



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Eidgenössisches Departement für

Wirtschaft, Bildung und Forschung

Agroscope

Nationale Bodenbeobachtung NABO

VBBo-Ringanalysenbericht 2013

Daniel Wächter

04.06.2014



Nationale Bodenbeobachtung
Observatoire national des sols
Osservatorio nazionale dei suoli
Swiss Soil Monitoring Network

www.nabo.admin.ch

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU) vertreten durch F. Wegmann
CH-3003 Bern
www.umwelt-schweiz.ch

Auftragnehmer

Agroscope, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zürich
www.agroscope.admin.ch

Autor

Daniel Wächter, daniel.waechter@agroscope.admin.ch

Bezug

www.nabo.admin.ch > Bibliographie Nr. 201

Dank

Wir danken der Organisation des Wageningen Evaluating Program for Analytical Laboratories (WEPAL) an der landwirtschaftlichen Universität Wageningen (NL) vertreten durch Dr. A. Eijgenraam für die langjährige, ausgezeichnete Zusammenarbeit.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	1
Symbole, Abkürzungen und Definitionen	3
A Allgemeines.....	5
1 Einleitung	5
2 Organisation und Teilnahmebedingungen	5
3 Analysenprogramm und –vorschriften.....	6
3.1 Anorganische Schadstoffe (ISE-Programm)	6
3.2 Organische Schadstoffe (SETOC-Programm)	7
4 Auswertung der Resultate	8
5 Darstellung der Resultate und Interpretation	10
6 Erläuterungen zu der Laborliste.....	12
7 Literaturverzeichnis	13
B Anorganische Schadstoffe.....	14
1 Konventionen.....	14
2 Resultate	15
3 Laborliste für anorganische Schadstoffe.....	32
C ORGANISCHE SCHADSTOFFE (SETOC-PROGRAMM).....	34
1 Konventionen.....	34
2 Resultate	35
2.1 Summenparameter.....	35
2.2 Einzelparameter.....	38
3 Laborliste für organische Schadstoffe.....	54
D Anhang	56
1 Anorganische Schadstoffe: Auswertungen nach Labor	56
2 Organische Schadstoffe: Auswertungen nach Labor	62

Figurenverzeichnis

Fig. B-1	Abweichungen der Laborresultate vom Sollwert (Z-Werte).....	17
Fig. B-2	Relative Streuung als Funktion der Konzentration	26
Fig. C-1	Summenparameter: Abweichung der Laborresultate in % vom Mittelwert.....	36
Fig. C-2	Summenparameter: Relative Streuung als Funktion der Konzentration.....	37
Fig. C-3	Einzelparameter: Abweichung der Laborresultate vom Sollwert (Z-Werte)	41
Fig. C-4:	Einzelparameter: Relative Streuung als Funktion der Konzentration.....	45
Fig. D-1	Anorganische Schadstoffe: Abweichungen der Laborresultate vom Sollwert (Z-Werte) 56	
Fig. D-2	Organische Schadstoffe: Abweichungen der Laborresultate vom Sollwert (Z-Werte) 62	

Tabellenverzeichnis

Tab. B-1:	Maximal akzeptierte < Werte im Vergleich zu tiefen natürlichen Gehalten und Richtwerten	14
Tab. B-2	Statistische Kennzahlen und Beurteilbarkeit	15
Tab. B-3	Beurteilung der „<als Proben“.....	23
Tab. B-4	Anzahl Analysenresultate und Anteil der „Groben Ausreisser“	25
Tab. B-5	Vergleichbarkeit der Ringanalysenresultate 2009-2013 auf Bezugswertshöhe (p ≈ 95 %) 31	
Tab. B-6:	Laborliste für anorganische Schadstoffe.....	32
Tab. B-7:	Zusammenfassung der Laborlisten 1995-2013.....	33
Tab. C-1:	Maximal akzeptierte <Werte	34
Tab. C-2:	Statistische Kennzahlen und Beurteilbarkeit der Summenparameter	35
Tab. C-3:	Statistische Kennzahlen der einzelnen PAK- und PCB-Analysen.....	38
Tab. C-4:	Statistische Kennzahlen der einzelnen Dioxin- und Furananalysen	40
Tab. C-5:	Anzahl Analysenresultate und Anteil der „Groben Ausreisser“	40
Tab. C-6:	Vergleichbarkeit der Ringanalysenresultate 1998-2013 auf Bezugswert-Niveau (p≈95 %)	53
Tab. C-7:	Laborliste für organische Schadstoffe.....	54
Tab. C-8:	Zusammenfassung der Laborlisten für organische Schadstoffe 1998-2013	55

Kurzfassung

Datengrundlage und Akkreditierung

Die Nationale Bodenbeobachtung (NABO) organisiert das VBBo-Ringanalysenprogramm in Zusammenarbeit mit den "Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories" (WEPAL). Gegenstand sind die beiden Programme "International Soil-analytical Exchange" (ISE) und "International Sediment Exchange for Tests on Organic Contaminants" (SETOC). WEPAL ist durch die Niederländische Akkreditierungsstelle (Dutch Accreditation Council RvA) nach ILAC-G13:2000 für die Durchführung von Ringanalysen akkreditiert.

Quantitative Beurteilung der Analysentauglichkeit

Die Vergleichbarkeit der Ringanalysenresultate wurde mit dem Erwartungswert nach Horwitz verglichen. Somit kann die Güte der Ringanalysenresultate unabhängig vom Richtwert beurteilt werden. In den Figuren B-2, C-2 und C-4 sind der Erwartungswert (Horwitz-PRSD), sowie die Grenzen (HorRat-Min und HorRat-Max) nach Horwitz eingezeichnet. Abweichungen sind Hinweise für sehr unterschiedliche Nachweisgrenzen, Matrixeffekte, andere analytische Probleme, Probenheterogenität, aber auch auf ungenügenden Erfahrungsstand (Horwitz et al. 2006).

Anorganische Schadstoffe (ISE-Programm)

An der 24. Ringanalysenperiode für anorganische Schadstoffe im Rahmen der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) haben 23 Laboratorien teilgenommen. Die statistischen Kennzahlen und die Beurteilbarkeit der einzelnen Proben sind in der Tabelle B-2 zusammengestellt.

Organische Schadstoffe (SETOC-Programm)

An der 16. Ringanalysenperiode für organische Schadstoffe im Rahmen der VBBo haben 9 Laboratorien teilgenommen (PAK = 10, PCB = 5, PCDD/F = 1).

In Anlehnung an die Richt-, Prüf- und Sanierungswerte (VBBo, 1998) wurden die Summenparameter ausgewertet. Die statistischen Kennzahlen und der Entscheid, ob die einzelnen Proben in die Beurteilung einbezogen werden, sind in der Tabelle C-2, zusammengestellt.

Die Auswertungen der Einzelparameter sind in Tabelle C-3, Figur C-3, Figur C-4 und Tabelle C-4 zusammengestellt.

Laborlisten

Von den codierten Laborlisten für anorganische Schadstoffe (Tabelle B-6) und organische Schadstoffe (Tabelle C-7) wird nach Einwilligung der interessierten Laboratorien eine „Öffentliche Laborliste“ mit Aufdeckung der Identität erstellt, welche auf der NABO-Homepage www.nabo.admin.ch unter „NABO-Quality“ einsehbar ist. Die Zusammenfassungen der Laborlisten seit 1995 bzw. 1998 (Tabelle B-7 bzw. Tabelle C-8) dokumentieren die Kontinuität der Laborergebnisse.

Zusammenstellung der z-Werte nach Labor

Im Anhang sind für jedes Labor seine z-Werte in einer Grafik dargestellt. Die verantwortlichen Personen erhalten so einen schnellen Überblick ihres Labors. Die Resultat der vier Quartale sind mit verschiedenen Farben gekennzeichnet, somit sind zusätzlich Unterschiede zwischen den Quartalen erkennbar.

Symbole, Abkürzungen und Definitionen

<	„Kleiner-als-Wert“ (<Wert)
C	Konzentration als Massenanteil (einheitslos, z.B: [kg/kg])
CV	Variationskoeffizient (relative Standardabweichung) in %:
	$CV(\%) = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100$
HorRat	Horwitz-Verhältnis: $HorRat = \frac{100 \times CV}{Horwitz - PRSD}$
HorRat-Min, bzw. Max	0,5 (bzw. 2,0) x Horwitz-PRSD
Horwitz-PRSD	Horwitz-Erwartungswert der relativen Standardabweichung in %: Horwitz - PRSD (%) = $2 \times C^{-0.1505}$
Mean	Arithmetisches Mittelwert (\bar{x})
Median	Zentralwert
N	Anzahl Analysenwerte
Relative Abweichung	$\frac{ x - \bar{x} }{\bar{x}}$
SD	Standardabweichung
$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$
\bar{X}	Arithmetisches Mittelwert
Z-Wert	Standardisierung der Laborresultate (x): $Z = \frac{x - \bar{x}}{SD}$ ($Z = 0 \Rightarrow x = \bar{x}$, $Z = 1 = 1 \text{ SD}$)
ISE	International Soil-analytical Exchange von WEPAL
NABO	Nationale Bodenbeobachtung
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/F	Polychlorierte Dioxine und Furane
SETOC	International Sediment Exchange for Tests on Organic Contaminants von WEPAL

Symbole, Abkürzungen und Definitionen

VBBo	Verordnung über Belastungen des Bodens vom 1. Juli 1998 SR-Nummer: 814.12 / Stand: 1. Juli 2008
VSBo	Verordnung über Schadstoffe im Boden vom 9. Juni 1986 (in Kraft bis 30. September 1998)
WEPAL	Wageningen Evaluating Programms for Analytical Laboratories

A Allgemeines

1 Einleitung

Seit dem 1. Oktober 1998 ist die "Verordnung über Belastungen des Bodens" (VBBo) in Kraft, welche die Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) vom 9. Juni 1986 ablöste. Die rechtliche Bedeutung der darin festgelegten Richt-, Prüf- und Sanierungswerte verlangt eine gute Vergleichbarkeit der Analysenresultate zwischen den Laboratorien, die nur durch Ringanalysen erreicht werden kann.

Die Nationale Bodenbeobachtung (NABO) ist aus Referenzgründen an der Vergleichbarkeit ihrer Analysenresultate interessiert. Weiter ist sie dazu verpflichtet, die Datenqualität der Bodenlabors durch regelmässige Ringanalysen zu sichern (BUWAL 2001) und organisiert deshalb das Ringanalysenprogramm.

Das VBBo-Ringanalysenprogramm ist ein wichtiger Beitrag für die externe Qualitätssicherung und -kontrolle, und erlaubt aufgrund seiner dreimonatigen Periodizität, den Stand und die Entwicklung der Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Laboratorien praxisnah aufzuzeigen. Der Bericht ist auch die Grundlage für die jährliche Aktualisierung der „Öffentlichen Laborliste“ welche im Internet (www.nabo.admin.ch) unter „NABO-Quality“ publiziert wird.

Die Darstellungen und Auswertungen erfolgten nach dem bewährten Schema.

2 Organisation und Teilnahmebedingungen

Die NABO organisiert das VBBo-Ringanalysenprogramm in Zusammenarbeit mit den "Wageningen Evaluating Programmes for Analytical Laboratories" (WEPAL, www.wepal.nl) der Universität Wageningen. Gegenstand sind die beiden Programme "International Soil-analytical Exchange" (ISE) und "International Sediment Exchange for Tests on Organic Contaminants" (SETOC). Anmeldungen sind jederzeit bei der Ringanalysenleitung möglich.

Ausser Gebühren stellt WEPAL keinerlei Bedingungen. Das VBBo-Ringanalysenprogramm dagegen legt folgende Teilnahmebedingungen fest:

- Teilnahme am ISE- und/oder SETOC-Programm von WEPAL.
- Vorgehen nach den Referenzmethoden (siehe Kap. A3).
- Einhaltung der „maximal akzeptierten <Werte“ (Tab. B-1 und Tab. C-1)

WEPAL verschickt für beide Programme (ISE/SETOC) in den Monaten Januar, April, Juli und Oktober je 4 repräsentative Proben. Zum Teil wird das gleiche Probenmaterial mehrmals verschickt.

Die Resultate müssen für die Auswertung zu folgenden Terminen bei WEPAL vorliegen:

1. Quartal (Januar - März): vor dem 1. April
2. Quartal (April - Juni): vor dem 1. Juli
3. Quartal (Juli - September): vor dem 1. Oktober
4. Quartal (Oktober - Dezember): vor dem 1. Januar.

Hinweis: Die PCDD/F (SETOC-Programm) sind nur in den Proben des 1. Quartals zu analysieren.

Die fristgerecht eingetroffenen Laborresultate werden von WEPAL kurzfristig quartalsweise in Auswertungsberichten (ISE-/SETOC-Quarterly Reports) zusammengestellt und verschickt. In den Jahresberichten (Annual Reports), welche im Mai oder Juni des folgenden Jahres erscheinen, werden nur offensichtliche Übermittlungsfehler eingegangener Resultate korrigiert.

Die NABO erstellt den vorliegenden Bericht aus den WEPAL-Daten. Das VBBo-Ringanalysenprogramm wird vertraulich unter Codierung der Laboratorien durchgeführt. Nur auf ausdrückliche Einwilligung der Teilnehmerlaboratorien werden diese unter Aufdeckung der Identität in die "Öffentliche Laborliste" aufgenommen, welche jährlich aktualisiert wird.

3 Analysenprogramm und –vorschriften

Das VBBo-Ringanalysenprogramm umfasst nur einen Teil der ISE- und SETOC-Programme und beruht weitgehend auf prioritären Bodenschadstoffen für welche im Anhang 1 und 2 der VBBo (1998) Richt-, Prüf- und Sanierungswerte festgelegt sind. Bei genügend grosser Beteiligung können auf Wunsch und nach Absprache mit der Ringanalysenleitung weitere Schadstoffe ins Programm aufgenommen werden.

3.1 Anorganische Schadstoffe (ISE-Programm)

In der VBBo (1998) wird zwischen so genannten Totalgehalten und löslichen Gehalten unterschieden:

Totalgehalte:

Extraktion mit c(HNO₃) 2 mol/L: Cd, Co¹⁾, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Tl²⁾, Zn

Extraktion mit NaOH- Plätzchen: F

Lösliche Gehalte:

Extraktion mit c(NaNO₃) 0.1 mol/L: Cd, Cu, Ni, Pb²⁾, Zn

Extraktion mit Wasser: F

¹ Programmelemente der Vorgängerverordnung VSBo (1986)

Die Extraktionsvorschriften sind in der aktuellsten Ausgabe der Schweizerischen Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten (Band 3) festgehalten (Bezugsquelle: René Flisch, Agroscope, Reckenholzholzstrasse 191, 8046 Zürich).

Die Messmethode der Extrakte ist nicht vorgeschrieben, die Wahl der Messgeräte ist frei. Beispielhaft ist auch hier auf die oben erwähnten Referenzmethoden verwiesen.

3.2 Organische Schadstoffe (SETOC-Programm)

PAK: 16 Leitsubstanzen gemäss der "EPA-priority pollutants list":

Naphthalin, Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthen, Pyren, Benzo(a)anthracen, Chrysene, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-c,d)pyren, Dibenzo(a,h)anthracen, Benzo(g,h,i)perylene.

PCB: 7 Isomere IUPAC-Nr.:

28, 52, 101, 118, 138, 153, 180.

PCDD/F: 17 humantoxische Kongenere der polychlorierten Dibenzo-p-dioxine und polychlorierten Dibenzofurane (BUWAL 1997: 127):

- 2,3,7,8,-Cl4DD	- Cl8DD	- 1,2,3,6,7,8-Cl6DF
- 1,2,3,7,8-Cl5DD	- 2,3,7,8-Cl4DF	- 2,3,4,6,7,8-Cl6DF
- 1,2,3,4,7,8-Cl6DD	- 2,3,4,7,8-Cl5DF	- 1,2,3,4,6,7,8-Cl7DF
- 1,2,3,7,8,9-Cl6DD	- 1,2,3,7,8-Cl5DF	- 1,2,3,4,7,8,9,-Cl7DF
- 1,2,3,6,7,8-Cl6DD	- 1,2,3,4,7,8-Cl6DF	- Cl8DF
- 1,2,3,4,6,7,8-Cl7DD	- 1,2,3,7,8,9-Cl6DF	

Für die Bestimmung der organischen Schadstoffe ist die Wahl der Analysenmethode frei. Auf der NABO-Homepage kann unter NABO-Quality eine Beispielmethode für die Bestimmung von PAK und PCB herunter geladen werden.

http://www.bafu.admin.ch/bodenschutz/10161/10178/index.html?lang=de&download=NHzLpZeg7tInp6I0NTU042l2Z6lnlacy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDfYJ_gmym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--

Für die Anforderungen an die Analysenvorschriften wird auf die vom BUWAL herausgegebenen Wegleitungen verwiesen:

- Qualitätssicherungskonzept, (Oehme 2005)
- Bestimmung PAK in Böden mittels GC/MS (Oehme 2001)
- Bestimmung von PCB in Böden mittels GC/MS (Oehme 2003)

4 Auswertung der Resultate

Grundsätze zur Auswertung

Es handelt sich um eine Folgeauswertung der ISE- und SETOC-Quartalsberichte von WEPAL mit folgenden Grundsätzen:

1. Die Kenngrössen Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und Z (Z score) werden für die Schweizer Labors neu berechnet
2. Viermal pro Jahr verschickte Proben werden wegen bekannten Erwartungswerten nicht berücksichtigt.
3. Liegt ein Laborresultat als <Wert vor, darf dieses den „maximal akzeptierten <Wert“ (Tab. B-1 und Tab. C-1) nicht übersteigen.
4. Parameter gelten als beurteilbar (Tab. B-2 und Tab. C-2), wenn:
 - Die Anzahl der eingegangenen Resultate mindestens 8 beträgt ($N > 7$) bzw. mindestens 5 ($N > 4$) bei Summenparametern.
 - Die Laborresultate annähernd normalverteilt sind d.h. Mittelwert und Median nicht mehr als $\pm 5\%$ voneinander abweichen bzw. Med/Mean zwischen 0.95 und 1.05 liegt.
 - Der CV bei anorganischen Schadstoffen 20 % bzw. 40 % bei den organischen Schadstoffen nicht übersteigt.
5. Parameter werden als „< als Probe“ beurteilt (Tab. B-2 und Tab. C-2), wenn:
 - Die Anzahl der eingegangenen Resultate mindestens 8 beträgt ($N > 7$).
 - mindestens 75 % der Werte unter oder gleich den „maximal akzeptierten < Werten“ liegen.
6. Ein Laborresultat erfüllt die qualitativen Anforderungen:
 - wenn die Abweichung vom Sollwert (Mittelwert) nicht mehr als $\pm 2 Z$, oder die relative Abweichung nicht mehr als $\pm 5\%$ beträgt (Fig. B-1 und Fig. C-1), oder
 - falls es sich um eine „< als Probe“ handelt (vgl. Pt. 5), d.h. wenn der Wert gleich oder kleiner als der „maximal akzeptierten < Wert“ angegeben wird.
7. Ein Laborresultat wird als „grober Ausreisser“ klassiert:
 - wenn die Abweichung zum Mittelwert grösser als der Faktor fünf und der Z-Wert ausserhalb von ± 10 ist.
 - wenn der Wert über dem Fünffachen des „maximal akzeptierten < Wertes“ liegt und falls es sich um eine „< als Probe“ handelt (vgl. Pt. 5).

Proben mit tiefen Gehalten:

Sind bei einer Probe mindestens 75 % der Werte unter oder gleich den „maximal akzeptierten <Werten“, so handelt es sich um eine „< als Probe“. In diesem Fall erfüllt ein Laborresultat die qualitativen Anforderungen, wenn es als „maximal akzeptierter <Wert“ angegeben wird oder darunter liegt. Ebenfalls sind die qualitativen Anforderungen erfüllt, wenn der Parameter beurteilbar ist und die Abweichung vom Sollwert (Mittelwert) nicht mehr als $\pm 2 Z$ beträgt. In Tab. B-3 sind die Laborresultate der „<Wert-Proben“ nach diesem Qualitätskriterium beurteilt.

Summenparameter für die organischen Schadstoffe:

Diese Auswertung lehnt sich an die Richt-, Prüf- und Sanierungswerte der VBBo (1998) an, welche sich jeweils auf die Summe beziehen.

Die Summe für PAK, PCB oder PCDD/F setzt sich jeweils aus den in Kap. A3.2 aufgelisteten Einzelwerten zusammen. Der Summenparameter wird nur berechnet, wenn ein Labor alle Einzelverbindungen einer Stoffklasse analysiert hat. Bei <Werten und Werten unter den „max. akzeptierten <Werten“ wird für die Summenbildung der Betrag der „max. akzeptierten <Werte“ als Messwert genommen.

Für die Beurteilung der Laborresultate gelten für die Summenparameter die gleichen qualitativen Anforderungen wie für die Einzelwerte (Kap A4).

Verlässlichkeit der Analysenwerte eines Labors

Der Empfänger eines Analysenwertes muss davon ausgehen, dass der Analysenwert unter Berücksichtigung der Unsicherheit dem richtigen Wert entspricht. Durch Fehler im Labor wie z.B. Verwechslung der Proben, falsche Einheit oder falsche Umrechnung kann ein Analysenwert weit vom richtigen Wert abweichen. Dies wiederum kann beim Empfänger zu falschen Interpretationen oder Entscheiden und somit zu vermeidbarem zusätzlichem Aufwand (Kosten, Zeit) führen.

Solche „Grobe Ausreisser“ sollten ausgeschlossen oder minimiert werden. Ein Labor stellt dies durch interne Qualitätssicherung, saubere Arbeitsweise und optimierte Prozessabläufe sicher. Der Anteil der „groben Ausreisser“ gibt somit einen guten Anhaltspunkt über die Verlässlichkeit der Analysenwerte eines Labors. Im Abschnitt „Grundsätze zur Auswertung“ ist definiert, wann ein Wert als „Grobe Ausreisser“ gilt.

5 Darstellung der Resultate und Interpretation

Die einzelnen Laborresultate (Urliste) sind in den entsprechenden ISE- und SETOC-Quartalsberichten zu finden.

In Tab. B-2/C-2/C-3/C-4 sind statistische Kennzahlen und die Entscheide zur Beurteilbarkeit (vgl. Kap. A4) zusammengestellt. Eine deutlich rechtsschiefe Häufigkeitsverteilung (Median < Mittelwert) deutet auf Kontaminationsprobleme und/oder bei geringen Konzentrationen auf ungenügend tiefe Bestimmungsgrenzen hin. Allgemein grosse Standardabweichungen geben Hinweise auf Proben mit analytischen Schwierigkeiten aufgrund tiefer Konzentrationen (vgl. Tab. B-2/C-2) oder Matrixeffekte.

Für die Einzelparameter sind in Fig. B-1/C-3 die Abweichungen der Laborresultate vom Sollwert bzw. arithmetischen Mittelwert durch Z-Werte angegeben. Die Laborresultate sind bis zu einer Abweichung von $Z = \pm 3$ dargestellt, auch grössere Abweichungen sind bei $Z = \pm 3$ eingezeichnet. Der Sollwertbereich mit 95 % der beurteilbaren Resultate ist durch $Z = \pm 2$ definiert. Laborresultate von Proben, welche nicht allen Beurteilungskriterien genügen, sind mit X überschrieben.

Die relativen Abweichungen der Laborresultate vom Mittelwert der Summenparameter sind in Fig. C-1 angegeben. Die Laborresultate sind bis zu einer Abweichung von $\pm 50\%$ dargestellt, grössere Abweichungen sind ebenfalls bei $\pm 50\%$ eingetragen.

In diesen Darstellungen werden die allgemeinen Abweichungen der Laborresultate vom Mittelwert (Laborvergleichbarkeit) sowie systematische Abweichungen einzelner Labors ersichtlich.

In Tab. B-4/C-5 sind für jedes Labor die Anteile der „Groben Ausreisser“ angegeben. Diese Angabe dient als Mass für die Verlässlichkeit der Analysenwerte eines Labors.

Fig. B-2/C-2/C-4 zeigen die Beziehung zwischen der relativen Streuung (CV) und den Mittelwert-Konzentrationen der Laborresultate seit 1995 (SETOC 1998) als doppellogarithmische Darstellung. Die jüngsten Daten sind besonders gekennzeichnet und dokumentieren den aktuellen Stand der Analysenstreuung. Die relative Streuung verringert sich exponentiell mit der Konzentrationszunahme bis zu einem gewissen Niveau, welches für taugliche Analysenverfahren stoff- und methodenunspezifisch ist (Horwitz et al., 1980). In den Fig. B-2/C-2/C-4 ist diese zu erwartende Präzision als Horwitz-PRSD eingezeichnet. Ringanalysendaten sollten innerhalb eines Bereiches von 0,5 bis 2 mal der Horwitz-PRSD liegen. Diese Grenzen sind als HorRat-Min und HorRat-Max ebenfalls in der Grafik eingezeichnet. Abweichungen von diesem generellen Verhalten sind Hinweise für sehr unterschiedliche Nachweisgrenzen, Matrixeffekte, andere analytische Probleme, Probenheterogenität aber auch zum ungenügenden Erfahrungsstand (Horwitz et al. 2006).

Praxisnahe Vergleichbarkeit der Analysenwerte

Die Vergleichbarkeit ist aus allen validierten Resultaten ohne grobe Ausreisser (**) berechnet. Auf diese Weise erhält man eine Vergleichbarkeit, welche die Unsicherheit von Routine-Schadstoffanalysen in Böden realitätsnäher und somit korrekter wiedergibt. Die bisherige Berechnung aus den stark statistisch bereinigten Daten ergab eine falsche, d. h. zu optimistische Schätzung der Vergleichbarkeit.

In Tab. B-5/C-6 ist die Vergleichbarkeit auf Richtwerthöhe für ca. 95 % der Laborresultate (± 2 SD) ausgewiesen. Je geringer die relative Standardabweichung (CV) ist, desto besser ist die Vergleichbarkeit. Aus den Regressionsgleichungen lassen sich die relativen Streuungen der Laborresultate (y) für verschiedene Konzentrationsniveaus (x) berechnen, sofern es die Datenlage erlaubt.

6 Erläuterungen zu der Laborliste

Die Laborliste (Tab. B-6/C-7) gibt Hinweise über die Vergleichbarkeit der Resultate eines Labors (Qualitätskriterium, Teilnahmekriterium) und berücksichtigt die Resultate des vergangenen Jahres. Sie wird nach den in Kapitel A4 formulierten Grundsätzen sowie den nachstehend aufgeführten Kriterien erstellt:

1. Die Laborliste ist eine Positivliste, d.h. es wird nur angegeben ob erfüllt wurde. Keine Angabe bedeutet entweder keine Teilnahme oder nicht erfüllt.
2. In der Laborliste werden alle jene Laboratorien aufgeführt, die mindestens ein gültiges Laborresultat (Kap A2) eingeschickt haben.
3. Beurteilbare Proben sind jene, die in die Auswertung einbezogen werden und dem Grundsatz 4 oder 5 in Kap. A4 genügen. Pro Parameter müssen in den vier Quartalen mindestens vier Proben beurteilbar sein, damit die Analysenqualität beurteilt wird (bei PCDD/F zwei Proben im 1. Quartal). Ist dies nicht der Fall wird nur die Teilnahme beurteilt.
4. Das Qualitätskriterium eines Parameters ist erfüllt, wenn mindestens 75 % der beurteilbaren Proben die qualitativen Anforderungen von Punkt 6 in Kap. A4 erfüllen.
5. Das Teilnahmekriterium ist erfüllt, wenn 75 % aller Resultate eingeschickt wurden. Mehrmals pro Jahr verschickte identische Proben, werden nicht berücksichtigt. Oder:
Das Qualitätskriterium im vergangenen Jahr erfüllt wurde und im aktuellen Jahr teilgenommen hat.

