



11.05.2012

**Messprogramm zur Abschätzung der Schwermetallbelastung in
Nahrungspflanzen im Umfeld der Firma Aurubis in Lünen
Nahrungspflanzenuntersuchungsergebnisse aus dem Jahre 2011**

Die Durchführung von Nahrungspflanzenuntersuchungen in Haus- und Kleingärten im Einwirkungsbereich der Firma Aurubis in Lünen wurde im Jahre 2011 fortgesetzt. Ziel der erneuten Untersuchungen war festzustellen, ob die derzeit bestehende Anbau- und Verzehrsempfehlung ggfs. weiter aufrecht erhalten bleiben sollte.

Die erneute Überprüfung der Nahrungspflanzen erfolgte in den gleichen Gärten wie im Jahre 2010. (Die Lage der Gärten ist der beigefügten Karte zu entnehmen).

Methodik

Die landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt NRW (LUFA) führte das nachfolgend beschriebene Untersuchungsprogramm im Auftrag des LANUV durch. In 10 ausgewählten Gärten wurden Kopfsalat, Endivie und Grünkohl in angelegten Beeten durch die LUFA ausgepflanzt, während der Expositionszeit betreut und im erntereifen Zustand beprobt. Die Pflanzen standen 2011 während folgender Zeiten in den Beeten:

	Pflanzung	Ernte
Kopfsalat	12./13. August	20. September
Endivie	21. September	22. November
Grünkohl	13. August	22. November

Die weitere Methodikbeschreibung entspricht der Vorgehensweise, wie sie im Gutachten vom 26. Mai 2011 aufgezeigt ist. Die ermittelten Werte in den untersuchten Nahrungspflanzen sind in diesem Jahr umgerechnet auf Frischmasse dargestellt, da die Europäische Union die festgesetzten Höchstgehalte in Nahrungspflanzen grundsätzlich auf Frischmasse bezieht.

Ergebnisse

Zink

Die ermittelten Zinkgehalte in Kopfsalat, Endivie und Grünkohl sind in Tabelle 1 sowie Abbildung 1 aufgeführt. Die Gehalte in Kopfsalat bewegen sich auf dem Niveau des Vorjahres mit Ausnahme des Messpunktes 9. Hier ist ein Anstieg von 6,6 mg/kg FM auf 11,5 mg/kg FM festzustellen.

Bei Endivie ergibt sich insgesamt ein Anstieg des Zinkgehaltes gegenüber dem Vorjahr, der insbesondere am Messpunkt 9 deutlich ausgeprägt ist (von 6,6 mg auf 22,1 mg/kg FM). Die hohen Werte sind z.T. dem späten Pflanztermin zuzuordnen, da die Biomasseentwicklung insbesondere bei der Endivie deutlich geringer war als sonst üblich.

Die Zinkgehalte im Grünkohl hingegen spiegeln, im Rahmen üblicher Schwankungen, vorwiegend das Niveau des Vorjahres wieder. Zum Teil ist ein leichter Rückgang der Gehalte zu erkennen (Messpunkte 6 und 7) sowie ein leichter Anstieg am Messpunkt 8.

Kupfer

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 sowie Abbildung 2 aufgeführt.

Die Kupfergehalte für Kopfsalat befinden sich bis auf den Wert am Messpunkt 9 auf vergleichbarem Niveau zum Vorjahr. An diesem Messpunkt steigt der Kupfergehalt um rund den Faktor 2,5 an.

Bei Endivie zeigt sich im Vergleich dazu ein leicht anderes Bild. Hier ist an den Messpunkten 5 und 8 ein deutlicher höherer Wert in Relation zu 2010 aufgetreten. Auch am Messpunkt 9 steigt der Kupfergehalt gegenüber dem Vorjahr noch einmal leicht an.

Betrachtet man den Grünkohl, so steigen auch in diesem Falle die Gehalte an den Messpunkten 5 und 8 an, während am Messpunkt 9 ein leichter Rückgang gegenüber 2010 ermittelt wird.

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass sowohl im Hafenbereich (Messpunkt 5) als auch im nahen Einwirkungsbereich von Aurubis (Messpunkte 8 und 9) in den Nahrungspflanzen ein leichter Anstieg von Zink und Kupfer festzustellen ist.

Cadmium

Die Cadmiumgehalte bestätigen für alle drei Gemüse an den einzelnen Untersuchungspunkten das insgesamt unauffällige Niveau des Vorjahres (Tabelle 3 und Abbildung 3).

Blei

Die Auswertungen der Bleikonzentrationen ergibt insbesondere für Kopfsalat gegenüber dem Messjahr 2010 deutliche Rückgänge an den meisten Erhebungspunkten, wie der Tabelle 4 sowie der entsprechenden Abbildung 4 zu entnehmen ist. Lediglich am Messpunkt 9 ist ein relevanter Anstieg gegenüber dem vorangegangenen Jahr nachweisbar. Der Gehalt ist dort von 0,49 mg auf 0,79 mg/kg FM angestiegen.

An den Referenzmesspunkten 1, 4, 7 und 10 sind die Gehalte in Relation zum Vorjahr wieder zurückgegangen bzw. auf dem gleichen Niveau geblieben. Dennoch bleibt anzumerken, dass der Bleigehalt im Kopfsalat am Referenzmesspunkt 10 im Jahre 2011, wie schon im Vorjahr, trotz des Rückganges die zweithöchste Belastung aufzeigt.

Bei Endivie ergibt sich am Messpunkten 5 ein deutlicher Anstieg gegenüber 2010. An den Messpunkten 6, 8, 9 und 10 ist noch ein leichter Anstieg im aktuellen Jahr im Vergleich zum Vorjahr zu erkennen. Für Grünkohl zeigt die Auswertung einen Schwerpunkt der Belastungen an Messpunkten 5 und 8. Das Ergebnis belegt, dass neben Aurubis als weitere Quelle wiederum der Hafen bzw. ein Betrieb in der Nähe für die Bleibelastung am Messpunkt 5 im Grünkohl in Betracht gezogen werden kann.

Nickel

Die Nickelgehalte in den exponierten Nahrungspflanzen sind in Tabelle 5 und Abbildung 5 aufgezeigt. Während die Nickelgehalte im Kopfsalat, auf niedrigem Niveau liegend, insgesamt zurückgehen, ist bei Endivie bei der Hälfte der Messpunkte ein Anstieg der Werte gegenüber dem Vorjahr zu registrieren. Die Zunahme konzentriert sich auf den Hafengebiete sowie den Nahbereich der Firma Aurubis als auch den Referenzmesspunkt 10. An dem Messpunkt 10 verdoppelt sich der Gehalt vom Jahr 2010 auf das Jahr 2011 hin.

Auch beim Grünkohl kristallisieren sich, jedoch auf deutlich niedrigerem Niveau als bei Endivie, die Schwerpunkte auf die Messpunkte 5 im Hafengebiete, sowie 8 und 9 in der Nähe der Firma Aurubis heraus. Die erheblichen Unterschiede im Gehalt zwischen der Endivie und dem Grünkohl am Messpunkt 10 weisen darauf hin, dass insbesondere der Bodenpfad für die hohen Werte bei der Endivie mitverantwortlich ist.

Chrom

Die Chromgehalte der untersuchten Nahrungspflanzen sind der Tabelle 6 sowie der Abbildung 6 zu entnehmen. Während im Kopfsalat im Wesentlichen eine Abnahme gegenüber dem Vorjahr aufgezeigt werden kann, ist der Chromgehalt in den Endivien an mehreren Messpunkten gegenüber 2010 angestiegen.

Bei Grünkohl befinden sich die Werte insgesamt im Bereich des Vorjahresniveaus. Auch bei Chrom lässt sich aufzeigen, dass die Gehalte am Referenzmesspunkt 10 in der Endivie erheblich höher sind als die Gehalte im Grünkohl.

Arsen

Die Gehalte von Arsen in den ausgebrachten Nahrungspflanzen sind in Tabelle 7 sowie Abbildung 7 dargestellt. Im Kopfsalat sind die vergleichsweise erhöhten Werte aus dem Vorjahr insgesamt wieder zurückgegangen. Lediglich am Messpunkt 9 ist gegenüber dem letzten Jahr ein wesentlicher Anstieg nachweisbar.

In der Endivie ist ein relevanter Anstieg an den Messpunkten 5, 7, 8, 9 und insbesondere am Messpunkt 10 aufgetreten.

Bei Grünkohl sind höhere Werte an den Messpunkten 5 und 8 bestimmt worden.

Wegen des hohen Arsengehaltes im Kopfsalat 2010 wurde im Referenzgarten 10 im letzten Jahr Brunnenwasser beprobt und auf Schwermetalle, insbesondere Arsen überprüft. In dem

Wasser ergaben sich jedoch keine Auffälligkeiten im Hinblick auf einen Vergleich mit den Gehalten in Trinkwasser. In diesem Jahr wurde auf dem benachbarten Acker zusätzlich eine Bodenprobe gezogen (0 – 30 cm Tiefe). Die Schwermetallgehalte befanden sich alle auf niedrigem Niveau. Für Arsen wurde ein Gesamtgehalt von 10,8 mg/kg Boden ermittelt. Der Wert ist als typisch für Ackerböden in Ballungsrandlagen einzuordnen. Im benachbarten Gartenbeet liegt die Konzentration von Arsen bei 16 mg/kg Boden. Trotz Überprüfung des Gießwassers sowie der benachbarten Ackerfläche ergeben sich aus den Untersuchungsergebnissen bisher keine Hinweise auf die mögliche Ursache.

