



Bundesamt
für Strahlenschutz

Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz

Erfassung der aktuellen Kontaminationssituation bei Wildschweinen in Deutschland

Vorhaben 3617S52531

Dr. Fielitz Umweltanalysen

U. Fielitz

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) durchgeführt.

Dieser Band enthält einen Ergebnisbericht eines vom Bundesamt für Strahlenschutz im Rahmen der Ressortforschung des BMU (Ressortforschungsplan) in Auftrag gegebenen Untersuchungsvorhabens. Verantwortlich für den Inhalt sind allein die Autoren. Das BfS übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt werden.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der des BfS übereinstimmen.

Impressum

Bundesamt für Strahlenschutz
Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter

Tel.: +49 30 18333-0
Fax: +49 30 18333-1885
E-Mail: ePost@bfs.de
De-Mail: epost@bfs.de-mail.de

www.bfs.de

BfS-RESFOR-182/21

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:
[urn:nbn:de:0221-2021080227845](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0221-2021080227845)

Salzgitter, August 2021

Dr. Fielitz Umweltanalysen
Forstweg 11
29313 Hambühren
www.umweltanalysen.com

Abschlussbericht

zum

Forschungsvorhaben FKZ 3617S52531

im Auftrag

**des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und
Reaktorsicherheit**

**Vorhaben: Erfassung der aktuellen Kontaminationssituation
bei Wildschweinen in Deutschland**

Januar 2021

U. Fielitz

Die Arbeiten wurden in Kooperation mit dem **Labor für Radioisotope (LARI)** am **Institut für Forstbotanik** der **Universität Göttingen** durchgeführt.

"Das diesem Bericht zu Grunde liegende FE-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor."

Danksagung

Die Landesforsten von Bayern und Rheinland-Pfalz, sowie die Fürstlich Hohenzollernsche Forstverwaltung ermöglichten die Untersuchungen mit wohlwollendem Beistand.

Für die umfassende und freundliche Unterstützung bei der Beschaffung von jagdlich relevanten Informationen über Wildschweine sowie die Fleischproben bedanke ich mich herzlich bei den Forstbetriebsleitern Hubert Droste (Zusmarshausen), Ralf Neuheisel (Wasgau) und Jürgen Völkl (Bodenamis).

Mein besonderer Dank gilt den für die Jagd zuständigen Mitarbeiter/innen Tanja Menzel-Söldner, Andreas Haber, Uwe Becker, Monika Klaus und Rebekka Völk sowie Elias Hettler.

Für die ^{137}Cs -Aktivitätsmessungen danke ich ganz herzlich Bernd Kopka und Marina Horstmann, die seit 3 Jahrzehnten souverän und mit Leidenschaft dabei sind.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	1
Summary.....	3
Einleitung.....	5
1 Untersuchungsgebiete.....	6
2 AP1: Erhebung von Informationen zu Jagdstrecke und Abschussgewichten.....	9
2.1 Relevante Aspekte zur Biologie und Jagd von Wildschweinen.....	9
2.1.1 Nahrungsaufnahme.....	12
2.1.2 Reproduktion.....	12
2.1.3 Bejagung.....	13
2.1.4 Verordnung aufgrund drohender Schweinepest.....	14
2.1.5 Projekt „Brennpunkt Schwarzwild“	14
2.1.6 Natürliche Feinde.....	14
2.2 Gewichte von Wildschweinen.....	14
2.2.1 Literaturübersicht zum Thema Aufbruchgewicht – Lebendgewicht.....	15
2.2.1.1 Praktische Bedeutung.....	17
2.2.2 Die Gewichtsentwicklung.....	17
2.3 Retrospektive Erlegungsdaten von Wildschweinen.....	19
2.3.1 Erlegungsgewichte.....	19
2.4 Prognosen zur Populations- und Gewichtsentwicklung.....	27
2.4.1 Modellpopulation: Szenarien günstige und ungünstige Lebensbedingungen.....	28
2.4.2 Prognosen zur Gewichtsverteilung.....	30
2.4.3 Populationszuwachs im Jahreszyklus.....	33
2.4.4 Gewichtsverteilung für ein Musterjagdrevier.....	34
3 AP2: Probenahme und Messung von Hirschtrüffeln in den Untersuchungsgebieten.....	35
3.1 Material und Methode.....	35
3.1.1 Hirschtrüffel Suche.....	35
3.1.2 Hirschtrüffel Inventarbestimmung.....	36
3.1.2.1 Untersuchtes Bodenvolumen.....	36
3.1.2.2 Entnahme der Hirschtrüffeln.....	39
3.1.3 Artbestimmung und Probenaufbereitung.....	39
3.2 Aktivitätsbestimmung.....	41
3.3 Ergebnisse.....	42
3.3.1 Hirschtrüffelsuche.....	42
3.3.2 Anzahl Fruchtkörper.....	43
3.3.3 Gesamtfrischmasse der Hirschtrüffeln.....	43
3.3.4 ^{137}Cs -Aktivität von Hirschtrüffeln.....	48

3.3.4.1 ^{137}Cs -Aktivität bezogen auf Frisch- und Trockensubstanz.....	49
3.4 Diskussion.....	50
4 AP 3: Probenahme und Messungen an Muskelfleischproben von Wildschweinen.....	51
4.1 Material und Methoden.....	51
4.1.1 Probenbeschaffung und Probenaufbereitung.....	51
4.2 Aktivitätsbestimmung.....	51
4.3 Ergebnisse.....	51
4.3.1 Verteilung der Proben.....	51
4.3.2 ^{137}Cs -Aktivität von Wildschweinen.....	52
4.3.2.1 Zeitliche Entwicklung 2017 – 2020.....	53
4.3.2.2 Einfluss der Erlegungsgewichte.....	55
4.4 Diskussion.....	57
4.4.1 Relation Messdaten Zusmarshausen zu Bodenmais/Bayerisch Eisenstein.....	57
4.4.2 Ungleiche Probenanzahl aus der Mastperiode 2018/2019.....	59
4.4.3 Unterschiede: Bodenkontamination und Probenherkunft der Wildschwein.....	59
4.4.4 Beprobung von Hirschtrüffeln.....	61
4.4.5 Relation Messdaten Zusmarshausen zu Dahn.....	61
4.5 Fazit.....	61
4.6 Daten sämtlicher in den Untersuchungsgebieten erlegten Wildschweine.....	62
5 Literatur.....	63
5.1 AP1.....	63
5.2 AP2.....	65
5.3 AP3.....	66

Zusammenfassung

Das Wildschwein (*Sus scrofa*) ist neben einigen Pilzarten das einzige Biomedium in Deutschland, das durch den Tschernobyl Fallout immer noch deutlich erhöhte ^{137}Cs -Aktivitäten aufweisen kann. Als Basisgröße wirkt die regional unterschiedlich deponierte ^{137}Cs -Aktivität. Die ^{137}Cs -Kontamination von Wildschweinen wird durch mehrere Einflussfaktoren bestimmt und kann innerhalb von Monaten um 3 Größenordnungen variieren. Hirschtrüffeln und verfügbare Früchte durch Baumast spielen eine besondere Rolle.

In diesem Forschungsvorhaben wurde die Kontaminationssituation von Wildschweinen in 3 Untersuchungsgebieten von 2017 – 2020, exemplarisch evaluiert. Die wegen ihrer ^{137}Cs -Bodenkontamination und Wildschweinbestände ausgewählten Untersuchungsgebiete sind in Bodenmais/Bayerisch Eisenstein und Zusmarshausen (Bayern) und Dahn (Rheinland-Pfalz). Die Untersuchungen sind in 3 Arbeitspakete (AP1, AP2 und AP3) gegliedert.

Im ersten Arbeitspaket wurde die Verteilung der Körpergewichte der Wildschweine aufgrund von recherchierten Erlegungsdaten aus den 3 Untersuchungsgebieten modelliert. Dazu wurden Prognosen nach 2 populationsökologisch unterschiedlichen Szenarien berechnet.

Die Abschussdaten aus den Untersuchungsgebieten zeigen einen hohen prozentualen Anteil der Erlegungsgewichte bis 50 kg. Dabei handelt es sich überwiegend um Wildschweine im Alter bis 2 Jahre. Wenn die breite Basis eines Wildschweinbestandes von Jungtieren gebildet wird, deutet dies auf eine wachsende Population hin.

Die Modellierung wurde für die zwei Szenarien, „günstige Bedingungen“ und „ungünstige Bedingungen“, durchgeführt. Die Gewichtsverteilung ändert sich bei ungünstigen Lebensbedingungen, insbesondere bei den unteren Gewichtsklassen: Beim Szenario „ungünstige Bedingungen“ stellen die ersten drei Gewichtsklassen bei den Erlegungen einen Anteil von 34%, beim Szenario „günstige Bedingungen“ sind es 45%. Der Grund dafür ist, dass insbesondere Frischlinge bei ungünstigen Lebensbedingungen weniger Gewicht zulegen und die Mortalitätsrate höher ist, als unter normalen oder optimalen Bedingungen.

