

lfz
raumberg
gumpenstein

Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Abschlussbericht Wildfleischqualität

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 100905/1

Fleischqualität von vier österreichischen Wildarten (Reh-, Rot-, Gams- und Schwarzwild) in den Jahreszeiten

Meat quality of four Austrian wild game species (roe
deer, red deer, wild goat and wild boar) in the seasons

Projektleitung:

Roland Kitzer, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

DI Georg Terler, Dr. Margit Velik,
Ing. Josef Kaufmann, LFZ Raumberg- Gumpenstein
Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Walter Goessler, Mag. Katrin Ertl, Uni Graz

Projektpartner:

Fa. Ager GesmbH, Wildfleischverarbeitung- u. Zerlegebetrieb
Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Chemie- Analytische Chemie

Projektlaufzeit:

2013 – 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Material und Methoden	5
2.1	Fleischqualitäts-Untersuchungen	7
2.2	Statistische Auswertung	10
3	Ergebnisse und Diskussion	10
3.1	Vergleich der Fleischqualität zwischen den Jahreszeiten	10
3.2	Vergleich der Fleischqualität zwischen den Tierarten	14
3.3	Schwermetall-Gehalt in Wildfleisch	18
4	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	23
5	Literaturverzeichnis	24

Zusammenfassung

Ziel des Projektes war, anhand einer Stichprobenerhebung die Fleischqualität von vier österreichischen Schalenwildarten (Rot-, Reh-, Gams- und Schwarzwild) und von zwei Niederwildarten (Fasan und Feldhase) zu untersuchen. Dabei wurden Fleischfarbe, Wasserbindungsvermögen (Tropf-, Koch- und Grillsaftverlust), Zartheit, Inhaltsstoffe, Mengen- und Spurenelementgehalt, Fettsäuremuster und Schwermetallgehalt bei Wildfleisch (verursacht durch Verwendung von Bleimunition) untersucht. Die Probennahme erfolgte im Winter und Sommer um mögliche Unterschiede in der Fleischqualität festzustellen. Das Wildfleisch stammte aus den österreichischen Bundesländern, Kärnten, Tirol, Salzburg, Steiermark, Oberösterreich, Niederösterreich und Burgenland. Aufgrund der geringen Probenmenge ist es schwierig eine klare Aussage zu treffen, dennoch lassen sich Tendenzen ableiten.

Schlagwörter: Wildfleisch, Jahreszeit, Fleischqualität, Fettsäuremuster

Summary

The aim of the project was to investigate the meat quality of four Austrian hoofed game species (red deer, roe deer, chamois and wild boar) and two small game species (pheasant and hare). Meat colour, water holding capacity (drip loss, cooking loss and grilling loss), shear force, intramuscular fat content, fatty acid profile, content of minerals and trace elements and heavy metal content in wild meat (caused by use of lead munition) were examined. The samples were taken in winter and summer to detect possible differences in meat quality patterns. The venison came from the Austrian federal states Carinthia, Tyrol, Salzburg, Styria, Upper Austria, Lower Austria and Burgenland. Because of the low sample volume it is difficult to present a clear result, but the results can be seen as trends.

Keywords: game meat, season, meat quality, fatty acid profile

1 Einleitung

Im Jahr 2012/13 wurden in Österreich laut Statistik Austria 416.000 Stück Schalenwild erlegt, davon 282.000 Stück Rehwild, 59.000 Stück Rotwild, 49.700 Stück Schwarzwild und 20.700 Stück Gamswild, sowie 126.000 Feldhasen und 104.000 Fasane (STATISTIK AUSTRIA 2013). Die Tendenz der Abschusszahlen ist bei Rehwild (+4,4%), Rotwild (+20,8%) und bei Schwarzwild (+88,5%) teilweise stark steigend. Die Jagd (Jagdrecht) ist mit Grund und Boden verbunden, wovon speziell die Land- und Forstwirtschaft als Einnahmequelle profitiert. Der Wert des Wildfleischanfalles in Österreich beläuft sich auf ca. 28 Millionen Euro, sowie ca. 54 Millionen Euro für Verpachtung und Abschussgebühren (ZENTRALSTELLE DER ÖSTERREICHISCHEN LANDESJAGDVERBÄNDE 2008). Daraus ist ersichtlich, dass die jagdliche Nutzung ein wesentlicher Einkommensfaktor für die Land- und Forstwirtschaft ist. Das Thema „Gesunde Ernährung“ kommt heute fast täglich in den Medien vor. Die Rückverfolgbarkeit und Regionalität der Lebensmittel wird für den Konsumenten immer wichtiger, er bekennt sich immer mehr zu regionsbezogenen, gesunden, im Einklang mit der Natur produzierten Nahrungsmitteln. Deshalb ist es wichtig, den Wunsch des Konsumenten hinsichtlich der Sensibilität der folgenden Aspekte, wie artgerechte Tierhaltung, stressfreie Tötung (kein Tiertransport zur Schlachtung) sowie die Rückverfolgbarkeit der Lebensmittel zu berücksichtigen. Gerade das Wildbret aus freier Natur kann diese Voraussetzungen gut erfüllen, es kann sich in der Natur frei bewegen und selektiv Nahrung aufnehmen, wann immer es dem Wild ein Bedürfnis ist. Die uneingeschränkte Bewegungsfreiheit in der freien Natur und die abwechslungsreiche Nahrung aus Kräutern und Gräsern sind unmittelbar für den Geschmack des Wildfleisches verantwortlich. In diesem Zusammenhang hat Wildfleisch aus freier Natur als hochwertiges Nahrungsmittel beim Konsumenten einen hohen Stellenwert. Wildfleisch ist besonders feinfaserig, fett- und cholesterinarm und der Eiweißgehalt ist im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Nutztieren relativ hoch. Aufgrund seines Aufbaus und seiner Zusammensetzung gehört Wildfleisch zu den wertvollsten Lebensmitteln, der Geschmack und die Zartheit machen es zur Delikatesse. Wildbret ist eine Form von tierschutzgerecht gewonnenem Lebensmittel, es ist von höchster ethischer Qualität. Im Sinne einer korrekten Konsumenteninformation und des Konsumentenschutzes ist eine klare begriffliche Trennung zwischen „Wildbret aus freier Natur“ und „Gatterwildhaltung“ zu fordern, da es sich ethisch als auch ökologisch unterscheidet. Aus Sicht der Lebensmittelsicherheit muss seitens der Jäger alles getan werden, damit ausschließlich hygienisch einwandfreies, qualitativ hochwertiges Wildbret in den Verkehr gelangt.

Ein weiteres sehr wichtiges Kriterium ist die Bleibelastung von Wildbret durch Bleimunition, das im Rahmen dieses Projektes mit einbezogen wurde. Da die gesundheitlichen Auswirkungen von Blei im menschlichen Körper bekannt sind, muss im Sinne des Verbraucherschutzes eine Reduktion der Gefahrenquelle angestrebt werden. Studien belegen, dass selbst Bleikonzentrationen in sehr geringen Dosen schädlich für den menschlichen Körper und besonders für die mentale Entwicklung von Kindern sind. Deshalb sind bis vor kurzem noch gültige Grenzwerte (Blei max. 100µg/kg Fleisch, 0,25µg/kg Körpergewicht/Woche) kaum mehr anwendbar, die Bleikontamination ist so niedrig zu halten, wie sie vernünftigerweise zu erreichen ist. Blei ist ein giftiges Schwermetall, es kann zu Störungen in der Blutbildung, peripheren Nervenschäden aber auch Psychosen, Konzentrationsschwierigkeiten, Kopfschmerzen, Müdigkeit, Abmagerung und Reizbarkeit führen. Besonders Kinder resorbieren über die Nahrung aufgenommene Bleimengen in höherem Maß als Erwachsene und sind daher besonders gefährdet. Die Jäger können mit der Verwendung von bleifreier Munition einen Beitrag dazu leisten (PAULSEN 2012). Wildfleisch ist ein Nischenprodukt mit geringem Marktanteil, dennoch können diese Informationen beitragen, das Produkt „Wildbret“ besser am Markt zu positionieren und die Konsumenten verstärkt dafür zu interessieren.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat aufgrund von neuen Daten das zusätzliche Gesundheitsrisiko durch den Verzehr von mit Bleimunition geschossenem Wild neu bewertet. Wildfleisch kann durch bleihaltige Munitionsreste stark mit Blei belastet sein. Das Schwermetall Blei ist giftig und reichert sich im Organismus an. Nach neuesten Erkenntnissen kann für Blei keine Wirkschwelle und somit keine Dosis ohne Wirkung angegeben werden. Bei Erwachsenen reagieren die Nieren bei einer chronischen Bleiexposition am empfindlichsten. Bei Kindern schädigt Blei vor allem das Nervensystem. Besonders gefährdet sind Säuglinge und Kleinkinder. Eine erhöhte Bleibelastung kann bei ihnen zu irreversiblen Nervenschäden, zu Störungen der Hirnfunktionen und zur Beeinträchtigung der Intelligenz führen. Das gleiche gilt für Föten. Eine besonders sensible Phase in der Entwicklung des Ungeborenen ist die Ausbildung des Nervensystems. Sie kann bereits durch die einmalige Aufnahme von Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten beeinträchtigt werden. Eine Quelle für hohe Bleigehalte im Muskelfleisch von Wild ist die üblicherweise bei der Jagd verwendete Bleimunition. Beim Aufprall verformen oder zerlegen sich die Bleigeschosse, es lösen sich kleinste Bleipartikel und feinste Bleisplitter, die tief in das Fleisch eindringen und kaum noch zu erkennen sind.

Fleisch von Wildschwein, Reh und Hirsch kann deshalb zu den am höchsten mit Blei belasteten Lebensmitteln gehören (BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG 2011).



