

Dioxine und dl-PCB in Fleisch von Rindern aus extensiver Haltung und in Böden der Weideflächen im Rahmen des Bundesweiten Überwachungsplans BÜp 2011 (1.9)

Berichtersteller: Frank Hartmann (Federführung)

Dr. Annegret Hembrock-Heger

Jörg Leisner-Saaber

Dorothea Sopczak

1 Veranlassung

Ergebnisse aus Untersuchungen von Rindfleisch in verschiedenen Bundesländern in den vergangenen Jahren haben gezeigt, dass selbst bei Tieren, die nicht in Bereichen bekannter Belastungsschwerpunkte gehalten wurden, Aktionsgrenzwerte und Höchstgehalte für Dioxine oder dioxinähnliche PCB (dl-PCB) überschritten sein können. Hierbei trugen überwiegend die erhöhten Gehalte an dl-PCB zur Überschreitung der Summengehalte bei.

In dem vom LANUV 2009 zur Ermittlung möglicher Ursachen für die erhöhten Gehalte in Fleisch- und Leberproben von Rindern und Schafen durchgeführten Programm „Dioxine und PCB in Böden, Pflanzen, Futter- und Lebensmitteln in Überschwemmungsgebieten in NRW 2009“ (Bericht vom 27.09.2010) wurden ebenfalls an einigen Standorten Überschreitungen der Höchstgehalte in Rindfleisch festgestellt. Ein direkter Zusammenhang zwischen den PCDD/F- und PCB-Gehalten in Böden und den Gehalten in Aufwuchs bzw. Futtermitteln und Lebensmitteln konnte jedoch nicht quantifiziert werden. Hinweise darauf, dass ein Transfer stattfindet, liegen jedoch vor.

Bei dem 2010 in Nordrhein-Westfalen durchgeführten Rindermonitoring wurden bei Rindfleisch aus konventioneller Haltung keine Höchstmengenüberschreitungen festgestellt. Bei Rindfleisch aus extensiver Haltung waren jedoch bei ca. einem Drittel der Proben die Höchstgehalte für die Summe an PCDD/F und dl-PCB überschritten. Diese Ergebnisse und die Ergebnisse aus anderen Bundesländern führten zu der Schlussfolgerung, dass es bei Rindfleisch aus extensiver Tierhaltung von Standorten, die nicht im Einflussbereich möglicher Kontaminationsquellen liegen, zu Überschreitungen insbesondere des Höchstgehalts für die Summe an PCDD/F und dl-PCB

kommen kann. Da die Datenlage, anders als bei Rindfleisch aus konventioneller Haltung, für eine abschließende Bewertung nicht ausreichend war, sollten im Rahmen des Bundesweiten Überwachungsplans in 2011 in Nordrhein-Westfalen 30 Fleischproben von Rindern aus extensiver Haltung untersucht werden. Mit Erlass VI-3-43.58.05 vom 12.05.2011 wurde das LANUV beauftragt, die 30 Rindfleischproben im Rahmen des Bundesweiten Überwachungsplans sowie zusätzlich die von den Flächen der erfassten Betriebe entnommenen Bodenproben auf ihre Gehalte an PCDD/F und PCB zu untersuchen.

2 Durchführung

Die Fachbereiche 81 und 32 des LANUV haben daher 2011 ein Untersuchungsprogramm zur Ermittlung und Bewertung der PCDD/F-, ndl-PCB- und dl-PCB-Gehalte von Böden und Rindfleisch in NRW in Zusammenarbeit mit den für die Überwachung zuständigen Behörden der Kreise und kreisfreien Städte durchgeführt. Die Auswahl der zu beteiligenden Kreisordnungsbehörden und der Betriebe erfolgte, wie im BÜp beschrieben, entsprechend den Kriterien für Monitoring-Projekte und nicht risikoorientiert, d.h. es wurde eine repräsentative Probenahme zur Datenerhebung für Expositionsabschätzungen angestrebt. Die Betriebe, bei denen Rindfleischproben entnommen werden sollten, wurden durch die am Untersuchungsprogramm beteiligten neun Kreisordnungsbehörden (Tab. 1) nach den für das BÜp vereinbarten Kriterien ausgewählt. Die Probenahme und Untersuchung erfolgten nach den Vorgaben des BÜp 2011-1.9, d.h. es wurde bei der Schlachtung ein Fleischteilstück von ca. 1 kg aus der Brustmuskulatur (Bug) entnommen. Die Proben wurden vom Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe (CVUA-MEL) untersucht. Die Untersuchung erfolgte nach Fettextraktion gem. der Verordnung (EG) Nr. 1883/2006 mittels hochauflösender Gaschromatografie-Massenspektrometrie-Verfahren (HRGC/HRMS).

Alle ausgewählten Standorte liegen nicht im Einflussbereich bekannter Dioxin- oder PCB-Quellen. Das Alter der untersuchten Tiere lag zum Zeitpunkt der Schlachtung zwischen 5 und 188 Monaten (Median: 27,5). Es wurden ausschließlich Tiere aus Mutterkuhhaltung herangezogen. Insgesamt wurden 30 Rindfleischproben entnommen.

