Sachgebiet Qualitätsmanagement

Auswertung des LÜRV B11 "Chlorophyll im Oberflächenwasser" Mai 2020

Anlagen: - Parameterangaben (Toleranzgrenzen und Sollwerte)

- Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichungen
- Zusammenfassung der Labormittelwerte
- Grafische Darstellung der Ergebnisse (Einzeldarstellungen je Parameter und Niveau)
- Grafiken der zu-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 Phaeopigment sind Bestandteil des Fachmoduls Wasser Teilbereich 9.

Methodik

Erstmalig war die Anwendung der neu veröffentlichten DIN 38409-H60 möglich. Diese Norm ersetzt die DIN 38412-L16 der Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen. Da die DIN 38412-L16 Grundlage für die Notifizierung nach Fachmodul Wasser ist, wurden beide Normen für die Analytik zugelassen.

Zur Präzisierung der Norm DIN 38412-L16 und Vereinheitlichung der Analysenmethodik wurden wie beim letzten LÜRV 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 12.05.2020 erfolgen.

Diese Vorgaben sind Bestandteil der aktualisierten Norm DIN 38409-H60.

Als Matrix wurde Elbwasser mit natürlichem Phytoplanktongehalt verwendet. Die Probe wurde am 07.05.2020 entnommen und zur Abtrennung von Zooplankton durch ein Sieb mit $150~\mu m$ Maschenweite vorfiltriert.

Probe D wurde unverdünnt abgefüllt, die Proben A-C wurden durch Verdünnung mit chlorophyllfreiem Wasser hergestellt, das aus dem Elbwasser durch Filtration (1 µm) hergestellt wurde. Die Proben E und F wurden durch Aufstockung mit einer Mischung aus gleichen Teilen Chlorella vulgaris und Desmodesmus subspicatus aus Algenkulturen hergestellt.

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
- Analysendatum 12. 14.05.2020
- Werte größer Bestimmungsgrenze

Der aus diesen zugelassenen Ergebnissen berechnete Mittelwert wurde als Sollwert definiert. Zwischen den berechneten Vergleichsstandardabweichungen der Konzentrationsniveaus treten immer zufällige Unterschiede auf. Um zu vermeiden, dass diese Unterschiede zu einer unterschiedlich strengen Bewertung der Labore führen, wurde für die Auswertung das Verfahren mit Varianzfunktion nach DIN 38402-45 Abschnitt 10.3. genutzt (Zusammenhang zwischen Konzentration und Vergleichsstandardabweichung aller Konzentrationsniveaus).

In der Anlage "Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichungen" wird die robust berechnete relative Vergleichsstandardabweichung und deren Limitierung für Chlorophyll und Phaeopigment je Probe dargestellt. Für beide Parameter ist die Varianzfunktion konzentrationsunabhängig und somit gilt für alle Niveaus die gleiche Soll-Standardabweichung.

Für die mittels Varianzfunktion berechnete Vergleichsstandardabweichung (Standardabweichung zur Eignungsbeurteilung σ_{pt}) wurden Ober- und Untergrenzen festgelegt. Da alle berechneten Vergleichsstandardabweichungen innerhalb der festgelegten Ober- und Untergrenze lagen, wurde die berechnete Vergleichsstandardabweichung zur Ermittlung der Toleranzgrenzen verwendet.

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.

In der Anlage Parameterangaben werden diese Daten 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 78 Labore an. Zwei Labore gaben keine Messergebnisse ab und ein Labor gab für Phaeopigment zwei Werte kleiner Bestimmungsgrenze an.

Auswertung alternativer Analysenverfahren

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

Tabelle 1: Zusammenfassung der Analysenergebnisse nicht zugelassener Bestimmungsmethoden

Einheit: µg/l	Chlorophyll-a	Α	В	С	D	E	F
	2. 2.	Sollwer ner Mes		leranzen	auf der E	Basis zug	elasse-
	obere Toleranzgrenze	16,5	12,3	103,0	125,3	199,5	146,3
	untere Toleranzgrenze	9,4	7,0	58,5	71,2	113,3	83,1
	Sollwert	12,7	9,5	79,3	96,4	153,5	112,6
	·						
Labor	Methode	Messwe	erte				
54	HPLC	15,0		125,0		224,0	
18	Anderes Verfahren		10,9		100,1		116,8
26	Chlorophyll-Sonde		11,4		84,4		118,0

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

35 Labore wendeten die erst kurz vor dem Ringversuch veröffentlichte DIN 38409-H60 an und 38 Labore die DIN 38412-L16.

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

	Robuste wert	er Mittel-	Rel. Vergle chung	eichsstandardabwei-	II.	Werte au- Toleranz- า
	L16	H60	L16	H60	L16	H60
Probe A	12,5	13,1	18,3	14,8	2	1
Probe B	9,8	9,2	12,1	11,8	3	0
Probe C	75,1	79,8	26,7	10,2	5	1
Probe D	97,0	95,5	11,4	13,6	1	1
Probe E	146,8	154,6	21,5	10,5	5	0
Probe F	111,8	113,0	8,5	10,8	0	1

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

	Robust wert	er Mittel-	Rel. Vergle chung	eichsstandardabwei-		Werte au- Toleranz- า
	L16	H60	L16	H60	L16	H60
Probe A	5,9	6,0	28,1	36,2	3	2
Probe B	4,5	5,6	29,4	23,6	4	0
Probe C	30,9	28,1	36,1	14,9	7	1
Probe D	35,7	38,4	17,9	17,8	3	0
Probe E	46,0	45,5	41,7	13,4	5	0
Probe F	36,4	38,1	20,0	13,7	2	0

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 Phaeopigment ist aufgrund der hohen Vergleichsstandardabweichung keine Aussage zur Gleichwertigkeit möglich.

Aus der methodenspezifischen Auswertung wird 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 9 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

Seit 2012 liegen die relativen Vergleichsstandardabweichungen für den Parameter Chlorophyll auf einem niedrigen Niveau von etwa 13% (Abb. 1). Beim Parameter Phaeopigment verringerte sich dieser Wert im Vergleich zu 2012 von 45% auf 24 %.