Abbildung 1: Rothirsch, Gams, Rehbock, Schwarzwild

2 Material und Methoden

Das vorliegende Projekt wurde in Kooperation mit der Fa. Ager GesmbH (Speck- und Wildspezialitäten) in Söll in Tirol und der Karl-Franzens-Universität Graz (Institut für Chemie – Analytische Chemie) durchgeführt.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden im Zeitraum Dezember 2012 bis Jänner 2014 100 Fleischproben gezogen.

Die Wildfleischproben von Reh,- Rot-, Gams- und Schwarzwild wurden von der Fa. Ager GesmbH unentgeltlich bereitgestellt, die Niederwildproben (Feldhasen, Fasan) wurden ebenfalls unentgeltlich von Dr. Gewessler (Tierarztpraxis in St. Roman bei Schärding) zur Verfügung gestellt.

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurden Fleischfarbe, Wasserbindungsvermögen (Tropf-, Koch- und Grillsaftverlust), Zartheit (Scherkraft), intramuskulärer Fettgehalt und das Fettsäuremuster nach einem festgelegten Schema untersucht. Für die Schwermetalluntersuchungen wurden bei jedem Tier, nach dem für die Untersuchungen vorgesehenen Probenschema, zwei Proben gezogen, eine Probe jeweils in unmittelbarer Nähe des Schusskanals, sowie eine zweite Probe mind. 30 cm vom Schusskanal entfernt. Da Fasane und Feldhasen mit Schrotkugeln geschossen werden (kleine Munitionskügelchen verteilen sich beim Aufprall auf gesamten Körper), wurde bei diesen Tierarten nur eine Schwermetalluntersuchung durchgeführt (Es wurde nicht zwischen Fleisch nahe des Schusskanals und Fleisch, welches mind. 30 cm vom Schusskanal entfernt war, unterschieden.)

Die Schwermetall-, sowie die Mengen- und Spurenelement-Untersuchungen wurden an der Karl-Franzens-Universität Graz (Institut für Chemie – Analytische Chemie) durchgeführt.

Tabelle 1: Versuchsdesign

Jahreszeit	Anzahl	Wildart	Untersuchung
Winter 2012/13	10	Gamswild	Fleischqualität, Fettsäuren, Inhaltsstoffe, Mengen- u. Spurenelemente
	10	Rehwild	
	10	Rotwild	
	10	Schwarzwild	
Sommer 2013	10	Rehwild	Fleischqualität, Fettsäuren, Inhaltsstoffe, Mengen- u. Spurenelemente, Schwermetallgehalt
	10	Rotwild	
	10	Schwarzwild	
Winter 2013/14	10	Fasan	Fettsäuren, Inhaltsstoffe, Mengen- u. Spurenelemente, Schwermetallgehalt
	10	Feldhase	
	10	Gamswild	

Die insgesamt 80 Fleischproben von Gams-, Reh-, Rot- und Schwarzwild wurden im Wildverarbeitungs- und Zerlegebetrieb der Fa. Ager GesmbH in Tirol gezogen. Zur Bestimmung der Inhaltsstoffe (Trockenmasse, Rohprotein, intramuskuläres Fett, Rohasche) und des Fettsäuremusters waren jeweils 20 g Fleisch vom Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) notwendig. Die Fleischproben wurden immer an der gleichen Stelle (Rücken 6.-10. Rippe) entnommen. Die Proben wurden im frischen Zustand homogenisiert und bis zur Analyse in zwei separaten Behältern gelagert. Die Inhaltsstoffe wurden frisch analysiert und die Proben für das Fettsäuremuster wurden tiefgefroren. Die Proben für die Bestimmung der Qualitätsparameter, wie Farbe, Tropf-, Koch-, Grillsaftverlust und Zartheit, wurden am Zerlegebetrieb vakuumiert und anschließend nach Raumberg-Gumpenstein zur weiteren Untersuchung verbracht.

Tabelle 2: Probenschema

2 cm Analyse	8 cm Foto, Farbe 0, 120 min Grillsaft, Scherkraft	2,5 cm Tropfsaft-, Kochsaftverlust
6. Rippe	7. Rippe	10. Rippe

Die Entnahme der Fleischproben erfolgte bei jedem Tier nach dem oben dargestellten Schema. Alle angeführten Untersuchungen wurden im LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt.

Von jeder Fleischprobe sind folgende Daten bekannt:

- Wildart (Reh-, Rot-, Gams-, Schwarzwild)
- Tag des Erlegens
- Gemeindenummer /Postleitzahl des Erlegungsortes
- Tag der Untersuchung
- Gemeindenummer/Postleitzahl und Ort der Untersuchung
- Name und Nummer der kundigen Person

Im Beisein eines Fleischers von der Firma Ager wurden die Proben bei jedem Tier exakt an der gleichen Stelle (Rücken) entnommen, vakuumiert, in Tiefkühlboxen gelagert und für die weiteren Untersuchungen am LFZ Raumberg- Gumpenstein vorbereitet.

Als Problem hat sich herausgestellt, dass seit dem Jagdjahr 2013 auf der „Bescheinigung Wildkörper und Eingeweide (Innereien)“ gemäß Verordnung (EG) Nr. 853/2004, Anhang III. Abschnitt IV sowie Lebensmittelhygiene- Direktvermarktungsverordnung nur das Beschauorgan (kundige Person)

angegeben ist, und somit eine Rückverfolgung des Erlegers des jeweiligen Wildtieres für etwaige Informationen (Alter, Gewicht, Geschlecht, verwendetes Geschoss) nicht möglich war.

Weiters wurden bei jeweils 10 Fasanen und Feldhasen die Gehalte an Inhaltsstoffen (Trockenmasse, Rohprotein, intramuskuläres Fett, Rohasche), Fettsäuren, Mengen- und Spurenelementen sowie Schwermetallen bestimmt. Für diese Untersuchungen wurde bei jedem Tier dieser beiden Tierarten eine Mischprobe aus allen Teilstücken zusammengestellt.

Im Rahmen dieses Projektes wurden Fleischproben von den vier Schalenwildarten (Reh-, Rot-, Gams- und Schwarzwild) sowie den beiden Niederwildarten (Feldhase und Fasan, die hauptsächlich mit Bleischrot geschossen werden) auf Mengenelement-, Spurenelement- und Schwermetallgehalt (Blei, Cadmium, Arsen, etc.) untersucht, um Daten für die Bleibelastung von Wildfleisch zu gewinnen. Ursprünglich sollten alle Proben für diese Untersuchungen bei im Sommer erlegten Tieren gezogen werden. Da aber im Sommer 2013 kein Fleisch für Proben von Fasan, Feldhase und Gamswild erhältlich waren, wurden die Untersuchungen bei diesen Tierarten im Winter 2013/14 nachgeholt.

2.1 Fleischqualitäts-Untersuchungen

Die Probennahme erfolgte im Winter und Sommer um mögliche Unterschiede in der Fleischfarbe, dem Wasserbindungsvermögen (Tropf-, Koch- und Grillsaftverlust), der Zartheit, dem intramuskulären Fettgehalt und dem Fettsäuremuster zu erkennen. Weiters wurden auch der Mengen- und Spurenelementgehalt sowie der Schwermetallgehalt (Einsatz von bleihaltiger Munition) miteinbezogen.

Probennahme Winter 2012/13

Bei diesem Durchgang wurden jeweils 10 Proben bei Reh-, Rot-, Gams- und Schwarzwild von der 6. bis zur 10. Rippe entnommen. Die Analyse-Proben wurden frisch homogenisiert und danach die Inhaltsstoffe (TM, RP, IMF, RA) analysiert. Die Proben für die Fettsäuren-Bestimmung wurden eingefroren und danach untersucht. Die Farbe, das Wasserbindungsvermögen (Tropf-, Koch- und Grillsaftverlust) sowie die Zartheit wurden ebenfalls frisch analysiert.

Probennahme Sommer 2013

Beim Gamswild gab es im Sommer keine Proben, da die Jagd auf den Wintergams (Gamsbart) und die imposante Gamsbrunft hohe Tradition hat. Im Sommer wurden für die Untersuchung Proben von Reh-, Rot- und Schwarzwild gezogen. Die Probennahme erfolgte gleich wie im Winter 2012/13. Zusätzlich wurden jedoch Proben für die Mengen- und Spurenelement- sowie Schwermetallgehaltsuntersuchung genommen. Diese wurden frisch homogenisiert, in verschließbaren Behälter eingefroren und in weiterer Folge an der Karl-Franzens-Universität Graz (Institut für Chemie – Analytische Chemie) analysiert.

Probennahme Niederwild Winter 2013/14

Die Niederwildproben (Feldhasen und Fasan) für die Untersuchung von Fettsäuren, Inhaltsstoffen, Mengen- und Spurenelementen sowie Schwermetallen wurden Ende Dezember 2013 aus Oberösterreich (St. Roman bei Schärding) bereitgestellt. Da im Sommer 2013 keine Gamsproben erhältlich waren, wurden im Winter nochmals Fleischproben von 10 Tieren gezogen, um die Gehalte an Inhaltsstoffen, Fettsäuren, Mengen- und Spurenelementen sowie an Schwermetallen bestimmen zu können.

Die Fleischqualitätsuntersuchungen wurden im Fleischqualitätslabor des LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Der Tropfsaftverlust wurde bei allen Proben unmittelbar nach der Zerlegung (24 Stunden danach) am frischen Fleisch festgestellt, die Probe wurde in eine verschließbare Plastikdose mit Gitterrost gelegt und 48 Stunden im Kühlschrank bei 2 °C belassen und danach zurückgewogen. Mit dem gleichen Probenstück wurde in weiterer Folge der Kochsaftverlust nach 50 minütigem Kochen bei 70 °C und anschließendem Abkühlen im kalten Wasserbad für 40 Minuten ermittelt.