Die Gewichtsverteilung bei den Erlegungen am Beispiel einer Musterpopulation zeigt einen Peak der Häufigkeit (27,5%) für die Klasse 10 – 20 kg. Danach nimmt die Häufigkeit mit jeder Gewichtsklasse kontinuierlich ab.

Das Thema des zweiten Arbeitspaketes war die Ermittlung der Biomasse und der ^{137}Cs -Aktivität von Hirschtrüffeln (*Elaphomyces spec.*). Dazu wurden in jedem Untersuchungsgebiet an 15 Rasterpunkten Anzahl und Gewicht von Fruchtkörpern auf 4 Quadratmeter, bis zu einer Bodentiefe von 25 cm bestimmt. In Bodenmais waren die Biomassen mit durchschnittlich 319,9 g deutlich größer als in Zusmarshausen mit 184,2 g und Dahn mit 82,2 g. Der überwiegende Teil der Fruchtkörper wurde in allen 3 Untersuchungsgebieten im Bodenbereich von 8 -12 cm Tiefe gefunden. Es handelte sich fast ausnahmslos um die Warzige Hirschtrüffel (*Elaphomyces granulatus*). In deutschen Waldökosystemen ist in diesem Bereich häufig das Maximum der im Boden vorhandenen ^{137}Cs -Aktivität zu finden.

Von jedem Rasterpunkt wurde die ^{137}Cs -Aktivität einer Hirschtrüffel an einem Reinstgermanium-Detektor gemessen.

Die ^{137}Cs -Aktivität von Hirschtrüffel, variierte innerhalb eines Untersuchungsgebietes deutlich. Die Spannweite der Messwerte reichte in Dahn von $226 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ bis $5.638 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ FS, in Bodenmais von $941 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ bis $10.370 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$. In Zusmarshausen lagen die Werte mit $851 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ bis $16.908 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ am weitesten auseinander.

Im dritten Arbeitspaket wurde die ^{137}Cs -Aktivität von Wildschweinen untersucht. Dazu wurden aus den 3 Untersuchungsgebieten 451 Proben gemessen. Wie bei den Hirschtrüffeln war auch bei den Wildschweinen die Variabilität der Messwerte sehr groß, in jedem Untersuchungsgebiet variierte die ^{137}Cs -Aktivität um 3 Größenordnungen. Die Spannweite aller Messwerte reichte von $2 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ aus Dahn bis $17.326 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ aus Bodenmais/Bayerisch Eisenstein.

Wildschweine aus Bodenmais/Bayerisch Eisenstein hatten mit durchschnittlich $3.230 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ deutlich höhere ^{137}Cs -Kontaminationen als die aus Zusmarshausen ($663 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$) und Dahn ($240 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$). Allerdings gab es auch in Zusmarshausen mehrere Wildschweine mit deutlich höheren Messwerten: Der Maximalwert war $10.290 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Die ^{137}Cs -Kontamination von Wildschweinen wird durch mehrere Einflussfaktoren gesteuert. Als Grunddisposition wirkt die Höhe der Bodenkontamination in den Untersuchungsgebieten. Die saisonalen Schwankungen der Messwerte sind wesentlich vom Nahrungsangebot und der Jagdstrategie beeinflusst.

In Mastjahren fressen die Wildschweine im Herbst überwiegend die Früchte von Buchen und Eichen, die sehr wenig ^{137}Cs -Aktivität enthaltenen. 2018 war ein Mastjahr: In Zusmarshausen betrug der Medianwert der ^{137}Cs -Aktivität von Wildschweinen während der Mastperiode $16 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$. In den Monaten davor war die mediane Kontamination $6.869 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$, danach $1.234 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Aufgrund dieser Besonderheiten kommt der Jagdstrategie eine wichtige Bedeutung bei der Interpretation der Messwerte zu: In Dahn und Zusmarshausen erfolgt die Erlegung der Wildschweine überwiegend im Herbst/Frühwinter durch Gesellschaftsjagden, in Bodenmais/Bayerisch Eisenstein dagegen ganzjährig und überwiegend durch Einzeljagd.

Daher stammten aus Zusmarshausen in der Zeit von September 2018 - Mai 2019 (Zeit der sehr geringen ^{137}Cs -Kontamination) 47,6% aller Proben, aus Bodenmais/Bayerisch Eisenstein dagegen nur 9,3%. Diese Verhältnisse wirken sich entsprechend auf die statistischen Ergebnisse der ^{137}Cs -Messwerte aus.

Summary

The wild boar (*Sus scrofa*) is, besides some fungal species, the only biomedium in Germany that can still show significantly elevated ^{137}Cs activities due to the Chernobyl fallout.

The ^{137}Cs activity, which is deposited differently from region to region, acts as a base variable. The ^{137}Cs contamination of wild boars is determined by several influencing factors and can vary by 3 orders of magnitude within months. Deer truffles (*Elaphomyces* spp.) and available fruit through tree mast play a special role.

In this research project, the contamination situation of wild boars in 3 study areas from 2017 - 2020 was evaluated as an example. The study areas selected because of their ^{137}Cs soil contamination and wild boar populations are Bodenmais / Bayerisch Eisenstein and Zusmarshausen and Dahn in Bavaria, in the Palatinate Forest.

The investigations were divided into 3 work packages (AP1, AP2 and AP3).

In the first work package, the body weight distribution of the wild boars was modeled on the basis of researched hunting data from the 3 study areas. For this purpose, forecasts were calculated according to two different population-ecological scenarios.

The shooting data from all 3 study areas show a high percentage of killing weights up to 50 kg, which are predominantly wild boars up to 2 years of age. If the broad base of a wild boar population is formed by young animals, this indicates a growing population.

The modeling was carried out for the two scenarios, "favorable conditions" and "unfavorable conditions". The weight distribution changes in the case of unfavorable living conditions, especially in the lower weight classes: In the "unfavorable conditions" scenario, the first three weight classes account for 34% of the huntings, and 45% in the "favorable conditions" scenario. The reason for this is that especially newborns put on less weight in unfavorable living conditions and the mortality rate is higher than under normal or optimal conditions.

The weight distribution in the killings using the example of a sample population shows a peak in frequency (27.5%) for the 10 - 20 kg class. Thereafter, the frequency decreases continuously with each weight class.

The topic of the second work package was the determination of the biomass and the ^{137}Cs activity of deer truffles. For this purpose, the number and weight of fruit bodies on 4 square meters, down to a soil depth of 25 cm, were determined at 15 grid points in each study area. In Bodenmais, the biomass was significantly larger at an average of 319.9 g than in Zusmarshausen with 184.2 g and Dahn with 82.2 g. Most of the fruiting bodies were found in all 3 study areas in the soil area from 8-12 cm depth. In German forest ecosystems, the maximum of the ^{137}Cs activity in the soil can often be found in this area.

The ^{137}Cs activity of a deer truffle (*Elaphomyces granulatus*) was measured for each grid point on high-purity Germanium detectors.

The ^{137}Cs activity of deer truffles varied significantly within one study area. The range of the measured values ranged in Dahn from 226 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ to $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ FS, in Bodenmais from 941 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ to 10,370 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$. In Zusmarshausen, the values were the furthest apart with 851 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ to 16,908 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$.

In the third work package, the ^{137}Cs activity of wild boars was investigated. For this purpose, 451 samples were measured from the 3 investigation areas. As in the case of the deer truffles, the variability of the measured values was also very large in the wild boars, in each study area the ^{137}Cs activity varied by 3 orders of magnitude. The span of all measured values ranged from 2 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Dahn) to 17,326 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Bodenmais / Bayerisch Eisenstein).

Wild boars from Bodenmais / Bayerisch Eisenstein had significantly higher levels of ^{137}Cs contamination with an average of 3,230 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ than those from Zusmarshausen (663 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$) and Dahn (240 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$). However, there were also several wild boars in Zusmarshausen with significantly higher measured values: The maximum value was 10,290 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$.

The ^{137}Cs contamination of wild boars is controlled by several influencing factors. The level of soil contamination in the investigation areas acts as a basic disposition. The seasonal fluctuations in the measured values are significantly influenced by the food supply and the hunting strategies.

In autumn, during fattening years, the wild boars mainly eat the fruits of beech and oak, which contain very little ^{137}Cs activity. 2018 was a fattening year: In Zusmarshausen, the median value of ^{137}Cs activity in wild boars during the fattening period was 16 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$. In the previous months, the median contamination was 6,869 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$, then 1,234 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Due to these peculiarities, the hunting strategies are of particular importance when interpreting the measured values: In Dahn and Zusmarshausen, wild boars are mainly hunted in autumn / early winter through group hunts, in Bodenmais / Bayerisch Eisenstein, however, all year round and predominantly through individual hunts.

