



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH

HBLFA RAUMBERG-GUMPENSTEIN
LANDWIRTSCHAFT

Abschlussbericht Genusswert_Wild

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 101071/1

**Qualität und Schwermetallgehalt von Reh- und
Rotwild im Frühjahr und Herbst**

**Quality and heavy metal content of roe deer and
red deer in spring and autumn**

Projektleitung:

Roland Kitzer, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

DI Georg Terler, Dr. Margit Velik,

Ing. Josef Kaufmann, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Walter Goessler, Mag. Katrin Ertl,
Karl-Franzens-Universität Graz

Projektpartner:

Steiermärkische Landesforste, Nationalpark Gesäuse
Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Chemie, Analytische Chemie

Projektlaufzeit:

2015 – 2017

raumberg-gumpenstein.at



INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung 4

Summary..... 5

1. Einleitung..... 6

2. Material und Methoden 7

 2.1 Fleischqualitäts-Untersuchungen..... 8

 2.2 Statistische Auswertung..... 11

3. Diskussion..... 12

4. Schlussfolgerungen und Empfehlungen..... 22

5. Danksagung..... 22

6. Literaturverzeichnis 23

7. Abbildungsverzeichnis..... 24

8. Tabellenverzeichnis 24

9. Anhang..... 25

ZUSAMMENFASSUNG

Das Projekt „Genusswert Wild“ ist ein Folgeprojekt des abgeschlossenen Projekts „Wildfleischqualität“ und ein Kooperationsprojekt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, den steiermärkischen Landesforsten, dem Nationalpark Gesäuse und der Karl-Franzens-Universität Graz. Im Gegensatz zum vorangegangenen Projekt stammten alle Tiere aus einem Forstbetrieb, die Wildtiere wurden ausschließlich von Berufsjägern erlegt und es wurden von jedem Tier detaillierte Informationen (Kaliber, Geschossart, Alter, Geschlecht, Fluchtstrecke usw.) erhoben. Anhand dieses Projektes soll überprüft werden, ob Unterschiede hinsichtlich der Fleischqualität zwischen im Frühjahr und im Herbst erlegtem Wild bestehen. Ein weiteres Ziel war, die Schwermetallgehalte von Fleisch von Tieren, welche mit bleihaltiger bzw. bleifreier Munition erlegt wurden, zu vergleichen.

Die Probennahme war ursprünglich über zwei Jahre geplant (jeweils im Frühjahr und Herbst 2015 und 2016 10 Reh- und 10 Rotwildproben), jedoch musste der Probenumfang auf ein Jahr eingeschränkt werden, da es von Seiten des Kooperationspartners nicht möglich war, ein zweites Jahr Proben zur Verfügung zu stellen. Insgesamt wurde daher bei 20 Reh- und Rotwildproben die sensorische (Fleischfarbe, Saftigkeit, Zartheit und Geschmack) sowie die chemische Fleischqualität (Fett-, Eiweiß- Mengenelement-, Spurenelement- und Schwermetallgehalt sowie Fettsäuremuster) untersucht. Als Einflussfaktoren wurden Tierart, Jahreszeit und Alter der Tiere berücksichtigt.

Das Fleisch von Rehen war signifikant heller und zarter und hatte einen deutlich höheren intramuskulären Fettgehalt als jenes der Hirsche. Die Jahreszeit beeinflusste die Färbung des Fleisches (helleres und weniger intensiv gefärbtes Fleisch im Frühjahr) und den intramuskulären Fettgehalt (höherer Fettgehalt im Herbst), nicht jedoch die Zartheit im Durchschnitt beider Tierarten. Eine genauere Analyse zeigte jedoch, dass Rehfleisch im Herbst und Hirschfleisch im Frühjahr zarter war als in der jeweils anderen Jahreszeit. Der Gehalt an ernährungsphysiologisch wertvollen mehrfach ungesättigten Fettsäuren war beim Rotwild im Frühjahr deutlich höher als beim Rehwild im Herbst. Im Mengen- und Spurenelementgehalt wurden kaum Unterschiede zwischen den Tierarten und Jahreszeiten festgestellt. Der Bleigehalt im Fleisch war jedoch bei Verwendung von bleihaltiger Munition deutlich höher als bei Verwendung von bleifreier Munition. Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass die Unterschiede in der Fleischqualität zwischen den Jahreszeiten eher gering sind, aber Unterschiede zwischen den Tierarten bestehen. Im Sinne der Produktion von gesunden, hochqualitativen Lebensmitteln sollte in Zukunft auf bleifreie Munition gesetzt werden.

SUMMARY

The project "Genusswert Wild" is a follow-up project to the completed project "Wildfleischqualität" and is a cooperation project of AREC Raumberg-Gumpenstein, University of Graz, the Styrian Forestry Commission and Gesäuse National Park. In contrast to the previous project, all animals were shot in the same region, the wild animals were killed exclusively by professional hunters and detailed information (caliber, bullet type, age, sex, escape route after shot etc.) were collected from each animal. In the current project, samples from two wild species (roe deer and red deer) were taken in spring (in compliance with the legal times of shot) and autumn and meat quality of these animals was determined and compared. Further, amount of residues of heavy metals in meat was compared between animals which were shot by leaded munition and those which were shot by lead-free munition.

The sampling was planned over two years (each 10 roe deer and 10 red deer samples in spring and autumn 2015 and 2016); however, the sample size had to be restricted to one year, because it was not possible for the project partner to provide samples in a second year. Thus, meat of 20 roe deer and red deer were used for examination of sensory (meat color, juiciness, tenderness and taste) and chemical meat quality (content of protein, fat, macro elements, trace elements and heavy metals as well as fatty acid profile). Animal species, season and age of the animals were used as effects in the statistical analysis.

Meat of roe deer was significantly brighter, tenderer and had a markedly higher intramuscular fat content than meat of red deer. Season had an influence on meat color (brighter and less intensive color in spring) and intramuscular fat content (higher fat content in autumn), but not on tenderness of meat expressed as media of both species. An exacter analysis showed that meat of roe deer was tenderer in autumn while meat of red deer was tenderer in spring than in the other examined season. Content of nutritionally valuable polyunsaturated fatty acids was significantly higher in meat of red deer and in spring than in meat of roe deer and in autumn. Only few differences between species and seasons were examined regarding content of macro and trace elements. Use of leaded munition for killing of the animals resulted in significantly higher lead content in the meat compared to the use of lead-free munition. Results of the project show that differences in meat quality between seasons are minor. However, there are differences between animal species. In Future, use of lead-free munition should be favored for the production of healthy and high quality food.

1. EINLEITUNG

Im Jahr 2015/16 wurden in Österreich 385.000 Stück Schalenwild erlegt, davon 276.000 Stück Rehwild, 52.000 Stück Rotwild, 31.700 Stück Schwarzwild und 20.400 Stück Gamswild (STATISTIK AUSTRIA 2016). Aus diesen Zahlen geht hervor, dass Reh- und Rotwild die beiden bedeutendsten Wildarten in Österreich sind. Wildfleisch ist jedoch ein Nischenprodukt mit geringem Marktanteil. Der durchschnittliche Österreicher verzehrt jährlich Ø 67 kg Fleisch, davon 40 kg Schweinefleisch, je 12 kg Rindfleisch und Geflügel und 0,8 kg Wildfleisch.