Die Arsengehalte im Grünkohl liegen im aktuellen Jahr insgesamt auf dem Niveau des Vorjahres. Lediglich am Messpunkt 5 im Hafенbereich sowie am Messpunkt 8 in der Nähe der Firma Aurubis ist ein leichter Anstieg der Werte gegenüber dem letzten Jahr zu verzeichnen.

Grünkohl exponiert nach Standardverfahren

Der Vergleich von exponiertem Grünkohl nach Standardverfahren gegenüber Grünkohl aus dem Beet zeigt, wie auch in den Vorjahren, das unterschiedliche Aufnahmeverhalten. Wächst der Grünkohl in der Beeterde, so reichern sich in den Pflanzen sowohl Schadstoffe über den Luftpfad als auch über den Bodenpfad einschließlich der Verschmutzung von aufspritzenden Bodenpartikeln an. Die in den Containern exponierten Grünkohlpflanzen hingegen reichern nur Schadstoffe über den Luftpfad an. Betrachtet man die Bleigehalte an den vier ausgewählten Messpunkten (siehe Abbildung 8), so ist lediglich am Messpunkt 5 ein relevanter Anstieg gegenüber dem vorangegangenen Jahr festzustellen. Am Referenzmesspunkt 4 ist ebenfalls noch eine geringe Zunahme der Bleikonzentration auszumachen, während im Nahbereich der Firma Aurubis (Messpunkte 8 und 9) das Niveau nahezu unverändert bleibt. In den Beeten hingegen zeigt sich am Referenzmesspunkt 4 eine leichte Abnahme gegenüber dem Vorjahr und am Messpunkt 5 ein deutlicher Anstieg sowie eine geringe Zunahme am Messpunkt 8, wobei die Gehalte in den Beetpflanzen erheblich höher liegen als im standardisiert exponierten Grünkohl.

Die Ergebnisse bestätigen, dass der Pfad Boden/Pflanze zumindest mit Bezug auf Grünkohl an den höher belasteten Messpunkten eine nicht unerhebliche Relevanz hat.

Bewertung der Ergebnisse

Zink

Zink ist für den Menschen essentiell, die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE 2010) empfiehlt, dass männliche Erwachsene 10 mg und weibliche Erwachsene 7 mg Zink pro Tag aufnehmen; dies entspricht ca. 143 bzw. 100 µg/kg KG x d. Zink ist aber nicht nur essentiell, sondern blockiert auch die Resorption von schädlichen Schwermetallen wie Cadmium im Magen-Darm-Trakt.

Bei der rechnerischen Annahme eines täglichen Verzehrs von 250 g Endivie aus dem Garten 9 würde rechnerisch eine maximale Zinkaufnahme von ca. 79 µg/kg KG x d resultieren. Eine toxische Wirkung von Zink ist erst bei erheblich höheren Aufnahmen zu erwarten.

Kupfer

Kupfer ist ein für den menschlichen Organismus essentielles Element. Von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung wird empfohlen, dass Erwachsene bis zu 1,5 mg Kupfer pro Tag aufnehmen sollten; dies entspricht ca. 21 µg/kg KG x d. Von Schneider und Kalberlah (1999) wurde für Kupfer ein vorläufiger TRD-Wert nach oraler Exposition in Höhe von 25 µg/kg KG x d abgeleitet. Die gastrointestinale Resorption beträgt ca. 50 %, so dass eine zugeführte tolerable Dosis von 50 µg/kg KG x d festgelegt wurde. Bei einer rechnerischen Annahme eines täglichen Verzehrs von 250 g Grünkohl aus dem Garten 5 würde daraus eine Kupferaufnahme von ca. 25 µg/kg KG x d resultieren. Der abgeleitete TRD-Wert wäre somit bis zu maximal 50 % ausgeschöpft.

Cadmium

Die Beurteilung von Cadmium erfolgt auf der Basis der EU-Verordnung Nr. 420/2011 der Kommission vom 29. April 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln vom 19. Dezember 2006, ergänzt durch die EG-Verordnung Nr. 629/2008 (zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln) vom 2. Juli 2008. Diese Verordnungen gelten zwar in erster Linie für die Schadstoffhöchstgehalte in Lebensmitteln, die in den Verkehr (Handel) gebracht werden. Diese Beurteilungsgrundlage wird auch zur umweltmedizinischen Bewertung der hier vorliegenden Belastungen herangezogen.

Der in der EU-Verordnung festgelegte Cd-Gehalt für Blattgemüse und Blattkohl beträgt 0,20 mg/kg Frischmasse (FM). Der EU-Höchstgehalt wird bei den hier untersuchten Kopfsalat-, Endivien- und Grünkohlproben durchgängig unterschritten.

Blei

Die Beurteilung von Blei erfolgt ebenfalls auf der Basis der EU-Verordnung Nr. 420/2011 der Kommission vom 29. April 2011, in der auch für Blei Höchstgehalte in Lebensmitteln festgelegt wurden. Der in der EU-Verordnung festgelegte Pb-Gehalt für Blattgemüse sowie für Kohlgemüse beträgt 0,30 mg/kg FM. Dieser Höchstgehalt wird in allen drei Gemüsearten überschritten (Abbildung 4). Die höchste Pb-Belastung im Grünkohl am Messpunkt 5 überschreitet den EU-Wert um den Faktor 3,2. Für Kopfsalat und Endivie liegen die maximalen Überschreitungen bei 2,6 respektive 2,9. Solchermaßen belastetes Gemüse darf nach nationalem und EU-Lebensmittelrecht nicht in den Handel gebracht werden.

Nickel

Da bisher für Nickel weder auf nationaler noch auf EU-Ebene Höchstmengen in Lebensmitteln festgelegt worden sind, erfolgt eine Risikoabschätzung über die duldbare Dosis von Nickel unter Berücksichtigung des Verzehrs von Gemüse.

Im vorliegenden Fall wurde die höchste Nickel-Belastung mit 2,06 mg/kg FM in Endivie aus Garten 10 mit 0,32 mg/kg FM im Kopfsalat aus Garten 9 und 0,61 mg/kg FM im Grünkohl aus Garten 5 ermittelt.

Zur umweltmedizinischen Bewertung von Nickel kann der von Schneider und Kalberlah in 1999 abgeleitete und in 2005 von Gerdes et al. bestätigte TRD-Wert (Tolerierbare Resorbierbare Dosis) in Höhe von 0,08 µg/kg KG x d (Wirkendpunkt: Fetotoxizität) herangezogen werden. Da die gastrointestinale Resorption von Nickel aus der Nahrung max. 1 – 2 % beträgt, ergibt sich eine tolerable zugeführte Dosis in Höhe von 4 – 8 µg/kg KG x d. Nach EFSA (2005) traten bei gegen Nickel sensibilisierten Personen durch die orale Aufnahme von ca. 8 µg/kg KG x d Verschlimmerungen von Handekzemen auf, so dass für die weiteren Berechnungen eine tolerable höchste zugeführte Dosis in Höhe von 4 µg/kg KG x d zu Grunde gelegt wird.

Bei einem durchschnittlichen Körpergewicht von 70 kg, einem angenommenen täglichen Verzehr von 250 g Kopfsalat wäre der TRD-Wert bei einer Resorption von 2 % zu max. 29 % und für Grünkohl zu max. 55 % ausgeschöpft. Für Endivie aus dem Garten 10 ergibt sich eine rechnerisch maximale Zusatzbelastung von ca. 7,4 µg/kg KG x d. Die o.g. tolerable zugeführte Dosis wäre rein rechnerisch bei einer Resorption von 2 % überschritten und damit nicht verzehrsfähig. Gleiches gilt für den Verzehr von Endivie aus den Gärten 6 und 9. Unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung über den allgemeinen Warenkorb (2,5 µg/kg KG x d) (EFSA 2005) sollte auch auf den Verzehr von Endivie aus den Gärten 3, 5 und 7 verzichtet werden.

Chrom

Die höchsten Chromgehalte finden sich mit 1,36 mg/kg FM in Endivie aus Garten 10, mit 0,31 mg/kg FM im Grünkohl aus den Gärten 5 und 6 und 0,23 mg/kg FM im Kopfsalat aus Garten 9. Bei der allgemeinen umweltmedizinischen Bewertung von Chrom wird zwischen drei- und sechswertigen Chromverbindungen unterschieden, wobei das größere toxische Potential von Cr(VI) ausgeht. In Lebensmitteln liegt sechswertiges Chrom zu vergleichsweise geringen Anteilen vor. Dreiwertiges Chrom spielt im Organismus eine wichtige Rolle im Zucker-, Eiweiß- und Feststoffwechsel. Die Essentialität von Chrom(III) für den menschlichen Organismus ist nach wie vor noch nicht eindeutig geklärt (EFSA 2010).

