	63,72
Anzahl Einzelwerte	32	31

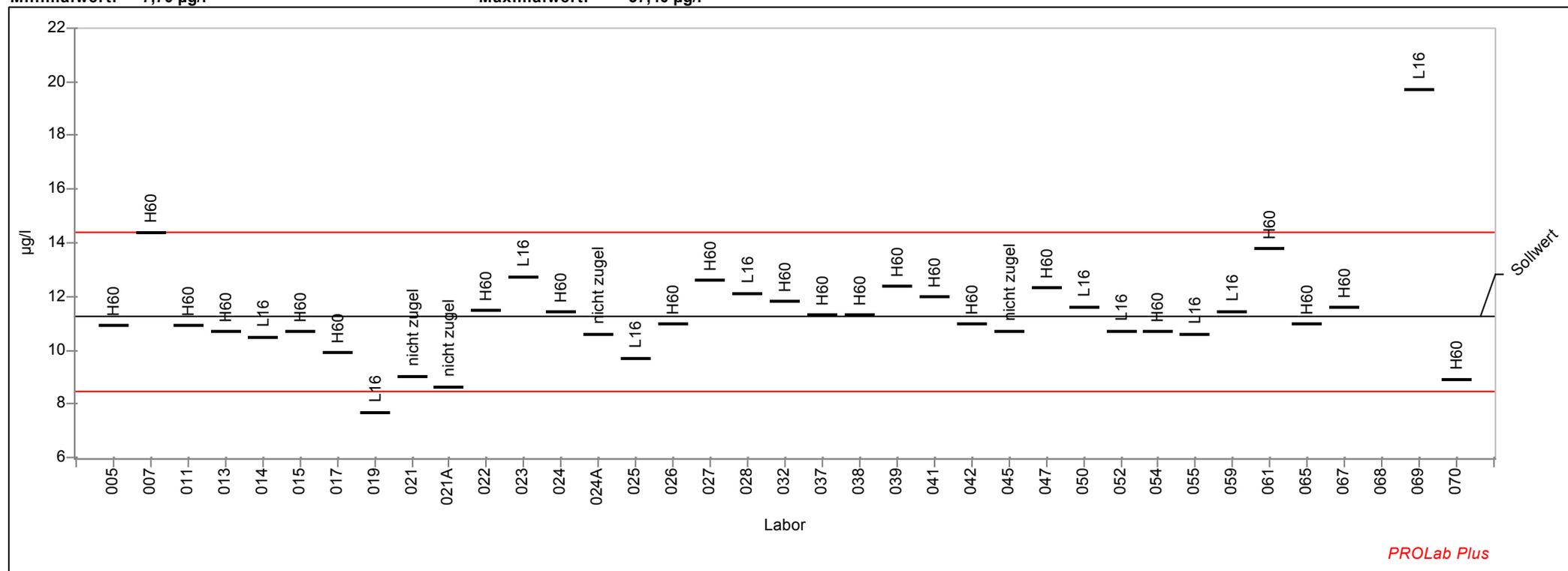
Einzeldarstellung

Probe: Probe A (niedriges Niveau) **Sollwert:** 13,50 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Chlorophyll-a **Rel. Soll-Stdabw.:** 12,31% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 33 **Toleranzbereich:** 10,28 - 17,14 µg/l (|Zu-Score| ≤ 2,0)
Minimalwert: 6,30 µg/l **Maximalwert:** 15,90 µg/l



Einzeldarstellung

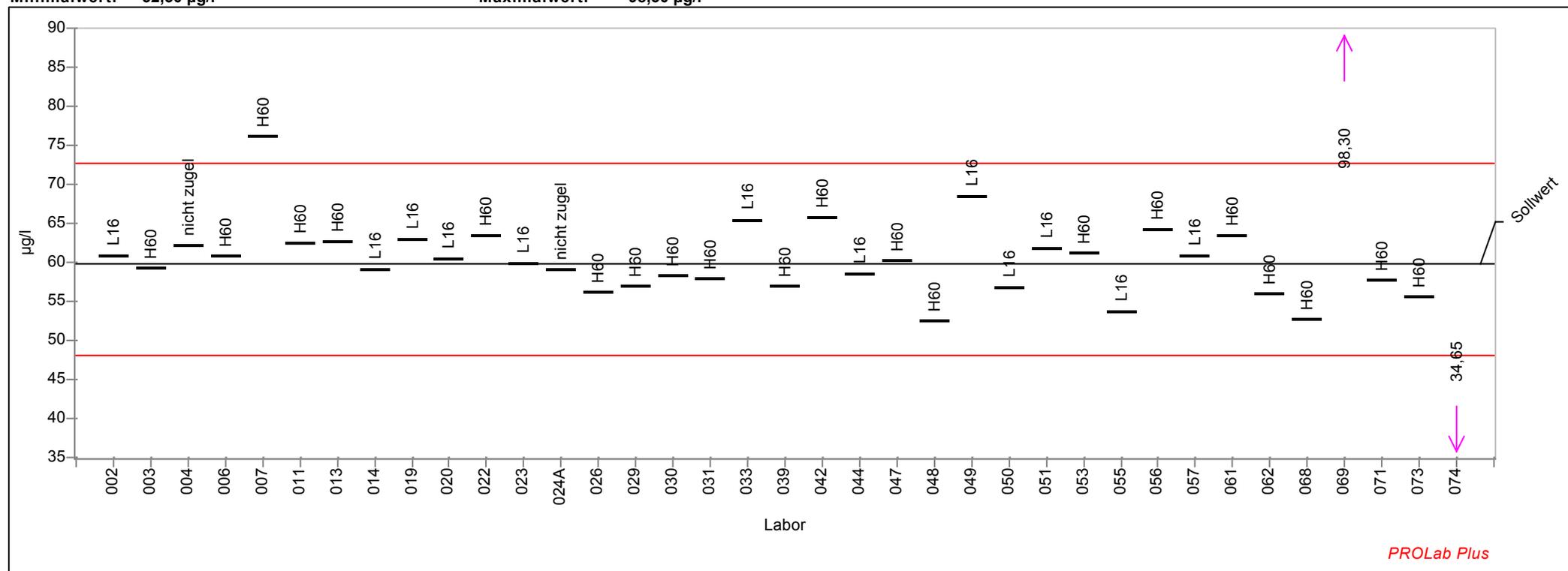
Probe: Probe B (niedriges Niveau) **Sollwert:** 11,24 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Chlorophyll-a **Rel. Soll-Stdabw.:** 12,82% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 30 **Toleranzbereich:** 8,46 - 14,42 µg/l (|Zu-Score| <= 2,0)
Minimalwert: 7,70 µg/l **Maximalwert:** 37,40 µg/l