In Tab. B-7/C-8 ist die Kontinuität der Beurteilungsergebnisse der Laboratorien seit 1995 aufgeführt.

7 Literaturverzeichnis

- BUWAL, 1997: Dioxine und Furane. Schriftenreihe Umwelt Nr. 290. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.). 3003 Bern.
- BUWAL, 2001. Erläuterungen zur Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo). VU-4809-D. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- Horwitz, W., Kamps, L.R. & Boyer, K.W., 1980. Quality Assurance in the Analysis of Foods for Trace Constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 63(6): pp. 1344-1354.
- Horwitz, W. & Albert, R., 2006. The Horwitz Ratio (HorRat): A useful index of method performance with respect to precision. *J. AOAC Int.*, 89: pp. 1095-1109.
- Keller, T. & Desaules, A., 2001. Böden der Schweiz – Schadstoffgehalte und Orientierungswerte (1990-1996). Umwelt-Materialien Nr. 139. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), CH-3003 Bern. 115 pp.
- Meuli, R.G., Schwab, P., Wächter, D., Ammann, S., 2013. Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO). Zustand und Entwicklung 1985 – 2004. Bundesamt für Umwelt (BAFU), im Druck
- Oehme, M., 2001. Wegleitung Bestimmung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Böden mittels GC/MS - Methodenempfehlung. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 3003 Bern. 27 pp.
- Oehme, M., 2003. Wegleitung Bestimmung von polychlorierten Biphenylen in Böden mittels GC/MS - Methodenempfehlung. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 3003 Bern. 26 pp.
- Oehme, M., 2005. Quality Assurance Concept - Analysis of PAH, PCB and Dioxins in Soil. Swiss Agency for Environment, Forests and Landscape SAFEL (ed.), 3003 Bern. 35 pp.
- VBBo, 1998. Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998. SR 814.12.
- VSBo, 1986. Verordnung vom 9. Juni 1986 über Schadstoffe im Boden. SR 814.12. (aufgehoben).

B Anorganische Schadstoffe

1 Konventionen

Zusätzlich zu den in Kap. A2 und A3 aufgeführten allgemeinen Vorschriften, bedingen die sehr unterschiedlichen <Werte zwischen den Laboratorien die Festlegung von maximal akzeptierten < Werten (Tab. B-1).

Tab. B-1: Maximal akzeptierte < Werte im Vergleich zu tiefen natürlichen Gehalten und Richtwerten

Parameter	Totalgehalte		
	maximal akzeptierte < Werte (mg/kg)	10 %-Quantile der NABO-Standorte (Meuli et al., 2013) (mg/kg)	VBBo-Richtwert (mg/kg)
Cd-tot	0.05	0.14	0.8
Co-tot	0.5	4.2	25 ¹⁾
Cr-tot	5	13.8	50
Cu-tot	2.5	9.3	40
Hg-tot	0.01	0.04	0.5
Mo-tot	0.25	0.1	5
Ni-tot	2.5	13.0	50
Pb-tot	5	16.6	50
Tl-tot	0.05	0.06	1 ¹⁾
Zn-tot	5	37.1	150
F-tot	25	262	700
Lösliche Gehalte			
Cd-sol	0.005	0.0005	0.02
Cu-sol	0.050	0.03	0.7
Ni-sol	0.025	0.005	0.2
Pb-sol	0.025	0.001	1.0 ¹⁾
Zn-sol	0.05	0.01	0.5
F-sol	2.5	2.0	20

¹⁾ Richtwert nach VSBo (1986)

2 Resultate

Die nachstehend aufgeführten Resultate sind in Kapitel A beschrieben und in der vorangestellten Kurzfassung kommentiert.

An der Bestimmung der Schwermetalle haben sich 23 Labors beteiligt. In den Tab. B-2, Fig. B-1, Tab. B-3, Fig. B-2 und Tab. B-5 sind die Resultate dargestellt.

Tab. B-2 Statistische Kennzahlen und Beurteilbarkeit

¹⁾ Die Wiederholprobe 890 wird aufgrund des bekannten Erwartungswertes nicht berücksichtigt.

Tab. B-2: Fortsetzung

Parameter	Statistische Kenngrösse	Quartal												
		Probennummer				Nr.								
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Cd-sol $\mu\text{g/kg}$	beurteilbar?	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	Ja	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	Nein	Ja	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	
	Med/Mean	0.93	0.71	1.00	1.00	0.90	0.99	1.02	1.00	1.13	0.80	0.91	1.00	1.00
	Median	0.52	2.08	1.83	20.9	0.25	0.52	1.85	34.5	12.8	0.27	0.66	0.75	1.96
	Mean	0.54	2.91	1.83	20.8	0.25	1.03	1.87	33.7	12.8	0.24	0.83	0.82	1.96
	STD	0.21	1.82	0.15	0.37	0.03	1.36	0.91	18.5	0.21	0.16	0.92	0.86	0.04
	CV %	39.37	62.75	8.14	1.79	12.68	132.31	48.93	54.85	1.67	65.43	110.30	104.31	1.81
	N	43	2	3	4	3	4	4	9	9	3	4	4	6
Cu-sol $\mu\text{g/kg}$	beurteilbar?	Ja ¹⁾	< als Probe	Nein	Ja	< als Probe ¹⁾	Nein ¹⁾	< als Probe ¹⁾	Nein	Ja	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	Nein	Nein
	Med/Mean	1.01	1.10	1.03	1.00	0.95	1.25	0.98	1.12	1.03	1.09	1.11	1.25	0.94
	Median	78.5	44.3	36.2	76.2	22.0	67.2	45.0	57.1	38.5	104	37.5	54.4	38.4
	Mean	77.9	40.4	35.3	76.3	23.3	69.9	35.9	58.3	34.4	101	34.3	49.2	30.7
	STD	2.09	18.4	15.8	4.97	7.77	32.4	17.3	38.1	14.5	7.13	17.3	9.56	20.7
	CV %	2.69	45.46	44.95	6.51	33.39	46.42	48.33	65.36	42.18	7.07	50.95	19.42	67.53
	N	9	7	8	8	6	8	7	9	6	8	6	8	6
F-sol $\mu\text{g/kg}$	beurteilbar?	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Med/Mean	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Median	216	2.56	3.72	11.7	21.0	13.5	2.58	9.53	2.97	13.0	2.63	2.51	2.61
	Mean	216	2.56	3.72	11.7	21.0	13.5	2.58	9.53	2.97	13.0	2.63	2.51	14.1
	STD	26.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CV %	121.00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	N	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F-tot $\mu\text{g/kg}$	beurteilbar?	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Med/Mean	1.06	1.00	0.78	0.91	1.07	1.03	1.00	0.98	0.91	1.00	1.00	1.00	1.02
	Median	483	34.7	53.0	192	67.1	506	38.3	78.4	344	435	35.7	37.8	785
	Mean	454	34.7	67.7	210	626	489	38.3	82.9	349	480	35.7	37.8	751
	STD	120	1.03	31.6	61.2	94.0	53.0	0.39	16.3	34.1	105	0.71	0.81	1.56
	CV %	26.33	2.95	46.64	29.16	15.02	10.83	1.02	19.72	9.77	21.78	1.98	2.15	4.24
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ni-sol $\mu\text{g/kg}$	beurteilbar?	Ja ¹⁾	< als Probe	< als Probe	Nein	< als Probe	Nein ¹⁾	< als Probe	Nein	Ja	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	Nein	Nein
	Med/Mean	1.00	1.13	0.96	1.12	1.16	0.88	0.94	0.91	1.00	1.00	0.98	0.43	1.08
	Median	31.6	17.3	9.48	55.1	16.0	41.2	11.4	239	282	27.0	9.56	2.14	15.3
	Mean	31.5	15.3	9.84	49.0	13.8	46.8	12.2	262	282	27.0	9.72	4.95	14.1
	STD	4.01	6.08	2.32	16.8	7.11	34.1	8.12	168	17.6	0.74	0.33	6.24	3.77
	CV %	12.73	39.84	23.63	34.35	51.33	73.0%	66.82	63.99	6.24	2.72	3.40	126.04	26.69
	N	8	5	5	8	7	8	6	9	9	8	5	3	6
Pb-sol mg/kg	beurteilbar?	Nein	< als Probe	< als Probe	Nein	< als Probe	< als Probe ¹⁾	< als Probe	Nein	Nein	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	Nein	Nein
	Med/Mean	1.21	1.00	1.10	1.18	1.17	0.98	0.88	0.99	1.01	0.98	1.02	1.05	0.91
	Median	29.0	6.88	14.3	32.2	15.2	16.5	6.79	50.6	35.0	33.8	8.11	9.20	7.40
	Mean	24.0	6.88	13.0	27.4	12.9	16.9	7.67	50.5	34.6	34.4	7.96	9.78	7.14
	STD	16.4	0.01	7.64	16.1	9.35	13.2	2.42	19.5	5.42	4.86	2.51	4.30	3.20
	CV %	68.34	0.10	58.82	58.79	72.24	79.14	31.61	38.37	15.69	14.13	31.54	49.01	39.11
	N	4	4	4	4	4	4	4	5	7	4	4	4	4
Zn-sol mg/kg	beurteilbar?	Nein	Ja	Nein	Ja	< als Probe	Nein ¹⁾	Nein	Nein	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	< als Probe ¹⁾	Nein	Nein
	Med/Mean	1.05	1.00	1.09	1.00	0.96	0.97	0.98	1.15	1.08	0.98	0.99	1.12	1.09
	Median	57.8	609	108	824	47.5	65.2	314	257	550	92.3	358	367	320
	Mean	55.1	611	98.8	824	49.3	67.1	320	224	509	93.9	361	323	293
	STD	45.7	40.5	39.11	44.2	47.4	5.82	236	100	291	6.94	231	202	278
	CV %	82.93	6.64	39.53	5.37	9.61	8.68	73.89	44.76	57.19	7.39	63.98	61.73	94.97
	N	6	9	9	9	5	5	9	8	9	5	9	7	7

¹⁾ Die Wiederholprobe 890 wird aufgrund des bekannten Erwartungswertes nicht berücksichtigt.

Die Beurteilbarkeit ist in Kapitel 4 Punkt 4 beschrieben.

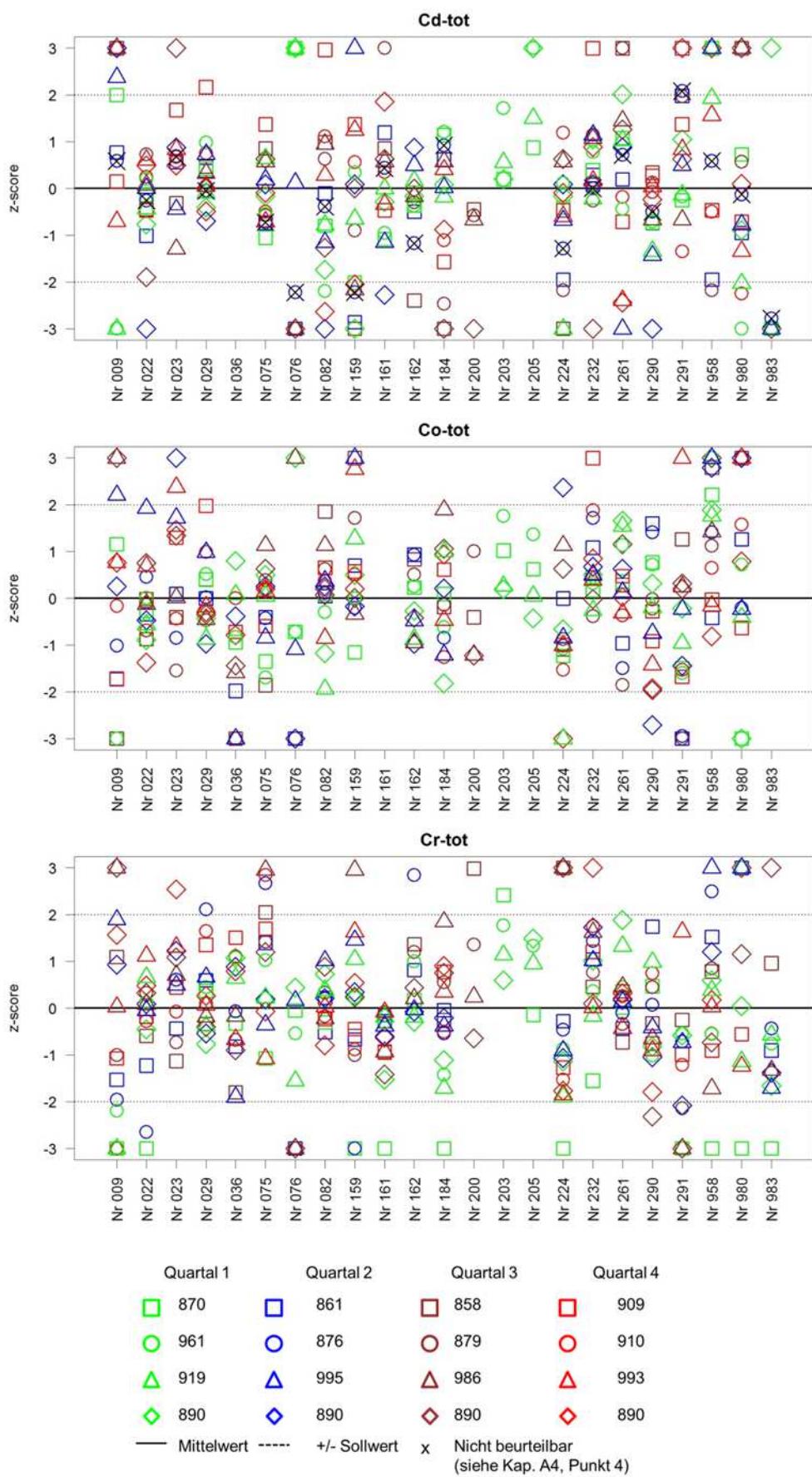
Fig. B-1 Abweichungen der Laborresultate vom Sollwert (Z-Werte)

