

**Immissionsökologische Untersuchungen im Umfeld der Fa. Loacker,
Wonfurt, Landkreis Haßberge, im Zeitraum Mai bis November 2012**

Inhalt:

1	Zusammenfassung.....	2
2	Aufgabenstellung.....	3
3	Untersuchungskonzept.....	3
3.1	Messpunkte.....	3
3.2	Probenahme.....	5
3.3	Vergleich mit Hintergrundwerten der Dauerbeobachtungsstationen.....	6
3.4	Untersuchungsparameter.....	6
4	Ergebnisse.....	7
4.1	Ergebnisse aus den Untersuchungen zu den organischen Schadstoffen PCDD/F, dl-PCB, Indikator-PCB und PBDE.....	7
4.1.1	Bewertung der Ergebnisse der PCDD/F-, dl-PCB- und PCB-Untersuchungen in standardisierten Graskulturen.....	9
4.1.2	Bewertung der Ergebnisse der PCDD/F-, dl-PCB- und PCB-Untersuchungen in standardisierten Grünkohlkulturen.....	15
4.1.3	Bewertung der Ergebnisse der PBDD/F-Untersuchungen in standardisierten Graskulturen.....	19
4.1.4	Ergebnisse der PBDE-Untersuchungen in standardisierten Graskulturen und Grünkohl.....	21
4.2	Ergebnisse zu den Metalluntersuchungen	22
4.2.1	Bewertung der Metallanreicherung in standardisierten Graskulturen.....	22

Anlage: Messergebnisse

Augsburg, 07.05.2013

Bearbeitung: Dr. J. Köhler
Dr. L. Peichl



17743/2013

1 Zusammenfassung

Von Mai bis November 2012 wurde um den Betrieb der Firma Loacker in Wonfurt, Landkreis Haßberge, ein immissionsökologisches Messnetz mit den Bioindikatoren Gras und Grünkohl nach den VDI-Richtlinien zur Bioindikation sowie Staubniederschlagsmessungen betrieben. Untersucht wurden die organischen Schadstoffe polychlorierte Dibenzo(p)dioxine/-furane (PCDD/F), dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB), die Summe aus sechs Kongeneren der polychlorierten Biphenyle (Indikator-PCB), polybromierte Dibenzo(p)dioxine/-furane (PBDD/F) und polybromierte Diphenylether (PBDE) sowie verschiedene Metalle. Die emittentenbezogene Untersuchung spürt Schadstoffquellen auf und gibt Hinweise zur Untersuchung von Futter- und Lebensmittelpflanzen.

Außer für PCDD/F ist für alle anderen organischen Schadstoffe der Einfluss der Anlage auf Schadstoffanreicherungen in unmittelbarer Standortnähe wahrscheinlich. Die Gehalte der dl-PCB in Graskulturen überschreiten an Messpunkt 1 und 4 den Aktionsgrenzwert der EU für Futtermittel sowie den Auslösewert der EU für Lebensmittel. An beiden Messpunkten werden keine Futter- bzw. Lebensmittel angebaut. Würden diese angebaut, wären sie nach den EU-Vorgaben [und den dort festgelegten Probenvorbereitungen (z.B. Entfernen von anhaftenden Verunreinigungen bei Weißkohl bzw. Waschen bei Kopfsalat)] zu untersuchen. Würden dann auch in diesen Futter- bzw. Lebensmittelproben die Auslösewerte überschritten, so wäre es angezeigt, Maßnahmen zu ergreifen, die die Kontaminationsquelle eindämmen oder beseitigen. An den Messpunkten, an denen landwirtschaftliche Produkte oder Lebensmittel (Kleingartenanlage) angebaut werden, sind die Auslösewerte von dl-PCB nicht überschritten und es werden alle Grenzwerte eingehalten.

Die rechtlich festgelegten Futtermittelgrenzwerte für Metalle (Quecksilber, Cadmium, Arsen und Blei) werden von den Metallanreicherungen in den Graskulturen nur zu einem geringen Teil ausgeschöpft. In einer einzelnen Serie am Messpunkt 1 wird der Höchstgehalt für Kupfer in Alleinfuttermitteln für Schafe überschritten. Würde diese Fläche zum Futtermittelanbau genutzt werden, wären nach der VDI-Richtlinie 3957 zur Bioindikation diese Futtermittel ebenfalls untersuchen zu lassen.

Bei einigen Metallen werden in einzelnen Messserien die vom LfU ermittelten Orientierungswerte maximaler Hintergrundbelastung überschritten. Dies ist ein Hinweis, dass eine immissionsbedingte Anreicherung in den Graskulturen über die Hintergrundbelastung hinaus stattgefunden hat. Die davon betroffenen Messpunkte 1, 2 und 4 befinden sich unmittelbar neben der Anlage, was einen Einfluss des Betriebs wahrscheinlich macht.

Die Ergebnisse zur Auswertung der Staubniederschlagsuntersuchungen finden sich im Bericht „Staubniederschlagsmessungen im Umfeld der Fa. Loacker, Wonfurt, Landkreis Haßberge, im Zeitraum Mai bis Dez. 2012“.

2 Aufgabenstellung

Im Umfeld der Firma Locker in Wonnepetersau wurden erhöhte Staubemissionen festgestellt. Gemessene Schadstoffgehalte im Staubbiederschlag in unmittelbarer Nachbarschaft veranlassten das LfU im Rahmen der Unterstützung des Landratsamtes Haßberge zur Überwachung der Stoffeinträge des Betriebs über ein emittentenbezogenes Messnetz. Zum Nachweis von Immissionswirkungen wurde 2012 ein Biomonitoring mit Gras- und Grünkohlkulturen nach VDI-RL 3957 Bl. 2, 3 und 10¹ geplant. Der Einsatz von pflanzlichen Bioindikatoren dient dazu, „die Beeinflussung und Gefährdung stellvertretend für die Vielzahl der potentiell betroffenen Schutzgüter anzuzeigen“².

3 Untersuchungskonzept

3.1 Messpunkte

An insgesamt 6 Messpunkten (Abb. 1) wird die Anreicherung von Metallen und organisch-chemischen Schadstoffen untersucht. Beginn der Untersuchungen ist der 10. Mai 2012 in der 19. Kalenderwoche (KW). Eine Expositionserie dauert jeweils vier Wochen, Grünkohl wird acht Wochen exponiert:

Gras-Serie 1: 10.05.-07.06., Gras-Serie 2: 07.06.-05.07., Gras-Serie 3: 05.07.-01.08., Gras-Serie 4: 01.08.-29.08., Gras-Serie 5: 29.08.-26.09., Grünkohl-Serie: 26.09.-25.11.2012

¹ VDI-Richtlinie 3957 Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation). Blatt 2: Verfahren der standardisierten Graskultur (2003), Blatt 3: Verfahren der standardisierten Exposition von Grünkohl (2008), Blatt 10: Emittentenbezogenere Einsatz pflanzlicher Bioindikatoren (2004).

² Empfehlungen zum emittentenbezogenen Einsatz von Bioindikatoren, Arbeitskreis „Bioindikation / Wirkungsermittlung“ der Landesanstalten und -ämter für Umweltschutz. UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 11(4) 1999.



Abb. 1: Messpunkte im Umfeld der Fa. Locker

Die Messpunkte (MP) 1, 2 und 3 sind in einem Transekt vom Betriebsgelände aus in Hauptwindrichtung Nordost bis in den landwirtschaftlichen Nutzungsbereich angelegt. MP 4 und MP 5 liegen in sekundärer Hauptwindrichtung westsüdwestlich des Betriebs und MP 6 ist außerhalb den Hauptwindrichtungen als standortbezogener Referenzpunkt in der Kleingartenanlage eingerichtet. Die Dauerbeobachtungsstationen (DBS) in Kulmbach, Weibersbrunn und Möhrendorf wurden als überregionale Referenzstandorte für die Stoffgehalte im bayerischen Hintergrund in das Untersuchungsprogramm einbezogen. Tabelle 1 stellt eine Übersicht über die einzelnen Messpunkte, ihre Bestückung und den Beginn der jeweiligen Expositionen dar.

Tabelle 1: Benennung der einzelnen Messpunkte, Bestückung und Expositionstermine

Messpunkt	Bestückung	Expositionsbeginn (Kalenderwoche)
RECYC-LOA1 neben Halle Loacker Entfernung 30 m NO	6 große Graskulturen 2 kleine Graskulturen 1 Bergerhoff-Becher	KW 19, 23, 27, 31, 35 (Bergerhoff zusätzl. KW 39, 43, 47)
	4 Grünkohlpflanzen	KW 39
RECYC-LOA2 auf Brachfläche Loacker Entfernung 100 m NO	6 große Graskulturen 2 kleine Graskulturen 1 Bergerhoff-Becher <i>2 Glas-Bergerhoff</i>	KW 19, 23, 27, 31, 35 (Bergerhoff zusätzl. KW 39, 43, 47) <i>KW 27, 31, 35, 39</i>
	4 Grünkohlpflanzen	KW 39
RECYC-LOA3 am Feldweg zwischen zwei Rübenäckern Entfernung 280 m NO	6 große Graskulturen 2 kleine Graskulturen 1 Bergerhoff-Becher <i>2 Glas-Bergerhoff</i>	KW 19, 23, 27, 31, 35 (Bergerhoff zusätzl. KW 39, 43, 47) <i>KW 27, 31, 35, 39</i>
	4 Grünkohlpflanzen	KW 39
RECYC-LOA4 Nachbargrundstück Wirth, Fa. IDM Entfernung 30 m SW	6 große Graskulturen 2 kleine Graskulturen 1 Bergerhoff-Becher <i>2 Glas-Bergerhoff</i>	KW 19, 23, 27, 31, 35 (Bergerhoff zusätzl. KW 39, 43, 47) <i>KW 27, 31, 35, 39</i>
	4 Grünkohlpflanzen	KW 39
RECYC-LOA5 ehem. Nutzgarten Auto Englert Entfernung 170 m SW	6 große Graskulturen 2 kleine Graskulturen 1 Bergerhoff-Becher <i>2 Glas-Bergerhoff</i>	KW 19, 23, 27, 31, 35 (Bergerhoff zusätzl. KW 39, 43, 47) <i>KW 27, 31, 35, 39</i>
	4 Grünkohlpflanzen	KW 39
RECYC-LOA6 Kleingartenanlage am Wei- her Entfernung 550 m W	6 große Graskulturen 2 kleine Graskulturen 1 Bergerhoff-Becher	KW 19, 23, 27, 31, 35 (Bergerhoff zusätzl. KW 39, 43, 47)
	4 Grünkohlpflanzen	KW 39

3.2 Probenahme

Die Graskulturen werden pro Messpunkt und Serie in Mischproben oder einzeln verpackt und von 1-6 (Organik), bzw. mit 1 und 2 (Metalle) durchnummeriert. Zur Metallanalyse wird Graskultur 1 aufbereitet, Graskultur 2 dient als Rückstellprobe. Für die Organik wird pro Standort vor Ort eine Mischprobe aus den Graskulturen 1-4 erstellt, die mindestens ein Frischgewicht von 300 g hat. Die Graskulturen 5 und 6 werden ebenfalls vereint und kommen extra verpackt ins Labor. Im Labor werden beide Pakete zu einer Mischprobe vereint. Der Staubinhalt aus dem Bergerhoff-Becher wird vollständig aufbereitet.

Aus den großen Graskulturen und dem Grünkohl werden PCDD/F, PCB, dl-PCB und PBDE analysiert. Es wird versucht, eine Analytik für PBDD/F zu etablieren. Aus den Glas-Bergerhoff-Bechern wird für die Messpunkte 2, 3, 4 und 5 je eine Mischprobe aus den Serien 3-6 (KW 27-43) erstellt und auf die organischen Parameter untersucht.

Die Analytik der kleinen Graskulturen und des Staubniederschlags entspricht der bei den DBS.

3.3 Vergleich mit Hintergrundwerten der Dauerbeobachtungsstationen

Um die Messergebnisse im Umfeld der Fa. Loacker mit der normalen Hintergrundbelastung in Bayern vergleichen zu können, müssen die Pflanzen an den nordbayerischen DBS **Kulmbach**, **Weibersbrunn** und **Möhrendorf** zeitgleich und als Einzelserien aufbereitet werden. Dazu werden an jeder der drei DBS in der ersten, zweiten und dritten Expositionsserie je zwei zusätzliche große Graskulturen ausgebracht, damit pro Serie sechs Grastöpfe für die Analyse der organisch-chemischen Schadstoffe zur Verfügung stehen. Für die Metalluntersuchungen reichen die bestehenden zwei kleinen Graskulturen pro DBS aus. Die anorganische Analytik muss ebenfalls zeitgleich mit den Loacker-Proben durchgeführt werden.

3.4 Untersuchungsparameter

Folgende Parameter wurden untersucht:

In der Graskultur:

Organische Schadstoffe: Polychlorierte Dibenzo(p)dioxine/-furane (PCDD/F), polybromierte Dibenzo(p)dioxine/-furane (PBDD/F), polychlorierte Biphenyle (PCB), dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB), polybromierte Diphenylether (PBDE)

Metalle: Aluminium (Al), Arsen (As), Barium (Ba), Bismut (Bi), Cadmium (Cd), Cer (Ce), Kobalt (Co), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Quecksilber (Hg), Lanthan (La), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Niob (Nb), Nickel (Ni), Blei (Pb), Antimon (Sb), Zinn (Sn), Titan (Ti), Thallium (Tl), Uran (U), Vanadium (V) und Zink (Zn)

Im Grünkohl:

Organische Schadstoffe: Polychlorierte Dibenzo(p)dioxine/-furane (PCDD/F), polybromierte Dibenzo(p)dioxine/-furane (PBDD/F) (Analysenergebnisse liegen noch nicht vor), polychlorierte Biphenyle (PCB), dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB), polybromierte Diphenylether (PBDE)

Für den Vergleich mit Lebensmittelwerten sind die Untersuchungsergebnisse bezogen auf Gras-Frischgewicht dargestellt.

Auslösewert in Gemüse für PCDD/F ⁴	0,3 ng/kg Frischgewicht
Auslösewert in Gemüse für dl-PCB ⁴	0,1 ng/kg Frischgewicht

Aktionsgrenzwert = Auslösewert: Es ist angezeigt, die Kontaminationsquelle zu ermitteln und für ihre Eindämmung oder Beseitigung zu sorgen.

Die Bewertung anhand der Futter- bzw. Lebensmittelwerte ist bei Bioindikatoren nur bedingt möglich; die rechtlich festgelegten Werte gelten nur für Futtermittel oder für Pflanzen, die zur Lebensmittelzubereitung verwendet werden. Bioindikatoren sind unter standardisierten Bedingungen gezogene Pflanzen, die der Anzeige von Schadstoffanreicherungen aus der Luft dienen. Aus Überschreitungen der Grenzwerte in Bioindikator-Pflanzen können keine unmittelbaren Folgemaßnahmen gefordert werden, sie geben jedoch nach VDI-Richtlinie den Hinweis darauf, dass Futtermittel bzw. Lebensmittelpflanzen, die an den betroffenen Standorten gewonnen werden, untersucht werden sollten.

Das Prinzip der Bioindikation bei Anwendung in einer emittentenbezogenen Untersuchung erlaubt es außerdem, immissionsbedingte Stoffanreicherungen sowohl zeitlich als auch räumlich zu erfassen und bei entsprechender Lage der Messpunkte einer Quelle zuzuordnen.

4.1.1 Bewertung der Ergebnisse der PCDD/F-, dl-PCB- und PCB-Untersuchungen in standardisierten Graskulturen

4.1.1.1 Vergleich mit Futtermittelgrenzwerten

Die Gehalte von polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen/-furanen (PCDD/F) in Graskulturen liegen an allen sechs Messpunkten deutlich unter dem Aktionsgrenzwert und unter dem Höchstgehalt für Futtermittel (Abb. 2). Unterschiede in der Höhe der Anreicherung zwischen den Messpunkten, die auf eine emittentenbezogene Anreicherung hindeuten würden, sind nicht festzustellen. Allerdings fallen die Ergebnisse der fünften Serie verglichen mit den vorherigen Serien zum Teil deutlich höher aus. Im Vergleich zu den Ergebnissen der DBS Kulmbach und Möhrendorf liegen die Locker-Werte in der gleichen Größenordnung, aber leicht erhöht.

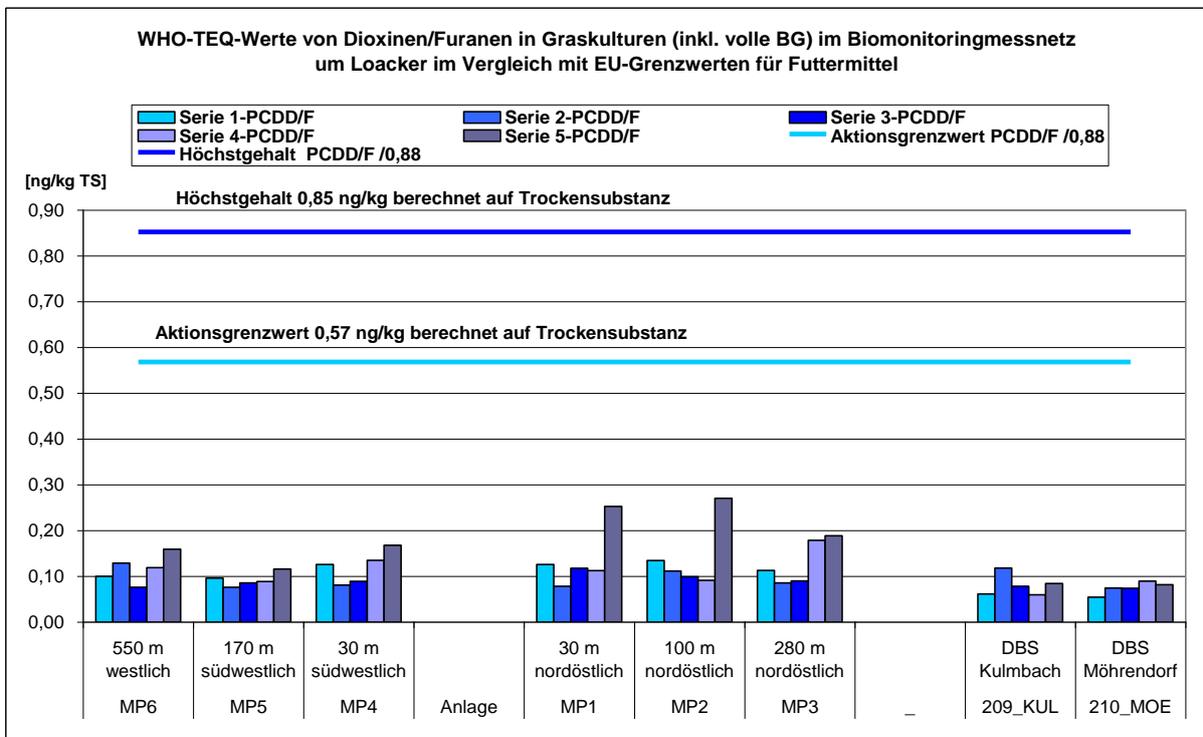


Abb. 2: WHO-TEQ-Werte von polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen/-furanen in Graskulturen (inkl. volle BG) im Biomonitoringmessnetz um Locker im Vergleich zu EU-Grenzwerten für Futtermittel

Die **dioxinähnlichen PCB** sind in Graskulturen der Messpunkte 1 und 2 nordöstlich der Anlage und des Messpunkts 4 südwestlich der Anlage deutlich gegenüber denen der anderen Messpunkte erhöht (Abb. 3). Dies deutet auf eine emittentenbezogene Anreicherung hin, ein Einfluss der Anlage ist wahrscheinlich. An den Messpunkten 1 und 4 ist in vier bzw. drei Serien der Aktionsgrenzwert für dioxinähnliche PCB in Futtermittel überschritten. Die Werte am Referenz-Messpunkt 6 (Kleingartenanlage) und an den MP 3 und 5 liegen auf einem niedrigen Niveau deutlich unterhalb des Aktionsgrenzwertes, jedoch leicht erhöht gegenüber den Ergebnissen der DBS Kulmbach und Möhrendorf. In der fünften Serie (29. August bis 26. September) fallen die Ergebnisse an den Messpunkten 1, 2, 4 und 5 deutlich niedriger aus als in den vorherigen Serien.

Bei Überschreitung des Aktionsgrenzwertes wäre nach VDI-Richtlinie die Untersuchung von Futtermitteln angezeigt, die jedoch an diesen Standorten nicht angebaut werden. MP 1 ist Industriegelände, MP 4 ist ein Privatgarten mit Ziergehölz und Rasen.

