



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Hochschule Neubrandenburg
Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften
Studiengang Lebensmitteltechnologie
Sommersemester 2021

Bachelorarbeit

Nachweis von Bleirückständen in Schwarzwild in Abhängigkeit der Jagdmunition

Verfasser: Carl Urbrock

Betreuer: Prof. Dr. rer. nat. Christine Wittmann
Prof. Dr. Marco Ebert

[urn:nbn:de:gbv:519-thesis2021-0011-5](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:519-thesis2021-0011-5)

Abgabetermin: 24.03.2021

Abstract

This work is about the detection of lead. Samples from two wild boars are to be analysed for their lead concentration. One of the wild boars was shot with a lead-containing and the other with a lead-free hunting bullet. The samples are finely cut up with a multi-shredder and then digested with concentrated acid in a microwave pressure digestion. They are then measured using graphite furnace atomic absorption spectroscopy. The measured values are recorded and evaluated in a programme. Consumption of meat with elevated lead content is not harmless for the end consumer and this meat should not be consumed in large quantities and over a long period of time. If consumed in excessive quantities, this may pose a risk to humans. In the results measured, elevated concentrations of lead were detected in the samples of the bullet containing lead. In all other samples, lead concentrations were detected, but these were in a very low range.

Verzeichnis der Verwendeten Symbole und Abkürzungen

Verwendete Symbole

%	Prozent
§	Paragraf

Verwendete Abkürzungen

GF-AAS	Graphitrohratomabsorptionsspektroskopie
WHO	Weltgesundheitsorganisation
BJagdG	Bundesjagdgesetz
LFGB	Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch
TMR	Teilmantelrundkopf
RWS	Rheinisch-Westfälischen Sprengstofffabriken
Pb	Blei
H ₂ O ₂	Wasserstoffperoxid
HNO ₃	Salpetersäure
EU	Europäische Union
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
ECHA	Europäische Chemikalienagentur

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Ziel der Arbeit	- 6 -
2.	Stand der Wissenschaft und Technik	- 7 -
2.1	Mikrowellendruckaufschluss	- 7 -
2.2	Graphitrohratomabsorptionsspektroskopie.....	- 9 -
3.	Blei	- 10 -
4.	Rechtliches	- 11 -
4.1	Jagdrecht.....	- 11 -
4.1.1	Allgemeines.....	- 11 -
4.1.2	Jagd- und Schonzeiten.....	- 12 -
4.1.3	Munitionsanforderungen	- 12 -
4.2	Lebensmittelrecht	- 14 -
4.2.1	Lebensmittel Basis-Verordnung.....	- 14 -
4.2.2	Kontaminanten in Lebensmitteln	- 15 -
5.	Materialien und Methoden	- 16 -
5.1	Verwendete Materialien	- 16 -
5.1.1	Chemikalien	- 16 -
5.1.2	Geräte und Zubehör.....	- 19 -
5.1.3	Schwarzwildproben.....	- 20 -
5.2	Methode	- 21 -
5.3	Versuchsdurchführung.....	- 21 -
5.4	Ergebnisse.....	- 24 -
5.5	Auswertung.....	- 27 -
5.6	Fehlerbetrachtung	- 29 -
6.	Diskussion	- 30 -
7.	Fazit.....	- 37 -
8.	Abbildungsverzeichnis	- 39 -

9.	Tabellenverzeichnis.....	- 39 -
10.	Quellenverzeichnis	- 40 -
11.	Anhänge	- 42 -
11.1	Einstellungen der GF-AAS	- 42 -
11.2	Messergebnisse der GF-AAS.....	- 44 -
11.3	Messergebnisse der ersten Charge	- 56 -
11.4	Messergebnisse der zweiten Charge	- 57 -
11.5	Messergebnisse der nachgemessenen Proben.....	- 58 -

1. Einleitung und Ziel der Arbeit

Die Jagd ist seit Jahrtausenden eine Art sich ein wertvolles Nahrungsmittel zu beschaffen, das Fleisch. Diese hat sich im Laufe der Zeit aber stark gewandelt, von der Verwendung von Pfeil und Bogen über Steinschlosswaffen bis zu der heutigen Technik. Die richtige Munition ist hierbei aber ein sehr umstrittenes Thema. Bleihaltige Jagdgeschosse werden schon sehr lange verwendet, wobei es mittlerweile schon eine Vielzahl an bleifreien Alternativen gibt. Die bleihaltigen Jagdgeschosse haben ein weiches Material, welches beim Auftreffen auf den Wildkörper schneller wirken soll als die bleifreien Alternativen. Diese bestehen oftmals aus Kupfer. Die Verwendung von bleifreier Munition ist aber in der Kritik, da dieser eine unzureichende Tötungswirkung nachgesagt wird, wodurch der Tierschutzaspekt in Frage gestellt wird. Die Tötung soll schnellstmöglich und ohne Schmerzen geschehen, damit ein unnötiges Leiden dem Wild erspart wird. Bei der bleihaltigen Munition ist aber die Gefährdung für den Menschen und die Umwelt, durch mögliche Bleiablagerungen im Wildkörper oder der Natur, ein kritisiertes Thema. Durch die Verwendung dieser Munition können sich solche Ablagerungen, beispielweise durch Geschosssplitter oder Dämpfe, bilden. Diese ist für den Endverbraucher bei einer Aufnahme über einen längeren Zeitraum oder in größerer Menge nicht unbedenklich und können auch Schäden von sich tragen.

Bei der Jagd auf Wild müssen spezifische Anforderungen an die Munition erfüllt werden, damit diese für alles in Deutschland lebendes Wild verwendet werden darf. Hier geht es vor allem um den Geschossdurchmesser und die Geschossenergie auf 100m. Diese Angaben sollen gewährleisten, dass die Tötungswirkung durch die Kombination zwischen Geschossdurchmesser und Energieabgabe eine zuverlässig eintritt.

Bei Fleisch handelt es sich um ein wichtiges Lebensmittel, welches in Deutschland sehr häufig verzehrt wird. Damit beim Verzehr von Lebensmitteln aber keine Gefährdung des Endverbraucher entsteht, gibt es dafür eine Vielzahl an EU-Verordnungen, die dies Regeln sollen. In der Verordnung (EG) 2015/1005 geht es um die Höchstgehalte von Kontaminanten und in welcher Menge diese in Lebensmitteln vorkommen dürfen. Hier wird beispielweise ein Höchstwert für Blei in Fleisch und Schlachtnebenprodukten in mg/kg festgelegt. (Als PDF verfügbar unter eur-lex.europa.eu) In einem Schreiben der Bundesanstalt für Risikobewertung (BfR) wird allerdings gesagt, dass diese Regelung mit dem Höchstwert bei Wild nicht angewendet werden kann. (Als PDF verfügbar unter www.bfr.bund.de)

In dieser Arbeit sollen mit Hilfe eines Mikrowellendruckaufschlusses und einer Graphitrohratomabsorptionsspektroskopie Proben von zwei Wildschweinen auf ihre Bleibelastung untersucht werden. Eins der Probenstücke wurde mit bleihaltiger und das andere mit bleifreier Munition erlegt.

2. Stand der Wissenschaft und Technik

In den nachfolgenden Abschnitten soll der Stand der Wissenschaft und Technik genauer erläutert werden. Vor allem werden die verwendeten Geräte in ihrer Funktionsweise erklärt. Auch die verwendeten Chemikalien und das Probenmaterial werden genauer durchleuchtet.

2.1 Mikrowellendruckaufschluss

Der Mikrowellendruckaufschluss wird mit konzentrierten Säuren durchgeführt. Man spricht hierbei auch von einem „Oxidierenden Säureaufschluss“. Hierbei werden Proben von pflanzlicher oder tierischer Herkunft auf ihre Löslichkeit in oxidierenden Säuren untersucht. Es wird dabei geschaut, welche Legierungen sich darin lösen. (Als PDF verfügbar unter www.winklmair.de)

Beim Mikrowellendruckaufschluss werden die Proben in dafür geeigneten Gefäßen unter Druck erhitzt. Die dafür verwendeten Gefäße müssen bestimmte Parameter aufweisen.

Die hierfür genutzten Mikrowellen besitzen eine Leistung von 1200 Watt und eine einfache Druck- und/oder Temperatursteuerung durch verwendete Sensoren. Bei der Wahl des Materials der Gefäße wird oftmals Polytetrafluoromethoxid (PTFM) verwendet. Dieses eignet sich dafür hervorragend, da es Temperaturen von bis zu 300°C und einem Druck von 80 Bar standhalten kann. (www.laborpraxis.vogel.de)

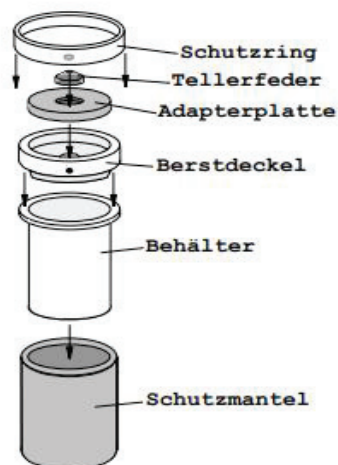


Abbildung 1: Aufbau Druckbehälter Mikrowellenaufschluss (www.winklmair.de)

Bei Abbildung 1 ist ein Gefäß für den Mikrowellendruckaufschluss dargestellt. Es zeigt die Bestandteile, aus denen es zusammengesetzt ist. Der Behälter dient zu Aufnahme der einzelnen Proben und Säuren, mit denen die Probe aufgeschlossen werden soll. Dieser wird in den Schutzmantel gestellt, welcher ein Verformen oder Zerstören der Behälter verhindern soll. Der Berstdeckel wird

auf den Behälter aufgelegt, dieser hat einen Ring auf der inneren Seite, welcher in den Behälter hineinpasst. Auf diesen Berstdeckel kommt eine Adapterplatte und eine Tellerfeder. Diese Bauteile dienen zum Verschließen und Sichern der Behälter. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass die einzelnen Teile bei der Verwendung trocken und sauber sind. Dies ist wichtig, damit das Gefäß komplett verschlossen werden kann. Ansonsten besteht die Gefahr, dass durch eine Verunreinigung ungewollt Dämpfe austreten können. Im Behälter befindet sich die eingewogene Probe mit den Säuren, die zum Aufschließen benötigt werden. Die gefüllten Gefäße werden in den Rotoreinsatz der Mikrowelle gestellt. Dieser wird in Abbildung 2 dargestellt.

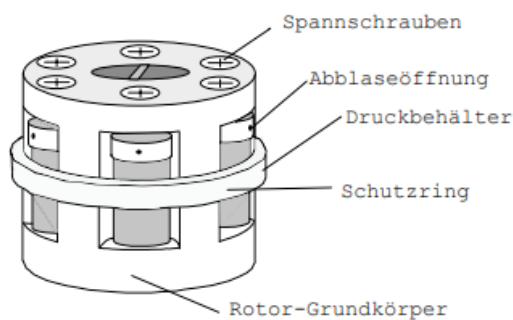


Abbildung 2: Rotoreinsatz Mikrowellendruckaufschluss (www.winklmail.de)

Es ist darauf zu achten, dass die Druckbehälter im Rotoreinsatz richtig sitzen und mit Hilfe der Spannschraube gefestigt werden. Dies dient der Sicherheit, damit sich keins der Gefäße lösen kann. Bei einem der Einsätze wird ein Temperaturfühler eingesetzt, damit die Temperaturen bei Betrieb im inneren der Behälter gemessen werden können. Das Programm steuert, bzw. zeigt bei welcher Temperatur und bei welcher Haltezeit die Probe am besten aufgeschlossen werden kann. Außerdem zeichnet es den Temperatur- und Halteverlauf der Probe auf.

Bei der Verwendung von Mikrowellen entstehen elektromagnetische Strahlen mit einer Wellenlänge von 10^{-1} - 10^{-3} m. Es gibt zwei unterschiedliche Verfahren, durch das die zu untersuchenden Substanzen erwärmt werden können.

Beim ersten Verfahren sind frei bewegliche Ladungsträger (Elektronen oder Ionen), diese können Mikrowellen absorbieren und werden im elektrischen Wechselfeld beschleunigt. Hierbei wird ihre kinetische Energie durch aufeinander Treffen mit anderen Teilen in der zu untersuchenden Substanz abgegeben.

Beim zweiten Mechanismus versuchen sich Dipolmoleküle (z.B. H_2O) im elektrischen Feld auszurichten. Durch ein Wechselfeld werden diese in Bewegung gesetzt und hin und her gedreht. Hierbei entsteht eine zwischenmolekulare Reibung, wodurch dielektrische Verluste auftreten.

Bei beiden Mechanismen handelt es sich um frequenzunabhängige. (Als PDF verfügbar unter www.winklmair.de)

Wenn das Mikrowellenprogramm abgeschlossen ist, müssen die im Druckbehälter enthaltenen Substanzen in Erlenmeyerkolben überführt werden. Das Öffnen der Gefäße sollte nur unter einem geeigneten Abzug stattfinden und mit Verwendung von Schutzbrille und Schutzhandschuhen. Der Inhalt der Proben wird mit bi-destilliertem Wasser ausgespült und ist danach bereit zum Messen mittels einer Graphitrohratomabsorptionsspektroskopie (GF-AAS).

2.2 Graphitrohratomabsorptionsspektroskopie

Die Nachweise sollen in dieser Arbeit mit Hilfe von einer Graphitrohratomabsorptionsspektroskopie (GF-AAS) durchgeführt werden. Diese Methode bietet im Gegensatz zur Flammen-AAS einige Vorteile, wie beispielsweise eine deutlich geringere Probenmenge und eine relativ niedrige Empfindlichkeit. Deswegen wurde die GF-AAS mit dem Einsatz der elektrothermalen Verdampfung und Atomisierung entwickelt.

Bei der GF-AAS wird die zu messende Probe mit wenigen Mikrolitern auf ein Schiffchen, welches aus Graphit besteht, aufgetragen. Dieses Vorgehen wird elektrothermale Verdampfung genannt. Dabei befindet sich dieses Schiffchen in dem beheizbaren Ofen und wird dort durch vorsichtiges Erwärmen getrocknet. Damit die getrocknete, gesamte Probe verdampft, erfolgt ein schnelles Aufheizen auf hohe Temperaturen. Damit die im System enthaltenen Graphitteile nicht mit Sauerstoff reagieren wird ein sogenanntes Inertgas zum Spülen des Ofens verwendet. Außerdem verhindert das Inertgas eine Oxidation der zu bestimmenden Substanzen. Durch den vorhandenen Gasstrom, welches das Spülen mit dem Inertgas hervorruft, können Begleitsubstanzen welche zum Beispiel beim Trocknungsprozess auftreten, schneller aus dem Ofen transportiert werden. Ist die Vorbehandlung im Ofen abgeschlossen wird dieser schnellstmöglich auf über 1000°C aufgeheizt, sodass die zu messenden Substanzen atomisiert werden können. Durch diesen Erhitzungsschritt entsteht eine Atomwolke, welche das Messlicht absorbiert. Durch diese Absorption können die jeweiligen Zielelemente analytisch bestimmt werden. Die Auswertung der gemessenen Substanzen erfolgt entweder über die Peakhöhe, also die Höhe des Maximums, oder über die Peakfläche, dabei wird über die Atomisierungsdauer das gesamte Signal integriert. Mittels dieses Verfahrens können sowohl organische als auch anorganische Stoffe analysiert werden. Außerdem bietet die GF-AAS sehr gute, genaue Nachweisgrenzen für nahezu alle Metalle von lebensmittelanalytischem Interesse. Jedoch ist der Arbeitsbereich des Systems mit 1-1,5 Dekaden sehr klein, dadurch müssen bei der Analyse von Metallen meist viele Verdünnungsschritte der Proben erstellt werden, was zu

einem höheren Vorbereitungsaufwand führt. Es können im Graphitrohr spektrale Störungen auftreten, weshalb Korrekturmaßnahmen ((z.B. Zeeman- oder Deuterium-Untergrundkorrektur) für solche Störungen unverzichtbar sind. Andere Störungen durch Probenkomponenten können durch den Einsatz von Matrixmodifiern unterdrückt werden. Dies erfolgt durch deren dominanten, chemischen Beeinflussung der Ofenprozesse. Außerdem können diese Matrixmodifizier die Atomisierungs- und Transporteigenschaften der zu messenden Substanz so beeinflussen, dass eine deutliche Verbesserung der Nachweisgrenze erreicht werden kann. (Baltes and Kroh 2004)

Die Messergebnisse werden mit Hilfe von einem speziellen Programm aufgezeichnet und können im Anschluss ausgewertet werden.

3. Blei

Beim Schwermetall Blei (Pb, lat. Plumbum) handelt es sich um ein chemisches Element der 6. Periode und der IV. Hauptgruppe des Periodensystems. Blei ist ein sehr weiches Material mit einem Schmelzpunkt von 327,5°C und einem Siedepunkt von 1744°C. Die Leitfähigkeit dieses Schermetalls ist schlechter als bei anderen Metallen. Es ist nicht anfällig für viele Lösungsmittel und Säuren, reagiert allerdings löslich in konzentrierter Salpetersäure oder heißen Laugen. (Als PDF verfügbar www.lci-koeln.de)

Das nachzuweisende Schwermetall wird heutzutage bei vielen industriellen Zwecken verwendet. Es ist aber bis heute kein ernährungsphysiologischer Nutzen von Blei bekannt. Die toxischen Wirkungen von Blei werden regelmäßig vom WHO-Sachverständiger Ausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe bewertet. Schon eine sehr geringe Menge dieses Schwermetalls kann bei Aufnahme in den Körper über die Nahrung langfristige Folgen mit sich bringen. Blei kann schon in geringen Mengen eine Schädigung des Herzkreislauf-, Immun-, Blutbildungs- und Nervensystems zu Folge haben. Die Aufnahme von Blei ist sehr vielfältig. Es kann über alte Wasserleitung, kontaminierte Lebensmittel oder einen bleiversuchten Boden oder eine bleiverseuchte Luft passieren. (Boß and Nieslony 2014)

Die Wildtiere können Blei auch über Pflanzen oder Pilze aufnehmen, welche durch die Umwelt belastet wurden. Das Trinkwasser kann auch mit Blei belastet sein, vor allem in Gebieten wo sich Schießstände befinden, bei denen mit bleihaltiger Munition auf Tontauben geschossen wird.