Zur Ermittlung des Grillsaftverlustes wurden Fleischscheiben mit je ca. 2,5 cm Stärke auf einem Doppelplattengrill der Firma Silex bis 60 °C Kerntemperatur gegrillt. Der Grillsaftverlust wurde anschließend im warmen Zustand (unmittelbar nach dem Grillen) als auch im kalten Zustand (Abkühlen auf Raumtemperatur) festgestellt.

Die Farbmessung erfolgte mit einem Spectrophotometer CM-2500d der Fa. KONICA MINOLTA. Das L*a*b*- Farbsystem (CIELAB- System genannt) ist heute das gebräuchlichste System für die Farbmessung und misst Helligkeit (0=schwarz, 100=weiß), Rotton (+60=rot; -60=grün), Gelbton

(+60=gelb; -60=blau), Buntton und Farbsättigung. Mit Farbmessgeräten lassen sich geringste Farbabweichungen bzw. Unterschiede in Zahlen ausdrücken und vergleichen. Insgesamt wurden am Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) bei jeder Fleischprobe 5 Farbmessungen durchgeführt. Nach einem festgelegten Schema erfolgten jeweils 5 Messungen am frischen Anschnitt und nach 120 Minuten Oxidation (Lagerung des Fleisches eingewickelt in einer luftdurchlässigen Frischhaltefolie bei 2 °C im Kühlschrank), wobei jeweils ein Mittelwert berechnet wurde.

Mit den gegrillten und gekochten Fleischproben wurde anschließend die Zartheit (Scherkraftmessung) ermittelt. Die Scherkraft gibt an, wie viel Kraft notwendig ist, um Fleisch zu durchschneiden (Imitation Zähne) und wird in kg angegeben. Die Scherkraftmessung wurde bei gekochtem sowie gegrilltem Fleisch mit der Warner-Bratzler Schere der Firma Instron 3365 durchgeführt. Für die Scherkraftmessung wurden ein dreieckiges (für Scherkraft gegrillt) sowie ein rechteckiges Scherblatt (für Scherkraft gekocht) verwendet. Die ausgekühlten Fleischproben vom Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) aus der Grillsaftverlust- und Kochsaftverlustbestimmung wurden für die Scherkraftmessung herangezogen. Von jeder Fleischprobe wurden 10 Zylinder mit 1,27 cm Durchmesser (gegrilltes Fleisch) bzw. quadratische Proben mit 1 cm² Querschnitt (gekochtes Fleisch) längs der Faserrichtung ausgestochen und quer zur Faserrichtung geschert. Aus den 10 Wiederholungen wurde ein Mittelwert gebildet um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten.

Die Proben für die chemische Analyse und die Bestimmung der Fettsäuren wurden zunächst mit einem Kutter der Firma Retsch (Grindomix GM 200) homogenisiert und zur weiteren Verarbeitung eingefroren. Die wichtigsten Fleischinhaltsstoffe (TM, RP, IMF, RA) wurden im chemischen Labor des LFZ Raumberg- Gumpenstein nasschemisch analysiert. Die Extraktion des intramuskulären Fettes für die Bestimmung der Fettsäuren erfolgte nach der von FOLCH et al. (1957) entwickelten Methode, die vom Zentrallabor Grub der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft modifiziert wurde. Die Derivatisierung zu Fettsäuremethylester erfolgte mit TMSH (DGF 2006). Die Fettsäurezusammensetzung wurde gaschromatografisch mit dem GC Varian (Modell 3900, ausgestattet mit der Säule Supelco Fused Silica SP 2380, 100m) bestimmt. Die Injektionstemperatur und Detektionstemperatur betragen 250 bzw. 260 °C. Als Trägergas diente Helium und es wurde eine konstante Druck- Methode (Säulendruck 3,4 bar) verwendet. Zur Identifikation der Peaks wurde der Standard Mix 37 FAME (Supelco, inc.) verwendet. In Tabelle 3 sind die in diesem Projekt untersuchten Fettsäuren dargestellt.



Abbildung 2: Rehrücken

Tabelle 3: Liste der analysierten Fettsäuren

gesättigte FS ¹ (SFA)	einfach ungesättigte FS ¹ (MUFA)	mehrfach ungesättigte FS ¹ (PUFA)	
C 8:0	C 14:1	C 18:2 trans 9,12	Omega-6 (Ω-6)
C 10:0	C 16:1 trans 9	C 18:2 cis 9,12	
C 12:0	C 16:1 cis 9	C 18:3 cis 6,9,12	
C 13:0	C 17:1	C 20:2	
C 14:0	Σ C 18:1 trans	C 20:3 cis 8,11,14	
C 15:0	C 18:1 cis 9	C 20:4	
C 16:0	C 18:1 cis 11	C 22:4	
C 17:0	C 20:1	C 22:5 cis 4,7,10,13,16	
C 18:0	C 24:1	C 18:3 cis 9,12,15 (ALA ²)	Omega-3 (Ω-3)
C 20:0		C 20:3 cis 11,14,17	
C 22:0		C 20:5 (EPA ³)	
C 23:0		C 22:5 cis 7,10,13,16,19 (DPA ⁴)	
C 24:0		C 22:6 (DHA ⁵)	
		CLA cis 9,trans 11	CLA (konjugierte Linolsäure)
		CLA cis 9,cis 11	

¹ Fettsäure

² α-Linolensäure

³ Eicosapentaensäure

⁴ Docosapentaensäure

⁵ Docosahexaensäure

Tabelle 4: Liste der analysierten Mengen- und Spurenelemente und Schwermetalle

Mengenelemente	Spurenelemente	Schwermetalle	sonstige Elemente
Natrium	Chrom	Vanadium	Bor
Magnesium	Mangan	Nickel	Rubidium
Phosphor	Eisen	Arsen	Strontium
Schwefel	Cobalt	Cadmium	Antimon
Kalium	Selen	Quecksilber	Barium
Calcium	Molybdän	Uran	
	Zink	Blei	
	Kupfer		

2.2 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS (2010). Davor wurden allerdings Stichproben der einzelnen Merkmale, die mehr als 2,5 Standardabweichungen vom Mittelwert abwichen, aus dem Datenpool gelöscht. Bei p-Werten von kleiner 0,05 wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Gruppen angenommen. Signifikante Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen wurden mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.



Abbildung 3: Gaschromatograph

3 Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen 5 bis 15 und den Abbildungen 4 bis 6 dargestellt.

3.1 Vergleich der Fleischqualität zwischen den Jahreszeiten

Tabelle 5: Einfluss der Jahreszeit (Sommer, Winter) auf die Fleischqualität von Rot-, Reh- und Schwarzwild

	Rotwild				Rehwild				Schwarzwild			
	Sommer	Winter	s _e	p-Wert	Sommer	Winter	s _e	p-Wert	Sommer	Winter	s _e	p-Wert
Fleischfarbe, 0 min Oxidation												
Helligkeit (L)	33,46	33,41	2,67	0,9690	32,07 ^b	33,97 ^a	1,63	0,0132	43,98	43,36	4,22	0,7456
Rotton (a)	15,47 ^a	14,38 ^b	1,13	0,0436	14,51 ^a	12,95 ^b	1,06	0,0026	13,39 ^a	11,19 ^b	2,21	0,0399
Gelbton (b)	11,05	10,01	1,57	0,1586	10,13	9,35	1,27	0,1676	14,34	12,93	1,91	0,1145
Fleischfarbe, 120 min Oxidation												
Helligkeit (L)	33,32	34,43	2,59	0,3496	31,78 ^b	34,20 ^a	1,56	0,0017	44,15	45,48	3,91	0,4575
Rotton (a)	16,11 ^y	16,93 ^x	0,88	0,0512	15,32	15,63	1,59	0,6599	15,28	14,13	2,64	0,3429
Gelbton (b)	11,95	12,51	1,46	0,3995	11,12	11,67	1,31	0,3369	16,22	16,26	1,85	0,9620
Wasserbindungsvermögen												
Tropfsaftverlust, %	1,24 ^a	0,88 ^b	0,27	0,0083	0,89	0,91	0,19	0,8758	1,33	1,19	0,58	0,5747
Kochsaftverlust, %	28,47 ^y	31,41 ^x	3,15	0,0519	28,27	27,63	2,22	0,5109	29,59	30,50	2,92	0,4975
Grillsaftverlust warm, %	25,86 ^b	29,03 ^a	3,00	0,0293	21,38	19,58	3,34	0,2216	25,45 ^y	28,58 ^x	3,94	0,0926
Grillsaftverlust kalt, %	32,56 ^b	35,80 ^a	2,63	0,0129	28,90	26,75	3,22	0,1329	31,27 ^y	34,49 ^x	3,41	0,0490
Scherkraft gegrillt, kg	2,20 ^b	2,69 ^a	0,42	0,0201	1,99 ^x	1,74 ^y	0,32	0,0759	3,71	3,55	0,83	0,6663
Scherkraft gekocht, kg	3,03	2,79	0,57	0,3483					4,00	3,31	1,05	0,1613
Inhaltsstoffe (g/kg FM)												
Trockenmasse (TM)	243,75 ^b	250,64 ^a	6,03	0,0198	244,89 ^b	262,26 ^a	7,42	0,0001	251,11	252,28	14,82	0,8615
Rohprotein (XP)	216,38 ^b	224,96 ^a	5,10	0,0014	227,21	226,67	5,18	0,8107	219,44	225,56	8,17	0,1113
Intramuskuläres Fett (IMF)	6,39	7,65	3,99	0,4897	5,82 ^b	15,78 ^a	4,61	0,0001	21,32	13,13	12,33	0,1549
Rohasche (XA)	10,88	10,72	0,23	0,1606	11,36 ^a	10,9 ^b	0,22	0,0001	10,82	10,79	0,33	0,8381

a,b statistisch signifikanter Unterschied (p<0,05)

x,y tendenzieller Unterschied (p<0,10)