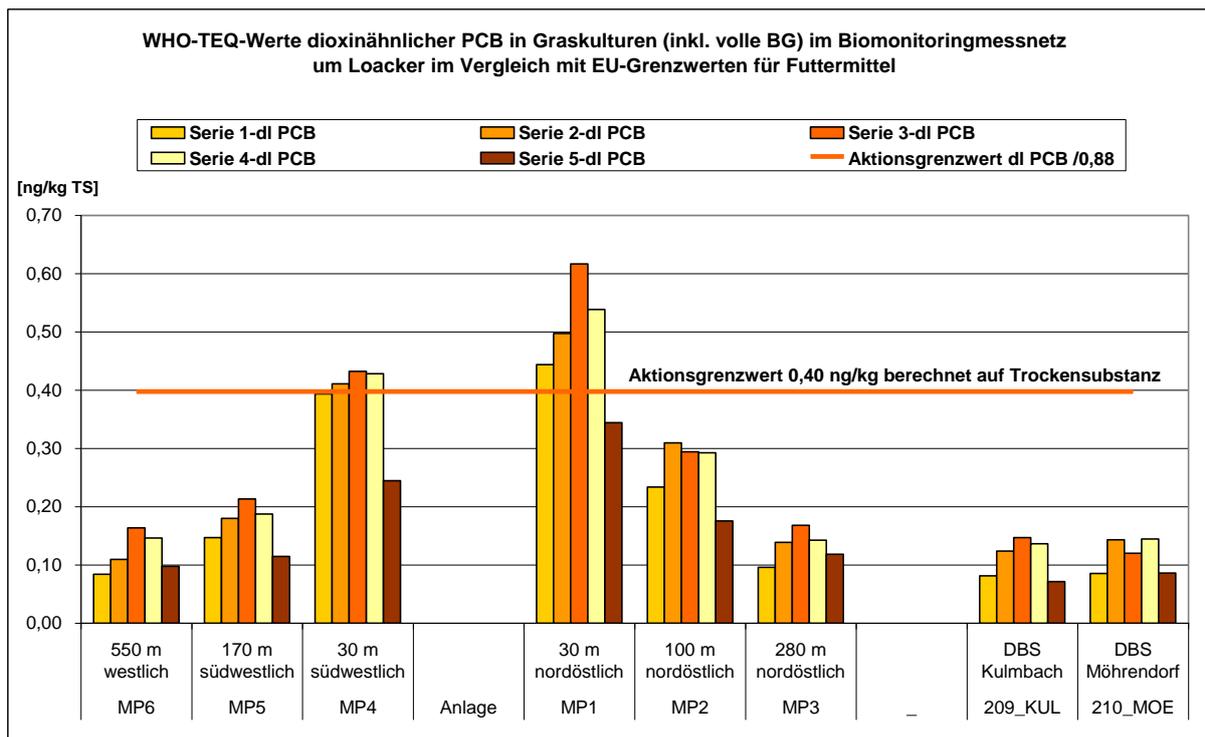


Abb. 3: WHO-TEQ-Werte dioxinähnlicher PCB in Graskulturen (inkl. volle BG) im Biomonitoringmessnetz um Locker im Vergleich zu EU-Grenzwerten für Futtermittel

Polychlorierte Dibenzo(p)dioxine/-furane und dioxinähnliche PCB sind sich in ihren toxikologischen Eigenschaften ähnlich. Deshalb wurde von der EU auch ein Höchstgehalt für die Summe aus Dioxinen/Furanen und dl-PCB festgesetzt. Der Höchstgehalt für die Summe aus Dioxinen/Furanen und dioxinähnlichen PCB wird an keinem der Messpunkte erreicht (Abb. 4).

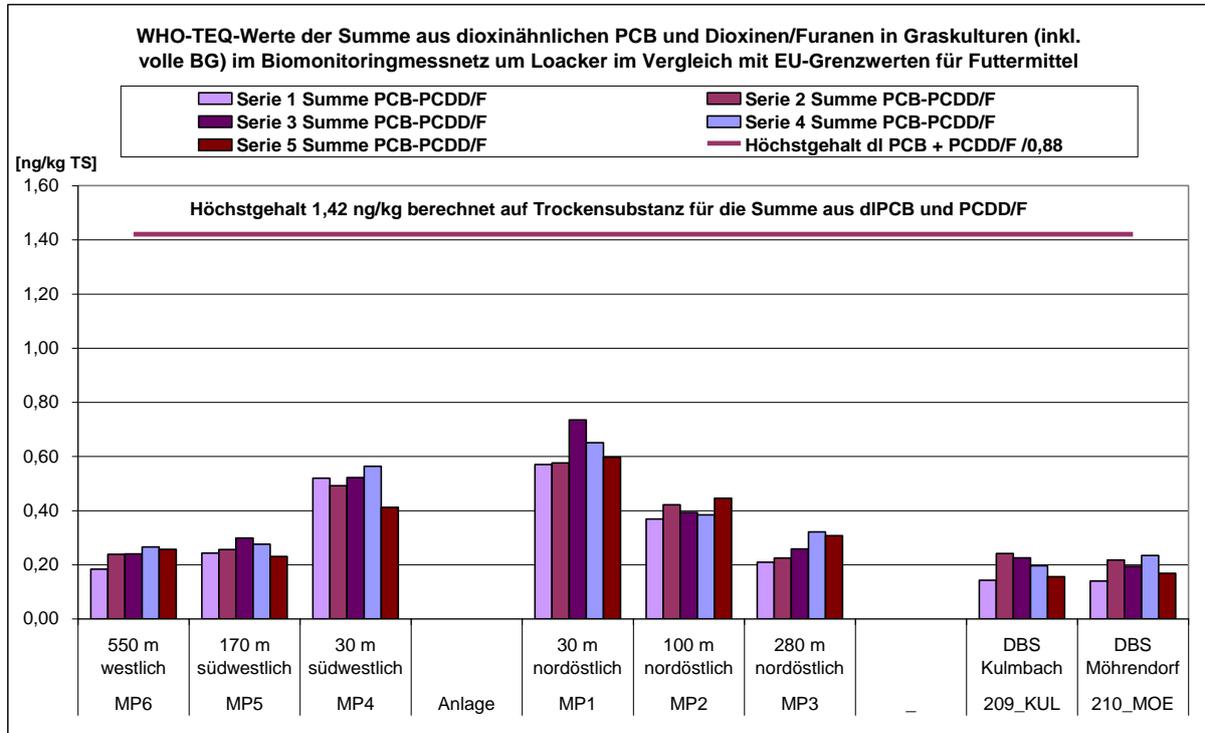


Abb. 4: WHO-TEQ-Werte der Summe aus dioxinähnlichen PCB und polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen/-furanen in Graskulturen (inkl. volle BG) im Biomonitoringmessnetz um Locker im Vergleich zu EU-Grenzwerten für Futtermittel

Anhand der mit der EU-Verordnung 277/2012 eingeführten Höchstgehalte **nicht-dioxinähnlicher PCB (Indikator-PCB)** in Futtermittel-Ausgangserzeugnissen pflanzlichen Ursprungs können erstmals auch diese Schadstoffe eingeschätzt werden. Der auf Trockensubstanz umgerechnete Höchstgehalt von 11,36 µg/kg wird an keinem der Messpunkte erreicht (Abb. 5). Die Messwerte nehmen ab, je weiter der Messpunkt von der Anlage entfernt ist, was auf einen Einfluss des Betriebs auf die Anreicherung in den Graskulturen deutet. Sie erreichen aber schon am Messpunkt 3 und am Messpunkt 6 das Hintergrundniveau der DBS.

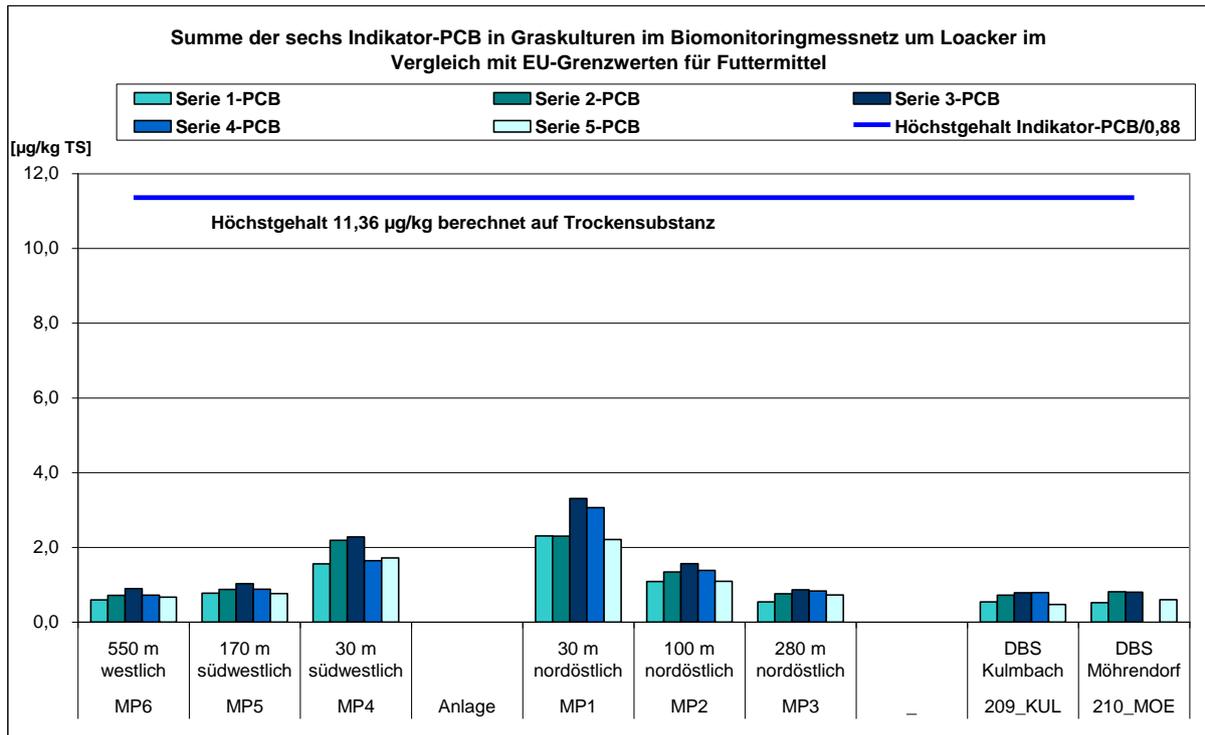


Abb. 5: Summe der sechs Indikator-PCB in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Lockerer im Vergleich mit EU-Grenzwerten für Futtermittel

4.1.1.2 Vergleich mit Lebensmittelgrenzwerten

Die Gehalte von **polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen/-furanen** der Graskulturen liegen an allen Messpunkten um die Anlage deutlich unter dem Auslösewert von 0,3 ng/kg Frischgewicht für Dioxine in Gemüse, Getreide und Obst (Abb. 6). Zwischen den Messpunkten sind keine Unterschiede in der Anreicherung zu erkennen. Es liegt keine emittentenbezogene Stoffanreicherung vor. In der fünften Serie ist an den MP 1 und 4 ein leichter Anstieg gegenüber den vorherigen Serien zu verzeichnen. An den beiden DBS Kulmbach und Möhrendorf fallen die Analyseergebnisse der ersten Graskulturserie noch niedriger aus als um die Anlage, die Serien zwei bis vier sind auf vergleichbarem Niveau.

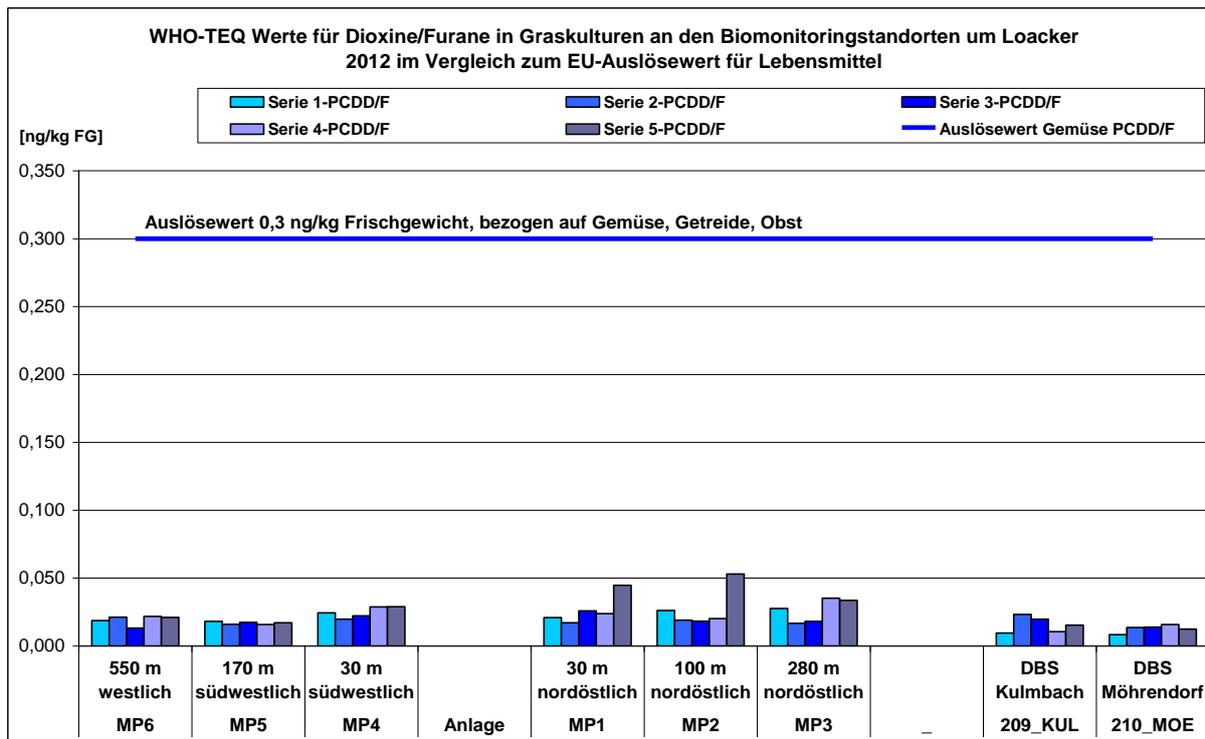


Abb. 6: WHO-TEQ-Werte für polychlorierte Dibenzo(p)dioxine/-furane in Graskulturen (inkl. volle BG) im Biomonitoringmessnetz um Loacker im Vergleich zu EU-Grenzwerten für Lebensmittel

Die **dioxinähnlichen PCB** sind in den Graskulturen des MP4 südwestlich und der MP 1 und 2 nordöstlich der Anlage höher als an den übrigen Locker-Messpunkten und als an der DBS Kulmbach und der DBS Möhrendorf (Abb. 7). Am MP 1 und 4 überschreiten sie in der 2. bis 4. bzw. in der 3. Serie den Auslösewert von 0,1 ng/kg Frischgewicht für dl-PCB in Gemüse, Getreide, Obst. An den Locker-Messpunkten 3 und 6 sind die dl-PCB etwa so niedrig wie an den beiden DBS, die Ergebnisse am MP 5 sind etwas höher als an den DBS, jedoch deutlich unterhalb des Auslösewertes. In der fünften Serie werden an allen Messpunkten die geringsten Anreicherungen gemessen.

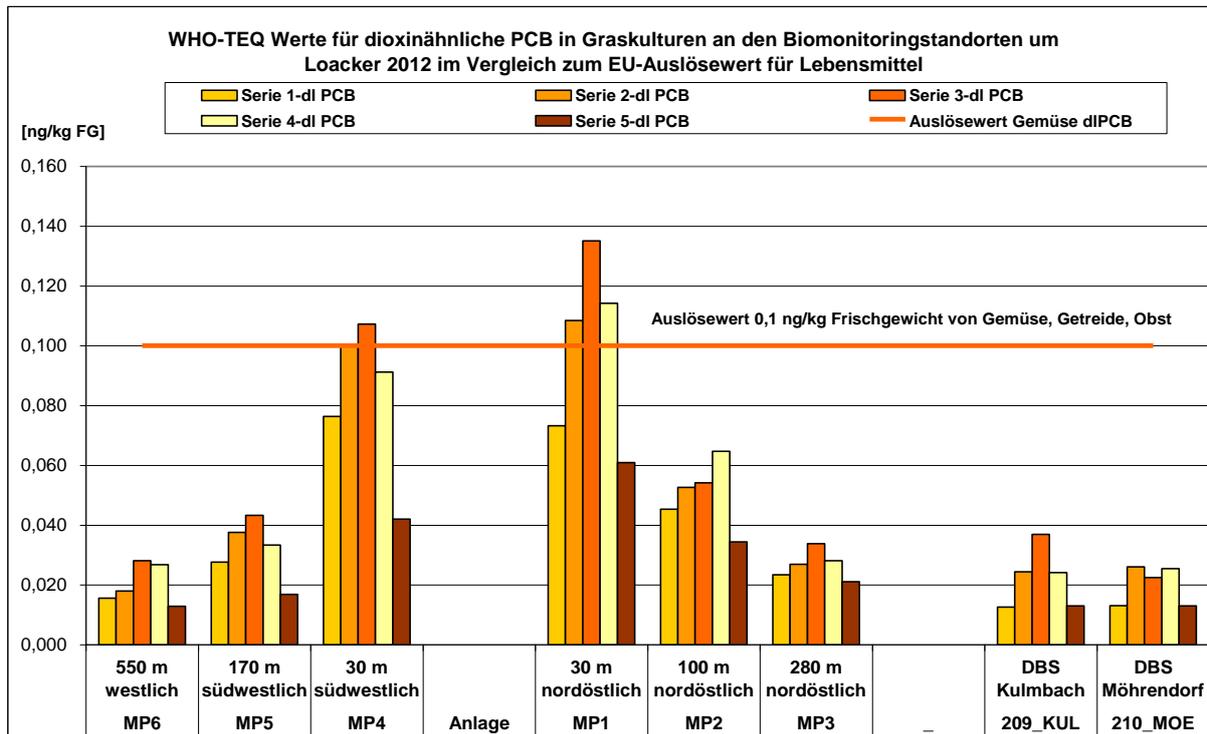


Abb. 7: WHO-TEQ-Werte für dioxinähnliche PCB in Graskulturen (inkl. volle BG) im Biomonitoringmessnetz um Locker im Vergleich zu EU-Grenzwerten für Lebensmittel

4.1.2 Bewertung der Ergebnisse der PCDD/F-, dl-PCB- und PCB-Untersuchungen in standardisierten Grünkohlkulturen

4.1.2.1 Vergleich mit Futtermittelgrenzwerten

Die Gehalte von polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen/-furanen im Grünkohl liegen an allen Messpunkten unter dem Aktionsgrenzwert und dem Höchstgehalt der EU für Futtermittel pflanzlichen Ursprungs (Abb. 8). Ein Emittentenbezug zum Betrieb Loacker ist nicht festzustellen, die höchsten Anreicherungen im Untersuchungsgebiet werden an den am weitest entfernten Messpunkten 3 und 6 außerhalb des Einflusses der Anlage gemessen. Die Ergebnisse fallen höher aus als an den ländlichen, emittentfernen Hintergrundstandorten Kulmbach und Möhrendorf.

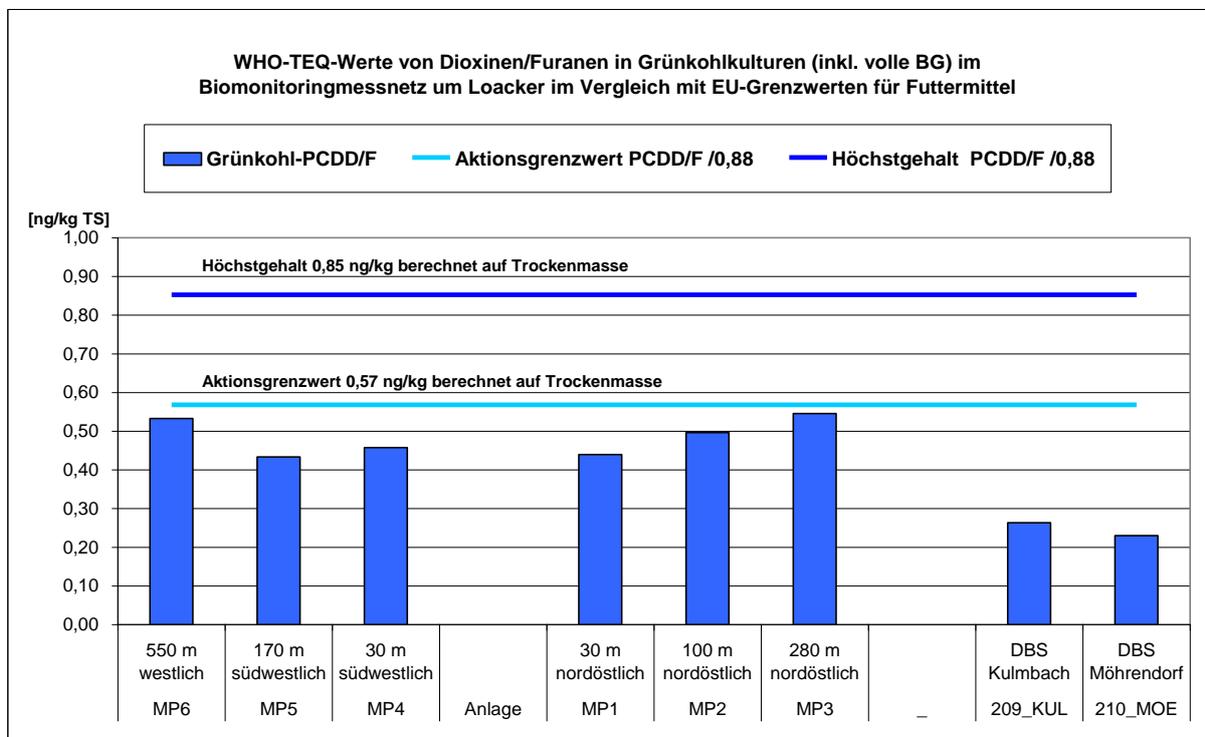


Abb. 8: WHO-TEQ-Werte für polychlorierte Dibenzo(p)dioxine/-furane in Grünkohlkulturen (inkl. volle BG) im Biomonitoringmessnetz um Loacker im Vergleich zu EU-Grenzwerten für Futtermittel

Die **dioxinähnlichen PCB** im Grünkohl liegen an allen Messpunkten unterhalb des Aktionsgrenzwertes für Futtermittel pflanzlichen Ursprungs (Abb. 9). Ebenso wird der Höchstgehalt für die **Summe aus dioxinähnlichen PCB und polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen/-furanen** an allen Messpunkten unterschritten (Abb. 10). Allerdings sind alle Messwerte im Untersuchungsgebiet leicht erhöht gegenüber den Ergebnissen der ländlichen Hintergrundstandorte Kulmbach und Möhrendorf. Ein eindeutiger Bezug zur Anlage kann nicht festgestellt werden.