Wildfleisch gehört aufgrund seiner Zusammensetzung zu den wertvollsten Lebensmitteln. Der Geschmack und seine Zartheit machen es zur Delikatesse. Es ist feinfaserig, zart, fett-, und cholesterinarm, reich an Eiweiß und sein Protein-Gehalt übertrifft sogar den des Fleisches der Schlachttiere. Es ist ein gesundes Lebensmittel und somit am Speiseplan eine gute Alternative zum Fleisch landwirtschaftlicher Nutztiere. Das Thema „gesunde Ernährung“ kommt heute fast täglich in den Medien vor. Gerade in diesem Zusammenhang hat Wildfleisch als hochwertiges Lebensmittel einen sehr hohen Stellenwert, stammt es doch von Tieren aus der freien Natur.

Die Nachfrage nach regionalen Lebensmitteln steigt bei den Konsumenten. Weiters ist eine zunehmende Sensibilität für die Art und Weise, wie das Lebensmittel entsteht bzw. produziert wird (Herkunft, Produktion, Tierwohl, Ethik, Tierschutz etc.), erkennbar. Wildfleisch gehört zu den am tierschutzgerechtesten gewonnenen Fleischarten, es ist also aus ethischer Sicht ein Lebensmittel von höchster Qualität. Wild kann sich in der Natur weitestgehend frei bewegen und selektiv Nahrung aufnehmen, wann und wo immer es ihm ein Bedürfnis ist.

Wildfleisch ist sehr feinfaserig und besitzt einen geringen Fettgehalt. Im Besonderen zeichnet sich Wildfleisch im Gegensatz zu Fleisch von landwirtschaftlichen Nutztieren durch den hohen Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) aus. Fleisch von Rot- und Rehwild ist reich an Omega-3 Fettsäuren und PUFAs und kann daher als sehr gesund bezeichnet werden. In der Praxis herrscht jedoch häufig die Meinung, dass im Frühjahr erlegtes Wild nur beschränkt genusstauglich bzw. im Genusswert eingeschränkt (geschmacklos, wässrig, ausgezehrt etc.) sei.

Im Sinne der, von den Konsumenten absolut zu recht geforderten, Lebensmittelqualität und -sicherheit (z.B. erhöhter Bleigehalt im Fleisch durch Einsatz von bleihaltiger Munition) muss seitens der Jäger und Lebensmittelunternehmer alles getan werden, damit ausschließlich hygienisch einwandfreies und von Schwermetallen unbelastetes, unbedenkliches Wildfleisch in Verkehr gebracht wird. Blei ist ein giftiges Schwermetall und schon in geringen Dosen im menschlichen Körper schädlich. Es reichert sich in den Knochen und im Gehirn an und wird auch über das Blut in die Innereien (Leber, Nieren) eingelagert. Ein Grund für teilweise hohe Bleigehalte im Wildfleisch ist die üblicherweise verwendete Bleimunition. Beim Aufprall verformen oder zerlegen sich die Bleigeschosse, es lösen sich kleinste Bleipartikel und Bleisplinter, die tief in das Fleisch eindringen und kaum noch zu erkennen sind. Fleisch vom Wildtieren (Reh-, Rot-, Gams- und Schwarzwild) kann deshalb zu den am höchsten mit Blei belastenden Lebensmitteln gehören. (BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG 2011)

Es gibt kaum Untersuchungen zum Vergleich des Genusswerts zwischen im Frühjahr und im Herbst erlegtem Reh- und Rotwild. In diesem Projekt soll durch einen wissenschaftlichen Vergleich der beiden Jahreszeiten festgestellt werden, ob tatsächlich ein Unterschied in der Fleischqualität besteht oder die oben genannten Annahmen auf einem Mythos beruhen. Weiters soll durch den Vergleich des Schwermetall-Gehalts im Fleisch bei Erlegung mit bleihaltiger bzw. bleifreier Munition wichtige Informationen zum Einfluss der Munition auf die Unbedenklichkeit von Wildfleisch gewonnen werden. Darüber hinaus soll auch die Fleischqualität von Schmaltieren und Spießern (1 Jahr alt) mit älteren Tieren (2 Jahre oder älter) verglichen werden. Die

Informationen und Erkenntnisse aus diesem Projekt können dazu beitragen, das Lebensmittel Wildfleisch besser am Markt zu positionieren und bei den Konsumenten Bewusstseinsbildung hinsichtlich der Wildfleischqualität zu erwirken.

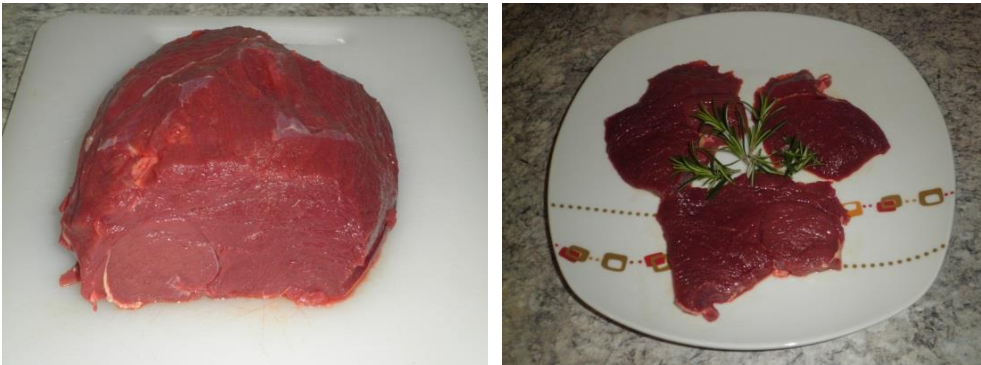


Abbildung 1: Wildfleisch als Alternative zu Fleisch aus der Nutztierhaltung (Fotos: Kitzer)

2. MATERIAL UND METHODEN

Das vorliegende Projekt wurde in Kooperation der HBLFA Raumberg-Gumpenstein mit den steiermärkischen Landesforsten, dem Nationalpark Gesäuse und der Karl-Franzens-Universität Graz (Institut für Chemie – Analytische Chemie) durchgeführt.

Im Jahr 2015 (Mai bis Oktober) wurden 40 Wildtiere (je 20 Rehe und Hirsche) im Nationalpark Gesäuse sowie in Revieren der steiermärkischen Landesforste von Berufsjägern erlegt. Detaillierte Informationen zum Versuchsdesign sind in Tabelle 1 dargestellt. Im Zuge der Erlegung wurden von den Jägern verschiedenste Informationen dokumentiert (Abschussdatum, Revier, Tierart, Geschlecht, Alter, Geschossart, Fluchtstrecke des Tieres nach erfolgtem Treffer – siehe Abbildung 6 im Anhang). Anschließend wurden die Tiere im Zerlegebetrieb der steiermärkischen Landesforste in Gstatterboden zerlegt. Die Wildfleischproben wurden von den steiermärkischen Landesforsten unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Die Fleischproben wurden von den Berufsjägern, beim ersten Mal im Beisein vom Projektleiter (Kitzer Roland), nach einem festgelegten Probenschema (siehe Abbildung 1) aus der Unterschale (Frikandeau, *M. biceps femoris*) entnommen und anschließend vakuumiert und eingefroren. In diesem Zustand wurden sie dann an die HBLFA Raumberg-Gumpenstein geliefert.