PROLab Plus

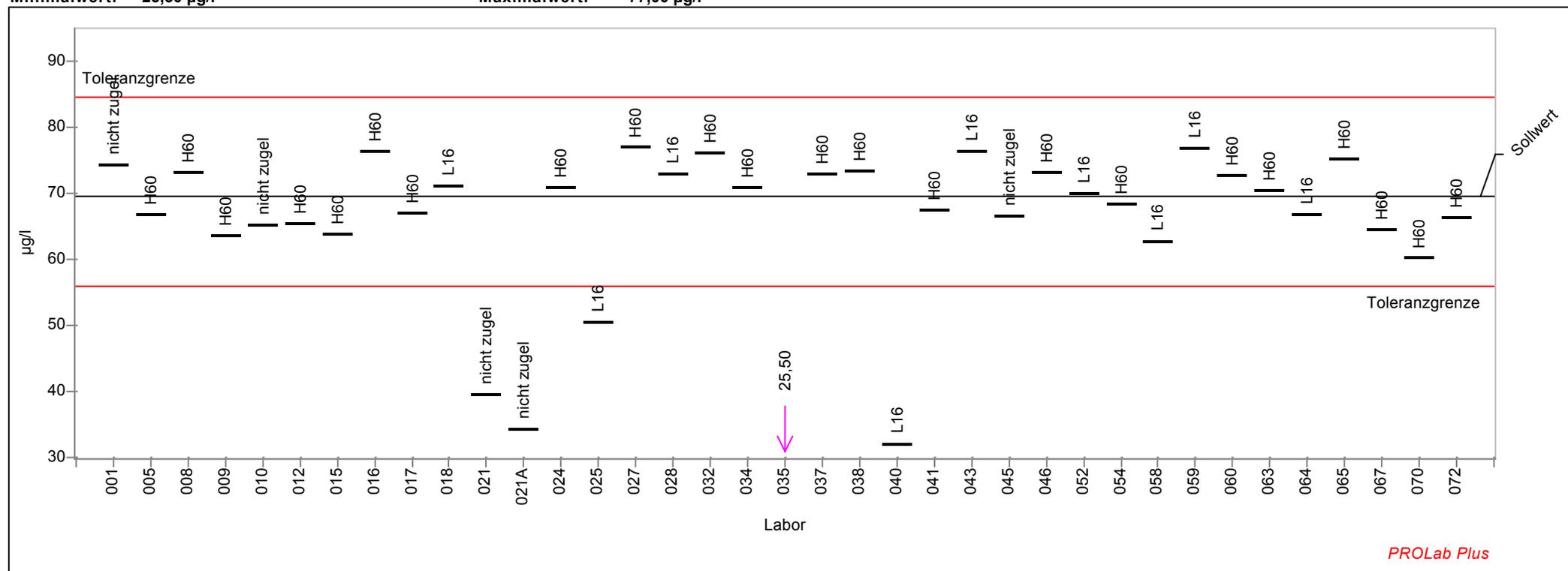
Einzeldarstellung

Probe: Probe C (mittleres Niveau) **Sollwert:** 59,79 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Chlorophyll-a **Rel. Soll-Stdabw.:** 10,00% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 33 **Toleranzbereich:** 48,09 - 72,73 µg/l (|Zu-Score| <= 2,0)
Minimalwert: 52,50 µg/l **Maximalwert:** 98,30 µg/l



Einzeldarstellung

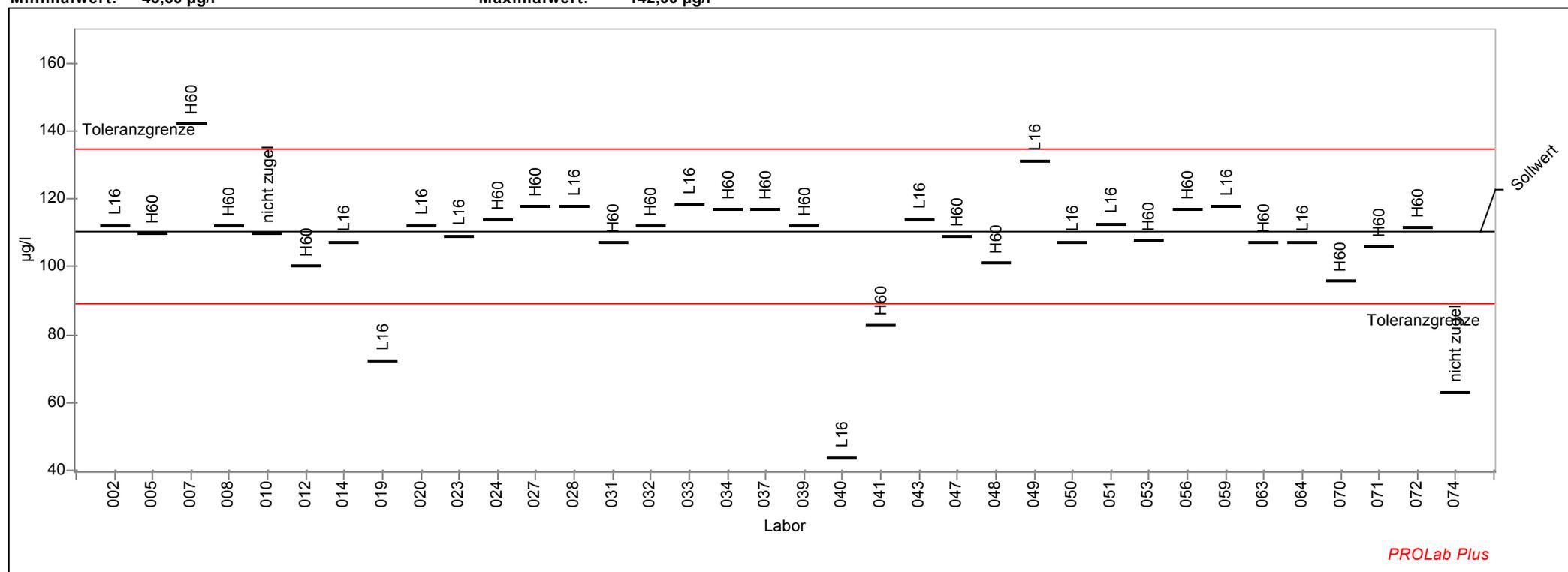
Probe: Probe D (mittleres Niveau) **Sollwert:** 69,59 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Chlorophyll-a **Rel. Soll-Stdabw.:** 10,00% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 30 **Toleranzbereich:** 55,97 - 84,65 µg/l (|Zu-Score| ≤ 2,0)
Minimalwert: 25,50 µg/l **Maximalwert:** 77,00 µg/l