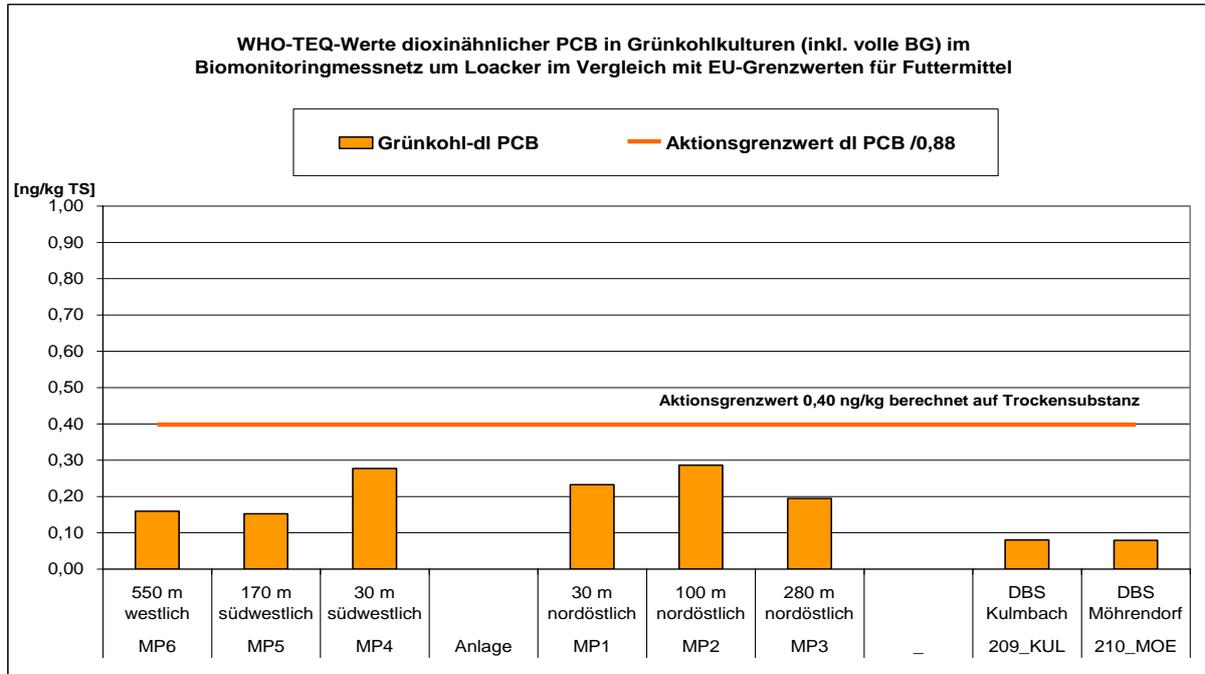


Abb. 9: WHO-TEQ-Werte für dioxinähnliche PCB in Grünkohlkulturen (inkl. volle BG) im Biomonitoringmessnetz um Locker im Vergleich zu EU-Grenzwerten für Futtermittel

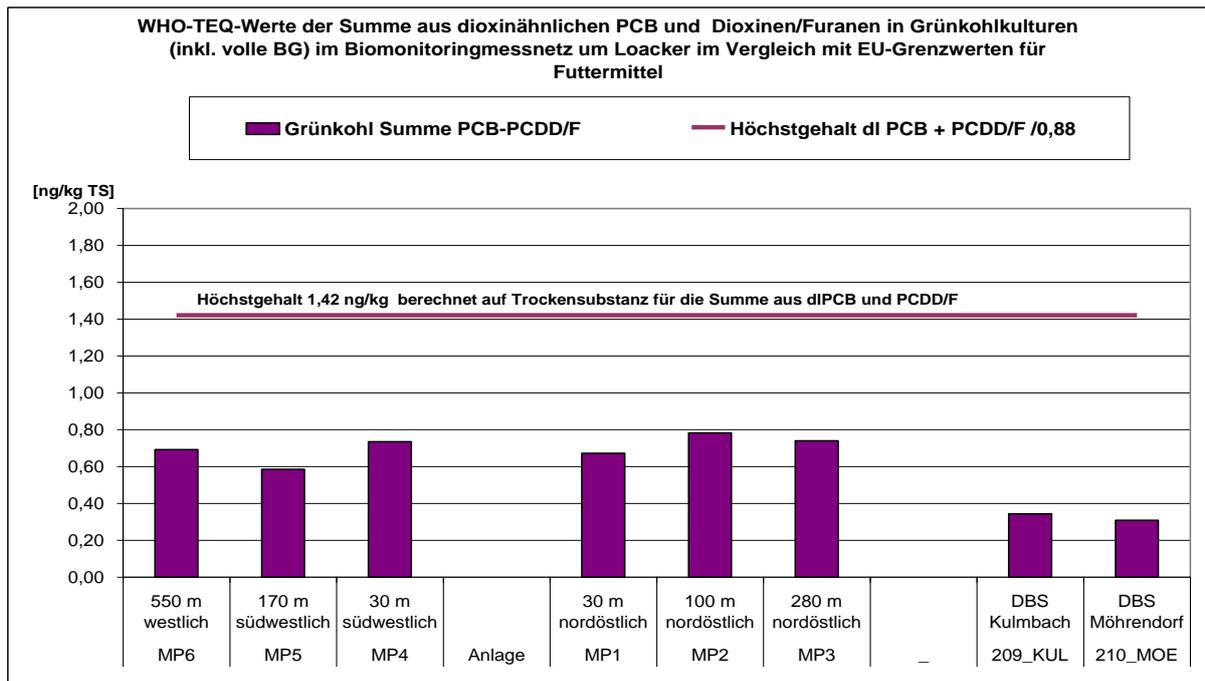


Abb. 10: WHO-TEQ-Werte der Summe aus dioxinähnlichen PCB und polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen/-furanen in Grünkohlkulturen (inkl. volle BG) im Biomonitoringmessnetz um Locker im Vergleich zu EU-Grenzwerten für Futtermittel

Der Höchstgehalt in Futtermitteln für **nicht-dioxinähnliche PCB (Indikator-PCB)** wird an allen Messpunkten deutlich unterschritten (Abb. 11). Die höchsten Gehalte im Untersuchungsgebiet treten an den Messpunkten 1, 2 und 4 unmittelbar neben der Anlage auf. Die weiter entfernten Messpunkte 3, 5 und 6 weisen niedrigere Gehalte auf und liegen nur knapp über den Werten der Hintergrundstandorte Kulmbach und Möhrendorf.

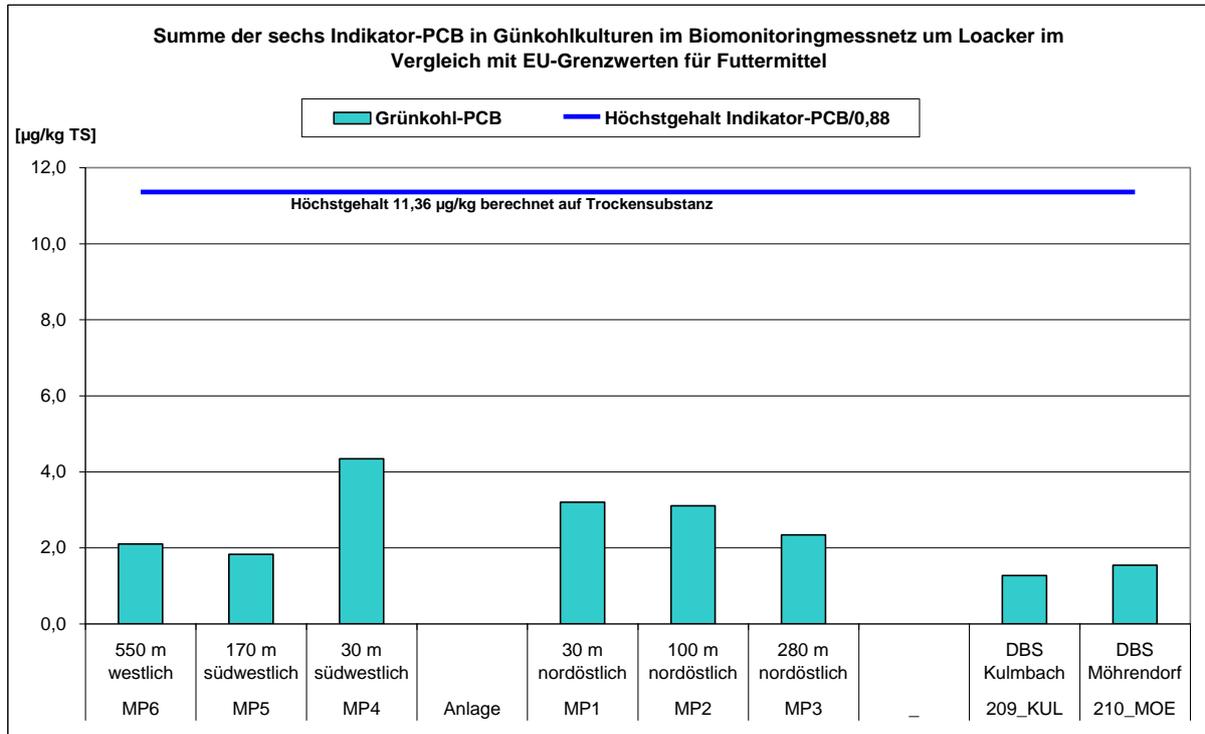


Abb. 11: Summe der sechs Indikator-PCB in Grünkohlkulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker im Vergleich mit EU-Grenzwerten für Futtermittel

4.1.2.2 Vergleich mit Lebensmittelgrenzwerten

Die EU-Auslösewerte für Lebensmittel werden im Grünkohl an allen Messpunkten sowohl von den Ergebnissen der **dioxinähnlichen PCB** als auch der **polychlorierten Dibenzo(p)dioxine/-furane** unterschritten (Abb. 12). Zwischen den Messpunkten sind leichte Unterschiede in der Anreicherung zu erkennen. Bei den Dioxinen/Furanen liegen die höheren Ergebnisse an den von der Anlage weiter entfernten Messpunkten 3 und 6. Die dioxinähnlichen PCB sind in den Grünkohlkulturen der zur Anlage benachbarten Messpunkte 2 und 4 höher als an den übrigen Messpunkten.

Bei beiden Stoffgruppen sind die Ergebnisse an den Hintergrundstandorten Kulmbach und Möhrendorf erkennbar niedriger.

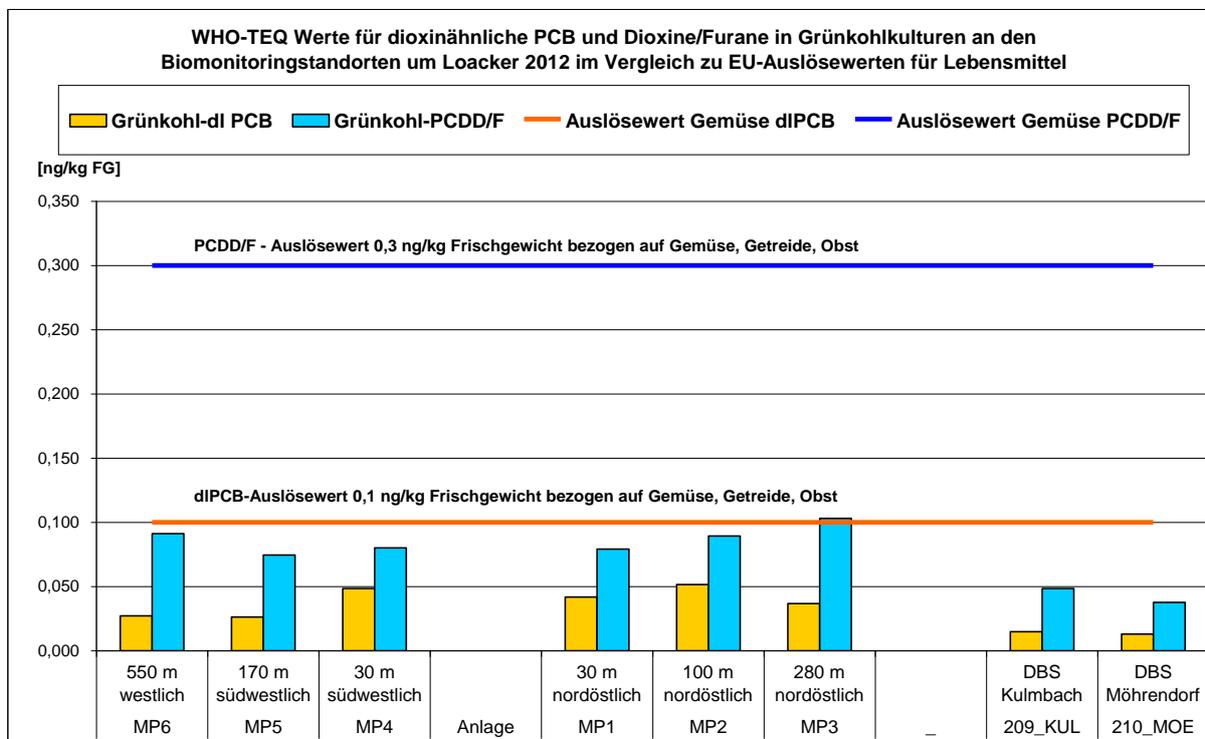


Abb. 12: WHO-TEQ-Werte für dioxinähnliche PCB und für polychlorierte Dibenzo(p)dioxine/-furane in Grünkohlkulturen (inkl. volle BG) im Biomonitoringmessnetz um Loacker im Vergleich zu EU-Grenzwerten für Lebensmittel

4.1.3 Bewertung der Ergebnisse der PBDD/F-Untersuchungen in standardisierten Graskulturen

Im routinemäßigen Monitoring an den DBS wurden **polybromierte Dibenzo(p)dioxine/-furane (PBDD/F)** bislang nicht untersucht. Trotzdem wurde diese Schadstoffgruppe in die Analysen mit aufgenommen, da PBDD/F in Flammschutzmitteln enthalten sind und davon auszugehen war, dass sie beim Recyceln von Kabelschrott auftreten könnten.

Für die PBDD/F gibt es keine rechtlich festgelegten Grenzwerte für Futter- oder Lebensmittel. Nach Ansicht der WHO sollten sie toxikologisch zwar ebenso bewertet werden wie die polychlorierten Dioxine/Furane⁵, doch wurden für die bromierte Stoffgruppe noch keine Toxizitätsäquivalenz-Faktoren genannt. Vorläufig einigten sich die Experten darauf, für die bromierten Kongenere die TEQ-Faktoren heranzuziehen, die für die chlorierten Kongenere festgelegt wurden. Davon werden jedoch weder Auslösewerte noch Höchstgehalte für Futter- oder Lebensmittel abgeleitet.

Das Labor musste bei der Analytik von PBDD/F in Grasproben mit höheren Bestimmungsgrenzen (BG) arbeiten als bei PCDD/F, was dazu führt, dass ein Großteil der PBDD/F-Kongenere nicht nachweisbar war bzw. unterhalb der BG lag. Folglich liegen die I-TEQ-Werte in einer breiten Spanne, je nachdem, ob für nicht bestimmbare Kongenere die BG nicht, zur Hälfte oder in vollem Umfang einbezogen wird. Bei gesetzlichen Grenzwerten anderer organischer Schadstoffe (PCDD/F, PCB) sind die BG immer als voller Wert mit einbezogen. Diese Handhabung würde hier zu einer Überschätzung des I-TEQ-Wertes führen, was bei einer Gegenüberstellung mit den für PCDD/F gültigen Grenzwerten (Aktionsgrenzwert für PCDD/F 0,57 ng/kg TS; Höchstgehalt 0,85 ng/kg TS, jeweils auf 0 % Feuchtigkeitsgehalt umgerechnet) als fachlich zu unsicher angesehen wird. Selbst die Hintergrundgehalte der Graskulturen an den DBS würden mit Ansatz der vollen BG den Aktionsgrenzwert überschreiten. Ob die Ergebnisse der bromierten Dioxine/Furane den Grenzwert der chlorierten Dioxine/Furane einhalten würden, ist auf Basis der aktuellen Analytik daher nicht sinnvoll zu überprüfen. Deshalb wird auch von einem Aufsummieren der PBDD/F-Werte zur Summe der PCDD/F und dl-PCB-Werte abgesehen.

Zum Vergleich sind in Abbildung 13 die I-TEQ-Werte ohne Einberechnung der Kongenere kleiner BG dargestellt, in Abbildung 14 ist für die nicht bestimmbaren Kongenere jeweils die volle BG in den I-TEQ-Wert mit eingegangen.

Abgesehen von der Höhe der Messwerte, die mangels gesetzlicher Grenzwerte hier nicht bewertet wird, zeigen beide Diagramme, dass für PBDD/F eine emittentenbezogene Anreicherung in den Graskulturen der Messpunkte 1, 2 und 4 in unmittelbarer Nähe zur Anlage vorliegt. An den Messpunkten 3, 5 und 6 sind die Werte nahezu vergleichbar mit den Werten der Hinter-

⁵ WHO (2006) The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. Toxicol.Sci. 93(2), 223-241.

grundstandorte DBS Kulmbach und Möhrendorf.

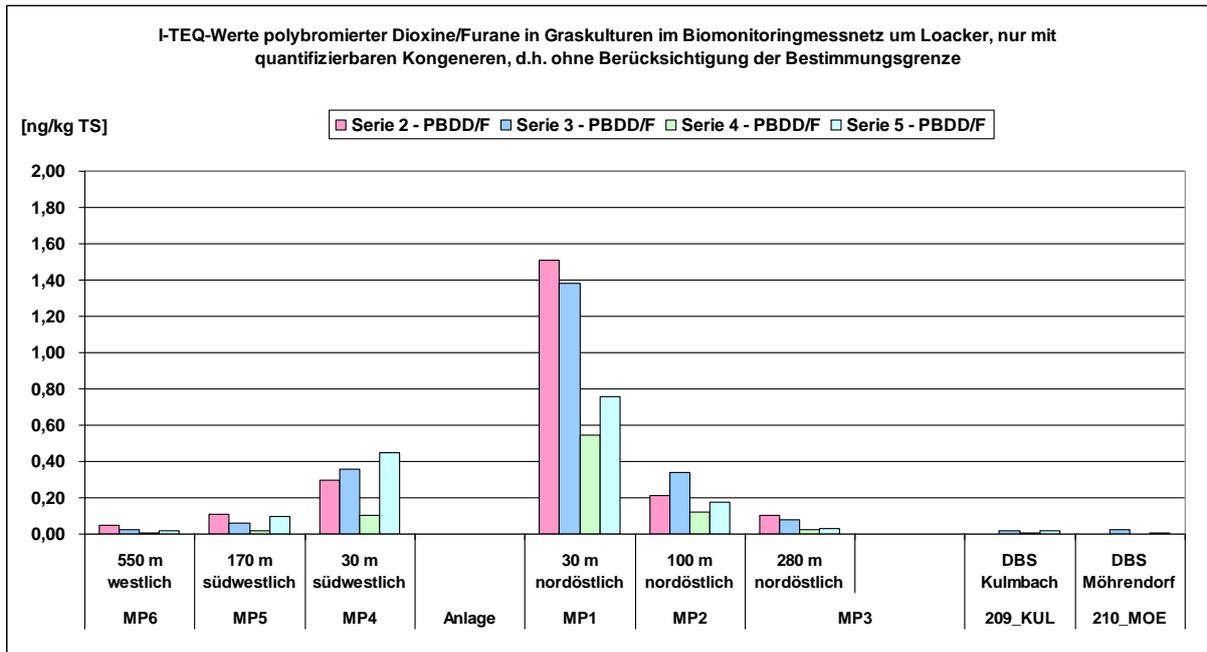


Abb. 13: I-TEQ-Werte polybromierter Dibenzo(p)dioxine/-furane in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Loacker, nur mit quantifizierbaren Kongeneren, d.h. ohne Berücksichtigung der Bestimmungsgrenze

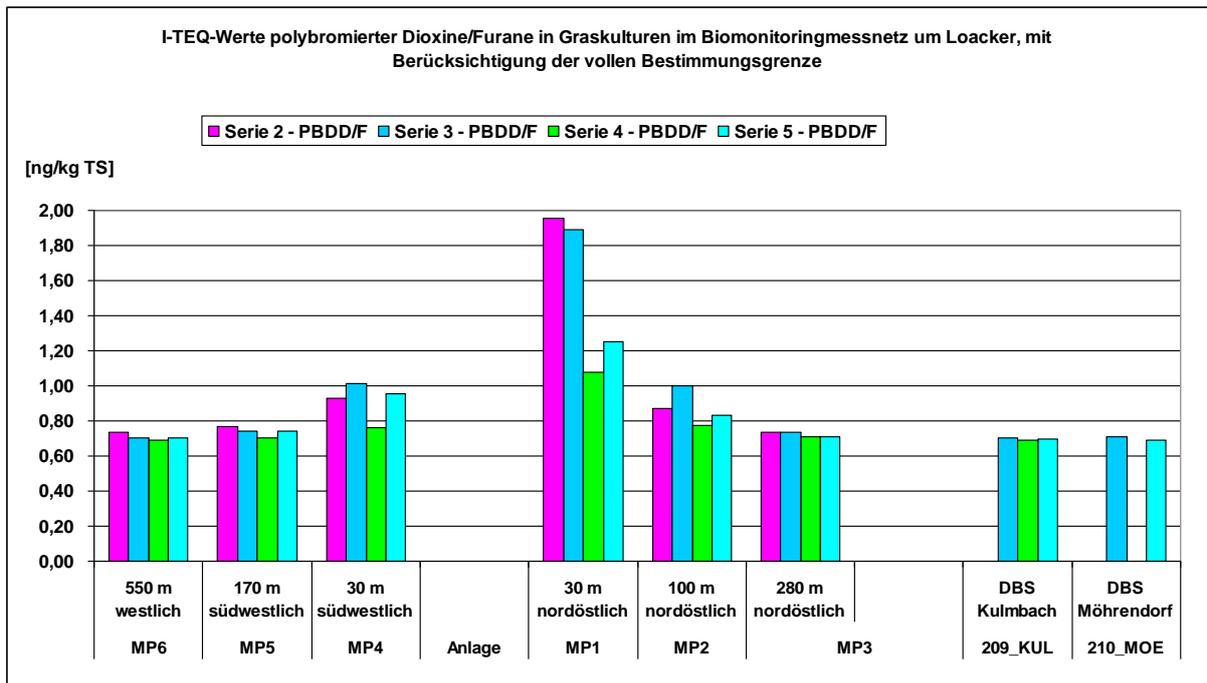


Abb. 14: I-TEQ-Werte polybromierter Dibenzo(p)dioxine/-furane in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Loacker, mit Berücksichtigung der vollen Bestimmungsgrenze

4.1.4 Ergebnisse der PBDE-Untersuchungen in standardisierten Graskulturen und Grünkohl

Polybromierte Diphenylether (PBDE) zählen zu den Flammschutzmitteln. Für diese Stoffgruppe sind weder für Futtermittel noch für Lebensmittel Grenzwerte festgelegt. Die Ergebnisse können daher nicht nach der absoluten Höhe der Messwerte beurteilt werden. Die Verteilung sowohl in Gras- (Abb. 15) als auch in Grünkohlkulturen (Abb. 16) an den Messpunkten um Loacker deuten auf eine emittentenbezogene Anreicherung dieser Stoffe in der unmittelbaren Umgebung der MP 1, 2 und 4 hin. An den MP 3, 5 und 6 sind die Messwerte deutlich niedriger, liegen jedoch über dem Niveau der DBS Kulmbach und Möhrendorf.