Tabelle 1: Übersicht über die Probenziehung und die untersuchten Fleischqualitätsparameter

Jahreszeit	Anzahl	Wildart	Untersuchung
Frühjahr 2015 (Mai bis Juli)	10	Rehwild	Fleischqualität, Zartheit, Inhaltsstoffe, Fettsäuren, Mengen- und Spurenelemente, Schwermetallgehalt
	10	Rotwild	
Herbst 2015 (September bis Oktober)	10	Rehwild	Fleischqualität, Zartheit, Inhaltsstoffe, Fettsäuren, Mengen- und Spurenelemente, Schwermetallgehalt
	10	Rotwild	

**Abbildung 2:** Probenschema

An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden die Fleischqualitätsparameter Farbe, Tropf-, Koch- und Grillsaftverlust, Zartheit, Fett- und Eiweißgehalt sowie Fettsäuremuster erhoben und eine sensorische Verkostung durchgeführt. Die Schwermetall-, sowie die Mengen- und Spurenelement-Untersuchungen wurden an der Karl-Franzens-Universität in Graz (Institut für Chemie – Analytische Chemie) durchgeführt.

**Abbildung 3:** Hirsch in freier Wildbahn und entnommene Proben aus der Unterschale (Fotos: Kitzer)

2.1 FLEISCHQUALITÄTS-UNTERSUCHUNGEN

Die Farbmessung erfolgte mit einem Spectrophotometer CM-2500d der Fa. KONICA MINOLTA. Das L*a*b*-Farbsystem (auch 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. Nach einem festgelegten Schema erfolgten jeweils 5 Messungen am frischen Anschnitt der Fleischprobe sowie nach 120 Minuten Oxidation (Lagerung des Fleisches eingewickelt in einer luftdurchlässigen Frischhaltefolie bei 2 °C im Kühlschrank), wobei jeweils ein Mittelwert berechnet wurde.

Der Tropfsaftverlust wurde bei allen Proben unmittelbar nach dem Auftauen der Proben am frischen Fleisch festgestellt. Die Probe wurde nach der Einwaage 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 wurde eine Fleischscheibe mit ca. 2,5 cm Stärke gewogen und danach auf einem Doppelplattengrill der Firma Silex bis 60 °C Kerntemperatur gegrillt. Der Grillsaftverlust wurde anschließend sowohl im warmen Zustand (unmittelbar nach dem Grillen) als auch im kalten Zustand (Abkühlen auf Raumtemperatur) durch Rückwaage des Fleischstücks festgestellt.

Mit den gegrillten Fleischproben (für die Bestimmung des Grillsaftverlusts) wurde anschließend die Zartheit (Scherkraftmessung) ermittelt. Die Scherkraft gibt an, wie viel Kraft notwendig ist, um Fleisch zu durchschneiden (Imitation der Zähne) und wird in kg angegeben. Die Scherkraftmessung wurde bei gegrilltem

Fleisch mit der Warner-Bratzler Schere der Firma Instron 3365 durchgeführt. Für die Scherkraftmessung wurde ein dreieckiges Scherblatt verwendet. Von jeder Fleischprobe wurden 10 Zylinder mit 1,27 cm Durchmesser 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 (Trockenmasse [TM], Rohprotein [RP], intramuskuläres Fett [IMF] und Rohasche [RA]) wurden im chemischen Labor an der HBLFA 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, 100 m) bestimmt. Die Injektions- 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 untersuchten Fettsäuren dargestellt.

Tabelle 2: 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



Abbildung 4: Gaschromatograph zur Bestimmung des Fettsäuremusters
(Foto: Kitzer)

Eine Liste mit den analysierten Mengen- und Spurelementen sowie Schwermetallen ist in Tabelle 3 dargestellt. Die Analyse erfolgte nach der in ERTL et al. (2016) beschriebenen Methode.

Tabelle 3: Liste der analysierten Mengen- und Spurelemente und Schwermetalle

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

Weiters wurde eine sensorische Verkostung (Blindverkostung) durchgeführt. Dabei wurden die Verkostungsproben auf 60 °C Kerntemperatur gegrillt und anschließend jeweils auf vier Verkoster aufgeteilt. Jeder Verkoster beurteilte die Proben für sich nach einem vorgegebenen Punkteschema (Abbildung 5). Die beurteilten Kriterien waren Saftigkeit, Zartheit, Aroma (Geschmack) und Gesamteindruck. Die jeweiligen Einzelergebnisse der Prüfer wurden dann zu einem Mittelwert zusammengefasst.

Saftigkeit	sehr saftig	6	Punkte
	saftig	5	"
	etwas saftig	4	"
	etwas trocken	3	"
	trocken	2	"
	sehr trocken	1	"
Zartheit	sehr zart	6	Punkte
	zart	5	"
	etwas zart	4	"
	etwas zäh	3	"
	zäh	2	"
	sehr zäh	1	"
Aroma (Geschmack)	ausgezeichnet	6	Punkte
	sehr gut	5	"
	gut	4	"
	befriedigend	3	"
	ausreichend	2	"
	wenig ausreichend	1	"
Gesamteindruck	ausgezeichnet	6	Punkte
	sehr gut	5	"
	gut	4	"
	befriedigend	3	"
	ausreichend	2	"
	mangelhaft	1	"

Abbildung 5: Beurteilungskriterien und Benotungsschema für die sensorische Verkostung

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. Die Auswertung der Fleischqualitätsdaten (mit Ausnahme der Verkostungsdaten) erfolgte mit Hilfe eines allgemeinen linearen Modells (GLM) mit den fixen Faktoren Tierart (Reh-, Rotwild), Alter (1 Jahr, 2 Jahre und älter), Jahreszeit (Frühling, Herbst) und der Wechselwirkung Tierart×Jahreszeit. Alle weiteren Wechselwirkungen wurden nicht berücksichtigt, da sie nicht signifikant waren. Die Verkostungsdaten wurden mit Hilfe des nicht-parametrischen Wilcoxon-Tests ausgewertet, da sie nicht normalverteilt waren. Die Auswertung des Schwermetallgehalts erfolgte durch ein GLM mit dem fixen Faktor Geschossart (bleihaltig, bleifrei). Bei P-Werten von kleiner 0,05 wurde jeweils ein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Gruppen angenommen. Signifikante Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen wurden mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.