Fig. B-1: Fortsetzung

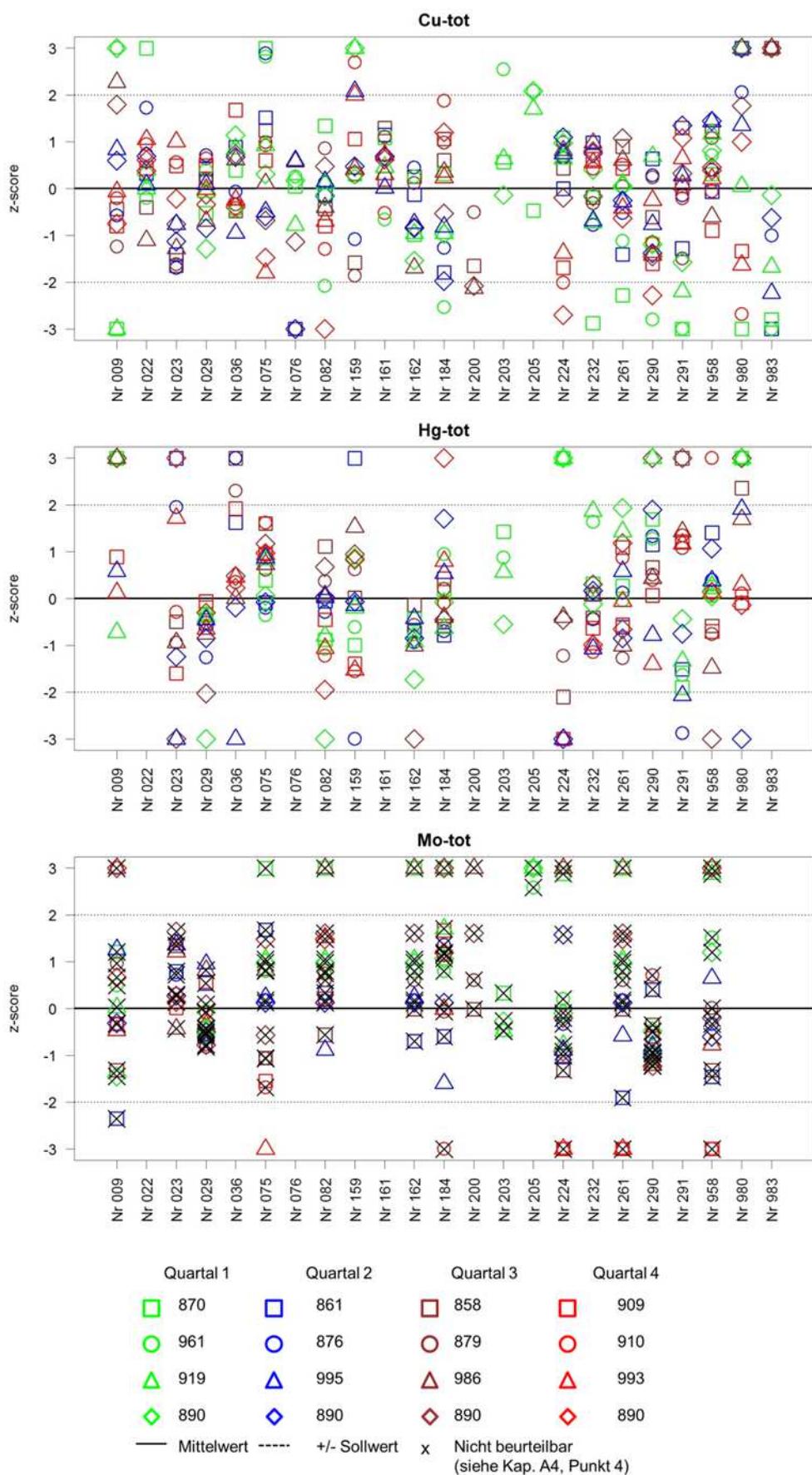


Fig. B-1: Fortsetzung

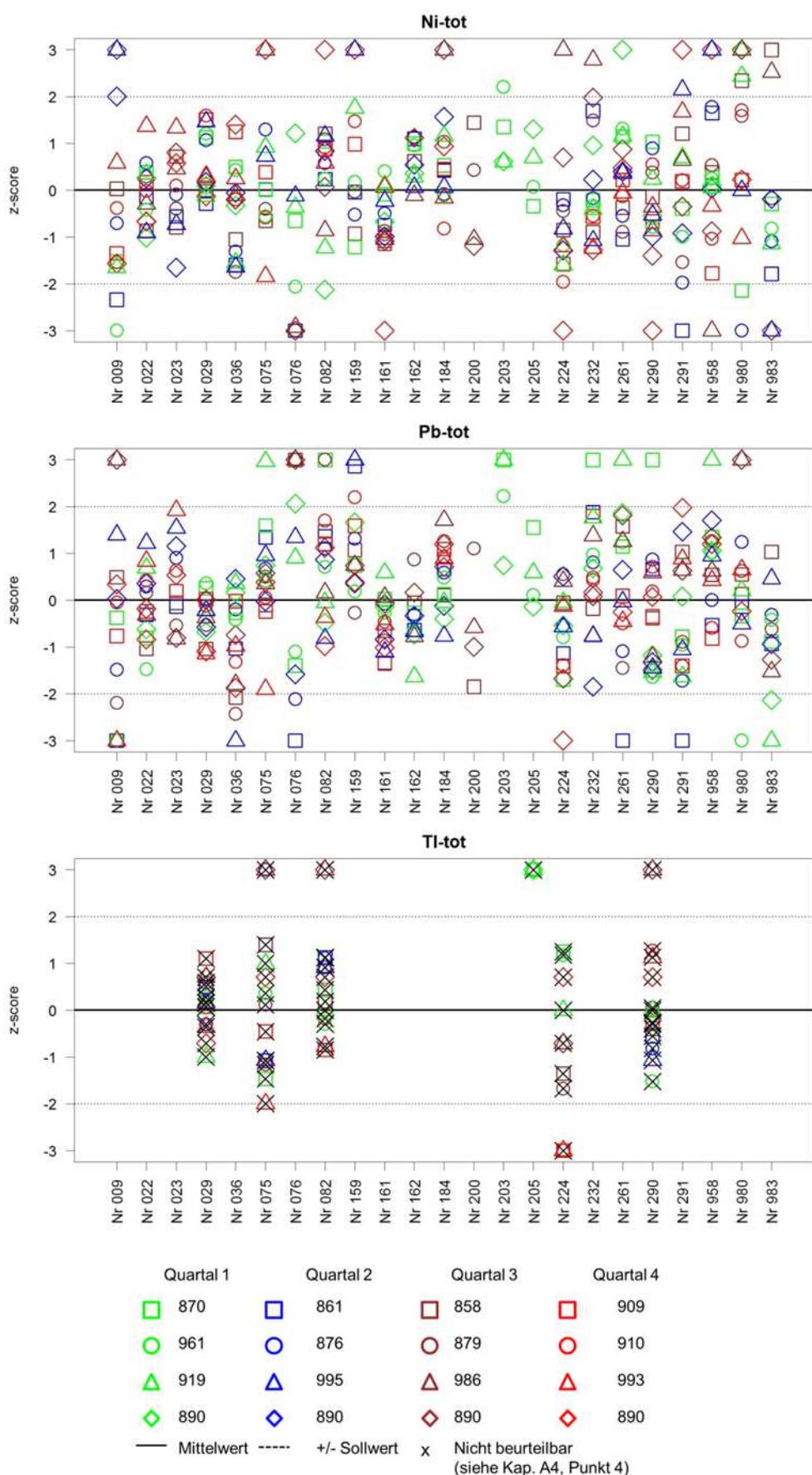


Fig. B-1: Fortsetzung

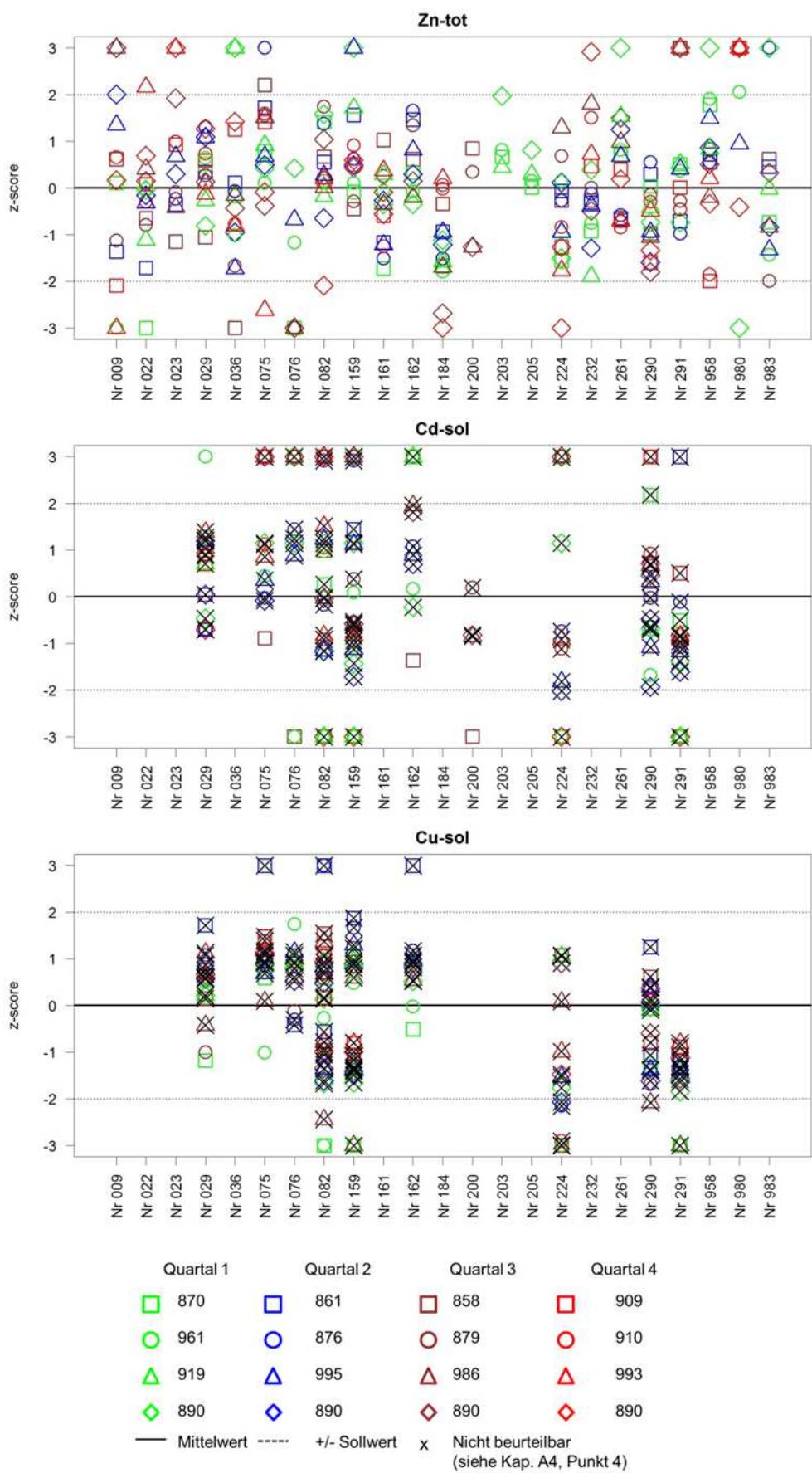


Fig. B-1: Fortsetzung

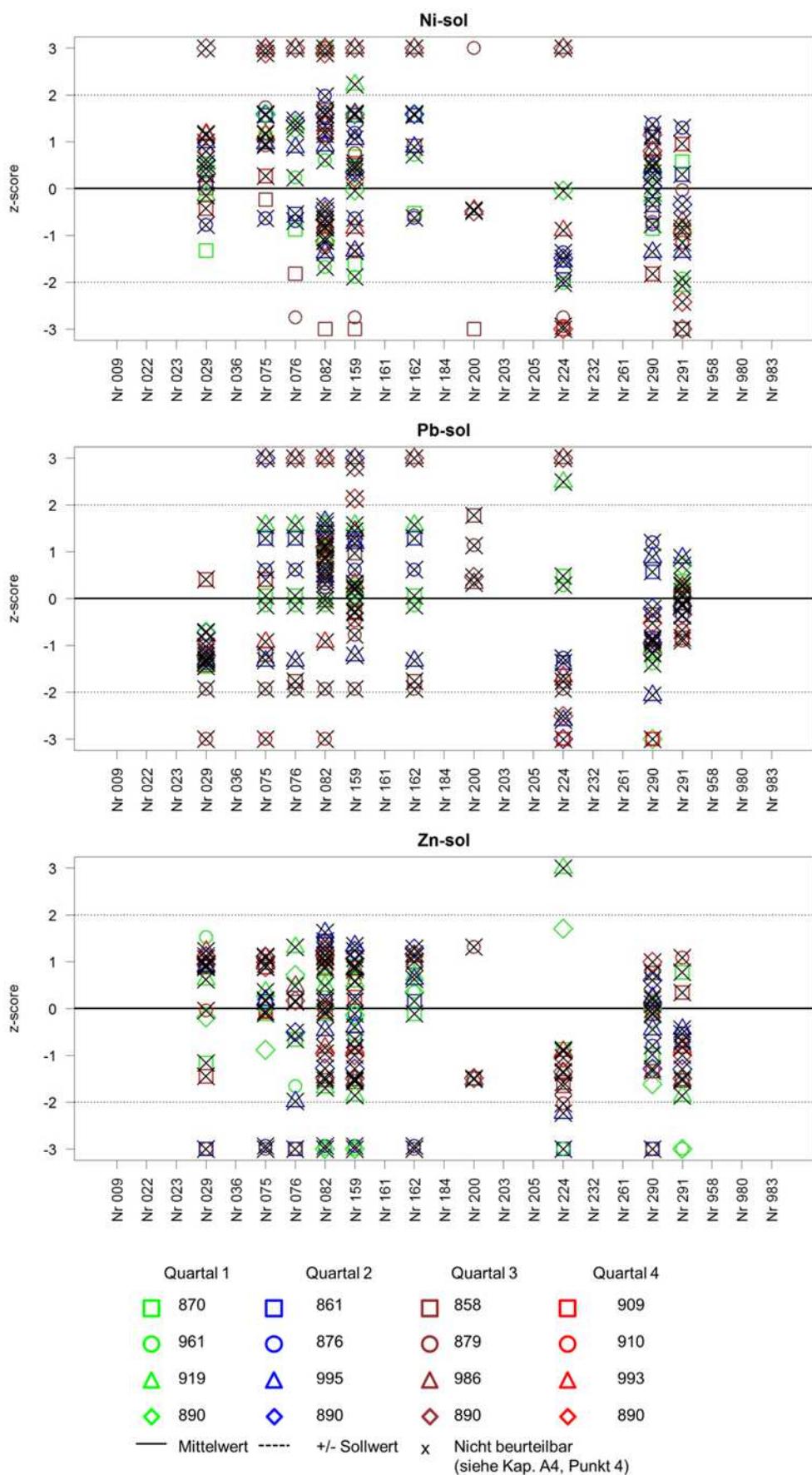
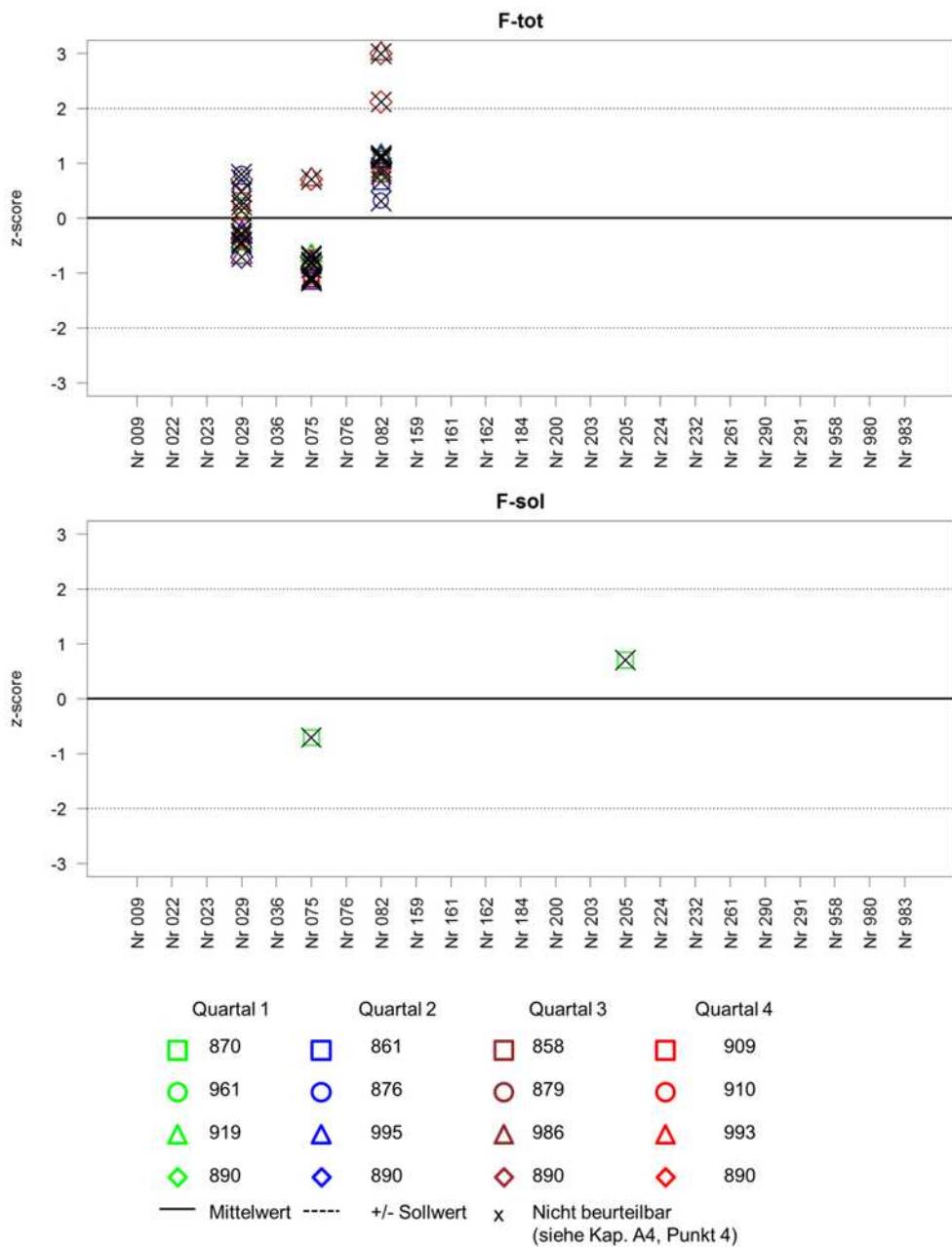


Fig. B-1: Fortsetzung

Element	max. akzeptierter "< als Wert"	Einheit	Probe	Quartal	Labor																					
					Qualitätskriterium erfüllt																					
					9		22		23		29		75		76		82		159		161		162		184	
Cd-sol	5 µg/kg	5 µg/kg	986	3	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein		
			870	1							1.71		< 5		< 5		< 2.9		< 2.65					< 2.5		
			876	2							0.81		< 5		< 5		< 2.8		< 2.665					< 2.5		
			879	3							0.08		< 1		3		< 2.9		< 2.65					< 2.5		
			890	1							0.38		< 5		< 5		< 2.9		< 2.65					< 2.5		
				2							2.06		< 5		< 5		< 2.9		< 2.65					< 2.5		
				3							1.91		1.79		3		< 2.9		< 2.65					< 2.5		
				4							1.93		< 5		< 5		< 2.9		< 2.65					< 2.5		
			919	1							1.93		< 5		< 5		< 2.9		< 2.65					< 2.5		
			861	2							0.23		< 1		3		< 2.9		< 2.65					< 2.5		
Cr-tot	5 mg/kg	5 mg/kg	909	4							0.41		< 5				< 2.9		0.34							
			986	3	5.5	4.196		4.37		4.12		< 5		2.83		4.11		< 5		3.91		4.23		4.69		
			858	3							45.3		< 50		50		< 34.55		15.2	52.16				< 50		
			890	1							44.3			54.5		55	26.35		< 10	56.57				< 50		
				2							45.7			54.6	45	26.1		< 29.9					< 50			
				3							45.9		< 50		50	29		< 29.925					< 50			
				4							43.2			54.2		< 30.1		< 10								
			861	2							36.6		< 50		20		< 34.45		26.015					< 50		
			986	3	< 0.2						0.112		0.12		0.12				< 0.25					< 0.25		0.349
			858	3	< 0.2						0.302	0.23	0.21						0.229					< 0.25		0.295
Mo-tot	0.25 mg/kg	0.25 mg/kg	870	1	0.162						0.125			0.29					< 0.25					< 0.25		< 0.25
			876	2	< 0.2						0.303	0.152	< 0.25						< 0.25					< 0.25		0.366
			879	3	0.28						0.32	0.135	0.11						< 0.25					< 0.25		0.194
			890	1	0.137						0.201		< 0.25						< 0.25					< 0.25		0.254
				2	0.22						0.26	0.207	< 0.25						< 0.25					< 0.25		< 0.25
				3	0.35						0.251	0.208	0.19						< 0.25					< 0.25		0.411
				4	0.233						0.222	0.203	< 0.25						< 0.25					0.244		
			919	1	0.222						0.209		< 0.25						< 0.25					< 0.25		0.268
			961	1	0.224						0.134		< 0.25						< 0.25					< 0.25		< 0.25
Ni-sol	25 µg/kg	25 µg/kg	986	3							12.1		< 25		< 25		< 13.5		< 20					< 25		
			890	1							17.9		< 25		23		< 16.75		< 20					< 25		
				2							17.1		< 25		24		< 17		< 20					< 25		
				3							17		< 25		< 25		< 17.25		< 20					< 25		
				4							15.3		< 25				< 17.45		< 15							
			919	1							9.5		< 25		13		< 16.2		< 20					< 25		
Ni-tot	2.5 mg/kg	2.5 mg/kg	861	2							14.8		< 25		10		< 23.8		< 20.95					< 25		
			986	3	1.5	1.15	1.19	1.18			2.5		1.01	1.12			< 2.5		1.11	1.16	1.49					
			890	1	13.8	1.83					1.96		< 2.5	2.09	1.7		< 2.5	1.87	1.99		< 2.5					
				2	2.2	1.96	1.7	1.95			< 2.5	1.33	2.04		< 2.5	1.79	2		2.14							
				3	2.5	1.87	2.01	1.95			< 2.5	1.55	1.94		< 2.5	1.83	2.04		2.23							
Pb-sol	25 µg/kg	25 µg/kg	4	1.92	1.945	1.98	1.96				< 2.5		< 2.5		< 2.5		< 2.5	1.73	1.73							
			919	1	1.99	2.423					2.32		2.55		2.27		2.08	2.73	2.37	2.41	2.6					
			876	2							3.22		< 25		< 25		< 19.25		< 20					< 25		
			890	1							6.87		< 25		< 25		< 17.95		< 20					< 25		
				2							5.91		< 25		< 25		< 18.1		< 20					< 25		
				3							4.91		< 25		< 25		< 17.85		< 20					< 25		
Zn-sol	50 µg/kg	50 µg/kg	4								5.3		< 25				< 18.8		< 15							
			919	1							2.54		< 25		< 25		< 22.95		< 19.7					< 25		
			861	2							0.18		< 25		< 25		< 23.15		< 20					< 25		
				4							< 25		< 25				< 25	27.8	22.26							
			909	4							6.5		< 50		< 25		< 50	56.1	< 48.075						< 50	

Qualitätskriterien sind in Kapitel 4 Punkt 6 definiert.

Tab. B-3
Beurteilung der „< als Proben“

Tab. B-3:
Fortsetzung

Element	max. akzeptierter < als Wert	Einheit	Probe	Quartal	Labor Qualitätskriterium erfüllt																						
					200		203		205		224		232		261		290		291		958		980		983		
					ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein			
Cd-sol	5 µg/kg			1	986	3	0.09				< 5					1.4	0.085										
					870	1					< 4					< 1	0.438										
					876	2					< 0.02					< 0.579	0.88										
					879	3	0.271				< 5					< 1	0.07										
					890	1					5					1.66	< 0.4										
						2					< 0.02					0.7665	< 0.4										
						3	0.079				< 5					1.25	0.07										
						4					0.07					1.98	< 0.4										
					919	1						23					1.72	< 0.4									
					861	2					< 0.02					< 0.638	< 0.4										
					909	4					< 0.02					< 1	< 0.4										
Cr-tot	5 mg/kg		986	3	4.24						8	4.628		4.3		3.99	2.3	3.69		6.82	3.8						
Cu-sol	50 µg/kg		858	3							< 50					43.3	15										
			890	1							< 8					39.81	6.6										
				2							< 0.04					22.47	7.5										
				3							< 50					24	7										
				4							< 0.04					38.4	7.6										
Mo-tot	0.25 mg/kg		986	3	< 0.25						0.3					< 0.25	0.107		< 0.2								
			858	3	< 0.25						< 0.2					< 0.25	0.237		< 0.2								
			870	1		0.142					< 0.4	< 0.2				< 0.25	0.109			0.37							
			876	2							0.2					< 0.25	0.141		< 0.2								
			879	3	< 0.25						22					< 0.25	0.157		< 0.2								
			890	1		0.192					< 0.4	< 0.2				< 0.25	0.182			0.26							
				2							0.35					< 0.25	0.17		< 0.2								
				3	< 0.25						0.2					< 0.25	0.179			0.41							
				4							< 0.2					< 0.25	0.1936										
			919	1		0.208					< 0.4	< 0.2				< 0.25	0.199			0.3							
Ni-sol	25 µg/kg		961	1		0.143					< 0.4	< 0.2				< 0.25	0.103			0.31							
			986	3	2.14						< 25					< 10	0.61										
			890	1							< 15					17.27	9.66										
				2							0.07					13.35	9.4										
				3	9.56						< 25					10.1	7.2										
				4							< 0.06					17.15	< 5										
			919	1							34					9.45	< 5										
Ni-tot	2.5 mg/kg		861	2							0.08					16.55	16										
			986	3	1.11						1.9		1.314		1.187		1.12	1.2	1		2.98	1.3					
			890	1		2.02		2.1		1.35		2.06		< 2.5		1.885		< 2.5	1.96		3.42	1.4					
				2						1.75		1.957		1.98		1.79		1.8	1.93		3.98	1.9					
				3	1.82					2		2.122		2.017		1.8		1.9	1.85		4.93	1.3					
				4						1.63		1.928		1.977		1.844			< 5	2.2		1.97					
Pb-sol	25 µg/kg		919	1		2.48		2.5		2		2.26		2.6		2.4		2.5	2.36		2.88	2.1					
			986	3	10.2						< 25					< 5	8.2										
			876	2							< 0.16					< 5	32.7	12									
			890	1							< 32					6.34	6.88										
				2							< 0.16					6.275	7.3										
				3	9.12						< 25					< 5	7.1										
				4							< 0.16					6.5	8.3										
			919	1							< 32					< 5	14.1										
Zn-sol	50 µg/kg		861	2							< 0.16					< 11.65	12										
			909	4							< 0.16					< 5	20										

Qualitätskriterien sind in Kapitel 4 Punkt 6 definiert.

Tab. B-4 Anzahl Analysenresultate und Anteil der „Groben Ausreisser“

Labor	Total N	Grobe Ausreisser	
		N	%
9	144	7	4.9
22	112		0.0
23	108		0.0
29	256		0.0
36	108	1	0.9
75	272		0.0
76	144	6	4.2
82	336	5	1.5
159	267	7	2.6
161	96		0.0
162	168		0.0
184	144		0.0
200	48	2	4.2
203	36		0.0
205	40		0.0
224	236	10	4.2
232	128		0.0
261	144		0.0
290	255		0.0
291	208	7	3.4
958	144		0.0
980	127	2	1.6
983	72	1	1.4

„Grobe Ausreisser“ sind in Kapitel A4 Punkt 7 definiert.