Zur Ermittlung eines möglichen Einflusses der Dioxin- und PCB-Gehalte der Böden auf die Dioxin- und PCB-Gehalte in den Fleischproben wurden von jeweils der Fläche, auf der das Tier nach Angaben des Tierhalters überwiegend geweidet hatte, eine Bodenprobe entnommen. Die Entnahme der Bodenproben erfolgte durch FB 32 jeweils nach der Schlachtung der Tiere.

Tabelle1: Übersicht über die am Untersuchungsprogramm beteiligten Kreisordnungsbehörden und die Zahl der entnommenen Rindfleischproben

Kreisordnungsbehörde	Anzahl Rindfleischproben
Paderborn	3
Lippe	3
Borken	2
Warendorf	4
Hochsauerlandkreis	4
Siegen-Wittgenstein	4
Oberbergischer Kreis	2
Rheinisch-Bergischer Kreis	4
Städteregion Aachen	4

Da ein Teil der Rinder erst im November 2011 geschlachtet wurde, konnten bei diesen in 2011 leider keine Bodenproben mehr entnommen werden, so dass nur von 24 Standorten Bodenproben entnommen und untersucht wurden. Einem Standort (Bodenprobe Nr. 114) sind dabei zwei Rindfleischproben zuzuordnen.

Die Bodenproben wurden nach BBodSchV mittels Pürckhauer-Bohrstock als flächenrepräsentative Mischproben aus einer Entnahmetiefe 0 – 10 cm entnommen und anschließend im Labor der Fa. Eurofins in Hamburg gefriergetrocknet und homogenisiert. Die Siebfraktion < 2 mm wurde auf PCB, dl-PCB und PCDD/F untersucht. Die analytische Bestimmung der PCDD/F und PCB erfolgte in Anlehnung an die DIN/EN 1948 Blatt 2-4 mittels hochauflösender Gaschromatografie-Massenspektrometrie HRGC/MS).

3 Ergebnisse

3.1 Bewertung der Analyseergebnisse unter Berücksichtigung der Kongenere und der Toxizitätsäquivalente

Um eine für alle untersuchten Medien einheitliche Beurteilung sicherzustellen, wurde für PCDD/F und dl-PCB auf das übliche und im Rahmen von Risikobewertungen und Kontrollmaßnahmen eingeführte Konzept der **Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) der WHO von 1998** zurückgegriffen. Dies geschah deshalb, weil zum Zeitpunkt der Probenahme und des Inverkehrbringens des Fleisches die Lebensmittelhöchstgehalte der EU ebenfalls die TEF der WHO von 1998 (und noch nicht die neuen TEF der WHO von 2005) zur Grundlage haben (Verordnung (EG) Nr. 1831/2003). Bei der

Ermittlung der Toxizitätsäquivalente (TEQ) wurden für die Boden- und Lebensmittelproben jeweils die Gehalte aller TEF-bewährten Kongenere berücksichtigt. Bei Kongeneren mit Gehalten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurde bei der Berechnung des TEQ der Wert der Bestimmungsgrenze herangezogen (upper bound).

Da die Toxizitätsäquivalente sowohl für PCDD/F als auch für dl-PCB häufig stark von einzelnen Kongeneren bestimmt werden, ist deren alleinige Beurteilung insbesondere bei der Betrachtung von Wirkungszusammenhängen nicht ausreichend. Insbesondere bei weiterführenden Untersuchungen zum Schadstofftransfer kann es dabei durch die unterschiedliche Wichtung von Einzelstoffen zu erheblichen Fehleinschätzungen kommen. Zusätzlich wurden daher auch Transferbetrachtungen für die Kongenere durchgeführt.

Anlage 1 enthält eine Übersicht aller PCDD/F- und PCB-Ergebnisse bezogen auf Rindfleisch und Boden sowie die zusätzlich erhobenen Daten bei der Probenahme.

3.2 Fleisch

Da die Entnahme der Fleischproben in 2011 erfolgte, werden zur Beurteilung der Fleischproben die Höchstgehalte der Kontaminantenverordnung VO (EG) Nr. 1881/2006 herangezogen, die bis zum 31.12.2011 gültig waren.

In allen Fleischproben lagen die PCDD/F-Gehalte deutlich unterhalb des **Höchstgehalts** von 3,0 pg WHO₁₉₉₈-PCDD/F-TEQ /g Fett (Tabelle 2). Bei den Summengehalten von PCDD/F und dl-PCB überschritten fünf Proben gesichert den Höchstgehalt von 4,5 pg WHO₁₉₉₈-PCDD/F-PCB-TEQ /g Fett. Die Überschreitungen resultieren aus den erhöhten Gehalten an dl-PCB.