„Das Wasser ist ebenfalls eine Quelle der Bleikontamination von Lebensmitteln. Oberflächenwasser kann durch Einläufe (Drainage), durch Ablagerungen in der Atmosphäre oder auf lokaler Ebene durch Jagdkugeln oder Angelgewichte aus Blei verseucht werden.“ (Boß and Nieslony 2014)

Blei ist ein nichtessentielles und toxisches Spurenelement, welches über die Nahrung aufgenommen werden kann. Bei einer zu hohen Bleiaufnahme können alle Organe und Körperfunktionen von einer toxischen Wirkung betroffen sein. Die Wirkung beruht vor allem auf den Interaktionen mit Proteinen, Enzymen und Störungen der Stoffwechselfunktionen. Durch die Aufnahme von Blei kann die Synthese des roten Blutfarbstoffes gehemmt werden. Dies geschieht durch die Interaktion mit diversen Enzymen. Für eine Bleibelastung gibt es einen Indikator in Blut und Harn. Diese sind die Aminolevulinsäure - Dehydratase (ALAD) und die Proteine der Hämoglobinsynthese. Durch Blei im Körper kann es auch zu Organschäden kommen. Die Nieren, das zentrale Nervensystem können geschädigt werden und es kann sich auf den Knochen ablagern. Vor allem ist bei Schwangeren und kleinen Kindern darauf zu achten, dass diese kein Blei konsumieren. (Als PDF verfügbar unter www.bfr.bund.de)

4. Rechtliches

Für die Jagd auf Wild in Deutschland und die Produktion von Lebensmitteln gibt es eine Vielzahl an rechtlichen Auflagen und Vorschriften, welche zu erfüllen, bzw. einzuhalten sind. In den folgenden Abschnitten soll auf diese Themen genauer eingegangen werden. Außerdem soll auch aufgezeigt werden, welche Anforderungen und Auflagen bestehen.

4.1 Jagdrecht

In den nachfolgenden Abschnitten soll genauer auf einige wichtige Aspekte für die Jagd eingegangen werden. Hier gibt es viele Gesetze und Vorschriften, welche im Bundesjagdgesetz (BJagdG) geschrieben sind. Vor allem geht es um die Wildarten, Jagd- und Schonzeiten und verwendbare Munition.

4.1.1 Allgemeines

In Deutschland gibt es eine Trennung der Wildarten durch das Hoch- und Niederwild. Beim Hochwild handelt es sich um alle Schalenwildarten, abgesehen vom Rehwild. Demnach gehören dazu also Rot-, Dam-, Schwarz-, Sika-, Muffel- und Steinwild. Auch das Auerwild, Steinadler und Seeadler gehören zum Hochwild. Alle anderen Wildarten, wie beispielsweise Rehwild, Fuchs, Dachs und Hase gehören demnach zum Niederwild.

In Deutschland ist es verboten eine führendes Stück Wild zu erlegen. Die führende Bache nimmt hierbei eine Sonderstellung ein, da sie zwingend für die Aufzucht der Frischlinge, des Nachwuchses, benötigt wird und somit unter dem Muttertierschutz steht. Dies gilt auch für alle anderen Wildarten, bei denen ein weibliches Tier den Nachwuchs großzieht.

Ein Tier zu erlegen, welches unter dem Muttertierschutz steht, ist in Deutschland eine Straftat und wird scharf geahndet. Hier gibt es laut BJagdG § 38 Strafvorschriften eine Freiheitsstrafe von bis zu fünf Jahren oder eine Geldstrafe, wenn entgegen § 22 Abs. 4 ein Elterntier bejagt wird. Wenn der Täter fahrlässig handelt, mildert dies die Strafe ab auf eine Freiheitsstrafe bis zu einem Jahr oder eine Geldstrafe.

4.1.2 Jagd- und Schonzeiten

Bei der Jagd in Deutschland gibt es für die jede Jagdgesetz aufgenommene Wildart eigene Jagd- und Schonzeiten. Diese geben Informationen darüber, wann diese Art gejagt werden darf und wann sie zu schonen ist. Die Jagd- und Schonzeiten werden im BJagdG im Allgemeinen vorgeschrieben, variieren allerdings von Bundesland zu Bundesland.

Die Jagd auf Wildschweine nimmt heutzutage eine Sonderstellung ein und die hier geltenden Schonzeiten sind in vielen Bundesländern ausgesetzt. Hier gilt, laut geänderter Bundesjagdgesetzverordnung vom 14.03.2018, dass alles an Schwarzwild, ausgenommenen führende Bachen, das ganze Jahr über gejagt werden dürfen.

4.1.3 Munitionsanforderungen

Für die Jagd auf Schalenwild stehen in §19 des BJagdG einige Auflagen, die eine Patrone zu erfüllen hat, damit diese auf die Jagd von Hochwild verwendet werden darf. Man spricht hierbei dann von einer hochwildtauglichen Patrone.

Die hierfür geltenden Anforderungen sind ein Mindestgeschossdurchmesser von 6,5mm und eine Mindestenergieleistung von >2000 Joule auf 100m. Bei dieser Angabe spricht man von einer E₁₀₀, also der Energie des Geschosses auf 100m. Durch diese Vorgaben wird versucht, eine möglichst hohe Tötungswirkung zu erzielen und dadurch dem Wild möglichst viel Leid zu ersparen. Wenn Munition, welche nicht diese Anforderungen erfüllt, verwendet wird, besteht eine große Gefahr, dass das Geschoss nicht seine erforderliche Wirkung erzielt. Bei zu geringer Energie kann es sein, dass das Geschoss den Wildkörper nicht ausreichend durchdringt und das Stück Wild dadurch lange und schmerzhaft Fluchten haben kann. Im schlimmsten Fall wird der Wildkörper nach dem Beschießen nicht aufgefunden und das Tier verendet irgendwo qualvoll.

Es ist heutzutage eine sehr große Auswahl an bleifreier und bleihaltiger Büchsenmunition verfügbar, jeweils abhängig vom Kaliber. Diese unterscheiden sich hauptsächlich in ihrer Wirkungsweise. Es gibt zwei bei der Jagd zwei unterschiedliche Geschosstypen, die ihre Verwendung finden. Dabei handelt es sich um das Deformationsgeschoss und das Teilerlegungsgeschoss. Das

Deformationsgeschoss soll nach dem Auftreffen seinen Geschossdurchmesser durch ein möglichst gleichmäßiges Aufpilzen vergrößern. Dadurch soll ein großer Wundkanal entstehen, durch den das Wildtier so schnell es geht ausbluten soll, damit eine schnelle Tötungswirkung entsteht.



Abbildung 3: Bleifreier Deformator von der Seite (Foto: Urbrock, 2020)

Bei Abbildung 1 wird ein verwendetes bleifreies Deformationsgeschoss verwendet, welches in einem erlegten Stück Schwarzwild gefunden wurden. Bei den Aufnahmen handelt es sich um das Norma EcoStrike Geschoss in 8x57 IS, einem schwedischen Munitionshersteller. Man erkennt dabei sehr gut, wie das Geschoss nach dem Auftreffen auf den Wildkörper aufgepilzt ist und sich dadurch der Geschossdurchmesser vergrößert hat.

Das Teilzerlegungsgeschoss ist ein Jagdgeschoss, welches sich nach dem Auftreffen auf den Wildkörper in seine Bestandteile zerlegt. Oftmals sollen sich viele kleine Splitter und ein Restbolzen bilden, welcher ebenfalls einen Wundkanal versuchen soll zu erzeugen. Hierbei soll eine möglichst schnelle Tötungswirkung durch das Zersplittern des Geschosses und die großflächige Zerstörung der inneren Organe erzielt werden.



Abbildung 4: Bleihaltiges Teilzerlegungsgeschoss von der Seite (Foto: Urbrock, 2021)

Auf der Abbildung 4 ist ein bleihaltiges Teilzerlegungsgeschoss zu sehen, welches ebenfalls in einem erlegten Stück Schwarzwild wiedergefunden wurde. Es ist hierbei sehr gut zu sehen, dass ein Großteil des Geschosses fehlt. Dieses hat sich, wie oben beschrieben, im Wildkörper beim Auftreffen zerlegt. Bei diesem Geschoss handelt es sich um das RWS TMR-Geschoss in 9,3x74R.

Wie bereits unter „2.4 Probenmaterial“ handelt es sich bei beiden Geschossen, mit denen die Wildschweine erlegt wurden, um Teilzerlegungsgeschosse.

4.2 Lebensmittelrecht

In den nachfolgenden Unterpunkten soll auf einige wichtige Abschnitte aus dem Lebensmittelrecht eingegangen werden. Das Lebensmittelrecht ist eine komplexe und umfassende Textsammlung, die für die EU gilt. In dieser gibt es viele Themenpunkte, damit die Lebensmittelsicherheit überall gewährleistet werden kann.

4.2.1 Lebensmittel Basis-Verordnung

In der Lebensmittel-Basis-Verordnung (EG) Nr. 178/2002 werden allgemeine Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit dargelegt. Die Verordnung wurde am 28. Januar 2002 von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit beschlossen. Es ist eine Verordnung, die für alle EU-Staaten verbindlich ist. Nach dieser Verordnung ist ein Lebensmittel wie folgt definiert.

„Im Sinne dieser Verordnung sind „Lebensmittel“ alle Stoffe oder Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind oder von denen nach vernünftigem Ermessen erwartet werden kann, dass sie in verarbeitetem, teilweise verarbeitetem oder unverarbeitetem Zustand von Menschen aufgenommen werden.

Zu „Lebensmitteln“ zählen auch Getränke, Kaugummi sowie alle Stoffe – einschließlich Wasser –, die dem Lebensmittel bei seiner Herstellung oder Ver- oder Bearbeitung absichtlich zugesetzt werden. Wasser zählt hierzu unbeschadet der Anforderungen der Richtlinien 80/778/EWG und 98/83/EG ab der Stelle der Einhaltung im Sinne des Artikels 6 der Richtlinie 98/83/EG.“ (beck-online.beck.de)

Im Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch – LFGB) heißt es, dass es verboten ist Lebensmittel für andere derart herzustellen oder zu behandeln, dass der Verzehr gesundheitsschädlich ist. Dies wird im Sinne des Artikels 14 Absatz 2 a der der Verordnung 178/2002 festgelegt. (www.gesetze-im-internet.de)

Im Artikel 14 werden folgende Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit gestellt. Es dürfen nur Lebensmittel in den Verkehr gebracht werden, die auch sicher und unbedenklich für den Endverbraucher sind. Diese gelten als unbedenklich, wenn nicht davon auszugehen ist, dass sie gesundheitsschädlich sind oder für den menschlichen Verzehr ungeeignet sind. Es geht auch darum, ob ein Lebensmittel sicher ist oder nicht. Dabei ist darauf zu achten, dass alle wichtigen

Informationen für den Endverbraucher auf dem Etikett zu finden sind. Vor allem zur Vermeidung bestimmter Gesundheit beeinträchtigender Wirkungen eines bestimmten Lebensmittels.

(beck-online.beck.de)

4.2.2 Kontaminanten in Lebensmitteln

Die EU-Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 gibt eine Übersicht über verschiedene Lebensmittel und ihren Höchstgehalten, indem ein Kontaminant darin vorliegen darf. Es ist hierbei klar aufgelistet, welches Produkt oder welches Rohmaterial wieviel des Kontaminanten enthalten darf.

Diese Verordnung wurde im Jahr 2015 bezüglich ihrer Höchstgehalte geändert. Die Neuerungen werden durch die Verordnung (EG) 2015/1005 festgelegt.

Im Anhang des Artikel 1 „Allgemeine Bestimmungen“ unter Abschnitt 3: Metalle wird unter 3.1 Blei aufgelistet. Dieses Schwermetall darf in Fleisch (ausgenommen Nebenprodukten der Schlachtung) von Rindern, Schafen, Schweinen und Geflügel, welches unter 3.1.6 gelistet ist, einen Höchstgehalt von 0,10 mg/kg Frischgewicht enthalten. Im Punkt 3.1.7 wird ein Höchstwert für Nebenprodukte der Schlachtung von Rindern, Schweinen und Schafen aufgelistet. Dieser liegt hier bei 0,50 mg/kg. Dieser ist hier erhöht, da davon ausgegangen wird, dass Schlachtnebenprodukte, wie Nieren oder ähnliches, seltener verzehrt werden. (Als PDF verfügbar unter eur-lex.europa.eu)
In einem Artikel der Bundesanstalt für Risikobewertung (BfR) wird in der Stellungnahme Nr. 040/2011 vom 03. Dezember 2010 über die Bleibelastung geschrieben. Es wird darin gesagt, dass es keinen Höchstgehalt für Blei in Wildbret in der Verordnung gibt. (Als PDF verfügbar unter www.bfr.bund.de)

5. Materialien und Methoden

In den nachfolgenden Abschnitten sollen die Schritte der Probenvorbereitung, die Durchführung, die Ergebnisse mit einer Auswertung und eine Fehlerbetrachtung beschrieben werden.

Es ist drauf zu achten, dass sauber gearbeitet wird, damit sich die zu messenden Proben nicht miteinander vermischen. Außerdem müssen wichtige Parameter beim Messen mit der GF-AAS eingehalten werden, damit auch beispielweise das richtige Element gemessen werden kann.

5.1 Verwendete Materialien

Bei den Versuchen wurden mehrere Maschinen, Materialien, Hilfsmittel und Chemikalien verwendet. Dieser Abschnitt der Arbeit dient dazu, dies aufzulisten. Es werden die Chemikalien, das verwendete Probenmaterial und die verwendeten Geräte getrennt dargestellt.

5.1.1 Chemikalien

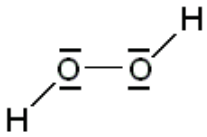
In der nachfolgenden Tabellen 1 - 3 sind die Kenndaten der Verwendeten Chemikalien von Wasserstoffperoxid, Salpetersäure und der Blei Standardlösung zu sehen.

Die Säure Wasserstoffperoxid (H_2O_2) hat eine Konzentration von 30%. Da es sich um eine konzentrierte Säure handelt, welche ätzend und brandfördernd ist, sollte man hierbei unbedingt mit Schutzausrüstung, die aus Handschuhen und Schutzbrille besteht, arbeiten. Bei Kontakt mit Sauerstoff ist sie sehr flüchtig. Es ist empfehlenswert, diese Säure nur unter einem geeigneten Abzug zu verwenden.

Bei Wasserstoffperoxid (H_2O_2) handelt es sich um eine blassblaue, in verdünnter Form farblose Flüssigverbindung aus Wasserstoff und Sauerstoff. Wasserstoffperoxid ist weitgehend stabil in seiner Form. Es kann als starkes Oxidations- oder Bleichmittel verwendet werden. (www.chemie.de)

In der nachfolgenden Tabelle 1 können die allgemeinen Daten, wie beispielweise die Dichte und die Summenformel, von Wasserstoffperoxid entnommen werden.

Tabelle 1: Kenndaten des verwendeten Wasserstoffperoxids

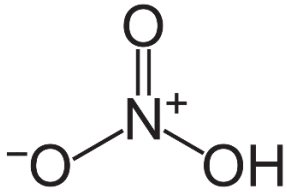
Bezeichnung	Wasserstoffperoxid
Beschreibung	30 % zur Synthese
Hersteller	Carl Roth GmbH + Co. KG
Artikelnummer	9683.1
Chargennummer	Nicht bekannt
Mindesthaltbarkeitsdatum	Nicht bekannt
Systematische Namen	Perhydrol, Wasserstoffsuperoxid
Summenformel	H ₂ O ₂
Molare Masse	34,02 g/mol
Dichte	1,463 g/cm ³ (20°C, rein) 1,11 g/cm ³ (20°C, 30%ig)
Siedepunkt	150,2 °C (rein) 108°C (35%ig) 142 °C (90%ig, unter Zersetzung)
Strukturformel	 <p style="text-align: right;">(www.chemgapedia.de)</p>

Salpetersäure (HNO₃) hat eine Konzentration von 65%. Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine konzentrierte Säure, bei der mit einer Schutzausrüstung gearbeitet werden muss. Es handelt sich um eine brandfördernde und ätzende Säure.

Bei der Salpetersäure handelt es sich um die bekannteste und stabilste Sauerstoffsäure vom Stickstoff. Durch den Begriff Salpeter leitet sich der Name ab. Durch die Zugabe einer stärkeren Säure, wie beispielweise Salzsäure oder Schwefelsäure, kann die Salpetersäure gewonnen werden. Sie liegt in wässriger Lösung größtenteils dissoziiert vor. Die Salpetersäure ist eine anorganische Säure, daher zählt diese auch zu den Mineralsäuren. Die Salze und Ester von der Salpetersäure werden auch Nitrate genannt. Diese werden auch mit dem Trivialnamen „-salpeter“ gekennzeichnet, wie zum Beispiel Chilesalpeter oder Kalksalpeter. (www.chemie.de)

In der nachfolgenden Tabelle 2 werden die allgemeinen Daten, wie beispielweise Siedepunkt und die Strukturformel von Salpetersäure aufgelistet.

Tabelle 2: Kenndaten der verwendeten Salpetersäure

Bezeichnung	Salpetersäure
Beschreibung	65 %
Hersteller	Sigma-Aldrich Chemie GmbH
Artikelnummer	84380-M
Chargennummer	Nicht bekannt
Mindesthaltbarkeitsdatum	Nicht bekannt
Systematische Namen	Scheidewasser, Hydrogennitrat
Summenformel	HNO ₃
Molare Masse	63,01 g/mol
Dichte	1,51g/cm ³ (20°C)
Siedepunkt	86°C
Strukturformel	 <small>(www.wikipedia.de)</small>

Bei den Versuchen wird eine Blei-Standardlösung zum Herstellen der beiden Vorverdünnungen der Kalibrierreihe benötigt. Es werden zwei Vorverdünnungen hergestellt, damit die benötigte Bleikonzentration für die Kalibrierreihe sicherer hergestellt werden kann. Hierbei wird eine höher konzentrierte Vorverdünnung erstellt, die im nachfolgenden Schritt auf die gewünschte Konzentration herunterverdünnt wird. Hierbei handelt es sich um eine Laborchemikalie, welche aus zwei Stoffen zusammengesetzt wird. Bei diesen Stoffen handelt es sich um Salpetersäure und Blei (II)-nitrat. Dieses Gemisch ist ätzend und es ist darauf zu achten, dass es unter der Verwendung von Schutzkleidung, wie Brille und Handschuhe, verwendet wird. Bei dem Blei (II)-nitrat handelt es sich um einen besonders besorgniserregenden Stoff. (Als PDF verfügbar unter www.carlroth.com)

Diese Chemikalie wird verwendet, damit man eine gezielte Kalibrierreihe erstellen kann.