3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Das Fleisch des Rotwildes war signifikant dunkler und hatte eine intensivere Rotfärbung als jenes des Rehwildes (Tabelle 5). Beim Gelbton gab es keinen Unterschied. Im Herbst war die Rotfärbung sowohl beim Reh- als auch beim Rotwild intensiver als im Frühjahr. Das Alter der Tiere hatte keinen nennenswerten Einfluss auf die Farbe des Fleisches. Beim Rotwild war der Tropfsaftverlust signifikant geringer als beim Rehwild. Die im Herbst erlegten Rehe wiesen signifikant niedrigere Tropfsaftverluste auf (1,5 %) als die im Frühjahr erlegten Rehe (2,3 %) (Tabelle 6). Beim Rotwild war dagegen der Tropfsaftverlust im Frühjahr etwas geringer (1,3 %) als im Herbst (1,6 %). Beim Koch- und Grillsaftverlust gab es keinen nennenswerten Unterschied hinsichtlich der drei Einflussfaktoren. Das Rehfleisch wies signifikant niedrigere Scherkraft und somit eine höhere Zartheit auf als das Fleisch vom Rotwild, dies ist vermutlich auf die feinere Fleischfaserung zurückzuführen. Jungtiere (bis 1 Jahr alt) hatten ein signifikant zarteres Fleisch als die erwachsenen Tiere (über 1 Jahr alt). Das Fleisch der im Herbst erlegten Rehe hatte signifikant niedrigere Scherkraftwerte (2,14 kg) als jenes der im Frühjahr erlegten Rehe (2,63 kg). Beim Rotwild wies das Fleisch der im Frühjahr erlegten Tiere eine niedrigere Scherkraft auf (2,90 kg) als jenes der im Herbst erlegten Stücke (3,32 kg). Worauf diese unterschiedlichen Ergebnisse bei den beiden Tierarten zurück zu führen sind, konnte in diesem Projekt nicht festgestellt werden. Bei den Rehen wirkte sich vermutlich der höhere Fettgehalt im Herbst (17,66 g) zu 6,64 g im Vergleich zum Frühjahr g/1000 g Frischmasse [FM] positiv auf die Scherkraftwerte bzw. Zartheit aus (Tabelle 8). Im Großen und Ganzen hat jedoch der IMF-Gehalt bei den Wildarten anscheinend keine große Auswirkung auf die Zartheit des Fleisches. Trotz geringer IMF-Gehalte wies das Fleisch von Rot- und Rehwild eine ausgezeichnete Zartheit auf. Die Referenzwerte für gute Fleischqualität (Scherkraftwert $\leq 3,9$ kg) bzw. außergewöhnliche Fleischqualität (Scherkraftwert $\leq 3,2$) wurde in den meisten Fällen unterschritten. Einzig die erwachsenen Tiere und die im Herbst erlegten Hirsche lagen im Durchschnitt knapp über dem Referenzwert für ausgezeichnete Zartheit. Die außergewöhnliche Zartheit von Wildfleisch ist vermutlich auf die feine Faserung des Fleisches zurückzuführen.

Das Rehfleisch des aktuellen Projekts war im Vergleich zu jenem aus dem Versuch von WINKELMAYER et al. (2004) zarter und dunkler und wies einen höheren Kochsaft- und einen geringeren Tropfsaftverlust auf. Bei PAULSEN et al. (2005) war der Kochsaftverlust ebenfalls höher als im aktuellen Versuch, während die Zartheitswerte vergleichbar waren. Die Farbmerkmale und der intramuskuläre Fettgehalt waren bei beiden Versuchen ähnlich. Im Durchschnitt war der intramuskuläre Fettgehalt im Fleisch von Rot- und Rehwild im eigenen Versuch ähnlich hoch wie in der Untersuchung von NÜRNBERG et al. (2009).

WINKELMAYER et al. (2004) stellten hinsichtlich der Fleischqualität (Farbe, Scherkraft und Wasserbindungsvermögen) des Rückenmuskels von Rehen kaum 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. Dagegen war im aktuellen Versuch Hirschfleisch im Frühjahr zarter als im Herbst. Aufgrund der Tatsache, dass in diesem Projekt die Unterschale (*M. biceps femoris*) beprobt wurde, ist ein Vergleich mit anderen Studien kaum möglich, da in den meisten Studien der Rückenmuskel (*M. longissimus dorsi*) dafür herangezogen wurde. Farbe, intramuskulärer Fettgehalt, Fleischfaserung usw. ist in den verschiedenen Muskeln zum Teil sehr unterschiedlich.

Tabelle 4: Einfluss von Tierart, Alter und Jahreszeit auf die sensorische Qualität von Wildfleisch

	Tierart		Alter		Jahreszeit		RSD	P-Werte			R ²
	Rehwild	Rotwild	1 Jahr	>1 Jahr	Frühjahr	Herbst		Tierart	Alter	Jahreszeit	
Farbe, 0 h Oxidation											
Helligkeit (L)	37,7 ^a	35,7 ^b	36,9	36,5	37,3	36,1	1,7	0,003	0,623	0,083	37,0
Rotton (a)	14,3 ^b	15,8 ^a	14,9	15,2	14,3 ^b	15,8 ^a	0,8	<0,001	0,264	<0,001	65,7
Gelbton (b)	12,7	12,6	12,7	12,6	12,5	12,8	0,8	0,574	0,647	0,226	7,3
Buntton (C)	19,2 ^b	20,2 ^a	19,6	19,8	19,0 ^b	20,4 ^a	0,9	0,003	0,574	<0,001	50,5
Farbsättigung (H)	41,7 ^a	38,6 ^b	40,6	39,6	41,1 ^a	39,2 ^b	2,0	<0,001	0,261	0,024	50,0
Farbe, 2 h Oxidation											
Helligkeit (O_L)	37,6 ^a	35,8 ^b	37,0	36,4	37,5 ^a	35,9 ^b	1,7	0,005	0,368	0,026	38,9
Rotton (O_a)	14,8	15,2	14,7	15,3	14,6	15,4	1,3	0,408	0,269	0,138	24,0
Gelbton (O_b)	13,6 ^a	12,8 ^b	13,2	13,2	13,1	13,2	1,1	0,036	0,910	0,795	17,5
Buntton (O_C)	20,3	19,5	20,0	19,7	19,1 ^b	20,6 ^a	1,4	0,135	0,675	0,012	30,8
Farbsättigung (O_H)	42,9 ^a	40,0 ^b	42,2	40,8	42,2	40,8	2,2	<0,001	0,131	0,104	39,7
Wasserbindungsvermögen und Zartheit											
Tropfsaftverlust (%)	1,9 ^a	1,4 ^b	1,7	1,6	1,8	1,5	0,5	0,016	0,543	0,188	44,8
Kochsaftverlust (%)	32,8	33,1	33,1	32,8	32,8	33,1	2,1	0,697	0,716	0,737	12,2
Grillsaftverlust warm (%)	23,0	23,5	23,7	22,8	23,0	23,5	2,9	0,601	0,480	0,646	3,8
Grillsaftverlust kalt (%)	31,0	31,2	31,7	30,5	30,9	31,3	2,6	0,775	0,287	0,735	5,5
Scherkraft gegrillt (kg)	2,38 ^b	3,11 ^a	2,25 ^b	3,25 ^a	2,77	2,73	0,42	<0,001	<0,001	0,821	64,4

Unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede; RSD, Residualstandardabweichung; R², Bestimmtheitsmaß

Tabelle 5: Unterschiede zwischen Reh- und Rotwild hinsichtlich der sensorischen Fleischqualität im Frühjahr und Herbst

	Wechselwirkung Art x Jahreszeit				RSD	P-Wert Art × Jahreszeit	R ²
	Reh × Frühjahr	Reh × Herbst	Rotw. × Frühj.	Rotw. × Herbst			
Farbe, 0 h Oxidation							
Helligkeit (L)	38,8	36,7	35,9	35,5	1,7	0,162	37,0
Rotton (a)	13,5	15,1	15,2	16,4	0,8	0,478	65,7
Gelbton (b)	12,6	12,8	12,3	12,8	0,8	0,577	7,3
Buntton (C)	18,5	19,9	19,5	20,8	0,9	0,930	50,5
Farbsättigung (H)	43,0	40,3	39,1	38,1	2,0	0,211	50,0
Farbe, 0 h Oxidation							
Helligkeit (O_L)	38,6	36,6	36,4	35,2	1,7	0,531	38,9
Rotton (O_a)	14,7	14,9	14,5	15,9	1,3	0,251	24,0
Gelbton (O_b)	13,7	13,5	12,6	13,0	1,1	0,435	17,5
Buntton (O_C)	19,7	20,8	18,5	20,5	1,4	0,345	30,8
Farbsättigung (O_H)	43,5	42,3	40,9	39,2	2,2	0,744	39,7
Wasserbindungsvermögen und Zartheit							
Tropfsaftverlust (%)	2,3 ^a	1,5 ^b	1,3 ^b	1,6 ^b	0,5	0,001	44,8
Kochsaftverlust (%)	33,3	32,3	32,3	33,9	2,1	0,071	12,2
Grillsaftverlust warm (%)	22,7	23,3	23,3	23,8	2,9	0,965	3,8
Grillsaftverlust kalt (%)	30,8	31,1	31,0	31,4	2,6	0,931	5,5
Scherkraft gegrillt (kg)	2,63 ^{bc}	2,14 ^c	2,90 ^{ab}	3,32 ^a	0,42	0,003	64,4

Unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen; RSD, Residualstandardabweichung; R², Bestimmtheitsmaß

Tabelle 6: Einfluss von Tierart, Alter und Jahreszeit auf Inhaltsstoffe und Fettsäuremuster von Wildfleisch

	Tierart		Alter		Jahreszeit		RSD	P-Werte			R ²
	Rehwild	Rotwild	1 Jahr	>1 Jahr	Frühjahr	Herbst		Tierart	Alter	Jahreszeit	
Inhaltstoffe											
Trockenmasse, g/kg FM	244,62 ^a	242,18 ^b	242,57	244,23	237,58 ^b	249,22 ^a	6,03	0,281	0,527	<0,001	57,6
Rohprotein, g/kg FM	217,06	220,90	218,62	219,34	215,85 ^b	222,11 ^a	4,01	0,016	0,686	<0,001	50,6
IMF, g/kg FM	12,15 ^a	6,80 ^b	8,98	9,97	5,06 ^b	13,88 ^a	4,01	<0,001	0,568	<0,001	68,9
Rohasche, g/kg FM	11,23	11,07	11,20	11,09	11,20	11,09	0,25	0,102	0,319	0,292	19,4
Fettsäuremuster, Anteil der Fettsäuregruppen an den Gesamtfettsäuren in %											
∑ SFA	45,12 ^a	41,69 ^b	42,83	43,98	40,88 ^b	45,93 ^a	2,57	0,001	0,304	<0,001	72,0
∑ MUFA	26,92 ^a	22,22 ^b	23,64	25,50	17,38 ^b	31,77 ^a	4,52	0,007	0,342	<0,001	79,3
∑ PUFA	28,07 ^b	35,88 ^a	33,93	30,01	41,49 ^a	22,45 ^b	5,39	<0,001	0,120	<0,001	85,2
∑ Ω6-FS	19,36 ^b	27,35 ^a	25,10	21,62	30,73 ^a	15,98 ^b	4,57	<0,001	0,103	<0,001	85,4
∑ Ω3-FS	8,33	8,05	8,69	7,69	10,28 ^a	6,09 ^b	1,59	0,645	0,190	<0,001	75,5
∑ CLA	0,42 ^a	0,32 ^b	0,39	0,34	0,27 ^b	0,47 ^a	0,13	0,048	0,411	<0,001	42,7
Ω6/Ω3-Verhältnis	2,47 ^b	3,14 ^a	2,92	2,70	3,00	2,61	0,54	0,002	0,385	0,114	66,9
PUFA/SFA-Verhältnis	0,61 ^b	0,91 ^a	0,82	0,70	1,02 ^a	0,50 ^b	0,16	<0,001	0,126	<0,001	86,3

Unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen; RSD, Residualstandardabweichung; R², Bestimmtheitsmaß; IMF, intramuskulärer Fettgehalt; SFA, gesättigte Fettsäuren; MUFA, einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA, mehrfach ungesättigte Fettsäuren; FS, Fettsäuren; CLA, konjugierte Linolsäuren

Tabelle 7: Unterschiede zwischen Reh- und Rotwild hinsichtlich des Gehalts an Inhaltsstoffen und des Fettsäuremusters im Frühjahr und Herbst

	Wechselwirkung Art × Jahreszeit				RSD	P-Wert Art × Jahreszeit	R ²
	Reh × Frühjahr	Reh × Herbst	Rotw. × Frühj.	Rotw. × Herbst			
Inhaltstoffe							
Trockenmasse, g/kg FM	238,80	250,44	236,37	248,00	6,03	0,999	57,6
Rohprotein, g/kg FM	214,59	219,54	217,10	224,69	4,01	0,359	50,6
IMF, g/kg FM	6,64	17,66	3,49	10,10	4,01	0,117	68,9
Rohasche, g/kg FM	11,24	11,21	11,16	10,98	0,25	0,400	19,4
Fettsäuremuster , Anteil der Fettsäuregruppen an den Gesamtfettsäuren in %							
∑ SFA	43,78 ^a	46,46 ^a	37,97 ^b	45,40 ^a	2,57	0,012	72,0
∑ MUFA	19,73	34,10	15,02	29,43	4,52	0,992	79,3
∑ PUFA	36,36	19,78	46,63	25,12	5,39	0,206	85,2
∑ Ω6-FS	24,38 ^b	14,35 ^c	37,09 ^a	17,62 ^c	4,57	0,007	85,4
∑ Ω3-FS	11,50 ^a	5,16 ^c	9,07 ^b	7,03 ^{bc}	1,59	<0,001	75,5
∑ CLA	0,34	0,49	0,20	0,44	0,13	0,335	42,7
Ω6/Ω3-Verhältnis	2,14 ^b	2,80 ^b	3,86 ^a	2,43 ^b	0,54	<0,001	66,9
PUFA/SFA-Verhältnis	0,79 ^b	0,44 ^c	1,25 ^a	0,56 ^{bc}	0,16	0,006	86,3

Unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen; RSD, Residualstandardabweichung; R², Bestimmtheitsmaß; IMF, intramuskulärer Fettgehalt; SFA, gesättigte Fettsäuren; MUFA, einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA, mehrfach ungesättigte Fettsäuren; FS, Fettsäuren; CLA, konjugierte Linolsäuren

Tabelle 8: Einfluss von Tierart, Alter und Jahreszeit auf Ergebnisse der sensorischen Verkostung von Wildfleisch

	Tierart		Alter		Jahreszeit		P-Werte		
	Rehwild	Rotwild	1 Jahr	>1 Jahr	Frühjahr	Herbst	Tierart	Alter	Jahreszeit
Gesamte Wildarten									
Saftigkeit	4,2 ± 0,9	4,0 ± 0,7	4,0 ± 0,8	4,1 ± 0,9	4,0 ± 0,7	4,2 ± 0,9	0,15	0,80	0,29
Zartheit	4,6 ± 0,8	4,1 ± 0,9	4,4 ± 0,8	4,2 ± 0,9	4,3 ± 0,8	4,3 ± 1,0	<0,01	0,06	0,50
Geschmack	4,8 ± 0,7	4,6 ± 0,6	4,7 ± 0,6	4,6 ± 0,6	4,6 ± 0,7	4,7 ± 0,7	0,09	0,25	0,80
Gesamteindruck	4,6 ± 0,7	4,4 ± 0,7	4,5 ± 0,7	4,4 ± 0,7	4,4 ± 0,7	4,5 ± 0,7	0,04	0,17	0,96
Rehwild									
Saftigkeit			4,1 ± 0,8	4,2 ± 0,8	4,1 ± 0,8	4,3 ± 1,0		0,95	0,68
Zartheit			4,8 ± 0,6	4,3 ± 0,8	4,6 ± 0,7	4,6 ± 0,9		0,01	0,99
Geschmack			4,8 ± 0,7	4,7 ± 0,6	4,7 ± 0,7	4,8 ± 0,6		0,43	0,85
Gesamteindruck			4,7 ± 0,6	4,4 ± 0,7	4,6 ± 0,7	4,6 ± 0,7		0,08	0,93
Rotwild									
Saftigkeit			4,0 ± 0,8	4,0 ± 0,6	3,9 ± 0,7	4,1 ± 0,7		0,94	0,41
Zartheit			4,2 ± 0,9	3,9 ± 1,0	4,3 ± 0,8	3,9 ± 1,1		0,12	0,06
Geschmack			4,7 ± 0,6	4,5 ± 0,6	4,7 ± 0,6	4,5 ± 0,7		0,10	0,26
Gesamteindruck			4,4 ± 0,7	4,2 ± 0,7	4,4 ± 0,7	4,3 ± 0,7		0,28	0,66