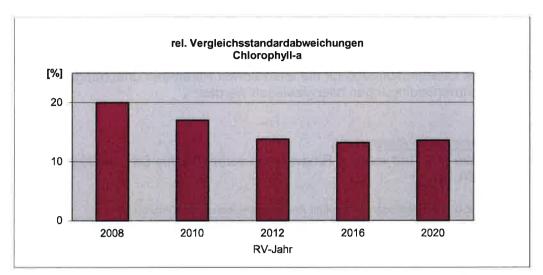


Abb. 1: Entwicklung der rel. Vergleichsstandardabweichungen für den Parameter Chlorophyll-a bei den letzten 5 Ringversuchen

Insgesamt lässt sich einschätzen, dass es eine große Zahl von Laboren gibt, die mit dem neuen 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 haben 92% der Teilnehmer Chlorophyll und 87% der Teilnehmer Phaeopigment erfolgreich bestimmt.

A. Simon

Ringversuchsleiterin

1. Suna

Literatur

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

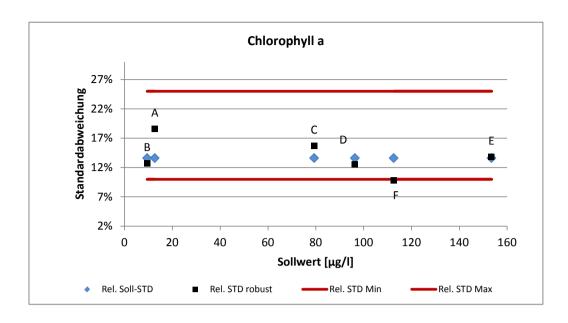
[2] AQS-Merkblätter für die Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Merkblatt A 3 Herausg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 19. Lieferung, 2013

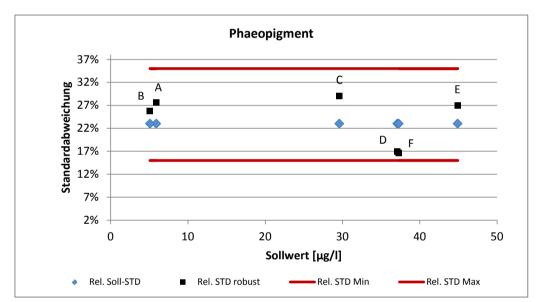
[3] Dr. Steffen Uhlig: Statistische Modellierung von Gleichwertigkeitsuntersuchungen auf der Basis von Ringversuchsdaten; Quo data Gesellschaft für Qualitätsmanagement und Statistik mbH Dresden 2014

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	12,7	9,4	16,5	10	25	18,6	13,6	13,6
В	Chlorophyll a	μg/l	9,5	7,0	12,3	10	25	12,7	13,6	13,6
С	Chlorophyll a	μg/l	79,3	58,5	103,0	10	25	15,7	13,6	13,6
D	Chlorophyll a	μg/l	96,4	71,2	125,3	10	25	12,5	13,6	13,6
E	Chlorophyll a	μg/l	153,5	113,3	199,5	10	25	13,8	13,6	13,6
F	Chlorophyll a	μg/l	112,6	83,1	146,3	10	25	9,8	13,6	13,6
Α	Phaeopigment	μg/l	5,9	3,4	9,1	15	35	27,6	23,0	23,0
В	Phaeopigment	μg/l	5,1	2,9	7,8	15	35	25,7	23,0	23,0
С	Phaeopigment	μg/l	29,6	16,9	45,6	15	35	29,0	23,0	23,0
D	Phaeopigment	μg/l	37,1	21,2	57,2	15	35	16,9	23,0	23,0
E	Phaeopigment	μg/l	44,9	25,6	69,1	15	35	26,9	23,0	23,0
F	Phaeopigment	μg/l	37,3	21,3	57,4	15	35	16,6	23,0	23,0

Grafische Darstellung der Vergleichsstandardabweichungen





(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

Labor	Chlorophyll a	Phaeopigment	
		_	
Einheit	μg/l	μg/l	
002	10,1	7,5	
003	10,4	4,2	
005	11,8	6,5	
006	15,6		
007	13,3	5,4	
009	11,6	5,6	
014	12,7	6,8	
016	11,5	7,7	
017	12,6	5,5	
020	12,3	6,2	
023	14,7	9,7 E	
025	9,3 <mark>E</mark>	5,7	
030	7,5 <mark>E</mark>	6,4	
031	11,1	5,5	
032	14,3	5,8	
035	12,7	5,6	
040	13,3	10,9 E	
041	11,3	9,1 E	
043	13,8	4,9	
045	15,0	4,5	
048	14,2	4,2	
049	14,0	6,2	
051	15,8	3,7	
053	13,8	5,7 5,2	
055			
	9,7	3,6	
056	4,6 E	15,1 E	
058	13,5	6,3	
059	10,5	8,1	
060	12,9	6,8	
062	14,0	3,7	
063	11,8	17,2 <mark>E</mark>	
069	14,8	6,2	
072	16,3	5,0	
076	11,4	5,5	
077	13,6	5,3	
079	15,2		
_			
Methode	DIN38402 A45	DIN38402 A45	
Bew ertung	Zu <=2,0	Zu <=2,0	
Sollw ert	12,7	5,9	
Rel.Soll-Stdabw .	13,56 %	23,00 %	
unt. Toleranzgr.	9,4	3,4	
ob. Toleranzgr.	16,5	9,1	
Anzahl Einzelw erte	36	34	
Ellizon olto		0 4	
Erläuterung der Ausreißertypen			
E: Mittelw ert außerhalb TolBere	aich		
L. WILLELW ETT AUISETTIAID TOL-BETE	51011		