In der nachfolgenden Tabelle 3 werden die spezifischen Daten der Blei Standardlösung aufgezählt.

Hier sind allerdings nur sehr wenige Daten auf der Website des Herstellers verfügbar.

Tabelle 3: Kenndaten der verwendeten Blei Standardlösung

Bezeichnung	Blei AAS-Standardlösung
Beschreibung	1000 mg/l Pb
Hersteller	Carl Roth GmbH + Co. KG
Artikelnummer	2228.1
Chargennummer	E29984
Mindesthaltbarkeitsdatum	10.2018
Systematische Namen	Blei AAS-Standardlösung
Summenformel	Pb (NO ₃) ₂
Molare Masse	Hierfür liegen keine Daten vor.
Dichte	Ca. 1 g/cm ³
Siedepunkt	Hierfür liegen keine Daten vor.
Strukturformel	Hierfür liegen keine Daten vor.

5.1.2 Geräte und Zubehör

Für die Durchführung der Versuche werden mehrere Maschinen für die Vorbereitung, Aufschließen und das Messen benötigt. Diese werden in der nachfolgenden Tabelle 4 aufgezählt.

Tabelle 4: Verwendete Geräte und Utensilien für die Untersuchung der Proben

Verwendete Geräte	Hersteller, Ort, Land
Multi Zerkleinerer Retsch GM 200	RETSCH GmbH, Haan, Deutschland
Mikrowellen Laborsystem für Druckaufschluss START mit Terminal 640	MLS Mikrowellen-Labor-Systeme GmbH, Leutkirch, Deutschland
Feinwaage Sartorius BP 210 S	Sartorius AG, Göttingen, Deutschland
Reinstwasser-System Clean-UV plus	SG Wasseraufbereitung und Regenerierstation GmbH, Hamburg-Barsbüttel, Deutschland
Shimadzu Atomic Absorption Spectrophotometer AA-6800	Shimadzu Deutschland GmbH, Duisburg, Deutschland
Shimadzu Auto Sampler ASC-6100	Shimadzu Deutschland GmbH, Duisburg, Deutschland

Außerdem werden mehrere Labor Kleinstmaterialien zum Einwiegen und Vorbereiten der Proben benötigt. Hier wird folgendes verwendet:

- Erlenmeyerkolben mit verschiedenen Volumen
- Messbecher in verschiedenen Volumen
- Glasflaschen mit verschiedenen Volumen
- Eppendorf-Pipetten in verschiedenen Größen
- Messer und Schneidebrett
- Druckbehälter und Sicherheitseinsätze für den Mikrowellendruckaufschluss
- Probengefäße für den Auto Sampler der GF-AAS

5.1.3 Schwarzwildproben

Bei den Proben, die gemessen werden sollen, handelt es sich um Schwarzwild Proben. Beide erlegten Tiere hatten ein Gewicht zwischen 30 und 35 kg und ein Alter von ca. einem dreiviertel Jahr. Das Wildschwein (*Sus Scrofa*) ist in Deutschland eine heimische Wildart, welche schon vor den heutigen Hausschweinen lebte. Es werden Proben von jungen Tieren, den sogenannten Frischlingen verwendet. Ein Wildschwein wird im ersten Lebensjahr als Frischling bezeichnet, danach als Überläufer und ab Vollendung des zweiten Lebensjahres ist es ein Keiler oder eine Bache. Bei einem Keiler handelt es sich um das männliche Tier und bei einer Bache um das weibliche Tier bei den Wildschweinen. Die Paarungszeit von Wildschweinen (Rauschzeit) geht von November bis Dezember, da die Bache normalerweise nur in diesem Zeitraum fruchtbar ist. Allerdings ändert sich dies immer mehr und die Fortpflanzung kann das ganze Jahr über stattfinden. Das Wildschwein ist ein Familientier. Sie ziehen oft in sogenannten „Rotten“ umher, während Keiler oftmals Einzelgänger sind. Eine Bache kann 1-8 Frischlinge pro Wurf bekommen und hat eine Tragzeit von ca. vier Monaten. (www.jagdverband.de)

Die Wildschweine, von denen die Proben für die Arbeit genommen wurden, sind bei einer Treibjagd erlegt worden. Bei dieser Jagd Art werden Schützen auf festgelegten Ständen positioniert und eine Treibergruppe geht eine bestimmte Fläche ab, um das dort vorhandene Wild zu den Schützen zu treiben. Beide Stücke wurden auf einer Distanz von ca. 10m erlegt und hatten keine Fluchtstrecke mehr. Eins der beiden Wildschweine wurde mit einem bleifreien Geschoss erlegt und das andere mit einem bleihaltigen Jagdgeschoss. Beide Stücke wurden mit Munition der „Rheinisch-Westfälischen Sprengstofffabriken“ (RWS) erlegt. Beim bleifreien Geschoss handelt es sich um das „Evolution Green“ Geschoss, welches im Kaliber 9,3x62, mit einem Geschossgewicht von 11,9g verwendet wurde. Bei dem von bleihaltiger Munition erlegtem Stück handelt es sich um das

Teilmantelrundkopf (TMR) Geschoss. Dieses wurde im Kaliber 9,3x74R verwendet und hat ein Geschossgewicht von 18,5g. Bei beiden Geschossen handelt es sich um sogenannte Teilzerlegungsgeschosse. Dadurch kann eine schnelle und großflächige Bleibelastung entstehen, da die Gefahr besteht, dass sich bleihaltige Splitter im ganzen Wildkörper verteilen.

5.2 Methode

In der nachfolgenden Tabelle 5 wird die Methode der GF-AAS genauer gezeigt. Es wird der Temperaturverlauf aufgezeigt und wie lange diese gehalten wird. Die Temperatur steigt von 150 °C bis hinauf zu 2500°C. Diese wird für mehrere Sekunden bei 800 °C gehalten und dann weiter erhitzt. Die Flussrate zeigt, welche Menge in L/min gemessen werden kann. Mit dieser Methode werden alle Proben in der GF-AAS gemessen und im Anschluss darauf ausgewertet.

Tabelle 5: Methode GF-AAS

	Temperatur [°C]	Zeit [s]	Flussrate [L/min]
1	150	20	0,10
2	250	10	0,10
3	800	10	1,00
4	800	10	1,00
5	800	3	0,00
6	2400	2	0,00
7	2500	2	1,00

5.3 Versuchsdurchführung

Um die Proben mit der GF-AAS messen zu können, müssen diese im Vorgehenden Schritt fachgerecht aufgeschlossen werden. Hierfür werden die Proben mit einem Multi Zerkleinerer zu einer pastösen Masse fein zerschnitten. Dies geschieht bei 3500 U/min und einer Zerkleinerungszeit von 20 Sekunden. Nachdem die Proben zerkleinert wurden, müssen diese in ein Gefäß für einen Mikrowellendruckaufschluss eingewogen werden. Angestrebt sind hierbei 0,5g als Einwaage. Bei den Messungen soll eine Doppelbestimmung durchgeführt werden. Die genau eingewogenen Mengen können der Tabelle 6 entnommen werden. In der nachfolgenden Tabelle werden die Proben in zwei Chargen aufgeteilt aufgelistet. Dies dient lediglich der Unterscheidung, da auch zwei

Durchläufe mit dem Mikrowellendruckaufschluss durchgeführt werden müssen. Dies geschieht, weil es nur zehn Plätze während eines Aufschlusses gibt.

Tabelle 6: Eingewogene Probenmengen

Probenbereich	Charge	Einsatz Nr.	Geschoss	Einwaage I [g]	Einwaage II [g]
Leber	1	1 & 2	TMR	0,5797	0,5607
Einschuss	1	3 & 4	TMR	0,5681	0,5750
Rücken	1	5 & 6	TMR	0,4940	0,5175
Leber	1	7 & 8	EvoGreen	0,5140	0,5430
Einschuss	1	9 & 10	EvoGreen	0,5467	0,5430
Nacken	2	1 & 2	TMR	0,4869	0,5027
Keule	2	3 & 4	TMR	0,5394	0,5641
Nacken	2	5 & 6	EvoGreen	0,5703	0,4962
Rücken	2	7 & 8	EvoGreen	0,5100	0,5316
Keule	2	9 & 10	EvoGreen	0,5281	0,5522

Nach dem einwiegen muss in jedes dieser Gefäße 1ml Salpetersäure (HNO₃) und 4ml Wasserstoffperoxid (H₂O₂) unter einer geeigneten Abzugshaube und mit gegebenen Sicherheitsvorkehrungen hinein pipettiert werden. Danach werden die Gefäße verschlossen und in eine spezielle Mikrowelle für einen Druckaufschluss hineingestellt.

Der Druckaufschluss in der Mikrowelle dauert ca. 40 min. Im darauffolgenden Schritt werden die Proben gründlich aus den Gefäßen mittels bi-distillierten Wasser in 100ml Messkolben überführt. Das Öffnen der Gefäße muss ebenfalls unter einem Abzug stattfinden und es müssen dabei Schutzbrille und Handschuhe getragen werden, da mit hochkonzentrierten Säuren gearbeitet wurde. Außerdem entweichen beim Öffnen oftmals schädliche Gase, die auf keinen Fall eingeatmet werden dürfen. Daraufhin werden die Messkolben mit bi-distilliertem Wasser bis zur Markierung aufgefüllt und gut geschüttelt. Das Schütteln wird durchgeführt, damit eine homogene Verteilung im Messkolben entstehen kann. Es wird eine Kalibrierreihe erstellt, damit die GF-AAS eingestellt und die gemessenen Werte mit damit verglichen werden können. Hierfür werden zwei Standardlösungen hergestellt. Aus der zweiten Standardlösung wird die Kalibrierreihe erstellt. Bei den Standardlösungen wird jeweils 1ml einer Blei-Standardlösung hinzugefügt, damit dies auch gezielt gemessen werden kann. Es sollen Verdünnungen von 1:50; 1:25; 1:12,5; 1:8,33 und 1:5 hergestellt und verwendet werden. Außerdem wird ein Blindwert hergestellt. Die Werte der erstellten Reihe sind in der nachfolgenden Tabelle 7 zu sehen. Hier werden die beiden Vorverdünnungen gezeigt.

Bei der ersten Vorverdünnung werden 1ml aus der Blei AAS-Standardlösung in 100ml bi-destillierten Wasser gegeben. Hierdurch setzt sich ein Verdünnungsfaktor von 1:100 zusammen. Für die zweite Vorverdünnung wird ebenfalls 1ml der ersten Vorverdünnung verwendet. Dadurch ergibt sich ein Bleigehalt von 0,100 mg/kg. Aus der zweiten Vorverdünnung werden die Blei-Standardlösungen zum Kalibrieren erstellt.

Tabelle 7: Kalibrierreihe

Vorverdünnung	Verdünnungsfaktor	Einsatz [ml/100ml]	Bleigehalt [mg/kg]
1.Pb 1000 mg/l -> 10mg/l	1:100	1	10,00
2.Pb 10 mg/L -> 100µg/L	1:100	1	0,100
Blei-Standardlösung aus der 2. Vorverdünnung erstellt!			
2 µg/L	1:50	2	0,002
4 µg/L	1:25	4	0,004
8 µg/L	1:12,5	8	0,008
12 µg/L	1:8,33	12	0,012
20 µg/L	1:5	20	0,020

Nachdem die Probe aufgeschlossen wurden und eine Kalibrierreihe erstellt wurde, können diese mittels GF-AAS gemessen werden. Bevor die Proben gemessen werden können, muss das Gerät richtig eingestellt werden. Die genauen eingestellten Werte der GF-AAS können dem Anhang unter Punkt „1.1.1 Einstellungen der GF-AAS“ entnommen werden. Dort können beispielweise die Temperaturverläufe der Vorheiz- und Messphase, sowie die Wellenlänge zum Messen der Proben entnommen werden. Das zu untersuchende Element und das korrekte Temperaturprogramm muss eingestellt werden. Die benötigte Wellenlänge liegt beispielsweise bei 283,3 nm. Bei den Versuchen wurde eine BGC-D2 Lampe verwendet. Außerdem muss die eintauchtiefe des Probennehmers überprüft werden. Diese wird bei Probenentnahme und Probeninjektion überprüft und justiert, falls sie nicht korrekt eingestellt sein sollte. Bei einer zu falsch eingestellten Probeninjektion kann es zu einer Verfälschung der Messergebnisse kommen. Die Proben werden auf festgelegten Plätzen im Auto Sampler eingesetzt und in das Programm eingespeichert.

Nach der Eingabe der Probennummern wurde ein Testlauf durchgeführt, damit die eingegeben Parameter, wie beispielweise die Eintauchtiefe des Probennehmers, korrekt sind. Der

Probennehmer nimmt eine definierte Menge, von 20µl, aus dem entsprechenden Probengefäß auf und injiziert diese in das Graphitrohr. Darin wird die Probe gemessen und im Programm aufgezeichnet. Die Probenmessung läuft automatisch ab. Sie sollte jedoch regelmäßig kontrolliert werden, damit dadurch keine Messungenauigkeiten entstehen können.

Bei den Messungen wird eine Doppelbestimmung durchgeführt. Durch die erstellte Kalibrierreihe kann genau das Schwermetall in den Proben nachgewiesen werden. Die Kalibrierreihe ist mit ihren Konzentrationen auf eine breite Nachweisgrenze ausgelegt, da eine noch unbekannte Bleikonzentration erwartet wird. Sollte die Konzentration doch über die Nachweisgrenze durch die Kalibrierreihe hinaus gehen gibt es zwei Möglichkeiten diese dennoch korrekt zu messen. Zum einen kann die Probe herunter verdünnt werden oder man erweitert die Kalibrierreihe. Beim Verdünnen der Proben ist bei der Auswertung darauf zu Achten, dass die Konzentrationen hierin jedoch korrekt umgerechnet werden.

5.4 Ergebnisse

Die gesamten Ergebnisse der Arbeit sind im Anhang unter Punkt „11.1 Einstellungen der GF-AAS“ und unter Punkt „11.2 Messergebnisse der GF-AAS“ zu finden. In den nachfolgenden Tabellen 8, 9 und 10 ist eine Zusammenfassung der jeweiligen Messergebnisse zu finden. Hierin steht in verkürzter Form die Charge mit der jeweiligen Probe, die Einwaage, die gemessene Konzentration und das errechnete Ergebnis. Es werden jeweils nur die Mittelwerte der gemessenen Proben angegeben. Die gesamten Messergebnisse finden sich im Anhang unter den Punkten „11.3 Messergebnisse der ersten Charge“, „11.4 Messergebnisse der zweiten Charge“ und „11.5 Messergebnisse der nachgemessenen Proben“. Bei Tabelle 10 wird in den Klammern nach den Proben 1.3 und 1.4 jeweils der Verdünnungsfaktor angegeben.

Bevor die Konzentrationen berechnet werden können, müssen die Einwaagen, bzw. die gemessene Konzentration umgerechnet werden. Die gemessene Konzentration wird im Programm in ng/ml angegeben. Dies wird mit dem Faktor 10^6 in mg/ml umgerechnet. Die Einwaage hingegen liegt in g/100ml vor, da sich diese in 100ml bi-distilliertem Wasser befindet. Dieser Wert wird durch 100 geteilt, damit wird der Wert der Probe in g/ml angegeben. Im nächsten Schritt muss dieser durch den Umrechnungsfaktor 1000 dividiert, damit man einen Probenwert in mg/ml bekommt.

Am Beispiel des Mittelwertes von der ersten Probe der ersten Charge soll die Rechnung aufgezeigt werden. Die Proben wurden mit der nachfolgenden Formel berechnet:

$$\frac{c}{E} = \frac{mg}{kg}$$

$$= \frac{5,1885 \text{ ng/ml}}{0,005797 \text{ g/ml}}$$

$$= \frac{5,1885 * 10^{-6} \text{ mg/ml}}{5,797 \text{ mg/ml}}$$

$$= 8,9503 * 10^{-7} \text{ mg/ml} * 1000 \text{ ml/1 kg}$$

$$= 0,000895031 \frac{mg}{kg}$$

C = Konzentration des gemessenen Ergebnisses

E = Einwaage der Probe

Tabelle 8: Mittelwerte der ersten Charge

Probe	Geschoss	Einwaage [mg/ml]	Konzentration [mg/ml]	Endkonzentrat. [mg/kg]
Leber 1.1	TMR	5,797	$5,1885 * 10^{-6}$	0,000898
Leber 1.2	TMR	5,607	$3,2036 * 10^{-6}$	0,000571
Einschuss 1.3	TMR	5,681	$187,5546 * 10^{-4}$	0,033153
Einschuss 1.4	TMR	5,750	$183,9921 * 10^{-4}$	0,032755
Rücken 1.5	TMR	4,940	$8,2420 * 10^{-6}$	0,001668
Rücken 1.6	TMR	5,175	$4,9255 * 10^{-6}$	0,000952
Leber 1.7	eG	5,140	$4,4929 * 10^{-6}$	0,000874
Leber 1.8	eG	5,430	$1,8804 * 10^{-6}$	0,000346
Einschuss 1.9	eG	5,467	$1,1425 * 10^{-6}$	0,000209
Einschuss 1.10	eG	5,558	$3,2376 * 10^{-6}$	0,000583

Tabelle 9: Mittelwerte der zweiten Charge

Probe	Geschoss	Einwaage [mg/ml]	Konzentration [mg/ml]	Endkonzentrat. [mg/kg]
Nacken 2.1	TMR	4,869	$3,5853 \cdot 10^{-6}$	0,000736
Nacken 2.2	TMR	5,027	$3,8992 \cdot 10^{-6}$	0,000776
Keule 2.3	TMR	5,394	$3,1019 \cdot 10^{-6}$	0,000575
Keule 2.4	TMR	5,641	$8,5389 \cdot 10^{-6}$	0,001514
Nacken 2.5	eG	5,703	$6,7153 \cdot 10^{-6}$	0,001178
Nacken 2.6	eG	4,962	$4,6711 \cdot 10^{-6}$	0,000941
Rücken 2.7	eG	5,100	$7,6313 \cdot 10^{-6}$	0,001496
Rücken 2.8	eG	5,316	$1,4733 \cdot 10^{-6}$	0,000277
Keule 2.9	eG	5,281	$4,3572 \cdot 10^{-6}$	0,000825
Keule 2.10	eG	5,522	$11,2108 \cdot 10^{-5}$	0,002030

Tabelle 10: Mittelwerte der nachgemessenen Proben

Probe	Geschoss	Einwaage [mg/ml]	Konzentration [mg/ml]	Endkonzentrat. [mg/kg]
Einschuss 1.3 (1:20)	TMR	5,681	$6,2926 \cdot 10^{-5}$	0,018094
Einschuss 1.4 (1:20)	TMR	5,750	$4,2620 \cdot 10^{-5}$	0,007427
Rücken 1.5	TMR	4,940	$2,1179 \cdot 10^{-6}$	0,000429
Rücken 1.6	TMR	5,175	$4,0094 \cdot 10^{-6}$	0,000775
Leber 1.7	TMR	5,140	$7,2690 \cdot 10^{-7}$	0,000141
Einschuss 1.3 (1:50)	TMR	5,681	$2,7301 \cdot 10^{-5}$	0,0048057
Einschuss 1.4 (1:40)	TMR	5,750	$2,2280 \cdot 10^{-5}$	0,003574

Da die Proben des Einschusses mit dem Bleigeschoss verdünnt wurden, muss die hier ermittelte Bleikonzentration mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert werden. Die da ermittelten Werte werden in der nachfolgenden Tabelle 11 aufgelistet. Hier ist die zuerst gemessene Konzentration zu sehen und die nachfolgenden Konzentrationen, nachdem die Proben verdünnt wurden. Die Konzentration I gibt dabei den errechneten Wert der Bleikonzentration in der jeweiligen Probe an. Bei Konzentration II geht es um die Bleikonzentration, die multipliziert mit dem Verdünnungsfaktor ermittelt wurde.