Mittelwert ± Standardabweichung , Fett = Signifikanter Unterschied

Während gesättigte Fettsäuren (SFAs) aufgrund negativer gesundheitlicher Wirkungen unerwünscht sind, werden hohe Gehalte an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFAs) im Fleisch angestrebt, da sie gesundheitsfördernde Wirkungen haben. Innerhalb der PUFAs sind vor allem die Ω 3-Fettsäuren von besonderer Bedeutung, da sie unter anderem das Herzinfarkttrisiko verringern können. Sowohl beim Reh- als auch beim Rotwild war der Gehalt an günstigen PUFAs im Frühjahr deutlich höher und die Gehalte an SFAs und einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) wesentlich niedriger als im Herbst (Tabellen 7 und 8). Diese Ergebnisse stimmen mit KITZER et al. (2014) weitgehend überein, der in Rehfleisch im Sommer höhere Gehalte an PUFAs feststellte als im Winter. Ein möglicher Grund dafür ist, dass junges, energiereiches Weidegras im Frühjahr als Grünäsung zur Verfügung bzw. als Futterangebot bereit steht, und diese Futtergrundlage den Gehalt an PUFAs entsprechend begünstigt. Besteht das Nahrungsspektrum fast ausschließlich aus Grünlandpflanzen, wie es von Frühjahr bis Herbst zu erwarten ist, so kann mit hohen PUFA-Gehalten gerechnet werden. 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-Fettsäuren-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. Eine wichtige Kennzahl für das Fettsäuremuster ist das Ω 6/ Ω 3-Verhältnis. Dieses Verhältnis sollte möglichst unter 5:1 liegen, was bei allen untersuchten Gruppen eindeutig erreicht wurde. Das Fleisch des Rehwilds wies im Durchschnitt ein signifikant niedrigeres und somit günstigeres Fettsäuremuster auf als jenes des Rotwilds. Verglichen mit dem Versuch von NÜRNBERG et al. (2009) enthielt das Fleisch von Rot- und Rehwild im aktuellen Versuch höhere SFA- und niedrigere Ω 3-Fettsäuren-Gehalte.

Bei der sensorischen Verkostung traten kaum nennenswerte Unterschiede auf. Das Rehfleisch war jedoch signifikant zarter als das Fleisch vom Rotwild (4,6 zu 4,1 von 6,0 Punkten). Beim Gesamteindruck wurde das Rehfleisch ebenfalls signifikant höher bewertet als das Rotwildfleisch (4,6 zu 4,4 von 6,0 Punkten). Beim Rehwild war das Fleisch der jungen Tiere deutlich zarter als jenes der erwachsenen Tiere (4,8 zu 4,3 von 6,0 Punkten), während beim Rotwild kein Unterschied zwischen verschiedenen alten Tieren feststellbar war.

Der Gehalt an einzelnen Mengen- und Spurenelementen unterschied sich deutlich zwischen den Wildarten (Tabelle 10). Das Fleisch des Rotwildes war signifikant reicher an Magnesium und Eisen als das Rehfleisch. Im Gegensatz dazu wies das Fleisch des Rehwilds einen deutlich höheren Mangan-Gehalt auf. SAGER (2005) untersuchte unter anderem Fleisch von Rotwild ebenfalls auf Mengenelement-, Spurenelement- und Schwermetallgehalte. Das Fleisch des Rotwilds des aktuellen Versuchs war deutlich reicher an Kalium und Calcium und ärmer an Zink und Mangan als bei SAGER (2005). Der Zink- und Eisen-Gehalt von Rotwild der aktuellen Studie war jedoch deutlich höher und der Phosphor-, Schwefel- und Calcium-Gehalt niedriger als im Projekt von KITZER et al. (2014).

Tabelle 9: Einfluss von Tierart, Alter und Jahreszeit auf Mengen- und Spurenelementgehalte von Wildfleisch

	Tierart		Alter		Jahreszeit		RSD	P-Werte			R ²
	Rehwild	Rotwild	1 Jahr	>1 Jahr	Frühjahr	Herbst		Tierart	Alter	Jahreszeit	
Mineralstoffe											
Natrium Na, g/kg TM	2,40	2,70	2,64	2,46	2,59	2,51	0,53	0,136	0,430	0,735	25,2
Magnesium Mg, g/kg TM	0,83 ^b	0,88 ^a	0,88	0,83	0,89 ^a	0,82 ^b	0,05	0,021	0,073	0,002	66,7
Phosphor P, g/kg TM	7,51	7,45	7,59	7,37	7,95 ^a	7,01 ^b	0,86	0,847	0,547	0,010	33,3
Schwefel S, g/kg TM	7,42	7,72	7,54	7,60	7,69	7,45	0,67	0,216	0,860	0,420	9,2
Kalium K, g/kg TM	13,47	14,22	14,24	13,45	14,74 ^a	12,95 ^b	1,43	0,150	0,207	0,003	49,6
Calcium Ca, g/kg TM	0,50	0,29	0,40	0,38	0,40	0,37	0,30	0,061	0,928	0,760	21,9
Spurenelemente											
Bor B, mg/kg TM	0,61	0,58	0,55	0,64	0,58	0,61	0,13	0,604	0,162	0,590	23,4
Vanadium V, mg/kg TM	0,007	0,006	0,007	0,006	0,006	0,007	0,002	0,238	0,226	0,520	11,8
Chrom Cr, mg/kg TM	0,04 ^a	0,02 ^b	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,006	0,087	0,597	37,1
Mangan Mn, mg/kg TM	0,74 ^a	0,49 ^b	0,63	0,60	0,61	0,62	0,12	<0,001	0,490	0,871	54,9
Eisen Fe, mg/kg TM	95,3 ^b	136,5 ^a	111,83	119,95	106,37	125,41	32,01	0,002	0,566	0,165	43,0
Cobalt Co, mg/kg TM	0,005	0,004	0,005	0,004	0,005	0,005	0,002	0,132	0,144	0,597	16,9
Kupfer Cu, mg/kg TM	5,43	6,15	5,73	5,86	5,99	5,60	1,05	0,074	0,774	0,380	33,3
Zink Zn, mg/kg TM	114,51	142,15	126,39	130,27	131,31	125,35	48,40	0,119	0,852	0,756	14,5
Arsen As, mg/kg TM	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,058	0,886	0,814	13,9
Selen Se, mg/kg TM	0,19	0,16	0,17	0,18	0,16	0,19	0,07	0,373	0,529	0,206	23,4
Rubidium Rb, mg/kg TM	288,46	297,83	285,03	301,26	308,38	277,91	132,44	0,848	0,789	0,593	11,0
Molybdän Mo, mg/kg TM	0,013	0,013	0,013	0,014	0,014	0,013	0,004	0,995	0,545	0,899	28,2

Unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen; RSD, Residualstandardabweichung; R², Bestimmtheitsmaß

Tabelle 10: Unterschiede zwischen Reh- und Rotwild hinsichtlich Mineralstoff- und Spurenelementgehalt im Frühjahr und Herbst

	Wechselwirkung Art × Jahreszeit				RSD	P-Wert Art × Jahreszeit	R ²
	Reh × Frühjahr	Reh × Herbst	Rotw. × Frühj.	Rotw. × Herbst			
Mineralstoffe							
Natrium Na, g/kg TM	2,64	2,16	2,53	2,87	0,53	0,033	25,2
Magnesium Mg, g/kg TM	0,84 ^b	0,82 ^b	0,94 ^a	0,81 ^b	0,05	0,002	66,7
Phosphor P, g/kg TM	7,81	7,21	8,08	6,82	0,86	0,271	33,3
Schwefel S, g/kg TM	7,51	7,33	7,87	7,57	0,67	0,797	9,2
Kalium K, g/kg TM	14,05	12,89	15,44	13,01	1,43	0,202	49,6
Calcium Ca, g/kg TM	0,61	0,38	0,21	0,36	0,30	0,069	21,9
Spurenelemente							
Bor B, mg/kg TM	0,63	0,58	0,53	0,64	0,13	0,093	23,4
Vanadium V, mg/kg TM	0,007	0,007	0,006	0,007	0,002	0,307	11,8
Chrom Cr, mg/kg TM	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,933	37,1
Mangan Mn, mg/kg TM	0,72	0,76	0,50	0,48	0,12	0,463	54,9
Eisen Fe, mg/kg TM	99,35 ^b	91,28 ^b	113,38 ^b	159,55 ^a	32,01	0,025	43,0
Cobalt Co, mg/kg TM	0,006	0,005	0,004	0,005	0,002	0,232	16,9
Kupfer Cu, mg/kg TM	5,10 ^b	5,77 ^{ab}	6,87 ^a	5,44 ^b	1,05	0,008	33,3
Zink Zn, mg/kg TM	131,78	97,24	130,85	153,46	48,40	0,090	14,5
Arsen As, mg/kg TM	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,863	13,9
Selen Se, mg/kg TM	0,14	0,23	0,17	0,16	0,07	0,040	23,4
Rubidium Rb, mg/kg TM	348,30	228,62	268,45	327,20	132,44	0,071	11,0
Molybdän Mo, mg/kg TM	0,011	0,016	0,016	0,011	0,004	0,004	28,2

Unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen; RSD, Residualstandardabweichung; R², Bestimmtheitsmaß

Tabelle 11: Gehalt an Mineralstoffen, Spurenelementen und Schwermetallen im Wildfleisch bei Verwendung bleifreier bzw. bleihaltiger Munition

	Geschossart		RSD	P-Wert Geschossart	R ²
	bleifrei	bleihaltig			
Mineralstoffe					
Natrium Na, g/kg TM	2,91 ^b	2,25 ^a	0,57	<0,001	25,9
Magnesium Mg, g/kg TM	0,85	0,86	0,10	0,590	0,8
Phosphor P, g/kg TM	7,47	7,64	0,98	0,600	0,8
Schwefel S, g/kg TM	7,73	7,45	0,77	0,272	3,2
Kalium K, g/kg TM	14,05	14,02	1,90	0,959	0,0
Calcium Ca, g/kg TM	0,47	0,33	0,33	0,178	4,9
Spurenelemente					
Bor B, mg/kg TM	0,61	0,56	0,15	0,363	2,2
Vanadium V, mg/kg TM	0,01	0,02	0,03	0,132	6,0
Chrom Cr, mg/kg TM	0,03	0,05	0,04	0,098	7,2
Mangan Mn, mg/kg TM	0,61	0,98	0,63	0,079	8,1
Eisen Fe, mg/kg TM	140,09	130,84	79,59	0,721	0,3
Cobalt Co, mg/kg TM	0,01	0,01	0,01	0,962	0,0
Kupfer Cu, mg/kg TM	31,59	5,95	90,00	0,383	2,1
Zink Zn, mg/kg TM	144,57 ^a	106,84 ^b	45,81	0,015	14,9
Arsen As, mg/kg TM	0,03	0,03	0,06	0,737	0,3
Selen Se, mg/kg TM	0,15	0,21	0,08	0,057	9,4
Rubidium Rb, mg/kg TM	388,35 ^a	258,51 ^b	180,24	0,032	11,9
Molybdän Mo, mg/kg TM	0,01	0,02	0,02	0,164	5,2
Schwermetalle und sonstige Elemente					
Aluminium Al, mg/kg TM	2,20	11,13	24,96	0,276	3,2
Strontium Sr, mg/kg TM	0,11	0,13	0,11	0,684	0,5
Cadmium Cd, mg/kg TM	0,01	0,02	0,02	0,652	0,6
Antimon Sb, mg/kg TM	0,01	4,14	6,77	0,067	8,8
Barium Ba, mg/kg TM	0,19	0,27	0,30	0,431	1,7
Blei Pb, mg/kg TM	0,41 ^b	172,01 ^a	261,75	0,049	10,0
Uran U, mg/kg TM	0,001	0,001	0,001	0,105	6,9

Unterschiedliche Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Geschossarten

Die Blei-Gehalte im Fleisch unterschieden sich signifikant zwischen Tieren, welche mit bleihaltiger (172 mg/kg TM) bzw. bleifreier Munition (0,41 mg/kg TM) erlegt wurden (Tabelle 11). Allerdings streuten die Blei-Gehalte im Fleisch von Tieren, welche mit bleihaltiger Munition erlegt wurden, sehr stark. Während bei drei Tieren der Blei-Gehalt deutlich über 100 mg/kg TM lag, war er bei den meisten Tieren ähnlich niedrig wie bei den Tieren, welche mit bleifreier Munition erlegt wurden. Antimon (Sb) ist häufig ein Legierungsbestandteil von Bleigeschossen. Deshalb sind die Sb-Gehalte im Fleisch bei der Verwendung von bleihaltiger Munition deutlich erhöht (4,14 mg/kg TM bei bleihaltiger vs. 0,01 mg/kg TM bei bleifreier Munition). Der österreichische Gesetzgeber hat für Wildfleisch einen sog. Aktionswert für den Blei-Gehalt festgelegt, der nicht überschritten werden sollte. Dieser liegt bei 0,25 mg/kg FM, was in etwa 1,00 mg/kg TM entspricht (BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT 2009). Während der durchschnittliche Blei-Gehalt im Fleisch von bleifrei erlegten Tieren deutlich unter diesem Aktionswert lag, wurde dieser Wert bei Verwendung von bleihaltiger Munition in einigen Fällen deutlich überschritten. MÜLLER-GRAF und SOMMERFELD (2013) stellten ebenfalls fest, dass der Blei-Gehalt im Fleisch von Tieren, die mit bleihaltiger Munition erlegt wurden, erhöht ist. Dies war besonders bei Fleisch in der Nähe des Schusskanals zu beobachten. Beim Einsatz von bleifreier Munition war der Blei-Gehalt in Rehfleisch in ihrem Versuch geringer als bei den eigenen Untersuchungen.