Von Kalberlah (1999) wurde für Chrom(VI) ein vorläufiger TRD-Wert nach oraler Aufnahme in Höhe von 5 µg/kg KG x d (zugeführt) abgeleitet. Bei einem durchschnittlichen Körpergewicht von 70 kg, einem angenommenen täglichen Verzehr von 250 g Grünkohl aus den Gärten 5 und 6 ergibt sich eine rechnerisch maximale Zusatzbelastung von 1,1 µg/kg KG x d bzw. bei Kopfsalat aus Garten 9 eine Belastung von 0,8 µg/kg KG x d. Die o.g. tolerabel zugeführte Dosis wäre rein rechnerisch bei den hier untersuchten Gemüseproben erheblich unterschritten. Bei einer rechnerischen Annahme eines täglichen Verzehrs von 250 g Endivie aus dem Garten 10 würde eine maximale Zusatzbelastung von 4,9 µg/kg KG x d resultieren. Der o.g. TRD-Wert wäre unter Annahme, dass der Gesamtgehalt an Chrom aus Chrom(VI) besteht, zu 98 % ausgeschöpft. In der Realität liegt der Chrom (VI) Anteil nur bei

einem Bruchteil des gemessenen Gesamtchroms. Luftmessungen des LANUV in Krefeld, in der Nähe des Edelstahlwerkes, ergaben einen Chrom(VI) Anteil im Bereich von 3 - 4%. Für Pflanzen existiert kein solches Verfahren zur Bestimmung von Chrom(VI). Der LAI hat bei nicht genaueren Kenntnissen des Chrom(VI)-Anteils an Gesamtchrom empfohlen, einen Anteil von 10% anzusetzen. Es liegen daher keine gesundheitlichen Bedenken vor, das Gemüse im Hinblick auf die Chrombelastung zu verzehren.

Arsen

Maximale Arsengehalte finden sich mit 0,09 mg/kg FM im Kopfsalat aus Garten 10 bzw. mit 0,15 mg/kg FM in Endivie, ebenfalls aus Garten 10 und mit 0,06 mg/kg FM in Grünkohl aus Garten 8. Hassauer und Kalberlah (2008) leiteten für Arsen einen TRD-Wert in Höhe von 0,45 µg/kg KG x d ab (Wirkendpunkt: dermale Effekte). Kanzerogene Wirkungen wurden hierbei nicht berücksichtigt. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit hat Ende 2009 eine BMDL 1 (untere Grenze des Vertrauensbereiches der Benchmarkdosis für einen 1%igen Anstieg) für die Wirkendpunkte dermale Läsionen, Lungenkrebs und Blasenkrebs in Höhe von 0,3 bis 8 µg/kg KG x d abgeleitet. Nach Ansicht der EFSA kann aufgrund der Unsicherheiten bei den Dosis-Wirkungsbeziehungen keine tolerable Dosis in Form von TDI oder PTWI-Werten festgelegt werden (Stellungnahme Nr. 042/2011 des BfR vom 12. Januar 2011).

Bei einer rechnerischen Annahme eines täglichen Verzehrs von 250 g Kopfsalat aus Garten 10 würde eine Arsenaufnahme von 0,32 µg/kg KG x d resultieren. Der o.g. TRD-Wert wäre damit zu 71 % ausgeschöpft. Die untere BMDL 1 in Höhe von 0,3 µg/kg KG x d wäre ausgeschöpft. Bei Verzehr von Endivie aus demselben Garten ergäbe sich eine Aufnahme von 0,54 µg/kg KG x d. Damit wäre der TRD-Wert um ca. 20 % überschritten. In allen anderen Fällen ist der Verzehr von Gemüse mit Bezug auf Arsen aus den untersuchten Gärten unbedenklich.

Fazit

Die erneuten Untersuchungen in 10 Gärten in Lünen im Umfeld der Firma Aurubis zeigen im Vergleich der aktuellen Werte gegenüber dem Jahre 2010 folgendes auf:

- Die Cadmiumgehalte in den Nahrungspflanzen bestätigen die Werte aus dem Vorjahr, so dass die im Jahre 2011 erfolgte Aufhebung der Anbau- und Verzehrbeschränkung bestätigt wird.
- Die Bleigehalte im Kopfsalat sind überwiegend wieder zurückgegangen, wo hingegen die Werte in Endivie und Grünkohl an einigen Messpunkten angestiegen sind.
- Die ermittelten Bleigehalte überschreiten die Höchstgehalte der EU-Verordnung Nr. 420/2011 an mehreren Messpunkten sowohl bei Blattgemüse als auch bei Grünkohl.

- Die Nickelgehalte sind an einigen Messpunkten gegenüber dem Vorjahr angestiegen und es kommt in mehreren Fällen zu einer rechnerischen Überschreitung der tolerablen Höchstdosis.
- Die Arsengehalte in den Nahrungspflanzen am Referenzmesspunkt 10 sind wieder auffällig hoch. Für diesen Garten sollte weiterhin vorsorgend darauf verzichtet werden Blattgemüse anzubauen. Bisher haben die Überprüfungen zur Sachverhaltsermittlung noch keine Hinweise zur Ursache aufgezeigt.
- Bei Chrom ist an einigen Messpunkten ein relevanter Anstieg gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen. Gesundheitlich bedenkliche Werte werden im Gemüse jedoch nicht entwickelt.
- Die Kupfer- und Zinkwerte bewegen sich auf einem niedrigen Niveau und sind essentiell für den menschlichen Körper.

Wegen der nach wie vor hohen Blei- und Nickelgehalte im Gemüse aber auch wegen der teilweise hohen Nickelwerte sollte die bestehende Anbau- und Verzehrsempfehlung im vorgegebenen Gebiet weiterhin aufrechterhalten bleiben.