(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

_abor	Chlorophyll a	Phaeopigment	
Einheit	μg/l	μg/l	
004	8,1	5,1	
008	8,8	6,3	
010	10,0	5,5	
011	7,8	5,0	
012	9,3	5,1	
013	10,7	4,1	
015	7,9	4,5	
019	9,6	3,7	
)21	10,6	5,1	
22	9,8	7,7	
24	8,8	0,4 E	
27	9,9	4,0	
28	9,7	5,0	
29	8,8	5,6	
33	8,6	5,6	
34	8,4	5,8	
36	10,1	4,7	
37	9,2	7,8	
38	11,8	3,8	
39	10,0	5,3	
42	13,1 <mark>E</mark>	1,5 E	
44	9,9	5,6	
46	7,9	7,1	
47	10,6	5,4	
50	9,4	5,1	
52	10,6	4,1	
57	96,0 E	32,2 E	
061	5,9 <mark>E</mark>	8,8 E	
64	9,6	4,3	
65	8,9	3,6	
66	9,4	5,2	
67	10,1	4,2	
68	10,0	6,6	
70	9,3	4,9	
71	10,5	4,2	
73	8,9	6,3	
75 75	9,5	4,4	
10	9,5	4,4	
1ethode	DIN38402 A45	DIN38402 A45	
Bew ertung	Zu <=2,0	Zu <=2,0	
Sollw ert	∠u <=2,0 9,5	∠u <=2,0 5,1	
Rel.Soll-Stdabw .	13,56 %	23,00 %	
ınt. Toleranzgr.	7,0	23,00 %	
int. Toleranzyr.			
b. Toleranzgr.	12,3	7,8	

Erläuterung der Ausreißertypen

E: Mittelw ert außerhalb Tol.-Bereich



(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

Labor	Chlorophyll a	Phaeopigment
Einheit	μg/l	μg/l
003	32,6 E	52,7 E
005	80,9	30,2
006	95,6	
009	67,6	32,5
014	78,7	26,2
015	62,5	28,5
016	77,0	31,2
017	79,6	28,1
023	82,3	39,8
025	62,0	22,3
	34,7 E	
030		39,4
032	86,7	32,4
034	72,5	31,7
035	80,4	26,5
040	83,5	39,3
041	96,7	5,3 <mark>E</mark>
043	82,3	28,0
048	80,5	26,8
049	37,0 E	16,0 E
051	99,9	5,0 <mark>E</mark>
053	81,0	27,9
055	35,3 E	12,6 E
056	11,9 E	88,4 E
058	80,2	30,6
059	70,7	39,7
060	79,6	28,9
062	86,9	20,5
063	84,2	46,7 <mark>E</mark>
066	72,9	32,3
069	84,1	35,4
072	109,5 E	< 3,0 E
073	73,2	34,5
075	78,7	29,8
076	71,2	25,6 25,6
077	86,2	26,9
079	91,0	
-		
	IN38402 A45	DIN38402 A45
Bew ertung	Zu <=2,0	Zu <=2,0
Sollw ert	79,3	29,6
Rel.Soll-Stdabw .	13,56 %	23,00 %
unt. Toleranzgr.	58,5	16,9
ob. Toleranzgr.	103,0	45,6
Anzahl Einzelw erte	36	33
Erläuterung der Ausreißertypen		
E: Mittelw ert außerhalb TolBereich		



(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

_abor	Chlorophyll a	Phaeopigment	
Einheit	μg/l	μg/l	
002	76,4	36,1	
004	78,3	34,9	
007	97,3	37,1	
008	91,7	32,9	
010	97,1	42,2	
011	71,0 <mark>E</mark>	54,0	
012	98,3	39,7	
013	104,0	32,9	
019	98,9	28,8	
020	91,8	43,4	
21	101,0	38,7	
022	108,0	39,1	
)24	113,1	10,5 E	
27	92,5	36,4	
028	97,9	39,2	
29	87,4	39,7	
031	97,2	36,5	
033	80,6	47,7	
36	102,0	31,3	
037	100,0	42,8	
38	118,1	37,8	
39	82,7	39,3	
142	100,0	23,3	
)44 	97,0	44,7	
145	107,0	35,1	
)46 	112,0	25,3	
)47	106,0	38,4	
050	99,2	38,6	
)52	113,0	33,5	
)57	9,5 <mark>E</mark>	3,1 E	
061	80,2	64,0 E	
064	95,8	38,4	
065	82,9	35,7	
067	108,0	29,1	
068	91,2	39,5	
070	86,5	36,3	
)71	99,9	36,1	
Methode	DIN38402 A45	DIN38402 A45	
Bew ertung	Zu <=2,0	Zu <=2,0	
Sollw ert	96,4	37,1	
Rel.Soll-Stdabw.	13,56 %	23,00 %	
unt. Toleranzgr.	71,2	21,2	
ob. Toleranzgr.	125,3	57,2	
Anzahl Einzelw erte	37	37	

Erläuterung der Ausreißertypen

E: Mittelw ert außerhalb Tol.-Bereich



(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

Labor	Chlorophyll a	Phaeopigment	
Einheit	μg/l	µg/l	
003	μg/i 91,8 <mark>Ε</mark>	μg/i 99,6 <mark>Ε</mark>	
005	140,0	53,0	
		55,0	
006	188,0	00.5	
008	140,5	38,5	
009	136,9	45,8	
010	152,0	47,9	
014	157,0	45,5	
015	127,0	40,4	
016	130,0	34,5	
017	158,0	38,9	
)20	130,0	66,2	
021	158,0	47,4	
023	167,0	59,4	
025	127,0	40,0	
030	74,7 <mark>E</mark>	68,1	
031	153,0	45,4	
032	168,5	49,7	
034	151,0	42,0	
040	167,5	53,1	
041	171,7	27,3	
043	164,0	47,4	
045	175,0	39,3	
048	167,6	26,4	
049	104,0 <mark>E</mark>	34,6	
051	169,0	14,8 E	
053	160,4	47,6	
055	127,0	45,6	
056	32,9 E	145,0 E	
059	153,0	51,4	
062	167,4	39,7	
063	163,0	89,1 E	
069	166,4	46,2	
072	206,6 E	< 3,0 E	
072	153,0	53,4	
076			
	145,0	43,0	
077	163,0	44,2	
079	166,0		
– Methode	 DIN38402 A45	 DIN38402 A45	
	Zu <=2,0	Zu <=2,0	
Bew ertung			
Sollw ert	153,5	44,9	
Rel.Soll-Stdabw .	13,56 %	23,00 %	
unt. Toleranzgr.	113,3	25,6	
ob. Toleranzgr.	199,5	69,1	
Anzahl Einzelw erte	37	34	