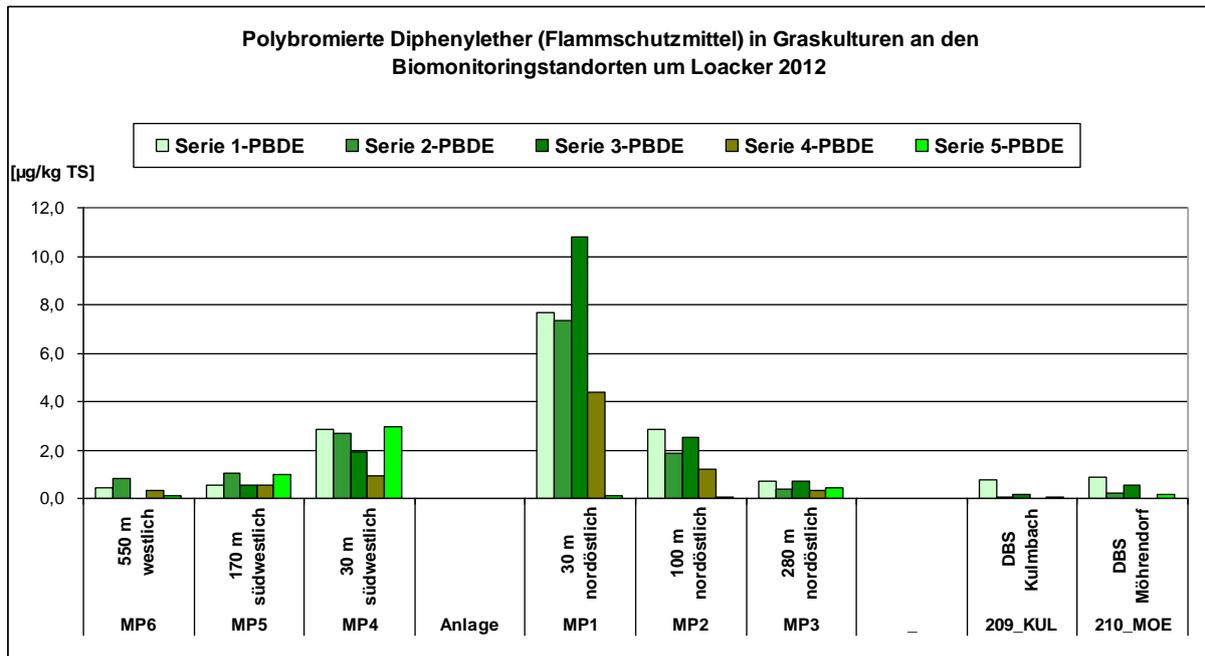


Abb. 15: Polybromierte Diphenylether in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Loacker

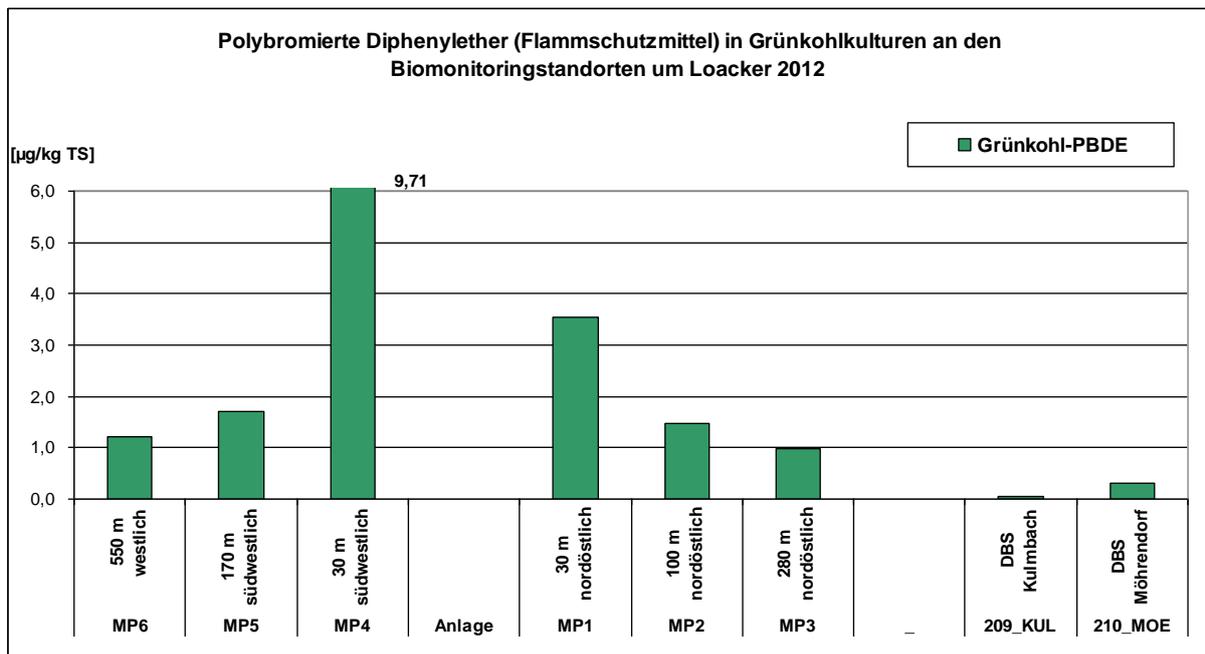


Abb. 16: Polybromierte Diphenylether in Grünkohlkulturen im Biomonitoringmessnetz um Loacker

4.2 Ergebnisse zu den Metalluntersuchungen

Die Analysenergebnisse aus dem Messnetz Loacker werden den Ergebnissen der zeitgleichen Untersuchungen im bayerischen Hintergrund gegenübergestellt. Dafür werden die Messergebnisse der immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen in Kulmbach und Möhrendorf (DBS KUL und DBS MOE) herangezogen. Werden immissionsbedingte Stoffanreicherungen erkannt, werden die Daten außerdem - wenn vorhanden - mit Futtermittelgrenzwerten und Orientierungswerten maximaler Hintergrundkonzentration (OmH) verglichen. Die Bewertung anhand von Futtermittelwerten ist nach VDI-Richtlinie jedoch nur bedingt möglich, da eine Überschreitung dieser Grenzwerte in Bioindikatoren nur den Hinweis darauf geben kann, dass geeignete Futtermittel bzw. Lebensmittelpflanzen untersucht werden sollten.

Die OmH werden vom LfU aus eigenen Untersuchungen zur Verfügung gestellt, da es nur für wenige Metalle gesetzliche Grenzwerte gibt. Sie sind aus mehrjährigen Ergebnissen der immissionsökologischen Dauerbeobachtung berechnet und jährlich aktualisiert. Die Grundlagen zur Berechnung sind im Internet beschrieben:

http://www.lfu.bayern.de/umweltqualitaet/umweltbeobachtung/schadstoffe_luft/orientierungswerte/index.htm

Metalle, für die keine OmH zur Verfügung stehen, sind als einfache Diagramme angefügt, in den Graskulturen: Titan, Antimon, Zinn, Aluminium, Uran, Chrom, Niob. Lücken in den Diagrammen bedeuten, dass die Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) lagen. Die BG ist dann im Diagramm angegeben.

4.2.1 Bewertung der Metallanreicherung in standardisierten Graskulturen

Metalle, für die Futtermittelgrenzwerte festgelegt sind

Die Metalle Quecksilber, Cadmium, Arsen, Blei und Kupfer sind durch EU-Richtlinien als unerwünschte Stoffe in der Tierernährung in ihrem Höchstgehalt in Futtermitteln begrenzt.

Nach Anhang I der Richtlinie⁶ und ihren Änderungen gelten folgende Werte, bezogen auf 12 % Feuchtigkeitsgehalt:

Quecksilber 0,1 mg pro kg Futtermittel-Ausgangserzeugnis pflanzlichen Ursprungs

Cadmium 1 mg pro kg Futtermittel-Ausgangserzeugnis pflanzlichen Ursprungs

Arsen 2 mg pro kg Futtermittel-Ausgangserzeugnis pflanzlichen Ursprungs

Blei 30 mg pro kg Grünfutter

⁶ RL 2002/32/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Mai 2002 über unerwünschte Stoffe in der Tierernährung

Die EU-Höchstgehalte werden durch die Untersuchungsergebnisse jeweils deutlich unterschritten.

Deshalb erübrigt sich eine Umrechnung der Grenzwerte von 12 % Feuchtigkeitsgehalt auf Trockenmasse.

Die EU-Verordnung Nr. 1831/2003⁷ gibt in Verbindung mit den Verordnungen Nr. 1334/2003 und Nr. 345/2010⁸ in einer Liste der für Futtermittel zugelassenen Zusatzstoffe den Höchstgehalt für Kupfer in Alleinfuttermittel für Schafe mit 15 mg/kg Trockensubstanz (bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 12 %) an. Dies entspricht einem Wert von 17 mg Kupfer/kg aufbereitete Grastrockensubstanz (Feuchtigkeitsgehalt von 0 %). Dieser Wert wird einmal in einer Serie am Messpunkt 1 überschritten. Würde diese Fläche zum Futtermittelanbau genutzt werden, wären nach der VDI-Richtlinie 3957 zur Bioindikation diese Futtermittel ebenfalls untersuchen zu lassen.

Bei **Quecksilber** ist der OmH (0,011 mg/kg Trockenmasse (TM)) ausschließlich am Messpunkt 1, direkt 30 Meter nordöstlich der Anlage und in je einer einzelnen Serie am Messpunkt 2 und 3 minimal überschritten (Abb. 17). An den Messpunkten 4 bis 6 bleiben die Werte unterhalb des OmH und auf gleichem Niveau wie die an den DBS Kulmbach und Möhrendorf gemessenen Werte. Der höchste Wert am MP 1 liegt mit 0,016 mg/kg TM deutlich unter dem gesetzlichen Grenzwert für Futtermittel (0,1 mg/kg bei 12 % Feuchtigkeitsgehalt).

⁷ Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe in der Verwendung in der Tierernährung

⁸ Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit:

http://www.bvl.bund.de/DE/02_Futtermittel/03_AntragstellerUnternehmen/05_Zusatzstoffe_FM/03_Liste_zugelassene_Zusatzstoffe/fm_liste_zugelassener_zusatzstoffe_node.html

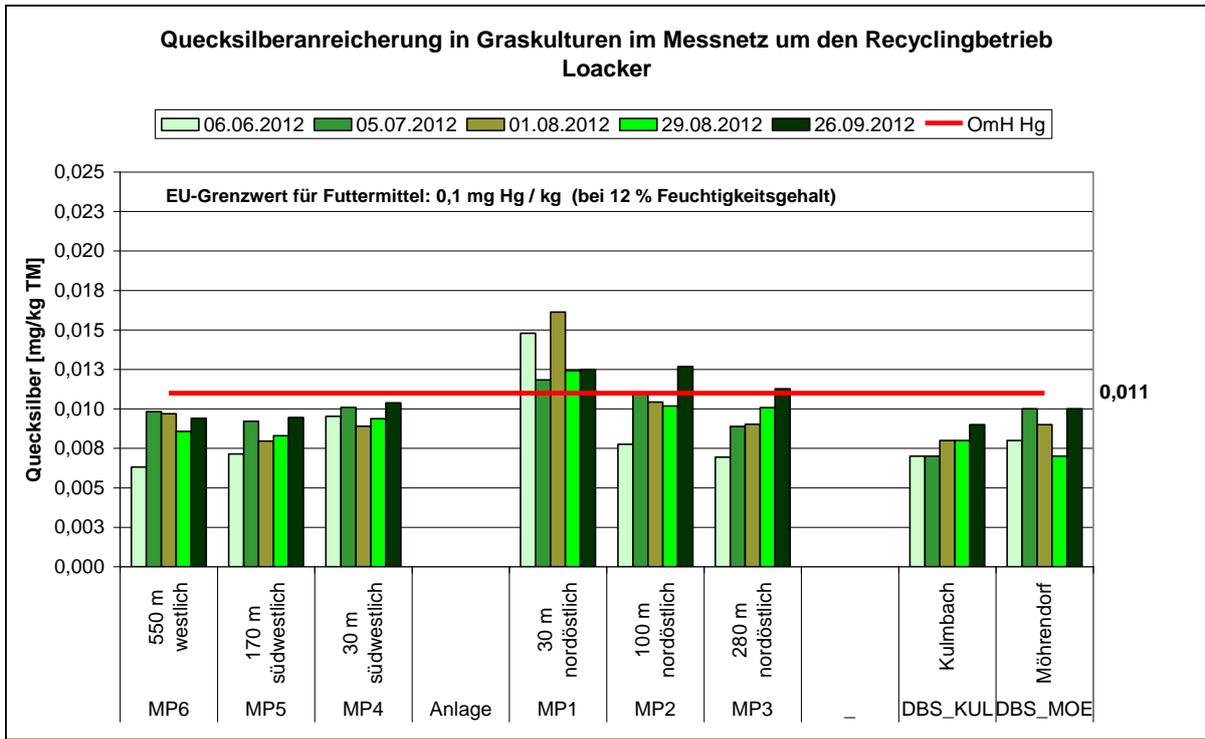


Abb. 17: Quecksilberanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

Die höchste **Cadmium**anreicherung wurde mit 0,09 mg Cd/kg TM in einer einzelnen Serie am MP 1 gemessen (Abb. 18). Sie liegt über dem OmH von 0,05 mg/kg TM jedoch weit unter dem Futtermittelgrenzwert für Cadmium in Grünfutter von 1mg/kg (bei 12 % Feuchtigkeitsgehalt). Alle anderen Cadmiumwerte liegen unterhalb des OmH und gleichen dem Hintergrundgehalt der DBS Kulmbach und Möhrendorf.

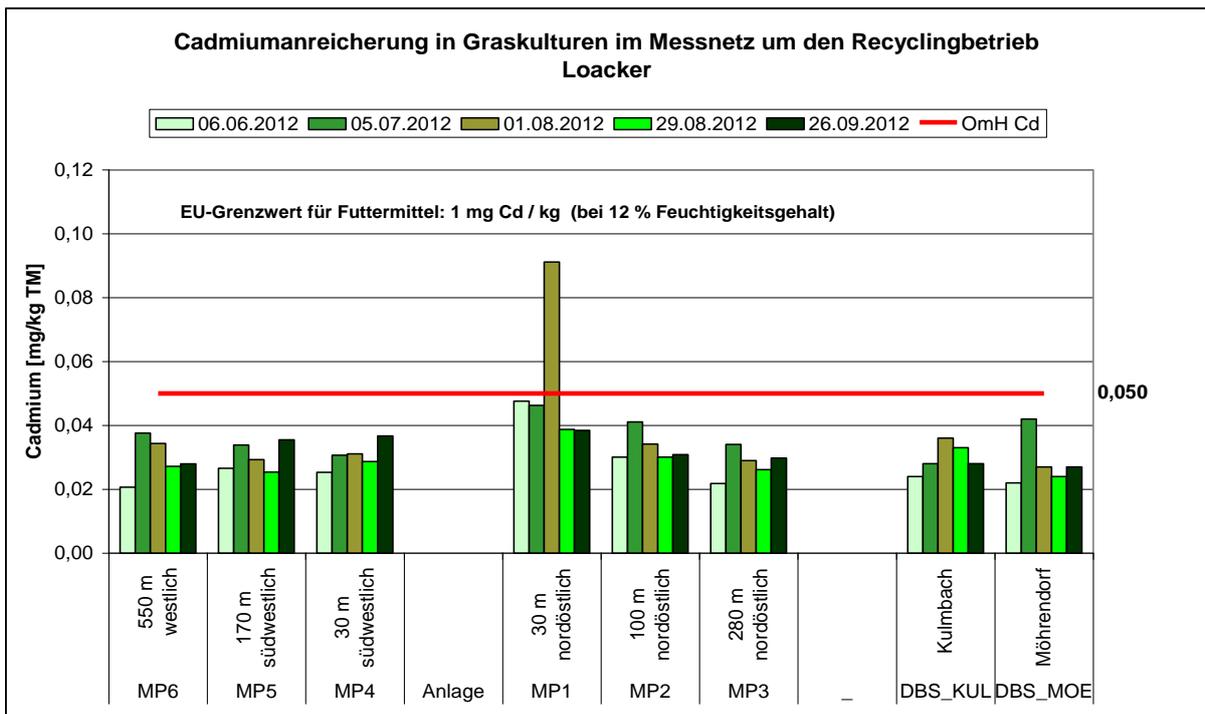


Abb. 18: Cadmiumanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

Für **Arsen** konnte keine emittentenbezogene Anreicherung an den Messpunkten festgestellt werden (Abb. 19). Die Ergebnisse liegen alle auf dem Hintergrundniveau der DBS, unterhalb des OmH von 0,31 mg/kg TM und deutlich unter dem gesetzlich festgelegten Futtermittelgrenzwert von 2 mg/kg bei 12 % Feuchtigkeitsgehalt.

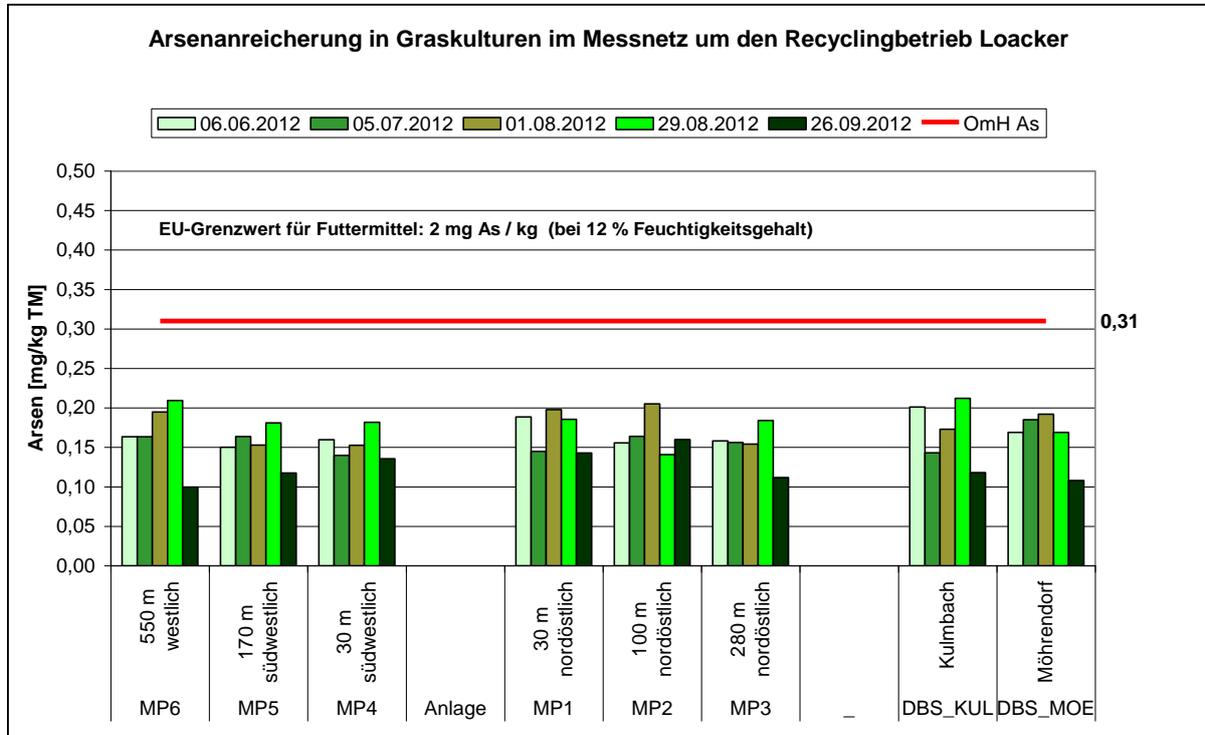


Abb. 19: Arsenanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

Eine emittentenbezogene Anreicherung von **Blei** ist in einzelnen Serien am MP 1 erkennbar (Abb. 20). Dort erreichen die Werte maximal 2,2 mg/kg TM. Die meisten Werte liegen unter 1 mg/kg TM oder sogar, wie an den DBS, unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,25 mg/kg TM (Daten im Diagramm nicht dargestellt). Für Blei kann daher aus den Hintergrundgehalten der DBS auch kein OmH berechnet werden. Der Höchstgehalt in Futtermittel ist bei 30 mg/kg bei 12 % Feuchtigkeitsgehalt gesetzlich festgelegt.