Fig. B-2 Relative Streuung als Funktion der Konzentration

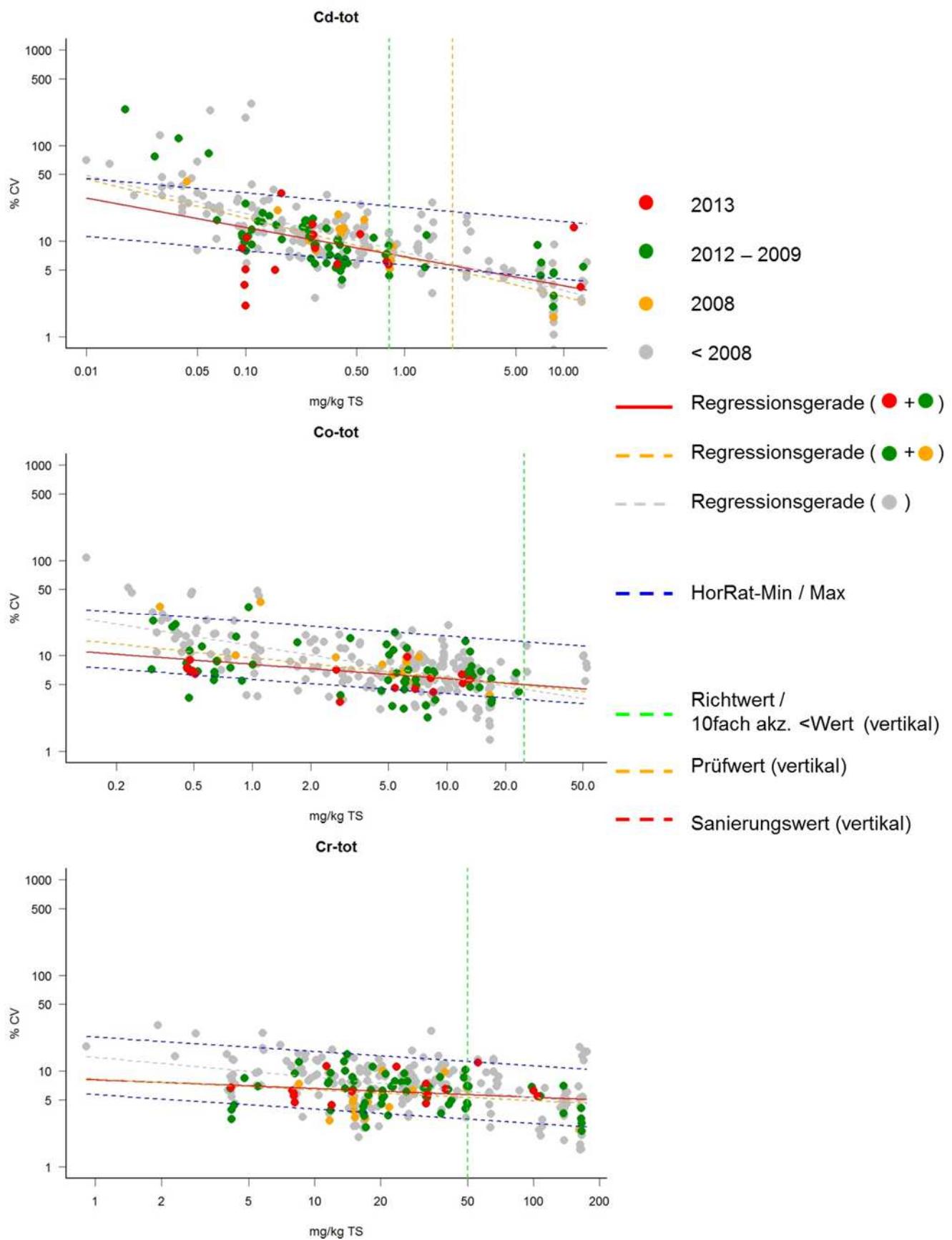


Fig. B-2: Fortsetzung

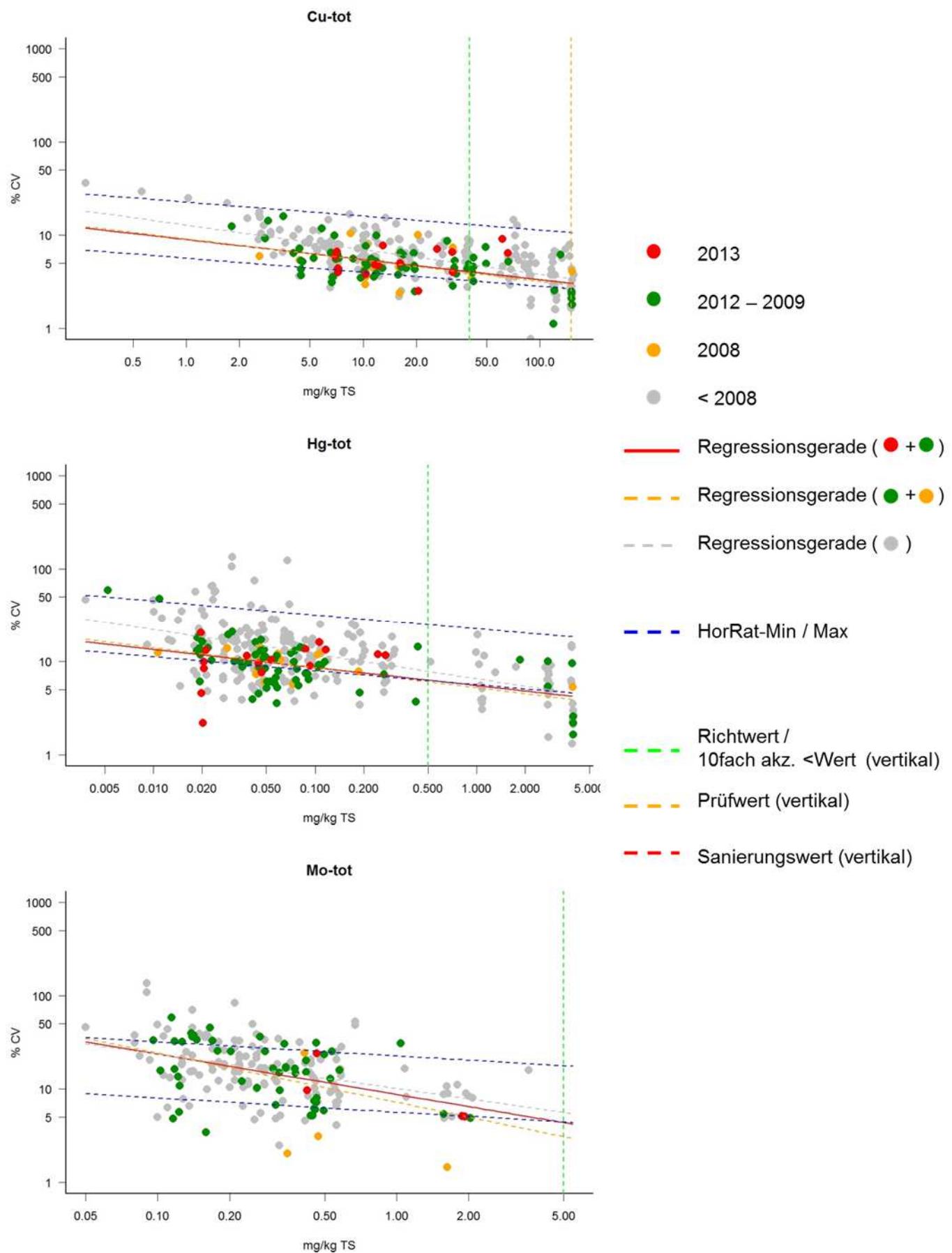


Fig. B-2: Fortsetzung

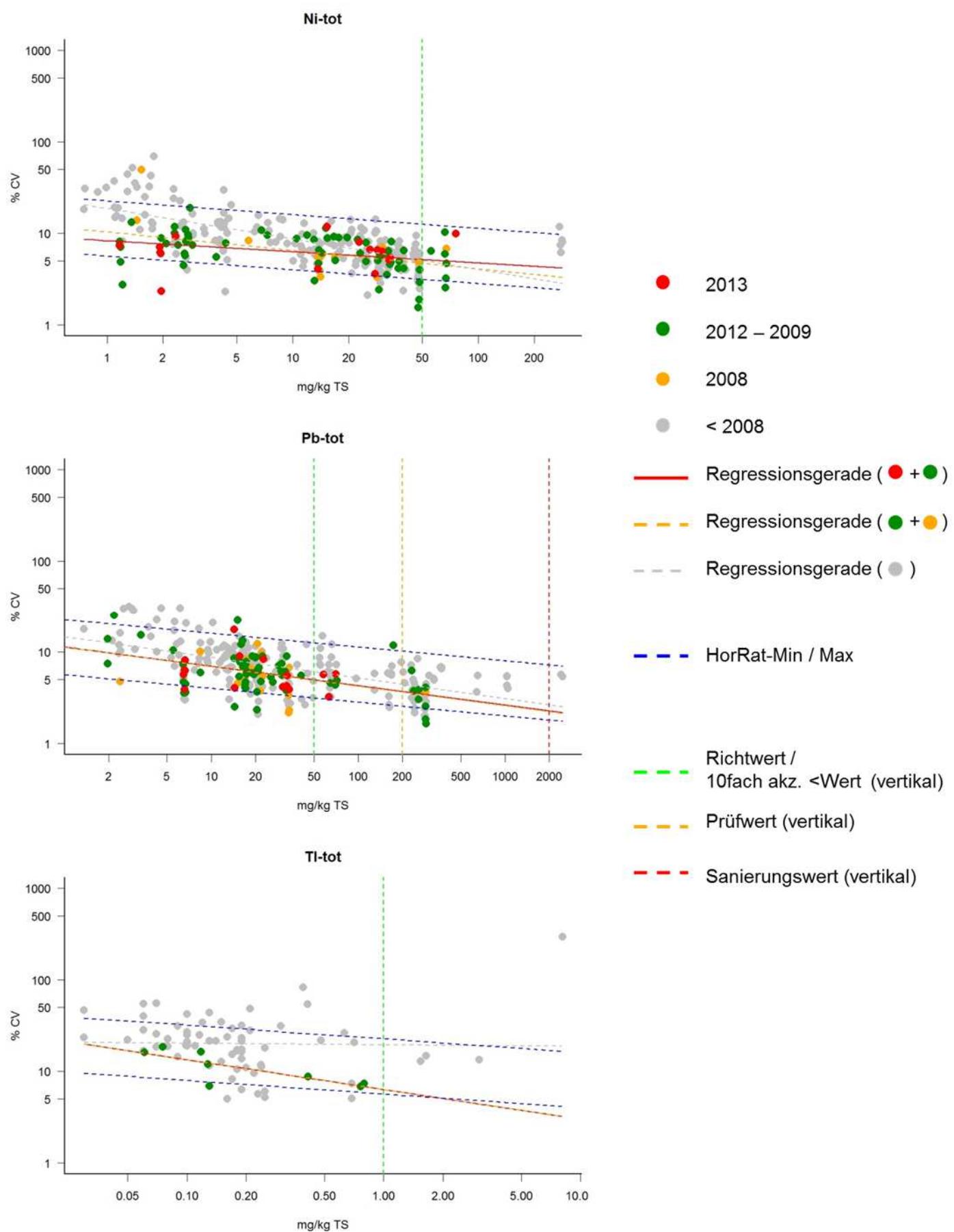


Fig. B-2: Fortsetzung

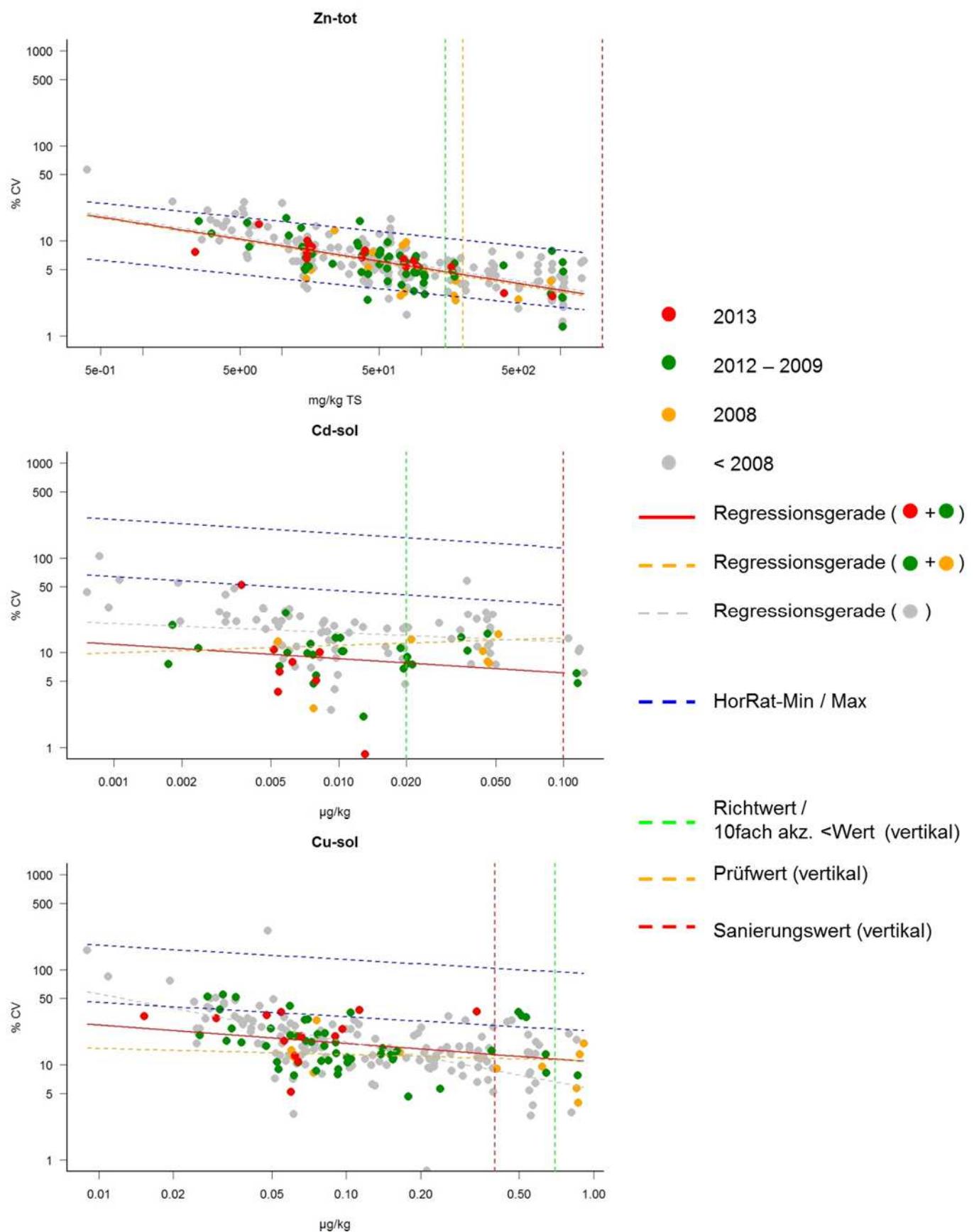
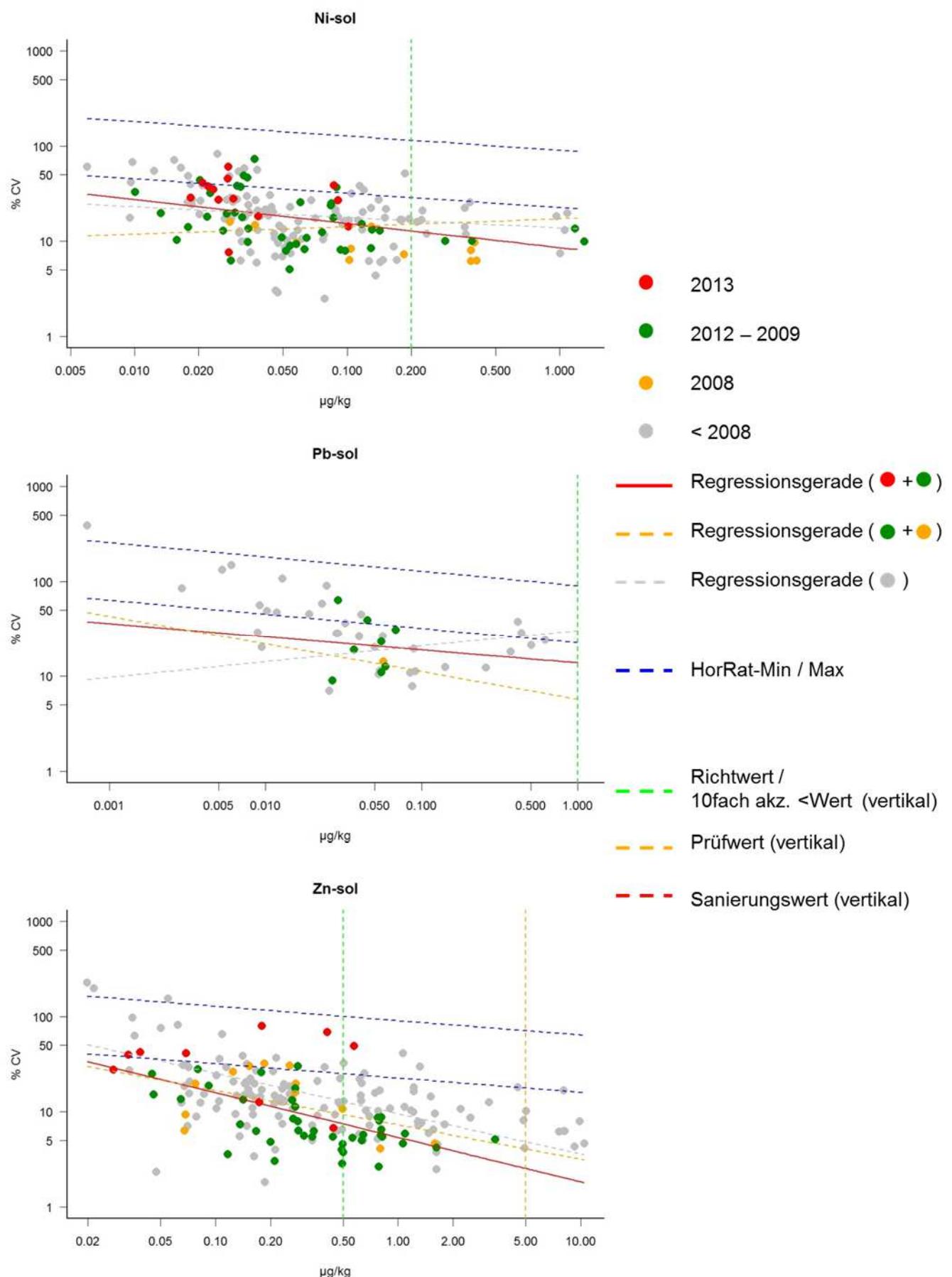


Fig. B-2: Fortsetzung



Tab. B-5 Vergleichbarkeit der Ringanalysenresultate 2009-2013 auf Bezugswertshöhe (p ≈ 95 %)

Element	Regressionsgleichung y = CV% x = Gehalt in mg/kg	n	Gültigkeitsbereich	Schwellenwert		-2 STD	+ 2 STD	2 CV	Delta zu 2012
				mg/kg TS	mg/kg TS				
Cd-tot	$\log_{10} y = 0.8394 - 0.306 \log_{10} x$	80	0.02-13.3	RW	0.8	0.68	0.92	14.8	-0.1
				PW	2	1.78	2.22	11.2	1.0
				SW	30	28.5	31.5	4.9	1.5
Co-tot	$\log_{10} y = 0.9097 - 0.1523 \log_{10} x$	80	0.3-23.4	RW	25	22.5	27.5	10.0	0.3
Cr-tot	$\log_{10} y = 0.9097 - 0.0921 \log_{10} x$	80	4.14-166	RW	50	44.3	55.7	11.3	0.7
Cu-tot	$\log_{10} y = 0.9538 - 0.2164 \log_{10} x$	80	1.81-152	RW	40	36.8	43.2	8.1	0.2
				PW	150	141	159	6.1	0.3
				SW	1000	960	1040	4.0	0.3
Hg-tot	$\log_{10} y = 0.7432 - 0.1947 \log_{10} x$	80	0.005-4	RW	0.5	0.44	0.56	12.7	0.5
Mo-tot	$\log_{10} y = 0.9429 - 0.4316 \log_{10} x$	54	0.1-2.04	RW	5	4.56	5.44	8.8	2.6
Ni-tot	$\log_{10} y = 0.9209 - 0.1222 \log_{10} x$	80	1.17-76	RW	50	44.8	55.2	10.3	0.9
Pb-tot	$\log_{10} y = 1.0544 - 0.2116 \log_{10} x$	80	2-290	RW	50	45.0	55.0	9.9	0.1
				PW	200	185	215	7.4	0.1
				SW	2000	1909	2091	4.5	0.1
Tl-tot	$\log_{10} y = 0.8026 - 0.3259 \log_{10} x$	8	0.06-0.8	RW	1	0.87	1.13	12.7	0.0
Zn-tot	$\log_{10} y = 1.0945 - 0.194 \log_{10} x$	80	2.4-1040	RW	150	136	164	9.4	-0.1
				PW	200	182	218	8.9	0.0
				SW	2000	1886	2114	5.7	0.5
F-tot	n.a								
Cd-sol	$\log_{10} y = 0.8664 - 0.0273 \log_{10} x$	31	0.002-0.116	RW	0.02	0.02	0.02	16.4	-9.1
				SW	0.1	0.08	0.12	15.7	-12.9
Cu-sol	$\log_{10} y = 1.1103 - 0.1328 \log_{10} x$	60	0.015-0.86	RW	0.7	0.51	0.89	27.0	6.2
				SW	0.4	0.28	0.52	29.1	6.9
Ni-sol	$\log_{10} y = 1.09 - 0.1354 \log_{10} x$	53	0.01-1.3	RW	0.2	0.14	0.26	30.6	3.3
Pb-sol	$\log_{10} y = 1.0841 - 0.1752 \log_{10} x$	7	0.027-0.068	RW	1	0.76	1.24	24.3	23.4
Zn-sol	$\log_{10} y = 0.8299 - 0.4499 \log_{10} x$	48	0.028-3.4	RW	0.5	0.41	0.59	18.5	0.0
				PW	5	4.67	5.33	6.6	-4.5
F-sol	n.a.								

Legende

- RW: Richtwert
 PW: Prüfwert
 SW: Sanierungswert
 ---: Werte ausserhalb des Gültigkeitsbereiches

3 Laborliste für anorganische Schadstoffe

Die Erläuterungen zur Laborliste finden sich in Kap. A6 und die Beurteilungskriterien in Kap. A4. Dieses Jahr erlaubt die Datenlage folgende Parameter qualitativ nicht zu beurteilen, sondern nur aufgrund der Teilnahme in die Laborliste (Tab. B-6) aufzunehmen:

Totalgehalte (2 von 11 Parametern):

- F-tot
- Tl-tot

Lösliche Gehalte (2 von 6 Parametern):

- F-sol
- Zn-sol

Die Zusammenfassung der Laborlisten seit 1995 (Tab. B-7) gibt einen Überblick zur Kontinuität der Beurteilungsergebnisse der teilnehmenden Labors.

Tab. B-6: Laborliste für anorganische Schadstoffe

Parameter	Cd-tot	Co-tot	Cr-tot	Cu-tot	Hg-tot	Mo-tot	Ni-tot	Pb-tot	Tl-tot	Zn-tot	F-tot	Cd-sol	Cu-sol	Ni-sol	Pb-sol	Zn-sol	F-sol	Große Ausreißer [%]
Bewertete Proben	11	12	12	12	12	10	12	0	0	12	0	10	5	6	5	2	0	
Labor																	Total	
9						+	+										2	5
22	+	+	+	+			+	+		+							7	0
23	+		+	+			+	+									5	0
29	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	#	+	+	+	+	#	16	0
36			+	+			+	+		+							5	1
75	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	#	+	+	+	+	#	17	0
76												+	+	+	+	#	5	4
82	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	#	+	+	+	+	#	16	1
159		+	+		+		+			+		+	+	+	+	#	10	3
161	+		+				+	+		+							6	0
162		+		+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	#	12	0
184	+	+	+	+	+		+	+		+							8	0
200																	0	4
203																	0	0
205																	0	0
224	+	+		+			+	+	#	+	+				+	#	10	4
232	+	+	+	+	+		+	+		+							8	0
261		+	+	+	+	+	+	+		+							8	0
290	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	#		15	0
291	+			+	+		+	+		+		+	+	+	#		10	3
958			+	+	+		+	+		+							6	0
980								+									1	2
983																	0	1
Total	11	11	13	15	11	7	17	16	5	15	3	9	7	8	9	9	1	167

+	Qualitätskriterien erfüllt
#	Teilnahmekriterien erfüllt
	keine Teilnahme oder nicht erfüllt

Tab. B-7: Zusammenfassung der Laborlisten 1995-2013

Labor	Anzahl positive Beurteilungen: Totalgehalte/lösliche Gehalte																		
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
5	4/0	5/1	4/3						0/0	5/0	8/0	3/0	7/0	2/0	3/0	8/0			
9																4/0	3/0	9/0	2/0
22	6/3	8/4	10/5	5/2	7/4	5/5	6/5	7/3	2/0	0/0	0/0	5/0	3/0	3/0	5/0	5/0	0/0	7/0	7/0
23		3/0	8/0	8/0	6/0	9/0	7/0	9/0	7/0	5/0	9/0	6/0	8/0	0/0		7/0	7/0	9/0	5/0
24	2/0	0/1	2/3			1/0	3/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0				0/0			
29	9/6	9/5	9/6	9/6	10/5	11/6	11/6	11/5	11/5	11/6	11/6	11/6	11/5	11/5	11/5	11/5	10/5	11/5	11/5
33	5/0	8/0	7/1	7/0															
36	5/6	1/1	8/5	4/2	5/3						4/0	5/0	6/0	1/0	0/0	0/0	6/0	7/0	5/0
40	7/5	8/5	9/4	1/0	2/0	3/0	0/0												
50	10/5	10/5	10/6	8/3															
51	1/3	5/1																	
56	8/5	9/5																	
60	8/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	0/0		
67		4/0	7/1		7/0	3/0													
71	4/0	8/1																	
75	9/5	9/6	10/6	10/6	10/6	11/6	11/6	9/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/5	10/5	11/6	11/6
76	6/3	6/5	5/5	4/3		8/5	4/4	3/2	0/0	7/4	5/5	3/3	3/2	0/3	5/3	6/2	6/5	7/5	0/5
82	5/5	6/4	11/5	10/4	10/4	9/5	6/5	9/4	10/5	7/5	8/1	10/5	9/5	8/5	8/5	10/5	10/5	11/5	11/5
85		6/1																	
98	5/4	2/4																	
124			3/4	2/4	1/4														
155	10/0	11/0	10/0	10/0		10/0	10/0	10/0	10/0										
159						7/5	8/5	8/5	8/5	7/4	8/5	8/5	8/5	4/5	6/5	7/5	6/5	8/5	5/5
161	3/0	3/0	5/0	5/0	5/0	4/0	3/0	3/0	3/0	2/0	0/0	1/0	3/0	4/0	4/0	5/0	5/0	6/0	6/0
162	7/4	10/5	10/5	10/5	10/4	9/5	9/5	9/5	2/0	5/4	7/5	6/4	0/0	5/2	8/5	8/5	8/5	9/5	7/5
178	2/5	3/1																	
179	0/1	0/1	1/3	1/0	2/1	4/1	5/1	0/1	2/1	1/1	1/1	0/1	0/0	0/0					
184	7/5	8/5	8/5	8/0	7/0	6/0	6/0	6/0	6/0	6/0	6/0	6/0	6/0	6/0	6/0	6/0	6/0	9/0	8/0
189		0/1	1/2																
200		5/1	7/4	8/0		1/0		0/0						0/0	0/0		0/0	0/0	0/0
201	2/0																		
203	3/0	0/1	6/0	3/0	6/0	6/0	3/0	8/0	6/0	3/0	1/0	0/0	0/0	0/0	6/0	0/0	10/0	0/0	0/0
205	4/0		3/3		3/0	2/0	0/0	1/0	0/0								3/0	0/0	
224						7/0	8/5	9/4	9/5	8/5	7/5	9/5	8/4	9/4	9/4	10/5	6/5	7/3	7/3
227							0/0	0/1	0/0	0/0	0/0	1/3	2/0						
232	2/3	7/5	9/6	7/1	9/1	7/0	5/0	3/0	3/0	9/0	9/0	8/0	8/0	8/0	7/0	4/0	7/0	8/0	8/0
261		4/4	6/5	4/1	6/1	8/0	9/0	10/6	8/0	10/0	7/0	10/0	7/0	10/0	7/0	9/0	9/0	9/0	8/0
290							5/5	2/0	7/5	9/5	8/3	7/5	8/5	8/5	10/5	10/5	10/5	10/5	10/5
291	7/4	2/1	5/5	2/4	4/2	6/4	3/0	6/0	3/0	4/0	2/0	3/0	7/0	5/0	8/0	8/0	7/1	8/5	6/4
299	5/5	7/5	7/5	7/5	6/0	7/0	6/0												
303	8/5	9/5	10/6	10/5	11/6	10/5	2/5	9/5	7/5										
862															0/0	0/0	0/0		
918														1/1	1/2				
920													0/0	10/6	9/6				
958													0/0		8/5	9/0	6/0		
980													1/0	0/0	2/0	2/0	1/0		
983													1/0	4/0	0/0	3/0	0/0		
max. möglich	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6	11/6

C ORGANISCHE SCHADSTOFFE (SETOC-PROGRAMM)

1 Konventionen

Zusätzlich zu den in Kap. A2 und A3 aufgeführten allgemeinen Vorschriften, bedingen die sehr unterschiedlichen <Werte zwischen den Laboratorien die Festlegung von maximal akzeptierten <Werten (Tab. C-1).

Tab. C-1: Maximal akzeptierte <Werte

Polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)		Maximal akzeptierte <Werte	
ANA	Acenaphthen	20	µg/kg
ANT	Anthracen	20	µg/kg
ANY	Acenaphtylen	20	µg/kg
BPE	Benzo(g,h,i)perylene	20	µg/kg
BaA	Benzo(a)anthracen	10	µg/kg
BaP	Benzo(a)pyren	10	µg/kg
BbF	Benz(b)fluoranthen	20	µg/kg
BkF	Benzo(k)fluoranthen	10	µg/kg
CHR	Chrysen	10	µg/kg
DBA	Dibenzo(a,h)anthracen	20	µg/kg
FLT	Fluoranthen	20	µg/kg
FLU	Fluoren	20	µg/kg
IPY	Idenol(1,2,3-cd)pyren	20	µg/kg
NAP	Naphtalin	20	µg/kg
PHE	Phenantren	20	µg/kg
PYR	Pyren	20	µg/kg
Polychlorierte Biphenyle (PCB)		Maximal akzeptierte <Werte	
PCB-28		1	µg/kg
PCB-52		2	µg/kg
PCB-101		2	µg/kg
PCB-118		2	µg/kg
PCB-138		2	µg/kg
PCB-153		2	µg/kg
PCB-180		2	µg/kg
Dioxine und Furane (PCDD/F)		Maximal akzeptierte <Werte	
1,2,3,4,6,7,8-Cl ₇ DD		5	ng/kg
1,2,3,4,7,8-Cl ₆ DD		5	ng/kg
1,2,3,6,7,8-Cl ₆ DD		5	ng/kg
1,2,3,7,8,9-Cl ₆ DD		5	ng/kg
1,2,3,7,8-Cl ₅ DD		5	ng/kg
2,3,7,8-Cl ₄ DD		5	ng/kg
Cl ₈ DD		5	ng/kg
1,2,3,4,6,7,8-Cl ₇ DF		5	ng/kg
1,2,3,4,7,8,9-Cl ₇ DF		5	ng/kg
1,2,3,4,7,8-Cl ₆ DF		5	ng/kg
1,2,3,6,7,8-Cl ₆ DF		5	ng/kg
1,2,3,7,8,9-Cl ₆ DF		5	ng/kg
1,2,3,7,8-Cl ₅ DF		5	ng/kg
2,3,4,6,7,8-Cl ₆ DF		5	ng/kg
2,3,4,7,8-Cl ₅ DF		5	ng/kg
2,3,7,8-Cl ₄ DF		5	ng/kg
Cl ₈ DF		5	ng/kg

2 Resultate

Die nachstehend aufgeführten Resultate sind im Kapitel A beschrieben und in der vorangestellten Kurzfassung kommentiert.

An der Bestimmung der PAK und PCB haben sich 10 Labors beteiligt. An der Analyse der Dioxine und Furane hat sich ein Labor beteiligt. In den Tab. C-2 bis Tab. C-4, Tab. C-6 und Fig. C-1 bis C-4 sind die Resultate dargestellt.

2.1 Summenparameter

Tab. C-2: Statistische Kennzahlen und Beurteilbarkeit der Summenparameter

Summenparameter	Quartal	Probe	N	Mean µg/kg	STD µg/kg	CV %	Minimum µg/kg	Maximum µg/kg	Median µg/kg	Med/Mean	Beurteilbar
PAK	1	758	28	5'318	514	9.7	4'517	7055	5'233	0.98	ja
		784	33	40'743	2'913	7.1	32'990	80'119	40'503	0.99	ja
		793	25	3'177	218	6.9	2456	3'854	3'174	1.00	ja
		798	20	290	7	2.5	280	703	291	1.00	ja
	2	700	21	1'385	213	15.3	986	6'603	1'362	0.98	ja
		783	23	5'970	733	12.3	4'478	11'642	5'899	0.99	ja
		784	26	39'675	3'592	9.1	33'693	75'998	39'505	1.00	ja
		788	23	7'134	512	7.2	6'053	15'958	7'203	1.01	ja
	3	708	24	14'098	1'363	9.7	9'332	18'162	14'278	1.01	ja
		724	24	34'600	2'612	7.6	28'834	115'694	34'769	1.00	ja
		733	26	15'187	1'675	11.0	12'650	32'211	15'010	0.99	ja
		784	25	39'607	2'765	7.0	31'684	154'924	39'930	1.01	ja
	4	728	21	763	123	16.1	535	5'227	769	1.01	ja
		774	21	2'954	445	15.0	1597	28'534	3'009	1.02	ja
		784	23	40'440	3'116	7.7	16'036	40'4613	40'504	1.00	ja
		796	21	2'058	255	12.4	14'72	22'131	2'059	1.00	ja
PCB	1	758	4	52.8	4.4	8.4	48.9	58.8	51.7	0.98	nein
		784	3	20.7	3.9	18.8	18.0	25.2	18.9	0.91	nein
		793	4	41.9	3.6	8.5	39.7	69.2	39.9	0.95	nein
		798	5	21.9	19.7	90.1	13.0	57.2	13.0	0.59	nein
	2	700	5	58.9	4.2	7.2	54.4	107.2	59.1	1.00	ja
		783	5	506.8	87.4	17.3	428.7	653.8	472.0	0.93	nein
		784	5	16.8	1.0	6.2	16.0	44.3	16.3	0.97	ja
		788	5	260.0	29.6	11.4	228.7	641.1	257.4	0.99	ja
	3	708	4	178.2	61.1	34.3	108.0	257.2	173.8	0.98	nein
		724	4	52.2	16.3	31.3	36.4	74.5	48.9	0.94	nein
		733	4	54.7	6.1	11.2	48.0	106.5	56.0	1.02	nein
		784	3	22.1	8.3	37.7	16.7	31.8	18.0	0.81	nein
	4	728	4	13.1	0.1	0.7	13.0	19.9	13.0	1.00	nein
		774	4	48.2	14.7	30.4	35.0	69.2	44.4	0.92	nein
		784	4	18.3	1.1	6.3	17.0	77.0	18.6	1.02	nein
		796	4	26.2	9.6	36.6	19.6	40.0	22.5	0.86	nein
PCDD/F	1	758	1	1'498	NA	NA	1'498	1'498	1'498	1.00	nein
		784	1	390	NA	NA	390	390	390	1.00	nein
		793	1	764	NA	NA	764	764	764	1.00	nein
		798	1	142	NA	NA	142	142	142	1.00	nein

Die Beurteilbarkeit ist in Kapitel 4 Punkt 4 beschrieben.

Fig. C-1 Summenparameter: Abweichung der Laborresultate in % vom Mittelwert

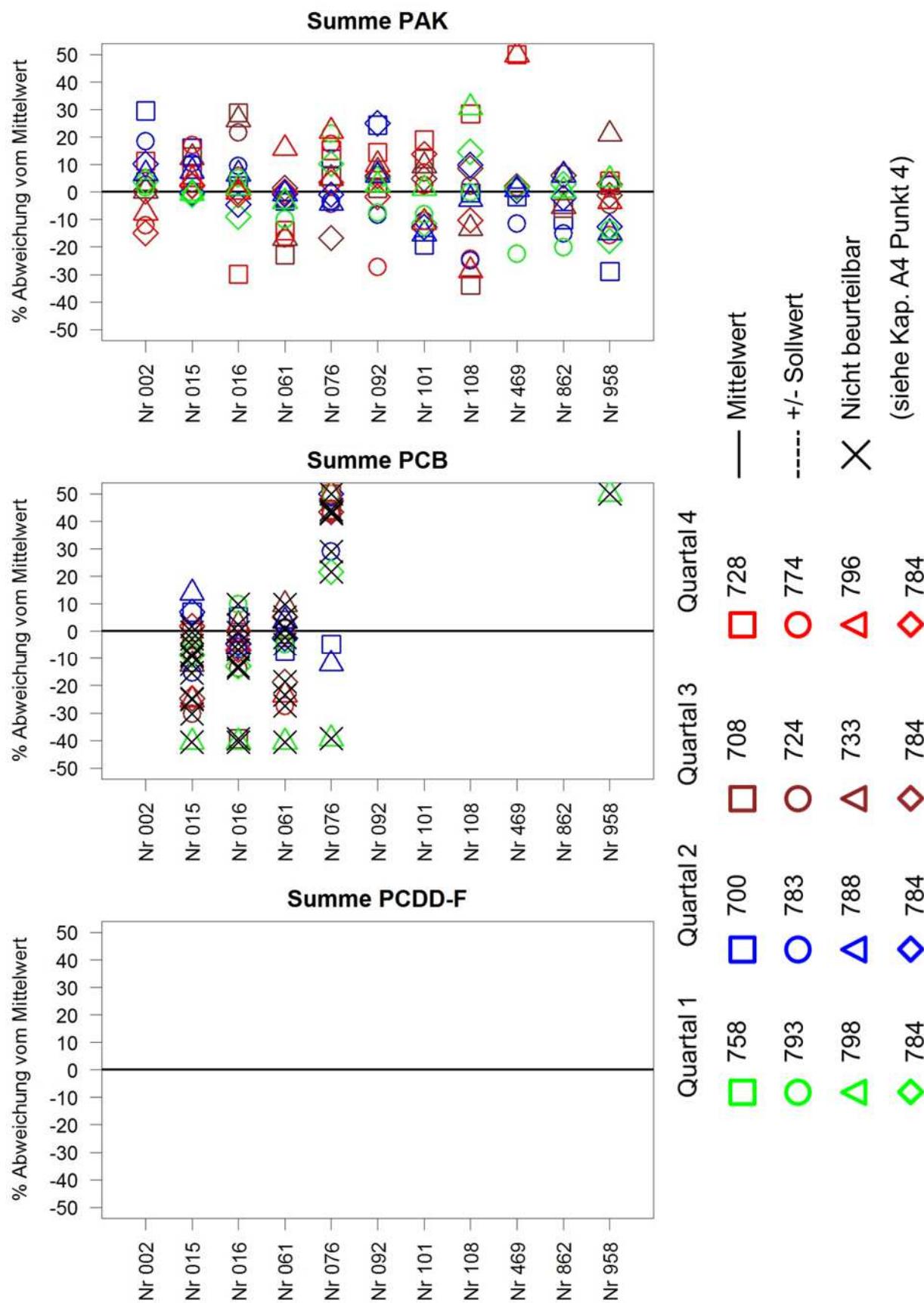
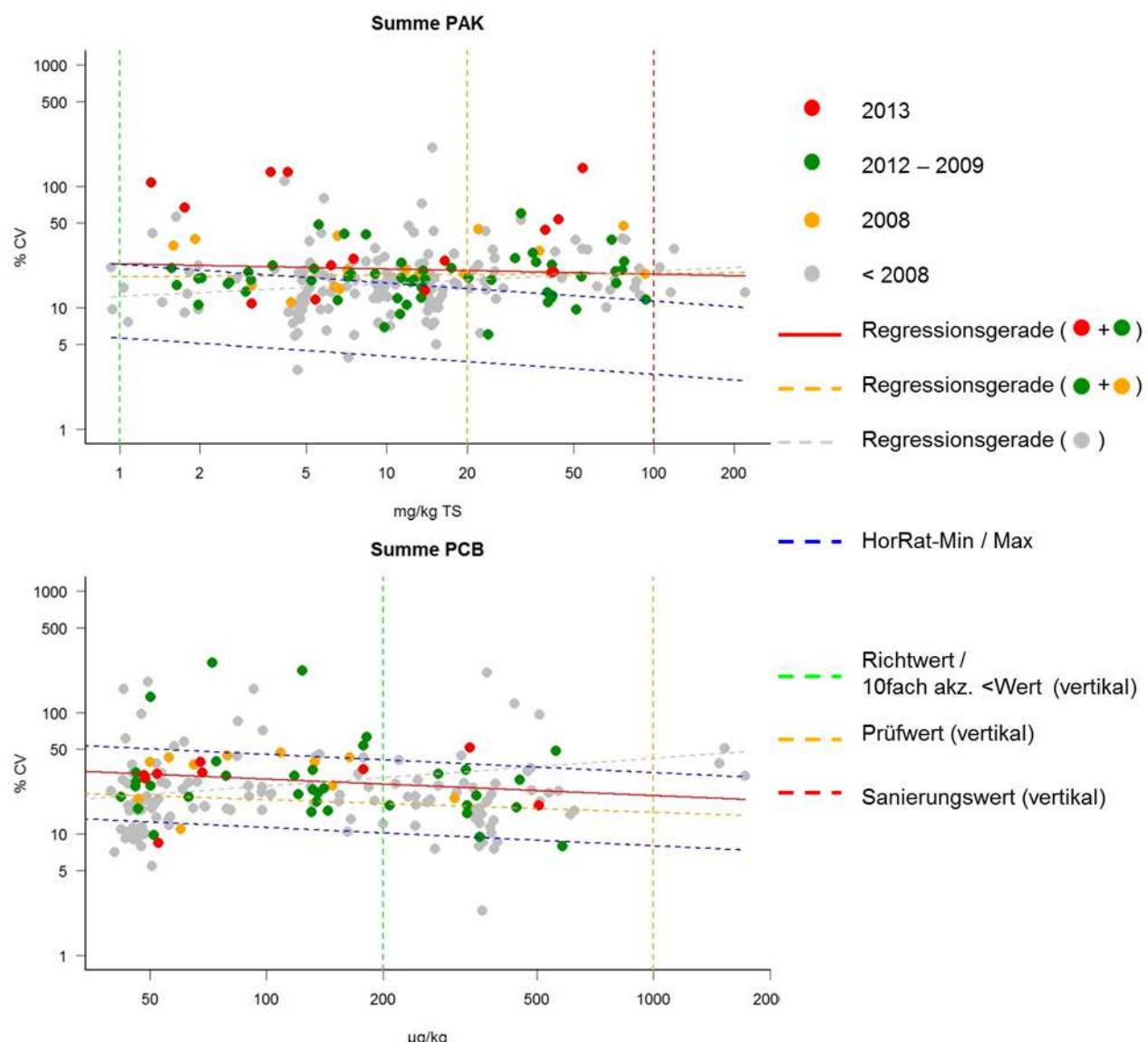