Therefore, 47.6% of all samples came from Zusmarshausen in the period from September 2018 to May 2019 (time of the very low ^{137}Cs contamination), whereas only 9.3% from Bodenmais / Bayerisch Eisenstein. These relationships have a corresponding effect on the statistical results of the ^{137}Cs measurement values.

Einleitung

Wildschweine sind die einzige Tierart, die nach mehr als 30 Jahren nach dem Tschernobyl-Fallout in einigen Gebieten der Bundesrepublik noch deutlich erhöhte ^{137}Cs -Kontaminationen aufweisen. Dabei ist die Variabilität der ^{137}Cs Messwerte sowohl innerhalb als auch zwischen verschiedenen Populationen sehr groß. Die wesentliche Kontaminationsquelle sind die Hirschtrüffeln.

In diesem Forschungsvorhaben wurde die Kontaminationssituation von Wildschweinen anhand aktueller Daten aus 3 Untersuchungsgebieten, über 3 Jahre evaluiert.

Das Vorhaben ist in 3 Arbeitspakete unterteilt:

AP 1: Erhebung von Informationen zu Jagdstrecke und Abschussgewichten

AP 2: Probenahme und Messung von Hirschtrüffeln in den Untersuchungsgebieten

AP 3: Probenahme und Messungen an Muskelfleischproben von Wildschweinen

In dem **ersten Arbeitspaket** wurden in 3 Untersuchungsgebieten Daten zur Erlegung von Wildschweinen retrospektiv erfasst und die Verteilung der Körpergewichte sowie der Abschüsse im Jahresverlauf analysiert. Es geht um die Fragen:

- Welchen Einfluss haben gesetzliche Vorgaben, jagdliche Strategien und Umweltfaktoren auf die Abschusszahlen und die Erlegungsgewichte von Wildschweinen?
- Können aus diesen Informationen allgemeingültige Prognoseverfahren zur Gewichtsverteilung abgeleitet werden?

Im **Arbeitspaket 2** wurde die ^{137}Cs -Aktivität von Hirschtrüffeln sowie die Biomasse der Fruchtkörper exemplarisch in 3 Untersuchungsgebieten bestimmt. Die Untersuchung der Hirschtrüffeln erfolgte in jedem Untersuchungsgebiet an 15 Rasterpunkten, die das Gebiet weitgehend gleichmäßig repräsentieren.

Die Inventarbestimmung der Hirschtrüffeln macht erstmals eine Abschätzung der für Wildschweine potentiell verfügbaren Fruchtkörpermasse möglich. Dazu wurden in einem definierten Waldbodenvolumen alle vorhandenen Fruchtkörper erfasst und die ^{137}Cs -Aktivität von je 15 Einzelproben pro Untersuchungsgebiet bestimmt.

Im **Arbeitspaket 3** erfolgte die Messung der ^{137}Cs -Aktivität im Fleisch von Wildschweinen aus 3 Untersuchungsgebieten. Dazu wurden über 3 Jahre ca. 50 Muskelfleischproben pro Untersuchungsgebiet und Jahr analysiert. Zu jeder Probe wurden folgende Daten dokumentiert:

- Untersuchungsgebiet
- Datum des Abschusses
- Erlegungsgewicht des beprobten Tieres
- Geschlecht
- Jagdliche Klassifizierung
- Jagdart (Einzelansitz, Drückjagd)
- Spezifische Aktivität von ^{137}Cs

Zusätzlich wurden aus den Untersuchungsgebieten, über die Dauer von 30 Monaten die Gewichte von allen erlegten Wildschweinen beschafft.

1 Untersuchungsgebiete

Die Forschungsarbeiten wurden in 3 Untersuchungsgebieten durchgeführt, deren Lage in Abbildung 1 dargestellt ist.

Die Untersuchungsgebiete Bodenmais und Dahn wurden von der Auftraggeberin festgelegt. Dort erfolgten in den Jahren 2002-2004 intensive radioökologische Untersuchungen zur Kontamination von Wildschweinen und Hirschtrüffeln, die einen Vergleich von historischen mit aktuellen Ergebnissen ermöglichen.

Das Untersuchungsgebiet Zusmarshausen wurde aufgrund der relativ hohen ^{137}Cs Bodenkontamination als Untersuchungsgebiet ausgewählt. Hier kamen bei Wildschweinen in den letzten Jahren regelmäßig ^{137}Cs -Aktivitäten über $600 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, vereinzelt sogar über $10.000 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ vor.

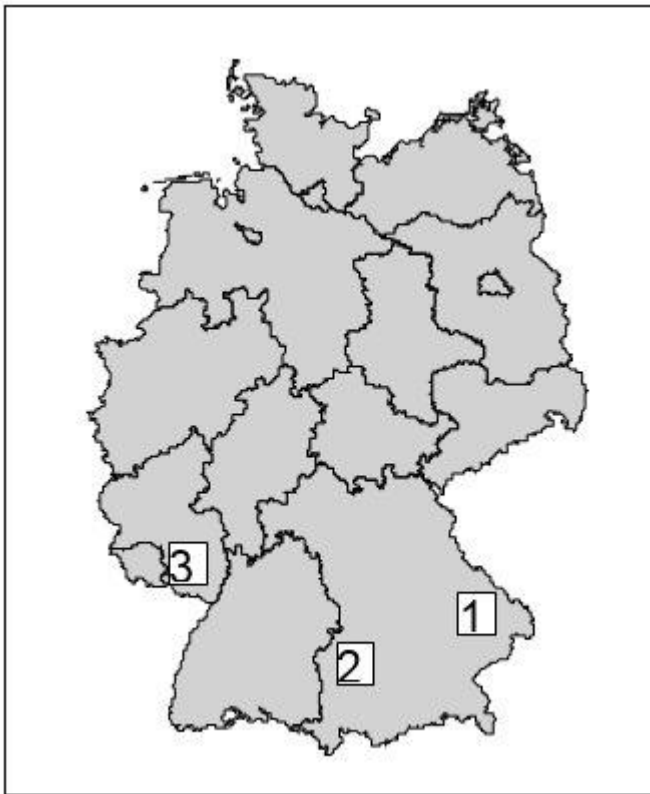


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete. Bodenmais (1), Zusmarshausen (2), Dahn (3)

Bodenmais liegt im Bayerischen Wald und ist seit 1986 der Ort zahlreicher radioökologischer Untersuchungen. Die Arbeiten finden im gesamten Dienstbereich, auf 17.166 ha des Forstbetriebs Bodenmais statt.

Da das Probenaufkommen von Wildschweinen in Bodenmais zu gering war, wurde für das Arbeitspaket 3 das angrenzende Jagdgebiet Arber der Hohenzollernschen Forstverwaltung in Bayerisch Eisenstein, mit einer Fläche von 2.200 ha, in die Untersuchungen einbezogen (Abbildung 2). Diese Erweiterung wurde bereits in dem FV StSch 4324 gewählt. Die Betriebsflächen des Forstbetriebs Bodenmais liegen nordöstlich von Deggendorf, in den Wuchsbezirken „Östlicher Vorderer Bayerischer Wald“, „Innerer Bayerischer Wald“, „Ostbayerische Donauniederung“ und „Westlicher Vorderer Bayerischer Wald“. Die

Wälder erstrecken sich über Höhen von 310 - 1.450 m ü. M. Im Jahresmittel beträgt die Temperatur 4 – 7 °C. Es fällt, je nach Höhenlage, zwischen 1.000 - 1.550 mm Niederschlag. Im Winter liegt in den höher gelegenen Gebieten oft bis April eine geschlossene Schneedecke von z. T. über 1 Meter Höhe. Das Gebiet ist von zusammenhängenden, submontanen bis montanen Bergmischwäldern, mit Fichte und Buche als Hauptbaumarten bewachsen. Fichte ist mit 58% Anteil am Holzboden die dominierende Baumart, gefolgt von Buche mit 24% und Tanne mit 9%.

Der vorherrschende Bodentyp ist Frische Lehme und Braunerde.