Die in der Empfehlung 2006/88/EG der Kommission vom 6. Februar 2006 zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und Lebensmitteln festgelegten **Auslösewerte** für Dioxine und dioxinähnliche PCB in Lebensmitteln wurden im Fall der PCDD/F-Gehalte nicht überschritten. Bei den Werten für dl-PCB lagen hingegen 28 Proben oberhalb des Auslösewertes von 1 pg/g Fett. Es sei darauf hingewiesen, dass bereits im September 2009 seitens der Bundesregierung eine Mitteilung zum Thema „Prüfung der EU-weiten Angemessenheit des EU-Auslösewertes für dioxin-ähnliche PCB in Rindfleisch“ an die Kommission der Europäischen Gemeinschaft gesandt wurde. Der Inhalt der Mitteilung wurde auf der EU-Expertensitzung „Persistente organische Verbindungen in Lebensmitteln“ am 21.09.2009 in Brüssel beraten. Der Vertreter der Kommission hat unter Berücksichtigung des von der EFSA vorläufig zusammengestellten Datenmaterials eingeräumt, dass der EU-Auslösewert für dioxinähnliche PCB in Rindfleisch in Höhe von 1 pg/g Fett EU-weit deutlich unter der Hintergrundbelastung von Rindfleisch mit dioxinähnlichen PCB liegt und daher EU-weit nicht angemessen ist. Das Bundesumweltministerium hat es vor diesem Hintergrund in das Ermessen der zuständigen Behörden und Unternehmen gestellt, Untersuchungen zur Ermittlung der Kontaminationsquelle und deren Beseitigung durch den Inverkehrbringer je nach regionaler Hintergrundbelastung bis auf Weiteres ab einer Kontamination von 2 pg/g Fett im Rindfleisch durchzu-

führen. Auf der 14. Sitzung der Arbeitsgruppe Fleisch- und Geflügelfleischhygiene und fachspezifische Fragen von Lebensmitteln tierischer Herkunft (AFFL) der Länderarbeitsgemeinschaft Verbraucherschutz am 24. und 25. November 2009 wurde ein entsprechender Beschluss festgelegt. Mit der Empfehlung 2011/516/EU der Kommission vom 23. August 2011 zur Reduzierung des Anteils von Dioxinen, Furanen und PCB in Futtermitteln und Lebensmitteln wurde die Empfehlung 2006/88/EG zum 01. Januar 2012 aufgehoben. Für Rindfleisch wird nun ein Auslösewert von 1,75 pg/g Fett festgelegt.

Einen Einfluss der Rasse, des Geschlechts, „wieviertes Kalb der Mutter“ und des Schlachttieralters auf die gefundenen Gehalte kann auf Grund der relativ hohen Zahl denkbarer Einflussfaktoren, der geringen Fallzahl und vergleichsweise geringen Streuung der Messwerte allein mit deskriptiven Methoden nicht abgeleitet werden (s. Anl. 1). Hier wird man die bundesweite Auswertung des BÜp abwarten müssen.

Tabelle 2: PCDD/F-, ndl und dl-PCB-Gehalte in Rindfleisch **bezogen auf WHO-TEQ(1998)**

WHO-TEQ (1998)	Höchstgehalte (gültig bis 31.12.2011)	Auslösewert	Median	Minimalwert	Maximalwert
PCDD/F [pg/g Fett]	3,0	1,5	0,8	0,5	1,6
dl-PCB [pg/g Fett]	-	1,0	2,9	0,6	7,5
PCDD/F-dl-PCB [pg/g Fett]	4,5		3,8	0,8	8,4
PCB ₆ [ng/g Fett]	-		14,8	3,0	46,1

Aus den zusätzlichen Angaben, die gemäß den Vorgaben des BÜp bei der Probenahme ermittelt werden sollten (Zufütterung mit zusätzlichen Futtermitteln, Absetzalter, Probe von Kalb oder Mutterkuh, Zeitraum des letzten Absetzens bis zur Schlachtung, Dauer der Weidehaltung im Jahr) können ebenfalls keine eindeutigen Erkenntnisse gewonnen werden (s. Anl. 1). Auch hier wird man die bundesweite Auswertung abwarten müssen, bis ggf. statistisch gesicherte Aussagen gemacht werden können.

Festgestellt werden kann, dass Höchstgehaltsüberschreitungen nur bei Kälbern und nicht bei den Muttertieren gefunden wurden.

Die Vermutung, dass vorwiegend ganzjährig draußen gehaltene Tiere hohe Summengehalte von PCDD/F und dl-PCB aufweisen, kann durch diese Ergebnisse nicht bestätigt werden. Die festgestellten Höchstgehaltsüberschreitungen betrafen Tiere mit einer Weidehaltungsdauer von 3, 6-7, 10 und 12 Monaten im Jahr. Ebenso gab

es sechs Tiere, mit ganzjähriger Weidehaltung, die keine Höchstgehaltsüberschreitungen aufwiesen.

Bei einer Umrechnung der gefundenen Gehalte auf die derzeit gültigen WHO-TEQ 2005 ist auf Grund geänderter TE-Faktoren mit durchschnittlich 10 – 15 % geringeren Werten zu rechnen. Bei der Festlegung der seit 01.01.2012 geltenden Höchstgehalte wurde dies berücksichtigt und die Höchstgehalte wurden entsprechend in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 abgesenkt.

3.3 Böden

In den Böden wurden insgesamt vergleichsweise geringe PCDD/F- und PCB-Gehalte festgestellt (Tabelle 3). Die PCDD/F-Gehalte liegen mit 1,4 – 7,1 ng PCDD/F-TEQ_{WHO1998}/kg TS (Median: 2,8 ng PCDD/F-TEQ_{WHO1998}/kg TS) im Bereich bzw. geringfügig unterhalb der für Grünlandstandorte in Gebieten mit überwiegend ländlicher Raumstruktur ermittelten Hintergrundwerte für PCDD/F von 5,5 ng I-TE/kg TS (Medianwert) bzw. 14,2 ng I-TE/kg TS (90. Perz.) (Landesumweltamt NRW, 2003).