Tabelle 6: Einfluss der Jahreszeit auf das Fettsäuremuster von Rot-, Reh- und Schwarzwild (Anteil der Fettsäuregruppen am Gesamt-Fettsäure-Gehalt)

	Rotwild				Rehwild				Schwarzwild			
	Sommer	Winter	s _e	p-Wert	Sommer	Winter	s _e	p-Wert	Sommer	Winter	s _e	p-Wert
Gesättigte Fettsäuren (SFA)	49,33	50,19	3,39	0,5786	42,99 ^b	49,66 ^a	2,18	0,0001	37,21	35,59	2,42	0,1518
Einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA)	23,46	25,29	4,46	0,3725	20,00 ^b	33,77 ^a	4,41	0,0001	39,89	42,63	9,30	0,5187
Mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA)	27,20	24,52	6,79	0,3887	37,00 ^a	16,58 ^b	5,25	0,0001	22,90	21,78	8,58	0,7737
Ω6-Fettsäuren	20,97	18,47	5,62	0,3335	27,97 ^a	12,05 ^b	3,65	0,0001	19,46	19,91	7,16	0,8916
Ω3-Fettsäuren	5,92	5,66	1,40	0,6805	8,71 ^a	4,18 ^b	1,84	0,0001	3,20	1,61	1,78	0,6060
Konjugierte Linolsäuren (CLA)	0,32 ^y	0,40 ^x	0,09	0,0575	0,32	0,35	0,14	0,5838	0,23	0,26	0,04	0,1227
Ω6/Ω3-Verhältnis	3,51	3,31	0,53	0,3945	3,27 ^x	2,90 ^y	0,48	0,0942	9,03 ^y	12,97 ^x	4,93	0,0904

a,b statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$)

x,y tendenzieller Unterschied ($p < 0,10$)

Bei allen drei Tierarten war der Wert für den Rotton im Sommer höher, d.h. das Fleisch hatte eine intensivere Rotfärbung. Dagegen wurden beim Gelbton des Fleisches keine Unterschiede zwischen den Jahreszeiten festgestellt. Das Rehfleisch war im Winter heller als im Sommer, während bei den beiden anderen Wildarten keine Unterschiede auftraten. Beim Rotwild war der Tropfsaftverlust im Winter deutlich geringer und Koch- und Grillsaftverlust signifikant höher als im Sommer. Ähnlich verhielt es sich beim Schwarzwild, allerdings waren die Unterschiede nicht so deutlich. Beim Rehwild wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahreszeiten festgestellt. Die Scherkraft gegrillt des Fleisches von Rotwild war im Winter deutlich höher als immer Sommer, was auf weniger zartes Fleisch hinweist. Allerdings waren die Ergebnisse der Zartheitsmessung über alle Tierarten gesehen sehr unterschiedlich. Daraus kann geschlossen werden, dass, neben der Jahreszeit, auch andere Faktoren einen wichtigen Einfluss auf die Zartheit von Wildfleisch haben.

Das Fleisch des Rot- und Rehwildes wies im Winter höhere Trockenmasse-Gehalte auf als im Sommer. Dafür sind aber unterschiedliche Gründe verantwortlich. Beim Rotwild war der höhere TM-Gehalt auf einen höheren Rohprotein-Gehalt zurückzuführen. Dagegen war beim Rehwild vor allem der deutlich höhere intramuskuläre Fettgehalt für die Unterschiede zwischen Sommer und Winter ausschlaggebend. Die Einlagerung von IMF nimmt mit steigendem Alter immer mehr zu. Leider war das Alter der untersuchten Tiere nicht bekannt. Deshalb ist es möglich, dass die großen Unterschiede im IMF-Gehalt des Rehwilds auf ein unterschiedliches Durchschnittsalter der im Sommer und Winter erlegten Tiere zurückzuführen ist.

WINKELMAYER et al. (2004) stellten hinsichtlich der Fleischqualität (Farbe, Scherkraft und Wasserbindungsvermögen) des Rückenmuskels von Rehen keine Unterschiede zwischen Frühling und Herbst fest. Wie beim aktuellen Versuch unterschied sich jedoch der intramuskuläre Fettgehalt zwischen den Jahreszeiten; er war im Herbst deutlich höher als im Frühling. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Rehe vor dem Winter Depotfett als Energiereserve ansetzen. WIKLUND et al. (2010) untersuchten die Fleischqualität von Hirschen in den vier verschiedenen Jahreszeiten (März, Juli, September und Dezember). Im Dezember (Winter) wurde die günstigste Zartheit erreicht, während der Tropf- und Kochsaftverlust im Juli (Sommer) am geringsten war. Die Ergebnisse für Zartheit und Kochsaftverlust stimmen mit dem aktuellen Versuch überein.

Bei Rot- und Schwarzwild wurden keine Unterschiede im Fettsäuremuster zwischen den beiden Jahreszeiten festgestellt. Beim Rehwild war der Gehalt an günstigen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) im Sommer deutlich höher und die Gehalte an gesättigten (SFA) und einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) signifikant niedriger als im Winter. Ein möglicher Grund dafür ist, dass im Winter häufig energiereiche Futtermittel zugefüttert werden, was zu einem Rückgang der PUFAs führt. Besteht das Nahrungsspektrum fast ausschließlich aus Grünlandpflanzen, wie es im Sommer zu erwarten ist, so kann mit hohen PUFA-Gehalten gerechnet werden. Innerhalb der PUFAs sind vor allem die Ω 3-Fettsäuren von besonderer Bedeutung, da sie gesundheitsfördernde Wirkungen besitzen. Fleisch von Rot- und Rehwild ist sehr reich an Ω 3-Fettsäuren und PUFAs und kann daher als sehr gesund bezeichnet werden.

WIKLUND et al. (2003) untersuchten das Fettsäuremuster von Hirschen, wobei sich ein Teil nur von Weide ernährte und der andere Teil ausschließlich von Pellets. Dabei führte die Pelletsfütterung zu deutlich höheren Ω 6- und wesentlich geringeren Ω 3-Fettsäure-Gehalten als die Weidefütterung. Die Fütterung hatte bei Hirschen also vor allem eine Auswirkung auf die Zusammensetzung der PUFAs, während die Gehalte an SFA und MUFA bei beiden Fütterungsvarianten ähnlich waren.

3.2 Vergleich der Fleischqualität zwischen den Tierarten

In den beiden nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Fleischqualitäts- und Fettsäure-Untersuchungen für die beiden Jahreszeiten Sommer und Winter getrennt dargestellt. Für das Niederwild liegen nur Werte für die Gehalte an Inhaltsstoffen und für das Fettsäuremuster im Winter vor. Die Fleischqualität der Gämsen wurde nur im Winter untersucht, da im Sommer kein Fleisch zu Verfügung gestellt werden konnte.

Das Fleisch des Schwarzwildes unterschied sich hinsichtlich der Farbe sowohl im Sommer als auch im Winter deutlich von den anderen Wildarten. Es war heller und wies eine weniger intensive Rotfärbung sowie einen stärkeren Gelbton auf. Beim Fleisch des Rehwildes wurde sowohl im Sommer als auch im Winter ein besseres Wasserbindungsvermögen (vor allem geringerer Koch- und Grillsaftverlust) als beim Rot- und Schwarzwild festgestellt. Das bedeutet, dass bei der Zubereitung weniger Wasser verloren ging. Das ist ein Indikator dafür, dass das Fleisch saftiger blieb. Auch das Fleisch der Gämsen, das nur im Winter untersucht wurde, wies ein besseres Wasserbindungsvermögen auf als das Fleisch des Rot- und Schwarzwildes. Das Fleisch des Rehwildes war sowohl im Sommer als auch im Winter das zarteste, während jeweils das Schwarzwild die ungünstigsten Werte aufwies. Die Zartheit des Fleisches von Rotwild und Gämsen lag jeweils dazwischen. Die Reihung der Wildarten war bei beiden Zubereitungsarten (Grillen, Kochen) gleich. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass das Fleisch von Reh- und Rotwild sowie der Gämsen eine ausgezeichnete Zartheit aufwies.

Im Sommer war im Fleisch von Rot- und Schwarzwild vergleichsweise wenig XP enthalten. Im Winter wies das Fleisch der beiden Niederwildarten (Fasan und Feldhase) deutlich höhere XP-Gehalte auf als jenes der Schalenwildarten. Dagegen war das Fasanen-Fleisch, wie das Rotwildfleisch, deutlich ärmer an intramuskulärem Fett. Im Sommer war auch im Rehfleisch der IMF-Gehalt sehr gering, während jener im Schwarzwildfleisch relativ hoch war. Der IMF-Gehalt hat anscheinend bei den Wildarten keine große Auswirkung auf die Zartheit des Fleisches. Trotz geringer IMF-Gehalte wies das Fleisch von Rot- und Rehwild eine ausgezeichnete Zartheit auf. Unterschiede in der Faserung des Fleisches zwischen den Tierarten dürften also eine größere Auswirkung auf die Zartheit haben als der IMF-Gehalt.

Im Vergleich zum Versuch von WINKELMAYER et al. (2004) war das Rehfleisch des aktuellen Versuchs zarter und dunkler und es wies einen höheren Kochsaft- und einen geringeren Tropfsaftverlust auf. PAULSEN et al. (2005) erzielten ähnliche Zartheitswerte und einen höheren Kochsaftverlust als im aktuellen Versuch. Das Gämsenfleisch des vorliegenden Versuch war zarter als jenes aus den Untersuchungen von HOFBAUER et al. (2006). Weiters wies es einen höheren Kochsaft- und einen geringeren Tropfsaftverlust auf. Die Farbmerkmale und der intramuskuläre Fettgehalt waren bei beiden Versuchen ähnlich. Das Fleisch der Wildschweine war dunkler, weniger intensiv rot und gelb gefärbt und zarter als jenes des Versuchs von HOFBAUER und SMULDERS (2011). Weiters wies es einen geringeren Tropfsaft- und einen höheren Kochsaftverlust auf. Das Fleisch der Fasane wies einen ähnlichen Fettgehalt auf wie bei HOFBAUER et al. (2010). Der intramuskuläre Fettgehalt im Fleisch von Rot-, Reh- und Schwarzwild war im eigenen Versuch ähnlich hoch wie bei NÜRNBERG et al. (2009), wobei in beiden Untersuchungen jeweils beim Schwarzwild der intramuskuläre Fettgehalt am höchsten war.