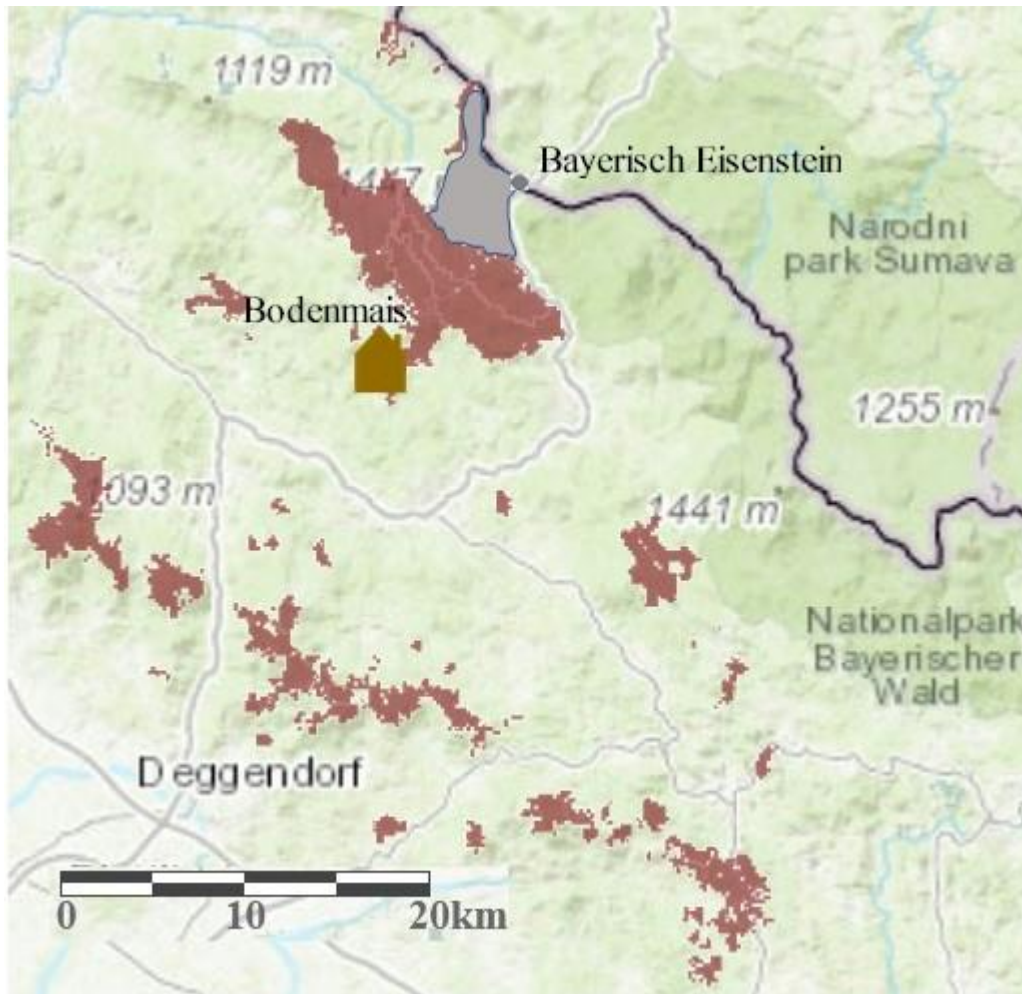


Abb. 2: Dienstflächen des Forstbetriebs Bodenmais (braune Flächen) und der Fürstlich Hohenzollernschen Forstverwaltung (grau) in Bayerisch Eisenstein. Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Zusmarshausen liegt nur wenige Kilometer westlich von Augsburg (Abbildung 3). Kooperationspartner ist der Forstbetrieb Zusmarshausen, mit einer Fläche von 14.000 ha.

Das Forstgebiet liegt im Wuchsgebiet „Tertiäres Hügelland“ und „Mittelschwäbisches Schotterriedel- und Hügelland“. Als Bodentyp ist Pseudogley-Parabraunerde vorherrschend.

Es liegt eine montane Baumartenverteilung mit klimatisch günstigen Wuchsbedingungen vor. Die Wälder erstrecken sich über eine Höhenlage von 450 – 600 m ü. NN. An

Niederschlag fallen durchschnittlich 750 – 900 mm pro Jahr, davon 480 – 500 mm in der Vegetationszeit. Die Temperatur liegt im Jahresmittel zwischen 7,0 – 8,0 °C und 14,0 – 15,0 °C während der Vegetationszeit.

Baumartenverteilung: Die dominierende Baumart ist Fichte, mit einem Flächenanteil von 59 %. Es folgen Buche (17%), Eiche (4%) und weitere Edellaubhölzer. Als weitere Nadelbaumarten haben Kiefer, Tanne, Douglasie und Lärche jeweils Flächenanteile von weniger als 3 %. Datenquelle zu Angaben über Bodenmais und Zusmarshausen: Bayerische Staatsforsten.

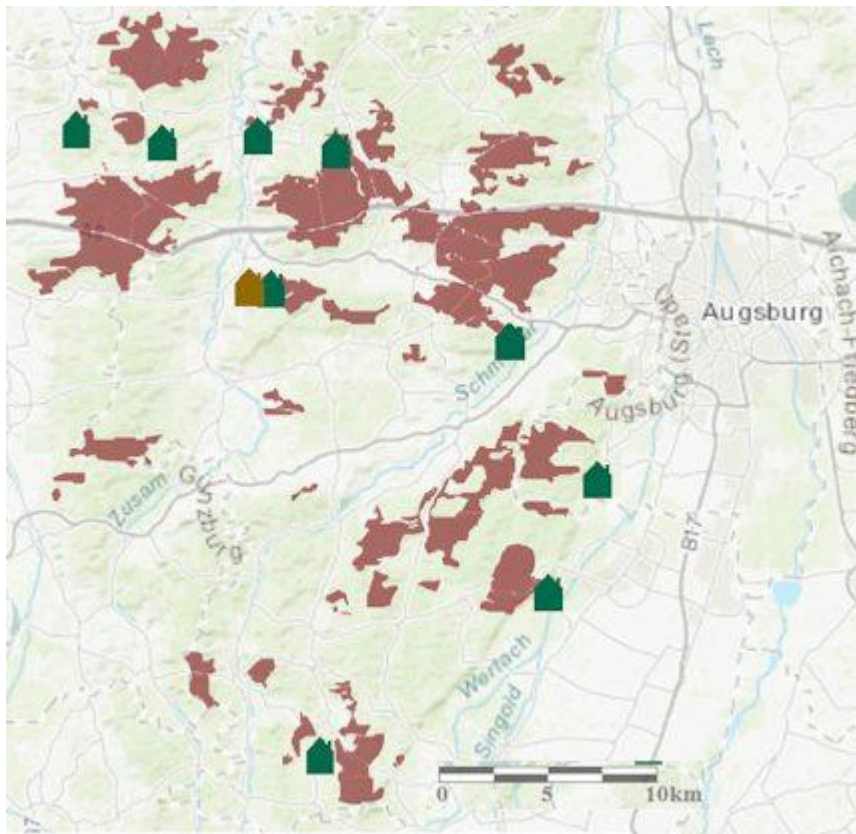


Abb. 3: Dienstflächen des Forstbetriebs Zusmarshausen (braune Flächen). Grüne Markierungen = Revierförstereien. Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Das Untersuchungsgebiet **Dahn** liegt im Wasgau, in der Süd-Westpfalz, im Süden unmittelbar an Frankreich angrenzend (Abbildung 4). Auf anstehendem Mittleren und Unteren Buntsandstein ist als Bodentyp Braunerde ausgebildet. Die wesentlichen Baumarten sind Fichte, Kiefer, Buche, Traubeneiche und Douglasie.

Das Forstamtsareal erstreckt sich über Lagen von 210 bis 570 m ü. NN. Es handelt sich um ein Gebiet mit breiten Tälern und bewaldeten Hügeln, teilweise mit Klippen und Felsbastionen. Aufgrund der montanen Struktur existiert ein ausgesprochenes Mikroklima mit Inversionslagen. Durchschnittlich fallen 850 – 900 mm Niederschlag pro Jahr. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 8,0 – 9,0 °C.

In Dahn wurden zwischen 2002 - 2004 Wildschweine und Hirschtrüffeln auf ^{137}Cs -Aktivität untersucht sowie Kontaminationsursachen analysiert (Hohmann und Huckschlag 2005). In dem Wildmonitoring vom Forstamt wurden in den letzten Jahren regelmäßig ^{137}Cs -Aktivitäten über $600 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ermittelt.

Die vorliegenden Untersuchungen finden im Dienstbereich des Forstamts Wasgau, auf 23.000 ha statt.



Abb. 4: Vom Forstamt Wasgau abgedeckten Flächen. Quelle: © Landesforsten.RLP

2 AP1: Erhebung von Informationen zu Jagdstrecke und Abschussgewichten

Im diesem Arbeitspaket wurden bei den relevanten Forstbetrieben (Abschusspläne, Dokumentation vergangener Jagdstrecken etc.) Informationen recherchiert, die eine Rekonstruktion der Verteilung der Körpergewichte der Wildschweine und der saisonalen Verteilung der Abschüsse ermöglichen. Zusätzlich wurden Einflussfaktoren im Jagdrevier, die diese Verteilung beeinflussen ermittelt und bewertet. Die Populationsdynamik, Abschüsse und die Verteilung der Körpergewichte der Tiere wurden in 2 Modell-Szenarien analysiert.