Die in dieser Untersuchung für ndl-PCB ermittelten Konzentrationen von 0,7 – 8,6 µg PCB₆/kg TS (Median: 1,9 µg PCB₆/kg TS) liegen im Bereich der für Grünlandstandorte in Gebieten mit überwiegend ländlicher Raumstruktur ermittelten Hintergrundwerte von 2,9 µg PCB₆/kg TS (Medianwert) bzw. 7,2 µg PCB₆/kg TS (90. Perz.) (Landesumweltamt NRW, 2003).

Statistisch abgesicherte Hintergrundwerte für dl-PCB in Böden existieren zurzeit noch nicht. Die in dieser Untersuchung festgestellten Konzentrationen dieser Stoffgruppe liegen mit 0,3 – 1,9 ng PCB-TEQ_{WHO1998}/kg TS (Median: 0,5 ng PCB-TEQ_{WHO1998}/kg TS) aber auf einem Niveau, dass aus vergleichbaren Einzeluntersuchungen in ländlichen Gebieten bekannt ist.

Tabelle 3: PCDD/F-, ndl-PCB -und dl-PCB-Gehalte in Böden

	Median	Minimalwert	Maximalwert	Hintergrundwert* Median	Hintergrundwert* 90. Perzentil
PCDD/F [ng TEQ/kg TS]	2,8	1,4	7,1	5,5	14,2
PCB ₆ [µg/kg TS]	1,9	0,7	8,6	2,9	7,2
dl-PCB [ng TEQ/kg TS]	0,5	0,3	1,9	---	---

* Hintergrundwerte für Grünlandstandorte in Gebieten mit überwiegend ländlicher Raumstruktur (Landesumweltamt NRW, 2003)

Gefahrenbezogene Beurteilungswerte für Grünlandböden liegen für PCDD/F und dl-PCB nicht vor. An keinem Standort wird der Maßnahmenwert der BBodSchV von 200 µg/kg für die Summe der 6 ndl-PCB überschritten.

3.4 Auswertungen zur Ermittlung von Zusammenhängen zwischen PCDD/F- und PCB-Gehalten in Böden und Rindfleisch

In Abbildung 1 sind beispielhaft die Kongenerenverteilungen der Bodenproben 101 – 108 dargestellt. Die Bodenproben 109 – 124 weisen vergleichbare Verteilungen auf.

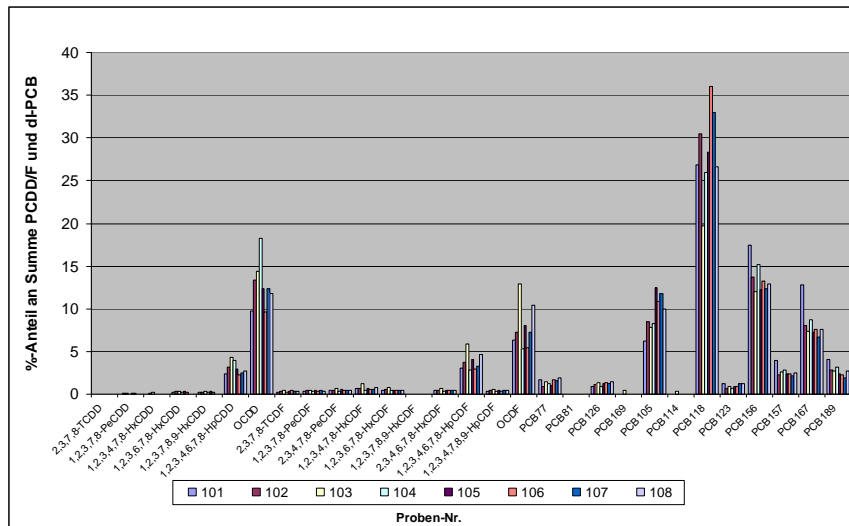


Abbildung 1: Prozentuale Verteilung der PCDD/F- und dl-PCB-Gehalte der Böden des Untersuchungsprogramms Rindermonitoring 2011 (Proben-Nr. 101 – 108)