Fig. C-2 Summenparameter: Relative Streuung als Funktion der Konzentration



2.2 Einzelparameter

Tab. C-3: Statistische Kennzahlen der einzelnen PAK- und PCB-Analysen

Einheit	Parameter	Statistische Kennzahlen	Quartal															
			Probennummer															
			1				2				3				4			
3	2	1	4	4	3	2	1	1	4	3	2	2	1	4	3	2	1	
µg/kg	Acenaphthen	N	30	29	5	29	24	27	26	11	26	26	28	28	22	13	21	11
		Mean	201	24.2	3.80	33.9	189	43.6	62.8	17.1	189	84.6	182	91.3	203	9.21	24.7	3.28
		STD	20.9	4.75	4.79	7.20	19.5	12.2	12.0	2.91	21.1	13.9	41.7	16.3	26.6	2.15	6.66	1.18
		CV%	10.4	19.6	126	21.3	10.3	28.0	19.1	17.1	11.2	16.5	23.0	17.8	13.1	23.4	27.0	36.0
		Median	202	24.1	2.02	35.0	188	41.9	63.0	17.4	196	83.0	186	92.0	203	10.7	25.9	4.00
		Med/Mean	1.00	1.00	0.53	1.03	1.00	0.96	1.00	1.02	1.04	0.98	1.02	1.01	1.00	1.16	1.05	1.22
µg/kg	Acenaphtylen	N	28	23	8	27	27	20	20	14	27	27	26	26	16	13	19	11
		Mean	219	19.0	5.24	33.1	224	28.4	43.5	11.4	220	85.3	131	72.3	231	8.17	16.8	4.44
		STD	53.6	5.69	9.44	9.52	100	10.7	10.6	6.57	107	48.9	58.5	34.2	35.8	5.67	6.75	3.11
		CV%	24.5	30.0	180	28.7	44.8	37.6	24.3	57.5	48.5	57.4	44.6	47.3	15.5	69.4	40.3	70.0
		Median	223	20.7	1.96	33.2	233	29.7	50.0	9.84	236	88.5	135	70.2	232	9.11	17.0	5.95
		Med/Mean	1.02	1.09	0.37	1.00	1.04	1.15	0.86	1.07	1.04	1.03	0.97	1.00	1.11	1.01	1.34	
µg/kg	Anthracen	N	43	40	10	41	36	39	35	35	33	34	29	29	24	22	30	14
		Mean	695	75.7	6.81	114	691	82.0	404	35.4	694	151	349	195	665	29.8	85.0	11.0
		STD	108	14.8	9.54	23.1	113	24.9	62.0	11.1	109	60.4	55.8	50.5	74.1	9.92	23.5	3.55
		CV%	15.6	19.6	140	20.4	16.3	30.3	15.3	31.4	15.6	40.0	16.0	25.9	11.1	33.3	27.6	32.2
		Median	702	74.5	2.60	115	684	83.0	406	34.1	700	154	337	194	670	30.0	85.4	13.0
		Med/Mean	1.01	0.98	0.38	1.01	0.99	1.01	1.01	0.96	1.01	1.02	0.97	1.00	1.01	1.01	1.00	1.18
µg/kg	Benz(b)fluoranthen	N	33	34	18	34	29	31	29	27	24	26	28	28	18	19	24	20
		Mean	4'346	358	22.3	615	4'236	748	810	140	4'207	1710	4'655	1694	3857	218	316	67.0
		STD	724	74.9	5.63	96.9	721	182	174	36.4	658	343	1113	392	422	26.9	73.9	12.2
		CV%	16.7	20.9	25.3	15.8	17.0	24.3	21.4	25.9	15.6	20.1	23.9	23.1	10.9	12.3	23.4	18.2
		Median	4434	351	22.9	595	4221	725	780	140	4252	1804	4620	1678	4001	220	330	68.2
		Med/Mean	1.02	0.98	1.03	0.97	1.00	1.01	1.01	0.96	1.01	1.02	0.97	1.00	1.01	1.01	1.04	1.02
µg/kg	Benzo(a)anthracen	N	41	34	15	41	31	35	34	34	31	27	29	25	23	27	30	28
		Mean	3'657	232	9.80	406	3'593	435	603	123	3'461	1103	2789	1078	3612	174	191	54.9
		STD	524	24.3	2.28	58.4	287	59.8	64.4	22.8	281	120	287	91.0	201	20.7	37.7	12.6
		CV%	14.3	10.5	23.2	14.4	7.99	13.7	10.7	18.5	8.12	10.9	10.3	8.44	5.57	11.9	19.8	22.9
		Median	3631	237	11.1	412	3619	445	612	123	3522	1130	2853	1082	3605	180	199	59.3
		Med/Mean	0.99	1.02	1.13	1.02	1.01	1.02	1.01	1.00	1.02	1.02	1.02	1.00	1.01	1.04	1.04	1.08
µg/kg	Benzo(a)pyren	N	42	41	18	39	35	41	38	37	33	29	28	30	28	30	26	27
		Mean	3'561	229	9.69	307	3'531	336	449	109	3'598	956	2'553	884	3'509	173	200	59.4
		STD	405	33.6	2.35	32.8	324	69.8	58.3	21.5	388	141	298	122	392	32.4	21.2	7.67
		CV%	11.4	14.7	24.3	10.7	9.16	20.7	13.0	19.7	10.8	14.7	11.7	13.8	11.2	18.7	10.6	12.9
		Median	3605	228	10.5	317	3532	341	452	109	3555	984	2620	873	3527	178	200	62.0
		Med/Mean	1.01	1.00	1.08	1.03	1.00	1.01	1.01	1.00	0.99	1.03	1.03	0.99	1.01	1.03	1.00	1.04
µg/kg	Benzo(g,h,i)perlylen	N	39	32	20	40	36	39	34	37	28	27	30	25	22	26	29	27
		Mean	2'608	194	10.4	311	2'538	384	378	87.6	2'644	860	2'436	868	2'631	122	181	46.1
		STD	444	20.4	1.85	52.3	368	78.3	44.1	17.1	243	131	393	141	171	15.9	41.3	12.8
		CV%	17.0	10.5	17.7	16.8	14.5	20.4	11.6	19.6	9.19	15.3	16.1	16.2	6.51	13.0	22.8	27.8
		Median	2655	202	11.0	310	2595	378	380	86.7	2622	885	2354	863	2646	125	183	46.5
		Med/Mean	1.02	1.04	1.06	1.00	1.02	0.98	1.00	0.99	0.99	1.03	0.97	0.99	1.01	1.03	1.01	1.01
µg/kg	Benzo(k)fluoranthen	N	37	39	11	34	27	36	34	32	28	31	30	33	21	27	25	25
		Mean	1'871	151	9.34	250	1'846	300	340	61.6	1'918	716	1'853	675	1'836	99.3	151	32.3
		STD	219	22.7	4.09	23.1	126	52.1	38.9	12.4	177	130	277	163	95.2	16.2	15.3	7.29
		CV%	11.7	15.1	43.8	9.25	6.84	17.4	11.5	20.1	9.21	18.2	15.0	24.2	5.18	16.3	10.1	22.6
		Median	1841	156	9.26	252	1862	295	340	63.1	1878	732	1891	666	1829	102	151	33.3
		Med/Mean	0.98	1.03	0.99	1.01	1.01	0.98	1.00	1.02	0.98	1.02	1.02	0.99	1.00	1.02	1.00	1.03
µg/kg	Chrysene	N	41	35	22	37	34	37	35	32	33	34	32	32	26	31	30	28
		Mean	3'879	283	14.3	507	3'759	617	659	130	3'852	1413	3'620	1'297	3'984	213	258	58.9
		STD	650	36.7	3.49	75.9	463	116	97.1	22.1	592	257	415	217	439	45.0	53.4	13.1
		CV%	16.8	12.9	24.4	15.0	12.3	18.8	14.7	16.9	15.4	18.2	11.5	16.8	11.0	21.1	20.7	22.3
		Median	3986	294	14.5	523	3849	616	638	131	3788	1405	3700	1287	3946	212	265	60.5
		Med/Mean	1.03	1.04	1.01	1.03	1.02	1.00	0.97	1.00	0.98	0.99	1.02	0.99	0.99	1.00	1.03	1.03
µg/kg	Dibenzo(a,h)anthracen	N	32	30	6	33	27	30	28	20	26	27	28	27	24	21	23	15
		Mean	621	48.3	3.29	79.4	616	89.8	98.4	25.6	610	223	603	211	602	30.9	39.9	12.2
		STD	116	12.7	2.19	15.7	131	25.8	29.5	8.19	130	60.0	200	56.5	109	11.5	18.1	7.80
		CV%	18.7	26.3	66.6	19.7	21.3	28.8	30.0	32.0	21.3	26.9	33.1	26.8	18.1	37.0	45.4	64.0
		Median	637	49.3	2.81	80.0	610	91.0	99.3	26.0	626	237	614	220	611	31.0	43.0	11.6
		Med/Mean	1.03	1.02	0.86	1.01	0.99	1.01	1.01	1.03	1.01	1.06	1.02	1.04	1.01	1.00	1.08	0.95
µg/kg	Fluoranthen	N	43	32	26	39	39	35	35	38	31	31	30</td					

Tabelle C-3: Fortsetzung

Einheit	Parameter	Statistische Kennzahlen	Quartal															
			Probennummer															
			Nr.															
			1	2	3	4	1	2	1	1	4	3	2	2	1	4	3	
$\mu\text{g/kg}$	Fluoren	N	37	32	9	34	32	30	31	17	29	27	30	31	23	14	23	10
		Mean	224	46.5	4.11	53.9	221	80.0	99.6	16.7	218	81.8	143	111	214	12.0	53.1	4.69
		STD	29.4	8.72	5.09	12.2	40.8	17.4	24.6	3.70	26.8	16.5	27.5	29.3	32.9	2.74	16.5	1.45
		CV%	13.1	18.8	124	22.6	18.4	21.7	24.7	22.1	12.3	20.2	19.3	26.3	15.4	22.9	31.1	31.0
		Median	230	44.0	2.00	53.8	221	82.1	98.8	17.9	223	83.0	139	104	226	12.5	54.0	5.21
		Med/Mean	1.02	0.95	0.49	1.00	1.00	1.03	0.99	1.07	1.02	1.01	0.97	0.93	1.06	1.04	1.02	1.11
I _{denol(1,2,3-cd)pyren}	I _{denol(1,2,3-cd)pyren}	N	26	36	20	39	37	39	35	37	30	29	32	32	27	29	26	29
		Mean	2'653	214	11.4	326	2'698	384	407	89.2	2'762	952	2'641	954	2'701	138	203	49.8
		STD	191	44.5	3.26	56.6	437	83.8	76.4	23.7	361	176	458	208	358	28.5	39.2	13.3
		CV%	7.22	20.8	28.7	17.4	16.2	21.8	18.8	26.5	13.1	18.5	17.4	21.8	13.2	20.6	19.3	26.7
		Median	2682	208	12.1	315	2703	388	402	90.0	2692	996	2680	960	2707	138	199	52.4
		Med/Mean	1.01	0.97	1.07	0.97	1.00	1.01	0.99	1.01	0.97	1.05	1.01	1.01	1.00	0.98	1.05	1.05
Naphthalin	Naphthalin	N	40	34	10	37	38	36	36	30	32	32	33	34	25	19	30	11
		Mean	421	83.8	9.22	218	487	72.1	280	64.5	445	82.4	116	470	374	18.6	134	4.56
		STD	152	28.1	3.38	64.3	183	27.6	103	19.1	130	25.4	48.3	226	126	6.46	65.7	1.91
		CV%	36.1	33.6	36.7	29.5	37.6	38.3	36.7	29.6	29.2	30.8	41.7	48.1	33.7	34.8	49.0	41.9
		Median	442	86.7	10.1	220	488	74.2	285	69.7	468	82.6	115	473	394	20.5	130	5.43
		Med/Mean	1.05	1.03	1.09	1.01	1.00	1.03	1.02	1.08	1.05	1.00	0.99	1.01	1.05	1.10	0.97	1.19
Phenantren	Phenantren	N	41	41	23	41	37	37	36	35	32	32	31	24	28	28	32	27
		Mean	2'760	258	12.3	503	2'728	439	537	146	2'736	1'155	2'308	1'006	2'754	162	303	61.6
		STD	345	48.6	2.97	104	330	70.4	84.0	25.7	232	148	252	89.1	299	28.4	73.3	16.9
		CV%	12.5	18.8	24.2	20.7	12.1	16.0	15.6	17.6	8.49	12.8	10.9	8.86	10.9	17.5	24.2	27.4
		Median	2'766	255	13.8	497	2'729	446	532	149	2'755	1'135	2'346	1'002	2'733	171	305	61.5
		Med/Mean	1.00	0.99	1.12	0.99	1.00	1.02	0.99	1.02	1.01	0.98	1.02	1.00	0.99	1.05	1.00	1.00
Pyren	Pyren	N	38	31	19	35	30	29	29	30	27	27	25	29	19	24	24	26
		Mean	5'417	392	17.0	630	5'213	874	906	173	5'383	2'276	4'723	1'644	5'415	271	310	101
		STD	555	34.6	2.01	75.5	579	122	91.9	35.6	456	320	465	265	419	42.5	47.6	26.8
		CV%	10.2	8.83	11.8	12.0	11.1	14.0	10.1	20.5	8.46	14.1	9.84	16.1	7.74	15.7	15.4	26.5
		Median	5'364	397	18.1	640	5'144	892	911	176	5'291	2'258	4'815	1'606	5'201	280	321	102
		Med/Mean	0.99	1.01	1.06	1.02	0.99	1.02	1.01	1.02	0.98	0.99	1.02	0.98	0.96	1.03	1.03	1.01
PCB 028	PCB 028	N	10	26	1	32	11	24	20	21	8	17	12	23	2	1	20	
		Mean	0.58	4.65	7.48	7.73	0.77	86.70	75.66	2.20	0.52	4.63	1.84	4.97	0.33	0.26	5.02	
		STD	0.37	1.33		2.08	0.56	19.02	13.87	0.58	0.15	1.16	0.49	1.86	0.06	0.06	2.06	
		CV%	63.37	28.54		26.95	71.97	21.94	18.33	26.61	30.00	25.12	26.78	37.47	18.26		41.04	
		Median	0.59	4.96	0.61	7.58	0.84	90.80	80.29	2.21	0.58	5.19	2.20	4.98	0.31	0.19	5.70	
		Med/Mean	1.01	1.07	0.08	0.98	1.08	1.05	1.06	1.01	1.12	1.20	1.00	0.93	0.72	1.14		
PCB 052	PCB 052	N	11	24	3	30	13	27	28	25	8	20	20	18	8	2	21	
		Mean	1.13	3.77	3.52	6.08	1.04	64.12	48.51	7.61	0.97	6.18	3.31	9.12	0.44	0.34	3.97	
		STD	0.88	1.18	3.56	1.09	0.62	11.40	9.28	1.52	0.62	1.75	1.14	1.37	0.11	0.07	1.00	
		CV%	77.47	31.24	101.00	17.87	59.75	17.78	19.13	19.92	63.61	28.40	34.31	15.05	25.15	20.80	25.15	
		Median	1.79	4.13	0.91	6.16	1.25	66.36	48.63	8.34	1.03	6.88	3.74	9.78	0.50	0.36	4.13	
		Med/Mean	1.57	1.09	0.26	1.01	1.20	1.03	1.00	1.10	1.06	1.11	1.13	1.07	1.15	1.05	1.04	
PCB 101	PCB 101	N	25	25	2	29	19	30	27	28	18	23	22	25	13	19	1	21.5
		Mean	1.65	6.35	5.08	8.08	1.59	71.76	43.96	9.64	1.64	8.04	6.01	24.05	1.40	2.22	5.95	
		STD	0.74	0.69	5.62	1.01	0.40	13.17	8.83	2.43	0.47	1.83	1.22	4.17	0.44	0.95	1.13	
		CV%	44.51	10.81	110.77	12.49	25.25	18.35	20.10	25.24	28.61	22.69	20.22	17.34	31.67	42.68	18.94	
		Median	1.66	6.30	1.10	8.00	1.60	70.58	41.95	10.30	1.60	8.27	6.13	24.70	1.65	2.07	6.15	1.03
		Med/Mean	1.00	0.99	0.22	0.99	1.01	0.98	0.95	1.07	0.97	1.03	1.02	1.03	1.18	0.93	1.03	0.48
PCB 118	PCB 118	N	13	20	2	20	14	28	28	24	11	16	23	23	11	11	16	
		Mean	1.00	3.94	3.79	5.06	1.08	46.66	27.22	6.54	0.93	6.23	4.11	11.76	0.96	0.60	4.20	
		STD	0.26	0.55	4.37	0.37	0.45	9.37	6.00	1.33	0.23	0.60	1.22	2.02	0.50	0.26	0.41	
		CV%	25.65	14.00	115.30	7.22	41.28	20.08	22.03	20.35	24.79	9.64	29.64	17.20	52.49	44.06	9.86	
		Median	1.09	4.11	0.70	5.05	1.05	47.00	25.40	6.66	0.92	6.10	4.08	12.24	1.02	0.61	4.11	
		Med/Mean	1.08	1.04	0.18	1.00	0.97	1.01	0.93	1.02	0.98	0.99	1.04	1.06	1.02	0.98		
PCB 138	PCB 138	N	29	25	8	34	26	24	31	29	20	24	24	29	18	21	1	5.03
		Mean	4.03	8.17	0.38	8.51	3.96	89.95	27.47	10.06	3.35	10.09	7.25	36.91	3.26	3.90	7.67	
		STD	1.29	1.06	0.14	2.25	1.17	12.89	9.59	3.81	0.85	3.42	2.25	11.30	0.97	1.35	2.22	
		CV%	31.98	12.99	36.35	26.48	29.46	14.33	34.92	37.90	25.36	33.86	30.97	30.62	29.90	34.53	28.99	
		Median	4.14	8.47	0.53	8.20	4.00	89.99	26.73	10.90	3.67	10.39	7.34	35.69	3.56	4.00	8.00	0.10
		Med/Mean	1.03	1.04	1.39	0.96	1.01	1.00	0.97	1.08	1.10	1.03	1.01	0.97	1.09	1.03	1.04	0.02
PCB 153	PCB 153	N	27	30	5	31	24	28	25	25	22	21	23	27	18	20	20	1
		Mean	3.59	10.82	3.29	10.04												

Tab. C-4: Statistische Kennzahlen der einzelnen Dioxin- und Furananalysen

Probe	Statistische Kennzahlen	Parameter																
		1,2,3,4,6,7,8-Cl ₇ DD	1,2,3,4,6,7,8-Cl ₇ DF	1,2,3,4,7,8,9-Cl ₆ DF	1,2,3,4,7,8-Cl ₆ DD	1,2,3,6,7,8-Cl ₆ DF	1,2,3,6,7,8-Cl ₆ DD	1,2,3,7,8-Cl ₆ DF	1,2,3,7,8-Cl ₆ DD	1,2,3,7,8-Cl ₅ DF	1,2,3,7,8-Cl ₅ DD	1,2,3,4,6,7-Cl ₆ DF	1,2,3,4,6,7-Cl ₅ DF	2,3,7,8-Cl ₄ DD	2,3,7,8-Cl ₄ DF			
784	N Mean [ng/kg] SD CV% Median [ng/kg] Med/Mean	1 23.00	1 41.40	1 4.70	1 0.60	1 12.60	1 2.50	1 2.90	1 1.50	1 2.60	1 1.00	1 3.40	1 1.80	1 4.20	1 1.40	1 6.30	1 148.00	1 104.00
793	N Mean [ng/kg] SD CV% Median [ng/kg] Med/Mean	1 1.60	1 109.00	1 3.20		1 14.60		1 7.25	1 1.60	1 1.10		1 5.80	1 0.80	1 4.10	1 4.10	1 18.80	1 405.00	1 154.00
798	N Mean [ng/kg] SD CV% Median [ng/kg] Med/Mean	1 28.20	1 15.30			1 1.15	1 0.60	1 1.10		1 1.75	1 3.50	1 1.70		1 1.00		1 4.20	1 10.40	1 23.00
758	N Mean [ng/kg] SD CV% Median [ng/kg] Med/Mean	1 23.00	1 209.00	1 28.20	1 1.00	1 28.30	1 3.00	1 9.40	1 1.90	1 8.30	1 0.70	1 9.80	1 3.95	1 5.70	1 5.40	1 13.50	1 401.00	1 731.00

Tab. C-5: Anzahl Analysenresultate und Anteil der „Groben Ausreisser“

Labor	Total	Grobe Ausreisser	
	N	N	%
2	246		
15	348		
16	319		
61	306	1	0.3
76	327	4	1.2
92	324		
101	255		
108	256	2	0.8
469	180	9	5.0
862	182		
958	266	1	0.4

„Grobe Ausreisser“ sind in Kapitel A4 Punkt 7 definiert.

Fig. C-3 Einzelparparameter: Abweichung der Laborresultate vom Sollwert (Z-Werte)