Generell ist Wildfleisch sehr reich an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFAs). Im Sommer wies das Rehfleisch mit 37 % den höchsten Gehalt auf, im Winter das Hasenfleisch mit sogar fast 45 %. Der PUFA-Gehalt von Rindfleisch schwankt in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussfaktoren in der Regel zwischen 5 und 20 %. Aus ernährungsphysiologischer Sicht sind PUFAs und besonders Ω 3-Fettsäuren günstig, da sie gesundheitsfördernde Wirkungen besitzen. Auch der Ω 3-Fettsäuren-Gehalt war im Sommer im Rehfleisch und im Winter im Hasenfleisch am höchsten. Eine wichtige Kennzahl für das Fettsäuremuster ist das Ω 6/ Ω 3-Verhältnis. Dieses Verhältnis sollte möglichst unter 5:1 liegen, das wurde im Sommer und im Winter bei Rotwild-, Reh-, Gams- und Hasenfleisch erreicht. Im Hasenfleisch war es mit 1,9:1 besonders günstig. Im Gegensatz zu den PUFAs sind die gesättigten Fettsäuren (SFAs) unerwünscht, da sie negative gesundheitliche Wirkungen haben können. Der Gehalt an SFAs war im Fleisch des Schwarzwildes, der Fasanen und der Feldhasen deutlich geringer als im Fleisch der anderen Wildarten. Beim Rehwild war der SFA-Gehalt im Sommer deutlich niedriger und bei den Gämsen deutlich höher als im Winter. Beim Schwarzwild und bei den Fasanen führte der geringe SFA-Gehalt gleichzeitig zu relativ hohen Gehalten an einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFAs). Dagegen war das Fleisch der Feldhasen, aufgrund des hohen PUFA-Gehalts, sehr arm an MUFAs. Aufgrund der Tatsache, dass Hasenfleisch eher arm an SFAs und gleichzeitig reich an PUFAs und Ω 3-Fettsäuren war, ist es aus dieser Sicht als besonders gesund einzustufen.

Tabelle 7: Einfluss der Wildart auf die Fleischqualität von Wildfleisch im Sommer und Winter

	Sommer					Winter							
	Rotwild	Rehwild	Schwarz- wild	s _e	p-Wert	Rotwild	Rehwild	Schwarz- wild	Gams	Fasan	Feld- hase	s _e	p-Wert
Fleischfarbe, 0 min Oxidation													
Helligkeit (L)	33,5 ^b	32,1 ^b	44,0 ^a	2,5	0,0001	33,4 ^b	34,0 ^b	43,4 ^a	30,6 ^b			3,0	0,0001
Rotton (a)	15,5 ^a	14,5 ^{ab}	13,4 ^b	1,5	0,0159	14,4 ^{ab}	13,0 ^{bc}	11,2 ^c	15,6 ^a			1,5	0,0001
Gelbton (b)	11,1 ^b	10,1 ^b	14,3 ^a	1,6	0,0001	10,0 ^b	9,4 ^b	12,9 ^a	10,7 ^b			1,6	0,0001
Fleischfarbe, 120 min Oxidation													
Helligkeit (L)	33,3 ^b	31,8 ^b	44,2 ^a	2,4	0,0001	34,4 ^b	34,2 ^b	45,5 ^a	31,3 ^b			2,9	0,0001
Rotton (a)	16,1	15,3	15,3	1,6	0,4078	16,9 ^a	15,6 ^{ab}	14,1 ^b	15,6 ^{ab}			2,0	0,029
Gelbton (b)	12,0 ^b	11,1 ^b	16,2 ^a	1,5	0,0001	12,5 ^b	11,7 ^b	16,3 ^a	11,2 ^b			1,6	0,0001
Wasserbindungsvermögen													
Tropfsaftverlust, %	1,2 ^{ab}	0,9 ^b	1,3 ^a	0,4	0,0144	0,9	0,9	1,2	1,0			0,4	0,2515
Kochsaftverlust, %	28,5	28,3	29,6	2,8	0,5088	31,4 ^a	27,6 ^{bc}	30,5 ^{ab}	26,9 ^c			2,6	0,0007
Grillsaftverlust warm, %	25,9 ^a	21,4 ^b	25,5 ^a	2,4	0,0002	29,0 ^a	19,6 ^b	28,6 ^a	25,9 ^{ab}			5,4	0,0012
Grillsaftverlust kalt, %	32,6 ^a	28,9 ^b	31,3 ^{ab}	2,2	0,0022	35,8 ^a	26,8 ^b	34,5 ^a	32,5 ^a			4,5	0,0004
Scherkraft gegrillt, kg	2,20 ^b	1,99 ^b	3,71 ^a	0,48	0,0001	2,69 ^b	1,74 ^c	3,55 ^a	2,65 ^b			0,62	0,0001
Scherkraft gekocht, kg	3,03 ^b		4,00 ^a	0,86	0,0224	2,79 ^a	1,93 ^b	3,31 ^a				0,72	0,0013
Inhaltsstoffe (g/kg FM)													
Trockenmasse (TM)	243,8	244,9	251,1	11,0	0,4	250,6	262,3	252,3	252,3	254,6	261,6	9,0	0,0209
Rohprotein (XP)	216,4 ^b	227,2 ^a	219,4 ^b	5,8	0,0001	225,0 ^{bc}	226,7 ^{bc}	225,6 ^{bc}	220,2 ^c	241,9 ^a	232,5 ^b	6,1	0,0001
Intramuskuläres Fett (IMF)	6,4 ^b	5,8 ^b	21,3 ^a	11,9	0,0004	7,7 ^b	15,8 ^a	13,1 ^{ab}	15,6 ^{ab}	7,8 ^{ab}	12,0 ^{ab}	6,1	0,0097
Rohasche (XA)	10,9 ^b	11,4 ^a	10,8 ^b	0,3	0,0001	10,7 ^{bc}	10,9 ^b	10,8 ^{bc}	10,6 ^{bc}	10,5 ^c	11,4 ^a	0,3	0,0001

a,b statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$)

x,y tendenzieller Unterschied ($p < 0,10$)

Tabelle 8: Einfluss der Wildart auf das Fettsäuremuster von Wildfleisch im Sommer und Winter

	Sommer						Winter							
	Rotwild	Rehwild	Schwarz- wild	Gams	s _e	p-Wert	Rotwild	Rehwild	Schwarz- wild	Gams	Fasan	Feld- hase	s _e	p-Wert
Gesättigte Fettsäuren (SFA)	49,3 ^b	43,0 ^c	37,2 ^d	56,5 ^a	3,5	0,0001	50,2 ^a	49,7 ^a	35,6 ^b	49,5 ^a	38,8 ^b	38,0 ^b	3,0	0,0001
Einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA)	23,5 ^b	20,0 ^b	39,9 ^a	27,1 ^b	7,1	0,0001	25,3 ^c	33,8 ^b	42,6 ^a	30,0 ^{bc}	35,3 ^b	17,5 ^d	4,2	0,0001
Mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA)	27,2 ^b	37,0 ^a	22,9 ^{bc}	16,5 ^c	8,3	0,0001	24,5 ^b	16,6 ^c	21,8 ^{bc}	20,6 ^{bc}	26,0 ^b	44,6 ^a	5,7	0,0001
Ω6-Fettsäuren	21,0 ^{ab}	28,0 ^a	19,5 ^b	11,4 ^c	6,5	0,0001	18,5 ^{bcd}	12,1 ^d	19,9 ^{bc}	15,0 ^{cd}	24,5 ^{ab}	28,4 ^a	4,9	0,0001
Ω3-Fettsäuren	5,9 ^b	8,7 ^a	3,2 ^c	4,7 ^{bc}	2,0	0,0001	5,7 ^b	4,2 ^{bc}	1,6 ^{cd}	5,3 ^b	1,3 ^d	16,1 ^a	2,1	0,0001
Konjugierte Linolsäuren (CLA)	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2639	0,4 ^a	0,4 ^{ab}	0,3 ^{bc}	0,3 ^{ab}	0,2 ^{cd}	0,1 ^d	0,1	0,0001
Ω6/Ω3-Verhältnis	3,5 ^b	3,3 ^b	9,0 ^a	2,4 ^b	2,7	0,0001	3,3 ^c	2,9 ^c	13,0 ^b	2,8 ^c	19,8 ^a	1,9 ^c	3,7	0,0001

a,b statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$)

x,y tendenzieller Unterschied ($p < 0,10$)

Verglichen mit dem Versuch von NÜRNBERG et al. (2009) enthielt das Fleisch von Rot-, Reh- und Schwarzwild im aktuellen Versuch höhere SFA- und niedrigere $\Omega 6$ - und $\Omega 3$ -Fettsäuren-Gehalte. Das $\Omega 6/\Omega 3$ -Verhältnis war jedoch bei beiden Versuchen ähnlich. VALENCAK et al. (2005) untersuchten unter anderem das Fettsäuremuster von Feldhasen, Fasanen und Rehen. Das Fleisch dieser drei Tierarten wies höhere $\Omega 6$ - und $\Omega 3$ -Fettsäuren-Gehalte sowie geringere SFA- und MUFA-Gehalte auf als das Fleisch der im Winter erlegten Tiere des aktuellen Versuchs. Das Fettsäuremuster der im Sommer erlegten Rehe war dagegen ähnlich wie jenes der Rehe im Versuch von VALENCAK et al. (2005).