Erläuterung der Ausreißertypen

E: Mittelw ert außerhalb Tol.-Bereich



(gültige Werte entsprechend Rahmenbedingungen)

Labor	Chlorophyll a	Phaeopigment	
Einheit	μg/l	μg/l	
002	79,0 <mark>E</mark>	34,6	
004	86,1	37,1	
007	110,3	35,9	
011	85,0	51,1	
012	115,0	39,9	
013	118,0	32,6	
019	113,0	31,8	
022	124,0	41,7	
024	135,1	7,1 E	
027	108,0	34,3	
028	114,0	39,2	
029	98,4	32,4	
033	105,0	36,1	
035	109,0	40,6	
036	115,0	34,5	
037	116,0	43,0	
038	135,9	43,5	
039	99,5	36,4	
042	114,0	22,7	
044	115,0	46,7	
046	130,0	26,8	
047	123,0	39,0	
050	114,0	39,4	
052	124,0	33,6	
057	115,0	23,6	
058	115,0	37,5	
060	118,0	35,9	
061	102,0	58,4 E	
064	112,0	37,3	
065	91,8	39,3	
066	106,8	40,4	
067	120,0	31,7	
068	123,0	43,3	
070	104,8	39,8	
071	116,0	35,6	
075	113,0	37,9	
_		, 	
Methode	DIN38402 A45	DIN38402 A45	
Bew ertung	Zu <=2,0	Zu <=2,0	
Sollw ert	112,6	37,3	
Rel.Soll-Stdabw .	13,56 %	23,00 %	
unt. Toleranzgr.	83,1	21,3	
ob. Toleranzgr.	146,3	57,4	
Anzahl Einzelw erte	36	36	
AIIZAIII LIIIZEIW EILE	30	30	
Full to the manage of an Account of the con-			
Erläuterung der Ausreißertypen			
E: Mittelw ert außerhalb TolBereicl	n		

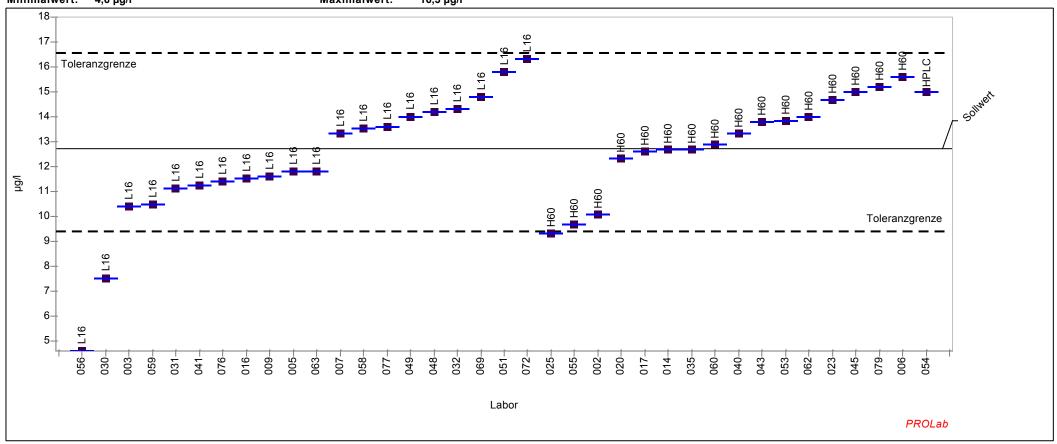


Probe: Probe A (niedriges Niveau) Sollwert: 12,7 µg/l (empirischer Wert)

Merkmal: Chlorophyll a Rel. Soll-Stdabw.: 13,56%

Anzahl Labore: 36 Toleranzbereich: 9,4 - 16,5 μg/l (|Zu-Score| <= 2,0)

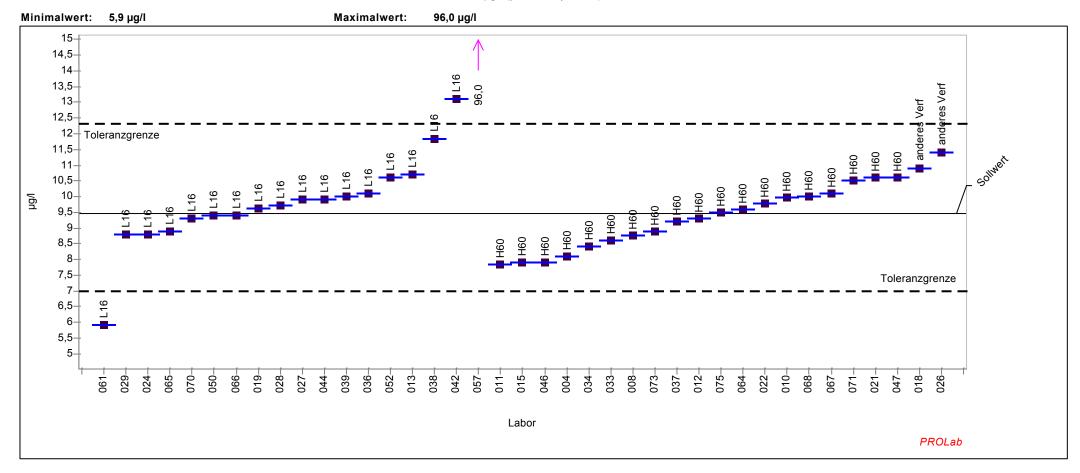
Minimalwert: 4,6 μg/l Maximalwert: 16,3 μg/l



Probe: Probe B (niedriges Niveau) Sollwert: 9,5 µg/I (empirischer Wert)