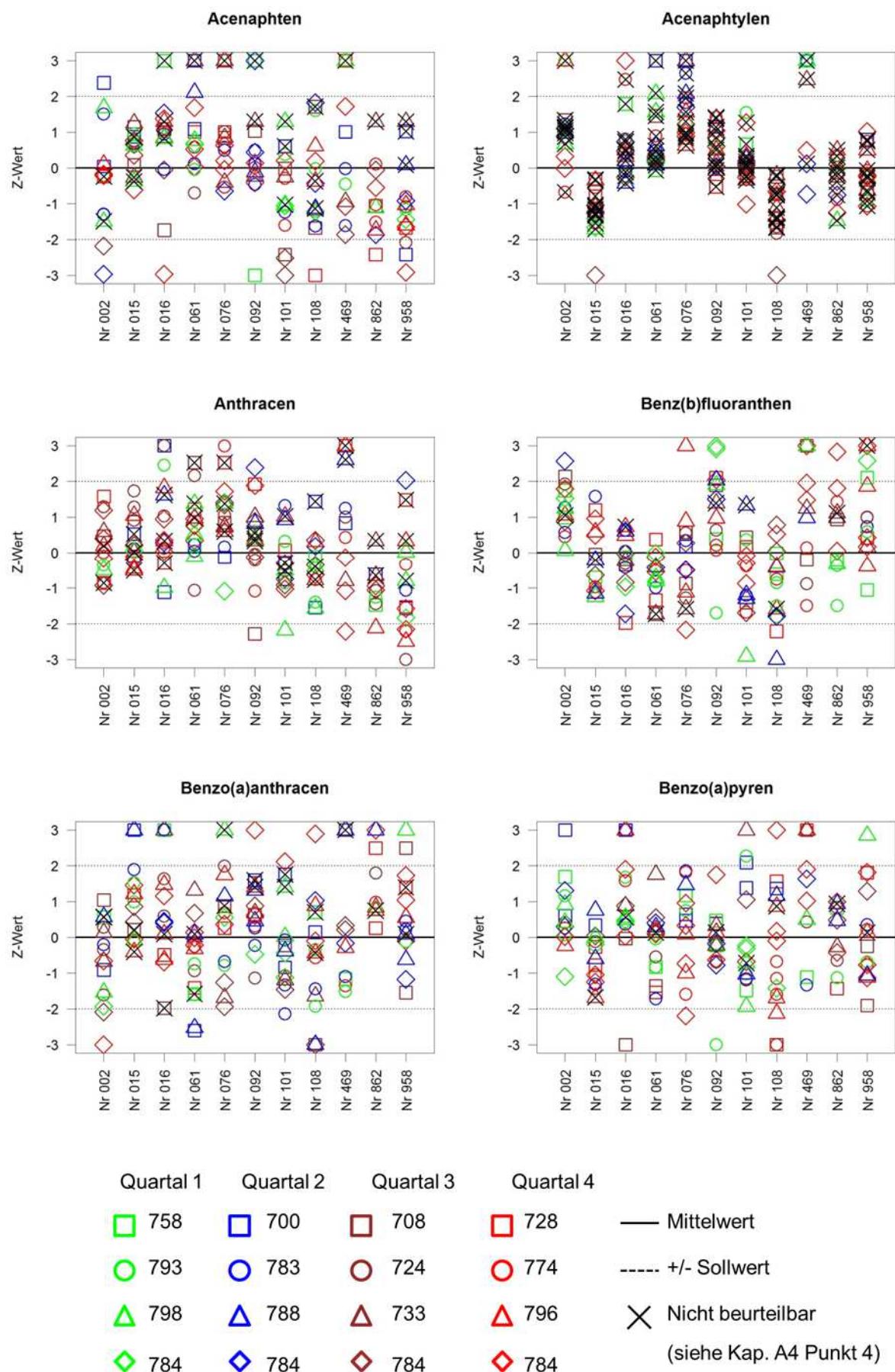


Fig. C-3: Fortsetzung

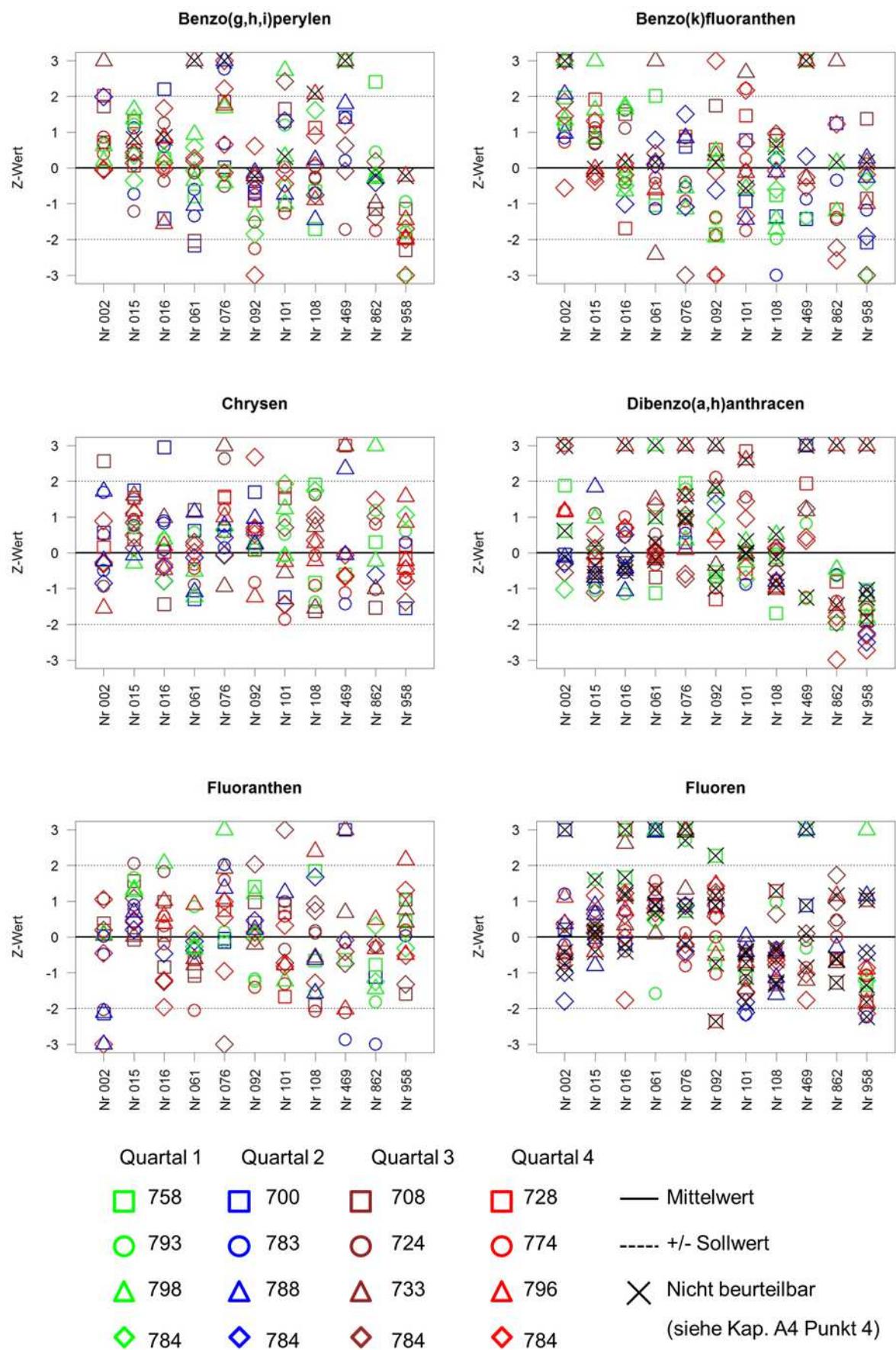


Fig. C-3: Fortsetzung

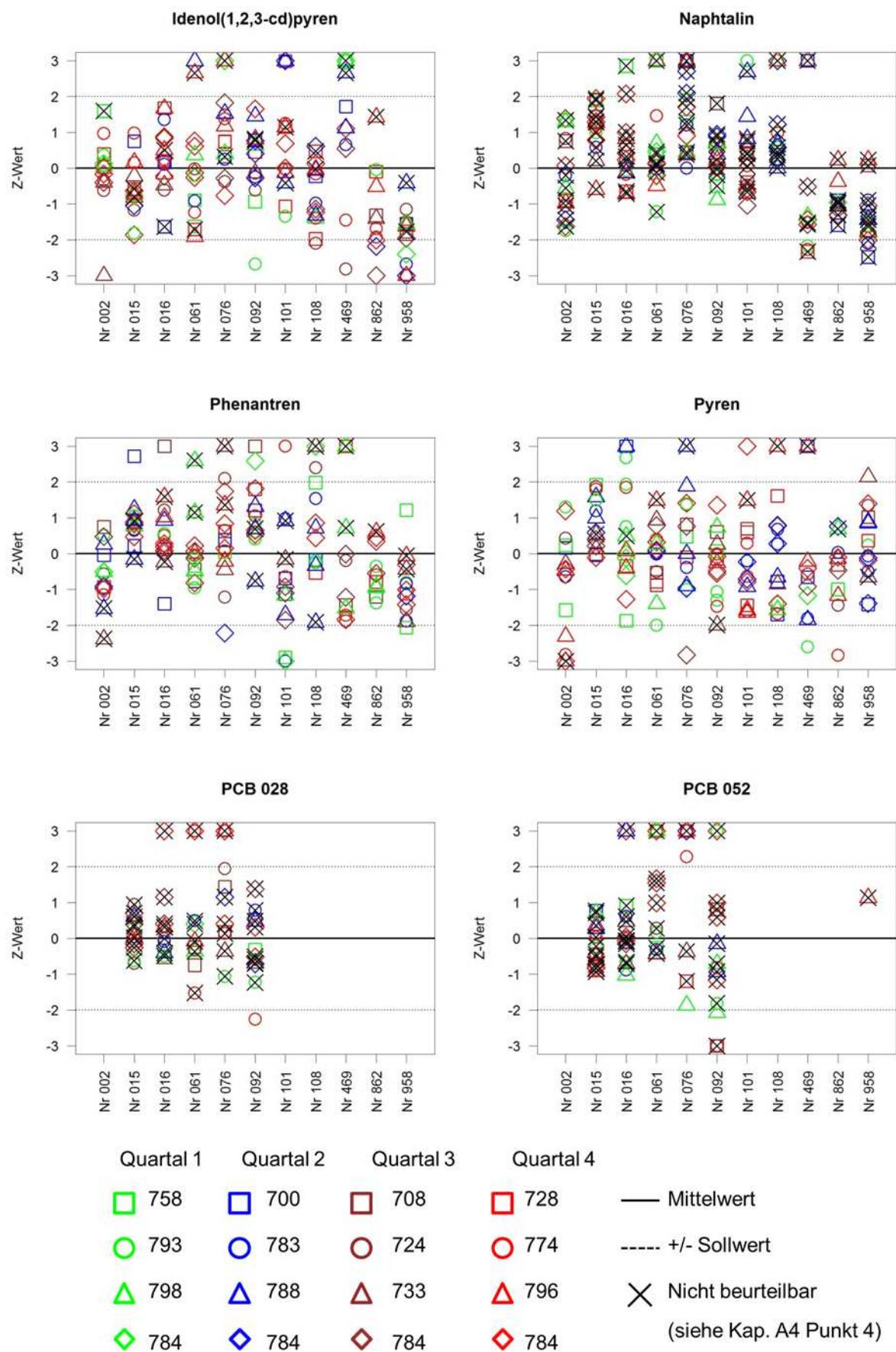


Fig. C-3: Fortsetzung

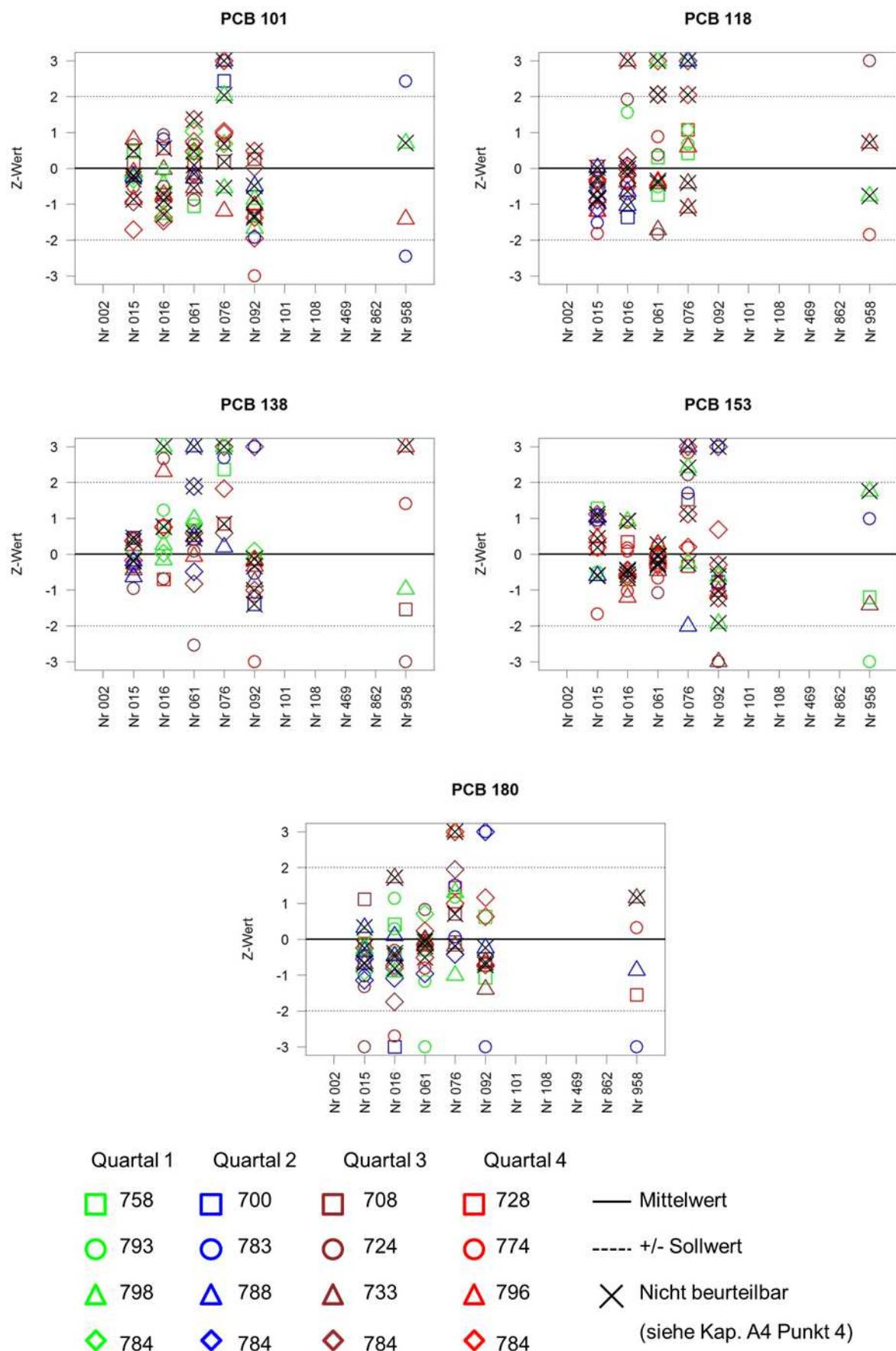


Fig. C-4: Einzelparparameter: Relative Streuung als Funktion der Konzentration

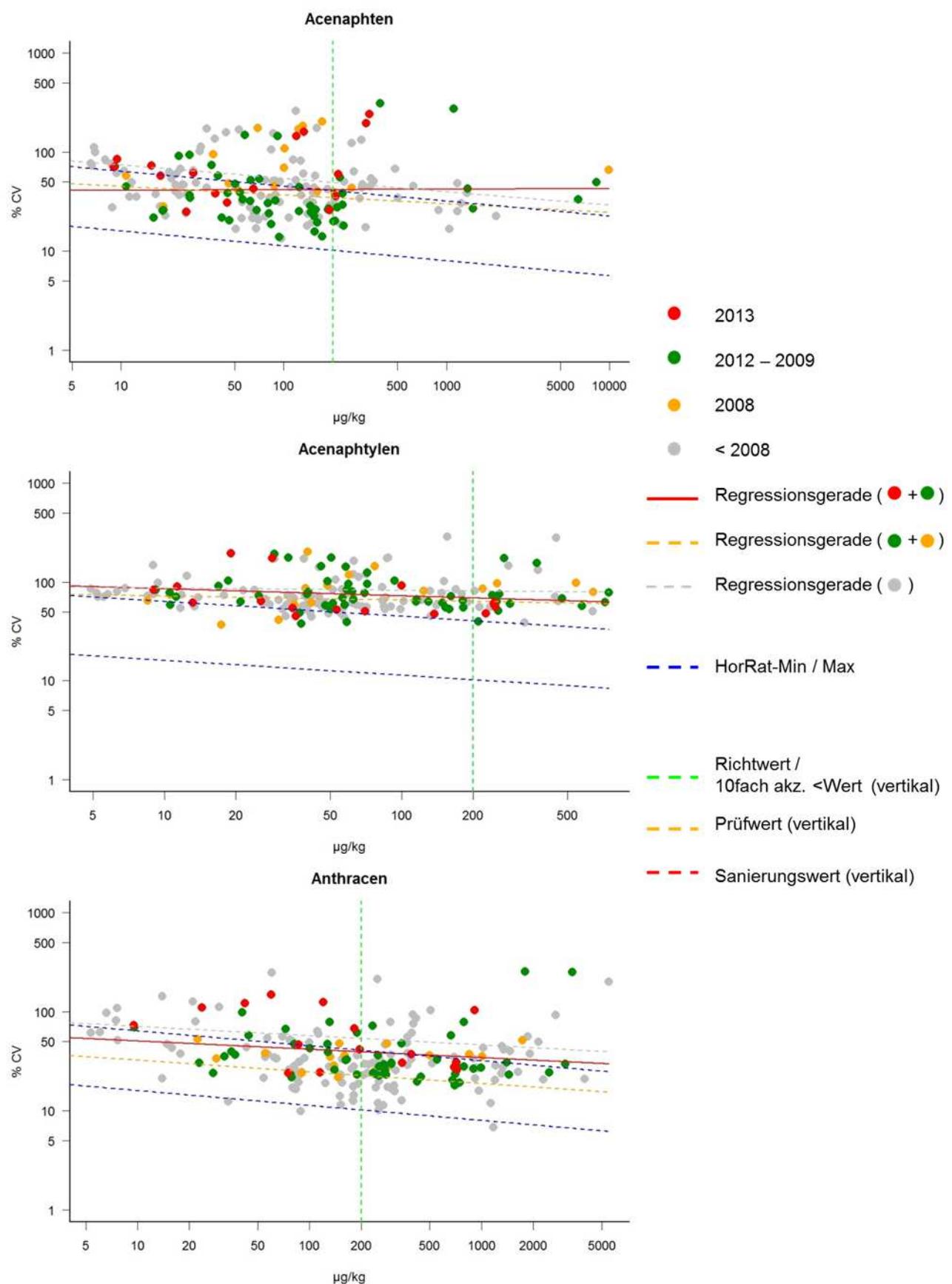


Fig. C-4: Fortsetzung

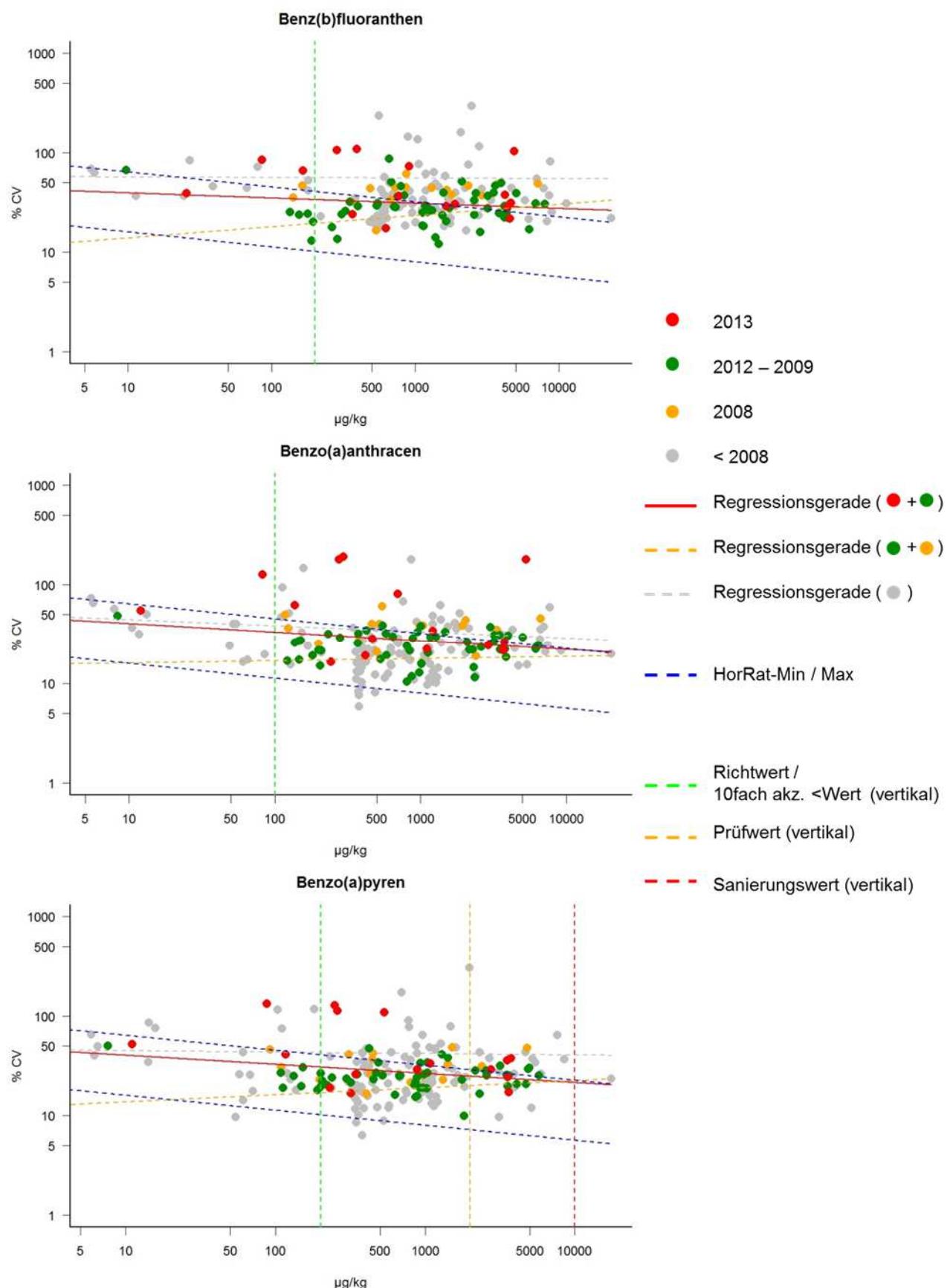


Fig. C-4: Fortsetzung

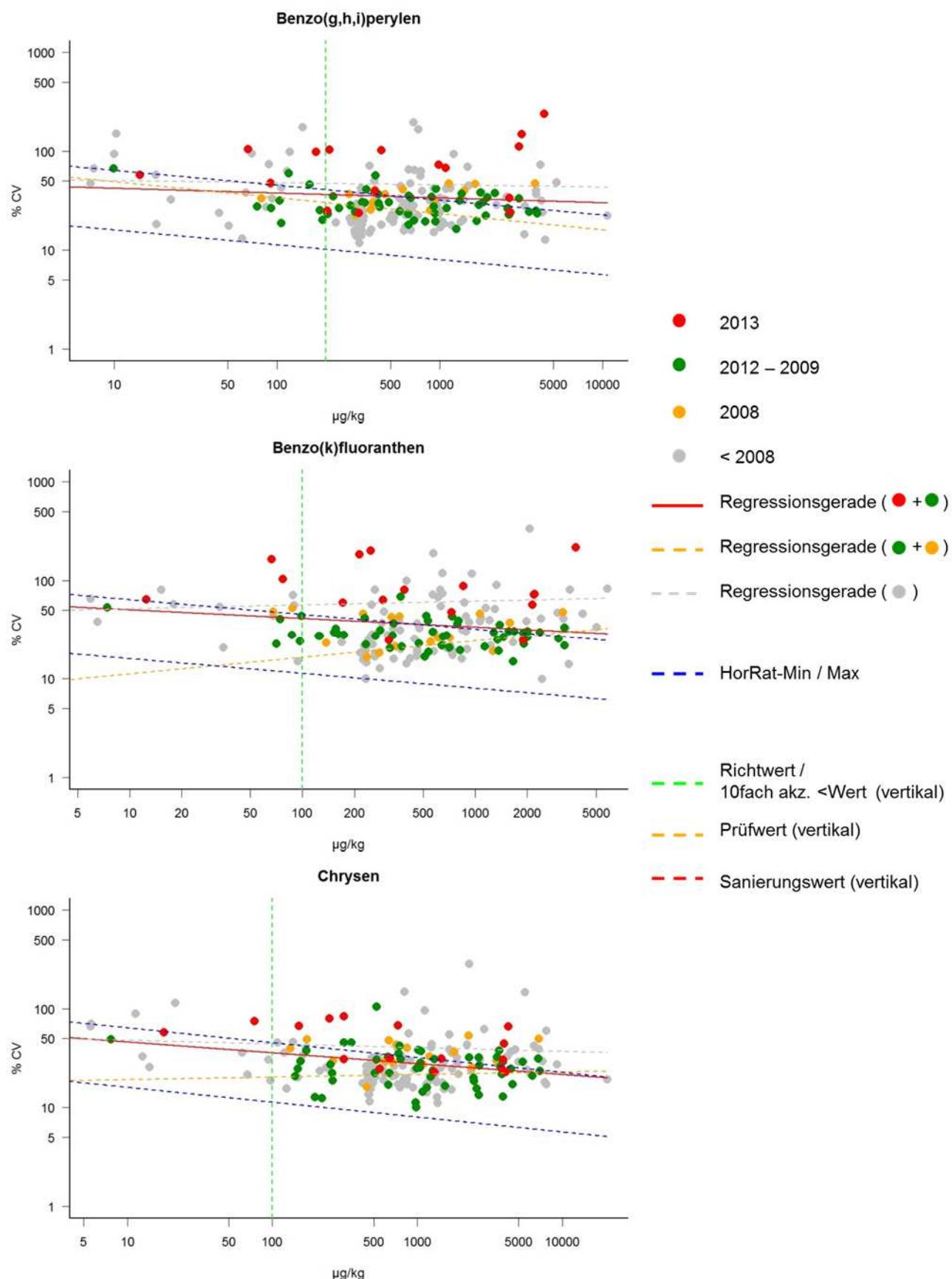


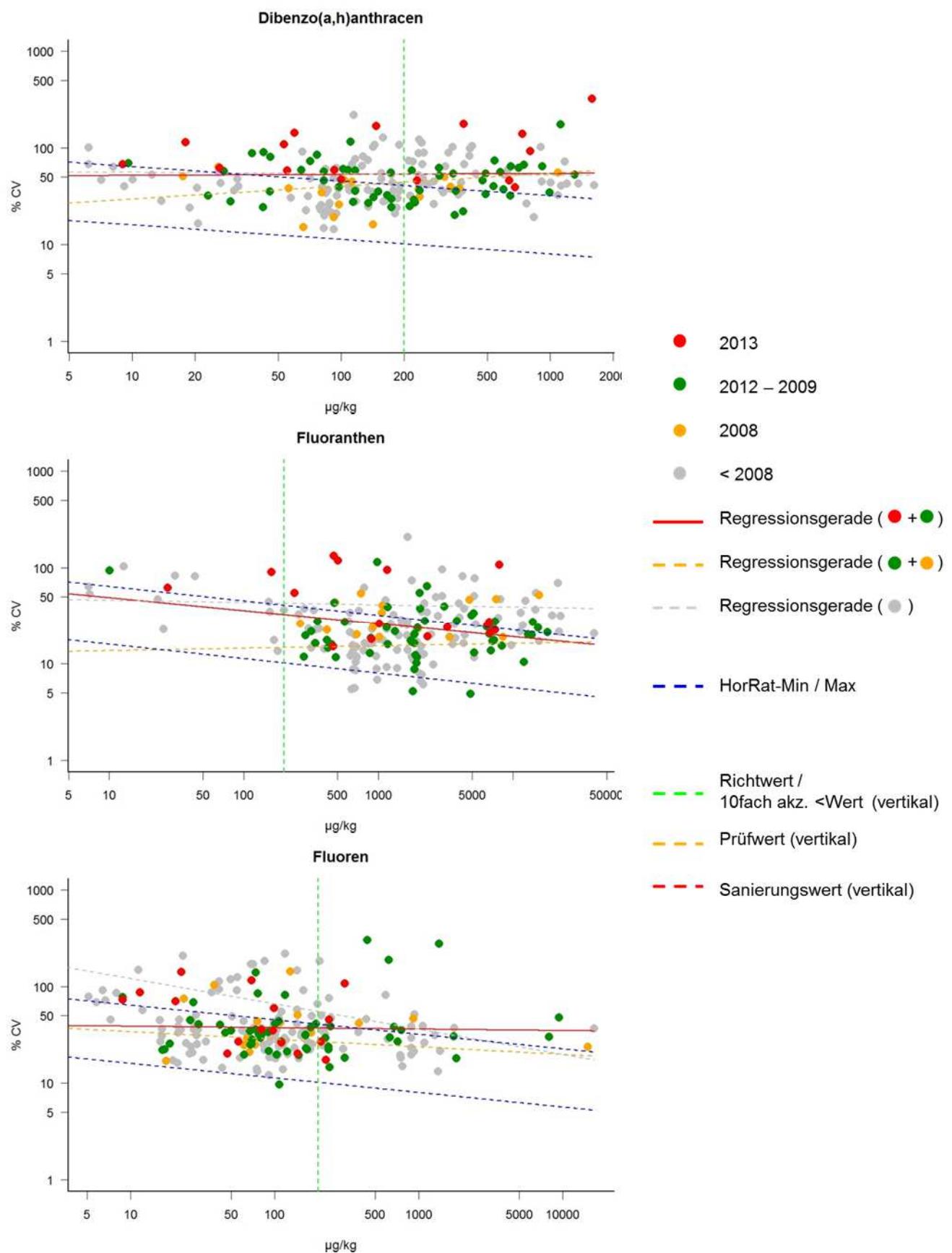
Fig. C-4: Fortsetzung

Fig. C-4: Fortsetzung

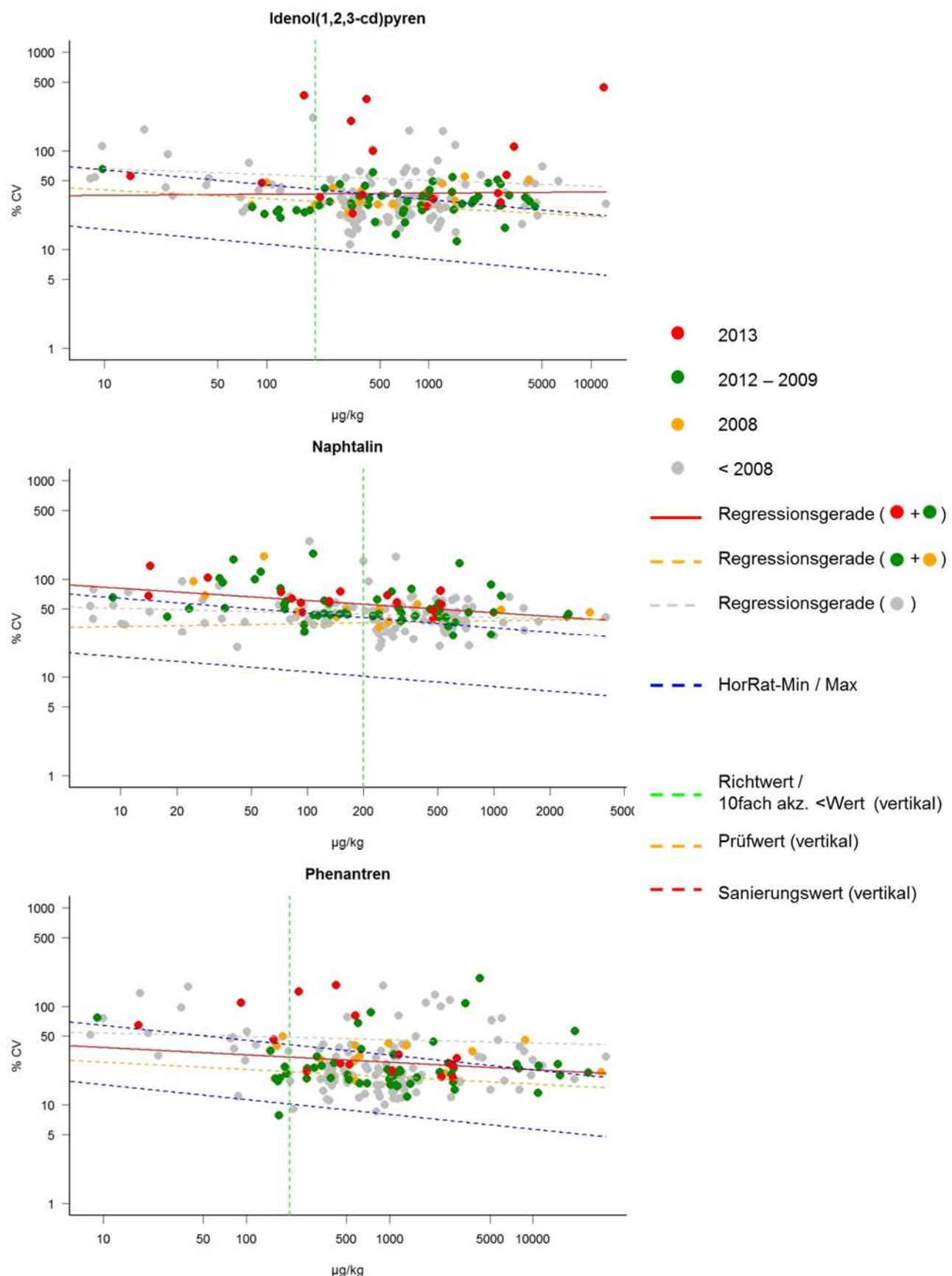


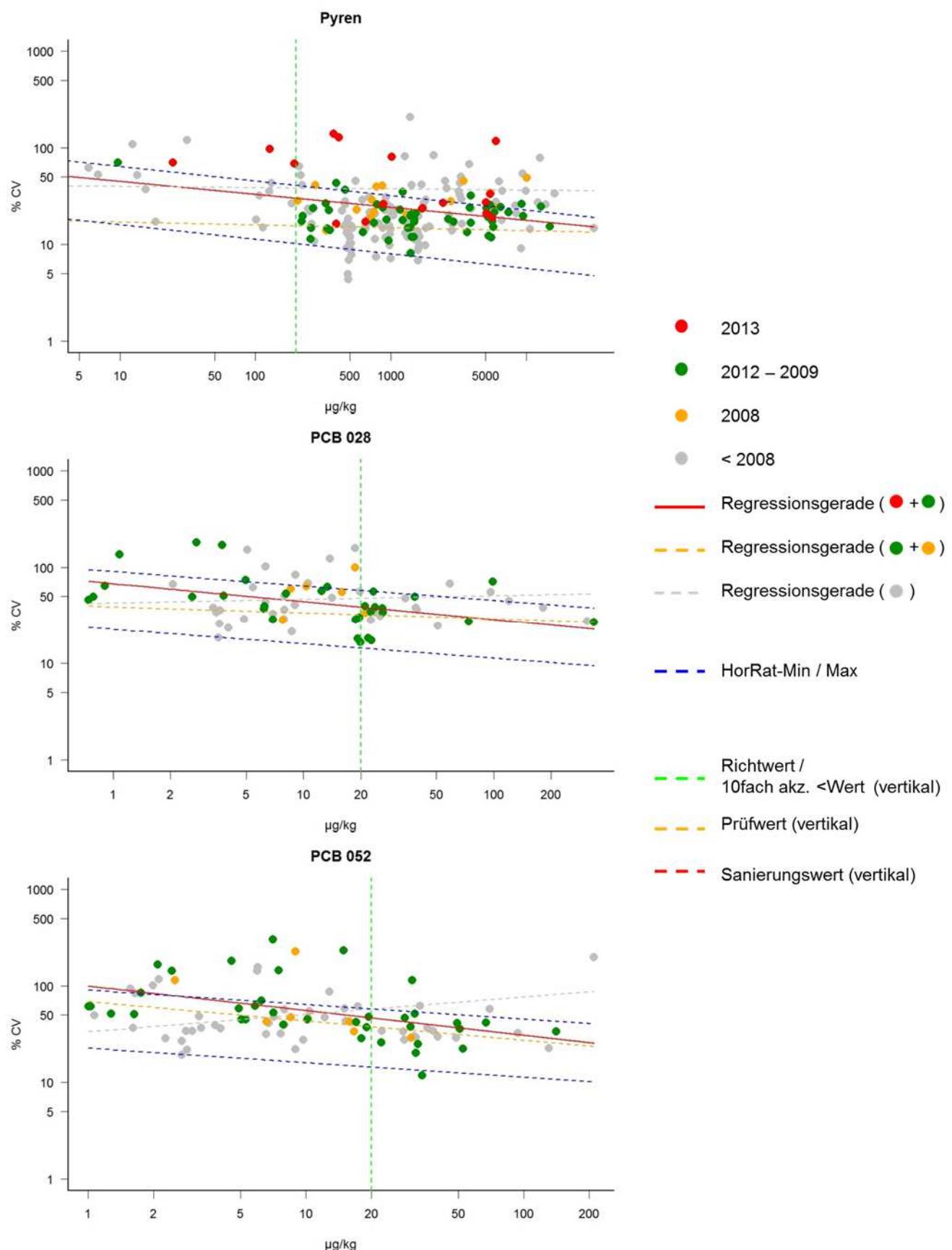
Fig. C-4: Fortsetzung

Fig. C-4: Fortsetzung

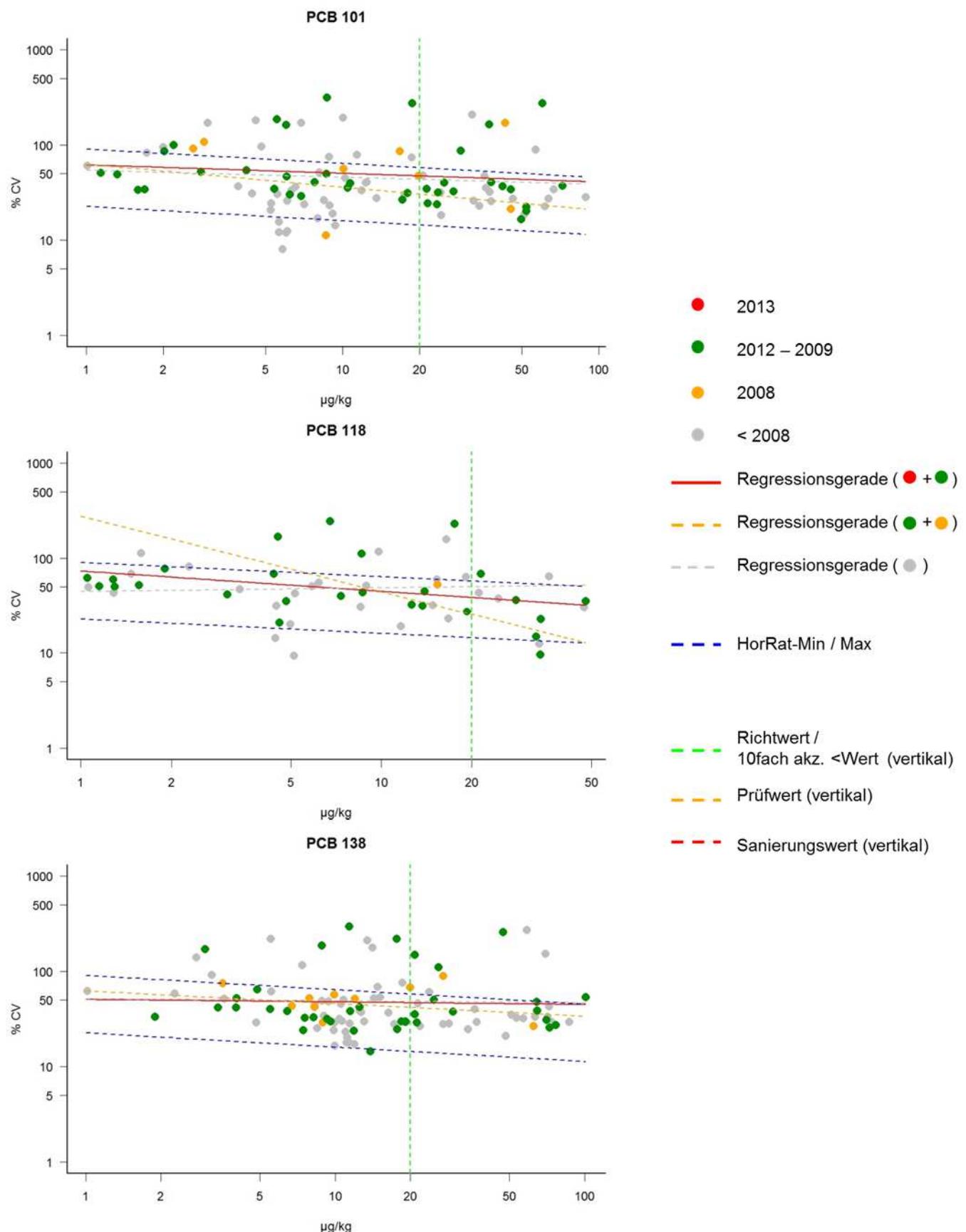
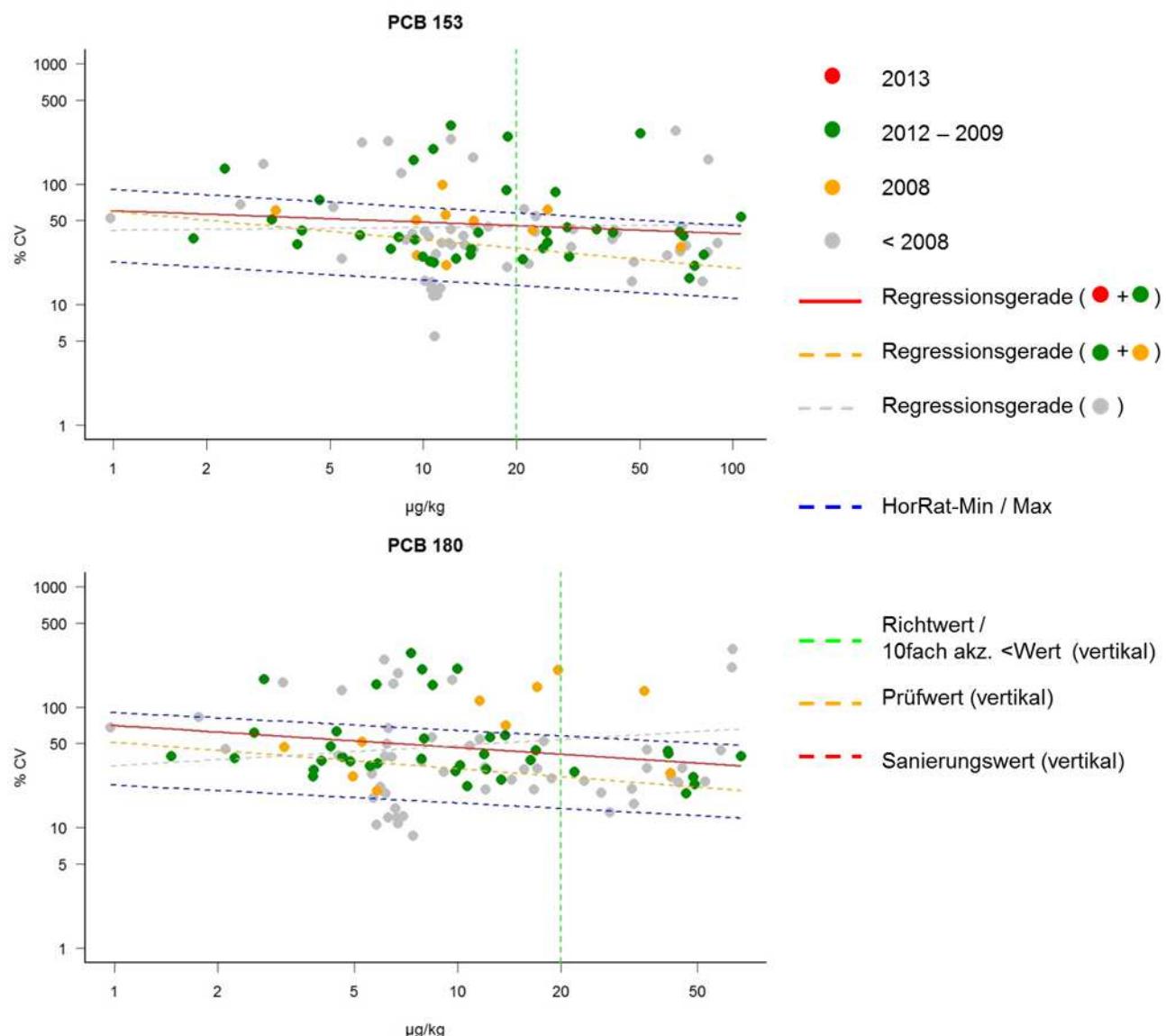


Fig. C-4: Fortsetzung

Tab. C-6: Vergleichbarkeit der Ringanalysenresultate 1998-2013 auf Bezugswert-Niveau (p≈95 %)

Parameter	Regressionsgleichung	n	Gültigkeitsbereich	Bezugswert ^{a)}	-2 STD	+ 2 STD	2 CV	Delta zu 2012
Polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)								
	y = CV%; x = Gehalt in mg/kg		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%
Summe PAK	$\log_{10} y = 1.3619 - 0.0428 \log_{10} x$	68	1.31-93.3	1	0.5	1.5	46.0	10.1
				20	11.9	28.1	40	3
				100	62.2	137.8	38	-1
	y = CV%; x = Gehalt in mg/kg		$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	%	%
Acenaphthen	$\log_{10} y = 1.60860.0056 \log_{10} x$	70	9-8340	200	28	372	86	31
Acenaphtylen	$\log_{10} y = 2.0045 - 0.0712 \log_{10} x$	70	9-745	200	-107	507	153	36
Anthracen	$\log_{10} y = 1.7883 - 0.0841 \log_{10} x$	70	9.49-3370	200	58	342	71	31
Benz(b)fluoranthen	$\log_{10} y = 1.6483 - 0.0521 \log_{10} x$	70	9.71-8020	200	80	320	60	9
Benzo(a)anthracen	$\log_{10} y = 1.6927 - 0.0868 \log_{10} x$	70	8.33-6450	100	45	155	55	13
Benzo(a)pyren	$\log_{10} y = 1.6973 - 0.0914 \log_{10} x$	70	7.62-5780	200	94	306	53	6
				2'000	999	3'001	50	17
				10'000	5'181	14'819	48	22
Benzo(g,h,i)perlylen	$\log_{10} y = 1.6735 - 0.0487 \log_{10} x$	70	9.98-4400	200	73	327	64	3
Benzo(k)fluoranthen	$\log_{10} y = 1.7917 - 0.0884 \log_{10} x$	70	7.41-3810	100	36	164	64	24
Chrysen	$\log_{10} y = 1.7725 - 0.1097 \log_{10} x$	70	7.73-7020	100	40	160	60	14
Dibenzo(a,h)anthracen	$\log_{10} y = 1.70580.0098 \log_{10} x$	70	9.03-1590	200	25	375	88	5
Fluoranthen	$\log_{10} y = 1.8246 - 0.1355 \log_{10} x$	70	10.1-18100	200	96	304	52	18
Fluoren	$\log_{10} y = 1.6039 - 0.0149 \log_{10} x$	70	8.79-9500	200	55	345	73	27
Idenol(1,2,3-cd)pyren	$\log_{10} y = 1.5370.0112 \log_{10} x$	70	9.79-12000	200	75	325	63	-1
Naphthalin	$\log_{10} y = 2.0305 - 0.1239 \log_{10} x$	70	9-2510	200	-14	414	107	34
Phenantren	$\log_{10} y = 1.657 - 0.075 \log_{10} x$	70	9.13-24300	200	78	322	61	18
Pyren	$\log_{10} y = 1.7861 - 0.1342 \log_{10} x$	70	9.68-15000	200	80	320	60	29
Polychlorierte Biphenyle (PCB)								
	y = CV%; x = Gehalt in mg/kg		$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	%	%
Summe PCB	$\log_{10} y = 1.7211 - 0.135 \log_{10} x$	44	42.2-581	200	97	303	51	16
				1'000	586	1'414	41	11
PCB 028	$\log_{10} y = 1.8312 - 0.188 \log_{10} x$	32	0.745-334	20	4.6	35.4	77	13