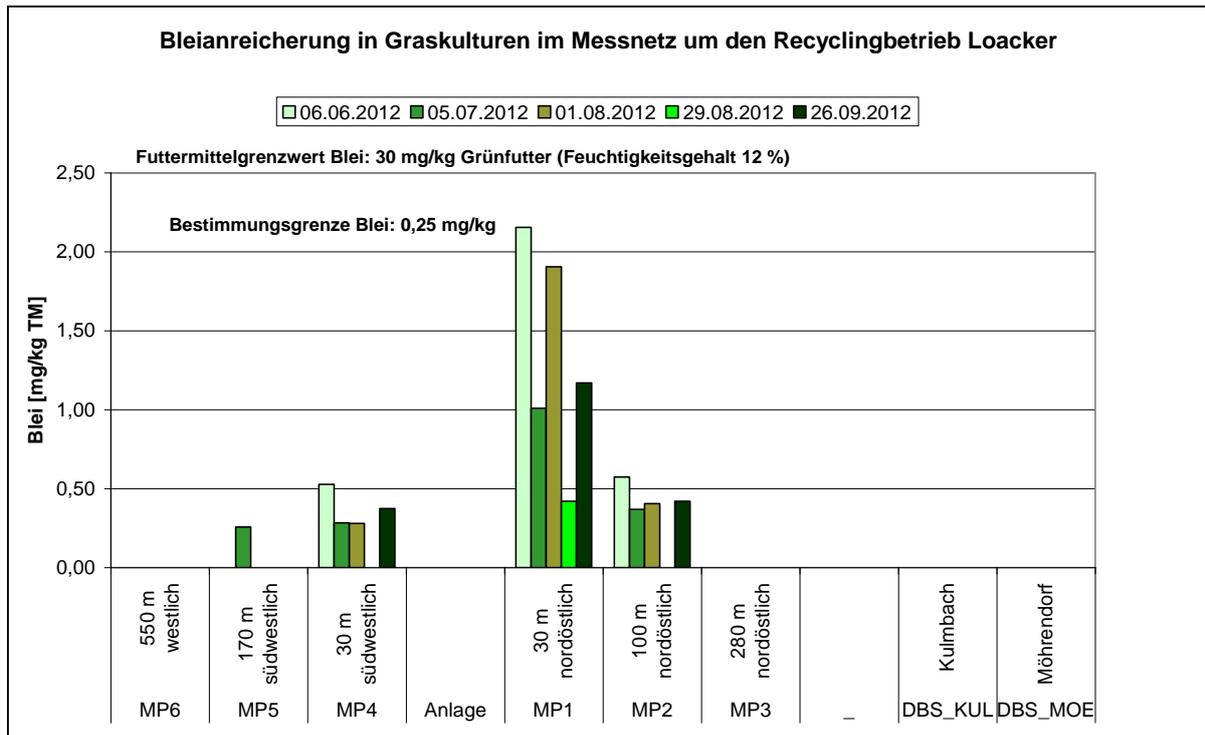


Abb. 20: Bleianreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Loacker

Metalle, für die nur Orientierungswerte aus Hintergrundstationen verfügbar sind

Bei einigen Metallen (Ce, La, V, Ti, Al, U, (Fe)) die als natürliche Anteile im Bodestaub (bodenbürtig) bekannt sind, überragen die Untersuchungsergebnisse der zweiten Serie alle anderen Messzeiträume. Diese erhöhten Werte treten auch an den weit entfernten DBS und an weiteren Hintergrundstandorten in Bayern auf. Sie sind außerdem in den Untersuchungen zum Staubbiederschlag dieser Metalle ebenfalls in der zweiten Serie auffällig erhöht. Da abgesichert ist, dass weder bei den Probenahmen noch bei der Analytik ein systematischer Fehler vorliegt, könnte die Ursache möglicherweise ein überregionales Immissionsereignis gewesen sein, das sich z.B. in einer großräumigen Staubwolke niederschlägt. Die Werte sind damit als (immissionsbedingte) außergewöhnliche Schwankungen des Hintergrundgehalts anzusehen und nicht vom Betrieb Loacker verursachte Anreicherungen. Die zweite Serie wird deshalb nicht in die Betrachtungen mit dem OmH einbezogen.

Einige Metallanreicherungen überschreiten in einzelnen anderen Serien den OmH: **Cer, Lanthan, Vanadium** und **Eisen (Abb. 21-24)**. Die leichte Erhöhung wird meist am MP 1 und noch geringer am MP 2 festgestellt, die sich in Hauptwindrichtung in unmittelbarer Nähe des Betriebs befinden. In den übrigen Serien wird an den Messpunkten das Niveau der Hintergrundstandorte erreicht.

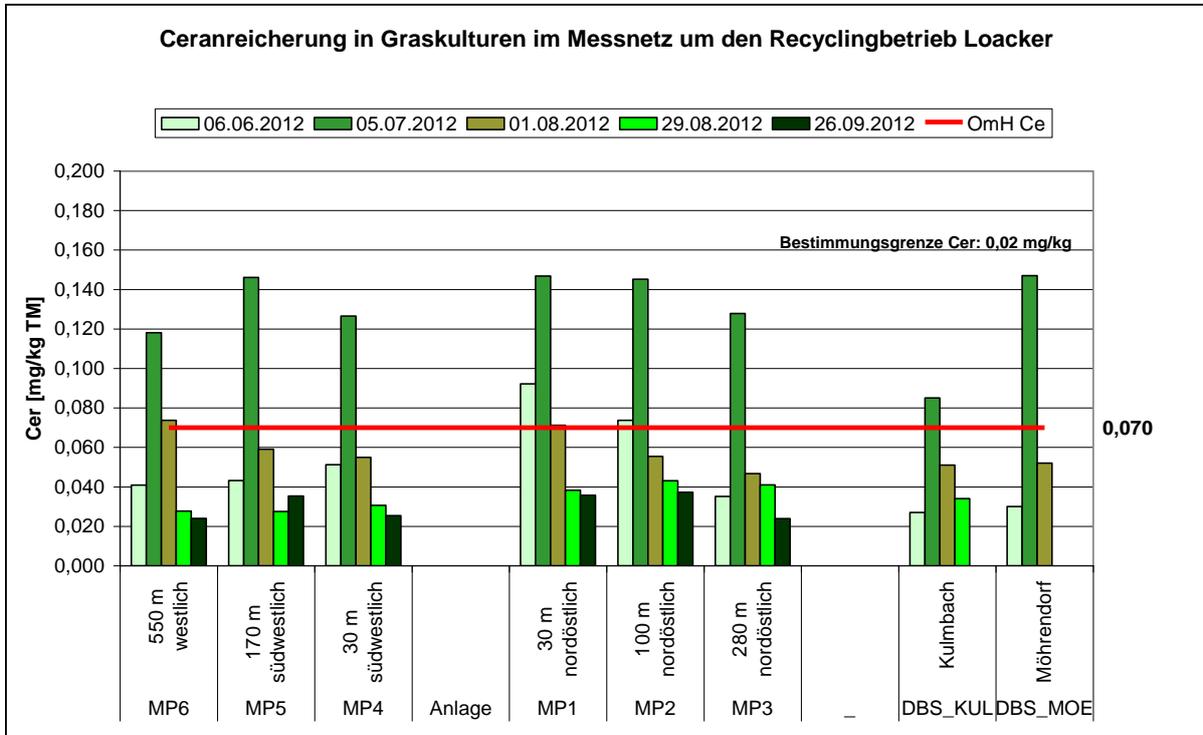


Abb. 21: Ceranreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

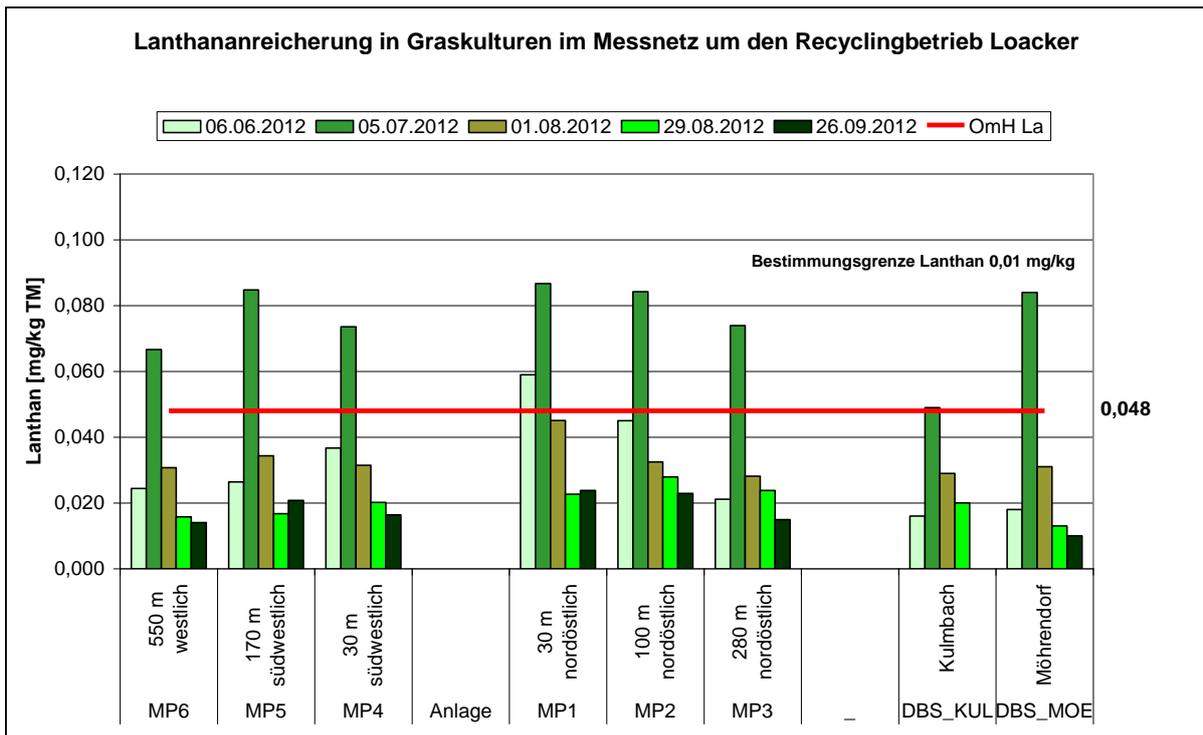


Abb. 22: Lanthananreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

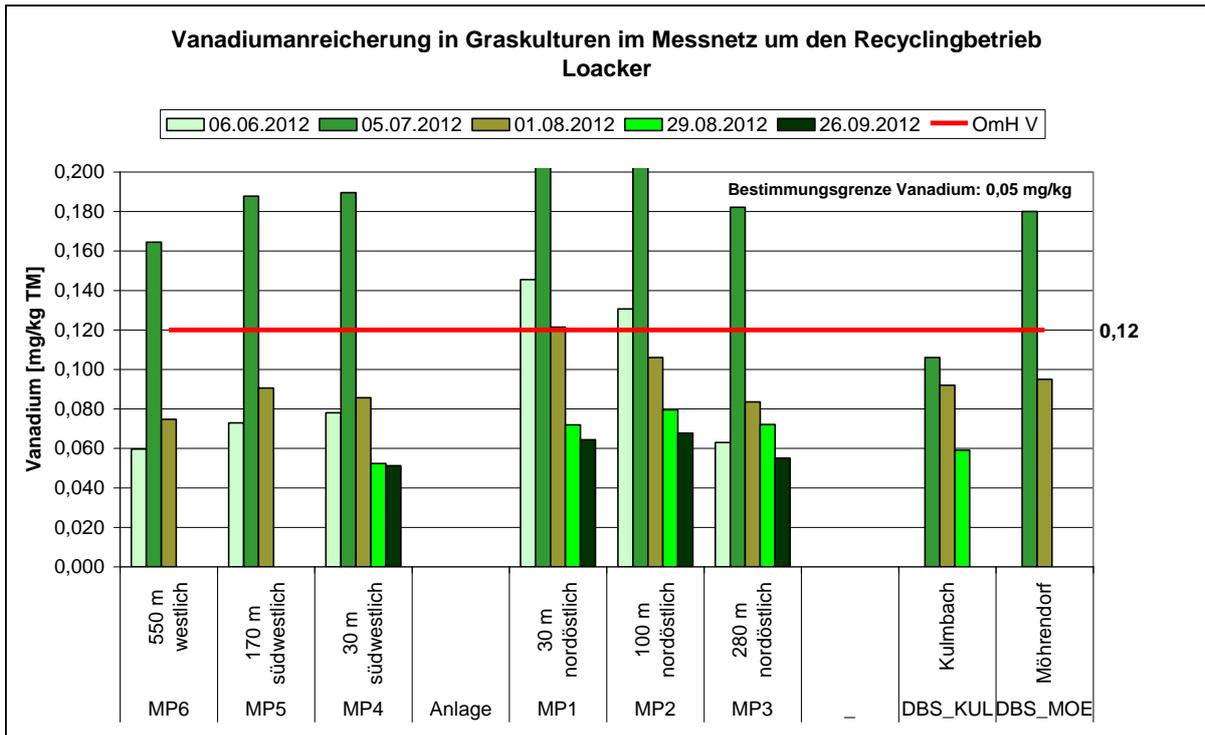


Abb. 23: Vanadiumanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Lockerer

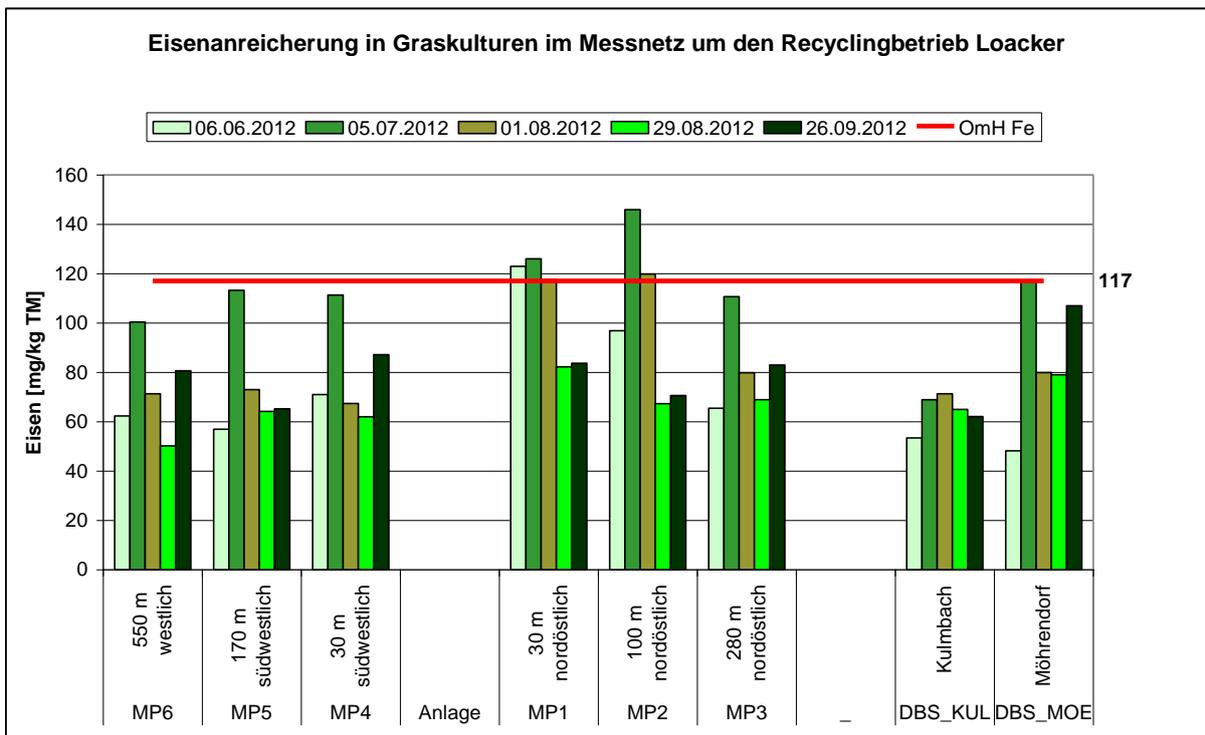


Abb. 24: Eisenanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Lockerer

Für **Kupfer** kommen an mehreren Messpunkten und an der DBS Möhrendorf Überschreitungen des OmH vor (Abb. 25). Der MP 1 und der MP 2 lassen dabei eine immissionsbedingte Anreicherung in Bezug zur Entfernung zum Betriebsgelände erkennen, d.h. die Werte sind am MP 1 etwas höher als am MP 2. Die anderen Messpunkte sind unauffällig. Am MP 1 wird in einer Serie der Höchstgehalt von 17,0 mg/kg Trockensubstanz für Zusatzstoffe in Futtermitteln (Alleinfuttermittel für Schafe) überschritten. MP 1 ist das Werksgelände unmittelbar neben der Betriebs-halle, auf dem zurzeit keine Futtermittel angebaut werden. Würde diese Fläche zum Futtermittelanbau genutzt werden, wären nach der VDI-Richtlinie 3957 zur Bioindikation diese Futtermittel ebenfalls untersuchen zu lassen.

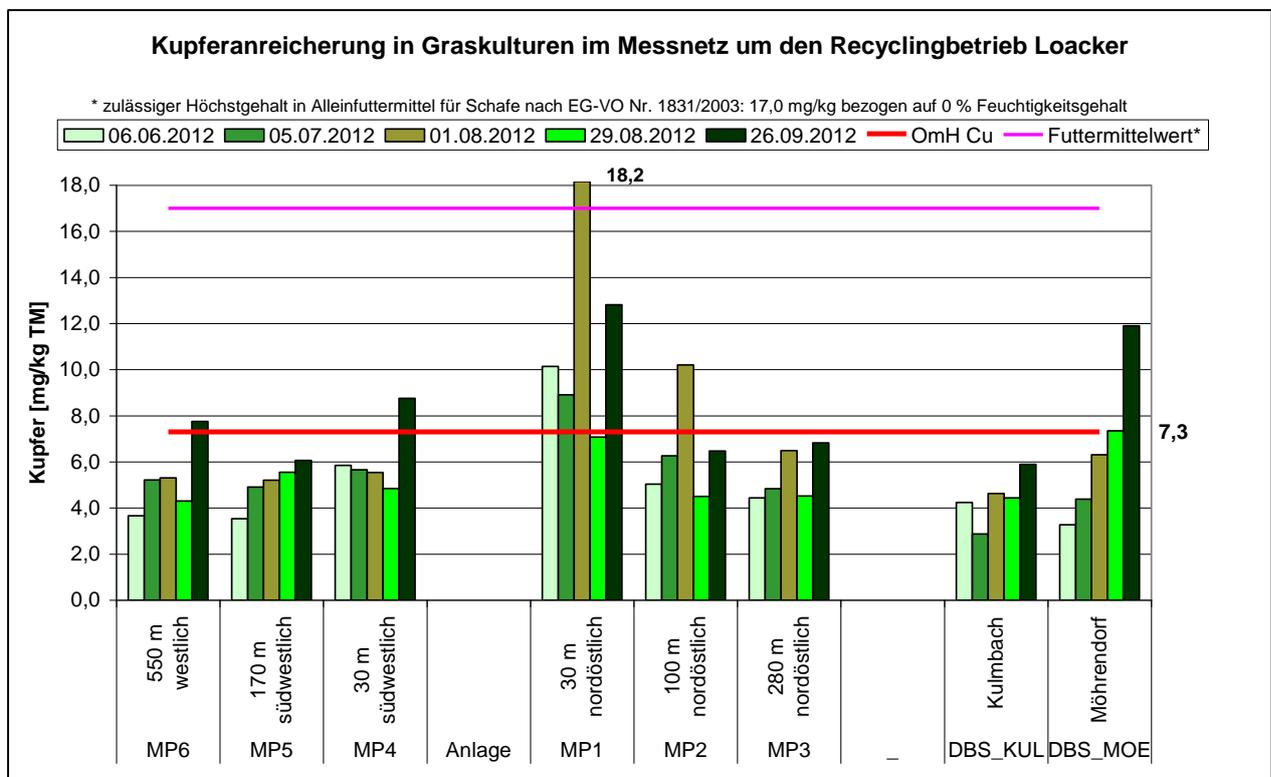


Abb. 25: Kupferanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Loader

Die übrigen Metalle, für die ein Vergleich mit OmH-Werten möglich ist, zeigen keine Stoffanreicherungen, die auf den Betrieb Locker zurückgeführt werden könnten. Sie liegen an allen Messpunkten in allen Serien unter dem OmH und gleichen den Ergebnissen an den DBS:

Barium, Kobalt, Mangan, Molybdän, Nickel und Zink (Abb. 26-31).