PROLab Plus

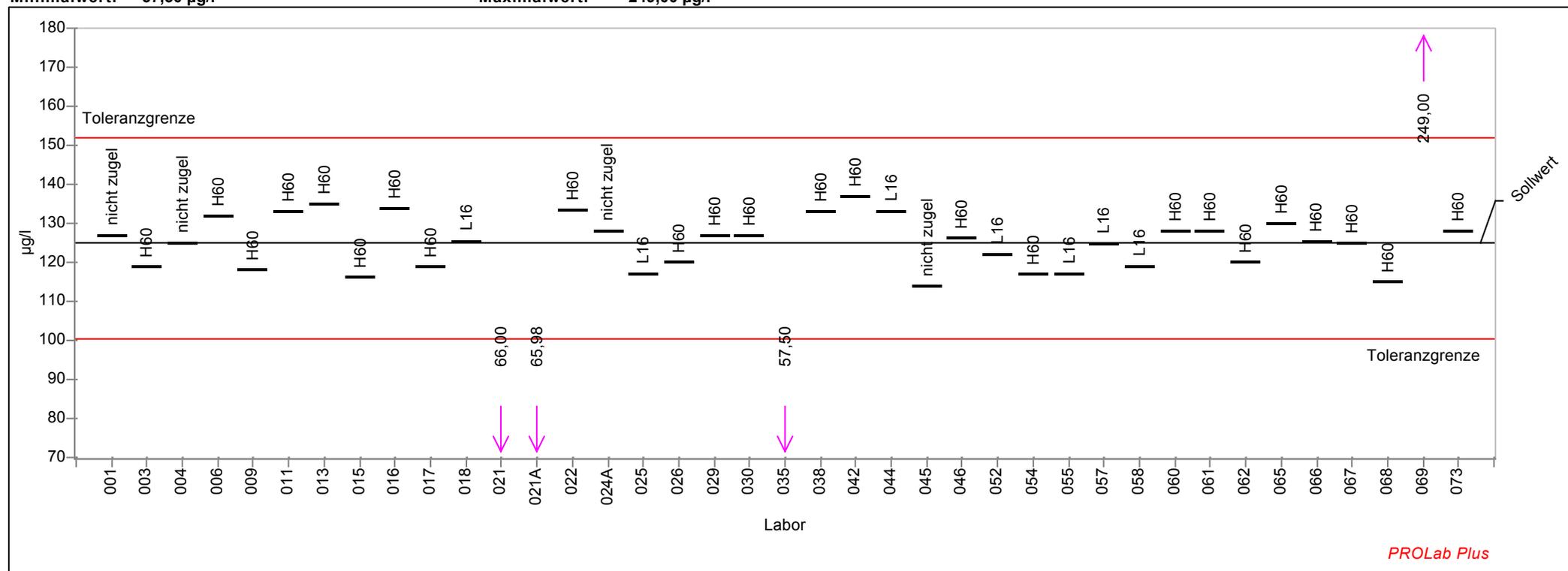
Einzeldarstellung

Probe: Probe E (hohes Niveau) **Sollwert:** 110,52 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Chlorophyll-a **Rel. Soll-Stdabw.:** 10,00% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 32 **Toleranzbereich:** 88,89 - 134,43 µg/l ($|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$)
Minimalwert: 43,60 µg/l **Maximalwert:** 142,00 µg/l