Neben TM-, XP-, IMF- und XA-Gehalt sowie dem Fettsäuremuster wurde auch der Mineralstoff- und Spurenelementgehalt untersucht. Der Gehalt an Mengen- und Spurenelementen unterschied sich deutlich zwischen den Wildarten. Das Fleisch des Rotwildes war vor allem reich an P und Ca, dafür enthielt es aber den geringsten Gehalt an Se. Fleisch vom Rehwild wies den höchsten Na-Gehalt auf. Beim Fleisch der Gämsen waren die Gehalte aller Mengenelemente vergleichsweise gering, dafür wies es den höchsten Zn-Gehalt auf. Das Fleisch des Schwarzwildes wies hohe Na- und K-Gehalte sowie einen geringen Cu-Gehalt auf. Feldhase und Fasan wiesen ähnliche Mengenelement-Gehalte auf, wobei Mg, P und S höher und Na und K geringer waren als bei den anderen Wildarten. Das Fleisch der Fasane war darüber hinaus arm an Fe, Zn und Cu sowie reich an Se. Beim Feldhasen fielen vor allem der höchste Fe- und Cu- sowie der niedrigste Ca-Gehalt auf.

SAGER (2005) untersuchte unter anderem Fleisch von Rot- und Schwarzwild auf Mengenelement-, Spurenelement- und Schwermetallgehalt. Das Fleisch des Rotwildes des aktuellen Versuchs war deutlich reicher an P, K und Ca und ärmer an Fe und Zn als bei SAGER (2005). Das Fleisch der Wildschweine wies dagegen in den eigenen Untersuchungen höhere Mg-, K- und Ca- sowie geringere Zn- und Cu-Gehalte auf.

Tabelle 9: Mengen- und Spurenelementgehalt im Fleisch der 6 Tierarten

	Rotwild	Rehwild	Gams	Schwarz wild	Fasan	Feld hase	s _e	p-Wert
Na	613 ^{ab}	716 ^a	615 ^{ab}	705 ^a	463 ^c	541 ^{bc}	100	0,0001
Mg	231 ^b	227 ^b	197 ^c	231 ^b	267 ^a	263 ^a	21	0,0001
P	2.111 ^a	1.916 ^{ab}	1.697 ^b	1.991 ^a	2.041 ^a	2.158 ^a	189	0,0001
S	2.081 ^b	2.000 ^b	2.011 ^b	2.086 ^b	2.494 ^a	2.152 ^b	215	0,0001
K	3.477 ^{ab}	3.512 ^{ab}	2.971 ^c	3.754 ^a	3.208 ^{bc}	3.150 ^{bc}	370	0,0003
Ca	126 ^a	120 ^{ab}	82 ^{bc}	123 ^{ab}	122 ^{ab}	75 ^c	31	0,0005
Fe	29,3 ^{ab}	29,0 ^{ab}	25,3 ^b	17,2 ^c	11,2 ^c	33,4 ^a	5,2	0,0001
Zn	31,4 ^b	27,9 ^b	64,8 ^a	27,0 ^{bc}	11,8 ^d	16,9 ^{cd}	7,6	0,0001
Cu	1,49 ^b	1,53 ^b	1,21 ^b	0,81 ^c	0,75 ^c	2,67 ^a	0,25	0,0001
Se	0,05 ^d	0,08 ^{cd}	0,07 ^{cd}	0,16 ^{ab}	0,21 ^a	0,10 ^{bc}	0,04	0,0001

a,b signifikanter Unterschied

Angaben in mg/kg FM

3.3 Schwermetall-Gehalt in Wildfleisch

Die Gehalte an Nickel, Cadmium und Quecksilber im Wildfleisch waren sehr gering (im Durchschnitt bei allen Tierarten unter 0,01 mg/kg FM). Die Werte im Bereich des Schusskanals wichen kaum von den Gehalten im übrigen Fleisch ab. Einzig der Nickelgehalt war beim Rot-, Reh- und Schwarzwild im Bereich des Schusskanals geringfügig höher als im restlichen Körper. SAGER (2005) stellte bei Rot- und Schwarzwildfleisch ähnliche Cd-Gehalte und etwas höhere Ni-Gehalte fest als im aktuellen Versuch.

Tabelle 10: Schwermetallgehalt Nickel

Wildart	Fleisch			Schuss		
	min	Ø	max	min	Ø	max
Fasan				0,004	0,006	0,011
Feldhase				0,004	0,005	0,009
Gams	0,004	0,008	0,016	0,004	0,006	0,012
Rotwild	0,004	0,004	0,007	0,004	0,012	0,052
Rehwild	0,004	0,006	0,012	0,022	0,026	0,046
Schwarzwild	0,004	0,005	0,010	0,006	0,026	0,045

Tabelle 11: Schwermetallgehalt Cadmium

Wildart	Fleisch			Schuss		
	min	Ø	max	min	Ø	max
Fasan				0,001	0,001	0,002
Feldhase				0,001	0,001	0,004
Gams	0,001	0,002	0,005	0,001	0,003	0,007
Rotwild	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002
Rehwild	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,004
Schwarzwild	0,001	0,002	0,005	0,001	0,002	0,007

Tabelle 12: Schwermetallgehalt Quecksilber

Wildart	Fleisch			Schuss		
	min	Ø	max	min	Ø	max
Fasan				0,004	0,004	0,004
Feldhase				0,004	0,004	0,004
Gams	0,004	0,005	0,007	0,004	0,004	0,004
Rotwild	0,002	0,002	0,005	0,002	0,002	0,004
Rehwild	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Schwarzwild	0,002	0,008	0,018	0,003	0,007	0,017

Die As-Gehalte im Fleisch der Schalenwildarten waren ebenfalls sehr gering (im Durchschnitt jeweils unter 0,012 mg/kg FM). Die Gehalte im Bereich des Schusskanals waren ähnlich wie jene im übrigen Körper. Auffallend sind jedoch die erhöhten As-Gehalte im Fleisch der Niederwildarten. Diese sind darauf zurückzuführen, dass Fasane und Feldhasen mit Schrotkugeln erlegt werden und diese As als Legierungsbestandteil enthalten. Besonders beim Fasan war die Streuung der erhobenen Werte sehr groß (von 0,002 bis ca. 1 mg/kg FM).

Tabelle 13: Schwermetallgehalt Arsen

Wildart	Fleisch			Schuss		
	min	Ø	max	min	Ø	max
Fasan				0,002	0,129	0,964
Feldhase				0,001	0,026	0,208
Gams	0,001	0,005	0,021	0,001	0,004	0,008
Rotwild	0,004	0,003	0,021	0,001	0,003	0,021
Rehwild	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006	0,047
Schwarzwild	0,002	0,012	0,036	0,003	0,011	0,027

As_FM

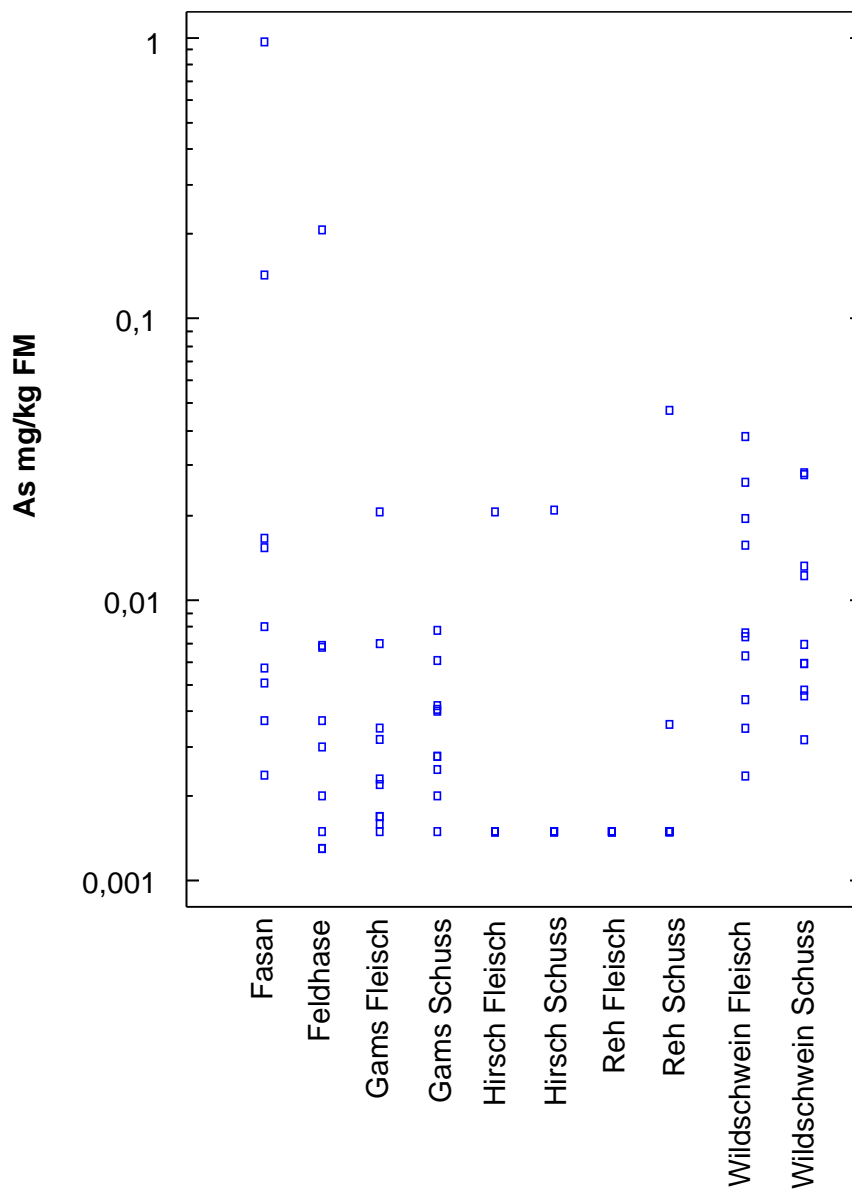


Abbildung 4: Arsengehalt im Wildkörper

Tabelle 14: Schwermetallgehalt Antimon

Wildart	Fleisch			Schuss		
	min	Ø	max	min	Ø	max
Fasan				0,001	0,842	6,437
Feldhase				0,001	0,256	2,259
Gams	0,001	0,815	8,057	0,010	0,848	5,017
Rotwild	0,000	0,001	0,003	0,000	0,002	0,004
Rehwild	0,000	0,004	0,040	0,001	0,471	4,995
Schwarzwild	0,001	0,001	0,003	0,002	0,042	0,291