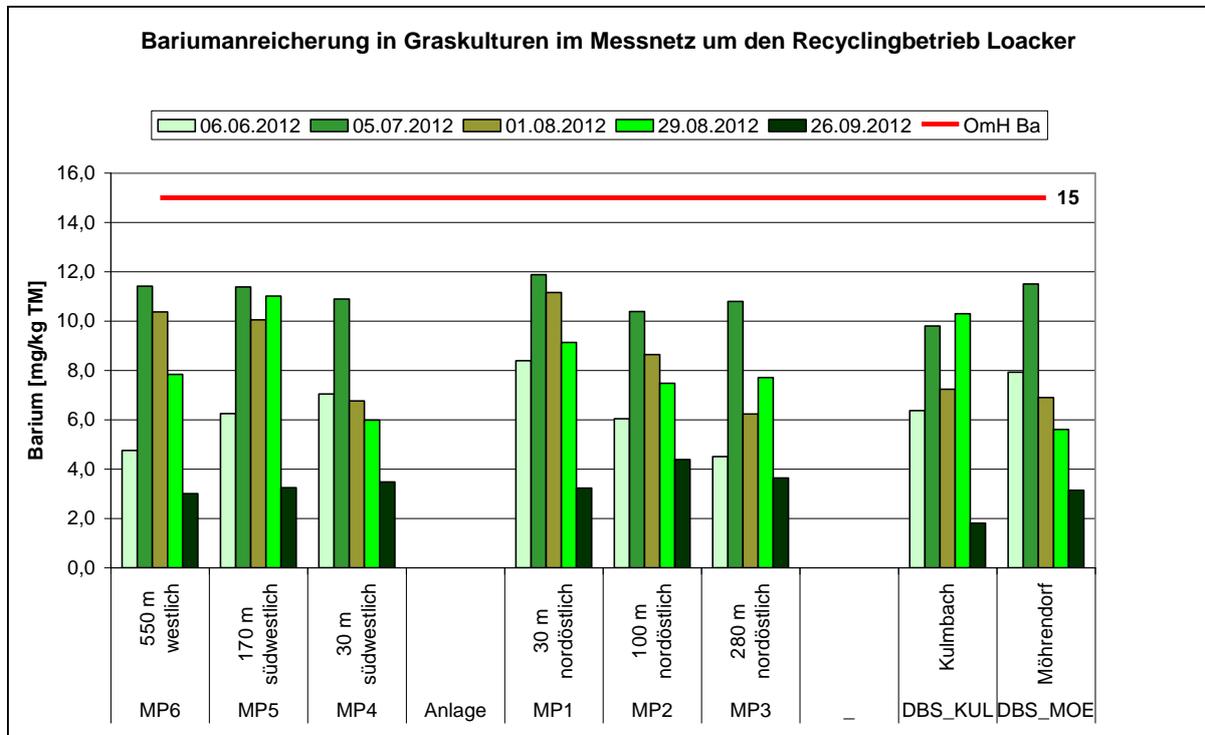


Abb. 26: Bariumanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

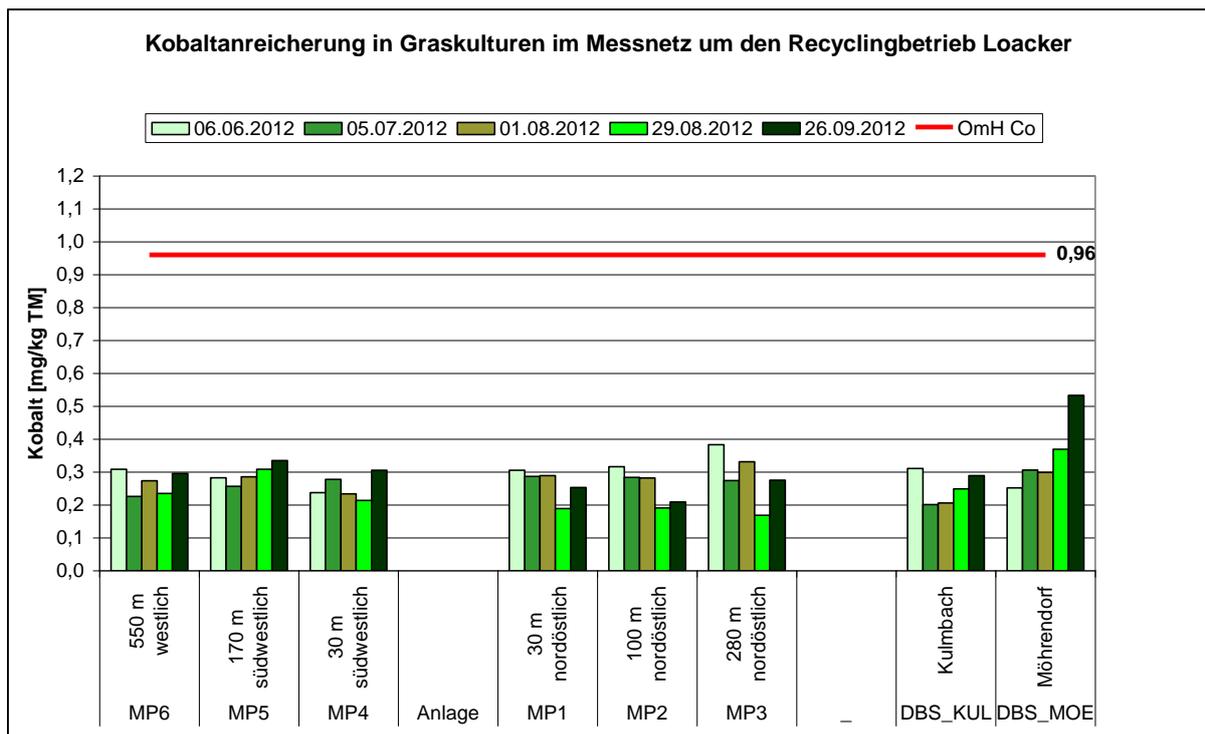


Abb. 27: Kobaltanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

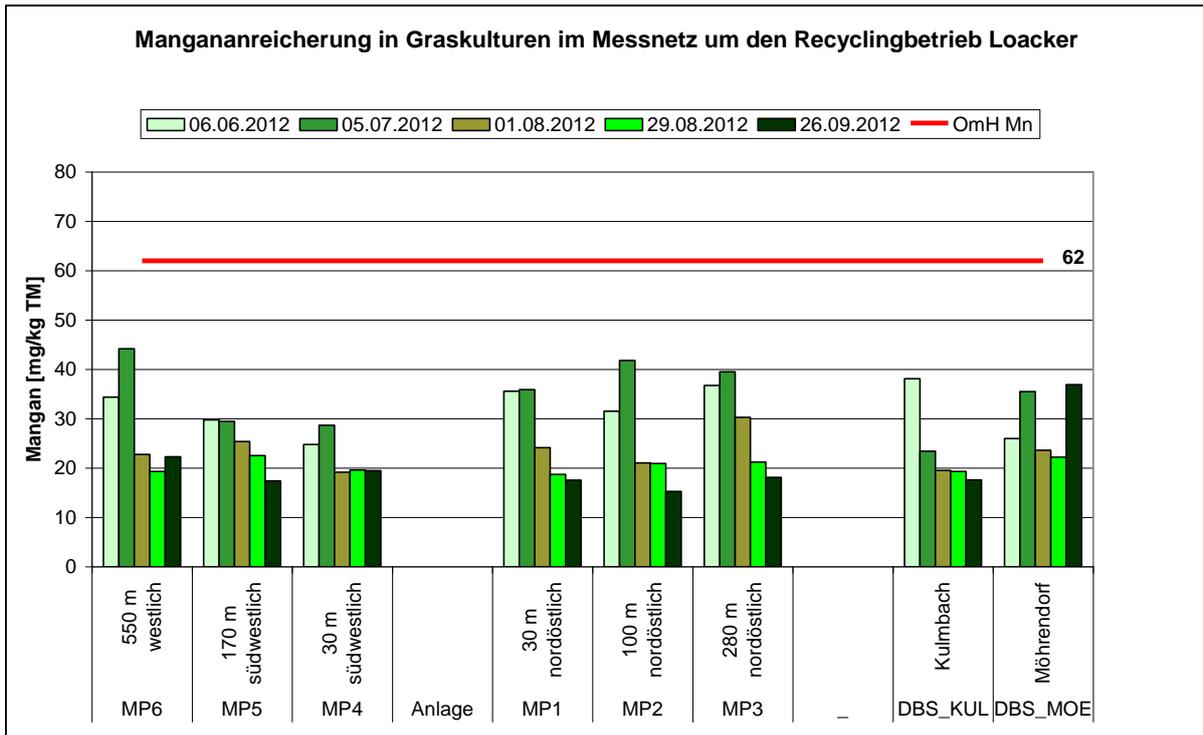


Abb. 28: Mangananreicherung in Graskulturen im Biomonitormessnetz um Locker

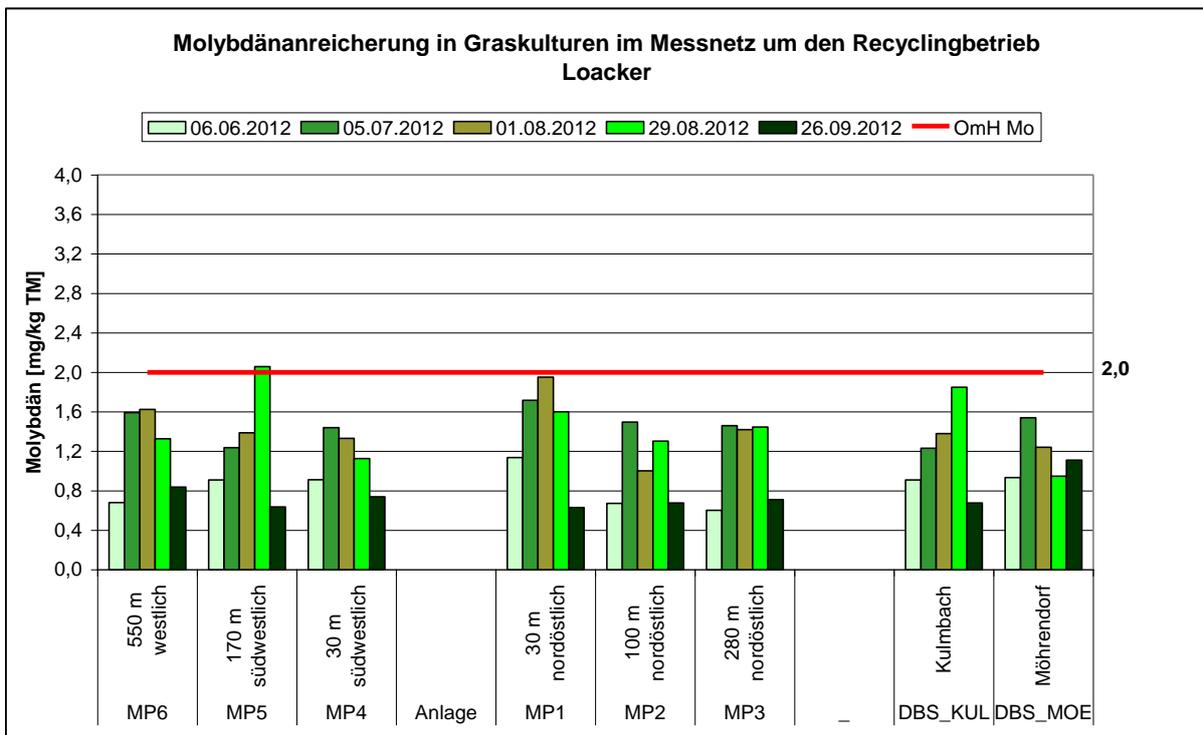


Abb. 29: Molybdänanreicherung in Graskulturen im Biomonitormessnetz um Locker

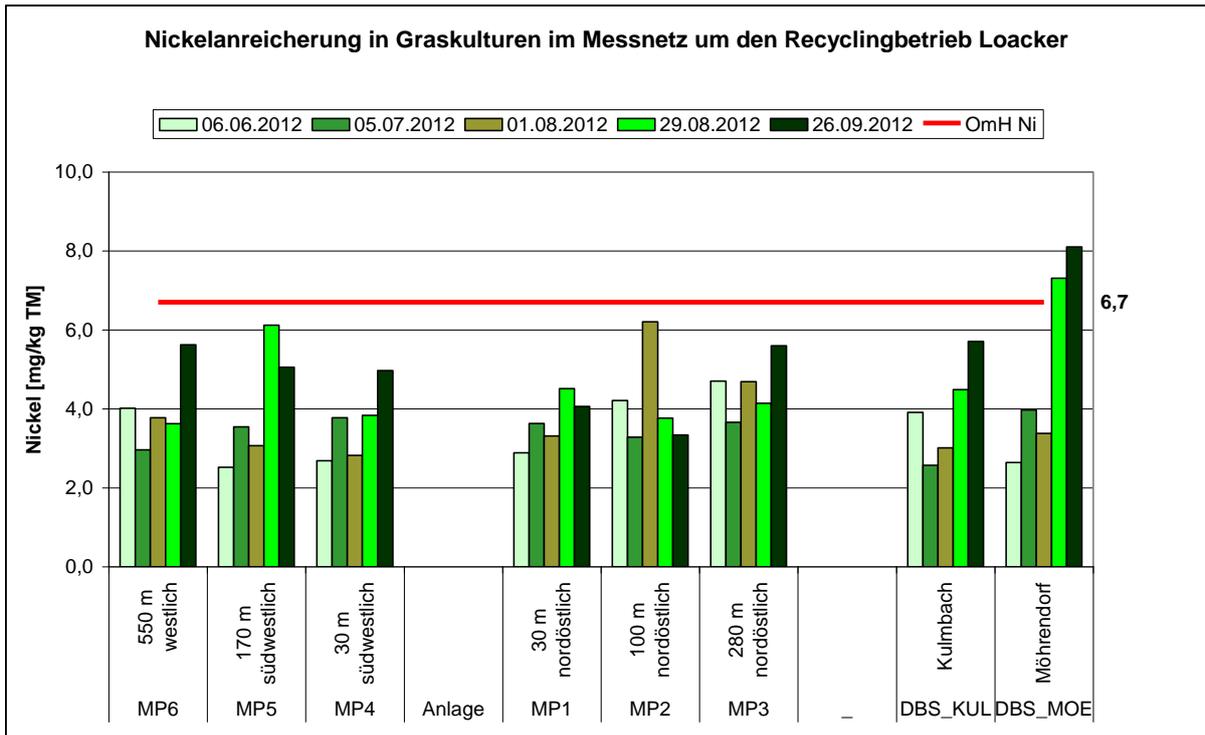


Abb. 30: Nickelanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

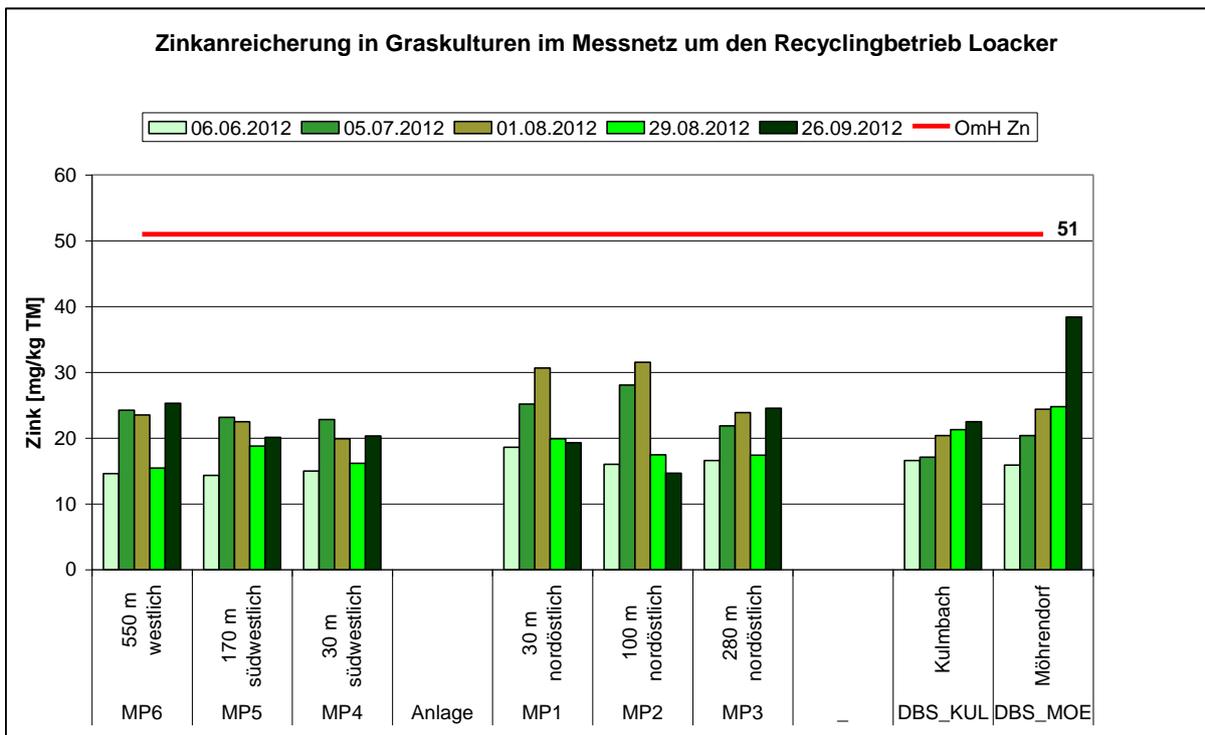


Abb. 31: Zinkanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

Metalle, für die es keine Orientierungswerte aus Hintergrundstationen gibt

Für die Bewertung der nachfolgenden Metalle stehen keine OmH zur Verfügung, sie können aber anhand der Hintergrundergebnisse der DBS eingeordnet werden.

Die **Titan**anreicherung ist in den Graskulturen der ersten beiden Untersuchungsserien im Umfeld des Betriebs etwas höher als an den DBS, fällt aber danach wieder auf das Niveau des Hintergrunds zurück (Abb. 32). Bei **Antimon** (Abb. 33) ist der MP1 und bei **Zinn** (Abb. 34) der MP 1, deutlich schwächer die MP 2 und 4 über die Stoffgehalte im Hintergrund erhöht. Dies deutet auf eine betriebsbedingte Immission hin. **Aluminium**- (Abb. 35) und **Urangehalte** (Abb. 36) befinden sich auf dem Niveau der Hintergrundstandorte. **Chrom** (Abb. 37) und **Niob** (Abb. 38) sind nur in einzelnen Serien über der Bestimmungsgrenze nachweisbar. Hier ist keine aussagekräftige Bewertung möglich.