2.1 Relevante Aspekte zur Biologie und Jagd von Wildschweinen

Die Populationsentwicklung von Wildschweinen ist aufgrund vieler Einflussfaktoren sehr komplex. Um die Zusammenhänge besser verstehen zu können, wird zunächst ein kurzer Überblick über die Biologie und die Bejagung von Wildschweinen gegeben.

In der Jägersprache werden Alter und Geschlecht von Wildschweinen mit einem Wort genau beschrieben: Die Überläuferbache ist beispielsweise ein trächtiges, weibliches Wildschwein

im Alter von 1 und 2 Jahren. Im Folgenden wird aus Verständnisgründen die jagdliche Bezeichnung mit angewendet:

Frischling: Wildschwein vom Tag der Geburt bis zum 01. April des Folgejahres, in einigen Bundesländern auch ganzes erstes Lebensjahr.

Überläufer: Wildschwein im zweiten Lebensjahr

Bache: weibliches Wildschwein, älter als 2 Jahre

Keiler: männliches Wildschwein, älter als 2 Jahre

Wildschweine fühlen sich in deutschen Wäldern und Kulturlandschaften offenbar sehr wohl und vermehren sich rasant. Zumindest suggerieren das die Abschusszahlen, wenn diese als Indikator für die Populationsentwicklung angenommen werden (Abbildung 5).

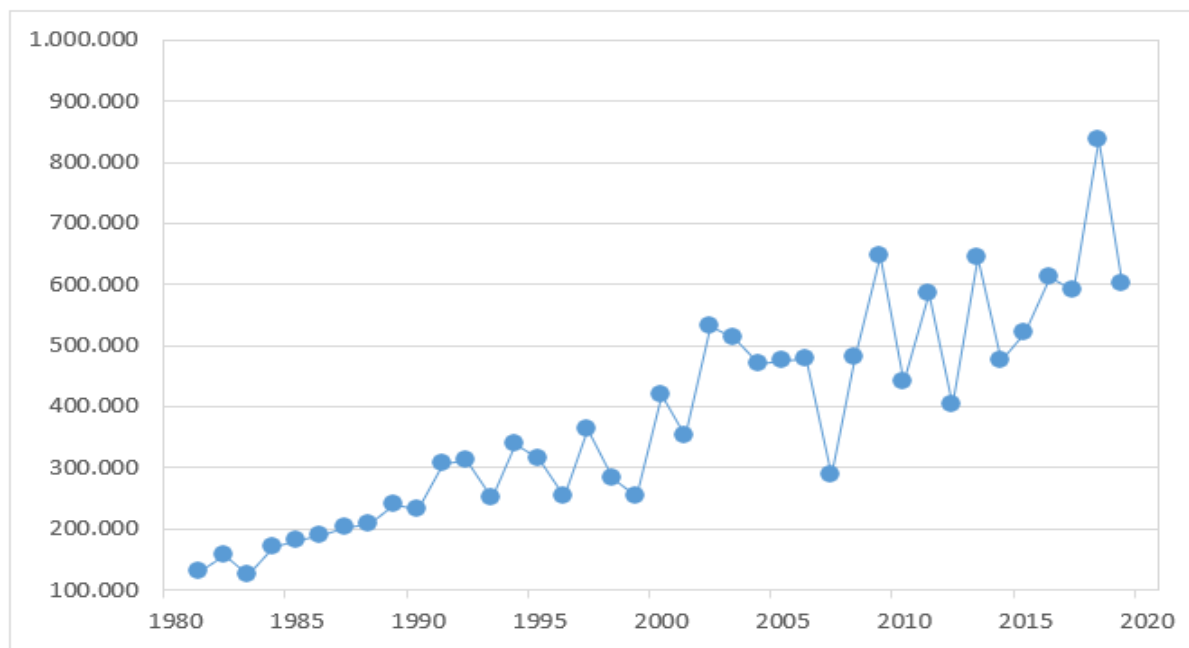


Abb. 5: Jahresstrecken von Wildschweinen in Deutschland, 1980 - 2019. Datenquelle: deutsches-jagd-lexikon.de, jagdverband.de

Der Anstieg der erlegten Wildschweine seit 1980 ist deutlich zu sehen. Betrug die Jagdstrecke 1980 noch 119.726 Tiere, waren es im Jagdjahr 2017/2018 schon 836.865.

Die Jahresstatistiken spielen als Trendindikator für die Einschätzung der Entwicklung von Wildschweinpopulationen eine wichtige Rolle. Die tatsächliche Höhe und Zusammensetzung einer Population ist aber unbekannt, da die genaue Bestimmung mangels geeigneter Verfahren nicht möglich ist.

Als Grund für die erfolgreiche Vermehrung von Wildschweinen wird eine Ursachenkombination von Klimaveränderung, hoher Nahrungsverfügbarkeit und vergrößertem Angebot von Rückzugsräumen vermutet. Milde Winter ohne längerfristiges Durchfrieren des Oberbodens vermindern die Mortalitätsrate, weil Nahrung ganzjährig verfügbar bleibt. Durch die Klimaerwärmung und den steigenden, luftgebundenen Stickstoffeintrag scheinen Mastjahre bei Buchen und Eichen häufiger vorzukommen (bmu.de, lw-heute.de, nw-fva.de).

Die Klimaveränderung wirkt sich auf die Populationsdynamik der Wildschweine weniger über die Temperatur, als indirekt über die Beeinflussung des Nahrungsangebotes und dessen Verfügbarkeit aus (Vetter et al. 2015). Dafür spricht auch die Ausbreitung der Wildschweinpopulationen in Norwegen und Schweden (Rosvold und Andersen 2008, Kjellsson 2017).

Durch die Intensivierung landwirtschaftlicher Flächennutzung sowie die Umstellung im Anbau auf Mais, Raps etc., ist für Wildschweine ein quantitativ und qualitativ hochwertiges Nahrungsangebot, über viele Monate verfügbar. Maisflächen bieten darüber hinaus hervorragende Rückzugsmöglichkeiten, die als Ganztagslebensraum genutzt werden und die Bejagung erschweren.

Bisher wurde kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Zunahme von Maisanbauflächen von Silo- bzw. Körnermais und der Höhe von Wildschweinbeständen festgestellt (Arnold 2005, Baumann 2001, Feichtner 1998, Geisser 2000, Rüter und Reich 2011). Offenbar sind die Zusammenhänge komplexer und es reicht nicht aus, die Maisanbauflächen isoliert zu betrachten, auch der Standort der Flächen, die Praxis der Bewirtschaftung und die Sortenwahl sind von Bedeutung (Wildauer 2006).

Bezüglich der Populationsentwicklung zählen Wildschweine zu den r-Strategen und verfügen über ein hohes Vermehrungspotential (Begon et al. 1997, Geisser 2000). Sie treten früh in den Reproduktionsprozess ein, haben eine hohe Fertilitätsrate, mit durchschnittlich 2 – 3 Jahren eine geringe Lebenserwartung (die Jagd ist wichtigste Mortalitätsursache) und sie reagieren auf ein wechselndes Nahrungsangebot mit deutlichen Populationschwankungen.

Wichtige Stationen im jahreszeitlichen Rhythmus von Wildschweinen sind die Geburt der Frischlinge im Frühjahr und die Paarungszeit im Spätherbst, was in reduziertem Ausmaß auch ganzjährig stattfinden kann.

In mehreren Studien wurden Vermehrungsraten zwischen 250 % und 300 %, bezogen auf den Frühjahrsgrundbestand ermittelt (Gethöffer 2005, Frauendorf et al. 2016). Milde Winter und ein gutes Nahrungsangebot erhöhen die Fertilität (Orlowska et al. 2012, Massei et al. 1996).

Wildschweine gebären nach etwa 112 bis 118 Tagen Tragezeit durchschnittlich 6 Junge. Die anfänglich gestreiften Frischlinge verlieren ihre Steifen nach ca. 3 – 4 Monaten. Danach ist die Bache wieder paarungsbereit. Während ältere Studien zu dem Ergebnis kamen, dass Frischlinge erst ab ca. 9 Monaten und einem Gewicht von 35 kg am Reproduktionsprozess teilnehmen, berichten neuere Arbeiten von deutlich früher eintretender Fertilität (Malmsten 2017).

Damit gehören Wildschweine zu den Profiteuren der Klimaveränderung und der Entwicklung in der Landwirtschaft und zählen zu den Gewinnern der modernen Kulturlandschaft.