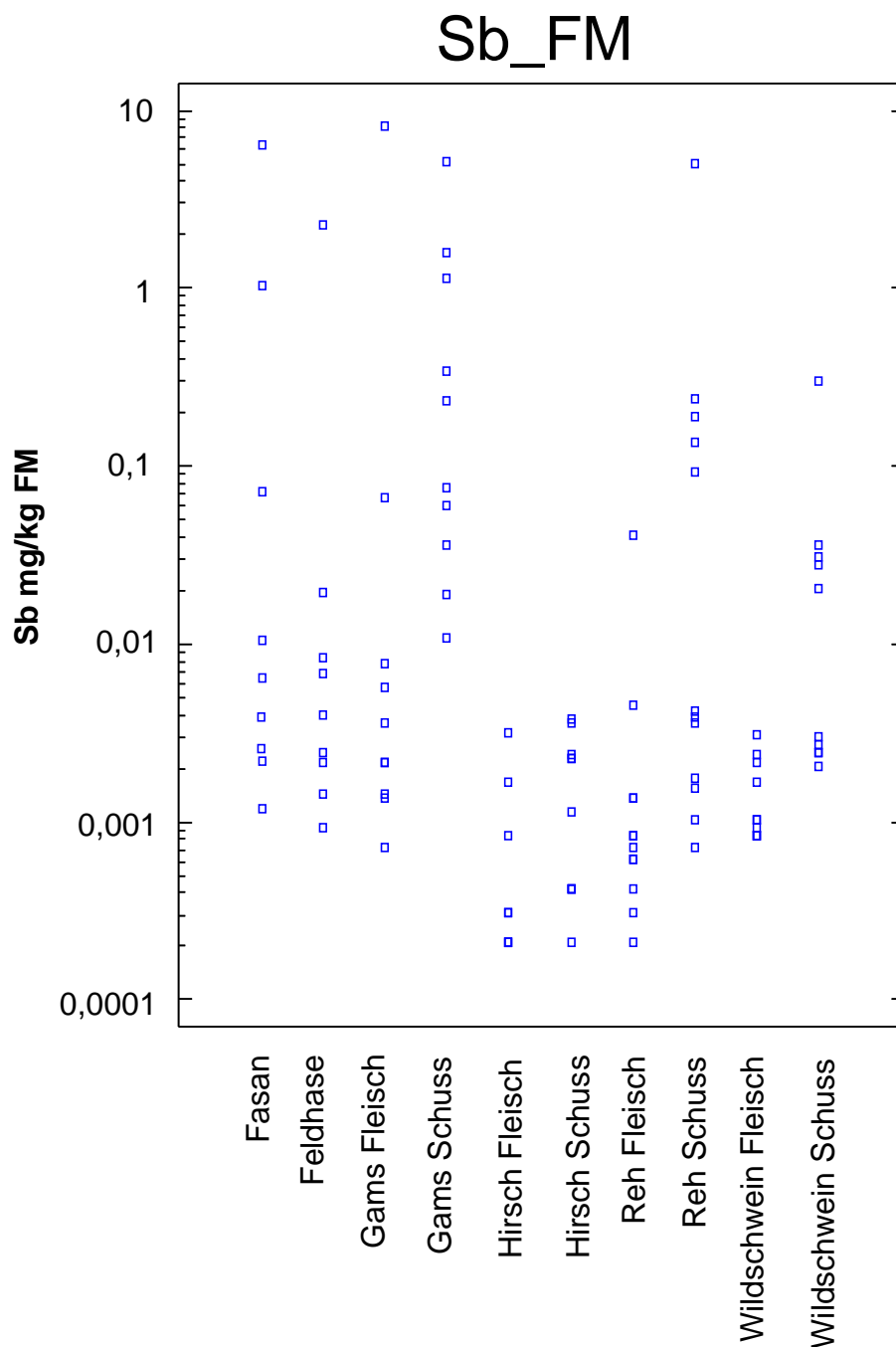


Abbildung 5: Antimongehalt im Wildkörper

Wie As ist auch Sb ein Legierungsbestandteil von Bleigeschossen. Deshalb sind die Werte im Bereich des Schusskanals bzw. bei den mit Schrotkugeln erlegten Niederwildarten deutlich erhöht. Einzig beim Rotwild wurden im Bereich des Schusskanals keine erhöhten Werte gefunden. Bei den Gämsen war der Sb-Gehalt auch im restlichen Körper erhöht. Die Streuung der Sb-Gehalte war sehr groß und reichte von weniger als 0,001 bis ca. 8 mg/kg FM.

Bei den Pb-Gehalten zeigte sich ein ähnliches Bild wie bei den Sb-Gehalten. Im Bereich des Schusskanals und bei den mit Schrotkugeln erlegten Niederwildarten traten sehr hohe Pb-Gehalte auf. Die Werte reichten von 0,001 bis ca. 760 mg/kg FM. Der österreichische Gesetzgeber hat für Wildfleisch einen sog. Aktionswert für den Pb-Gehalt festgelegt, der nicht überschritten werden sollte. Dieser liegt bei 0,25 mg/kg FM (BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT 2009). Vor allem im Bereich des Schusskanals und bei den Niederwildarten lagen viele Werte über diesem Aktionswert. Eine Gämse wies auch außerhalb des Schusskanals einen extrem hohen Pb-Gehalt auf. Die Pb-Gehalte bei den Gämsen sind jedoch mit Vorsicht zu interpretieren, da die Probennahme nicht im Beisein von einem Mitarbeiter des LFZ Raumberg-Gumpenstein erfolgte, es könnte auch ein Splitter eines Geschosses irrtümlich dabei gewesen sein. Weitere Untersuchungen, speziell beim Gamswild, sind noch erforderlich. Beim Rotwild traten, wie bei Sb, keine hohen Werte auf, was möglicherweise dadurch zustande kam, dass andere (bleifreie?) Geschosse verwendet wurden.

Die durchschnittlichen Pb-Gehalte im Rotwild- und Wildschweinfleisch waren bei SAGER (2005) etwas höher als im aktuellen Versuch. MÜLLER-GRAF und SOMMERFELD (2013) untersuchten den Bleigehalt von Reh- und Schwarzwildfleisch in Deutschland. Dabei zeigte sich, dass der Bleigehalt im Fleisch und im Bereich des Schusskanals deutlich höher ist, wenn bleihaltige Munition verwendet wird. Die Verwendung von bleihaltiger Munition führte zu wesentlich höheren Mittelwerten und deutlich größeren Spannweiten der erhobenen Werte als im aktuellen Versuch. Beim Einsatz von bleifreier Munition waren dagegen die Ergebnisse (zumindest beim Rehwild) geringer als bei den eigenen Untersuchungen.

Tabelle 15: Schwermetallgehalt Blei

Wildart	Fleisch			Schuss		
	min	Ø	max	min	Ø	max
Fasan				0,027	36,534	281,562
Feldhase				0,016	8,982	79,312
Gams	0,009	76,348	759,827	0,253	34,501	139,319
Rotwild	0,001	0,007	0,029	0,004	0,093	0,739
Rehwild	0,003	0,135	1,461	0,033	16,737	177,442
Schwarzwild	0,005	0,016	0,056	0,018	4,480	30,076