Tabelle 11: Bleiwerte der verdünnten Proben

Probe	Verdünnungsfaktor	Konzentration I [mg/kg]	Konzentration II [mg/kg]
Einschuss 1.3	/	0,033153	/
Einschuss 1.4	/	0,032755	/
Einschuss 1.3	1:20	0,108900	0,217800
Einschuss 1.4	1:20	0,007412	0,148244
Einschuss 1.3	1:50	0,004805	0,240287
Einschuss 1.4	1:40	0,003874	0,154991

5.5 Auswertung

Die Proben wurden auf ihren Bleigehalt untersucht. Ein Stück Schwarzwild wurde mit einem bleihaltigen und eins mit einem bleifreien Jagdgeschoss erlegt. Bei dem bleihaltigen Geschoss handelt es sich um das Teilmantelrundkopf und beim bleifreien um das Evolution Green. Beim Messen der Proben wird eine Konzentration im Nanogrammbereich von Blei nachgewiesen. Diese wird auf einen mg/kg Wert umgerechnet mit der im vorherigen Abschnitt dargestellten Formel. Insgesamt sind bei den Messungen 81 Ergebnisse ermittelt worden. Zwei der Ergebnisse beziehen sich auf die Messwerte und das dritte ist ein durch das Programm automatisch errechneter Mittelwert. Diese Werte können im Anhang unter Punkt „11.2 Messergebnisse der GF-AAS“ eingesehen werden. In den vorherigen Tabellen 8, 9 und 10 werden jeweils nur die Mittelwerte mit der errechneten Endkonzentration aufgelistet. In Tabelle 11 wird noch einmal genauer auf die verdünnten Proben eingegangen.

Bei einigen der Proben kam es zu nicht verwertbaren Ergebnissen. Hierbei handelt es sich vor allem um die beiden Proben mit dem Einschuss des TMR-Geschosses mit den Nummern 1.3 und 1.4. Das Programm hat diese als „UNK Average Out of Control Remark: UNK > 100.00“ dargestellt. Diese Bemerkung sagt aus, dass der Durchschnittswert außer Kontrolle geraten ist. Der gemessene Wert liegt bei diesen Proben über 100.000 ng/g. Ein so hoher gemessener Wert ist für das Programm nicht korrekt messbar und es gibt daraufhin den Eintrag bei den Ergebnissen. Diese Proben wurden daraufhin herunter verdünnt. Im ersten Schritt sind diese 1:20 verdünnt und erneut gemessen worden.

Einige darauffolgende Proben konnten ebenfalls nicht korrekt gemessen werden. Hierbei hat das Programm diese Proben als „UNK Average Out of Control Remark: RSD/SD > Limit“ bezeichnet. Das heißt, dass die relative Standardabweichung zu groß ist. Dieses Problem tritt vor allem bei

den Proben 1.5 und 1.7 auf. Bei Probe 1.6 ist der RSD-Wert auch erhöht und diese Probe wurde daher noch einmal gemessen. Diese liegen bei Probe 1.5 bei 18,5032 % und bei Probe 1.7 bei 8,2519 %, es handelt sich hierbei um die Werte der Standardabweichung. Nach einer erneuten Messung konnten brauchbare Standardabweichungen zwischen den beiden Messungen ermittelt werden. Bei diesen Messungen wird auch die Probe 1.6 erneut gemessen, da auch hier erhöhte Standardabweichungen ermittelt wurden. Die Standardabweichungen nach der erneuten Messung liegen bei Probe 1.5 bei 1,0610 %, bei Probe 1.6 bei 0,2053 % und bei Probe 1.7 bei 1.1688 %. Alle gemessenen Werte werden mit einer Standardabweichung und einem Peak auf einer Skala dargestellt.

Die Peakfläche gibt eine graphische Auskunft über die gemessenen Werte der jeweiligen Probe. Es gibt dabei eine Unterscheidung zwischen einer Peakhöhe und einer Peakfläche. Die Peakhöhe bietet sich zur quantitativen Auswertung über die Höhe eines Peaks. Sie gibt die Entfernung der Basislinie zum Maximum des Peaks an und gibt dadurch eine grobe Abschätzung über das Konzentrationsverhältnis. Dies wird bei symmetrischen Peaks gemacht, da es bei unsymmetrischen Peaks oder bei zwei Peaks, zu Schwierigkeiten führen kann. Bei der Peakfläche liefern auch unsymmetrische Peaks eine genaue Auskunft über die Konzentration. (<http://www.chemgapedia.de/>) Bei allen weiteren gemessenen Proben sind keine ersichtlichen Ausreißer erkennbar. Die gemessenen Werte sind alle, bis auf die des Einschusses mit dem bleihaltigen Geschoss, weit unter den Höchstwerten für eine Bleikonzentration. Die meisten Ergebnisse der Proben liegen zwischen 0,000277 mg/kg und 0,001496 mg/kg. Es ist aber ein Unterschied erkennbar zwischen den bleifreien und den bleihaltigen Geschossen. Der größte Unterschied ist bei dem Einschuss der beiden stücke. Beim bleifreien Geschoss ist die gemessene Konzentration sehr weit unter dem Höchstwert, diese liegt hier bei 0,000209mg/kg, während diese beim bleihaltigen Geschoss stark erhöht ist. Hier liegt die gemessene Konzentration bei 0,033153 mg/kg. Bei manchen Proben des bleifreien Geschosses sind höhere Bleiwerte nachgewiesen worden als in Proben von dem mit Blei erlegten Stück. Bei der Probe „2.10 Keule“ konnten im Vergleich zu den anderen Proben des bleifrei erlegten Stückes leicht erhöhte Bleiwerte nachgewiesen werden, hier lagen die gemessenen Werte bei 0,002030 mg/kg.

5.6 Fehlerbetrachtung

Bei der Ausführung der praktischen Arbeit kann es immer wieder zu Fehlern beim einwiegen, pipettieren oder ähnlichem kommen. Dies ist nicht auszuschließen, da die Routine und Laborpraxis fehlen. Beim Zerkleinern der Proben mit dem Multi Zerkleinerer war sehr darauf zu achten, dass sich die unterschiedlichen Proben nicht miteinander vermischen und dadurch eine Verfälschung des Endergebnisses entsteht. Durch unsauberes Arbeiten und nicht ausreichendes Reinigen der Behälter hätten sich Bleirückstände in Proben messen lassen können, in denen keine erhöhten Konzentrationen zu erwarten sind. Die größte Vorsicht lag hier bei den Proben, welche mit dem bleifreien Geschoss erlegt wurden.

Bei manchen der Aufgeschlossenen und gemessenen Proben kam es zu starken Abweichungen zu der Kalibrierreihe während der Messungen. Beim Einschuss mit dem bleihaltigen Jagdgeschoss war dies zu erwarten. Die Proben haben aber sehr hohe Messwerte angezeigt und durch ein ungenügendes Ausglühen des Graphitrohres kam es auch bei manchen darauffolgenden Proben zu stark erhöhten Bleiwerten. Zur Behebung dieses Problems, wurden die Proben 1.3 und 1.4, bei denen es sich um den Einschuss des Bleigeschosses handelt, zunächst 1:20 verdünnt. Hierbei wurden immer noch stark erhöhte Werte gemessen, die auch weit außerhalb der Kalibrierreihe lagen. Im nächsten Schritt wurden die Proben noch einmal verdünnt. Hierbei wurde die Probe 1.3 mit 1:50 und die Probe 1.4 mit 1:40 verdünnt. Nach diesem Schritt konnten verwertbare Ergebnisse nahe der Kalibrierreihe gemessen werden. Alternativ zu den Verdünnungen hätte die Kalibrierreihe erweitert werden können, was aber einen größeren Aufwand mit sich gebracht hätte. Die Proben, bei denen ebenfalls eine erhöhte Bleikonzentration nachgewiesen werden konnte, sind ebenfalls nachgemessen worden. Hier ist man von einer Verfälschung der Messergebnisse durch Rückstände im Graphitrohr ausgegangen. Es handelte sich hierbei um die Proben 1.5, 1.6 und 1.7. Davor wurde das Graphitrohr vorsichtshalber noch einmal zusätzlich geglüht, damit man davon ausgehen kann, dass alle unerwünschten Rückstände entfernt wurden. Nach dem erneuten Messen konnten brauchbare Messergebnisse der Proben erzielt werden.

6. Diskussion

Die Verwendung bleihaltiger Jagdgeschosse ist seit Jahren ein stark umstrittenes Thema in der Jägerschaft und beim Thema Umwelt- und Naturschutz. Bleihaltige Jagdgeschosse werden seit Jahrhunderten verwendet und sind durch ihre rasche Tötungswirkung sehr beliebt. Da Blei ein sehr weiches Metall ist, expandieren bzw. reagieren die Geschosse sehr rasch nach dem Auftreffen auf einen Wildkörper. Sie sind aber auch nicht so empfindlich, dass sie beim Durchfliegen einer kleinen Dichtung oder grasähnlichem Widerstand reagieren und dadurch sich zerlegen oder expandieren. Bei bleifreien Geschossen ist dies teilweise schneller gegeben, da das Material aus denen diese Geschosse bestehen, oftmals härter ist. Bei bleifreien Geschossen wird heutzutage oftmals Kupfer als Geschossmaterial verwendet, welche mit Hohlspitzen oder Plastikspitzen versehen sind, damit diese schnell beim Auftreffen auf einen Widerstand reagieren sollen. Ein großer Unterschied zwischen den bleifreien und bleihaltigen Jagdgeschossen ist der Preis. Günstige bleihaltige Munition ist derzeit ab ca. 1€ pro Schuss erhältlich, während die bleifreie oftmals das 2 bis 5-fache kostet. Mittlerweile sind die bleifreien Geschosse aber genauso gut wie die bleihaltigen. Bei den ersten Versuchen ein bleifreies zu entwickeln, ist die Kritik sehr groß geworden, da die Tötungswirkung unzureichend war, Geschosse nicht richtig auf den Wildkörper reagiert haben und dadurch oftmals beschossene Wildtiere mit Schweißhunden nachgesucht werden mussten oder auch qualvoll verendet sind.

Das größte Problem an bleihaltiger Munition ist jedoch die Belastung der Gewässer, Umwelt und Rückstände im Wildbret, welche sich negativ auf den Endverbraucher auswirken können. Stark in die Kritik geraten ist diese, durch ein großes Sterben an Vögeln, bei denen ein erhöhter Bleigehalt nachgewiesen wurde. Dies muss nicht zwangsweise durch die Jagd entstanden sein, es kann auch durch bleihaltige Angelgewichte kommen. Eine weitere große Bleibelastung entsteht in der Nähe von Sportschießständen durch die Verwendung bleihaltiger Schrotmunition beim Tontaubenschießen. Es kann dabei nur schwer gewährleistet werden, dass alle Schrotkugeln auf dem Gelände verbleiben. Dadurch wird mit der Zeit eine Bleikontamination der in der Nähe liegenden Fläche eines solchen Standes.

Bleifreie Jagdmunition muss in Deutschland in einigen Bundesländern im privaten und im forstlichen Teil verwendet werden. In Schleswig-Holstein muss die bleifreie Munition beispielweise im gesamten Bundesland verwendet werden. In fast allen Landesforsten ist dies ebenfalls so. Nur in Bayern und Sachsen-Anhalt gibt es in manchen Forstämtern noch Sonderregelungen für die Verwendung bleihaltiger Geschosse. (www.jaegermagazin.de)

Vor der Einführung der bleifreien Munition in Schleswig-Holstein, wurde dies auch von politischer Ebene her kritisiert. Der ehemalige CDU-Ministerpräsident Peter Harry Carstensen, welcher selbst Mitglied des Landesjagdverbandes ist, hat sich gegen ein zu schnelles Verbot für bleihaltige Munition im Jahre 2015 gegenüber dem Schleswig-Holsteinischen Zeitungsverlag (shz) geäußert. In der Äußerung geht es vor allem um die Tötungswirkung, die bei bleifreien Geschossen nicht immer direkt gegeben ist. Außerdem wird kritisiert, dass durch eine Verwendung von bleifreien Geschossen, die nicht immer direkt beim Auftreffen auf den Wildkörper reagieren und dieser dadurch nur durchschossen wird, das Leid des Wildes erhöht wird und die Beschossenen Tiere oftmals noch länger als gewollt leben. Wenn dieser Fall eintritt komme das einem Verstoß gegen das Tierschutzgesetz nahe. Der Gesetzgeber gibt aber Mindestanforderungen an den Geschossdurchmesser und die Auftreff-Energie, wodurch diese Zweifel widerlegt werden sollen. Die Landesforsten hingegen äußern sich dazu, welche die bleifreie Munition schon seit einem Jahr in der Jagdpraxis verwenden, dass bei ihnen noch niemand schlechte Erfahrungen bei der Verwendung dieser Munition gemacht hätte. Bei einem sauberen Schuss auf die Lebenswichtigen Organe würde ein langes Leid verhindert werden und eine Qual des Tieres so ausgeschlossen. Weitere Bundesländer schließen sich dieser Thematik an und bundesweit gilt der Trend zum Verbot bleihaltiger Jagdmunition als ausgemacht. Vor allem bei Seeadlern wurde eine erhöhte Bleibelastung als Todesursache nachgewiesen. Dadurch wurde schon 1999 das Verbot von bleihaltiger Schrotmunition bei der Jagd auf Wasserwild eingeführt. (www.shz.de)

In einem weiteren SHZ Artikel aus dem Jahr 2015 geht es ebenfalls um das Bleiverbot in Schleswig-Holstein. Diesmal geht es aber um die „Augenwischerei“ bei der Verwendung von bleifreier Munition, da viele Hersteller in den Legierungen der Geschosse etwa drei bis fünf Prozent Blei enthalten sind. Laut Aussage des Kieler Umweltministeriums sei dies aber auch technisch nicht anders machbar. Der Unterschied besteht aber darin, ob ein Geschoss aus Blei besteht oder ob nur in geringen Mengen das Schwermetall in der Legierung enthalten ist. Dennoch kommt Kritik auf, das auch durch diese geringen Mengen Blei in den Legierungen sich beim Auftreffen kleinste Partikel im Wildbret verteilen. Um eine Belastung des Menschen durch Blei zu vermeiden, müsste man den Schusskanal noch größer entfernen. Auf hierbei ist die Kritik gegenüber den Geschossen sehr groß, da die Tötungswirkung unzureichend sein soll, da das verwendete Material Kupfer viel härter ist als Blei und dadurch länger braucht, um seine gewollte Wirkung zu erzielen. Ein Verstoß gegen das Tierschutzgesetz sieht der Grünen Politiker Robert Habeck aber nicht, da es genug Zeit gegeben hätte sich mit der neuen Munition zu beschäftigen und diese zu erproben. Vor allem geht

es um den Schutz der Wasservögel. Beispielweise haben Forscher bei 70 von 309 toten Seeadlern eine erhöhte Bleibelastung feststellen können. (www.shz.de)

Die Tötungswirkung ist umstritten, es kann aber bei der Erlegung der benötigten Wildschweine für die Proben kein Unterschied der Wirkung der beiden verwendeten Jagdgeschosse ermittelt werden. Beide Wildschweine hatten eine Fluchtstrecke von <10 m, was auf eine sehr rasche Tötungswirkung schließen lässt und das Tierwohl dadurch in keinster Weise verletzt wird. Die Geschosse haben eine sehr gute Wirkung auf den Wildkörper ausgeübt. Das war auch beim Aufbrechen, entfernen der Organe, zu sehen. Hier konnte erkannt werden, dass die lebenswichtigen Organe zerstört wurden, was zu einem Schnellen ausbluten des Tieres und Verenden des Tieres geführt hat.