Einzeldarstellung

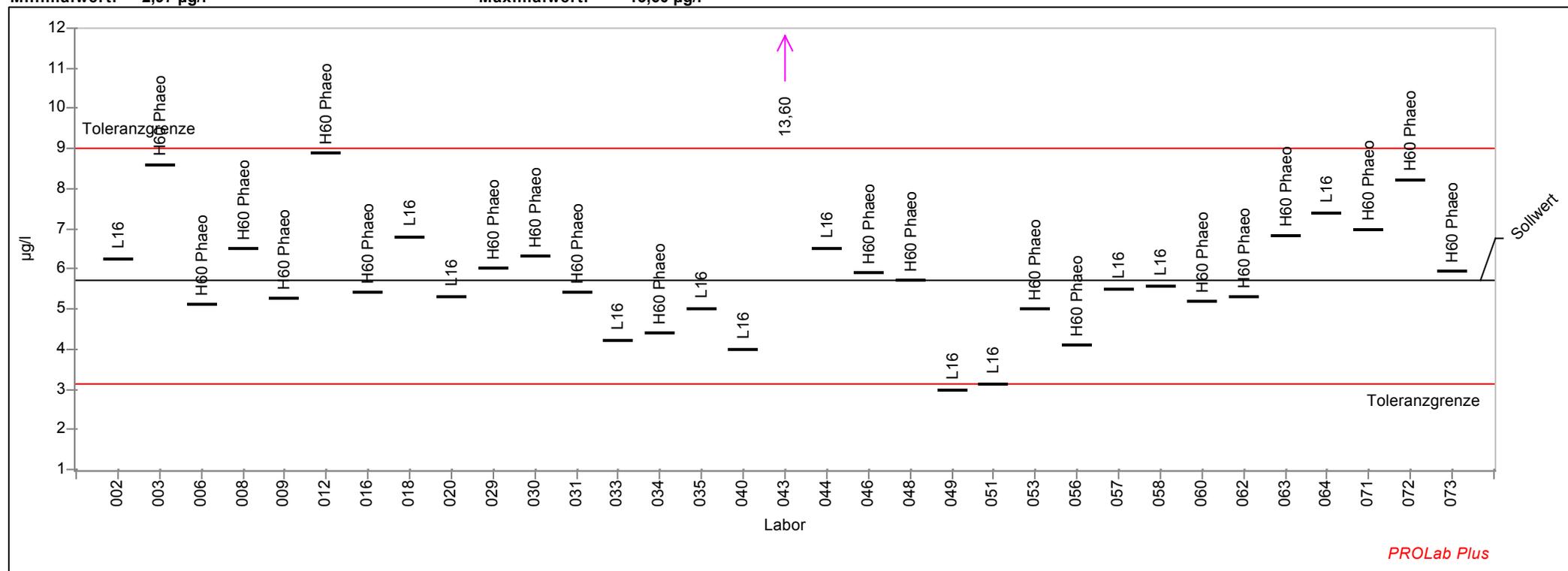
Probe: Probe F (hohes Niveau) **Sollwert:** 125,03 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Chlorophyll-a **Rel. Soll-Stdabw.:** 10,00% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 32 **Toleranzbereich:** 100,56 - 152,08 µg/l ($|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$)
Minimalwert: 57,50 µg/l **Maximalwert:** 249,00 µg/l



PROLab Plus

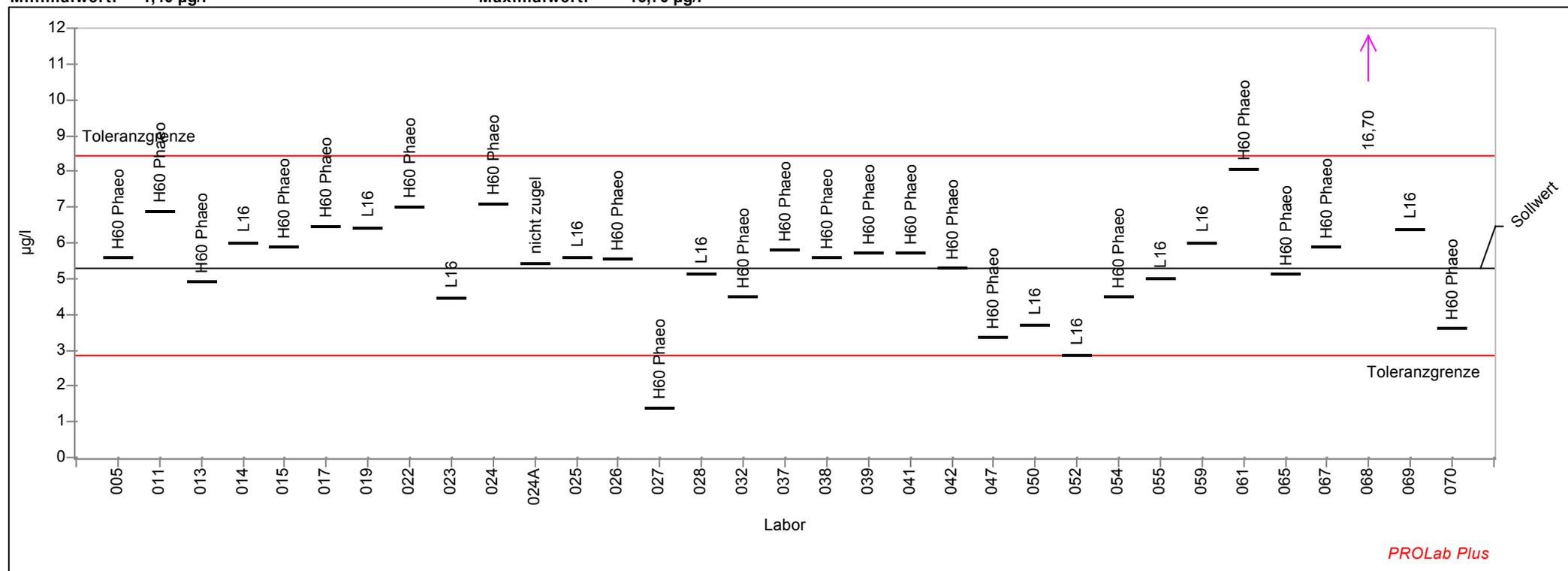
Einzeldarstellung

Probe: Probe A (niedriges Niveau) **Sollwert:** 5,71 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Phaeophytin **Rel. Soll-Stdabw.:** 24,38% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 33 **Toleranzbereich:** 3,12 - 9,00 µg/l (|Zu-Score| ≤ 2,0)
Minimalwert: 2,97 µg/l **Maximalwert:** 13,60 µg/l