Pb_{FM}

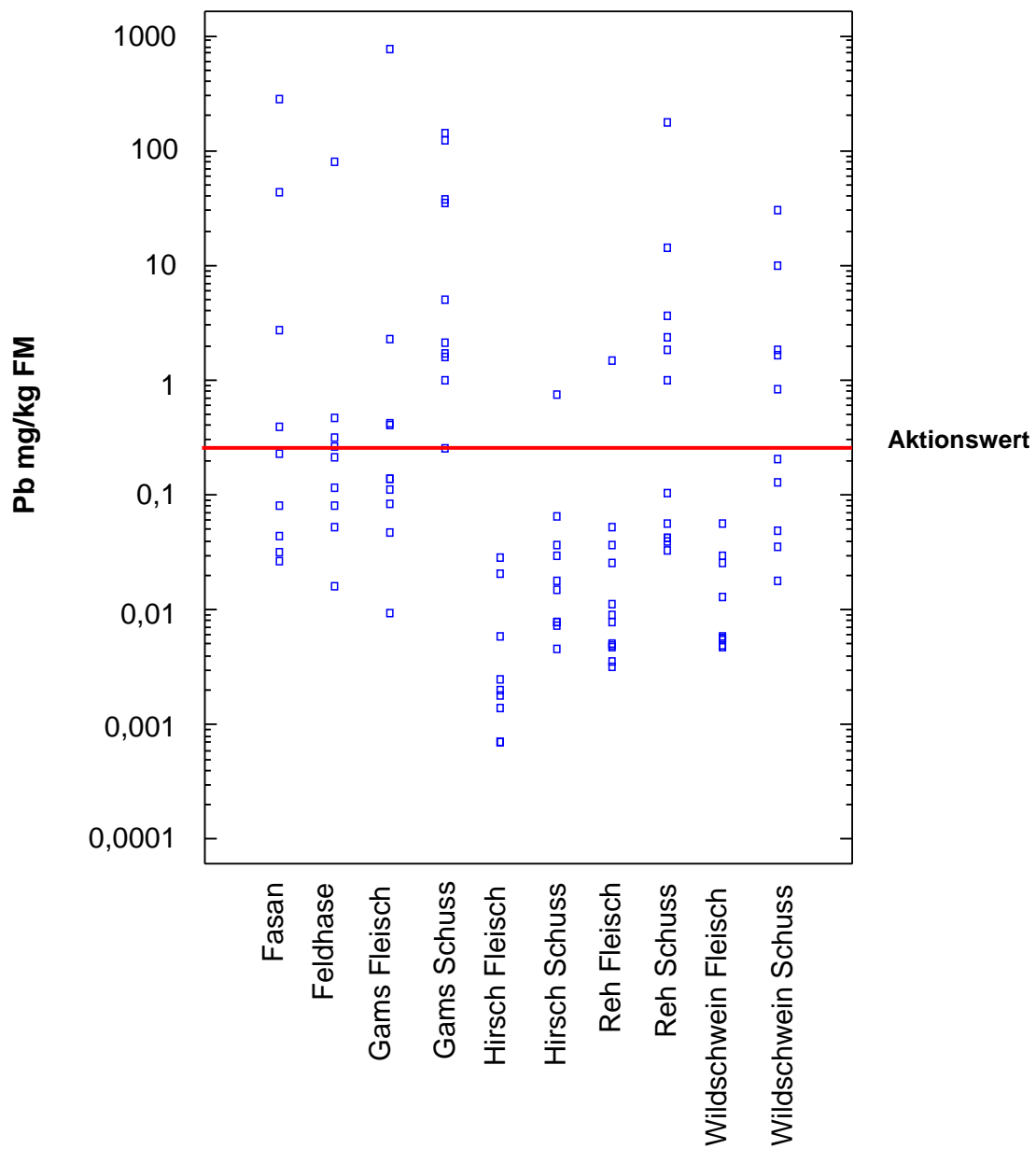


Abbildung 6: Bleigehalt im Wildkörper



Abbildung 7: Schrotkörner im Wildkörper verteilt

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- Zusammenfassend sei zu sagen, dass Wildbret aus der freien Natur ein hochwertiges, gesundes, ethisch gewonnenes Lebensmittel ist und das die Qualität (Farbe, Wasserbindungsvermögen, Zartheit, Fettsäuregehalt, Mengen- und Spurenelemente) ähnlich wie bei landwirtschaftlichen Nutztieren bzw. oft sogar besser ist.
- Zwischen den einzelnen Tierarten bestehen teilweise deutliche Unterschiede in der Fleischqualität (v.a. Farbe, Zartheit, Fettsäuremuster). Ob das Wild im Sommer oder Winter erlegt wird, hat dagegen meist nur einen geringen Einfluss.
- Beim Schwermetallgehalt, speziell beim Bleigehalt, ist klar zu erkennen, dass sich die Verwendung einer bleihaltigen Munition wesentlich auf den Bleigehalt im Wildbret auswirkt.
- Jäger, die Wildbret selbst verzehren oder im Zuge der Direktvermarktung vermarkten, ist unbedingt zu empfehlen, um den Schusskanal das sogenannte „Schussfleisch“ großzügig wegen möglicher Geschoßsplitter zu entfernen.
- Die Verwendung von bleifreier Munition bietet die Chance, im Sinne einer verantwortungsvollen Nachhaltigkeit, die gesellschaftliche Akzeptanz für heimisches Wildbret zu steigern und mit gutem Gewissen verstärkt für mehr Wildbretverzehr zu werben.
- Jäger, die in ihrer Funktion als Lebensmittellieferant verantwortungsvoll im Sinne des Verbraucherschutzes handeln, sollten besser heute als morgen auf bleifreie Munition umsteigen. Es gibt mittlerweile einige Geschosstypen die ausreichend hinsichtlich Wildbretschonung und einer raschen Tötungswirkung (Tierschutz) erprobt sind.
- Es sind aufgrund dieser wissenschaftlichen Tätigkeit einige Fragen offen bzw. nicht ausreichend geklärt, sodass ein Folgeprojekt (Exaktversuch mit Berufsjäger) unbedingt regional in Kooperation mit einer Institution (Forstbetrieb, Nationalpark) anzustreben bzw. in Vorbereitung ist.

5 Danksagung

Das Wildfleisch wurde von der Fa. Ager GesmbH (Speck- und Wildspezialitäten) aus Söll in Tirol und das Niederwild (Fasan und Feldhasen) von Herrn Dr. Gewessler (Tierarztpraxis in St. Roman bei Schärding in Oberösterreich) unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Dafür möchte ich Herrn Josef Ager (Geschäftsführer und Betriebsinhaber) bei Fa. Ager in Söll in Tirol sowie Herrn Dr. Franz Gewessler (Tierarztpraxis in St. Roman bei Schärding in Oberösterreich) besonderen Dank aussprechen.

6 Literaturverzeichnis

- BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG, 2011: Fragen und Antworten zum Verzehr von Wild, das mit bleihaltiger Munition geschossen wurde. http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zum_verzehr_von_wild__das_mit_bleihaltiger_munition_geschossen_wurde-127659.html, besucht am 28.08.2014.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT, 2009: Aktionswerte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/dateien/lebensmittel/kontaminanten_in_LM_1_aktionswerte.pdf?4cxc82, besucht am 01.09.2014.
- DGF, 2006: Methode C-VI 11 (98) - Fettsäuremethylester (TMSH-Methode). In: DGF (Hrsg.): DGF-Einheitsmethoden: Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten, Tensiden und verwandten Stoffen. 2. Auflage einschl. 1. Akt.-Lfg., Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.
- FOLCH, J., M. LEES und G.H. SLOANE STANLEY, 1957: A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- HOFBAUER, P., F. BAUER und P. PAULSEN, 2006: Saisonale Unterschiede von Gemsenfleisch. *Fleischwirtschaft* 86, 100-102.
- HOFBAUER, P., F.J. SMULDERS, M. VODNANSKY, P. PAULSEN und W.R. EL-GHAREEB, 2010: A note on meat quality traits of pheasants (*Phasianus colchicus*). *European journal of wildlife research* 56, 809-813.
- HOFBAUER, P. und F.J.M. SMULDERS, 2011: The muscle biological background of meat quality including that of game species. In: PAULSEN, P., A. BAUER, M. VODNANSKY, R. WINKELMAYER und F.J.M. SMULDERS (Hrsg.): *Game meat hygiene in focus - Microbiology, epidemiology, risk analysis and quality assurance*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 273-296.
- MÜLLER-GRAF, C. und C. SOMMERFELD, 2013: Status: Blei, Kupfer und Zink im Wildbret. Tagungsband zum BfR-Symposium "Alle(s) Wild?", Berlin, 18.-19. März 2013, 14-20.
- NÜRNBERG, K., G. NÜRNBERG und D. DANNENBERGER, 2009: Nährstoff- und Lipidzusammensetzung des Rückenmuskels von Wildtieren. *Fleischwirtschaft* 89, 99-102.
- PAULSEN, P., 2012: Lebensmittelhygienische Aspekte bzw. Gefährdungspotential von Resten bleifreier Geschoße in Wildfleisch. http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.anblick.at%2Fwp-content%2Fuploads%2F2012_03_Kupfer_Endbericht.doc&ei=MSz_U9ruIKHMyAOB54DoCA&usq=AFQjCNEpvqF67X-KuqpfyOAdRE-mgbBYQ&bvm=bv.74035653,d.bGQ, besucht am 28.08.2014.
- PAULSEN, P., F. BAUER, R. WINKELMAYER, F.J.M. SMULDERS und P. HOFBAUER, 2005: Zu Qualitätsparametern von vakuumverpacktem Rehfleisch. *Fleischwirtschaft* 85, 114-117.
- SAGER, M., 2005: Aktuelle Elementgehalte in Fleisch, Leber und Nieren aus Österreich. *Ernährung* 29, 199-206.
- STATISTIK AUSTRIA, 2013: Jagdjahr 2012/2013: starker Anstieg bei Anzahl der Abschüsse. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/jagd/index.html, besucht am 28.08.2014.
- VALENCAK, T.G., F. TATARUCH und W. ARNOLD, 2005: Fettsäurezusammensetzung von Wildtieren, insbesondere des Feldhasen. Tagungsband zur Tagung "Niederwild - Wildtiergesundheit, Lebensmittelsicherheit und Qualität", Veterinärmedizinische Universität Wien, 10.11.2005, 61-68.
- WIKLUND, E., P. DOBBIE, A. STUART und R.P. LITTLEJOHN, 2010: Seasonal variation in red deer (*Cervus elaphus*) venison (*M. longissimus dorsi*) drip loss, calpain activity, colour and tenderness. *Meat Science* 86, 720-727.
- WIKLUND, E., T.R. MANLEY, R.P. LITTLEJOHN und J.M. STEVENSON-BARRY, 2003: Fatty acid composition and sensory quality of *Musculus longissimus* and carcass parameters in red deer (*Cervus elaphus*) grazed on natural pasture or fed a commercial feed mixture. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83, 419-424.
- WINKELMAYER, R., P. HOFBAUER und P. PAULSEN, 2004: Qualität des Rückenmuskels - Qualitätsparameter des Rückenmuskels von Rehen aus dem Voralpengebiet in Österreich. *Fleischwirtschaft* 84, 88-90.
- ZENTRALSTELLE DER ÖSTERREICHISCHEN LANDESJAGDVERBÄNDE, 2008: Jagd in Österreich - Volkswirtschaftlicher Stellenwert der Jagd. http://www.ljv.at/jagd_wirtsch.htm, besucht am 28.08.2014.