Ein stark kritizierter Punkt bei den bleifreien Geschossen ist die Tötungswirkung und der Zusammenhang mit dem Tierschutz. In einer Untersuchung „Jagd auf Rehe und Wildschweine in Deutschland: Ist bleifreie Munition für die Jagd geeignet?“ wird dies genauer untersucht. Hier wurden 1.234 Aufzeichnungen über das Schießen von Rehen und 825 Aufzeichnungen über das Schießen von Wildschweinen ausgewertet. Von den 1.234 Rehen wurden 745 mit bleihaltiger und 509 mit bleifreier Munition erlegt. Bei den Wildschweinen wurden von den Gesamt 854 Stück 514 mit Blei erlegt und 340 mit bleifreier Munition erlegt. Es wird davon ausgegangen, dass das Geschossmaterial nicht der Einzige Faktor für unterschiedliche Fluchtstrecken ist, sondern auch die Schussplatzierung, die Jagdsituation und die Schussentfernung hierbei eine große Rolle spielen. Während der Untersuchungen zu den erlegten Wildtieren wurden außerdem erhöhte Bleiwerte bei Personen festgestellt, die häufig Wildfleisch konsumieren. Laut Lebensmittelrecht gibt es keine Höchstwerte für Blei und Wildbret. Durch die Verwendung von Blei entsteht auch eine erhöhte Kontamination des Ökosystem, hier muss eine Änderung durchgeführt werden, dass dies minimiert wird. Die für die Proben erlegten Stücke wurden waidgerecht nach dem Bundesjagdgesetz erlegt. Die Fluchtentfernungen nach dem Schuss wurden durch die Schützen geschätzt. Diese kann als Schlüsselindikator für die Tötungswirkung des Geschosses angesehen werden. Die Art der Jagd spielt bei der Fluchtstrecke eine Entscheidende Rolle. Diese unterscheidet sich durch die Ansjagd von einer erhöhten Position, der Pirsch oder auf der Bewegungsjagd. Von den erlegten Rehen hatten mit bleifreier Munition 63% der Tiere <10m und mit bleihaltiger Munition 68% <10m Fluchtstrecke. Bei den Wildschweinen sind mit bleifreier Munition 60% der Tiere <10m und mit bleihaltiger Munition 58% der Tiere <10m geflüchtet. Bei beiden Wildarten liegt der Treffersitz der Geschosse überwiegend auf dem Thorax. Dadurch entstehen in den meisten Fällen nur sehr kurze Fluchtstrecken. Die Bejagungsarten sind jedoch unterschiedlich. Bei den Rehen wurde der

Großteil der erlegten Stücke von einem Ansitz aus geschossen. Den zweitgrößten Teil der Wildstrecke wurde über die Bewegungsjagden erlegt und ein geringer Teil von ca. 10-15 % wurde während der Pirsch geschossen. Bei den Wildschweinen hingegen wurde der Großteil der erlegten Strecke bei Bewegungsjagden geschossen. Hier sind es bei bleihaltigen Geschossen ca. 62% und bei bleifreien ca. 43%. Danach wurden die meisten bei dem Ansitz erlegt und die wenigsten während der Pirsch. Die Schussentfernung ist ein entscheidender Faktor für die Wirkung der Geschosse. Bei Rehen lag diese bei der Verwendung von bleifreier Munition höher als bei der Verwendung von bleihaltiger Munition. Bei Schwarzwild hingegen war die Schussentfernung im Vergleich von bleifrei zu bleihaltig ungefähr gleich, da hierbei der Großteil der Strecken auf Bewegungsjagden erlegt wurde und die Schussentfernungen dabei nicht so groß sind. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Munitionswahl, ob bleifrei oder bleihaltig, keine Auswirkung auf die Fluchtstrecke hat. Viel entscheidender sind die Schussentfernung und die Platzierung des Schusses. Bei zunehmender Schussentfernung werden die Geschosse immer langsamer und treffen daher mit einer verminderten Geschwindigkeit auf den Wildkörper auf. Dadurch kann nicht immer gewährleistet werden, dass die Geschosse beim Auftreffen auf den Wildkörper richtig expandieren können. Das gilt auch für die Treffpunktlage. Sofern das Tier in den lebenswichtigen Organen getroffen wird, ist die Flucht sehr kurz, während es bei einem Schuss durch ein Bein oder durch Organe wie den Magen/Darm teilweise sehr lange Fluchten entstehen können. (journals.plos.org/) Die Wahl des Treffersitzes ist bei der Tötungswirkung des Geschosses am wichtigsten. Ein sauberer Schuss auf das Blatt, die Schulter, oder kurz da hinter ist am sichersten und führt in den meisten Fällen zur schnellsten Tötung des Tieres. Bei den Probenstücken handelt es sich um Treffer in diesen Bereichen. Die Geschossauswahl ist aber hierbei auch nicht zu vernachlässigen. Ein Teilerlegungsgeschoss zeigt oftmals eine bessere Tötungswirkung durch eine erhöhte Zerstörung der inneren Organe als ein Deformationsgeschoss, welches im Regelfall nur einen großen Wundkanal erzeugen soll. Beide Probenstücke wurden mit einem Teilerlegungsgeschoss erlegt, was auch auf das rasche Verenden des Tieres zurückgeführt werden kann.

Die Europäische Kommission hat die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) dazu aufgefordert, einen Vorschlag auszuarbeiten, wie man den Blei-Eintrag in Europa minimieren könne. Die ECHA schlägt ein grundsätzliches Verbot für die Verwendung von bleihaltiger Jagdmunition vor. Dies gelte für die Verwendung dieser Munition bei der Jagd und beim Sportschießen. Hierzu gibt es bereits eine von der EU-Kommission beschlossenen REACH-Verordnung. Die Regelungen dieser Verordnung sollen nach der Veröffentlichung im europäischen Gesetzblatt, was für die erste Jahreshälfte 2023 geplant ist, in Kraft treten. Es soll dementsprechend Übergangsfristen für

die Umstellung auf unterschiedliche Kugelgeschosse und Schrotmunition geben. Diese lägen dann zwischen 18 Monaten und fünf Jahren. (www.jagderleben.de)

Die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) hat dazu einen Vorschlag für die EU vorbereitet und diese vorgelegt. Darin geht es vor allem um die Bleibelastung für die Umwelt und möglichen Alternativen, wie man diese stark vermindern kann. Hauptsächlich geht es um die Bleireduzierung bei der Jagd, dem Sportschießen und dem Angeln. Dadurch gelangen jedes Jahr schätzungsweise 100.000 Tonnen Blei in die Umwelt der EU. Davon sind 79% aus dem Bereich des Sportschießens, 14% aus der Jagd und 7% durch das Angeln, bzw. die Fischerei. Durch die Verwendung bleihaltiger Munition und Angelgeräte kommt es nachweislich zur Bleivergiftung wild lebender Tiere, wie z.B. bei Vögeln. Bei einer bleibenden Verwendung von Blei bei diesen Aktivitäten würden in den nächsten 20 Jahren in etwa 1,9 Millionen Tonnen Blei in die Umwelt gelangen. Das größte Problem dabei bildet die Verwendung von bleihaltiger Schrotmunition. Diese besteht aus vielen kleinen Kugeln, die auf das Tier oder das zu treffende Ziel abgefeuert werden. Hiervon wird aber nur ein Bruchteil dieser Kugeln „verbraucht“ und der Rest landet in der Umwelt. Dort kann diese aber von Vögeln aufgenommen werden, die diese mit ihrer Nahrung oder kleinen Steinen, die sie in ihrem Magen zum Verdauen benötigen, verwechseln. Dadurch wird das Blei im Magen fein zermahlen und kann dadurch schnell zu einer Bleivergiftung führen. Man spricht hierbei von einer Primärvergiftung. Durch die Verwendung von bleihaltiger Schrotmunition werden jedes Jahr schätzungsweise 127 Millionen Vögel in der EU einer Bleivergiftung ausgesetzt sind. Außerdem wird geschätzt, dass in Feuchtgebieten jedes Jahr ca. 5.000 Tonnen Bleischrot vom Sportschießen und der Jagd in die Umwelt gelangen. Dies führt schätzungsweise zum Tod von etwa einer Millionen Wasservögel Pro Jahr in der EU. Bei geschossenem Schalenwild, wie Rehen oder Wildschweinen, die mit bleihaltiger Munition Geschossen werden, können Raubvögel oder Aasfresser versehentlich Bleifragmente aufnehmen. Dies kann durch das Fressen von zurückgelassenen Innereien passieren. Dadurch können diese Tiere an einer Sekundärvergiftung durch Blei erkranken. Für den Menschen ist Blei auch nicht ungefährlich. Bei zu hoher Aufnahme von Blei kann dies beispielsweise zu verminderter Fruchtbarkeit, Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder zu Entwicklungsstörungen bei Säuglingen und Kindern führen. Die Aufnahme beim Menschen erfolgt hauptsächlich über zwei Wege, durch Verschlucken bei mit Blei geschossenem Wild oder durch das Einatmen von Bleidämpfen oder -staub beim Schießen. Dadurch dass sich das Blei im Wildkörper fein verteilt, reicht es nicht aus, wenn der Einschuss großflächig weggeschnitten wird. Es wird dazu geraten, dass mit Blei erlegtes Wild nur in Maßen zu Verzehren ist. In Frankreich wird beispielsweise von der französischen Agentur für Lebensmittel, Umwelt und Arbeitsschutz (ANSES) geraten nicht

mehr als dreimal pro Jahr mit Blei erlegtes Wild zu essen. Bei Kindern und Schwangeren kann dies zu erheblicheren Schäden führen und diese sollten von daher kein mit Blei erlegtes Wild verzehren. Da das Blei als Jagdgeschoss oder Angelzubehör bei der Verwendung stark reduziert werden soll, müssen Alternativen angeboten werden. Bei Schrot ist eine gängige Alternative Stahl. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass ältere Waffen untersucht werden müssen, ob diese mit Stahl zurechtkommen. Im schlimmsten Fall kann die Waffe bei unsachgemäßer Verwendung beschädigt und der Schütze verletzt werden. Eine weitere Möglichkeit ist Schrotmunition aus Wismut und Wolfram. Diese kann bedenkenlos auch aus alten Waffen verschossen werden, ist aber auch um ein Vielfaches teurer. Bei Jagdgeschossen ist Kupfer ein gängiges Material für bleifreie Geschosse. Bleifreie Munition ist zwar etwas teurer, aber der Preisanstieg sollte keine negativen Auswirkungen auf die Jagd- oder Sportschützenaktivitäten haben. Der Vorschlag der ECHA zur Verminderung des Bleieintrages in die Umwelt sieht nach deren Bewertung wie folgt aus. Die Verwendung von Blei beim Sportschießen, der Jagd und dem Angeln bilden Risiken für Wildtiere, Nutztiere, die Umwelt und die menschliche Gesundheit. Daraus ergeben sich einige vorgeschlagene Beschränkungsoptionen, die beispielsweise ein Verbot von bleihaltiger Munition in Feuchtgebieten und eine Kennzeichnungspflicht für mit Blei erlegte Wildtiere vorsieht. Bei Sportschießanlagen soll es beispielsweise ein Verkaufs- und Verwendungsverbot geben, sofern keine Kugelfänge für die Munition gibt. Hierfür soll es Übergangsfristen geben, die zwischen 18 Monaten und fünf Jahren liegen sollen. Die Jagd soll dadurch nicht verboten werden, da sie in verschiedenen Regionen der EU erhebliche soziale, kulturelle, wirtschaftliche und ökologische Vorteile bietet. Vor allem spielt diese auch beim Naturschutz eine große Rolle. Im Januar 2021 wurde eine Beschränkung für die Verwendung von Bleischrot in Feuchtgebieten der gesamten EU beschlossen. Diese soll ab dem 15. Februar 2023 in allen 27 EU-Staaten gelten. (echa.europa.eu)

Bei der Verwendung bleihaltiger Munition bei Kugel und Schrotgeschossen gelangen immer Schrotkugeln oder Munitionsreste in die Umwelt. Bei der Verwendung bleihaltiger Jagdgeschosse soll ein Ausschuss entstehen, wodurch das Wild Ausbluten und schnell sterben soll. Dieser sogenannte Restbolzen, welcher für den Ausschuss sorgt, gelangt dann ungehindert in die Umwelt und kontaminiert dort Böden und Gewässer. Durch splitternde Jagdgeschosse können sich aber auch Rückstände im Wildkörper bilden. Bei den Messungen konnten vor allem höhere Bleiwerte im Bereich des Einschusses nachgewiesen werden. Diese sind dort, vor allem bei der Verwendung bleihaltiger Geschosse, zu erwarten. Es sind in diesem Probenbereich Messergebnisse zwischen 0,154991 und 0,240287 mg/kg nachgewiesen worden. Diese Werte liegen über dem Höchstwert für Fleisch laut der Verordnung (EG) 2015/1005 der bei 0,10 mg/kg liegt. Bei einer erhöhten

Aufnahme von Fleisch mit diesen Konzentrationen kann es zu gesundheitsschädlichen Folgen für den Menschen kommen. Der hier genannte Höchstwert gilt zwar für Fleisch, allerdings nicht für Fleisch von Wildtieren. Hier gibt es keine Höchstwerte für einen Bleigehalt.

In einer Stellungnahme der Bundesanstalt für Risikobewertung (BfR), 040/2011 vom 03. Dezember 2010, geht es um die Bleibelastung von Wildbret bei Verwendung von bleihaltiger Jagdmunition. Darin geht es um die Bleigehalte in Wildproben und es wird auch gesagt, dass es für Wildfleisch keine Höchstgehalte an Blei gibt. Es ist bereits in kleinen Mengen schädlich und kann sich auf den Menschen negativ auswirken. Blei kann beispielweise das zentrale Nervensystem und Organe schädigen. Vor allem bei Schwangeren, kleinen Kindern und Säuglinge ist das Risiko bei Schäden durch Blei erhöht. Bei der Verwendung bleihaltiger Munition kann es durch die Geschosskonstruktion zu einer inhomogenen Verteilung von Blei im Wildkörper kommen. Dadurch kann eine Kontamination des Wildes auch weit außerhalb des Einschusses entstehen, wodurch ein großzügiges Wegschneiden des Schusskanals nicht ausreicht. (Als PDF verfügbar unter www.bfr.bund.de)

Ein direkter Nachweis einer erhöhten Bleikonzentration in anderen Teilen des Wildkörpers konnte bei den Messungen nicht nachgewiesen werden. Die größten Konzentrationen liegen, wie zu erwarten war, im Bereich des Einschusses. Alle anderen Messergebnisse sind unter dem Höchstgehalt für Fleisch, der bei 0,10 mg/kg liegt. Dieser Wert kann zwar nicht auf Wildfleischproben angewandt, aber als Referenzwert verwendet werden. Auch bei den Proben von dem mit der bleifreien Munition erlegten Stück sind keine erhöhten Bleiwerte nachgewiesen worden. Dadurch kann man schließen, dass bei der Verwendung eines bleifreien Jagdgeschosses keine Gefährdung für den Verbraucher besteht. Bei einem Stück Wild, das mit einem bleihaltigen Geschoss erlegt wurde, sollte man dies aber mit Vorsicht genießen. Es ist zwar nur im Bereich des Einschusses eine erhöhte Konzentration nachgewiesen worden. Aber es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich in anderen Bereichen des Wildkörpers keine erhöhten Bleiwerte nachgewiesen werden können. Dadurch ist eine Gefährdung für den Verbraucher nicht gänzlich auszuschließen. Vor allem wenn dies Fleisch von kleinen Kindern oder Schwangeren konsumiert wird.

7. Fazit

In dieser Arbeit geht es darum, die Bleibelastung in Schwarzwild anhand von Proben zweier Wildschweine zu ermitteln. Ein Stück wurde mit einem bleihaltigen und das andere mit einem bleifreien Jagdgeschoss erlegt. Die Proben wurden mit Hilfe eines Mikrowellendruckaufschlusses für die Messungen mit einer GF-AAS aufgeschlossen und vorbereitet. Als Probenvorbereitung wurden diese zuerst fein zerkleinert und im nächsten Schritt mit hoch konzentrierter Salzsäure und Wasserstoffperoxid aufgeschlossen. Anschließend wurden diese mit der GF-AAS gemessen. Die Messergebnisse geben einen Hinweis auf Bleirückstände, die durch die Jagdgeschosse nachgewiesen werden können. Für Wildbret gibt es in der Literatur keinen Höchstwert für eine Bleibelastung. Die gemessenen Werte werden mit dem Höchstwert für Fleisch und Schlachtnebenprodukte verglichen. Die gemessenen Bleirückstände sind bei den meisten Proben weit unter dem Höchstwert, welcher bei Fleisch bei 0,10 mg/kg und bei Schlachtnebenprodukten bei 0,50 mg/kg liegt. Bei dem Einschuss mit dem bleihaltigen Geschoss kamen leichte Probleme auf, da hier sehr hohe Werte gemessen wurden, die auch einige nachfolgende Proben verfälscht haben. Hierbei wird angenommen das bei den Proben mit dem Einschuss das Graphitrohr überladen war und dadurch dies Ergebnis Zustande gekommen ist. Bei den darauffolgenden Proben wurden die Ergebnisse vermutlich durch hohe Rückstände der Proben des Einschusses verfälscht. Hier konnte das Graphitrohr anscheinend nicht ausreichend ausgeglüht werden und so wurden die Rückstände bei anderen Proben mit gemessen. Die Proben des Einschusses beim bleihaltigen Geschoss wurden zweimal verdünnt, damit brauchbare Messergebnisse erzielt werden konnten. Die verfälschten Proben wurden erneut gemessen und danach konnten dabei verwendbare Messergebnisse erzielt werden. Bei den Proben von dem Stück, das mit dem bleifreien Geschoss erlegt wurde, war lediglich bei einer Charge der Keule eine etwas höhere Bleikonzentration gemessen werden. Eine genaue Erklärung dafür gibt es nicht, womöglich durch Messungenauigkeiten. Die Umstellung auf bleifreie Munition ist ein sehr stark umstrittenes Thema in der Politik und der Jägerschaft. Der Munition wird eine unzureichende Tötungswirkung und dadurch ein resultierender Verstoß gegen das Tierschutzgesetz unterstellt. Außerdem ist die Belastung der Umwelt durch die Verwendung bleihaltiger Jagd- und Sportmunition sehr umstritten. Es sollen laut Schätzungen der ECHA jedes Jahr ca. 100.000 Tonnen Blei dadurch in die Umwelt gelangen. Eine Belastung dieser ist dadurch unvermeidbar. Eine Gefahr geht dadurch für Vögel, Säugetiere und auch den Menschen, beim Verwenden solcher Munition und durch den Verzehr von mit Blei erlegter Wildtiere, aus. Durch das Einatmen oder Verschlucken des toxischen Schwermetalls kann es zu einer Bleivergiftung kommen. Dies kann beim Menschen schwere Folgen wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Schädigungen

bei Säuglingen und Kindern hervorrufen. Durch eine Studie wurde die Tötungswirkung auf Schwarzwild und Rehe unter Verwendung von bleifreier und bleihaltiger Munition anhand von ca. 2.000 Tieren insgesamt untersucht. Hierbei wurde ein Zusammenhang zwischen Jagd Art, Schussentfernung und Treffersitz zur Tötungswirkung ermittelt. Ein unzureichendes Wirken der bleifreien Jagdgeschosse wurde dabei widerlegt. Die neuen Geschosse wirken genauso gut wie die altbewährte Bleimunition. Ob bleihaltige Jagdmunition weiterhin verwendet werden darf steht gerade im Gespräch. Ein Verbot für die Verwendung von bleihaltiger Schrotmunition ist gerade beschlossen worden, damit die Wasservögel besser geschützt werden können. Weitere Überlegungen zur Änderung der Munitionsanforderungen werden aktuell noch beschlossen.