Einzeldarstellung

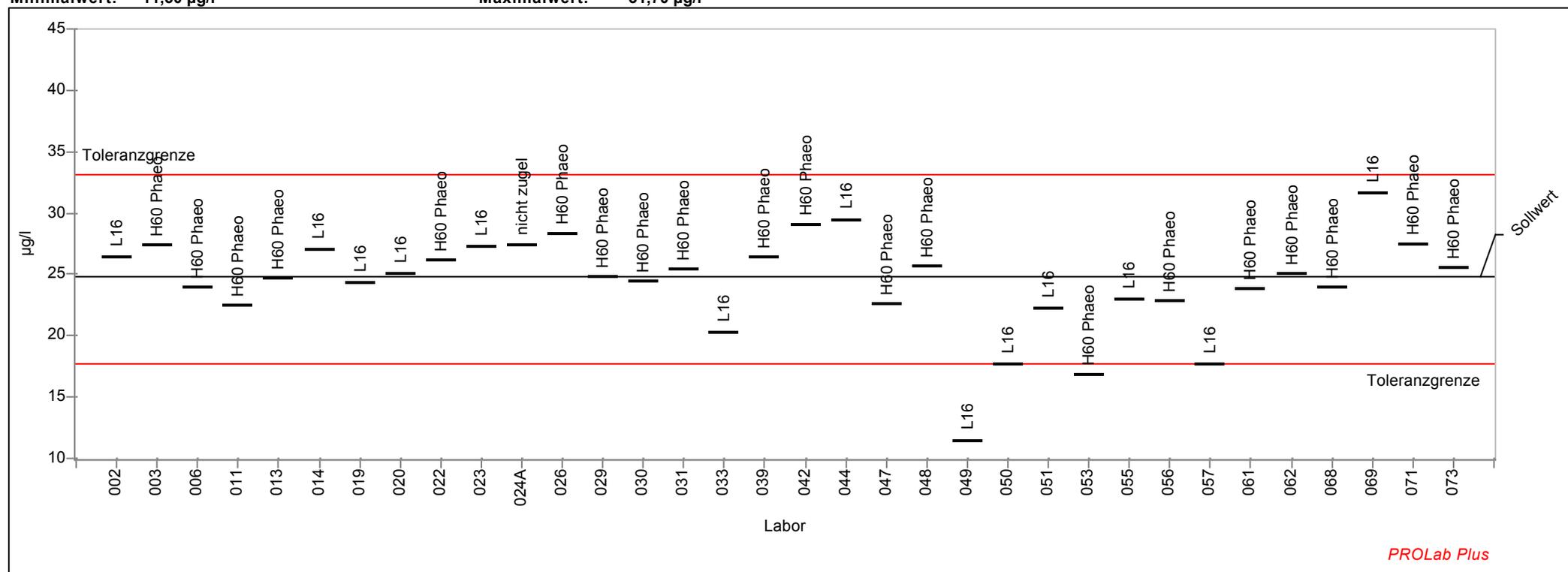
Probe: Probe B (niedriges Niveau) **Sollwert:** 5,28 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Phaeophytin **Rel. Soll-Stdabw.:** 25,05% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 29 **Toleranzbereich:** 2,83 - 8,43 µg/l ($|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$)
Minimalwert: 1,40 µg/l **Maximalwert:** 16,70 µg/l



PROLab Plus

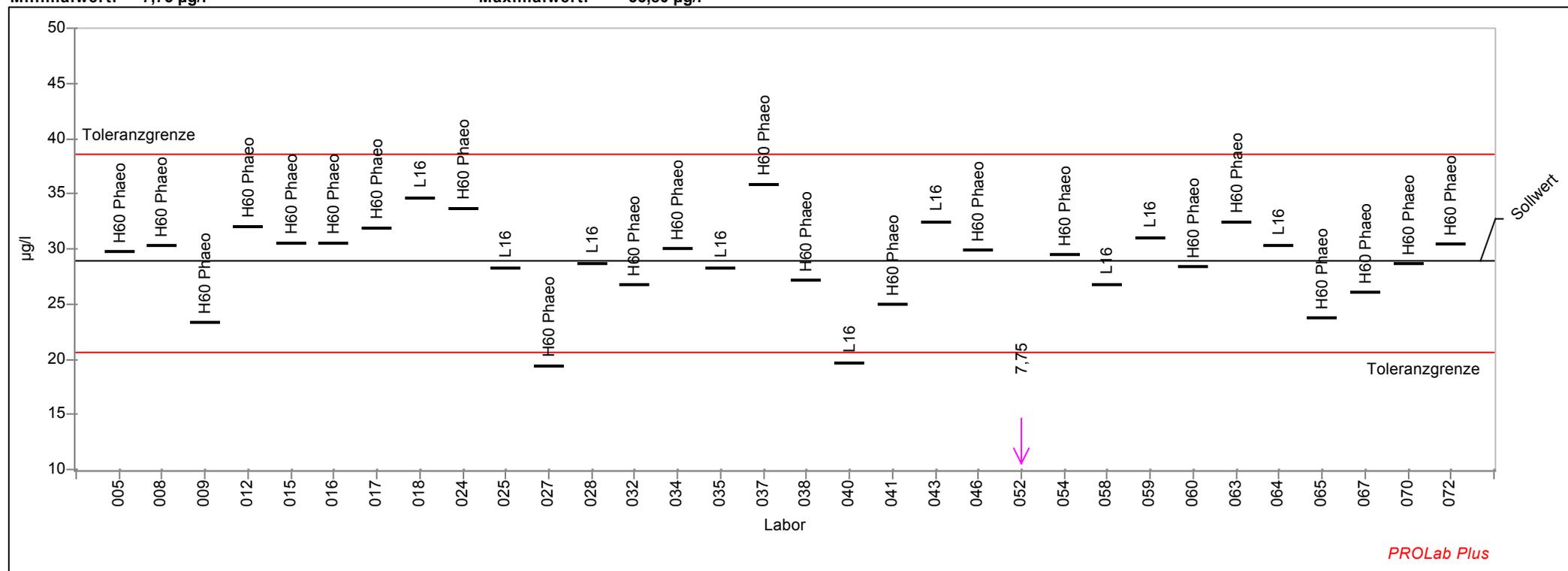
Einzeldarstellung

Probe: Probe C (mittleres Niveau) **Sollwert:** 24,87 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Phaeophytin **Rel. Soll-Stdabw.:** 15,00% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 32 **Toleranzbereich:** 17,71 - 33,18 µg/l (|Zu-Score| ≤ 2,0)
Minimalwert: 11,50 µg/l **Maximalwert:** 31,70 µg/l