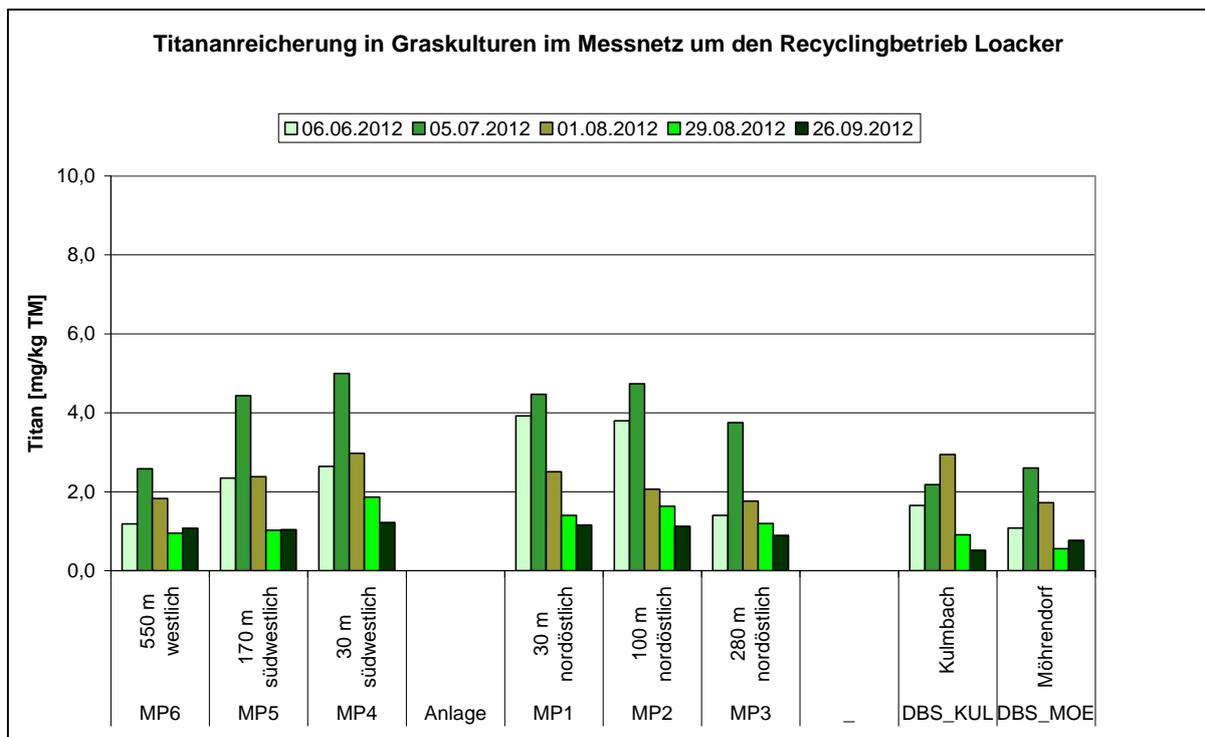


Abb. 32: Titananreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Lockerer

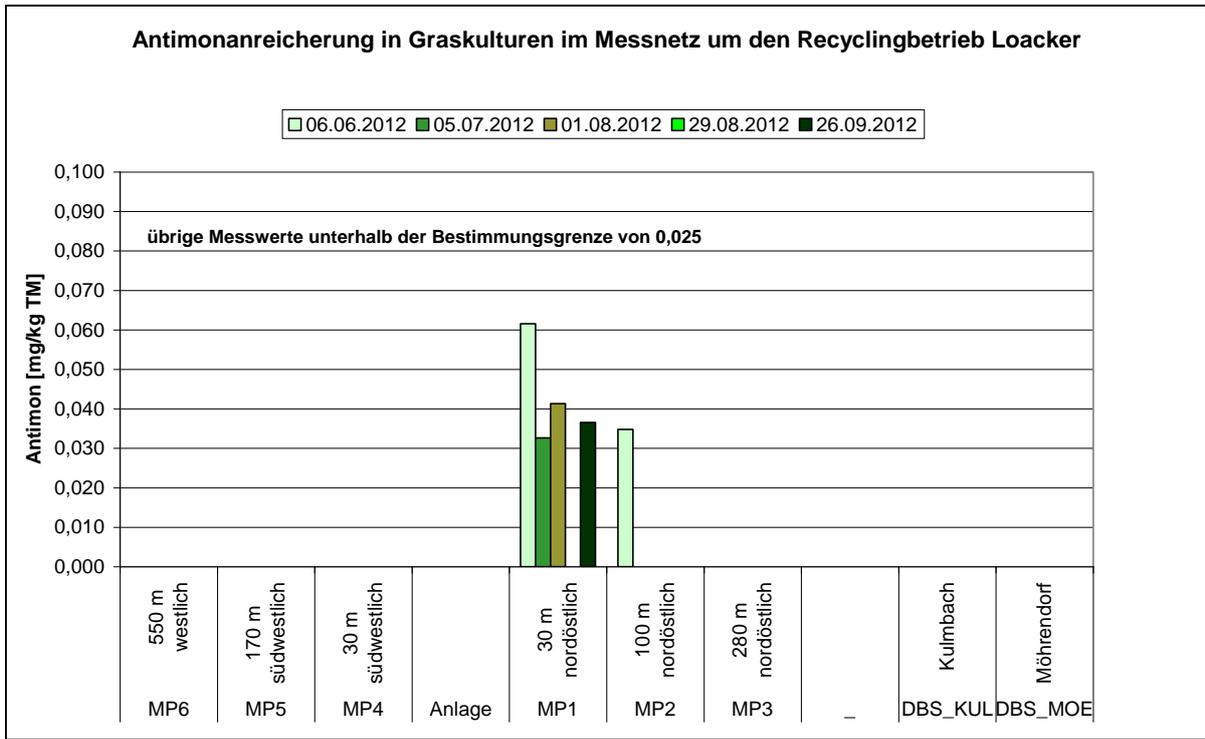


Abb. 33: Antimonanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

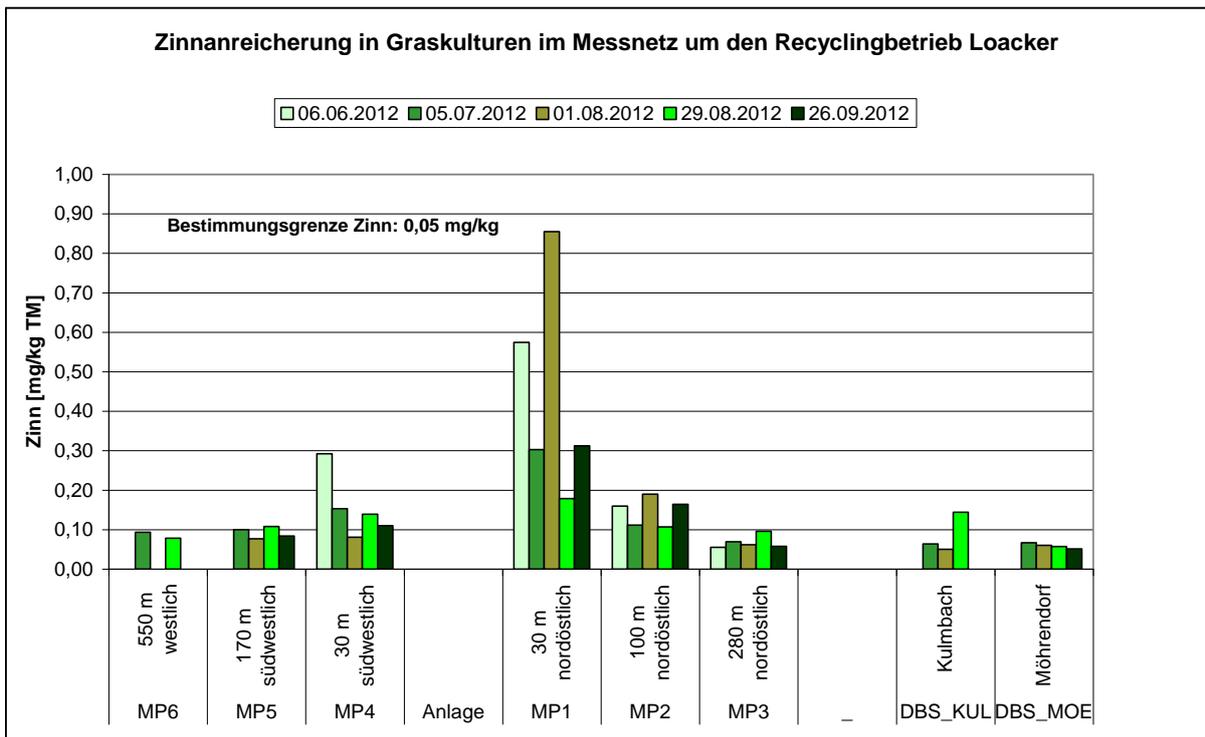


Abb. 34: Zinnanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

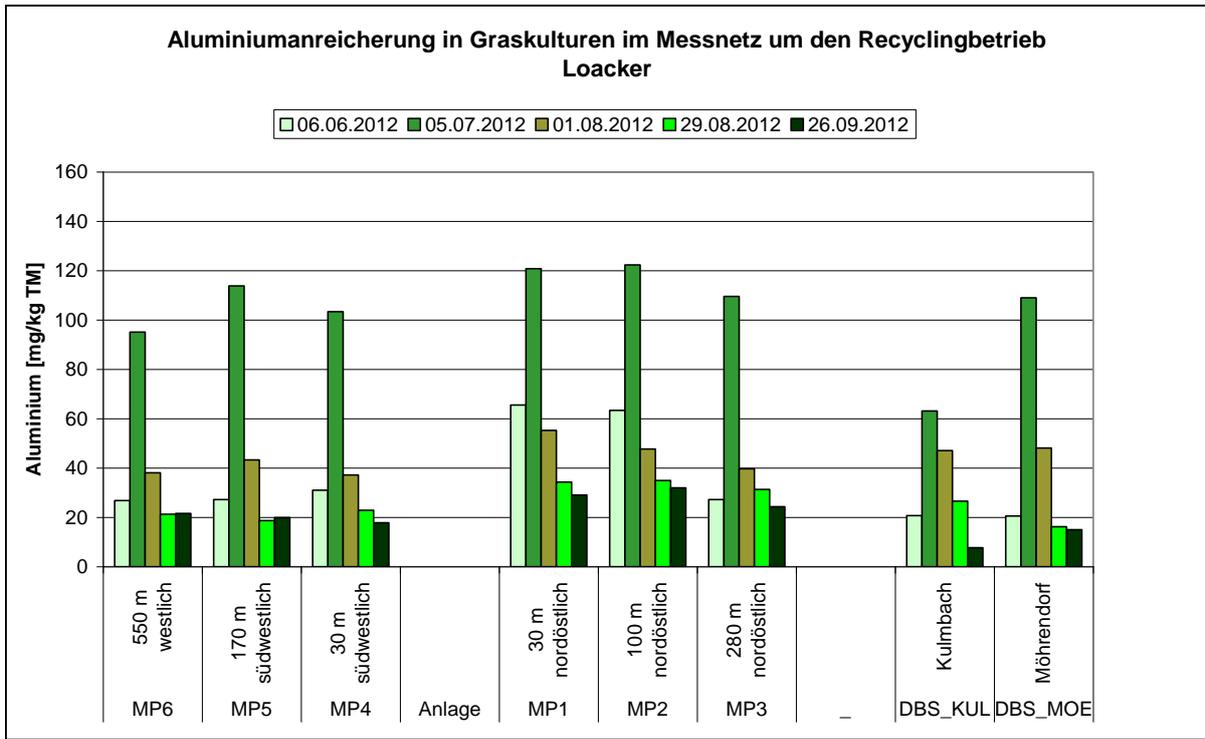


Abb. 35: Aluminiumanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

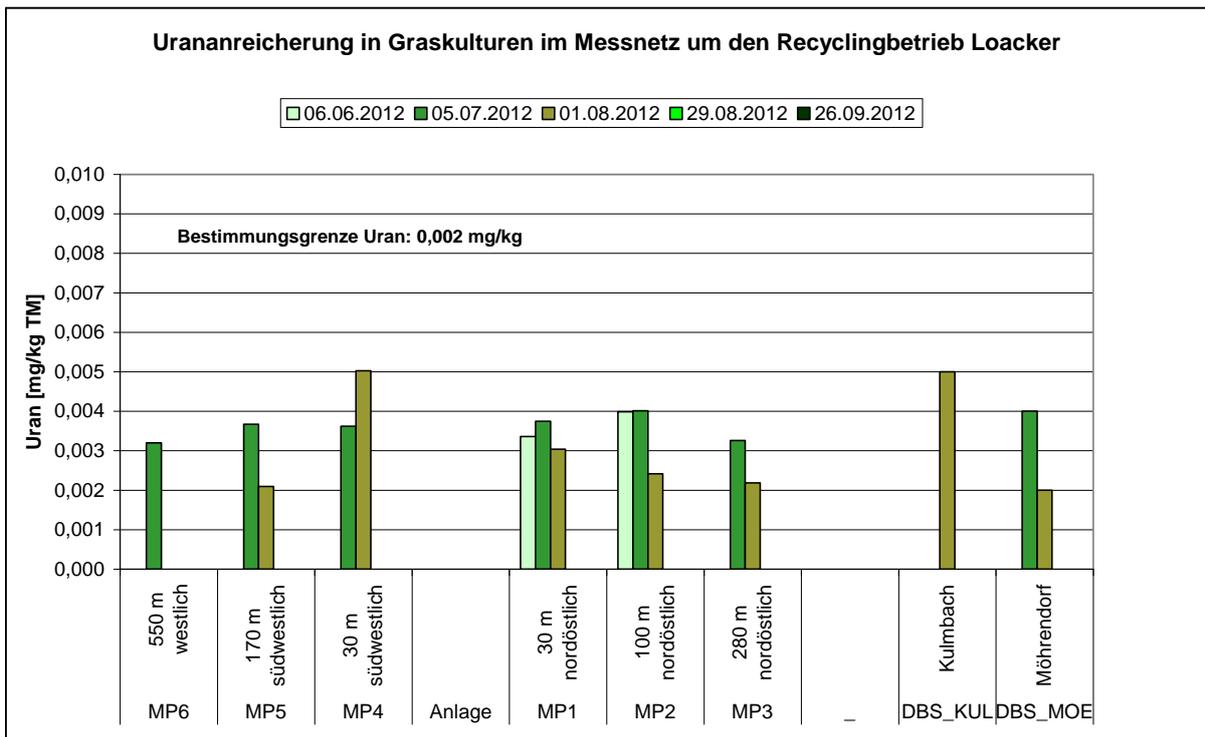


Abb. 36: Urananreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Locker

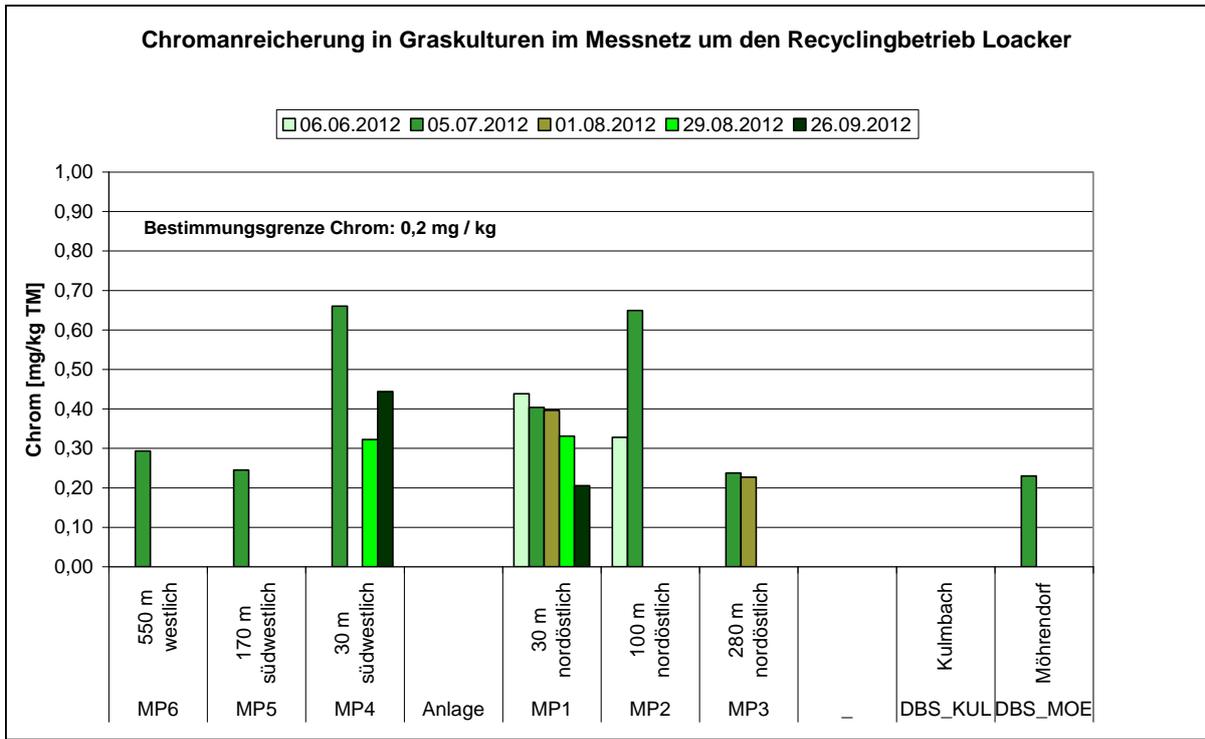


Abb. 37: Chromanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Loader

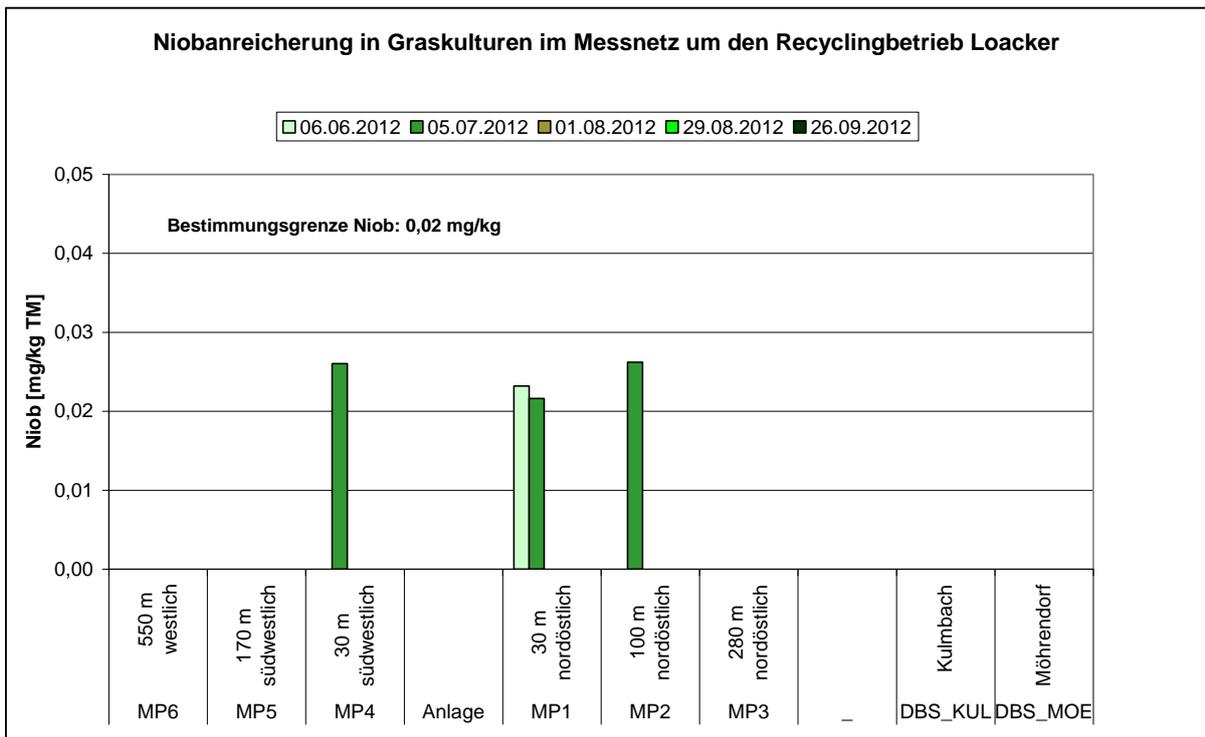


Abb. 38: Niobanreicherung in Graskulturen im Biomonitoringmessnetz um Loader

Anlage (Messergebnisse)

Messergebnisse der polychlorierten Dibenzo(p)dioxine/-furane (PCDD/F) und der dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle (dl-PCB) in Graskulturen von 10.5. bis 26.9.2012 bezogen auf Trockensubstanz:

Probenahmeort	auf Trockensubstanz (TS) bezogen									209_KUL DBS Kulmbach	210_MOE DBS Möhrendorf
	MP6 550 m westlich	MP5 170 m südwestlich	MP4 30 m südwestlich	Anlage	MP1 30 m nordöstlich	MP2 100 m nordöstlich	MP3 280 m nordöstlich	-			
PCB-WHO-TEQ (2005) inkl. BG (ng/kg)	Serie 1-dl PCB	0,084	0,147	0,394		0,444	0,234	0,096		0,081	0,085
	Serie 2-dl PCB	0,110	0,180	0,411		0,497	0,309	0,139		0,124	0,143
	Serie 3-dl PCB	0,163	0,213	0,432		0,617	0,294	0,168		0,147	0,120
	Serie 4-dl PCB	0,146	0,187	0,428		0,539	0,293	0,143		0,136	0,145
	Serie 5-dl PCB	0,098	0,115	0,244		0,344	0,176	0,118		0,071	0,086
PCDD/F-WHO-TEQ (2005) inkl. BG (ng/kg)	Serie 1-PCDD/F	0,100	0,096	0,126		0,126	0,135	0,113		0,061	0,055
	Serie 2-PCDD/F	0,129	0,076	0,081		0,079	0,112	0,086		0,118	0,074
	Serie 3-PCDD/F	0,076	0,086	0,089		0,118	0,099	0,090		0,078	0,074
	Serie 4-PCDD/F	0,119	0,089	0,135		0,112	0,091	0,179		0,060	0,089
	Serie 5-PCDD/F	0,159	0,116	0,168		0,253	0,270	0,189		0,085	0,082
Gesamt-WHO-TEQ (2005) inkl. BG (ng/kg)	Serie 1 Summe P	0,184	0,243	0,519		0,570	0,369	0,209		0,142	0,140
	Serie 2 Summe P	0,238	0,256	0,492		0,576	0,421	0,224		0,242	0,218
	Serie 3 Summe P	0,240	0,299	0,522		0,735	0,393	0,258		0,225	0,194
	Serie 4 Summe P	0,265	0,276	0,563		0,651	0,384	0,321		0,196	0,234
	Serie 5 Summe P	0,257	0,230	0,412		0,597	0,446	0,307		0,156	0,168

Messergebnisse der Summe aus sechs Kongeneren der polychlorierten Biphenyle (Indikator-PCB) in Graskulturen von 10.5. bis 26.9.2012 bezogen auf Trockensubstanz:

Probenahmeort	auf Trockensubstanz (TS) bezogen									209_KUL DBS Kulmbach	210_MOE DBS Möhrendorf
	MP6 550 m westlich	MP5 170 m südwestlich	MP4 30 m südwestlich	Anlage	MP1 30 m nordöstlich	MP2 100 m nordöstlich	MP3 280 m nordöstlich	-			
Indikator-PCB inkl. BG (µg/kg)	Serie 1-PCB	0,597	0,774	1,56		2,31	1,08	0,541		0,540	0,518
	Serie 2-PCB	0,713	0,875	2,19		2,30	1,34	0,758		0,720	0,809
	Serie 3-PCB	0,898	1,03	2,28		3,31	1,56	0,867		0,783	0,801
	Serie 4-PCB	0,720	0,880	1,64		3,06	1,38	0,833		0,790	0,000
	Serie 5-PCB	0,668	0,762	1,72		2,21	1,09	0,728		0,471	0,597

Messergebnisse der polychlorierten Dibenzo(p)dioxine/-furane (PCDD/F) und der dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle (dl-PCB) in Graskulturen von 10.5. bis 26.9.2012 bezogen auf Frischsubstanz:

Probenahmeort LIMS-Nr.	auf Originalsubstanz (OS) bezogen									209_KUL DBS Kulmbach	210_MOE DBS Möhrendorf
	MP6 550 m westlich 120101_06	MP5 170 m südwestlich 120101_05	MP4 30 m südwestlich 120101_04	Anlage	MP1 30 m nordöstlich 120101_01	MP2 100 m nordöstlich 120101_02	MP3 280 m nordöstlich 120101_03	-			
(2005) inkl. BG (ng/kg)	Serie 1-dl PCB	0,016	0,028	0,076		0,073	0,045	0,023		0,013	0,013
	Serie 2-dl PCB	0,018	0,038	0,100		0,108	0,053	0,027		0,024	0,026
	Serie 3-dl PCB	0,028	0,043	0,107		0,135	0,054	0,034		0,037	0,022
	Serie 4-dl PCB	0,027	0,033	0,091		0,114	0,065	0,028		0,024	0,025
	Serie 5-dl PCB	0,013	0,017	0,042		0,061	0,034	0,021		0,013	0,013
PCDD/F-WHO-TEQ (2005) inkl. BG (ng/kg)	Serie 1-PCDD/F	0,019	0,018	0,024		0,021	0,026	0,028		0,010	0,008
	Serie 2-PCDD/F	0,021	0,016	0,020		0,017	0,019	0,017		0,023	0,014
	Serie 3-PCDD/F	0,013	0,017	0,022		0,026	0,018	0,018		0,020	0,014
	Serie 4-PCDD/F	0,022	0,016	0,029		0,024	0,020	0,035		0,011	0,016
	Serie 5-PCDD/F	0,021	0,017	0,029		0,045	0,053	0,034		0,015	0,012
Gesamt-WHO-TEQ (2005) inkl. BG (ng/kg)	Serie 1	0,034	0,046	0,101		0,094	0,072	0,051		0,022	0,021
	Serie 2	0,039	0,054	0,120		0,126	0,072	0,044		0,048	0,040
	Serie 3	0,041	0,061	0,129		0,161	0,072	0,052		0,057	0,036
	Serie 4	0,049	0,049	0,120		0,138	0,085	0,063		0,035	0,041
	Serie 5	0,034	0,034	0,071		0,106	0,087	0,055		0,028	0,025

Messergebnisse der polybromierten Dibenzo(p)dioxine/-furane (PBDD/F) in Graskulturen von 10.5. bis 26.9.2012 bezogen auf Trockensubstanz:

Probenahmeort	auf Trockensubstanz (TS) bezogen									209_KUL	210_MOE
	MP6	MP5	MP4	Anlage	MP1	MP2	MP3				
	550 m westlich	170 m südwestlich	30 m südwestlich		30 m nordöstlich	100 m nordöstlich	280 m nordöstlich				
								DBS	DBS		
								Kulmbach	Möhrendorf		
2. Serie I-TEQ 17 PBDD/F exkl. BG		0,05	0,11	0,30		1,51	0,21	0,10			
2. Serie I-TEQ 17 PBDD/F inkl. 1/2 BG		0,39	0,44	0,61		1,73	0,54	0,42			
2. Serie I-TEQ 17 PBDD/F inkl. voller BG		0,73	0,77	0,93		1,95	0,87	0,73			
3. Serie I-TEQ 17 PBDD/F exkl. BG		0,02	0,06	0,36		1,38	0,34	0,08		0,02	0,03
3. Serie I-TEQ 17 PBDD/F inkl. 1/2 BG		0,36	0,40	0,69		1,64	0,67	0,41		0,36	0,37
3. Serie I-TEQ 17 PBDD/F inkl. voller BG		0,71	0,74	1,01		1,89	1,00	0,74		0,70	0,71
4. Serie I-TEQ 17 PBDD/F exklusive BG		0,01	0,02	0,10		0,55	0,12	0,02		0,01	
4. Serie I-TEQ 17 PBDD/F inklusive 1/2 BG		0,35	0,36	0,43		0,81	0,45	0,37		0,35	
4. Serie I-TEQ 17 PBDD/F inklusive voller BG		0,69	0,70	0,76		1,08	0,78	0,71		0,69	
5. Serie I-TEQ 17 PBDD/F exklusive BG		0,02	0,10	0,45		0,76	0,18	0,03		0,02	0,01
5. Serie I-TEQ 17 PBDD/F inklusive 1/2 BG		0,36	0,42	0,70		1,00	0,51	0,37		0,36	0,35
5. Serie I-TEQ 17 PBDD/F inklusive voller BG		0,70	0,74	0,96		1,25	0,83	0,71		0,70	0,69