Im Allgemeinen kann gesagt werden, dass es keinen Unterschied zwischen bleihaltiger und bleifreier Munition gibt bei der Tötungswirkung und es dadurch auch keinen Konflikt mit dem Tierschutzgesetz gibt. Bei der Verwendung bleihaltiger Jagdmunition besteht allerdings eine Gefährdung für Umwelt, Tiere und den Menschen durch Verschlucken oder Einatmen bleihaltiger Rückstände oder Dämpfe. Bei langfristiger Belastung des Körpers durch Blei können Schäden für den Menschen entstehen und dies sollte vermieden werden.

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau Druckbehälter Mikrowellenaufschluss (www.winklmail.de).....	- 7 -
Abbildung 2: Rotoreinsatz Mikrowellendruckaufschluss (www.winklmail.de)	- 8 -
Abbildung 3: Bleifreier Deformator von der Seite (Foto: Urbrock, 2020)	- 13 -
Abbildung 4: Bleihaltiges Teilerlegungsgeschoss von der Seite (Foto: Urbrock, 2021).....	- 13 -

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kenndaten des verwendeten Wasserstoffperoxids.....	- 17 -
Tabelle 2: Kenndaten der verwendeten Salpetersäure	- 18 -
Tabelle 3: Kenndaten der verwendeten Blei Standardlösung	- 19 -
Tabelle 4: Verwendete Geräte und Utensilien für die Untersuchung der Proben.....	- 19 -
Tabelle 5: Methode GF-AAS	- 21 -
Tabelle 6: Eingewogene Probenmengen	- 22 -
Tabelle 7: Kalibrierreihe	- 23 -
Tabelle 8: Mittelwerte der ersten Charge	- 25 -
Tabelle 9: Mittelwerte der zweiten Charge	- 26 -
Tabelle 10: Mittelwerte der nachgemessenen Proben.....	- 26 -
Tabelle 11: Bleiwerte der verdünnten Proben.....	- 27 -

10. Quellenverzeichnis

Baltes, W. and L. W. Kroh (2004). Schnellmethoden zur Beurteilung von Lebensmitteln und ihren Rohstoffen. Hamburg, Behrs Verlag.

Boß, K. and S. Nieslony (2014). Lebensmittelkontaminanten. Internationale Standards und Verfahrenskodizes. Hamburg, Behr s Verlag.

https://beck-online.beck.de/?vpath=bib-data%2fges%2fEWG_VO_178_2002%2fcont%2fEWG_VO_178_2002%2eA2%2ehtm (Zugriff am 04.02.2021 um 9:15 Uhr)

https://beck-online.beck.de/?vpath=bib-data%2fges%2fEWG_VO_178_2002%2fcont%2fEWG_VO_178_2002%2eA14%2ehtm (Zugriff am 12.02.2021 um 16:25 Uhr)

<https://www.chemie.de/lexikon/Wasserstoffperoxid.html> (Zugriff am 16.01.2021 um 17:00 Uhr)

<https://www.chemie.de/lexikon/Salpeters%C3%A4ure.html> (Zugriff am 18.01.2021 um 12:30 Uhr)

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/6/ac/bibliothek/_vlu/wasserstoffperoxid.vlu.html (Zugriff am 16:01 m 17:15 Uhr)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffperoxid> (Zugriff am 16.01.2021 um 17:25 Uhr)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Salpeters%C3%A4ure> (Zugriff am 16.01.2021 um 17:55 Uhr)

<https://www.jagdverband.de/zahlen-fakten/tiersteckbriefe/wildschwein-sus-scrofa> (Zugriff am 19.01.2021 um 10:50 Uhr)

<https://www.laborpraxis.vogel.de/probenvorbereitung-mit-mikrowellendruckaufschluss-optimiert-a-286231/> (Zugriff am 15.01.2021 um 15:10 Uhr)

<https://www.gesetze-im-inter-net.de/bjagd/BjNR007800952.html#BjNR007800952BjNG000100325> (Zugriff am 19.01.2021 um 14:40 Uhr)

https://rws-ammunition.com/de/produkte/buechsenpatronen/rws-9-3x74-r-tmr-18-5g?tx_twruag_ammolist%5BfilterForm%5D%5Bfilter%5D%5Bcaliber%5D=139&tx_twruag_ammolist%5BfilterForm%5D%5Bfilter%5D%5Btype%5D=1&cHash=31227614e24854c32314c8564f7f5bca (Zugriff am 29.01.2021 um 16:45 Uhr)

https://rws-ammunition.com/de/produkte/buechsenpatronen/rws-9-3x62-evo-green-11-9g?tx_twruag_ammolist%5BfilterForm%5D%5Bfilter%5D%5Bcaliber%5D=135&tx_twruag_ammolist%5BfilterForm%5D%5Bfilter%5D%5Btype%5D=1&cHash=5c202ab41ab82ae5290bde77514ecbd1 (Zugriff am 29.01.2021 um 16:45 Uhr)

<https://www.lci-koeln.de/deutsch/veroeffentlichungen/lci-focus/wissenswertes-ueber-das-schwermetall-blei> (Zugriff am 30.01.2021 um 21:30 Uhr)

https://www.gesetze-im-internet.de/lfgb/_5.html (Zugriff am 11.02.2021 um 16:20 Uhr)

<http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/datenauswertung.vlu/Page/vsc/de/ch/3/anc/croma/datenauswertung/quantitativ/peakhoehe/flhoehe1m80ht0501.vscml.html#:~:text=Bei%20gut%20aufgel%C3%B6sten%20Peaks%20ist%20die%20Peakfl%C3%A4che%20zur%20Konzentration%20des,bei%20unsymmetrischen%20Peaks%20genaue%20Ergebnisse.&text=Die%20Bestimmung%20der%20Fl%C3%A4che%20kann%20mit%20verschiedenen%20Verfahren%20erfolgen.> (Zugriff am 17.02.2021 um 9:30 Uhr)

<https://www.jaegermagazin.de/jagdausruestung/waffen-und-munition/bleifrei-hier-so-dort-anders/> (Zugriff am 18.02.2021 um 11:15 Uhr)

<https://www.shz.de/regionales/schleswig-holstein/politik/online-petition-carstensen-will-mit-blei-schiessen-id6190111.html> (Zugriff am 18.02.2021 um 12:10 Uhr)

<https://www.shz.de/regionales/schleswig-holstein/panorama/jaeger-in-sh-muessen-bleifrei-schiessen-id8918356.html> (Zugriff am 18.02.2021 um 12:20 Uhr)

<https://www.jagderleben.de/news/grundsatzliches-verbot-blei-munition-712490?fbclid=IwAR0O6SGGUtdkNJb0Txwt9jDjxeeD-vxLKbXTMkUlaX0kYVNhtx2HGAL6Ws> (Zugriff am 18.02.2021 um 12:30 Uhr)

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185029> (Zugriff am 18.02.2021 um 17:00 Uhr)

<https://echa.europa.eu/de/hot-topics/lead-in-shot-bullets-and-fishing-weights> (Zugriff am 19.02.2021 um 12:30 Uhr)

Als PDF Verfügbar unter: <https://www.carlroth.com/medias/SDB-2228-DE-DE.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyMzMxMTB8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oODgvaD-hiLzg5NDc3Nm0NzI3OTgucGRmfGIwOGewODlkY2ZkNTQwNzk4MzNk-MzZjOTI3MzNiMTQ3MTRmMDI1OGMwNTFhYzJmNmFIMGlyOWZiZDA0NjcwZDA> (Zugriff am 18.01.2021 um 13:10 Uhr)

Als PDF verfügbar unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Glaeserne-Gesetze/Referentenentwurfe/ref-entw-b-jagd-g.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Zugriff am 28.01.2021 um 16:30 Uhr)

Als PDF verfügbar unter: <https://winklmaier.de/ian/Praktikum/Aufschluss.pdf> (Zugriff am 30.01.2021 um 20:40 Uhr)

Als PDF verfügbar unter: <https://www.bfr.bund.de/cm/343/bleibelastung-von-wildbret-durchverwendung-von-bleimunition-bei-der-jagd.pdf> (Zugriff am 05.02.2021 um 8:50 Uhr)

Als PDF verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1005&from=DE> (Zugriff am 12.02.2021 um 10:30 Uhr)

11. Anhänge

11.1 Einstellungen der GF-AAS

Pb Mittwoch, 9. Dezember 2020

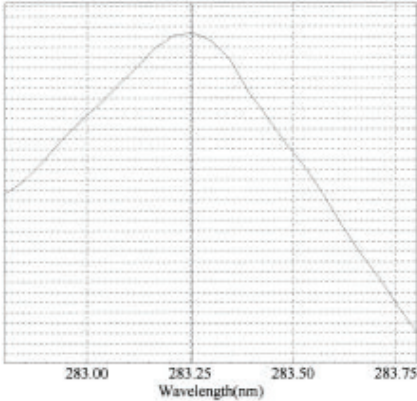
Pb(283.3nm)

Analyst:
File Comment:

Comment:
Furnace
Add Palladium Nitrate 10ppm

Optics Parameters

Element:	Pb
Socket #:	2
Lamp Current Low(mA):	10
Wavelength(nm):	283.3
Slit Width(nm):	1.0
Lamp Mode:	BGC-D2



Peak(nm) : 283.25

Measurement Parameters

Order:	1st
Zero Intercept:	No
Conc. Unit:	ng/mL
Signal Processing:	Peak Height

	<u>Num Reps.</u>	<u>Max Reps.</u>	<u>RSD Limit</u>	<u>SD Limit</u>
Blank	2	3	7.00	0.00000
Standard	2	3	7.00	0.00000
Sample	2	3	7.00	0.00000
Reslope	2	3	7.00	0.00000

Page 1 C:\Dokumente und Einstellungen\user\Desktop\Pb-Urbrock an

Furnace Program

	<u>Temp.</u>	<u>Time(sec)</u>	<u>HeatMode</u>	<u>Sens.</u>	<u>GasType</u>	<u>Flow Rate(L/min)</u>	<u>Sample</u>
1	150	20	RAMP	REGULAR	#1	0.10	OFF
2	250	10	RAMP	REGULAR	#1	0.10	OFF
3	800	10	RAMP	REGULAR	#1	1.00	OFF
4	800	10	STEP	REGULAR	#1	1.00	OFF
5	800	3	STEP	HIGH	#1	0.00	OFF
6	2400	2	STEP	HIGH	#1	0.00	ON
7	2500	2	STEP	REGULAR	#1	1.00	OFF

GFA Tube Unknown
 Last Coating Stage 1
 Number of Boost Cycles 1

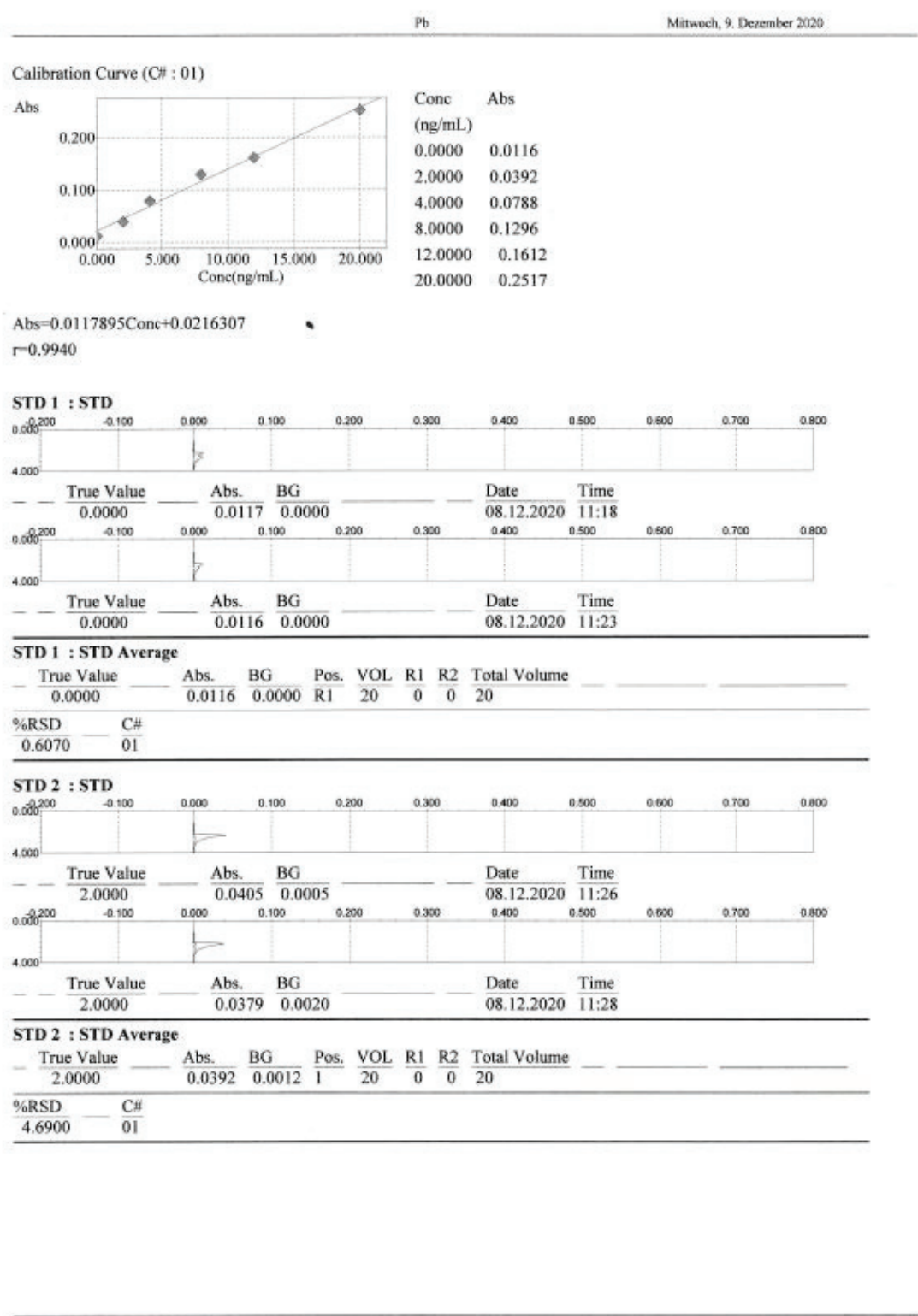
ASC Parameters

Rinse with Sample No
 Mixing No
 Injection Volume(uL) 20
 Injection Speed(uL/sec) 25
 Intake Speed(uL/sec) 130
 Discharge Speed(uL/sec) 150
 Diluent R1
 Reagent 1 R2
 Reagent 2 R3
 Reagent 3 R4
 Sample Intake Order Diluent -> Reagent 1 -> Reagent 2 -> Reagent 3 -> Sample

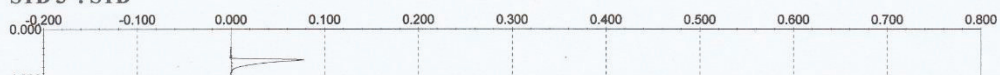
QA/QC Parameters

<u>QC Type</u>	<u>Judge Calc.</u>	<u>Standard Value</u>	<u>Out of Control Remark</u>
Correlation Coefficient	>=	0.995	Mark and Continue
QC(LCS etc.)	%R	80% to 120%	Mark and Continue
Sample Upper Limit	<=	100.0000(ng/mL)	Mark and Continue
%RSD	<= %RSD Limit		Mark and Continue
SPK	%R	75% to 125%	Mark and Continue

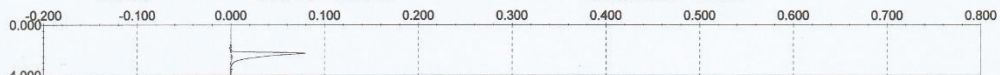
11.2 Messergebnisse der GF-AAS



STD 3 : STD



True Value	Abs.	BG	Date	Time
4.0000	0.0776	0.0010	08.12.2020	11:30



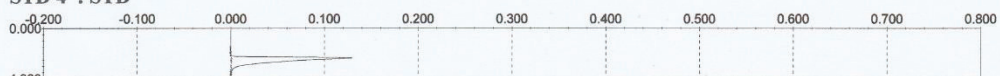
True Value	Abs.	BG	Date	Time
4.0000	0.0799	0.0006	08.12.2020	11:33

STD 3 : STD Average

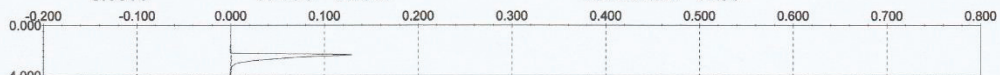
True Value	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume
4.0000	0.0788	0.0008	2	20	0	0	20

%RSD	C#
2.0652	01

STD 4 : STD



True Value	Abs.	BG	Date	Time
8.0000	0.1296	0.0017	08.12.2020	11:35



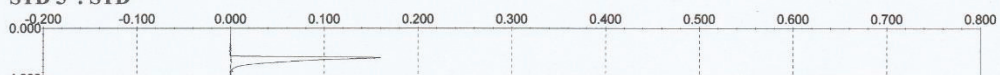
True Value	Abs.	BG	Date	Time
8.0000	0.1297	0.0009	08.12.2020	11:38