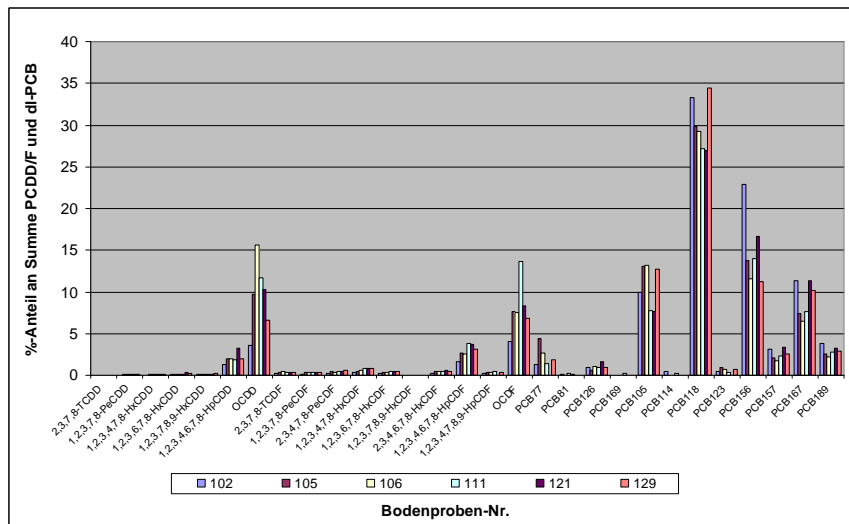


Abbildung 2: Prozentuale Verteilung der PCDD/F- und dl-PCB-Gehalte in Böden von Vergleichsstandorten im ländlichen Raum des Untersuchungsprogramms „Überschwemmungsgebiete 2009“

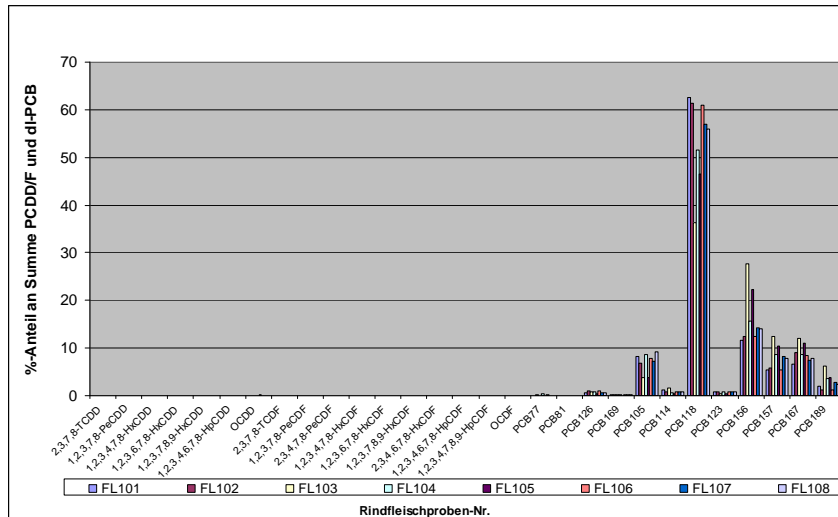


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der PCDD/F- und dl-PCB-Gehalte in Rindfleisch des Rindermonitorings 2011 (Proben FL 101 – FL 108)

Das Kongenerenmuster der im Rahmen des Rindermonitoring untersuchten Bodenproben stimmt gut mit dem Muster von Bodenproben aus anderen Untersuchungen in ländlichen Gebieten wie beispielsweise den Bodenproben von nicht überschwemmten Vergleichsstandorten aus dem Untersuchungsprogramm „PCDD/F und dl-PCB in Überschwemmungsgebieten in NRW 2009“ überein (Abbildung 2). Diese Kongenerenverteilung konnte auch in weiteren, deutlich höher belasteten Böden in Überschwemmungsbereichen nachgewiesen werden. Abweichungen von dieser Verteilung weisen i.d.R. auf eine spezifische Belastung hin.

Die Kongenerenverteilung der hier untersuchten Rindfleischproben (Abbildung 3) – dargestellt sind beispielhaft die Fleischproben, die den Bodenproben 101 bis 108 zugeordnet sind, die weiteren 22 Fleischproben weisen vergleichbare Verteilungen auf - zeigt auch eine gute Übereinstimmung mit der Kongenerenverteilung in Rindfleischproben aus anderen Untersuchungen. Auffällig sind die deutlich erhöhten Anteile an PCB in den Fleischproben verglichen mit den Bodenproben. Hinweise auf spezifische Belastungen sind auch hier nicht zu erkennen.

Die relativ hohen Anteile an dl-PCB in den Fleischproben spiegeln sich auch in den TEQ-Gehalten wieder: In den Bodenproben liegt der relative Anteil der dl-PCB am Gesamt-TEQ bei 10 – 27%. In den Rindfleischproben wurde dagegen ein dl-PCB-Anteil von 59 – 89% festgestellt. Die im Rindfleisch ermittelten Werte stimmen gut mit den von der European Food Safety Authority (EFSA) veröffentlichten Daten überein (EFSA, 2010).

Im Verlauf der Wirkungskette Boden – Rindfleisch kommt es auf Grund selektiver Anreicherungs Vorgänge und unterschiedlichen Verteilungs- und Akkumulationsprozessen zu Verschiebungen in der Kongenerenverteilung der Boden- und Fleischproben. Daher ist unter Gesichtspunkten der Wirkungsauflärung eine Betrachtung der Stoffe lediglich unter Berücksichtigung des TEF-Konzeptes nicht ausreichend.

Das ergibt sich auch aus den Abbildungen 4 und 5, in denen die PCDD/F-Gehalte und die dl-PCB-Gehalte als Summenwerte (TEQ) in Böden und Rindfleisch jeweils differenziert nach Rassen gegenübergestellt sind.