PCB 052	$\log_{10} y = 2 - 0.2562 \log_{10} x$	36	1.01-141	20	1.4	38.6	93	18
PCB 101	$\log_{10} y = 1.7919 - 0.0907 \log_{10} x$	38	1.14-72.1	20	1.1	38.9	94	34
PCB 118	$\log_{10} y = 1.8674 - 0.2154 \log_{10} x$	26	1.05-47.8	20	4.5	35.5	77	26
PCB 138	$\log_{10} y = 1.7052 - 0.0268 \log_{10} x$	37	1.9-101	20	1.3	38.7	94	10
PCB 153	$\log_{10} y = 1.7794 - 0.0956 \log_{10} x$	38	1.81-106	20	1.9	38.1	90	32
PCB 180	$\log_{10} y = 1.8491 - 0.185 \log_{10} x$	38	1.46-67	20	3.8	36.2	81	28

^{a)} 10 fach maximal akzeptierter <Wert (vgl. Tab. C-1), bei Summe PAK, und Benzo(a)pyren der Richt-, Prüf- und Sanierungswert, bei Summe PCB der Prüf- und Sanierungswert nach VBBo (1998).

3 Laborliste für organische Schadstoffe

Die Erläuterungen zur Laborliste (Tab. C-7) finden sich in Kap. A6.

Die Zusammenfassung der Laborlisten seit 1998 (Tab. C-8) gibt einen Überblick zur Kontinuität der teilnehmenden Labors.

Tab. C-7: Laborliste für organische Schadstoffe

Parameter	Benzo(a)pyren	PAK	PCB	Dioxine und Furane	Große Ausreißer [%]
Bewertete Proben	11	12	12	2	
Labor					Total
2	+	+			2
15	+	+	+		3
16	#	+	+		3
61	+	+	+	#	4
76	+	+	+		3
92	+	+	#		3
101	#	+			2
108	+	#			2
237	#	#	#		3
469	#	#			2
862	+	#			2
958	+	+			2
Total	12	12	6	1	31

+	Qualitätskriterien erfüllt
#	Teilnahmekriterien erfüllt
	keine Teilnahme oder nicht erfüllt

Tab. C-8: Zusammenfassung der Laborlisten für organische Schadstoffe 1998-2013

Labor	Anzahl positive Beurteilungen ¹⁾															
	1998	1999	2000	2001	2002	2003 ²⁾	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2													0	0	1	2
15	3	3	3	15/6/0	16/7/0	15/6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16	3	3	3	15/7/0	16/7/0	16/7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
38	3	3			14/0/0	0/0	0									
61	4	4	3	11/0/0	11/0/0	7/0	1	3	1	1	0	3	3	3	4	4
69		0														
76	3	3	2	3/0/0	12/5/0	10/7	1	1	0	2	3	2	3	2	3	3
92								0	0	0	1	0	0	0	2	3
97	2	2	2	2/0/0	15/0/0	0/0	1	0	0							
99	2	2														
100	0	0														
101	0									2	3	0	3	2	2	2
102	1	0	2	4/0/0	11/0/0	11/0	2									
103	4	4	4	1/3/17	14/6/17	16/7	4									
104	0	3	0													
105	2	0								2	1	0	0			
106	2	2	2	13/0/0	11/3/0											
107	4	4	3	15/3/0	16/6/0	9/7										
108	3	1	3	12/7/0	16/7/0	16/7	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2
109	3	0								0	0	0				
110		0														
111	0			0/0/17												
237																2
230										0	0					
469													2	2	1	2
862									0	0	2	0	0	2	3	2
891										4	1					
920										0	0	2	0			
958												1	2	2	2	2
987												0				
möglich	4	4	4	16/7/17	16/7/17	16/7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

¹⁾ Von 1998 bis 2000 sowie ab 2004 wurden die Summe der PAK (16), Benzo(a)pyren, die Summe der PCB (7) und die Summe der PCDD/F (17) beurteilt, 2001 bis 2003 waren es die einzelnen Stoffverbindungen (PAK / PCB / PCDD/F).

²⁾ 2003 wurden die Dioxine und Furane (PCDD/F) nicht analysiert.

D Anhang

1 Anorganische Schadstoffe: Auswertungen nach Labor

Fig. D-1 Anorganische Schadstoffe: Abweichungen der Laborresultate vom Sollwert (Z-Werte)