Einzeldarstellung

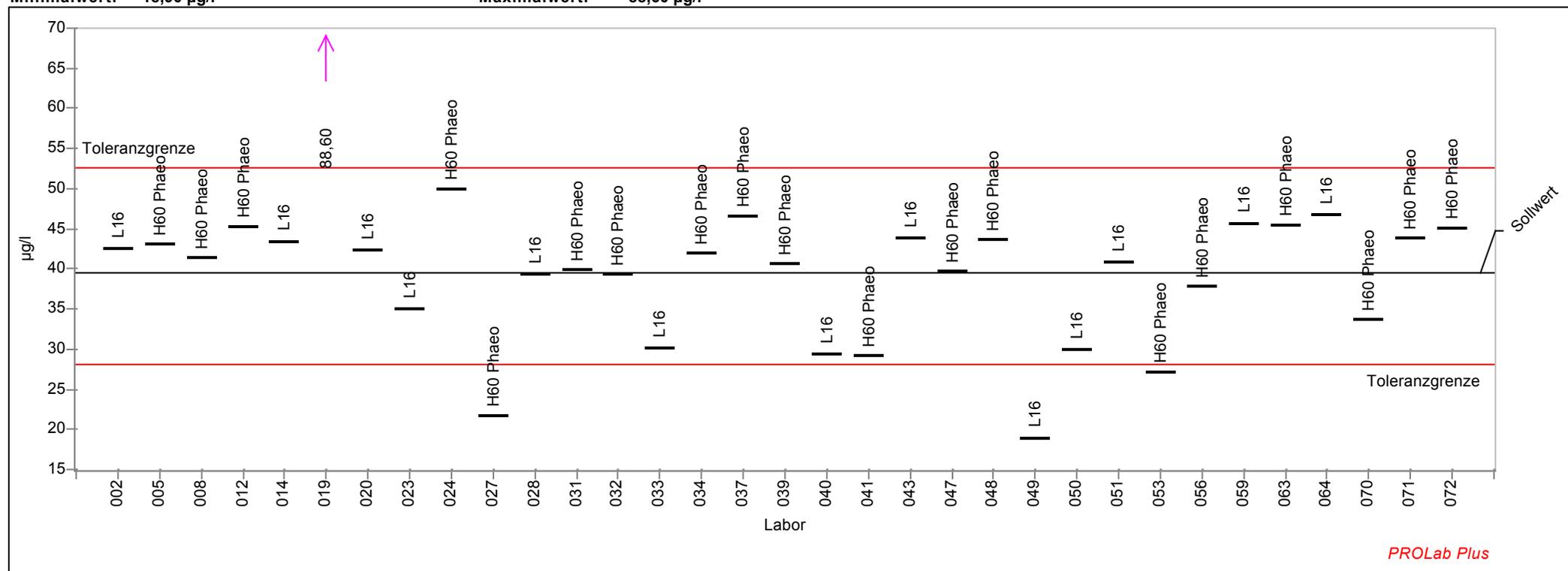
Probe: Probe D (mittleres Niveau) **Sollwert:** 28,92 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Phaeophytin **Rel. Soll-Stdabw.:** 15,00% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 30 **Toleranzbereich:** 20,60 - 38,58 µg/l (|Zu-Score| ≤ 2,0)
Minimalwert: 7,75 µg/l **Maximalwert:** 35,80 µg/l



PROLab Plus

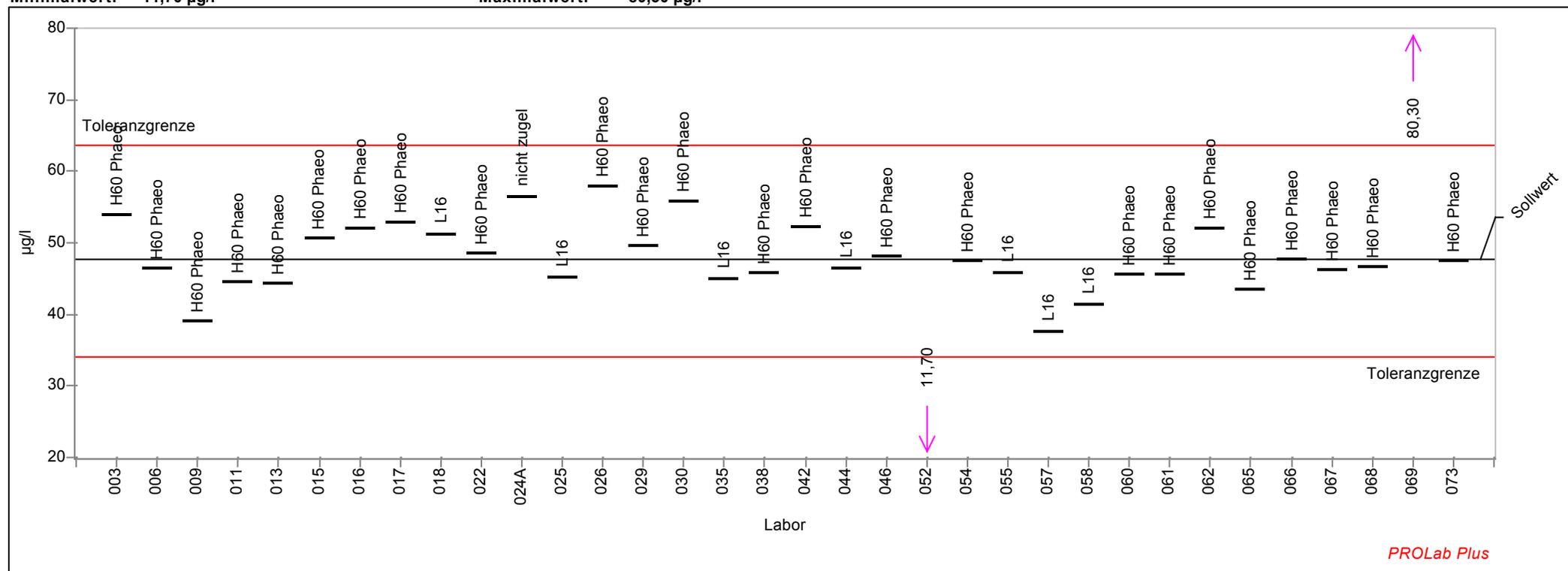
Einzeldarstellung

Probe: Probe E (hohes Niveau) **Sollwert:** 39,42 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Phaeophytin **Rel. Soll-Stdabw.:** 15,00% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 31 **Toleranzbereich:** 28,08 - 52,60 µg/l ($|Zu\text{-Score}| \leq 2,0$)
Minimalwert: 18,90 µg/l **Maximalwert:** 88,60 µg/l