Merkmal: Chlorophyll a Rel. Soll-Stdabw.: 13,56%

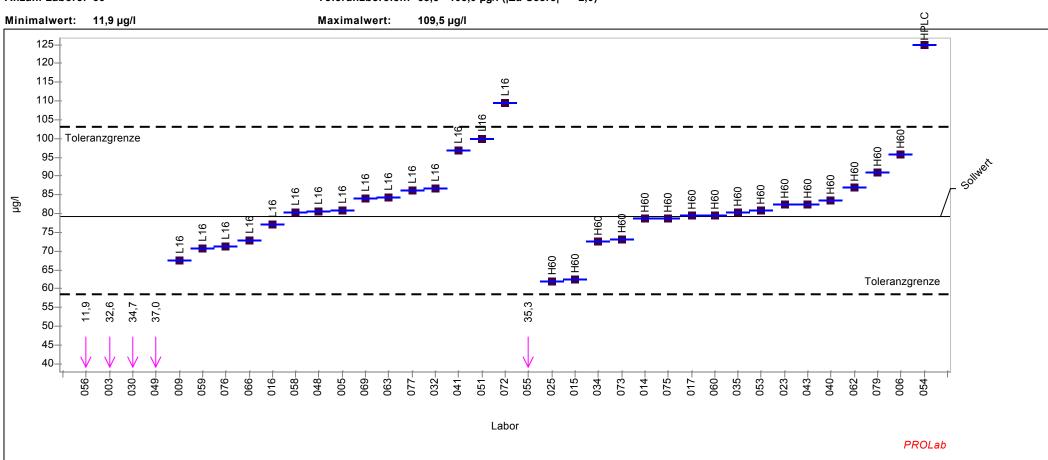
Anzahl Labore: 37 Toleranzbereich: 7,0 - 12,3 μg/l (|Zu-Score| <= 2,0)



Probe: Probe C (mittleres Niveau) Sollwert: 79,3 µg/l (empirischer Wert)

Merkmal: Chlorophyll a Rel. Soll-Stdabw.: 13,56%

Anzahl Labore: 36 Toleranzbereich: 58,5 - 103,0 µg/l (|Zu-Score| <= 2,0)



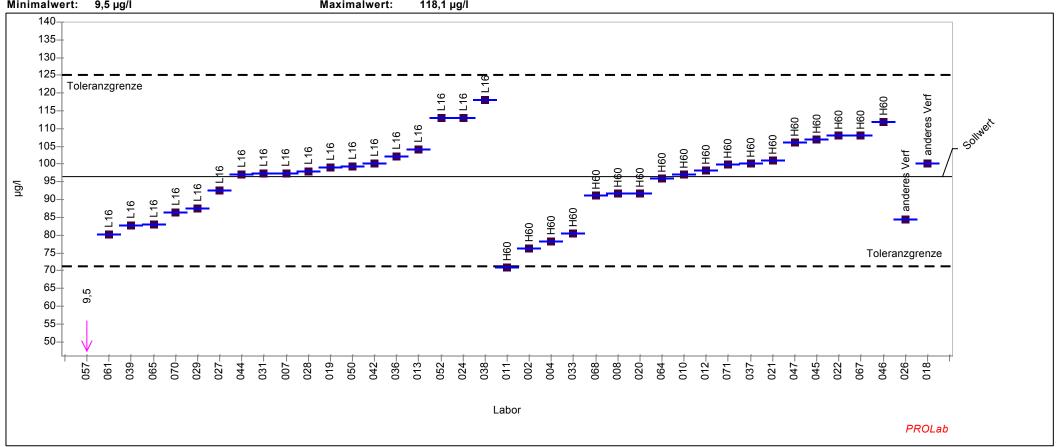


Probe D (mittleres Niveau) Probe: Sollwert: 96,4 µg/l (empirischer Wert)

Chlorophyll a Rel. Soll-Stdabw.: 13,56% Merkmal:

Toleranzbereich: $71,2 - 125,3 \mu g/I (|Zu-Score| \le 2,0)$ Anzahl Labore: 37

Minimalwert: 9,5 μg/l Maximalwert: 118,1 µg/l

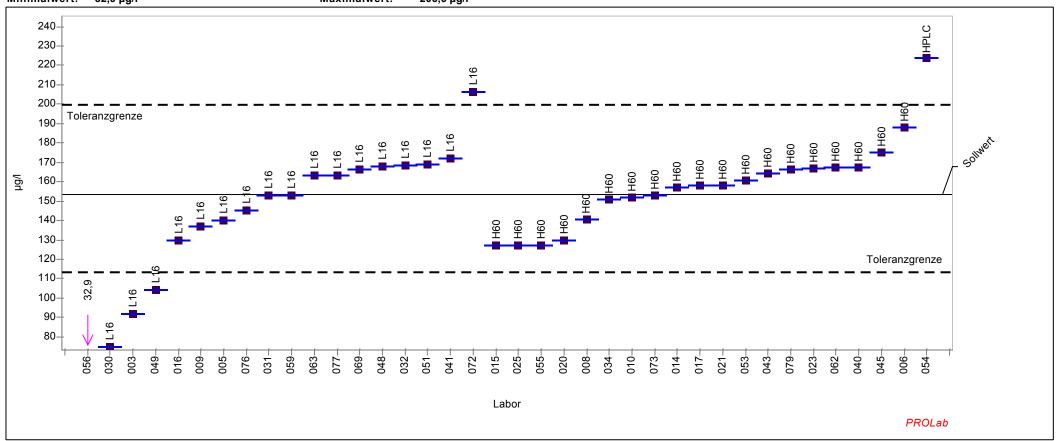


Probe: Probe E (hohes Niveau) Sollwert: 153,5 µg/l (empirischer Wert)

Merkmal: Chlorophyll a Rel. Soll-Stdabw.: 13,56%

Anzahl Labore: 37 Toleranzbereich: 113,3 - 199,5 µg/l (|Zu-Score| <= 2,0)