Messergebnisse der polybromierten Diphenylether (PBDE) in Graskulturen von 10.5. bis 26.9.2012 bezogen auf Trockensubstanz:

Probenahmeort	MP6	MP5	MP4	Anlage	MP1	MP2	MP3	209_KUL	210_MOE
	550 m westlich	170 m südwestlich	30 m südwestlich		30 m nordöstlich	100 m nordöstlich	280 m nordöstlich	DBS	DBS
	westlich	südwestlich	südwestlich		nordöstlich	nordöstlich	nordöstlich	Kulmbach	Möhrendorf
LIMS-Nr.	120101_06	120101_05	120101_04		120101_01	120101_02	120101_03	120020_04	120020_05
	[µg/kg TS]	[µg/kg TS]	[µg/kg TS]		[µg/kg TS]	[µg/kg TS]	[µg/kg TS]	[µg/kg TS]	[µg/kg TS]
Summe 8 Kongenere									
Serie 1-PBDE	0,465	0,540	2,84		7,64	2,86	0,719	0,743	0,863
Serie 2-PBDE	0,832	1,03	2,70		7,32	1,88	0,364	0,077	0,197
Serie 3-PBDE	-	0,529	1,90		10,78	2,51	0,713	0,188	0,541
Serie 4-PBDE	0,308	0,556	0,918		4,384	1,196	0,311	0,027	
Serie 5-PBDE	0,085	0,981	2,97		0,113	0,065	0,460	0,069	0,180

Messergebnisse der polychlorierten Dibenzo(p)dioxine/-furane (PCDD/F) und der dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle (dl-PCB) in Grünkohl von bis 26.9. bis 21.11.2012 bezogen auf Trockensubstanz:

Probenahmeort	auf Trockensubstanz (TS) bezogen									209_KUL	210_MOE
	MP6	MP5	MP4	Anlage	MP1	MP2	MP3				
	550 m westlich	170 m südwestlich	30 m südwestlich		30 m nordöstlich	100 m nordöstlich	280 m nordöstlich				
								Kulmbach	Möhrendorf		
PCB-WHO-TEQ (2005) inkl. BG (ng/kg)	Grünkohl-dl PCB	0,159	0,153	0,277		0,232	0,286	0,194		0,080	0,079
PCDD/F-WHO-TEQ (2005) inkl. BG (ng/kg)	Grünkohl-PCDD/F	0,533	0,433	0,457		0,440	0,497	0,546		0,263	0,230
Gesamt-WHO-TEQ (2005) inkl. BG (ng/kg)	Grünkohl Summe PCB	0,692	0,586	0,735		0,672	0,783	0,740		0,343	0,309

Messergebnisse der Summe aus sechs Kongenere der polychlorierten Biphenyle (Indikator-PCB) in Graskulturen Grünkohl von bis 26.9. bis 21.11.2012 bezogen auf Trockensubstanz:

Probenahmeort	auf Trockensubstanz (TS) bezogen									209_KUL	210_MOE
	MP6	MP5	MP4	Anlage	MP1	MP2	MP3				
	550 m westlich	170 m südwestlich	30 m südwestlich		30 m nordöstlich	100 m nordöstlich	280 m nordöstlich				
								Kulmbach	Möhrendorf		
Indikator-PCB inkl. BG (µg/kg)	Grünkohl-PCB	2,10	1,83	4,34		3,20	3,10	2,34		1,27	1,54

Messergebnisse der polychlorierten Dibenzo(p)dioxine/-furane (PCDD/F) und der dioxinähnlichen polychlorierten Biphenyle (dl-PCB) in Grünkohl von bis 26.9. bis 21.11.2012 bezogen auf Frischsubstanz:

Probenahmeort LIMS-Nr.	auf Originalsubstanz (OS) bezogen									209_KUL DBS Kulmbach 120020_04	210_MOE DBS Möhrendorf 120020_05
	MP6 550 m westlich 120101_06	MP5 170 m südwestlich 120101_05	MP4 30 m südwestlich 120101_04	Anlage	MP1 30 m nordöstlich 120101_01	MP2 100 m nordöstlich 120101_02	MP3 280 m nordöstlich 120101_03				
(2005) inkl. BG (ng/kg)	Grünkohl-dl PCB	0,027	0,026	0,049		0,042	0,051	0,037		0,015	0,013
PCDD/F-WHO-TEQ (2005) inkl. BG (ng/kg)	Grünkohl-PCDD/F	0,091	0,075	0,080		0,079	0,089	0,103		0,048	0,038
Gesamt-WHO-TEQ (2005) inkl. BG (ng/kg)	Grünkohl Summe dl	0,118	0,101	0,129		0,121	0,141	0,140		0,063	0,051

Messergebnisse der polybromierten Diphenylether (PBDE) in Grünkohl von bis 26.9. bis 21.11.2012 bezogen auf Trockensubstanz:

Probenahmeort LIMS-Nr.	MP6	MP5	MP4	Anlage	MP1	MP2	MP3	209_KUL	210_MOE
	550 m westlich 120102_06 [µg/kg TS]	170 m südwestlich 120102_05 [µg/kg TS]	30 m südwestlich 120102_04 [µg/kg TS]		30 m nordöstlich 120102_01 [µg/kg TS]	100 m nordöstlich 120102_02 [µg/kg TS]	280 m nordöstlich 120102_03 [µg/kg TS]	DBS Kulmbach 120021_04 [µg/kg TS]	DBS Möhrendorf 120021_05 [µg/kg TS]
Summe 8 Kongenere	Grünkohl-PBDE	1,22	1,72	9,71	3,53	1,47	0,981	0,057	0,307

Messergebnisse der Metallanreicherungen in Graskulturen von 10.5. bis 6.6.2012 bezogen auf Trockenmasse:

Parameter	Einheit	MP6	MP5	MP4	Anlage	MP1	MP2	MP3	DBS_KUL	DBS_MOE
		550 m westlich RECYC_LOA6	170 m südwestlich RECYC_LOA5	30 m südwestlich RECYC_LOA4		30 m nordöstlich RECYC_LOA1	100 m nordöstlich RECYC_LOA2	280 m nordöstlich RECYC_LOA3	Kulmbach	Möhrendorf
Endergebnisse, in mg/kg TM										
PN-Beginn		10.05.2012	10.05.2012	10.05.2012		10.05.2012	10.05.2012	10.05.2012		
PN-Ende		07.06.2012	06.06.2012	06.06.2012		06.06.2012	07.06.2012	07.06.2012	05.06.2012	05.06.2012
Al	mg/kg	26,8	27,2	31,0		65,5	63,4	27,2	20,7	20,6
As	mg/kg	0,163	0,150	0,160		0,188	0,155	0,158	0,201	0,169
Ba	mg/kg	4,76	6,25	7,04		8,39	6,04	4,51	6,37	7,93
Bi	mg/kg	< .007	< .007	< .007		0,010	< .007	< .007	< .007	< .007
Cd	mg/kg	0,021	0,027	0,025		0,048	0,030	0,022	0,024	0,022
Ce	mg/kg	0,041	0,043	0,051		0,092	0,074	0,035	0,027	0,030
Co	mg/kg	0,309	0,283	0,237		0,305	0,316	0,383	0,311	0,252
Cr	mg/kg	< .2	< .2	< .2		0,438	0,328	< .2	< .2	< .2
Cu	mg/kg	3,66	3,53	5,85		10,1	5,04	4,44	4,24	3,27
Fe	mg/kg	62,4	57,0	71,0		123	96,9	65,5	53,4	48,2
La	mg/kg	0,024	0,026	0,037		0,059	0,045	0,021	0,016	0,018
Mn	mg/kg	34,4	29,8	24,8		35,6	31,5	36,7	38,1	26,0
Mo	mg/kg	0,681	0,911	0,911		1,14	0,672	0,602	0,910	0,933
Nb	mg/kg	< .02	< .02	< .02		0,023	< .02	< .02	< .02	< .02
Ni	mg/kg	4,02	2,52	2,69		2,89	4,21	4,70	3,91	2,64
Pb	mg/kg	< .25	< .25	0,527		2,16	0,574	< .25	< .25	< .25
Sb	mg/kg	< .025	< .025	< .025		0,062	0,035	< .025	< .025	< .025
Sn	mg/kg	< .05	< .05	0,292		0,574	0,159	0,055	<0,05	<0,05
Ti	mg/kg	1,18	2,34	2,64		3,92	3,79	1,40	1,65	1,08
Tl	mg/kg	< .02	< .02	< .02		< .02	< .02	< .02	< .02	< .02
U	mg/kg	< .002	< .002	< .002		0,003	0,004	< .002	< .002	< .002
V	mg/kg	0,060	0,073	0,078		0,145	0,131	0,063	<0,05	<0,05
Zn	mg/kg	14,6	14,3	15,0		18,6	16,0	16,6	16,6	15,9
Hg	mg/kg	0,006	0,007	0,010		0,015	0,008	0,007	0,007	0,008

Messergebnisse der Metallanreicherungen in Graskulturen von 6.6. bis 5.7.2012 bezogen auf Trockenmasse:

		MP6 550 m westlich	MP5 170 m südwestlich	MP4 30 m südwestlich	Anlage	MP1 30 m nordöstlich	MP2 100 m nordöstlich	MP3 280 m nordöstlich	-	DBS_KUL Kulmbach	DBS_MOE Möhrendorf
		RECYC_LOA	RECYC_LOA5	RECYC_LOA4		RECYC_LOA1	RECYC_LOA2	RECYC_LOA3			
PN-Beginn		07.06.2012	06.06.2012	06.06.2012		06.06.2012	07.06.2012	07.06.2012			
PN-Ende		05.07.2012	04.07.2012	04.07.2012		04.07.2012	05.07.2012	04.07.2012		03.07.2012	03.07.2012
Parameter	Einheit	12	11	10		7	8	9			
Al	mg/kg	95,1	114	103		121	122	110		63	109
As	mg/kg	0,163	0,164	0,140		0,145	0,164	0,156		0,143	0,185
Ba	mg/kg	11,4	11,4	10,9		11,9	10,4	10,8		9,8	11,5
Bi	mg/kg	< .007	< .007	< .007		0,007	< .007	< .007		< .007	< .007
Cd	mg/kg	0,038	0,034	0,031		0,046	0,041	0,034		0,028	0,042
Ce	mg/kg	0,118	0,146	0,127		0,147	0,145	0,128		0,085	0,147
Co	mg/kg	0,226	0,256	0,278		0,287	0,284	0,274		0,201	0,306
Cr	mg/kg	0,293	0,245	0,660		0,404	0,649	0,238		<0,2	0,230
Cu	mg/kg	5,22	4,90	5,66		8,91	6,26	4,84		2,87	4,38
Fe	mg/kg	100	113	111		126	146	111		69	117
La	mg/kg	0,067	0,085	0,074		0,087	0,084	0,074		0,049	0,084
Mn	mg/kg	44,2	29,5	28,7		35,9	41,8	39,5		23,4	35,5
Mo	mg/kg	1,59	1,24	1,44		1,72	1,50	1,46		1,23	1,54
Nb	mg/kg	< .02	< .02	0,026		0,022	0,026	< .02		< .02	< .02
Ni	mg/kg	2,96	3,54	3,78		3,63	3,29	3,66		2,57	3,97
Pb	mg/kg	< .25	0,258	0,284		1,01	0,369	< .25		< .25	< .25
Sb	mg/kg	< .025	< .025	< .025		0,033	< .025	< .025		< .025	< .025
Sn	mg/kg	0,093	0,100	0,153		0,303	0,112	0,069		0,064	0,067
Ti	mg/kg	2,58	4,43	5,00		4,47	4,73	3,75		2,18	2,60
Tl	mg/kg	< .02	< .02	< .02		< .02	< .02	< .02		< .02	< .02
U	mg/kg	0,003	0,004	0,004		0,004	0,004	0,003		<0,002	0,004
V	mg/kg	0,164	0,188	0,190		0,208	0,216	0,182		0,106	0,180
Zn	mg/kg	24,3	23,2	22,8		25,2	28,1	21,9		17,1	20,4
Hg	mg/kg	0,010	0,009	0,010		0,012	0,011	0,009		0,007	0,010

Messergebnisse der Metallanreicherungen in Graskulturen von 5.7. bis 1.8.2012 bezogen auf Trockenmasse:

		MP6 550 m westlich	MP5 170 m südwestlich	MP4 30 m südwestlich	Anlage	MP1 30 m nordöstlich	MP2 100 m nordöstlich	MP3 280 m nordöstlich	-	DBS_KUL Kulmbach	DBS_MOE Möhrendorf
		RECYC_LOA	RECYC_LOA5	RECYC_LOA4		RECYC_LOA1	RECYC_LOA2	RECYC_LOA3			
PN-Beginn		04.07.2012	04.07.2012	04.07.2012		04.07.2012	04.07.2012	04.07.2012			
PN-Ende		01.08.2012	01.08.2012	01.08.2012		01.08.2012	01.08.2012	01.08.2012		31.07.2012	31.07.2012
Parameter	Einheit	18	17	16		13	14	15			
Al	mg/kg	38,1	43,3	37,2		55,2	47,7	39,7		47,1	48,1
As	mg/kg	0,195	0,153	0,153		0,198	0,205	0,154		0,173	0,192
Ba	mg/kg	10,4	10,0	6,77		11,2	8,65	6,23		7,24	6,90
Bi	mg/kg	< .007	< .007	< .007		0,011	< .007	< .007		< .007	< .007
Cd	mg/kg	0,034	0,029	0,031		0,091	0,034	0,029		0,036	0,027
Ce	mg/kg	0,074	0,059	0,055		0,071	0,055	0,047		0,051	0,052
Co	mg/kg	0,273	0,285	0,234		0,289	0,282	0,331		0,206	0,299
Cr	mg/kg	< .2	< .2	< .2		0,396	< .2	0,227		<0,2	<0,2
Cu	mg/kg	5,30	5,21	5,54		18,2	10,2	6,49		4,63	6,31
Fe	mg/kg	71,3	73,0	67,4		118	120	79,8		71,3	79,9
La	mg/kg	0,031	0,034	0,031		0,045	0,032	0,028		0,029	0,031
Mn	mg/kg	22,8	25,4	19,2		24,1	21,1	30,3		19,5	23,6
Mo	mg/kg	1,62	1,39	1,33		1,95	1,00	1,42		1,38	1,24
Nb	mg/kg	< .02	< .02	< .02		< .02	< .02	< .02		< .02	< .02
Ni	mg/kg	3,78	3,06	2,82		3,31	6,20	4,69		3,01	3,38
Pb	mg/kg	< .25	< .25	0,280		1,90	0,405	< .25		< .25	< .25
Sb	mg/kg	< .025	< .025	< .025		0,041	< .025	< .025		< .025	< .025
Sn	mg/kg	< .05	0,077	0,081		0,855	0,190	0,062		0,050	0,060
Ti	mg/kg	1,83	2,38	2,97		2,51	2,06	1,76		2,94	1,72
Tl	mg/kg	< .02	< .02	< .02		< .02	< .02	< .02		< .02	< .02
U	mg/kg	< .002	0,002	0,005		0,003	0,002	0,002		0,005	0,002
V	mg/kg	0,075	0,091	0,086		0,121	0,106	0,084		0,092	0,095
Zn	mg/kg	23,5	22,5	19,9		30,7	31,5	23,9		20,4	24,4
Hg	mg/kg	0,010	0,008	0,009		0,016	0,010	0,009		0,008	0,009

Messergebnisse der Metallanreicherungen in Graskulturen von 1.8. bis 29.8.2012 bezogen auf Trockenmasse:

		MP6 550 m westlich	MP5 170 m südwestlich	MP4 30 m südwestlich	Anlage	MP1 30 m nordöstlich	MP2 100 m nordöstlich	MP3 280 m nordöstlich	-	DBS_KUL Kulmbach	DBS_MOE Möhrendorf
		RECYC_LOA	RECYC_LOA5	RECYC_LOA4		RECYC_LOA1	RECYC_LOA2	RECYC_LOA3			
PN-Beginn		01.08.2012	01.08.2012	01.08.2012		01.08.2012	01.08.2012	01.08.2012			
PN-Ende		29.08.2012	29.08.2012	29.08.2012		29.08.2012	29.08.2012	29.08.2012		28.08.2012	28.08.2012
Parameter	Einheit	24	23	22		19	20	21			
Al	mg/kg	21,3	18,7	22,9		34,3	35,0	31,3		26,6	16,2
As	mg/kg	0,209	0,181	0,182		0,186	0,141	0,184		0,212	0,169
Ba	mg/kg	7,84	11,0	5,98		9,13	7,48	7,71		10,30	5,61
Bi	mg/kg	< .007	< .007	< .007		< .007	< .007	< .007		< .007	< .007
Cd	mg/kg	0,027	0,025	0,029		0,039	0,030	0,026		0,033	0,024
Ce	mg/kg	0,028	0,028	0,031		0,038	0,043	0,041		0,034	<0,02
Co	mg/kg	0,235	0,309	0,214		0,189	0,191	0,169		0,249	0,369
Cr	mg/kg	< .2	< .2	0,323		0,331	< .2	< .2		<0,2	<0,2
Cu	mg/kg	4,30	5,55	4,84		7,08	4,50	4,52		4,44	7,35
Fe	mg/kg	50,2	64,2	62,0		82,2	67,3	68,9		65,0	79,0
La	mg/kg	0,016	0,017	0,020		0,023	0,028	0,024		0,020	0,013
Mn	mg/kg	19,3	22,5	19,6		18,7	20,9	21,2		19,3	22,2
Mo	mg/kg	1,33	2,06	1,13		1,60	1,30	1,45		1,85	0,95
Nb	mg/kg	< .02	< .02	< .02		< .02	< .02	< .02		<0,02	<0,02
Ni	mg/kg	3,62	6,12	3,84		4,51	3,77	4,14		4,49	7,31
Pb	mg/kg	< .25	< .25	< .25		0,420	< .25	< .25		< .25	< .25
Sb	mg/kg	< .025	< .025	< .025		< .025	< .025	< .025		< .025	< .025
Sn	mg/kg	0,078	0,108	0,139		0,179	0,107	0,096		0,144	0,057
Ti	mg/kg	0,948	1,02	1,86		1,40	1,63	1,20		0,91	0,56
Tl	mg/kg	< .02	< .02	< .02		< .02	< .02	< .02		< .02	< .02
U	mg/kg	< .002	< .002	< .002		< .002	< .002	< .002		< .002	< .002
V	mg/kg	< .05	< .05	0,052		0,072	0,080	0,072		0,059	< .05
Zn	mg/kg	15,4	18,8	16,2		19,9	17,5	17,4		21,3	24,8
Hg	mg/kg	0,009	0,008	0,009		0,012	0,010	0,010		0,008	0,007

Messergebnisse der Metallanreicherungen in Graskulturen von 29.8. bis 26.9.2012 bezogen auf Trockenmasse:

		MP6 550 m westlich	MP5 170 m südwestlich	MP4 30 m südwestlich	Anlage	MP1 30 m nordöstlich	MP2 100 m nordöstlich	MP3 280 m nordöstlich	-	DBS_KUL Kulmbach	DBS_MOE Möhrendorf
		RECYC_LOA	RECYC_LOA5	RECYC_LOA4		RECYC_LOA1	RECYC_LOA2	RECYC_LOA3			
PN-Beginn		29.08.2012	29.08.2012	29.08.2012		29.08.2012	29.08.2012	29.08.2012			
PN-Ende		26.09.2012	26.09.2012	26.09.2012		26.09.2012	26.09.2012	26.09.2012		25.09.2012	25.09.2012
Parameter	Einheit	30	29	28		25	26	27			
Al	mg/kg	21,6	20,0	17,8		29,0	31,9	24,3		7,75	15
As	mg/kg	0,100	0,118	0,136		0,143	0,160	0,112		0,118	0,108
Ba	mg/kg	3,00	3,25	3,48		3,23	4,39	3,64		1,81	3,14
Bi	mg/kg	< .007	< .007	< .007		0,007	< .007	< .007		< .007	< .007
Cd	mg/kg	0,028	0,035	0,037		0,038	0,031	0,030		0,028	0,027
Ce	mg/kg	0,024	0,035	0,025		0,036	0,037	0,024		<0,02	<0,02
Co	mg/kg	0,296	0,335	0,305		0,253	0,209	0,276		0,289	0,533
Cr	mg/kg	< .2	< .2	0,444		0,205	< .2	< .2		< .2	< .2
Cu	mg/kg	7,75	6,06	8,76		12,8	6,47	6,83		5,89	11,9
Fe	mg/kg	80,6	65,3	87,2		83,7	70,6	83,0		62,1	107
La	mg/kg	0,014	0,021	0,016		0,024	0,023	0,015		<0,01	0,01
Mn	mg/kg	22,3	17,4	19,5		17,6	15,3	18,1		17,6	36,9
Mo	mg/kg	0,838	0,636	0,738		0,630	0,676	0,712		0,677	1,11
Nb	mg/kg	< .02	< .02	< .02		< .02	< .02	< .02		< .02	< .02
Ni	mg/kg	5,62	5,05	4,97		4,06	3,34	5,60		5,71	8,1
Pb	mg/kg	< .25	< .25	0,374		1,17	0,420	< .25		< .25	< .25
Sb	mg/kg	< .025	< .025	< .025		0,037	< .025	< .025		< .025	< .025
Sn	mg/kg	< .05	0,084	0,110		0,312	0,164	0,058		< .05	0,051
Ti	mg/kg	1,07	1,04	1,22		1,15	1,13	0,894		0,519	0,767
Tl	mg/kg	< .02	< .02	< .02		< .02	< .02	< .02		< .02	< .02
U	mg/kg	< .002	< .002	< .002		< .002	< .002	< .002		< .002	< .002
V	mg/kg	< .05	< .05	0,051		0,064	0,068	0,055		<0,05	<0,05
Zn	mg/kg	25,3	20,1	20,3		19,3	14,7	24,6		22,5	38,4
Hg	mg/kg	0,009	0,009	0,010		0,013	0,013	0,011		0,009	0,01