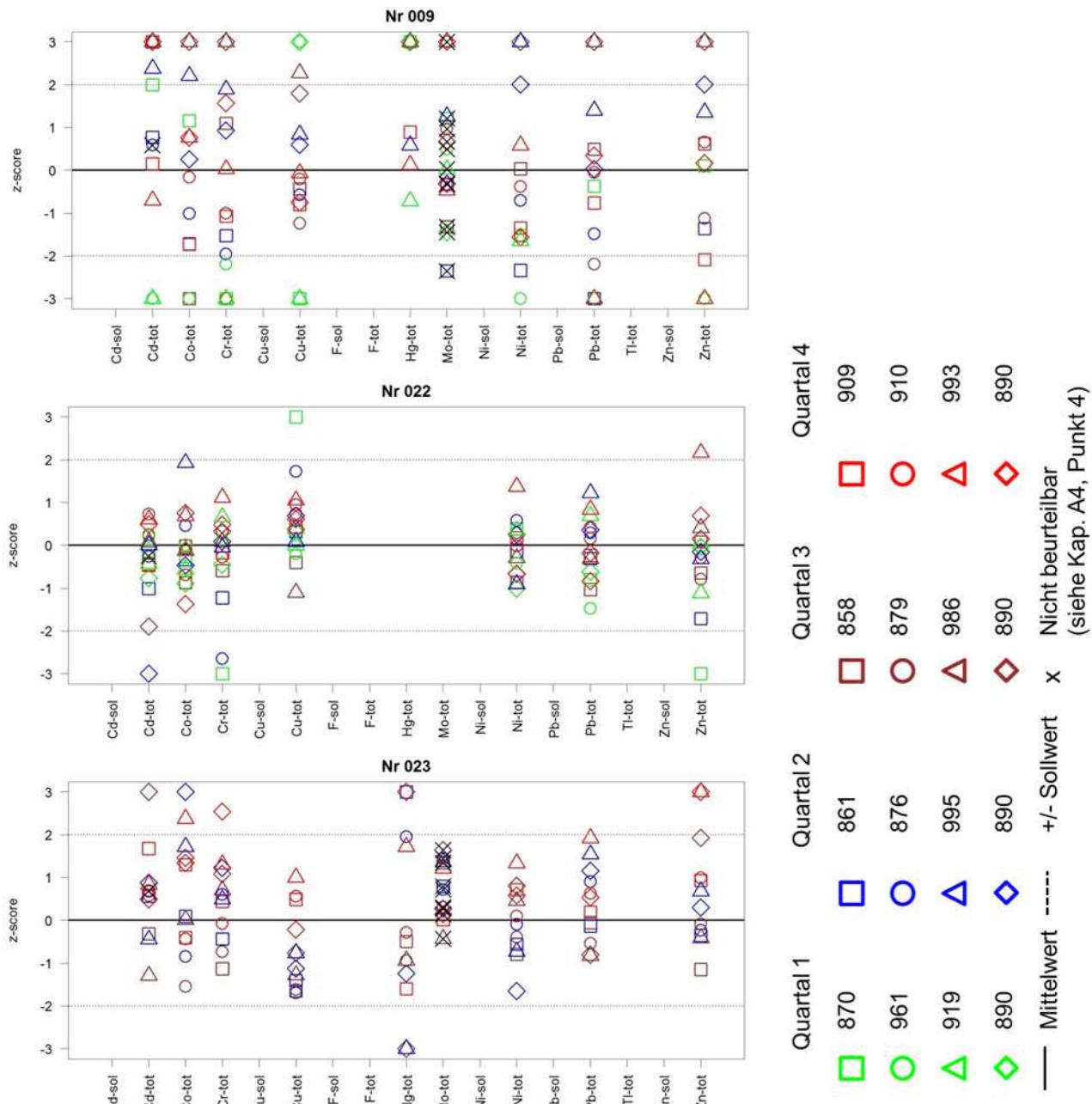


Fig. D-1: Fortsetzung

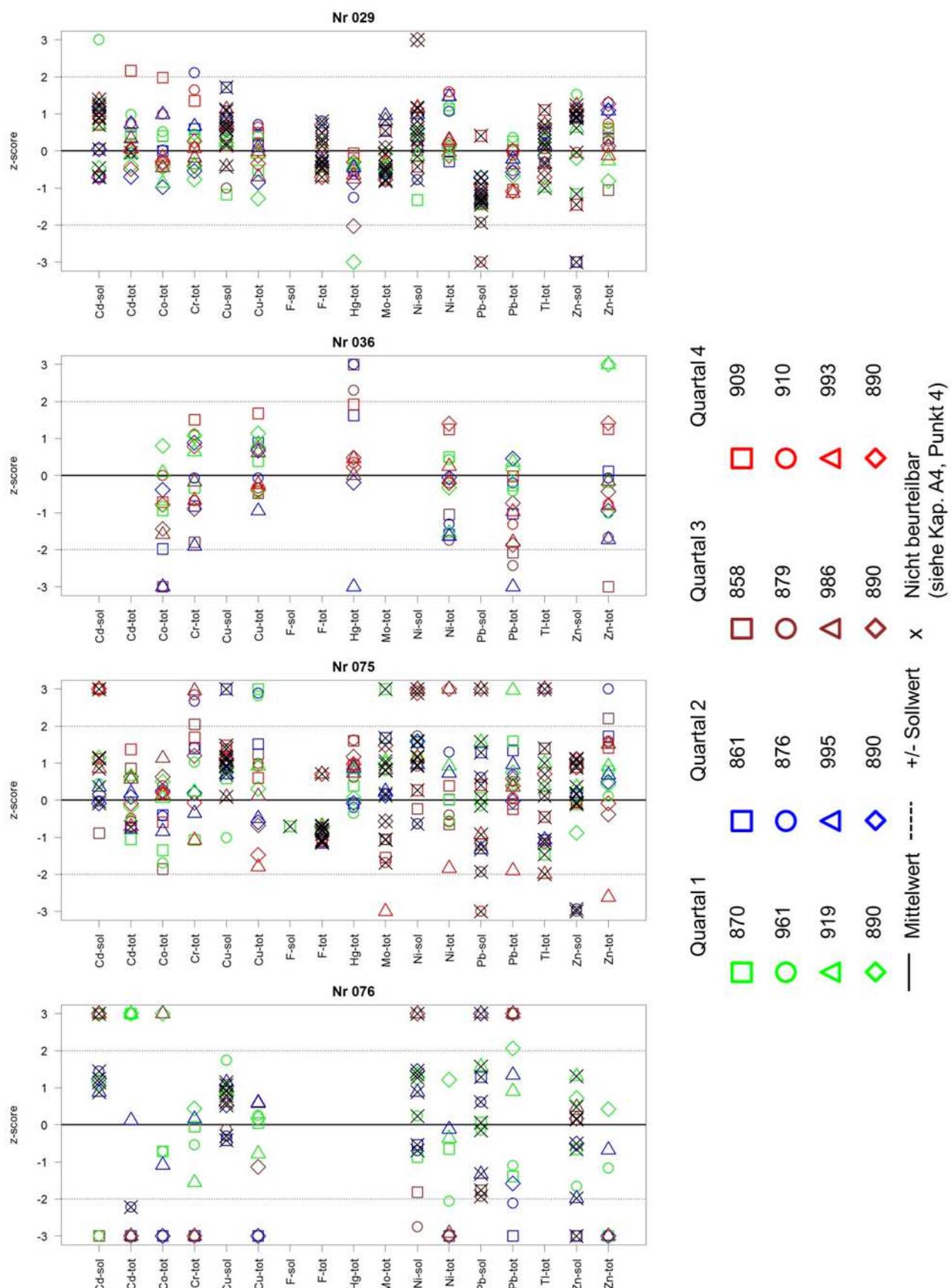


Fig. D-1: Fortsetzung

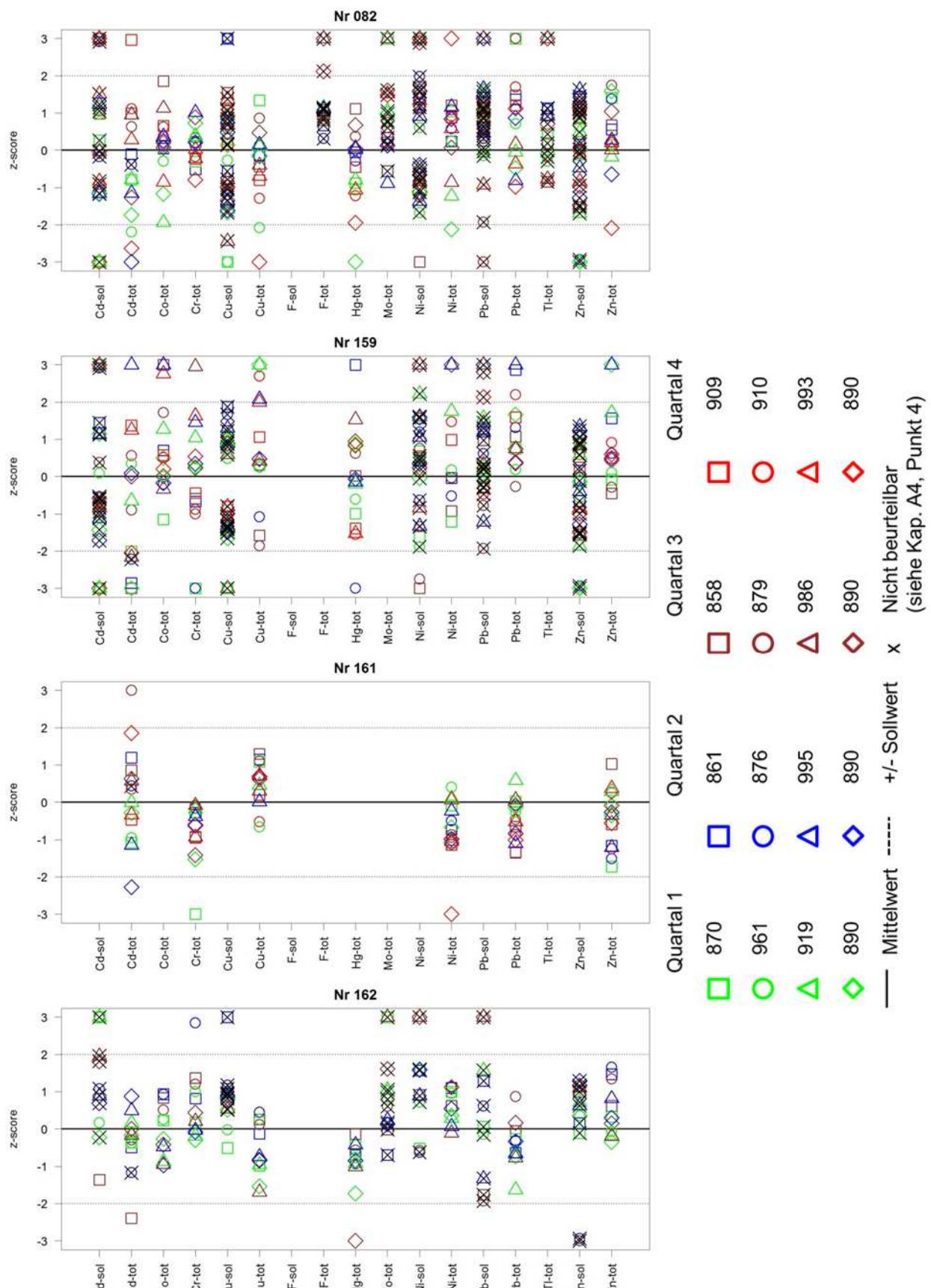


Fig. D-1: Fortsetzung

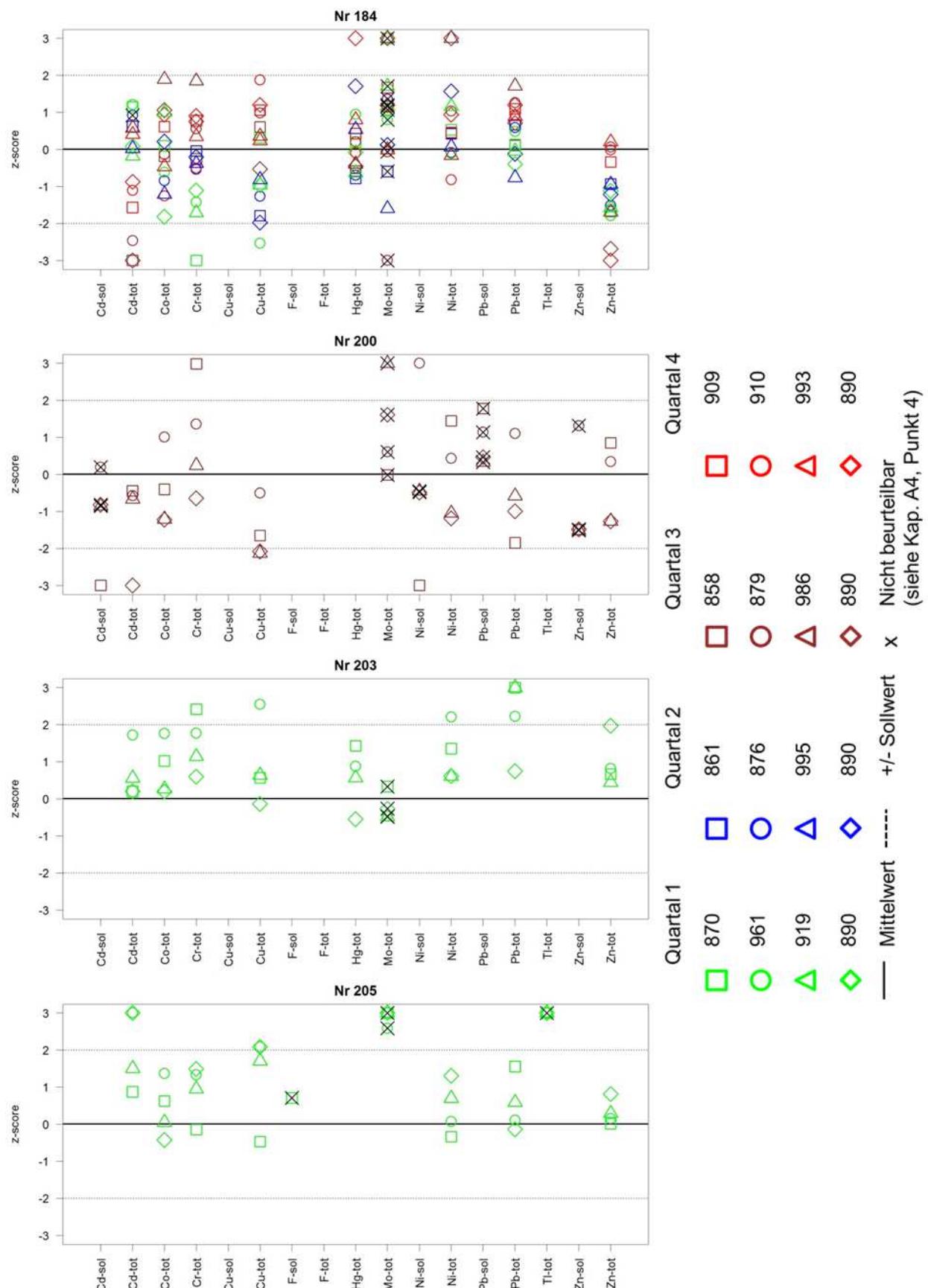


Fig. D-1: Fortsetzung

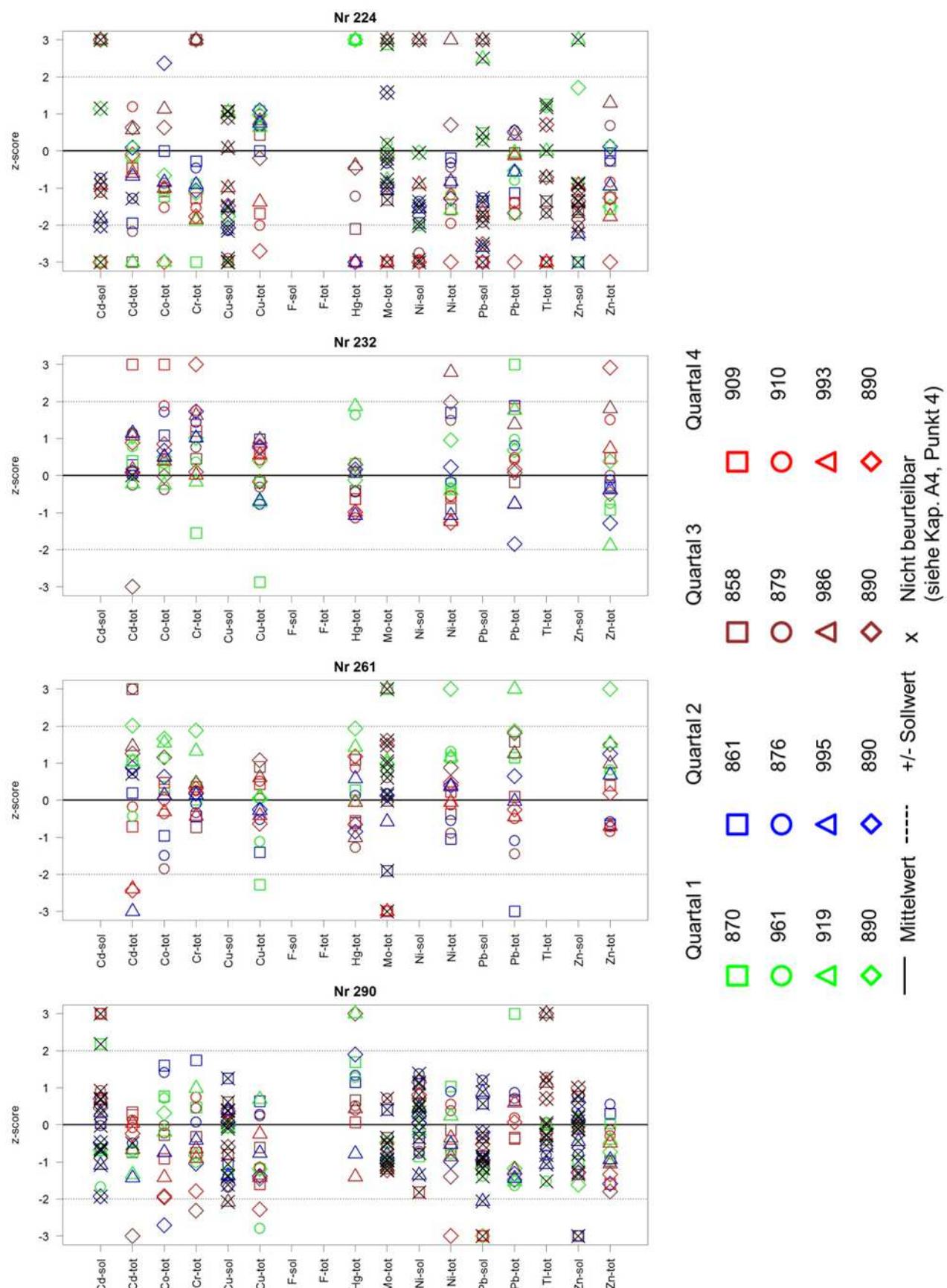
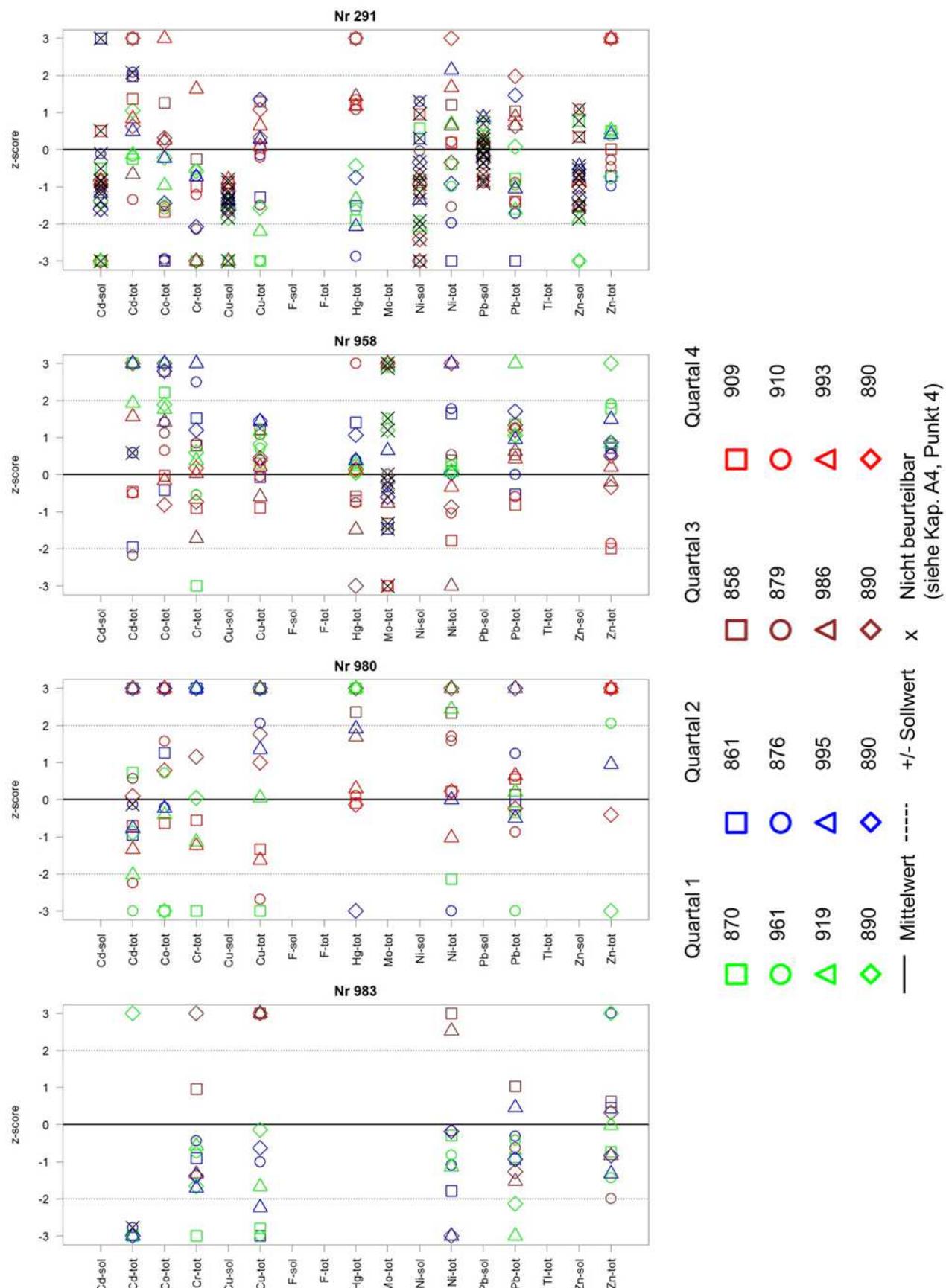


Fig. D-1: Fortsetzung



2 Organische Schadstoffe: Auswertungen nach Labor

Fig. D-2 Organische Schadstoffe: Abweichungen der Laborresultate vom Sollwert (Z-Werte)

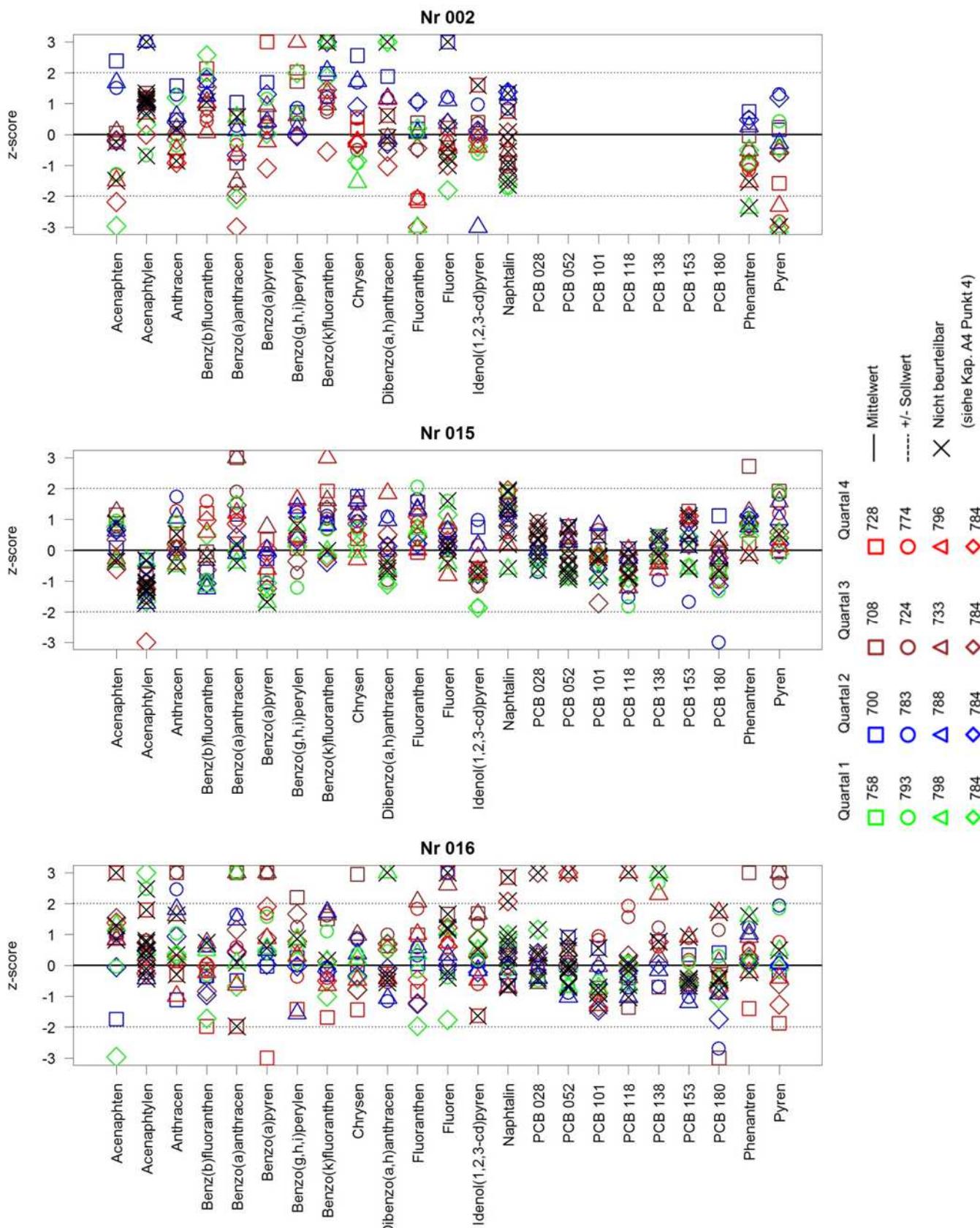


Fig. D-2: Fortsetzung

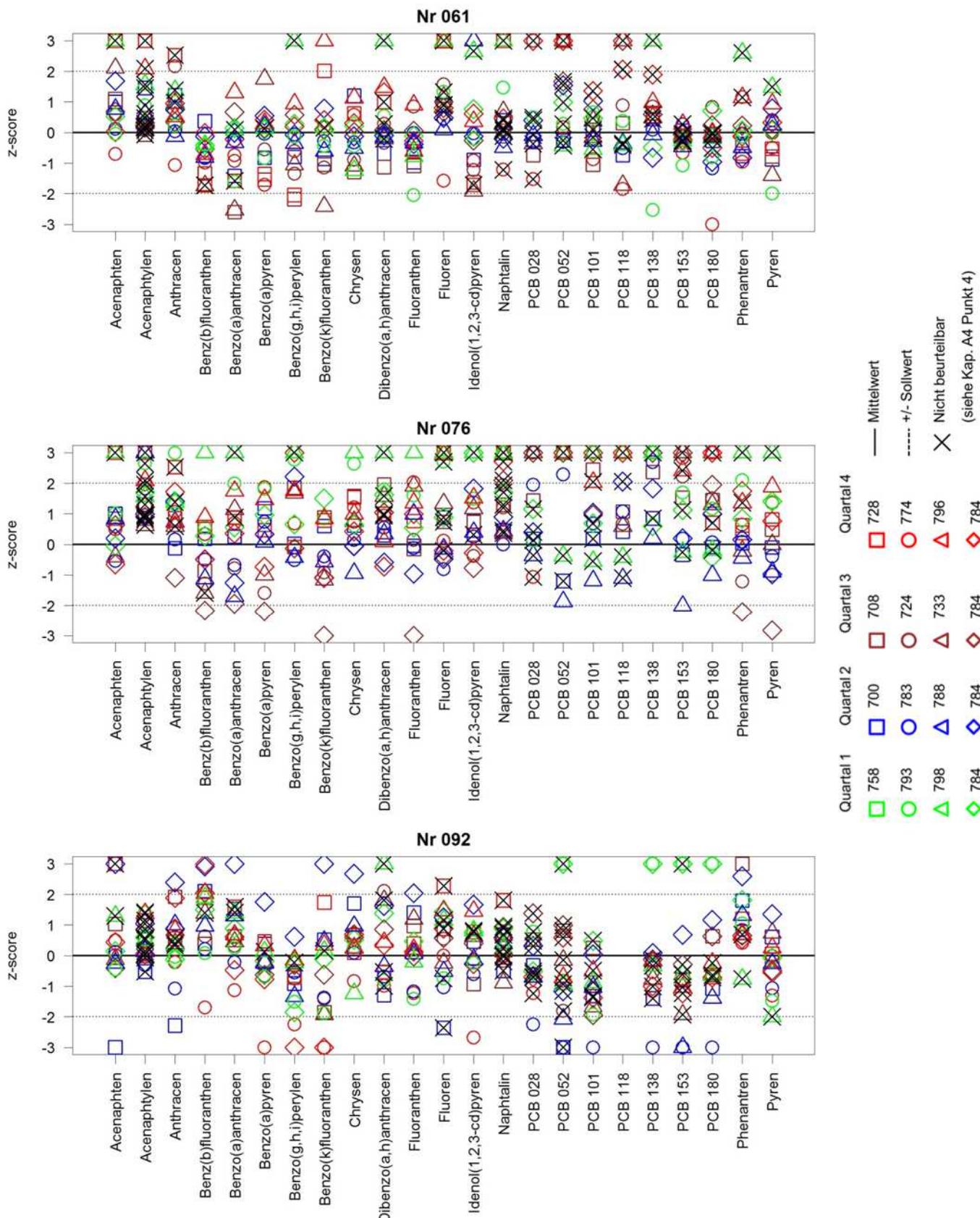


Fig. D-2: Fortsetzung

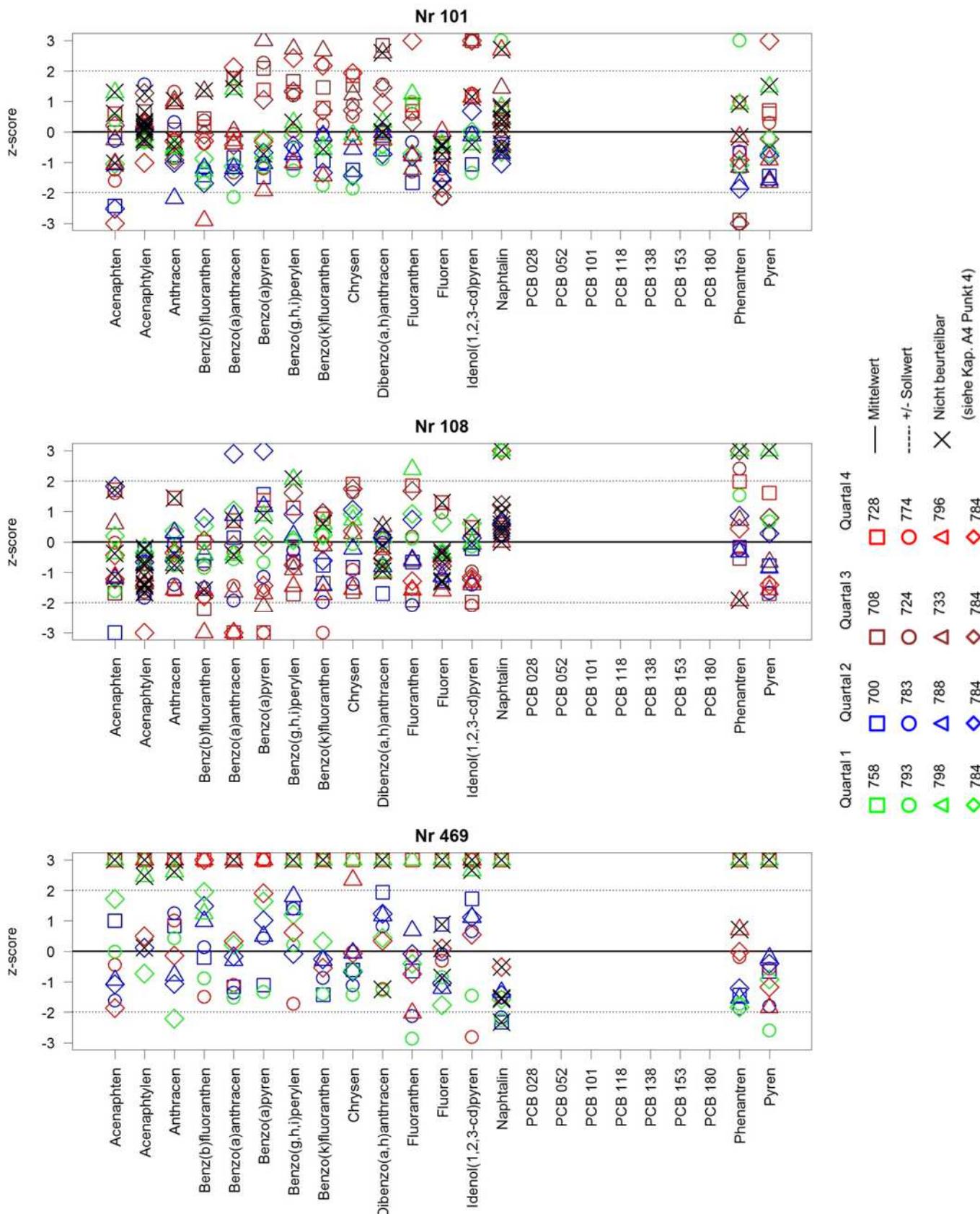


Fig. D-2: Fortsetzung