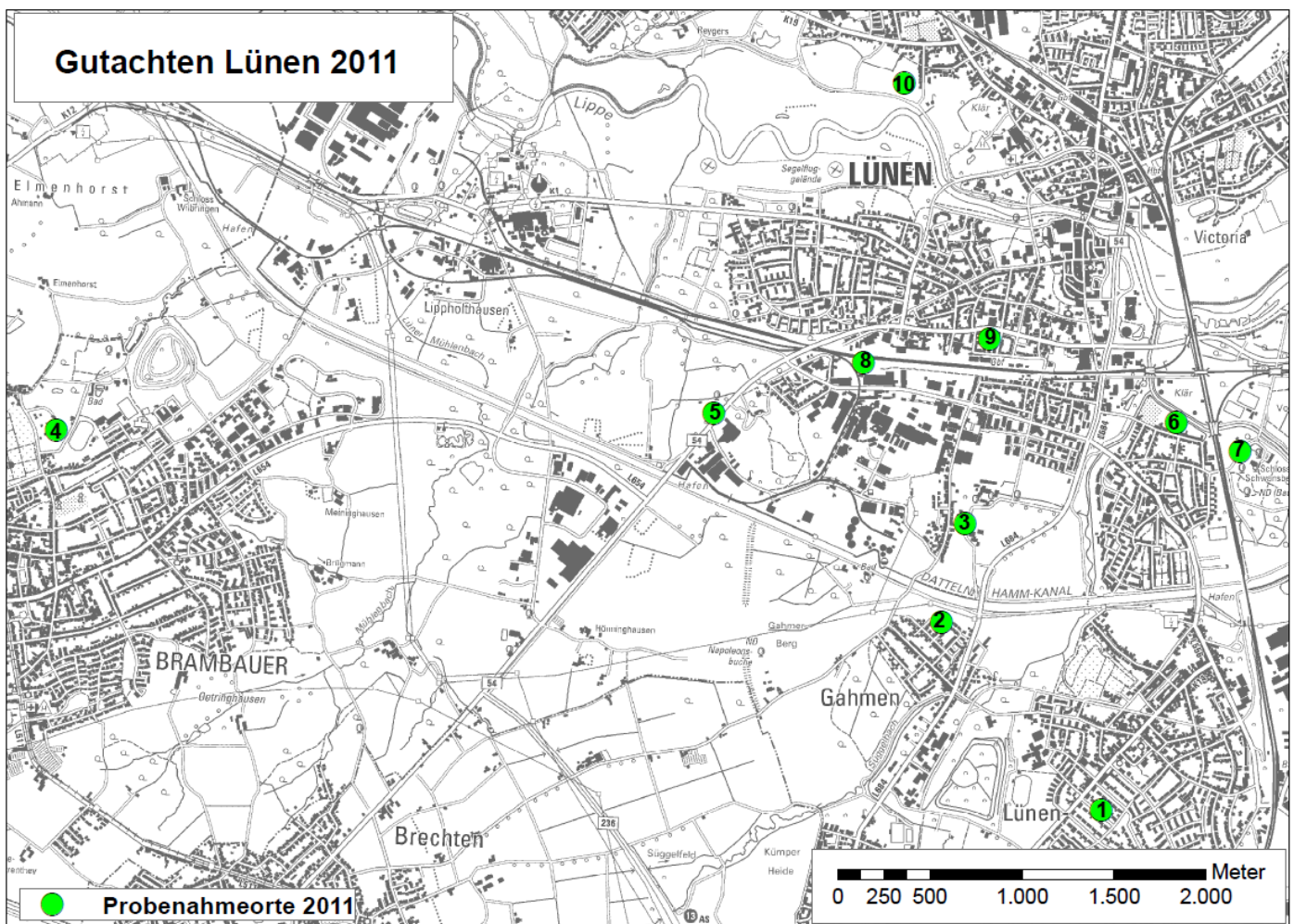


Abbildung 1

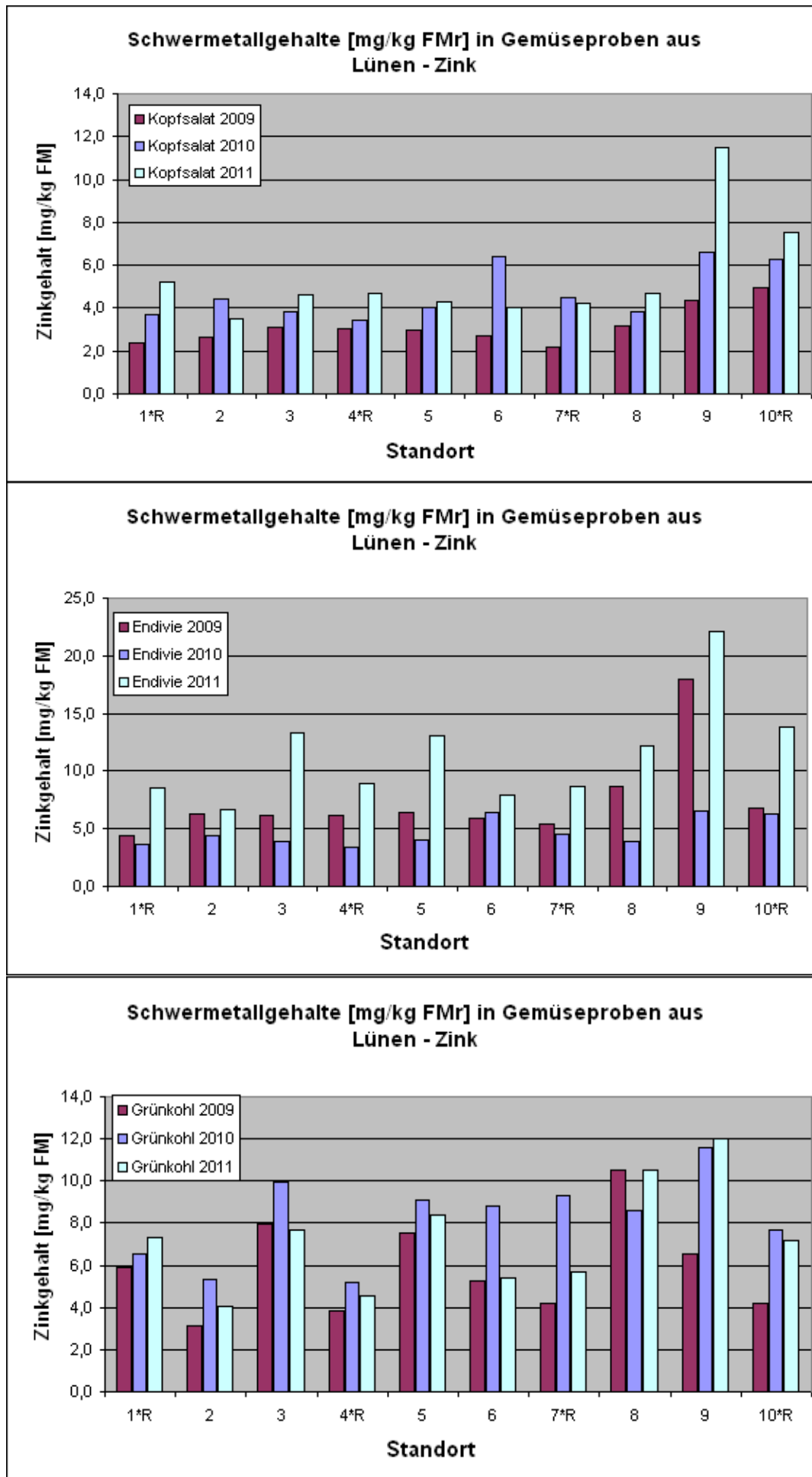


Abbildung 2

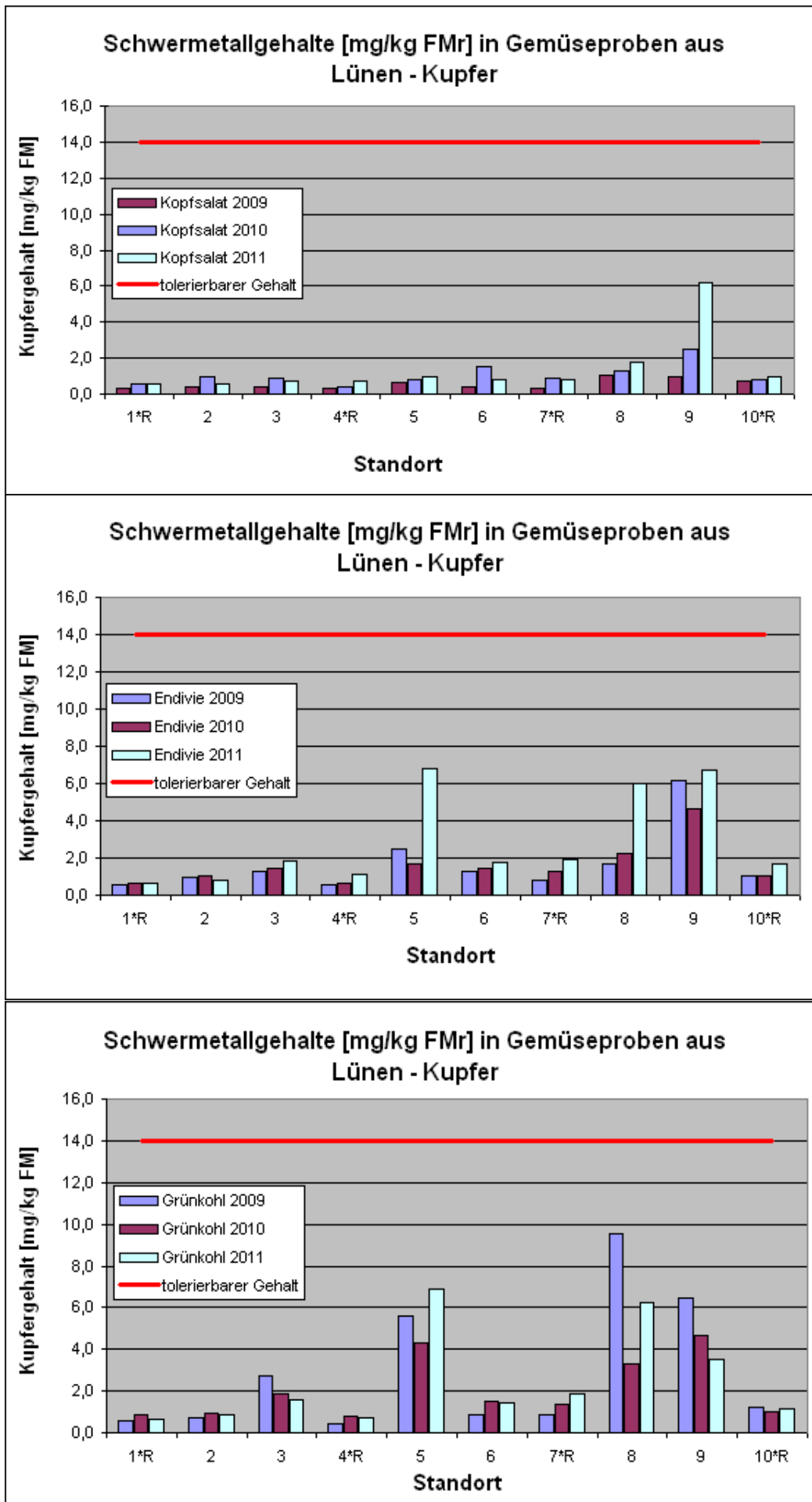


Abbildung 3

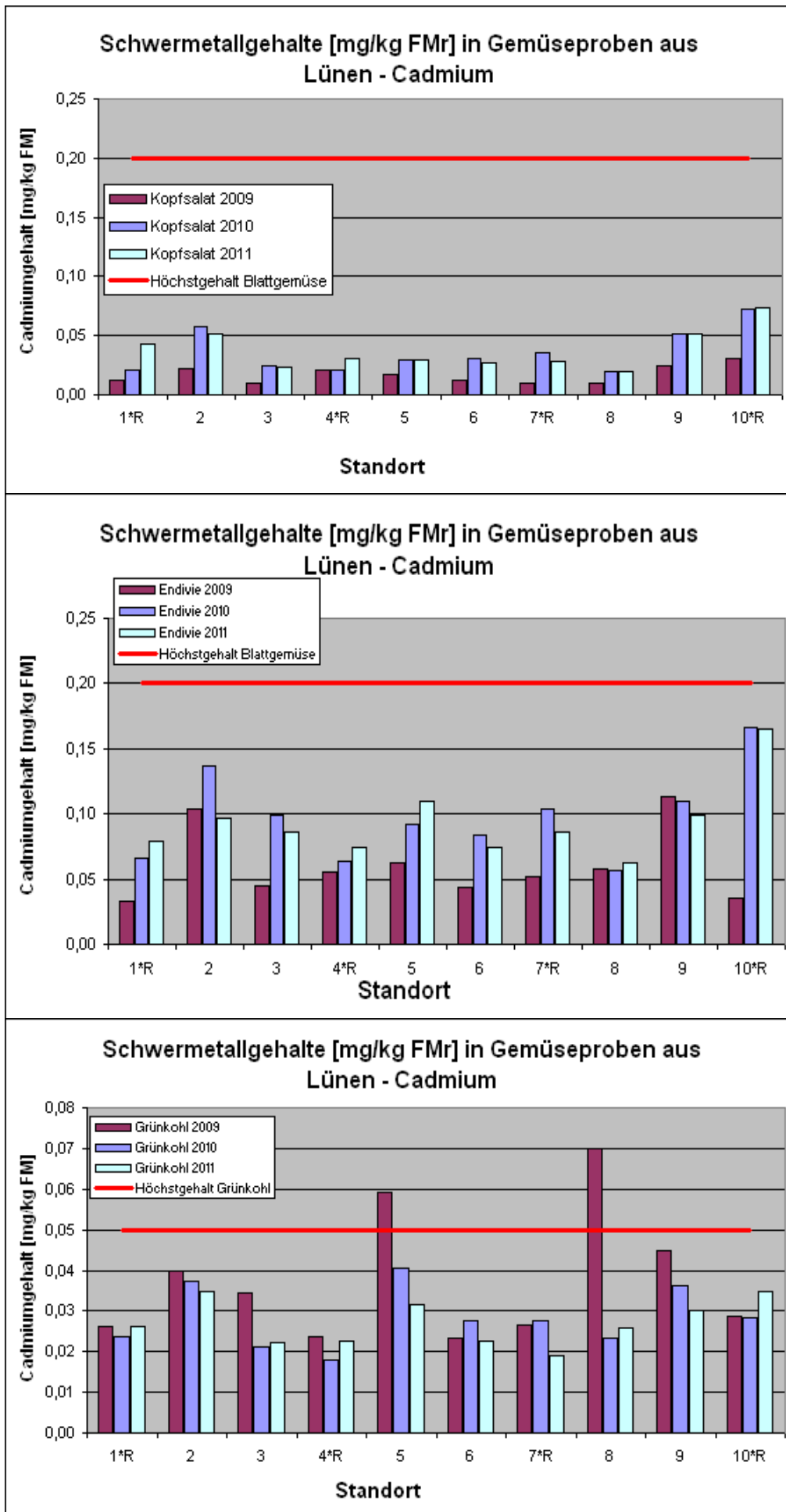


Abbildung 4

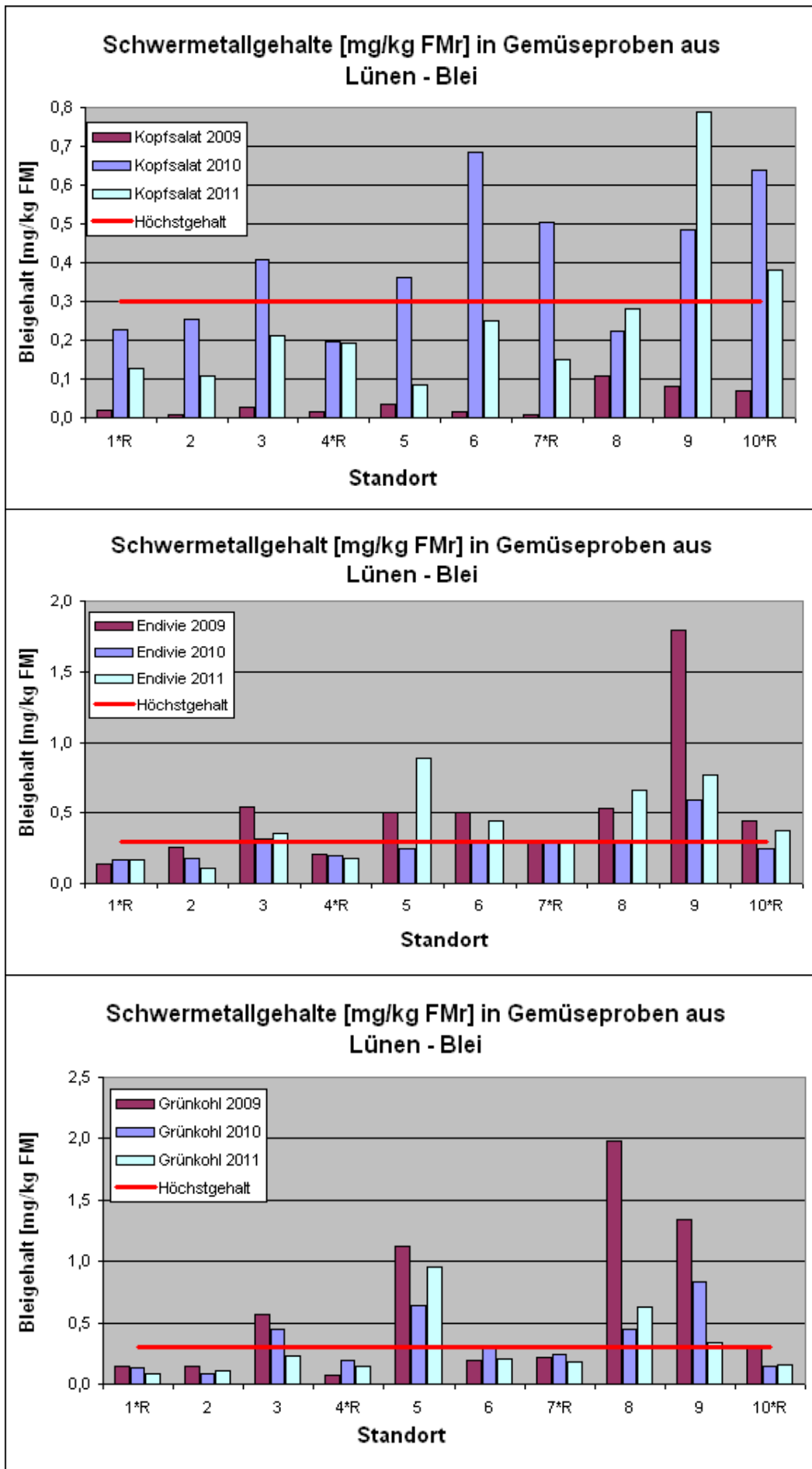


Abbildung 5

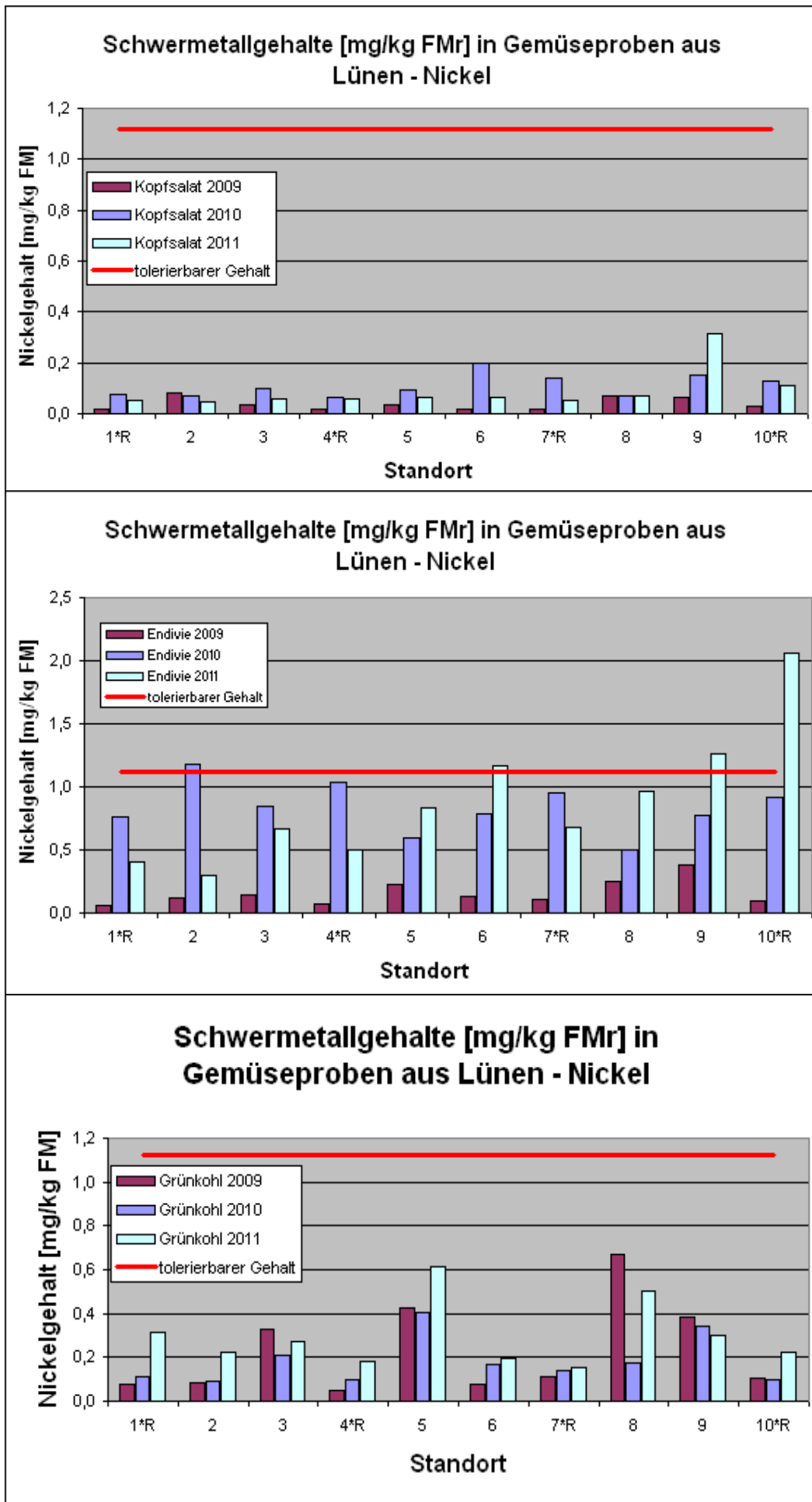


Abbildung 6