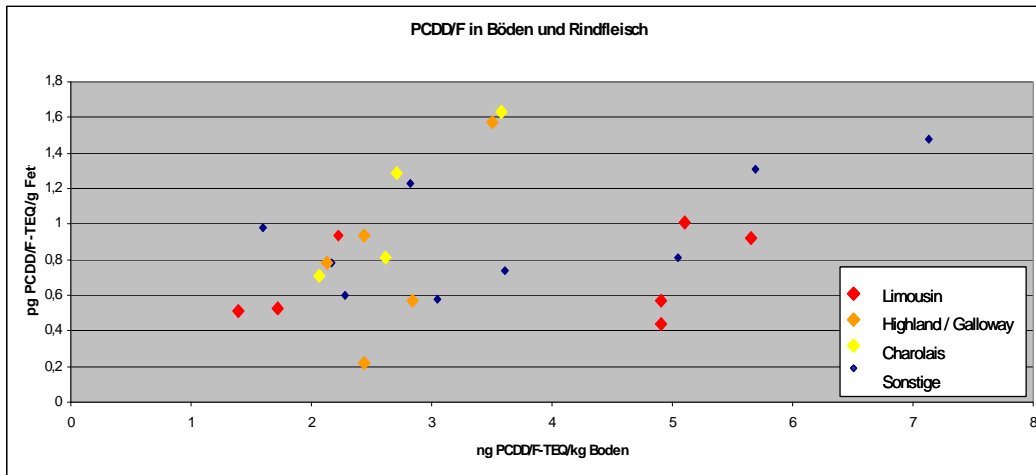


Abbildung 4: PCDD/F-Gehalte (TEQ) in Böden und Rindern der in 2011 untersuchten Standorte differenziert nach untersuchten Rinderrassen

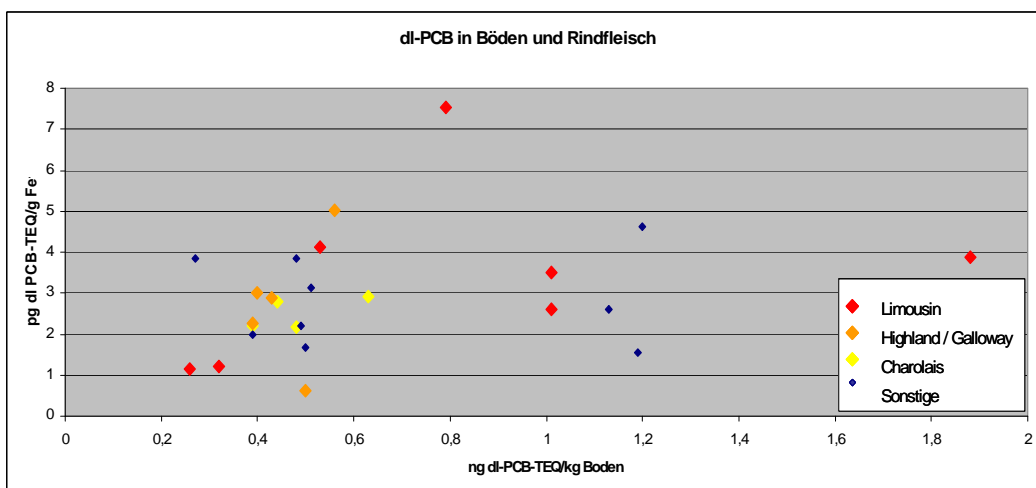


Abbildung 5: dl-PCB-Gehalte (TEQ) in Böden und Rindern der in 2011 untersuchten Standorte differenziert nach untersuchten Rinderrassen

Bei Betrachtung der TEQ-Summenwerte ist ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Schadstoffgehalten von Böden und Rindfleisch nicht unmittelbar abzuleiten. Unter Berücksichtigung der eingeschränkten Datenlage ist andererseits anhand der Darstellung jedoch auch nicht auszuschließen, dass die Bodengehalte differenzierte Einflüsse auf die PCB- und Dioxinkonzentrationen im Fleisch der untersuchten Rinder haben. Dem ist ggf. in weiteren Auswertungen nachzugehen.

Da das Niveau der Stoffkonzentrationen sowohl in Boden- als auch in Lebensmittelproben vergleichsweise niedrig ist und die Werte insgesamt eine nur geringfügige Streuung aufweisen, ist die Möglichkeit, statistisch gesicherte Zusammenhänge auf Basis dieser Untersuchung nachweisen zu können, wie bereits dargestellt, gering.

Um dennoch mögliche Transferbeziehungen zwischen Boden und Rindfleisch statistisch untersuchen und ggf. quantifizieren zu können, besteht die Möglichkeit, Ergebnisse der methodisch vergleichbaren Untersuchung von Boden- und Rindfleischproben aus einem Untersuchungsvorhaben des LANUV von 2009 in Überschwemmungsgebieten (Bericht vom 27.09.2010), in dem teilweise höhere Gehalte sowohl in Böden als auch in den Lebensmittelproben nachgewiesen wurden, in die Analyse einzuschließen.

Ergänzend zur Auswertung des im Fokus dieses Berichtes stehenden Untersuchungsprogrammes 2011 wurden deshalb für die nachfolgend durchgeführten Regressionsanalysen die Ergebnisse von den vier Standorten des Untersuchungsprogrammes aus 2009, an denen gleiche Untersuchungen in Böden und Rindfleisch durchgeführt wurden, mit einbezogen.