STD 4 : STD Average

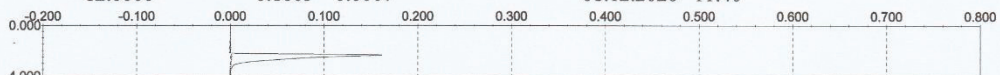
True Value	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume
8.0000	0.1296	0.0013	3	20	0	0	20

%RSD	C#
0.0545	01

STD 5 : STD



True Value	Abs.	BG	Date	Time
12.0000	0.1605	0.0007	08.12.2020	11:40



True Value	Abs.	BG	Date	Time
12.0000	0.1618	0.0015	08.12.2020	11:42

STD 5 : STD Average

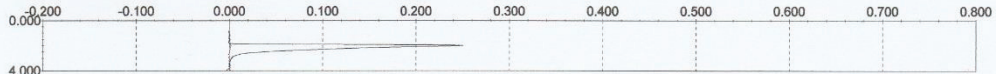
True Value	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume
12.0000	0.1612	0.0011	4	20	0	0	20

%RSD	C#
0.5704	01

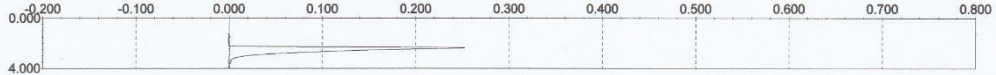
Pb

Mittwoch, 9. Dezember 2020

STD 6 : STD



True Value	Abs.	BG	Date	Time
20.0000	0.2505	0.0013	08.12.2020	11:45



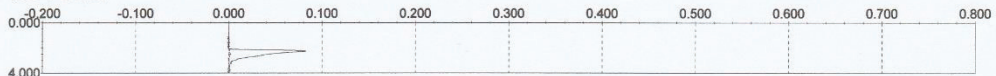
True Value	Abs.	BG	Date	Time
20.0000	0.2529	0.0009	08.12.2020	11:47

STD 6 : STD Average

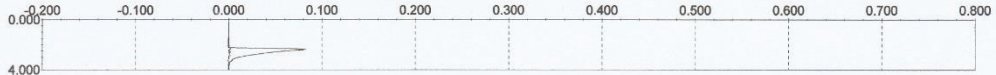
True Value	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume
20.0000	0.2517	0.0011	5	20	0	0	20

%RSD	C#
0.6742	01

001 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
5.2054	0.0830	0.0007	5.2054	08.12.2020	11:49



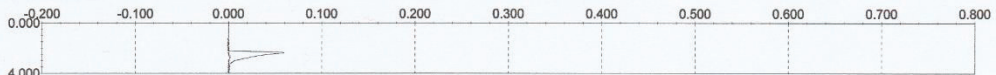
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
5.1800	0.0827	0.0011	5.1800	08.12.2020	11:52

001 : UNK Average

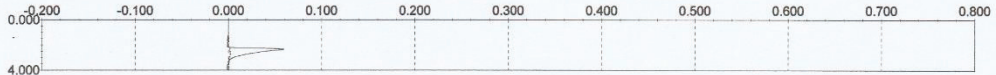
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
5.1885	0.0828	0.0009	10	20	0	0	20	1.00	5.1885

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	0.2560	01

002 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
3.2036	0.0594	0.0000	3.2036	08.12.2020	11:54



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
3.2036	0.0594	0.0018	3.2036	08.12.2020	11:57

002 : UNK Average

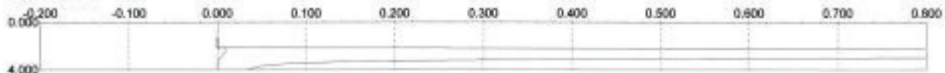
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
3.2036	0.0594	0.0009	11	20	0	0	20	1.00	3.2036

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	0.0000	01

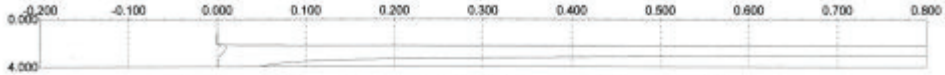
Pb

Mittwoch, 9. Dezember 2020

003 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
188.3435	2.2421	0.0105	188.3435	08.12.2020	11:59



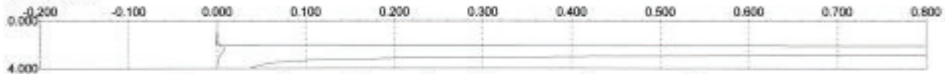
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
186.7658	2.2235	0.0103	186.7658	08.12.2020	12:01

003 : UNK Average Out of Control Remark : UNK > 100.0000

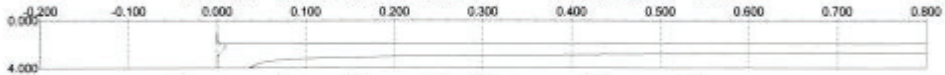
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
187.5546	2.2328	0.0104	12	20	0	0	20	1.00	187.5546

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	0.5890	01

004 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
184.2042	2.1933	0.0089	184.2042	08.12.2020	12:04



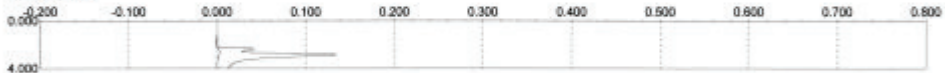
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
183.7716	2.1882	0.0093	183.7716	08.12.2020	12:06

004 : UNK Average Out of Control Remark : UNK > 100.0000

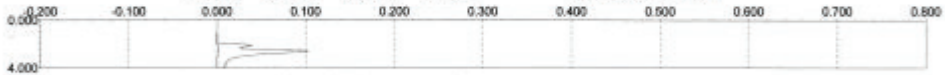
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
183.9921	2.1908	0.0091	13	20	0	0	20	1.00	183.9921

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	0.1646	01

005 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
9.5653	0.1344	0.0026	9.5653	08.12.2020	12:11



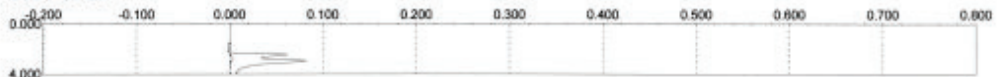
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
6.9273	0.1033	0.0013	6.9273	08.12.2020	12:13

005 : UNK Average Out of Control Remark : RSD/SD > Limit

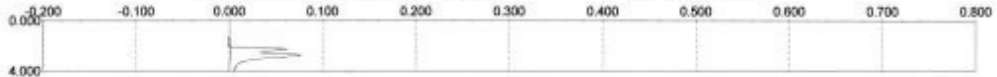
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
8.2420	0.1188	0.0020	14	20	0	0	20	1.00	8.2420

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	18.5032	01

006 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
5.1376	0.0822	0.0017	5.1376	08.12.2020	12:18



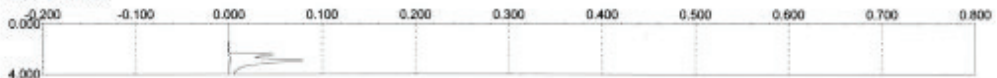
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
4.7135	0.0772	0.0024	4.7135	08.12.2020	12:21

006 : UNK Average

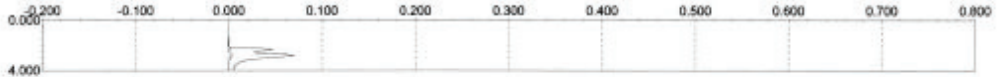
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
4.9255	0.0797	0.0020	15	20	0	0	20	1.00	4.9255

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	4.4360	01

007 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
4.8577	0.0789	0.0019	4.8577	08.12.2020	12:23



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
4.1197	0.0702	0.0032	4.1197	08.12.2020	12:25

007 : UNK Average Out of Control Remark : RSD/SD > Limit

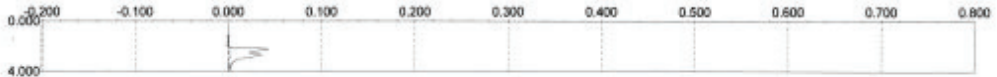
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
4.4929	0.0746	0.0026	16	20	0	0	20	1.00	4.4929

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	8.2519	01

008 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
1.9313	0.0444	0.0011	1.9313	08.12.2020	12:33



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
1.8295	0.0432	0.0005	1.8295	08.12.2020	12:35

008 : UNK Average

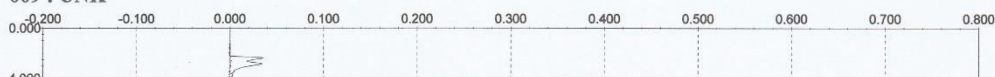
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
1.8804	0.0438	0.0008	17	20	0	0	20	1.00	1.8804

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	1.9373	01

Pb

Mittwoch, 9. Dezember 2020

009 : UNK

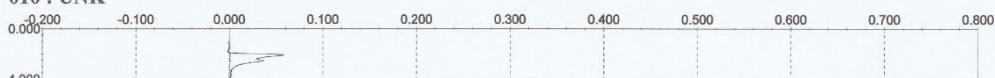


Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
1.1764	0.0355	0.0005	1.1764	08.12.2020	12:37
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
1.1086	0.0347	-0.0002	1.1086	08.12.2020	12:40

009 : UNK Average

Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
1.1425	0.0351	0.0002	18	20	0	0	20	1.00	1.1425
Actual Conc. Unit	%RSD	C#							
ug/g	1.6116	01							

010 : UNK

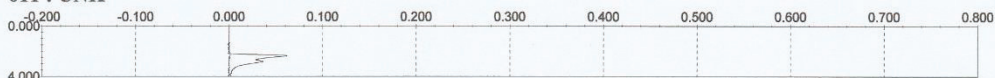


Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
3.1019	0.0582	0.0009	3.1019	08.12.2020	12:42
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
3.3648	0.0613	0.0009	3.3648	08.12.2020	12:45

010 : UNK Average

Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
3.2376	0.0598	0.0009	19	20	0	0	20	1.00	3.2376
Actual Conc. Unit	%RSD	C#							
ug/g	3.6687	01							

011 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
3.4242	0.0620	0.0008	3.4242	08.12.2020	12:47
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
3.7465	0.0658	0.0007	3.7465	08.12.2020	12:49

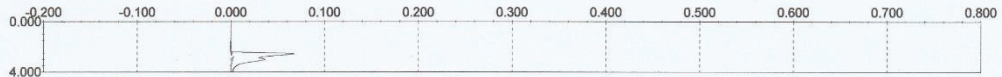
011 : UNK Average

Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
3.5853	0.0639	0.0008	20	20	0	0	20	1.00	3.5853
Actual Conc. Unit	%RSD	C#							
ug/g	4.2050	01							

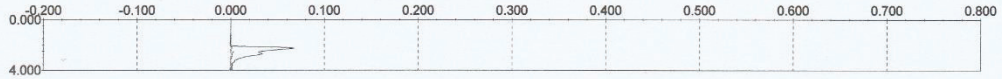
Pb

Mittwoch, 9. Dezember 2020

012 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
3.8822	0.0674	0.0012	3.8822	08.12.2020	12:52



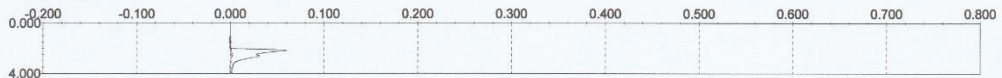
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
3.9077	0.0677	0.0014	3.9077	08.12.2020	12:54

012 : UNK Average

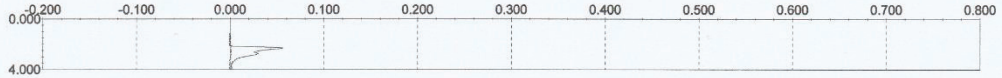
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
3.8992	0.0676	0.0013	21	20	0	0	20	1.00	3.8992

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	0.3140	01

013 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
3.2630	0.0601	0.0005	3.2630	08.12.2020	12:56



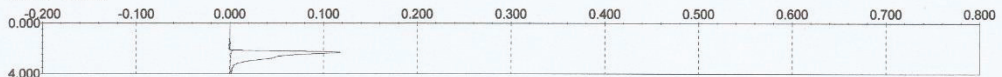
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
2.9407	0.0563	0.0007	2.9407	08.12.2020	12:59

013 : UNK Average

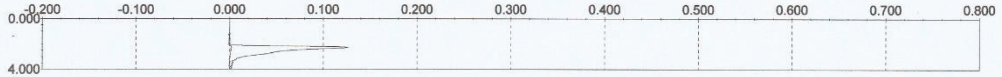
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
3.1019	0.0582	0.0006	22	20	0	0	20	1.00	3.1019

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	4.6168	01

014 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
8.1742	0.1180	0.0014	8.1742	08.12.2020	13:01



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
8.9036	0.1266	0.0023	8.9036	08.12.2020	13:04

014 : UNK Average

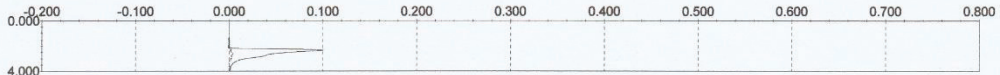
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
8.5389	0.1223	0.0018	23	20	0	0	20	1.00	8.5389

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	4.9723	01

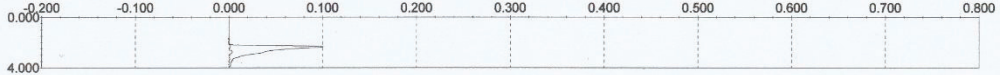
Pb

Mittwoch, 9. Dezember 2020

015 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
6.6983	0.1006	0.0022	6.6983	08.12.2020	13:06



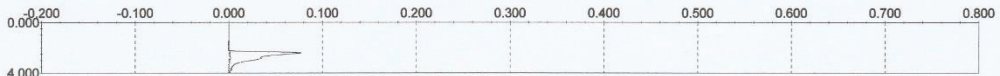
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
6.7407	0.1011	0.0012	6.7407	08.12.2020	13:08

015 : UNK Average

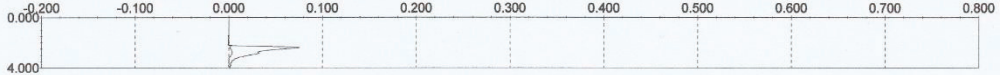
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
6.7153	0.1008	0.0017	24	20	0	0	20	1.00	6.7153

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	0.3506	01

016 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
4.7559	0.0777	0.0009	4.7559	08.12.2020	13:11



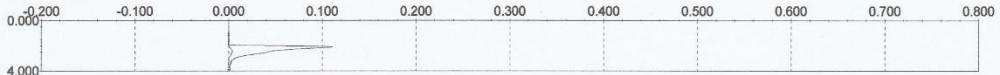
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
4.5862	0.0757	0.0016	4.5862	08.12.2020	13:13

016 : UNK Average

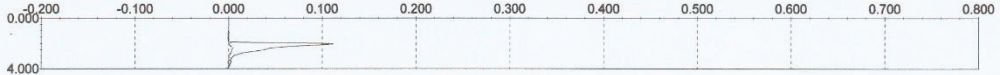
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
4.6711	0.0767	0.0012	25	20	0	0	20	1.00	4.6711

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	1.8438	01

017 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
7.6144	0.1114	0.0010	7.6144	08.12.2020	13:16



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
7.6398	0.1117	0.0013	7.6398	08.12.2020	13:18

017 : UNK Average

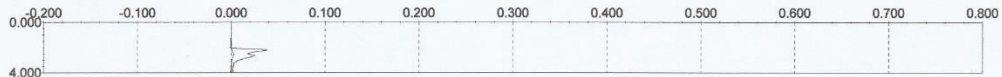
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
7.6313	0.1116	0.0012	26	20	0	0	20	1.00	7.6313

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	0.1902	01

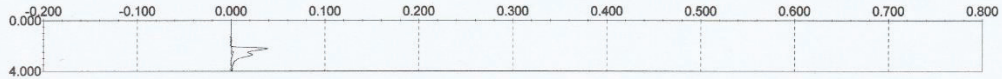
Pb

Mittwoch, 9. Dezember 2020

018 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
1.4224	0.0384	0.0009	1.4224	08.12.2020	13:20



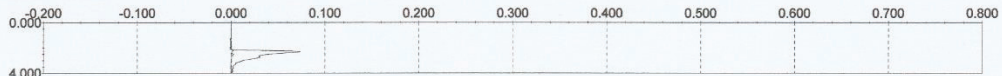
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
1.5157	0.0395	0.0005	1.5157	08.12.2020	13:23

018 : UNK Average

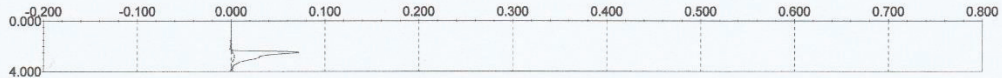
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
1.4733	0.0390	0.0007	27	20	0	0	20	1.00	1.4733

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	1.9970	01

019 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
4.4166	0.0737	0.0014	4.4166	08.12.2020	13:25



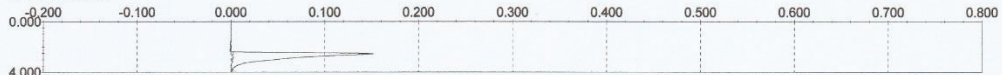
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
4.3063	0.0724	0.0015	4.3063	08.12.2020	13:28

019 : UNK Average

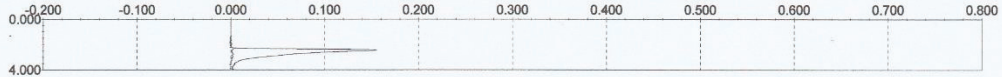
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
4.3572	0.0730	0.0014	28	20	0	0	20	1.00	4.3572

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	1.2584	01

020 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
11.0666	0.1521	0.0018	11.0666	08.12.2020	13:30



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
11.3465	0.1554	0.0011	11.3465	08.12.2020	13:32

020 : UNK Average

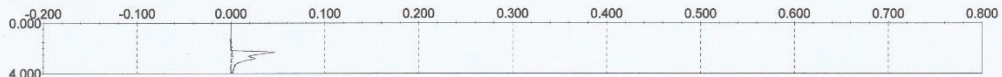
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
11.2108	0.1538	0.0014	29	20	0	0	20	1.00	11.2108