Wildschweinpopulationen sind saisonal dynamisch. Der niedrigste Bestand wird nach Abschluss der Jagdsaison im Frühjahr erreicht, bis zum Winter nimmt die Population durch die Geburt der Jungtiere wieder deutlich zu.

2.1.1 Nahrungsaufnahme

Wildschweine sind Omnivore, die sich von Pflanzen, Früchten, Insektenlarven und anderen tierischen Bestandteilen sowie Pilzen und Wurzeln ernähren. Die Mast durch Buchen, Eichen oder Maronen kann im Herbst und im Winter eine bedeutende Rolle im Nahrungsspektrum einnehmen. Magenanalysen zeigen, dass in Mastjahren die Mägen überwiegend Früchte aus der Mast enthalten (Fielitz 2005, Linderoth et al. 2010)

Von Pilzen werden bevorzugt die ganzjährig unterirdisch wachsenden Hirschtrüffeln gefressen, vornehmlich die in Deutschland am weitesten verbreitete Warzige Hirschtrüffel (*Elaphomyces granulatus*), die ^{137}Cs in beträchtlichem Maße akkumuliert. Dies führt in einigen Regionen von Deutschland (je nach ^{137}Cs Bodenkontamination) dazu, dass Wildschweinfleisch teilweise über $600 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ an ^{137}Cs enthält. Dort wird jedes erlegte Wildschwein durch eine zertifizierte Messstelle auf ^{137}Cs Kontamination untersucht. Unabhängig davon wird an jedem Tier eine Trichinenbeschau durchgeführt.

2.1.2 Reproduktion

Adulte Wildschweine können 2mal im Jahr Junge zur Welt bringen und Frischlinge können bereits Frischlinge bekommen. Die Anzahl der Nachkommen ist wesentlich vom Alter des Muttertiers abhängig, und variiert zwischen 4 – 10.

In einer Untersuchung von Gethöffer (2005) zur Reproduktion von Wildschweinen in 3 Gebieten in Deutschland, betrug der arithmetische Mittelwert der Feten in Ostniedersachsen 6,29 pro Frischling, 6,67 pro Überläufer und 7,64 bei adulten Wildschweinen. In der Westeifel waren es 4,58, 4,63 und 6,56. Die Daten von Wildschweinen aus dem Pfälzerwald waren: 4,77 pro Überläufer und 6,50 pro adultes Tier.

Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF 2021) schreibt auf Ihrer Internetseite dazu:

„Wieviel Nachwuchs bekommt eine Bache tatsächlich?

Für die Schwarzwildpopulation ist bei uns die Kapazitätsgrenze des Lebensraumes noch lange nicht erreicht, die das Populationswachstum natürlicherweise begrenzen würden. Außerdem könnten bisher nur temporär besiedelte Lebensräume dauerhaft besiedelt werden.

Fachleute sprechen, für den Laien oft etwas abstrakt, von jährlich möglichen Populationszuwächsen zwischen 200-300 % des Schwarzwildbestandes. Leichter verständlich werden solche prozentualen Angaben, wenn man sich das Reproduktionspotential der Bachen in den einzelnen Altersklassen vor Augen führt.

Bei guten Lebensbedingungen, insbesondere in Jahren mit guter Nahrungsverfügbarkeit, können Frischlingsbachen, die im Alter von etwa sechs bis sieben Monaten geschlechtsreif sind, auch erfolgreich beschlagen (befruchtet) werden. Der Anteil der trächtigen Bachen in der Altersklasse der Frischlinge kann durchaus bei 50 % liegen. Das sind dann Wildschweine, die nach dem Entfernen der Innereien ein Körpergewicht (Aufbruchgewicht) von etwa 25 Kilogramm haben.“

Übersicht verändert nach www.lwf.bayern.de:

Altersklasse	Frischlingsbachen	Überläuferbachen	Erwachsene Bachen
	Anzahl Frischlinge		
Großgezogener Nachwuchs			
unter ungünstigen Umweltbedingungen	1	4	6
unter günstigen Umweltbedingungen	3	6	8

2.1.3 Bejagung

Wildschweine werden ganzjährig bejagt. Die Erlegung erfolgt durch Ansitz- oder Gesellschaftsjagden (vorwiegend Drückjagden). Die Gesellschaftsjagden werden wegen der Fortpflanzungsbiologie der Tiere und der Schonzeiten traditionell zwischen Oktober und Januar durchgeführt. Aufgrund unterschiedlicher jagdkultureller und wildbiologischer Vorstellungen (z. B. Bejagungsintensität, KIRRung, Schonung von Leitbachen und kleinen Frischlingen) entspricht die Verteilung von Geschlecht und Altersklasse bei einer Jahresstrecke vermutlich nicht der Struktur der Population (Hahn 2014, Hohmann 2013, Keuling 2011).

Die Organisation von Gesellschaftsjagden ist aufgrund der vielen Beteiligten und deren Sicherheit sehr zeitaufwändig. Die Anstellung der Jäger auf einen geeigneten Platz im Jagdgebiet und die Koordination von Hunden und Treibern setzt, neben der Kenntnis über die Raumbewegung der Wildschweine, viel Erfahrung voraus.

Außer auf Gesellschaftsjagden, werden Wildschweine nahezu ganzjährig auch bei Einzeljagden erlegt. Dabei handelt es sich überwiegend um die Ansitzjagd an KIRRungen und weniger häufig an den landwirtschaftlichen Flächen, an denen die Wildschweine Schäden verursacht haben. Nach Untersuchungen von Elliger et al., 2001 in Baden-Württemberg benötigt ein Jäger durchschnittlich 36 Stunden um ein Wildschwein an einer KIRRung zu erlegen. Bei einer Reproduktionsrate von 200 - 300%, bezogen auf den Frühjahrsgrundbestand, wird klar: Mit der Ansitzjagd allein kann die Regulation des Schwarzwildbestandes nicht erreicht werden. Hahn (2014) geht von 20 notwendigen Drückjagden pro Forstbetrieb aus.

Wichtig ist, dass aufgrund des Raum-Zeit Verhaltens von Wildschweinen (z. B. saisonale Wanderungen) die Bejagung mit dem Ziel einer Bestandsregulation nur revierübergreifend effektiv sein kann.

Für säugende Bachen mit abhängigen Frischlingen besteht laut dem § 22 Abs. 4 Satz 1 BJagdG ein Jagdverbot. Aufgrund der anwachsenden Bestände, ist in vielen Gebieten die Schonzeit (z. B. auf Keiler vom 16.06 - 31.01) seit einigen Jahren ausgesetzt: Außer Bachen mit gestreiften Frischlingen werden Wildschweine ganzjährig bejagt.

2.1.4 Verordnung aufgrund drohender Schweinepest

Aufgrund der Ausbreitung der Afrikanischen Schweinepest (ASP), hat das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, am 07.03.2018, die Änderung der Schweinepest-Verordnung und der Verordnung über die Jagdzeiten veröffentlicht:

„Die Änderung der Verordnung über die Jagdzeiten sieht eine Aufhebung der Schonzeit vor.“ Ziel der Maßnahme ist „Durch die Aufhebung der Schonzeit und die damit einhergehende ganzjährige Bejagung soll eine erhebliche Ausdünnung der Schwarzwildpopulation ermöglicht werden. Dadurch soll insbesondere auch das Risiko einer Einschleppung der Afrikanischen Schweinepest vermindert werden. In größeren Rotten mit nicht mehr gelb gestreiften Frischlingen können Beibachen bejagt werden, weil die Frischlinge durch andere Bachen übernommen und geführt werden, die auch bei Frost und Schnee den Boden aufbrechen und die Nahrungsversorgung der Frischlinge sicherstellen.“

2.1.5 Projekt „Brennpunkt Schwarzwild“

In Jagdkreisen, Forstdienststellen bzw. Forstämtern und von Seiten der Forstbehörden werden Strategien zur nachhaltigen Reduktion der Wildschweinbestände erarbeitet. In Bayern wurde beispielsweise, mit Mitteln der Jagdabgabe und in enger Koordination mit dem Bayerische Bauernverband (BBV) sowie dem Jagdverband, das Projekt „Brennpunkt Schwarzwild“ durchgeführt (Hahn 2014). Dabei wurden in 5 Modellgebieten bestehende Bejagungsmethoden optimiert und neue getestet. Probleme bei revierübergreifenden Bewegungsjagden wurden evaluiert und Verbesserungen praxisnah umgesetzt, z. B. wurden die jagdlichen Auswirkungen von Bejagungsschneisen auf landwirtschaftlichen Flächen getestet.

Im Rahmen des Projektes wurde die Jagd auf Wildschweine erstmals mit erheblichem bürokratischem Aufwand (Genehmigung durch den Bayerischen Landtags: Drs. 16/5505 vom 13.07.2010 und Drs. 16/10024 vom 25.10.2011), mit Nachtsichtzielgeräten (Nachtaufheller) erfolgreich getestet. Mit dem Ergebnis: „dass mit Nachtaufhellern eine tierschutzgerechte und sichere Erlegung von Schwarzwild gewährleistet werden kann“ (Hahn 2014).