Die Datenauswertung zur Beschreibung des Schadstofftransfers Boden-Tier wurde in Anlehnung an die Vorgehensweise bei der Ableitung der Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV für den Pfad Boden-Pflanze in Form von einfachen Regressionsrechnungen durchgeführt. Als abhängige Variable wurde dabei der jeweilige Stoffgehalt im Fleisch und als unabhängige Variable die entsprechende Konzentration im Boden definiert. Dabei wurden die Daten grundsätzlich in logarithmierter Form verrechnet.

Die Ergebnisse der Regressionen zeigen ein Bild, das für die Stoffgruppen hinsichtlich der Güte der Zusammenhänge (r^2 und Signifikanzniveau) und des Grades bzw. der „Steilheit“ des Einflusses (Konstante und Boden-Koeffizient der berechneten Gleichung) differenziert zu betrachten ist. Die für die jeweiligen Kongenere errechneten Faktoren werden in Tabelle 1 des Anhangs 2 dargestellt.

Auf Grund der hohen Anzahl von Proben, in denen tri- und tetrachlorierte **PCB** analytisch nicht nachweisbar waren, sind Zusammenhänge zwischen Boden und Fleischgehalten für diese Stoffe mit Hilfe der beschriebenen Regressionsrechnungen nicht beschreibbar. Für penta- und hexachlorierte PCB sind hingegen häufig bei r^2 -Werten zwischen 0,2 und 0,4 erkennbare und signifikante Zusammenhänge zwischen Bodengehalten und Fleischgehalten der dort weidenden Rinder erkennbar. Dies gilt mit r^2 -Werten zwischen 0,5 und 0,7 noch deutlicher für tetra- bis hexachlorierte **Furane**, während für die **Dioxine** mit Ausnahme des 2378-TCDD und 12378-PCDD insgesamt nur schwache bis gar keine Einflüsse erkennbar sind.

Auf Grund der im Hinblick auf statistische Anforderungen als relativ gering zu bezeichnenden Anzahl auswertbarer Proben und der demgegenüber hohen Zahl möglicher Einflussfaktoren konnte eine Prüfung weiterer möglicherweise transferbestimmender Parameter durch multifaktorielle Regressionsrechnungen nicht systematisch durchgeführt werden. Allerdings ergaben sich nach Berücksichtigung unterschiedlicher Rinderrassen in einzelnen Fällen noch höhere Bestimmtheitsmaße als die oben genannten, diese unterschritten jedoch wegen der geringen Probenzahl zumeist das notwendige Signifikanzniveau.

Für die Stoffgruppen ndl-PCB, dl-PCB und PCDD/F gilt, dass ein Zusammenhang zwischen Boden- und Rindfleischgehalten anhand der Bestimmtheitsmaße für penta-

und hexachlorierte Kongenere am deutlichsten nachweisbar ist. Die geringere Sicherheit bei niedriger chlorierten Stoffen kann sowohl durch höhere Streuungen als auch durch die hohe Zahl von Proben, bei denen die Konzentration dieser Stoffe unterhalb der Nachweisgrenze liegt, verursacht sein.

Für die höhere Unsicherheit bei der Prognose des Transfers höher chlorierter Kongenere ist bei Dioxinen und Furanen jedoch vermutlich die Tatsache verantwortlich, dass bei diesen das Ausmaß des Transfers mit zunehmendem Chlorierungsgrad stark abnimmt. Dabei kann es für Einzelstoffe jedoch deutliche Abweichungen geben. Dies wird deutlich bei Betrachtung von Transferfaktoren, anhand derer die mengenmäßige Bedeutung des Schadstoffübergangs darstellbar ist (siehe Abbildungen 7-11 im Anhang 2). In Übereinstimmung mit vorhergehenden Untersuchungen wird anhand der Transferfaktoren auch deutlich, dass der Übergang von PCB vom Boden in das tierische Lebensmittel im Allgemeinen den der Dioxine und Furane bei gleichem Chlorierungsgrad weit überwiegt.

Die genannten Unterschiede im Transferverhalten werden unterstützt durch den Vergleich der ndl-PCB, dl-PCB und PCDD/F-Profile von Boden- und Fleischproben (Anhang 2, Abbildungen 1 bis 6). Dargestellt werden dort Relativgehalte einzelner Kongenere in beiden Medien. Bei Betrachtung der prozentualen Anteile aller untersuchter Einzelstoffe (Anhang 2, Abb. 1 und 2) wird deutlich, dass die PCB und hier insbesondere die Kongenere 180, 153 und 138 die Gesamtgehalte sowohl im Boden wie auch im Fleisch bestimmen. Allerdings fallen bei Betrachtung einzelner Stoffe auch Verschiebungen auf. Während im Boden Dioxine und Furane mit Prozentanteilen zwischen 5 und 10 % noch erkennbar sind, sind diese mengenmäßig in den Fleischproben nur von geringer Bedeutung.

Werden Relativanteile von Einzelstoffen auf Basis TEF-bewährter Stoffe – also der PCDD/F und dl-PCB - ausgedrückt, wird die Verschiebung der Profile hin zu höheren Anteilen an PCB im Fleisch noch deutlicher (Anhang 2, Abb. 3 und 4). Die verringerten Anteile der PCDD/F in den Fleischproben gehen mit prozentualen Erhöhungen der PCB, insbesondere des PCB 118, aber auch von PCB 157 und 114 einher.