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	1.5177	01

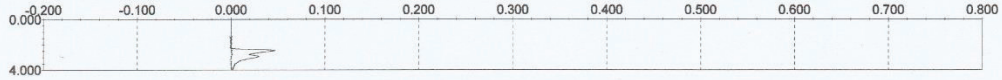
Pb

Mittwoch, 9. Dezember 2020

005 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
2.0925	0.0463	0.0014	2.0925	09.12.2020	10:08



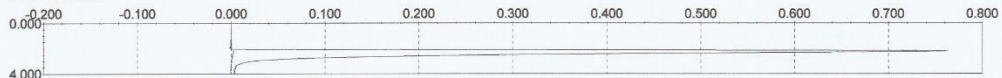
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
2.1519	0.0470	0.0014	2.1519	09.12.2020	10:10

005 : UNK Average

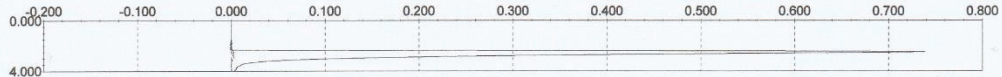
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
2.1179	0.0466	0.0014	14	20	0	0	20	1.00	2.1179

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	1.0610	01

003 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
62.9264	0.7635	0.0024	62.9264	09.12.2020	10:20



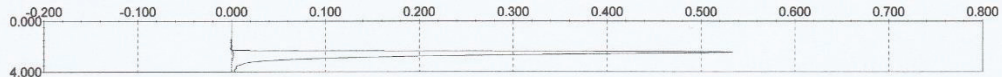
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
60.8144	0.7386	0.0031	60.8144	09.12.2020	10:22

003 : UNK Average

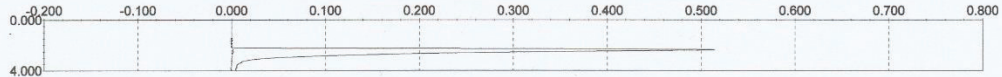
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
61.8662	0.7510	0.0028	12	20	0	0	20	1.00	61.8662

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	2.3443	01

004 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
43.4260	0.5336	0.0020	43.4260	09.12.2020	10:32



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
41.8144	0.5146	0.0019	41.8144	09.12.2020	10:35

004 : UNK Average

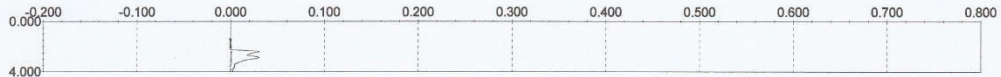
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
42.6202	0.5241	0.0020	13	20	0	0	20	1.00	42.6202

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	2.5634	01

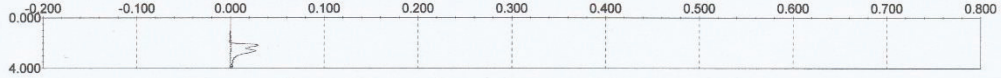
Pb

Mittwoch, 9. Dezember 2020

007 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
0.7523	0.0305	0.0010	0.7523	09.12.2020	10:45



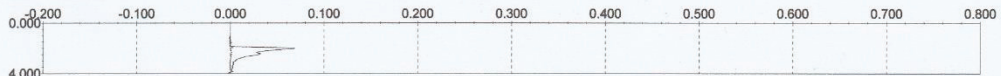
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
0.7099	0.0300	0.0002	0.7099	09.12.2020	10:48

007 : UNK Average

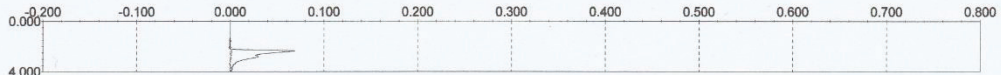
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
0.7269	0.0302	0.0006	16	20	0	0	20	1.00	0.7269

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	1.1688	01

006 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
4.0010	0.0688	0.0011	4.0010	09.12.2020	10:54



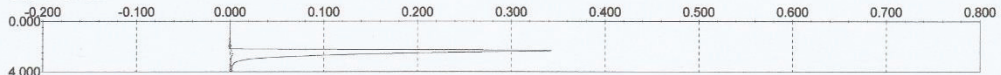
Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
4.0179	0.0690	0.0009	4.0179	09.12.2020	10:57

006 : UNK Average

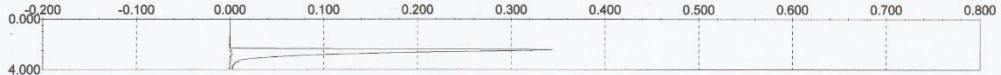
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
4.0094	0.0689	0.0010	15	20	0	0	20	1.00	4.0094

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	0.2053	01

003 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
27.2336	0.3427	0.0018	27.2336	09.12.2020	11:12



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
27.3693	0.3443	0.0009	27.3693	09.12.2020	11:14

003 : UNK Average

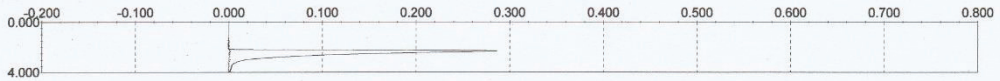
Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
27.3014	0.3435	0.0014	12	20	0	0	20	1.00	27.3014

Actual Conc. Unit	%RSD	C#
ug/g	0.3294	01

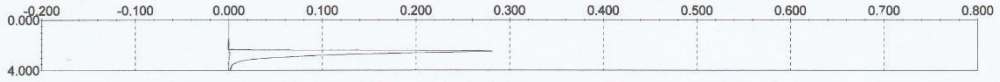
Pb

Mittwoch, 9. Dezember 2020

004 : UNK



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
22.5090	0.2870	0.0011	22.5090	09.12.2020	11:20



Conc.	Abs.	BG	Actual Conc.	Date	Time
22.0510	0.2816	0.0010	22.0510	09.12.2020	11:22

004 : UNK Average

Conc.	Abs.	BG	Pos.	VOL	R1	R2	Total Volume	DF	Actual Conc.
22.2800	0.2843	0.0010	13	20	0	0	20	1.00	22.2800

Actual Conc.	Unit	%RSD	C#
ug/g		1.3431	01

11.3 Messergebnisse der ersten Charge

Nummer	Probe	Geschoss	Einwaage [g/100ml]	Einwaage [g/ml]	Einwaage [mg/ml]	Konz. [ng/ml]	Konz. [mg/ml]	Ergebnis [mg/ml]	Ergebnis [mg/kg]
1	Leber 1.1	TMR	0,5797	0,005797	5,797	5,2054	5,2054E-06	8,9795E-07	0,000898
1	Leber 1.1	TMR	0,5797	0,005797	5,797	5,1800	5,1800E-06	8,9357E-07	0,000894
MW 1	Leber 1.1	TMR	0,5797	0,005797	5,797	5,1885	5,1885E-06	8,9503E-07	0,000895
2	Leber 1.2	TMR	0,5607	0,005607	5,607	3,2036	3,2036E-06	5,7136E-07	0,000571
2	Leber 1.2	TMR	0,5607	0,005607	5,607	3,2036	3,2036E-06	5,7136E-07	0,000571
MW 2	Leber 1.2	TMR	0,5607	0,005607	5,607	3,2036	3,2036E-06	5,7136E-07	0,000571
3	Einschuss 1.3	TMR	0,5681	0,005681	5,681	188,3435	1,8834E-04	3,3153E-05	0,033153
3	Einschuss 1.3	TMR	0,5681	0,005681	5,681	186,7658	1,8834E-04	3,3153E-05	0,033153
MW 3	Einschuss 1.3	TMR	0,5681	0,005681	5,681	187,5546	1,8834E-04	3,3153E-05	0,033153
4	Einschuss 1.4	TMR	0,5750	0,005750	5,750	184,2042	1,8834E-04	3,2755E-05	0,032755
4	Einschuss 1.4	TMR	0,5750	0,005750	5,750	183,7716	1,8834E-04	3,2755E-05	0,032755
MW 4	Einschuss 1.4	TMR	0,5750	0,005750	5,750	183,9921	1,8834E-04	3,2755E-05	0,032755
5	Rücken 1.5	TMR	0,4940	0,004940	4,940	9,5653	9,5653E-06	1,9363E-06	0,001936
5	Rücken 1.5	TMR	0,4940	0,004940	4,940	6,9273	6,9273E-06	1,4023E-06	0,001402
MW 5	Rücken 1.5	TMR	0,4940	0,004940	4,940	8,2420	8,2420E-06	1,6684E-06	0,001668
6	Rücken 1.6	TMR	0,5175	0,005175	5,175	5,1376	5,1376E-06	9,9277E-07	0,000993
6	Rücken 1.6	TMR	0,5175	0,005175	5,175	4,7135	4,7135E-06	9,1082E-07	0,000911
MW 6	Rücken 1.6	TMR	0,5175	0,005175	5,175	4,9255	4,9255E-06	9,5179E-07	0,000952
7	Leber 1.7	eG	0,5140	0,005140	5,140	4,8577	4,8577E-06	9,4508E-07	0,000945
7	Leber 1.7	eG	0,5140	0,005140	5,140	4,1197	4,1197E-06	8,0150E-07	0,000801
MW 7	Leber 1.7	eG	0,5140	0,005140	5,140	4,4929	4,4929E-06	8,7411E-07	0,000874
8	Leber 1.8	eG	0,5430	0,005430	5,430	1,9313	1,9313E-06	3,5567E-07	0,000356
8	Leber 1.8	eG	0,5430	0,005430	5,430	1,8295	1,8295E-06	3,3692E-07	0,000337
MW 8	Leber 1.8	eG	0,5430	0,005430	5,430	1,8804	1,8804E-06	3,4630E-07	0,000346
9	Einschuss 1.9	eG	0,5467	0,005467	5,467	1,1764	1,1764E-06	2,1518E-07	0,000215
9	Einschuss 1.9	eG	0,5467	0,005467	5,467	1,1086	1,1086E-06	2,0278E-07	0,000203
MW 9	Einschuss 1.9	eG	0,5467	0,005467	5,467	1,1425	1,1425E-06	2,0898E-07	0,000209
10	Einschuss 1.10	eG	0,5558	0,005558	5,558	3,1019	3,1019E-06	5,5810E-07	0,000558
10	Einschuss 1.10	eG	0,5558	0,005558	5,558	3,3648	3,3648E-06	6,0540E-07	0,000605
MW 10	Einschuss 1.10	eG	0,5558	0,005558	5,558	3,2376	3,2376E-06	5,8251E-07	0,000583

11.4 Messergebnisse der zweiten Charge

Nummer	Probe	Geschoss	Einwaage [g/100ml]	Einwaage [g/ml]	Einwaage [mg/ml]	Konz [ng/ml]	Konz. [mg/ml]	Ergebnis [mg/ml]	Endergebnis [mg/kg]
11	Nacken 2.1	TMR	0,4869	0,004869	4,869	3,4242	3,4242E-06	7,0327E-07	0,000703
11	Nacken 2.1	TMR	0,4869	0,004869	4,869	3,7465	3,7465E-06	7,6946E-07	0,000769
MW 11	Nacken 2.1	TMR	0,4869	0,004869	4,869	3,5853	3,5853E-06	7,3635E-07	0,000736
12	Nacken 2.2	TMR	0,5027	0,005027	5,027	3,8822	3,8822E-06	7,7227E-07	0,000772
12	Nacken 2.2	TMR	0,5027	0,005027	5,027	3,9077	3,9077E-06	7,7734E-07	0,000777
MW 12	Nacken 2.2	TMR	0,5027	0,005027	5,027	3,8992	3,8992E-06	7,7565E-07	0,000776
13	Keule 2.3	TMR	0,5394	0,005394	5,394	3,2630	3,2630E-06	6,0493E-07	0,000605
13	Keule 2.3	TMR	0,5394	0,005394	5,394	2,9407	2,9407E-06	5,4518E-07	0,000545
MW 13	Keule 2.3	TMR	0,5394	0,005394	5,394	3,1019	3,1019E-06	5,7506E-07	0,000575
14	Keule 2.4	TMR	0,5641	0,005641	5,641	8,1742	8,1742E-06	1,4491E-06	0,001449
14	Keule 2.4	TMR	0,5641	0,005641	5,641	8,9036	8,9036E-06	1,5784E-06	0,001578
MW 14	Keule 2.4	TMR	0,5641	0,005641	5,641	8,5389	8,5389E-06	1,5137E-06	0,001514
15	Nacken 2.5	eG	0,5703	0,005703	5,703	6,6983	6,6983E-06	1,1745E-06	0,001175
15	Nacken 2.5	eG	0,5703	0,005703	5,703	6,7407	6,7407E-06	1,1820E-06	0,001182
MW 15	Nacken 2.5	eG	0,5703	0,005703	5,703	6,7153	6,7153E-06	1,1775E-06	0,001178
16	Nacken 2.6	eG	0,4962	0,004962	4,962	4,7559	4,7559E-06	9,5846E-07	0,000958
16	Nacken 2.6	eG	0,4962	0,004962	4,962	4,5862	4,5862E-06	9,2426E-07	0,000924
MW 16	Nacken 2.6	eG	0,4962	0,004962	4,962	4,6711	4,6711E-06	9,4137E-07	0,000941
17	Rücken 2.7	eG	0,5100	0,005100	5,100	7,6144	7,6144E-06	1,4930E-06	0,001493
17	Rücken 2.7	eG	0,5100	0,005100	5,100	7,6398	7,6398E-06	1,4980E-06	0,001498
MW 17	Rücken 2.7	eG	0,5100	0,005100	5,100	7,6313	7,6313E-06	1,4963E-06	0,001496
18	Rücken 2.8	eG	0,5316	0,005316	5,316	1,4224	1,4224E-06	2,6757E-07	0,000268
18	Rücken 2.8	eG	0,5316	0,005316	5,316	1,5157	1,5157E-06	2,8512E-07	0,000285
MW 18	Rücken 2.8	eG	0,5316	0,005316	5,316	1,4733	1,4733E-06	2,7714E-07	0,000277
19	Keule 2.9	eG	0,5281	0,005281	5,281	4,4166	4,4166E-06	8,3632E-07	0,000836
19	Keule 2.9	eG	0,5281	0,005281	5,281	4,3063	4,3063E-06	8,1543E-07	0,000815
MW 19	Keule 2.9	eG	0,5281	0,005281	5,281	4,3572	4,3572E-06	8,2507E-07	0,000825
20	Keule 2.10	eG	0,5522	0,005522	5,522	11,0666	1,1067E-05	2,0041E-06	0,002004
20	Keule 2.10	eG	0,5522	0,005522	5,522	11,3465	1,1347E-05	2,0548E-06	0,002055
MW 20	Keule 2.10	eG	0,5522	0,005522	5,522	11,2108	1,1211E-05	2,0302E-06	0,002030

11.5 Messergebnisse der nachgemessenen Proben

V-Faktor	Nummer	Probe	Geschoss	Einwaage [g/100ml]	Einwaage [g/ml]	Einwaage [mg/ml]	Konz. [ng/ml]	Konz. [mg/ml]	Ergebnis [mg/ml]	Endergebnis [mg/kg]
01:20	3	Einschuss 1.3	TMR	0,5681	0,005681	5,681	62,9264	6,2926E-05	1,107664E-05	0,221533
01:20	3	Einschuss 1.3	TMR	0,5681	0,005681	5,681	60,8144	6,0814E-05	1,070488E-05	0,214098
01:20	MW 3	Einschuss 1.3	TMR	0,5681	0,005681	5,681	61,8662	6,1866E-05	1,089002E-05	0,217800
01:20	4	Einschuss 1.4	TMR	0,5750	0,005750	5,750	43,4260	4,3426E-05	7,552348E-06	0,151047
01:20	4	Einschuss 1.4	TMR	0,5750	0,005750	5,750	41,8144	4,1814E-05	7,272070E-06	0,145441
01:20	MW 4	Einschuss 1.4	TMR	0,5750	0,005750	5,750	42,6202	4,2620E-05	7,412209E-06	0,148244
	5	Rücken 1.5	TMR	0,4940	0,004940	4,940	2,0925	2,0925E-06	4,235830E-07	0,000424
	5	Rücken 1.5	TMR	0,4940	0,004940	4,940	2,1519	2,1519E-06	4,356073E-07	0,000436
	MW 5	Rücken 1.5	TMR	0,4940	0,004940	4,940	2,1179	2,1179E-06	4,287247E-07	0,000429
	6	Rücken 1.6	TMR	0,5175	0,005175	5,175	4,0010	4,0010E-06	7,731401E-07	0,000773
	6	Rücken 1.6	TMR	0,5175	0,005175	5,175	4,0179	4,0179E-06	7,764058E-07	0,000776
	MW 6	Rücken 1.6	TMR	0,5175	0,005175	5,175	4,0094	4,0094E-06	7,747633E-07	0,000775
	7	Leber 1.7	eG	0,5140	0,005140	5,140	0,7523	7,5230E-07	1,463619E-07	0,000146
	7	Leber 1.7	eG	0,5140	0,005140	5,140	0,7099	7,0990E-07	1,381128E-07	0,000138
	MW 7	Leber 1.7	eG	0,5140	0,005140	5,140	0,7269	7,2690E-07	1,414202E-07	0,000141
01:50	3	Einschuss 1.3	TMR	0,5681	0,005681	5,681	27,2336	2,7234E-05	4,793804E-06	0,239690
01:50	3	Einschuss 1.3	TMR	0,5681	0,005681	5,681	27,3693	2,7369E-05	4,817691E-06	0,240885
01:50	MW 3	Einschuss 1.3	TMR	0,5681	0,005681	5,681	27,3014	2,7301E-05	4,805738E-06	0,240287
01:40	4	Einschuss 1.4	TMR	0,5750	0,005750	5,750	22,5090	2,2509E-05	3,914609E-06	0,156584
01:40	4	Einschuss 1.4	TMR	0,5750	0,005750	5,750	22,0510	2,2051E-05	3,834957E-06	0,153398
01:40	MW 4	Einschuss 1.4	TMR	0,5750	0,005750	5,750	22,2800	2,2280E-05	3,874783E-06	0,154991

Eidesstaatliche Erklärung über die selbstständige Anfertigung der Arbeit

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt worden ist und ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Textstellen, die wörtliche oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind durch Zitate als solche gekennzeichnet.

Ich erkläre weiterhin, dass die abgegebene Digitale Version mit der eingereichten schriftlichen Arbeit übereinstimmt.

Ort, Datum

Unterschrift