Minimalwert: 32,9 μg/l Maximalwert: 206,6 μg/l

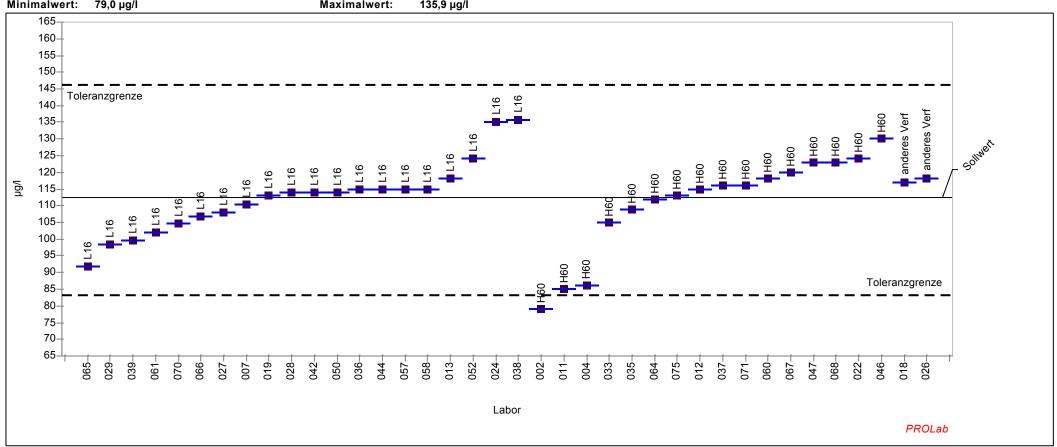


Probe F (hohes Niveau) Probe: Sollwert: 112,6 µg/l (empirischer Wert)

Chlorophyll a Rel. Soll-Stdabw.: 13,56% Merkmal:

Toleranzbereich: 83,1 - 146,3 μg/l (|Zu-Score| <= 2,0) Anzahl Labore: 36

Minimalwert: 79,0 µg/l Maximalwert: 135,9 µg/l

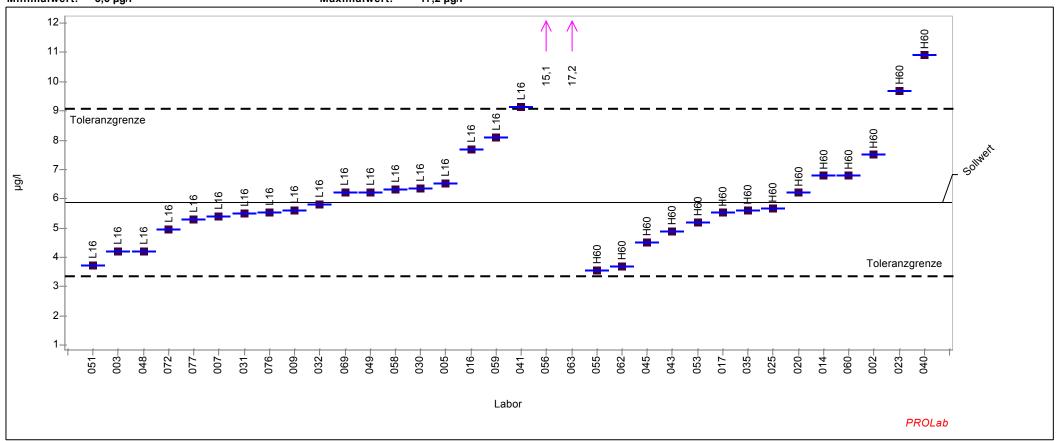


Probe: Probe A (niedriges Niveau) Sollwert: 5,9 µg/I (empirischer Wert)

Merkmal: Phaeopigment Rel. Soll-Stdabw.: 23,00%

Anzahl Labore: 34 Toleranzbereich: 3,4 - 9,1 μg/l (|Zu-Score| <= 2,0)

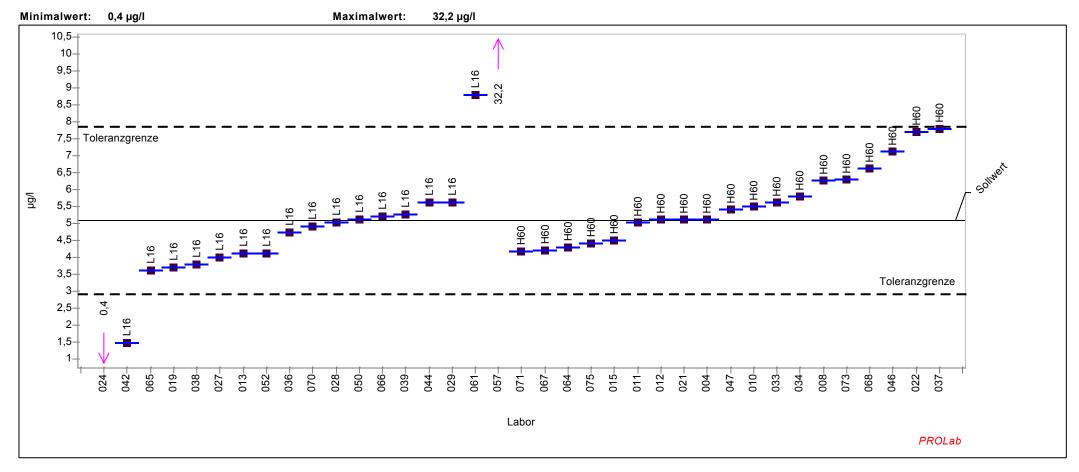
Minimalwert: 3,6 μg/l Maximalwert: 17,2 μg/l



Probe: Probe B (niedriges Niveau) Sollwert: 5,1 µg/I (empirischer Wert)

Merkmal: Phaeopigment Rel. Soll-Stdabw.: 23,00%

Anzahl Labore: 37 Toleranzbereich: 2,9 - 7,8 µg/l (|Zu-Score| <= 2,0)

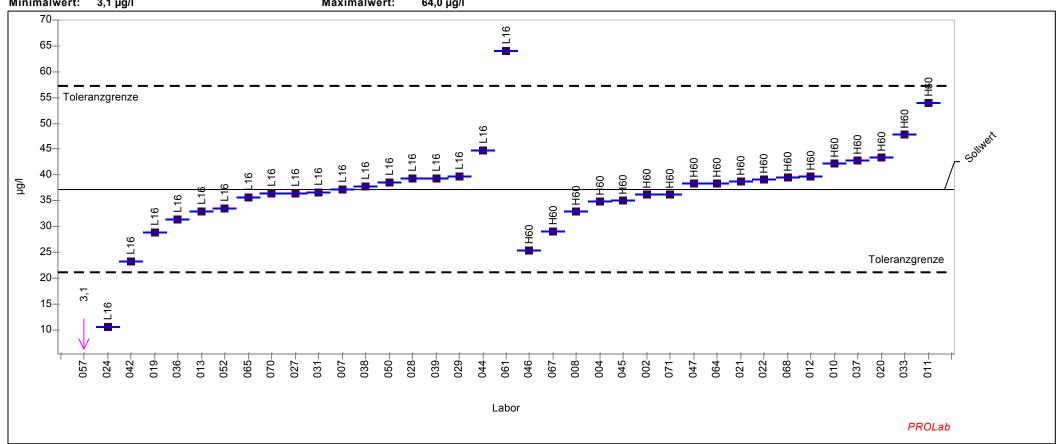


Probe D (mittleres Niveau) Probe: Sollwert: 37,1 µg/l (empirischer Wert)