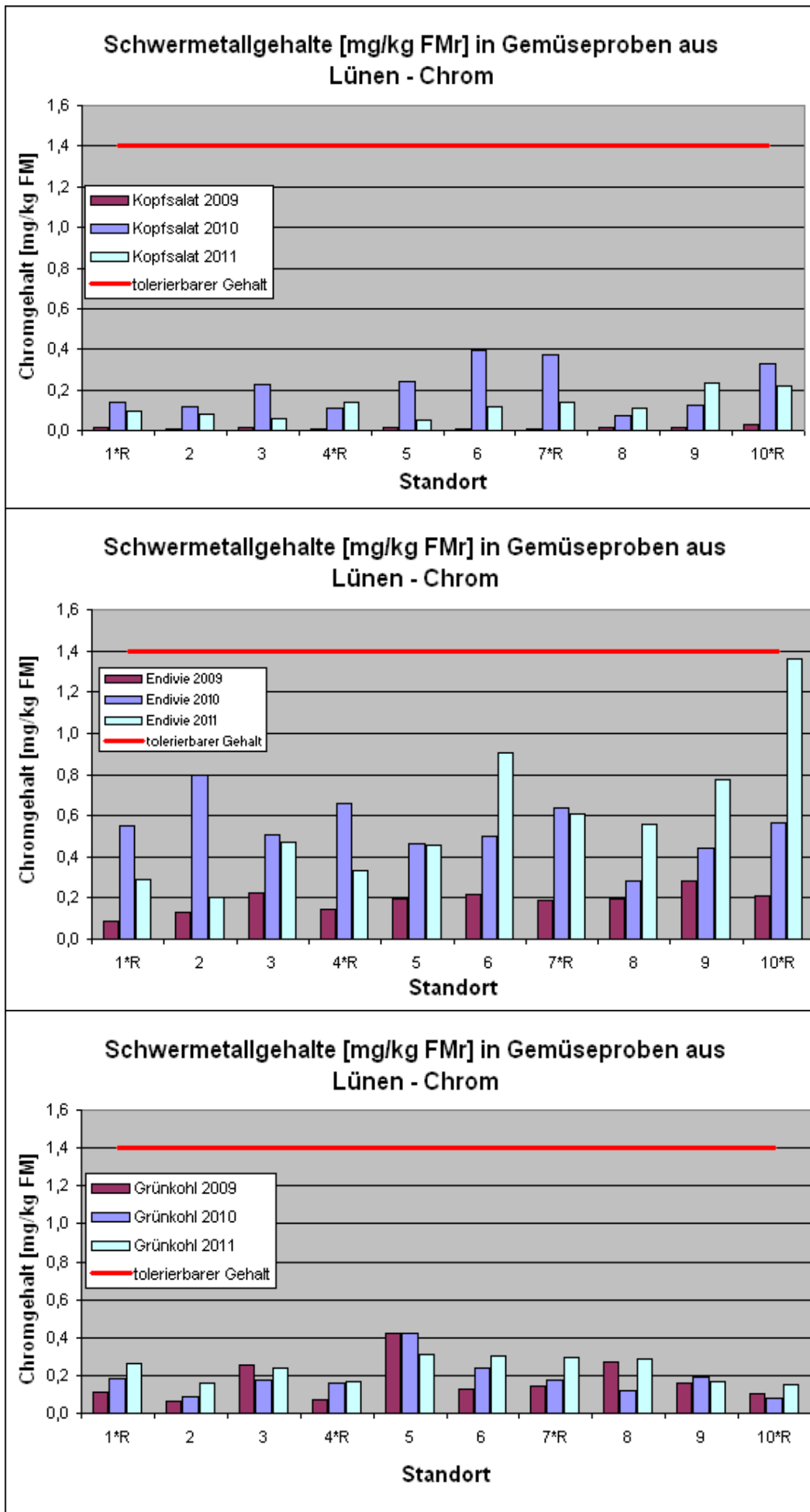


Abbildung 7

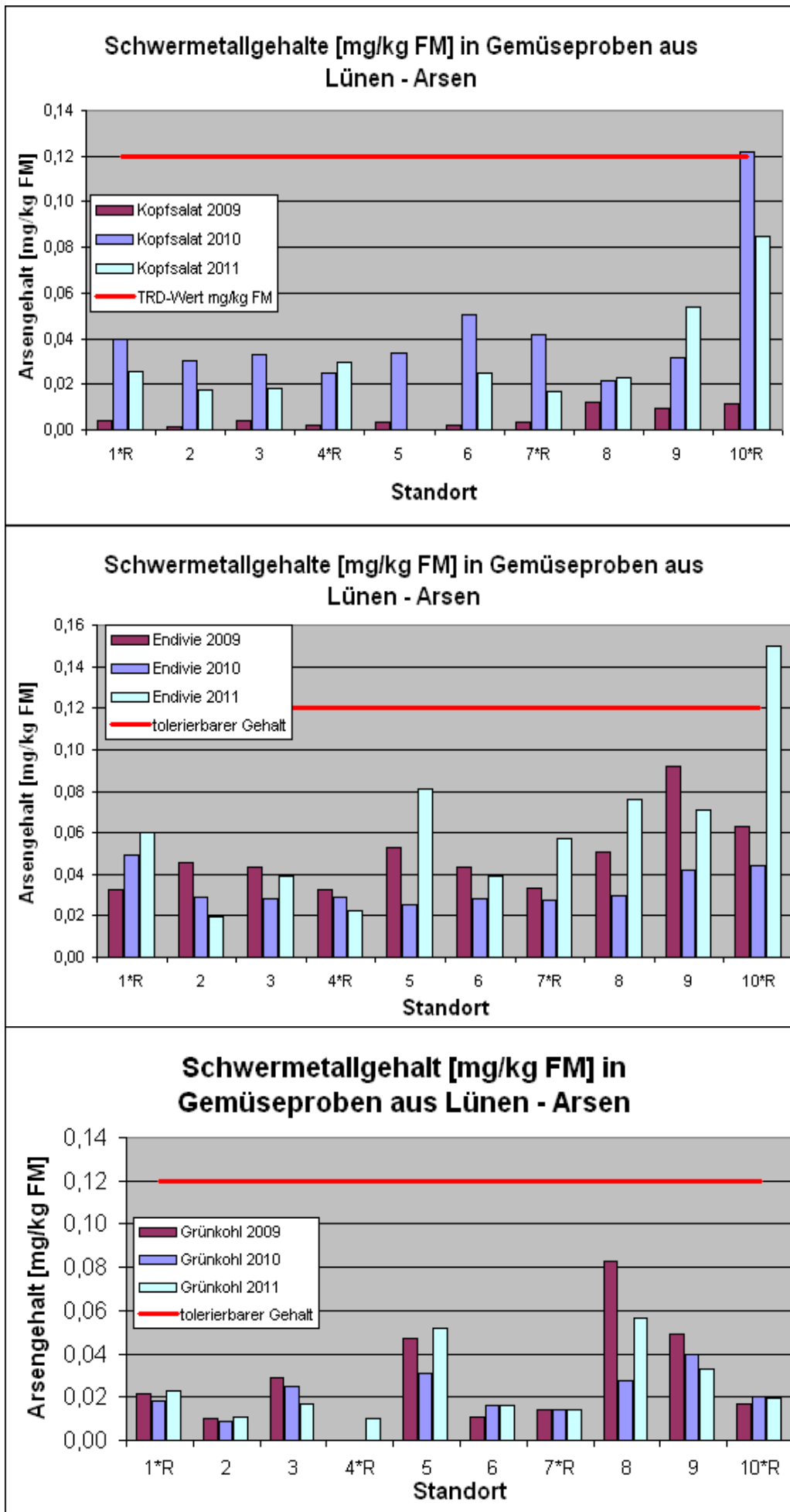
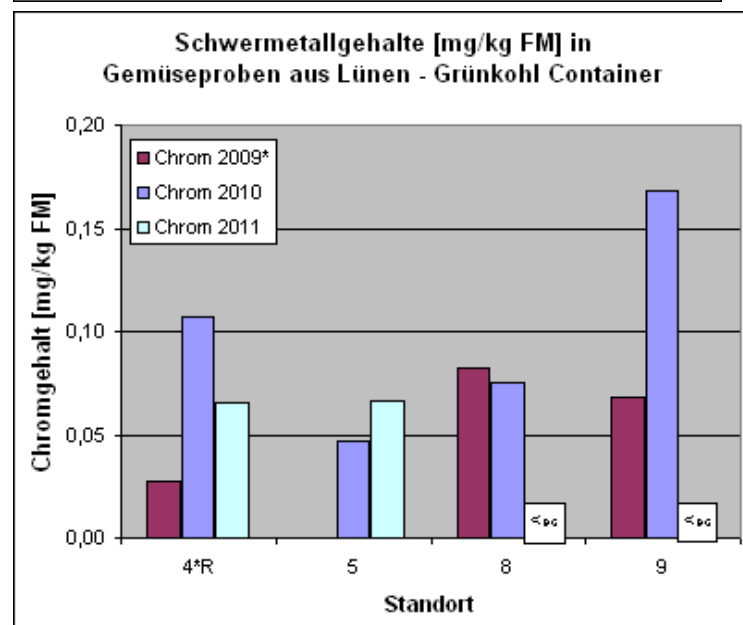
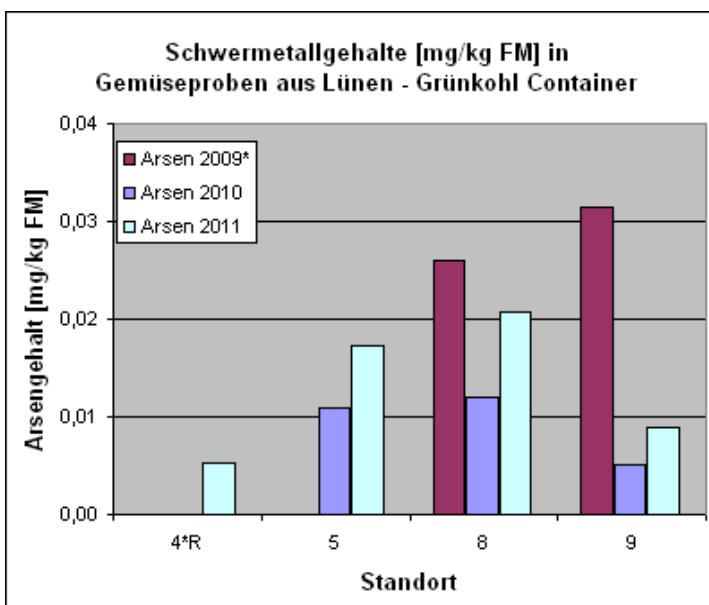
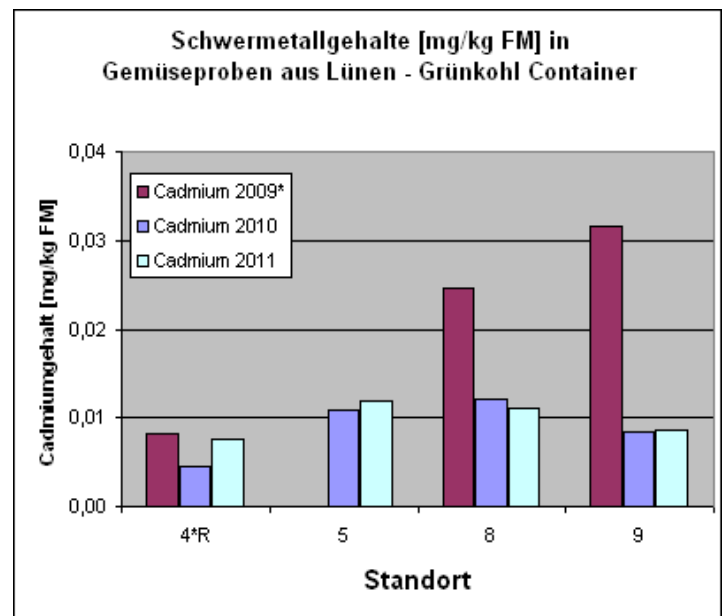
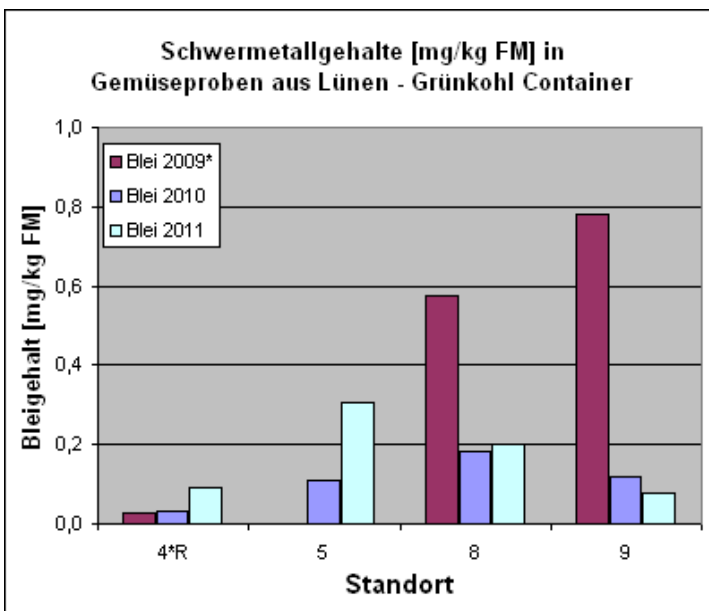
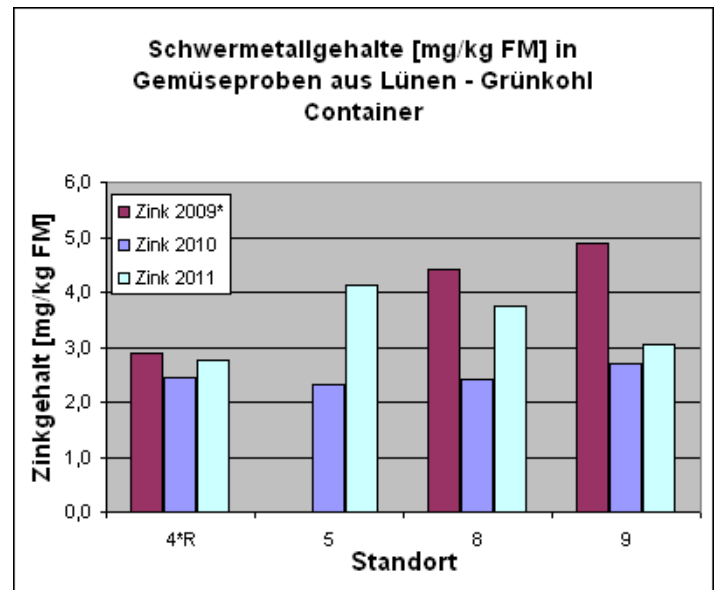
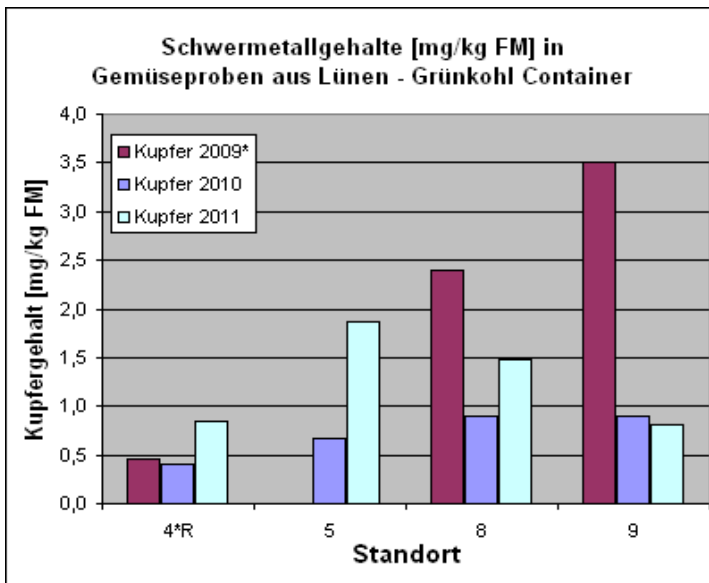