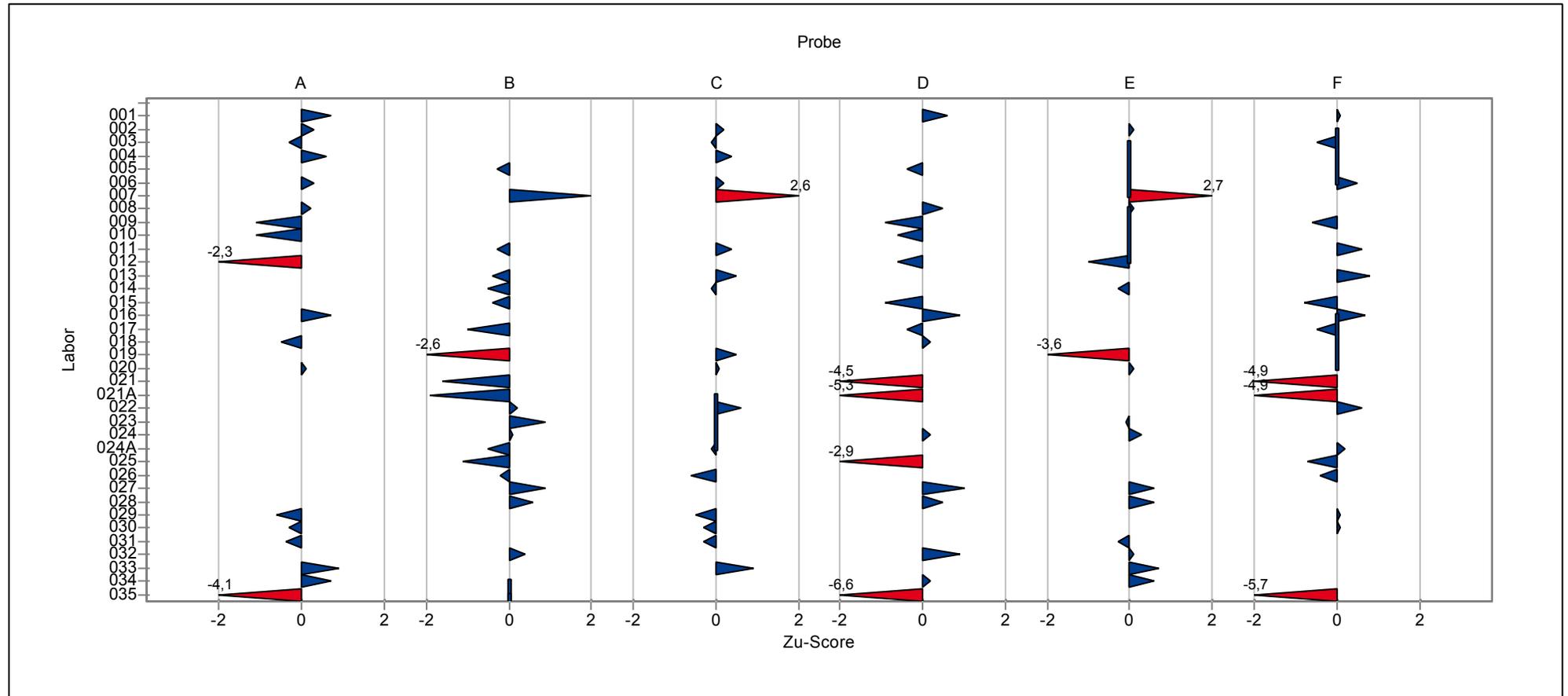
Einzeldarstellung

Probe: Probe F (hohes Niveau) **Sollwert:** 47,76 µg/l (empirischer Wert)
Merkmal: Phaeophytin **Rel. Soll-Stdabw.:** 15,00% (Varianzfunktion)
Anzahl Labore: 31 **Toleranzbereich:** 34,02 - 63,72 µg/l (|Zu-Score| ≤ 2,0)
Minimalwert: 11,70 µg/l **Maximalwert:** 80,30 µg/l