Phaeopigment Rel. Soll-Stdabw.: 23,00% Merkmal:

Toleranzbereich: $21,2 - 57,2 \mu g/I (|Zu-Score| \le 2,0)$ Anzahl Labore: 37

Minimalwert: 3,1 µg/l Maximalwert: 64,0 µg/l

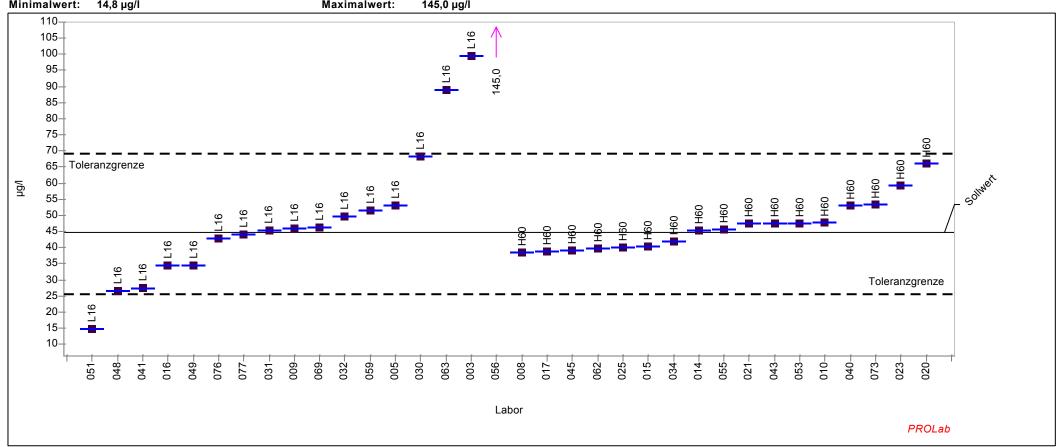


Probe E (hohes Niveau) Probe: Sollwert: 44,9 µg/l (empirischer Wert)

Rel. Soll-Stdabw.: 23,00% Merkmal: Phaeopigment

Toleranzbereich: $25,6 - 69,1 \mu g/I (|Zu-Score| \le 2,0)$ Anzahl Labore: 34

Minimalwert: 14,8 µg/l Maximalwert: 145,0 µg/l

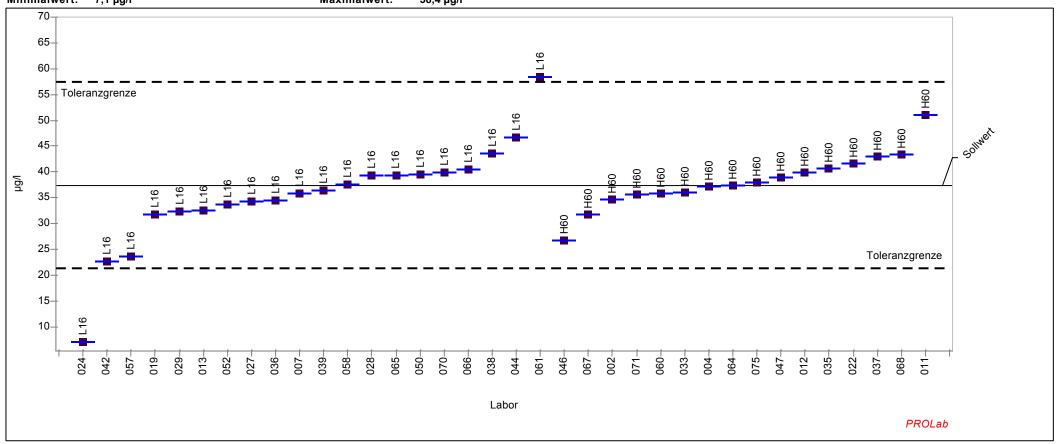


Probe: Probe F (hohes Niveau) Sollwert: 37,3 µg/l (empirischer Wert)

Merkmal: Phaeopigment Rel. Soll-Stdabw.: 23,00%

Anzahl Labore: 36 Toleranzbereich: 21,3 - 57,4 µg/l (|Zu-Score| <= 2,0)

Minimalwert: 7,1 μg/l Maximalwert: 58,4 μg/l



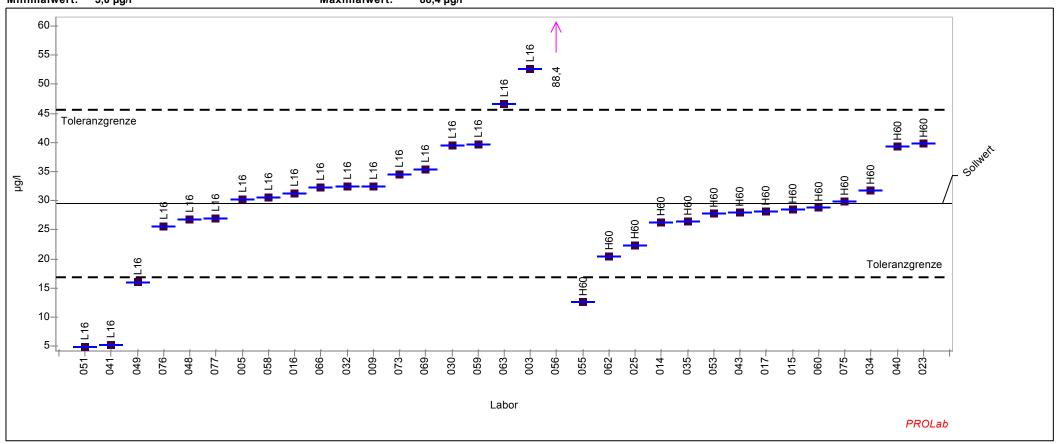


Probe: Probe C (mittleres Niveau) Sollwert: 29,6 µg/l (empirischer Wert)