Abbildung 8



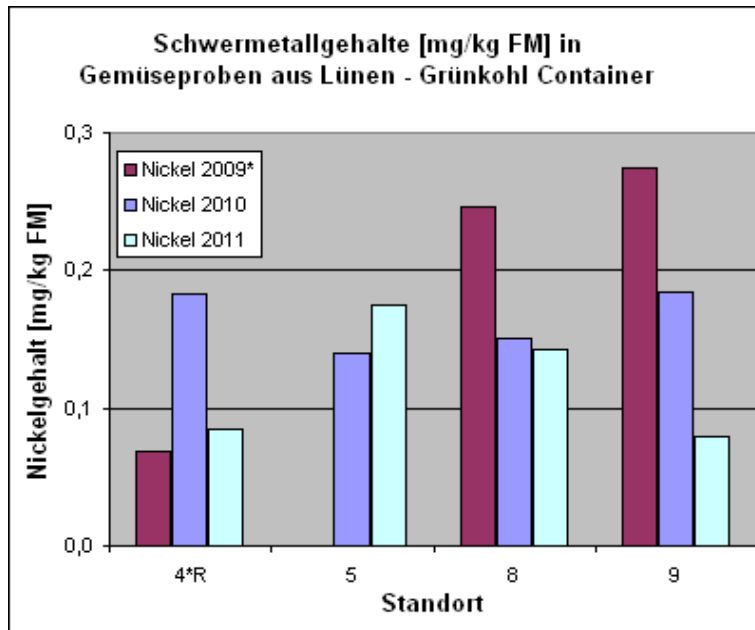


Tabelle 1

Schwermetallgehalte [mg/kg FMr] in Gemüseproben aus Lünen Erhebungsjahre 2009 bis 2011

Zink [mg/kg FMr]									
Messpunkte	Kopfsalat			Endivie			Grünkohl		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1 ^{*R}	2,4	3,7	5,2	4,4	3,7	8,6	5,9	6,6	7,3
2	2,6	4,5	3,5	6,3	4,5	6,6	3,1	5,3	4,1
3	3,1	3,9	4,6	6,1	3,9	13,3	7,9	9,9	7,7
4 ^{*R}	3,1	3,4	4,7	6,2	3,4	8,9	3,8	5,2	4,6
5	3,0	4,0	4,3	6,4	4,0	13,1	7,5	9,1	8,4
6	2,7	6,4	4,0	5,8	6,4	8,0	5,2	8,8	5,4
7 ^{*R}	2,2	4,5	4,2	5,3	4,5	8,6	4,2	9,3	5,7
8	3,2	3,9	4,7	8,7	3,9	12,2	10,5	8,6	10,5
9	4,4	6,6	11,5	18,0	6,6	22,1	6,5	11,6	12,0
10 ^{*R}	4,9	6,3	7,6	6,7	6,3	13,8	4,2	7,7	7,1