2.1.6 Natürliche Feinde

Natürliche Feinde, besonders der Wolf, kommen in den 3 Untersuchungsgebieten nicht vor. In wie weit der Wolf den Wildschweinbestand in Deutschland verändern kann, wird sich in den nächsten Jahren, in Gebieten mit etablierten Wolfsrudeln (etwa Niedersachsen, Lausitz-Gebiet) herausstellen. Der Wolf ist insbesondere für juvenile Wildschweine gefährlich.

2.2 Gewichte von Wildschweinen

Für radioökologische Modellierungen ist das **Lebendgewicht** von Wildschweinen eine wichtige Bezugsgröße. Allerdings ist das in Jagdstatistiken angegebene Gewicht das **Erlegungsgewicht** (jagdlich Aufbruchgewicht). Dabei handelt es sich um das Lebendgewicht abzüglich der Innereien.

2.2.1 Literaturübersicht zum Thema Aufbruchgewicht – Lebendgewicht

In dieser Literaturstudie wurden Daten zu Untersuchungen von Lebendgewichten und Aufbruchgewichten recherchiert. Grundsätzlich gilt noch heute die Aussage von Mattioli und Pedone (1995b):

„As for many other Ungulates, body size and body growth of the Wild boar *Sus scrofa* are known mainly from hunting statistics, which use dressed or eviscerated weight; whole or live weights are very rare and generally result from capture.”

In der englischsprachigen Literatur wird das Lebendgewicht als BW (Body Weight) und das Aufbruchgewicht als FDW (Field Dressed Weight) abgekürzt.

Bei einer Studie zur Pubertät von weiblichen Wildschweinen in **Schweden** von Malmsten und Dalin (2016) ermittelten die Autorinnen auch das Lebend- und Aufbruchgewicht. Die Stichprobe umfasste alle weiblichen Wildschweine mit einem Lebendgewicht von ≥ 30 kg ($n=592$). Für Tiere, von denen nur das Lebendgewicht (X) ermittelt werden konnte, wurden das Aufbruchgewicht (Y) unter Verwendung der Gleichung $Y = -1,855 + 0,810 \cdot X$ geschätzt (Lundeheim, unveröffentlichte Daten von 296 Wildschweinen).

Bei einer Studie in **Serbien**, in einem Jagdrevier von 1.055 ha, in unmittelbarer Nähe von Belgrad, ermittelten die Autoren die folgenden Gewichte (Popovic, Z., et. al. 2006): Das Durchschnittsgewicht für junge männliche Wildschweine betrug 35,1 kg und für weibliche 30,4 kg. Die Minimal- bzw. Maximalgewichte waren 12,2 kg bzw. 55,7 kg und 16,8 kg bzw. 52 kg. Adulte männliche Wildschweine wogen durchschnittlich 86,4 kg (50,3 kg bis 121 kg), während das Durchschnittsgewicht für erwachsene weibliche Tiere bei 81,4 kg lag (42,5 bis 122 kg).

Das Aufbruchgewicht betrug 82,9% vom Lebendgewicht bei jungen männlichen Wildschweinen, bei jungen weiblichen Wildschweinen 81,7%, während die Werte für adulte männliche Wildschweine 82,7% und für adulte weibliche Wildschweine 83,5% waren.

In einer Studie in **Italien** wurden die Verhältnisse von Lebendgewicht zu Aufbruchgewicht an 176 Wildschweinen ermittelt (Mattioli S., Pedone P. 1995). Die Gesamtgewichte lagen zwischen 23,2 und 123 kg für männliche ($n = 72$) und 15,5 bis 97,2 kg für weibliche Wildschweine ($n = 104$). Die Aufbruchgewichte variierten von 18,8 bis 102,3 kg und von 14,2 bis 81 kg.

Im Durchschnitt entsprach das Aufbruchgewicht 82,2% des Lebendgewichts bei männlichen, mittelgroßen Wildschweinen und 83,0% bei weiblichen Tieren. Als Gleichung für die Umrechnung von Aufbruchgewicht (Y) in Lebendgewicht (X) geben die Autoren die Formel: $Y = -0.8784 + 0.8459 \cdot X$ an.

Die entfernten inneren Organe hatten bei kleineren Wildschweinen einen größeren Anteil am Lebendgewicht als bei adulten Wildschweinen: Das Aufbruchgewicht betrug 79% bei Wildschweinen von 18-19 kg Lebendgewicht und 84% bei Individuen mit 120-125 kg.

In den **USA** ermittelte Henry (1969) in einer Untersuchung an 73 männlichen und 48 weiblichen Wildschweinen Mittelwerte für Aufbruchgewichte (Y) von 78,6% bzw. 76,5% bezogen auf das Lebendgewicht (X). Der Autor ermittelte folgenden Beziehungen:

$Y = 3,8783 + 1,2208 \cdot X$ für männliche Wildschweine und $Y = 5,1952 + 1,2435 \cdot X$ für weibliche Wildschweine.

McCann et al. 2003 untersuchten 19 Wildschweine in Illinois und ermittelten einen Wert von 85% Aufbruchgewicht zu Lebendgewicht.

In Deutschland untersuchte Briedermann (1986) Wildschweingewichte. Er gibt das Aufbruchgewicht mit 80% vom Gesamtgewicht an.

Stubbe et al. (1980) und Bader (1983) ermittelten an Proben von 11 bzw. 33 Individuen ein mittleres Verhältnis von Aufbruch- und Lebendgewicht von 0,765 und 0,795.

In Kroatien untersuchten Grubešić et al. 2011 die Gewichtsverhältnisse von freilebenden Wildschweinen in einem hügeligen Biotop (Papuk) und einem Flachlandlebensraum (Spačva). Für die Wildschweine aus der Papuk-Region betrugen die Aufbruchgewichte von den Lebendgewichten:

77,4% Frischlinge, 79,6% Jährlinge, 80,1% Subadulte und 81,9% für Adulte

Für Wildschweinen aus der Region Spačva ergaben sich:

75,1% Frischlinge, 73,7% Jährlinge, 74,9% Subadulte und 63,2% für adulte Tiere

Da beide Untersuchungsgebiete ähnliche Nahrungsangebote und Habitat-Eigenschaften haben, ist die Kreuzung von Wildschweinen mit Hausschweinen die wahrscheinlichste Erklärung für die beobachteten Unterschiede. Zumal die nomadische Haltung von Hausschweinen in der Umgebung von Spačva üblich ist.

Die Tatsache, dass bei jüngeren Tieren die inneren Organe einen größeren Anteil des gesamten Körpergewichts ausmachten, während der Anteil von Muskeln, Knochen und Fett bei älteren Tieren relativ größer ist, wurde für die im Gebiet Papuk geschossenen Wildschweine bestätigt.

Die Ergebnisse der Recherche sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Der Mittelwert aus diesen Studien beträgt 79,47%. Vereinfacht kann daher mit dem von Briedermann (1986) angegebenen Anteil von 80% Aufbruchgewicht am Gesamtgewicht gerechnet werden.

Tab. 1: Übersicht von Studien zum Thema Aufbruch- und Lebendgewichte

Land	n	FDW-in-%-von-BW	Autoren	Besonderheiten
Serbien	122	82,67	Popovic,Z-et-al-2006	
Croatien	70	79,75	Grubešić-M-et-al-2011	UG-Papuk
	77	71,72	Grubešić-M-et-al-2011	UG-Spačva,Kreutz.
Deutschland		80,00	Briedermann-1986	
	11	76,50	Stubbe-et-al-1980	
	33	79,50	Bader-1983-	
Italien	176	82,05	Mattioli-u-Pedone-1995	
USA	121	77,55	Henry-1969	Kreuzungen-
	19	85,00	McCann-et-al-2003	
Schweden	296	ca.80,00	Lundeheim-pers-Komm.	

2.2.1.1 Praktische Bedeutung

Ein Beispiel für eine relevante Fragestellung zu diesem Thema ist die Trichinenbeschau:

Laut der Durchführungsverordnung (EU) 2015/1375 der Kommission vom 10. August 2015, müssen Wildschweine durch amtliche Fleischuntersuchungen auf Trichinen untersucht werden. Diese Untersuchung ist kostenpflichtig, wobei in der Vergangenheit Frischlinge unter 20 kg von den Kosten befreit waren.

Dazu gab es im Hessischen Landtag eine kleine Anfrage (Hessischer Landtag 2010):

„Frage 1. Schwarzwild bis zu einem Körpergewicht von 20 kg ist nach dieser Regelung von der Trichinenuntersuchungsgebühr befreit. Handelt es sich dabei um das Lebendgewicht oder das Aufbruchgewicht des Tieres?