Die besondere Problematik zur Bewertung von Fleischproben der hier untersuchten Rinder wird hinsichtlich der Anreicherung von PCB besonders deutlich, wenn die Stoffprofile aus den TEQ-Anteilen der Einzelkongenere am TEQ-Gesamtgehalt berechnet werden (Anhang 2, Abb. 5 und 6). In Verbindung mit den sehr unterschiedlichen und für die dl-PCB 169 und insbesondere PCB126 relativ hohen Toxizitätsäquivalenzfaktoren wird der TEQ-Gehalt der Fleischproben durch das PCB 126 stark dominiert, wohingegen dieses Kongener im Boden anteilig eine eher untergeordnete Rolle spielt.

4 Fazit

Die Ergebnisse dieses Untersuchungsprogramms mit dem Schwerpunkt der Untersuchung von Standorten in ländlichen Gebieten, d.h. außerhalb des Einflussbereichs möglicher PCDD/F- oder PCB-Quellen bestätigen die in anderen Untersuchungen ermittelten Ergebnisse. Fünf von 30 untersuchten Rindern zeigen Überschreitungen im Fleisch der in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgelegten Höchstgehalte für die Summe aus PCDD/F und dl-PCB. Die Überschreitungen der Höchstgehalte in den Fleischproben resultieren aus dem mit 59 – 89 % sehr hohem Anteil der dl-PCB am Gesamt- TEQ. Dies korrespondiert mit den Ergebnissen aus den Untersuchungen des LANUV 2009 in Überschwemmungsgebieten.

Aus den im Rahmen des BÜp erhobenen Kenndaten der Tiere wie Alter, Rasse, Dauer der Weidehaltung, Zufütterung etc. lassen sich wegen der geringen Fallzahl und der verschiedenen möglichen Kombinationen von Einflussfaktoren keine eindeutigen Rückschlüsse ziehen. Es bleibt abzuwarten, ob sich aus den bundesweit erhobenen und ausgewerteten Daten derartige Zusammenhänge deutlicher abzeichnen.

Die Böden der Flächen, auf denen diese Rinder geweidet haben, weisen insgesamt Konzentrationen im Bereich der ubiquitären Hintergrundbelastung im ländlichen Raum Nordrhein-Westfalens auf.

Es bestätigen sich mit den vorliegenden Untersuchungsergebnissen Hinweise aus vorangegangenen Untersuchungen des LANUV, wonach sowohl bei PCB als auch bei PCDD/F die vorhandenen Gehalte der Böden ursächlich mitverantwortlich für die entsprechenden Konzentrationen im Fleisch der auf diesen Flächen weidenden Rinder sind. Die zum Transfer Boden-(Pflanze-)Tier insgesamt vorliegenden Daten sind allerdings weiterhin nicht ausreichend, um daraus quantifizierbare Zusammenhänge und bodenbezogene Beurteilungsmaßstäbe ableiten zu können. Es ist aber festzustellen, dass es insbesondere bei PCB bereits bei relativ niedrigen Bodengehalten, wie sie in nicht spezifisch belasteten ländlichen Räumen Nordrhein-Westfalens häufig vorkommen, bei der extensiven Weidehaltung zu Überschreitungen von Höchstgehalten der EU-Kontaminantenverordnung im Rindfleisch kommen kann.

Zur Minimierung der Anreicherung von PCDD/F und PCB in der Lebensmittelkette sind für Betriebe mit extensiver Rinderhaltung weiterhin die 2011 vom LANUV erarbeiteten Handlungsempfehlungen (LANUV NRW, 2011) zu berücksichtigen. Die dort genannten Maßnahmen zielen insbesondere darauf ab, die Verschmutzung von Futtermitteln durch Bodenmaterial bzw. die Bodenaufnahme durch Weidetiere zu minimieren.

5 Literatur

Van den Berg, M. et al., WHO 1998 (1998): Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and Wildlife. Environmental Health Perspectives 106 (12), 775-791

Landesumweltamt NRW (2003): Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Oberböden Nordrhein-Westfalens. Auswertung aus dem Fachinformationssystem Stoffliche Bodenbelastung (FIS StoBo). http://www.lanuv.nrw.de/boden/bodenschutz/HGW_Internet_2003-3.pdf

EU- Kontaminantenverordnung (2006): Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006, Amtsblatt der Europäischen Union L/364

European Food Safety Authority EFSA (2010): Results of the monitoring of dioxin levels in food and feed. EFSA Journal 2010, 8 (3), 1385, doi:10.2903/j.efsa.2010.1385

LANUV NRW (2011)

http://www.lanuv.nrw.de/verbraucher/sicherheit/pdf/2011_06_01%20Handlungsempfehlung_Dioxin%20und%20PCB.pdf

Bundesweiter Überwachungsplan (BÜp) 2011: https://fis-vl.bund.de/Members/irc/fis-vl/fis-vl/library?l=/berwachung/verwaltungsvorschriften/berwachungsplan/bundesweiter_berwachungsplan_201_1&vm=detailed&sb=Title