^{*R} = Referenzstandort

Tabelle 2

**Schwermetallgehalte [mg/kg FMr] in Gemüseproben aus Lünen
Erhebungsjahr 2009 bis 2011**

Kupfer [mg/kg FMr]									
Messpunkte	Kopfsalat			Endivie			Grünkohl		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1 ^{*R}	0,29	0,53	0,58	0,52	0,66	0,67	0,54	0,88	0,65
2	0,39	0,94	0,55	0,96	1,01	0,82	0,75	0,92	0,85
3	0,40	0,86	0,72	1,28	1,45	1,86	2,72	1,84	1,55
4 ^{*R}	0,32	0,37	0,70	0,60	0,66	1,14	0,44	0,80	0,74
5	0,61	0,78	0,97	2,51	1,70	6,82	5,59	4,29	6,88
6	0,41	1,54	0,84	1,30	1,47	1,77	0,88	1,48	1,43
7 ^{*R}	0,33	0,91	0,78	0,84	1,31	1,94	0,83	1,38	1,86
8	1,04	1,28	1,79	1,68	2,24	6,00	9,53	3,29	6,23
9	0,98	2,50	6,22	6,15	4,64	6,72	6,44	4,63	3,50
10 ^{*R}	0,71	0,78	0,95	1,05	1,07	1,67	1,24	0,99	1,16

^{*R} = Referenzstandort

Tabelle 3

**Schwermetallgehalte [mg/kg FMr] in Gemüseproben aus Lünen
Erhebungsjahre 2009 bis 2011**

Cadmium [mg/kg FMr]									
Messpunkte	Kopfsalat			Endivie			Grünkohl		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1 ^{*R}	0,01	0,02	0,04	0,03	0,07	0,08	0,03	0,02	0,03
2	0,02	0,06	0,05	0,10	0,14	0,10	0,04	0,04	0,03
3	0,01	0,02	0,02	0,04	0,10	0,09	0,03	0,02	0,02
4 ^{*R}	0,02	0,02	0,03	0,06	0,06	0,07	0,02	0,02	0,02
5	0,02	0,03	0,03	0,06	0,09	0,11	0,06	0,04	0,03
6	0,01	0,03	0,03	0,04	0,08	0,07	0,02	0,03	0,02
7 ^{*R}	0,01	0,04	0,03	0,05	0,10	0,09	0,03	0,03	0,02
8	0,01	0,02	0,02	0,06	0,06	0,06	0,07	0,02	0,03
9	0,02	0,05	0,05	0,11	0,11	0,10	0,04	0,04	0,03
10 ^{*R}	0,03	0,07	0,07	0,04	0,17	0,17	0,03	0,03	0,03

*^R = Referenzstandort

Tabelle 4

**Schwermetallgehalte [mg/kg FMr] in Gemüseproben aus Lünen
Erhebungsjahr 2009 bis 2011**

Blei [mg/kg FMr]									
Messpunkte	Kopfsalat			Endivie			Grünkohl		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1 ^{*R}	0,02	0,23	0,13	0,14	0,17	0,17	0,14	0,13	0,09
2	0,01	0,25	0,11	0,26	0,18	0,10	0,15	0,09	0,11
3	0,03	0,41	0,21	0,55	0,31	0,35	0,57	0,44	0,22
4 ^{*R}	0,02	0,20	0,19	0,21	0,20	0,17	0,07	0,20	0,15
5	0,04	0,36	0,09	0,50	0,24	0,88	1,12	0,64	0,96
6	0,02	0,68	0,25	0,50	0,29	0,44	0,19	0,29	0,21
7 ^{*R}	0,01	0,50	0,15	0,30	0,29	0,29	0,22	0,24	0,18
8	0,11	0,22	0,28	0,53	0,29	0,66	1,98	0,45	0,62
9	0,08	0,49	0,79	1,80	0,60	0,77	1,34	0,84	0,33
10 ^{*R}	0,07	0,64	0,38	0,45	0,25	0,38	0,31	0,14	0,15

*^R = Referenzstandort

Tabelle 5

**Schwermetallgehalte [mg/kg FMr] in Gemüseproben aus Lünen
Erhebungsjahre 2009 bis 2011**

Nickel [mg/kg FMr]									
Messpunkte	Kopfsalat			Endivie			Grünkohl		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1* ^R	0,02	0,08	0,06	0,06	0,76	0,41	0,08	0,11	0,32
2	0,08	0,07	0,04	0,12	1,18	0,30	0,08	0,09	0,22
3	0,04	0,10	0,06	0,14	0,84	0,67	0,33	0,21	0,28
4* ^R	0,01	0,07	0,06	0,08	1,04	0,50	0,05	0,10	0,18
5	0,04	0,09	0,06	0,23	0,60	0,84	0,42	0,41	0,61
6	0,02	0,20	0,06	0,13	0,78	1,17	0,08	0,16	0,19
7* ^R	0,01	0,14	0,05	0,11	0,96	0,68	0,11	0,14	0,15
8	0,07	0,07	0,07	0,25	0,50	0,97	0,67	0,18	0,50
9	0,06	0,15	0,32	0,38	0,78	1,26	0,38	0,34	0,30
10* ^R	0,03	0,13	0,11	0,10	0,92	2,06	0,10	0,10	0,23

*^R = Referenzstandort

Tabelle 6

**Schwermetallgehalte [mg/kg FMr] in Gemüseproben aus Lünen
Erhebungsjahre 2009 bis 2011**

Chrom [mg/kg FMr]									
Messpunkte	Kopfsalat			Endivie			Grünkohl		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1 ^{*R}	0,01	0,14	0,09	0,09	0,55	0,29	0,11	0,18	0,26
2	0,01	0,12	0,08	0,13	0,80	0,20	0,07	0,09	0,16
3	0,01	0,23	0,06	0,22	0,51	0,47	0,25	0,18	0,24
4 ^{*R}	0,01	0,11	0,14	0,15	0,66	0,33	0,07	0,16	0,17
5	0,01	0,24	0,05	0,19	0,46	0,46	0,42	0,43	0,31
6	0,01	0,39	0,11	0,22	0,50	0,90	0,13	0,24	0,31
7 ^{*R}	0,01	0,37	0,14	0,19	0,64	0,61	0,14	0,18	0,30
8	0,02	0,08	0,11	0,20	0,28	0,56	0,27	0,12	0,29
9	0,02	0,13	0,23	0,28	0,44	0,77	0,16	0,19	0,17
10 ^{*R}	0,03	0,33	0,22	0,21	0,56	1,36	0,10	0,08	0,15

*^R = Referenzstandort

Tabelle 7

**Schwermetallgehalte [mg/kg FMr] in Gemüseproben aus Lünen
Erhebungsjahr 2009 und 2010**

Arsen [mg/kg FMr]									
Messpunkte	Kopfsalat			Endivie			Grünkohl		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
1 ^{*R}	0,004	0,04	0,03	0,03	0,05	0,06	0,02	0,02	0,02
2	0,001	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
3	0,004	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02
4 ^{*R}	0,002	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	<0,009	<0,009	0,01
5	0,003	0,03	<BG	0,05	0,03	0,08	0,05	0,03	0,05
6	0,002	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02
7 ^{*R}	0,003	0,04	0,02	0,03	0,03	0,06	0,01	0,01	0,01
8	0,012	0,02	0,02	0,05	0,03	0,08	0,08	0,03	0,06
9	0,009	0,03	0,05	0,09	0,04	0,07	0,05	0,04	0,03
10 ^{*R}	0,011	0,12	0,09	0,06	0,04	0,15	0,02	0,02	0,02

*^R = Referenzstandort

Tabelle 8

Schwermetallgehalte [mg/kg FMp] in Gemüseproben aus Lünen Erhebungsjahre 2009 bis 2011

Grünkohl Container [mg/kg FM]												
Messpunkte	Kupfer			Zink			Blei			Cadmium		
	2009*	2010	2011	2009*	2010	2011	2009*	2010	2011	2009*	2010	2011
4*R	0,45	0,40	0,85	2,90	2,45	2,76	0,03	0,03	0,09	0,01	0,00	0,01
5		0,67	1,86		2,33	4,13		0,11	0,31		0,01	0,01
8	2,40	0,89	1,47	4,40	2,42	3,76	0,58	0,18	0,20	0,02	0,01	0,01
9	3,51	0,89	0,81	4,89	2,69	3,06	0,78	0,12	0,08	0,03	0,01	0,01
Messpunkte	Arsen			Chrom			Nickel					
	2009*	2010	2011	2009*	2010	2011	2009*	2010	2011			
4*R	<0,007	<0,003	0,01	0,03	0,11	0,07	0,07	0,18	0,08			
5		0,01	0,02		0,05	0,07		0,14	0,18			
8	0,03	0,01	0,02	0,08	0,08	<BG	0,25	0,15	0,14			
9	0,03	0,01	0,01	0,07	0,17	<BG	0,27	0,18	0,08			

*bei den Prüfergebnissen von 2009 sind die Frischgehalte mit standardisierten Trockengehalten berechnet worden

*R = Referenzstandort