Merkmal: Phaeopigment Rel. Soll-Stdabw.: 23,00%

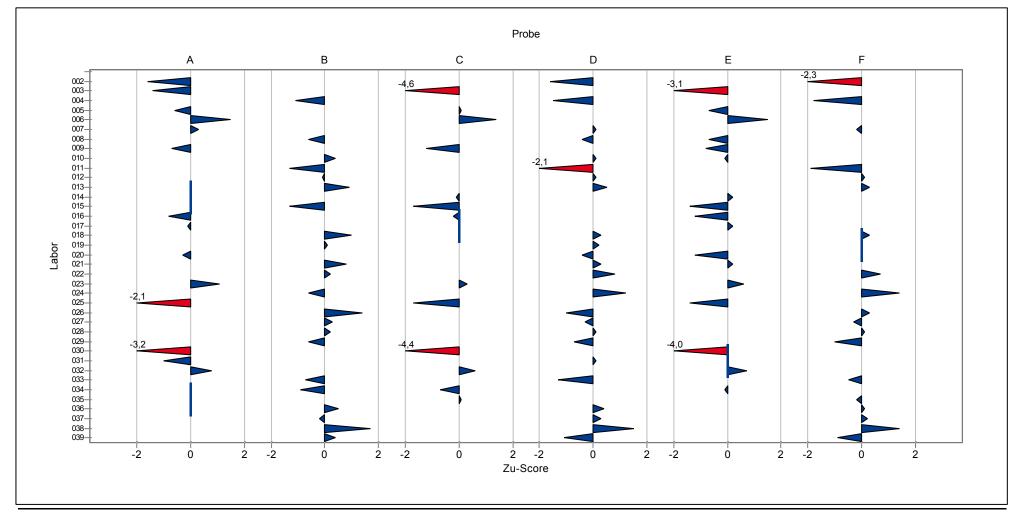
Anzahl Labore: 33 Toleranzbereich: 16,9 - 45,6 µg/l (|Zu-Score| <= 2,0)

Minimalwert: 5,0 μg/l Maximalwert: 88,4 μg/l

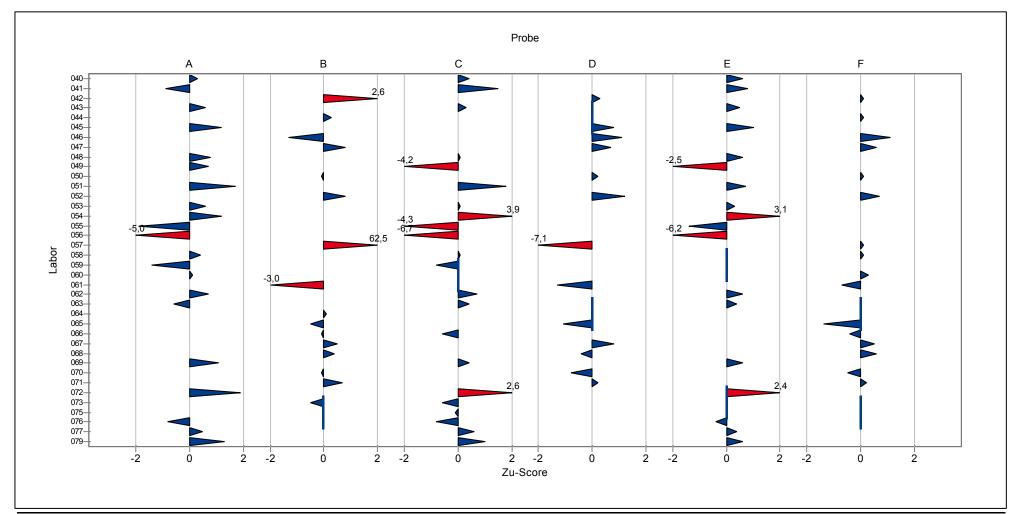




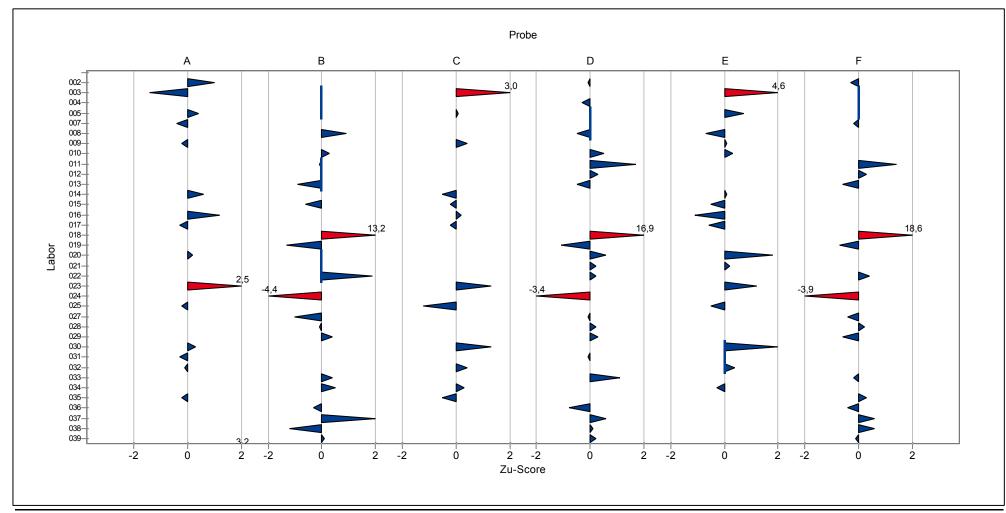
Merkmal: Chlorophyll a



Merkmal: Chlorophyll a



Merkmal: Phaeopigment





Merkmal: Phaeopigment