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

- Zusammenfassend sprechen sämtliche Argumente dafür, dass Wildbret aus der freien Natur ein hochwertiges, gesundes, nach ethischen Maßstäben gewonnenes Lebensmittel ist und die Qualität (Farbe, Wasserbindungsvermögen, Zartheit, Fettsäuregehalt, Mengen- und Spurenelemente) ähnlich wie bei landwirtschaftlichen Nutztieren bzw. oft sogar besser ist.
- Zwischen den beiden Tierarten bestehen teilweise deutliche Unterschiede in der Fleischqualität (v.a. Farbe, Zartheit, Fettsäuremuster). Ob das Wild im Frühjahr oder Herbst erlegt wird, hat dagegen meist nur einen geringen Einfluss.
- Beim Schwermetallgehalt, speziell beim Bleigehalt, ist klar feststellbar, dass bei Verwendung einer bleihaltigen Munition ein hoher Bleigehalt im Wildbret auftreten kann.
- Jäger, Landwirte und Konsumenten, die das Wildbret verzehren oder in Verkehr bringen, wäre unbedingt zu empfehlen, um den Schusskanal das sogenannte „Schussfleisch“ großzügig zu entfernen, um mögliche Geschoßsplitter und somit erhöhte Bleigehalte im Fleisch zu vermeiden.
- Die Verwendung von bleifreier Munition bietet die Chance, im Sinne des verantwortungsvollen Umgangs mit dem Produkt, dem Verbraucher- und Konsumentenschutz gerecht zu werden, und die gesellschaftliche Akzeptanz für heimisches Wildbret zu steigern und mit gutem Gewissen für mehr Wildbretverzehr zu werben.

5. DANKSAGUNG

Wir möchten uns bei den steiermärkischen Landesforsten, allen voran bei Herrn Forstdirektor DI Andreas Holzinger, Revierjäger Heimo Kranzer und Revierjäger Christian Mayer sowie den weiteren Berufsjägerkollegen für die gute Zusammenarbeit und tatkräftige Unterstützung herzlich bedanken. Weiters möchten wir uns bei Herrn Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Walter Goessler und Mag. Katrin Ertl, Karl-Franzens-Universität Graz für die gute Zusammenarbeit bedanken.

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?4cx82, 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.
- ERTL, K., R. KITZER und W. GOESSLER, 2016: Elemental composition of game meat from Austria. Food Additives & Contaminants: Part B 9, 120-126.
- 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.
- KITZER, R., G. TERLER, M. VELIK, J. KAUFMANN, W. GÖSSLER, K. ERTL, 2014: Fleischqualität von vier österreichischen Wildarten (Reh-, Rot-, Gams- und Schwarzwild) in den Jahreszeiten. Abschlussbericht zu Projekt „Wildfleischqualität“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 24 S.
- 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., 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, 2016: Jagdstatistik 2015/16. <http://www.tjv.at/wp-content/uploads/2016/11/Jagdstatistik-2015-16.pdf>, besucht am 23.06.2017.
- 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.
- 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.

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.

7. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Wildfleisch als Alternative zu Fleisch aus der Nutztierhaltung (Fotos: Kitzer).....	7
Abbildung 2: Probenschema.....	8
Abbildung 3: Hirsch in freier Wildbahn und entnommene Proben aus der Unterschale (Fotos: Kitzer).....	8
Abbildung 4: Gaschromatograph zur Bestimmung des Fettsäuremusters (Foto: Kitzer).....	10
Abbildung 5: Beurteilungskriterien und Benotungsschema für die sensorische Verkostung.....	11
Abbildung 6: Begleitformular zur Dokumentation der Wildabschüsse.....	25

8. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Übersicht über die Probenziehung und die untersuchten Fleischqualitätsparameter.....	7
Tabelle 2: Liste der analysierten Fettsäuren.....	9
Tabelle 3: Liste der analysierten Mengen- und Spurenelemente und Schwermetalle.....	10
Tabelle 4: Einfluss von Tierart, Alter und Jahreszeit auf die sensorische Qualität von Wildfleisch.....	13
Tabelle 5: Unterschiede zwischen Reh- und Rotwild hinsichtlich der sensorischen Fleischqualität im Frühjahr und Herbst.....	14
Tabelle 6: Einfluss von Tierart, Alter und Jahreszeit auf Inhaltsstoffe und Fettsäuremuster von Wildfleisch.....	15
Tabelle 7: Unterschiede zwischen Reh- und Rotwild hinsichtlich des Gehalts an Inhaltsstoffen und des Fettsäuremusters im Frühjahr und Herbst.....	16
Tabelle 8: Einfluss von Tierart, Alter und Jahreszeit auf Ergebnisse der sensorischen Verkostung von Wildfleisch.....	17
Tabelle 9: Einfluss von Tierart, Alter und Jahreszeit auf Mengen- und Spurenelementgehalte von Wildfleisch.....	19
Tabelle 10: Unterschiede zwischen Reh- und Rotwild hinsichtlich Mineralstoff- und Spurenelementgehalt im Frühjahr und Herbst.....	20
Tabelle 11: Gehalt an Mineralstoffen, Spurenelementen und Schwermetallen im Wildfleisch bei Verwendung bleifreier bzw. bleihaltiger Munition.....	21

9. ANHANG

Dokumentation Wildfleischprojekt Gumpenstein

Fortlaufende Nummer (Probennummer): _____

Abschussdatum: _____

Wildart: Rehwild
 Rotwild
 Gamswild

Geschlecht: männlich
 weiblich

Alter: _____ Jahre Gewicht (ungefähr): _____ kg

Revier/Jäger: _____

Munition: bleifrei
 bleihaltig

Geschoss: _____
(Kaliber, Geschossart, Herstellerfirma)

Fluchtstrecke (ungefähr): _____ m

Schuss einzeichnen:

Weitere Anmerkungen:

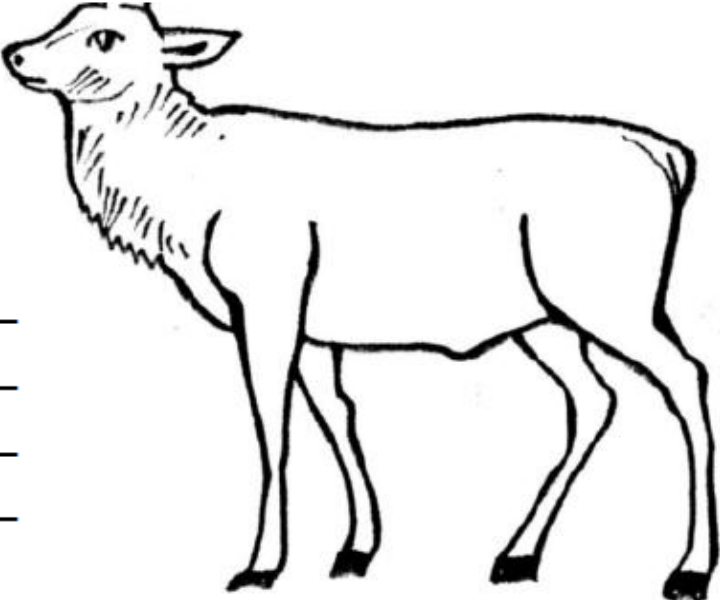


Abbildung 6: Begleitformular zur Dokumentation der Wildabschüsse