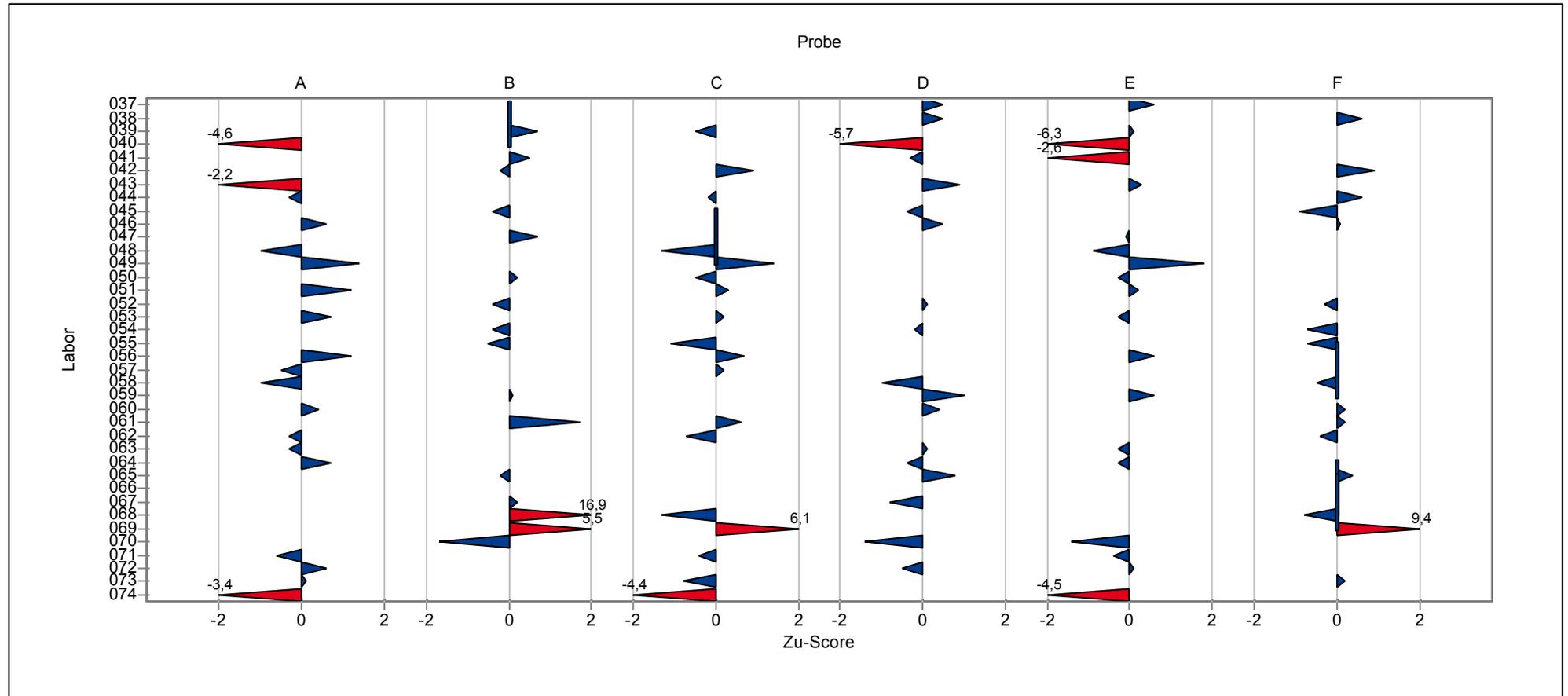
Übersicht Zu-Scores

Merkmal: Chlorophyll-a



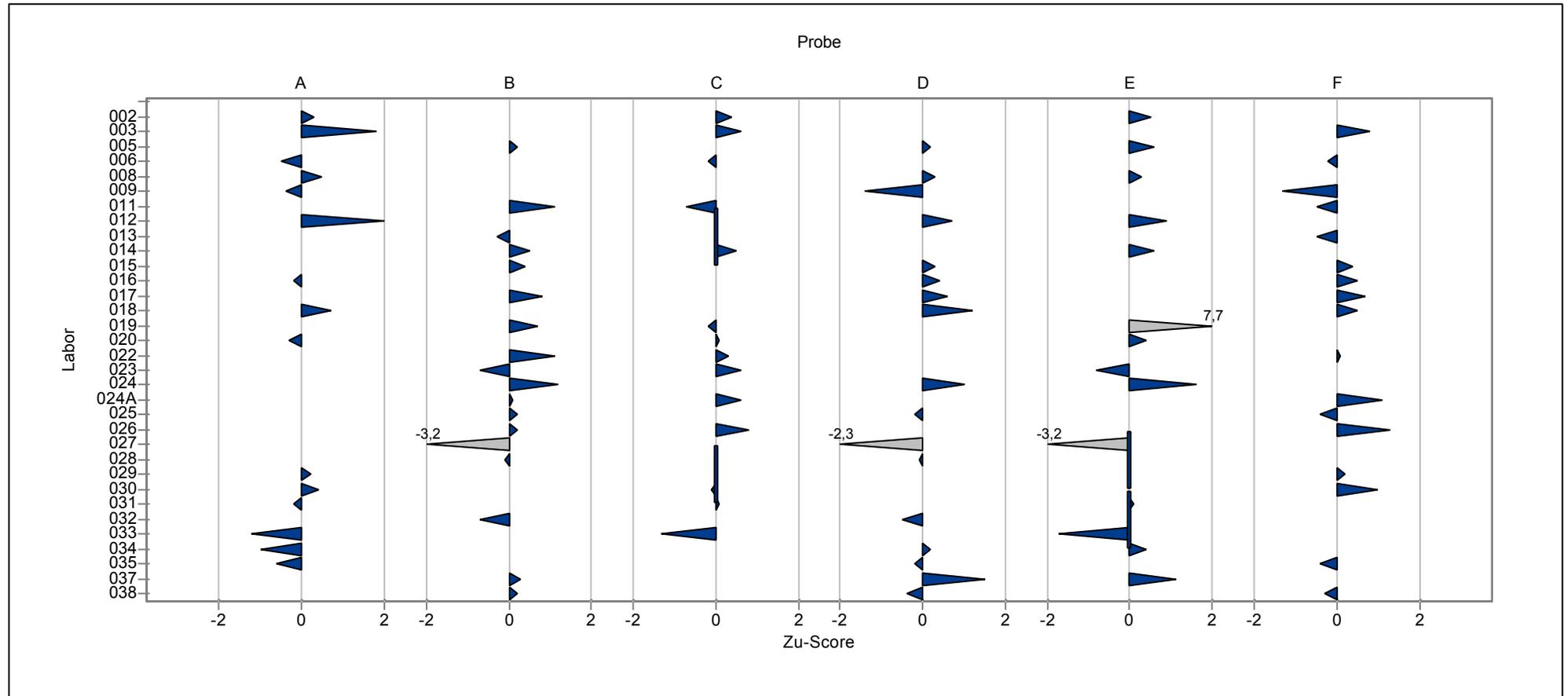
Übersicht Zu-Scores

Merkmal: Chlorophyll-a



Übersicht Zu-Scores

Merkmal: Phaeophytin



Übersicht Zu-Scores

Merkmal: Phaeophytin