Antwort: „Der Sache entsprechend dürfte es schwierig sein, bei einem freilebenden Tier das Lebendgewicht zu bestimmen. Es kann sich also nur um das sogenannte Aufbruchsgewicht des Tieres handeln. Dies bedeutet: aufgebrochen (ohne die Organe der Brust- und Bauchhöhle, die aus hygienischen Gründen so schnell wie möglich entnommen werden müssen), in Schwarte, mit Haupt und Läufen In diesem Zustand erfolgt auch die Probenentnahme für die Trichinenuntersuchung.“

2.2.2 Die Gewichtsentwicklung

Das Leben eines Wildschweins startet mit etwa 700g - 1000g Körpergewicht (Briedermann 1970, Aumaitre et al. 1982). Die Gewichtszunahme der Frischlinge erfolgt schnell, mit einer leichten Stagnation im ersten Winter nehmen die Jungtiere bis zum folgenden Winter nahezu

linear an Gewicht zu. In der Abbildung 6 ist die Entwicklung der Gewichte für männliche und weibliche Wildschweine bis zum Alter von 5 Jahren dargestellt.

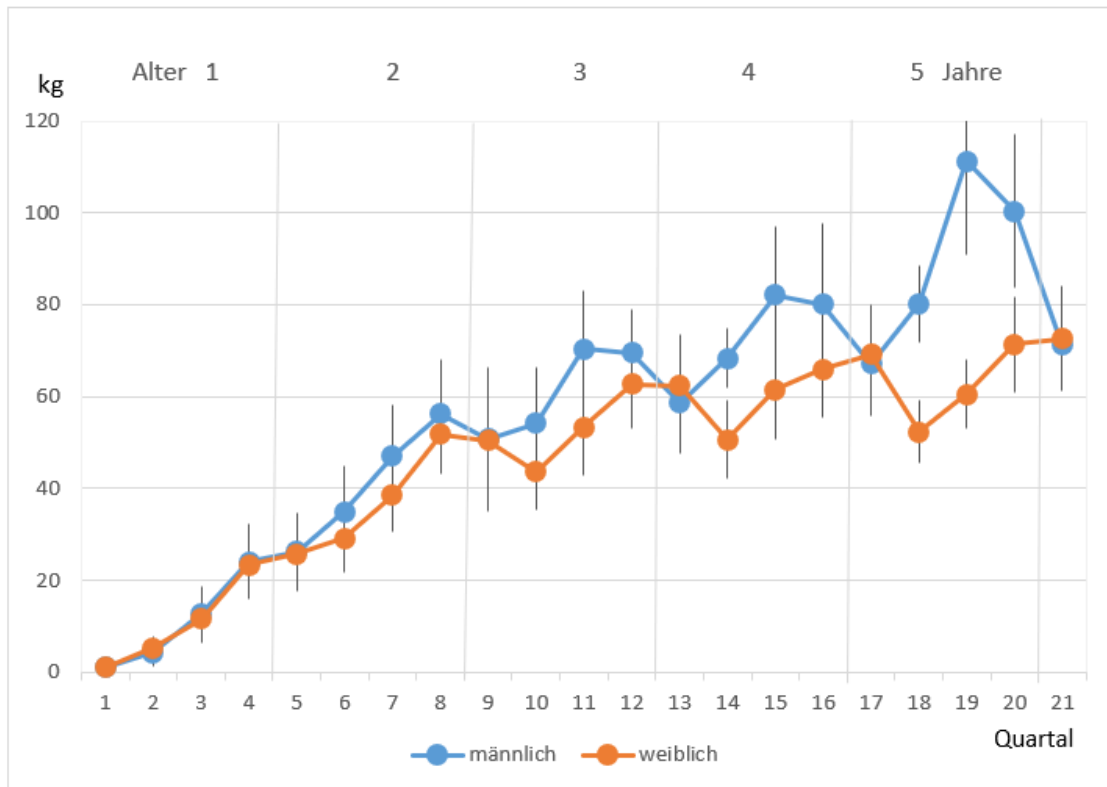


Abb. 6: Gewichtsentwicklung von 4.340 Wildschweinen nach Quartalen. Mittelwerte und Standardabweichungen von Aufbruchgewichten, DDR, 1976–1980, Datenquelle: Briedermann (1986)

Es handelt sich um Aufbruchgewichte, die Briedermann (1981) bei Untersuchungen in der ehemaligen DDR, Ende der 70er Jahre, ermittelte. Zwei Trends sind auffällig: Die Gewichtszunahme mit steigendem Alter sowie die saisonale Gewichtsveränderung im Jahresablauf. Erst im hohen Alter kommt es durch Verschleiß, z. B. der Zähne, etc., zu einer dauerhaften Gewichtsreduktion. Bei den männlichen Wildschweinen sind die Daten aufgrund relativ geringer Probenzahlen ab dem 18. Quartal nur bedingt aussagefähig.

Aus der Abbildung 6 werden die beträchtlichen jahreszeitlichen Unterschiede bei den Gewichten deutlich. Briedermann stellt bei seinen Untersuchungen fest: „Keiler erreichen ihre größten Massen im III. und IV. Quartal und wiegen dann durchschnittlich 100 bis 110 kg. Im I. und II. Quartal liegen dagegen die Werte zwischen 70 und 80 kg. Bei Bachen stellten wir Höchstwerte im IV und sogar I. Quartal mit 70 bis 75 kg, die geringen dagegen im II. und III. Quartal fest. Die jahreszeitlichen Unterschiede sowohl im Nahrungsangebot als aber auch in der Belastung durch die Reproduktion sind offensichtlich.“

Auffallend ist die Variationsbreite der Körpergewichte, sie reicht bei adulten männlichen Wildschweinen (älter als 5 Jahre) von 54 bis 157 kg, bei adulten weiblichen Wildschweinen von 43 bis 95 kg.

2.3 Retrospektive Erlegungsdaten von Wildschweinen

In der vorliegenden Untersuchung sollten aus den Erlegungsdaten von Wildschweinen aus den 3 Untersuchungsgebieten die Verteilung der Körpergewichte und die saisonale Verteilung der Erlegungen rekonstruiert werden. Dazu wurden von den Forstverwaltungen alle Informationen über die Abschlüsse beschafft.

Aus den Jahren 2015 - 2017 konnten insgesamt 1.916 Datensätze gewonnen werden (Tabelle 2), wovon 1.714 Datensätze Angaben zum Erlegungsgewicht enthielten. Generell ist von jedem erlegten Wildschwein das Erlegungsdatum, die Altersklasse sowie von adulten Tieren auch das Geschlecht dokumentiert. Aus den Untersuchungsgebieten Dahn und Zusmarshausen liegen darüber hinaus für Frischlinge und Überläufer Angaben zum Geschlecht vor. Aus Bodenmais und Dahn konnten zusätzlich Angaben über die Jagdart ermittelt werden.

Tab. 2: Anzahl Datensätze (n) aus den Untersuchungsgebieten, 2015 – 2017

Jahr	Bodenmais		Dahn		Zusmarshausen
	n	n mit Gewicht	n	n mit Gewicht	n mit Gewicht
2015	112	53	185	178	241
2016	80	31	298	284	240
2017	121	54	280	274	359
Summe	313	138	763	736	840

In jeder Forstverwaltung wird in Jagdjahren gemessen. Ein Jagdjahr dauert jeweils vom 1. April bis zum 31. März des Folgejahres. Für die vorliegende Auswertung wurde das normale Kalenderjahr, beginnend mit dem 1. Januar zugrunde gelegt.

2.3.1 Erlegungsgewichte

In der Abbildung 7 sind die Erlegungsgewichte von Wildschweinen aus den 3 Untersuchungsgebieten, in Form von Box-Plots dargestellt. Bei den Keilern gibt es drei Ausreißer, mit 146 kg und 195 kg aus Bodenmais und 123 kg aus Dahn. Diese sind aus Gründen der Skalierung und der Übersicht im Boxplot nicht enthalten. Die Medianwerte sind in der Tabelle 3 angegeben.

Deutlich zu sehen ist die Zunahme der Erlegungsgewichte mit ansteigendem Alter. In allen Untersuchungsgebieten stammen die Maximalgewichte von Keilern.

Die Mediane der Erlegungsgewichte unterscheiden sich zwischen adulten weiblichen und männlichen Wildschweinen nur wenig, für eine weitergehende Interpretation fehlen die Altersangaben: Wie aus der Abbildung 6 hervorgeht, legen Wildschweine auch nach dem zweiten Lebensjahr an Gewicht zu. Anschließend werden sie von den Forstdienststellen ohne Altersangabe als Bache bzw. Keiler erfasst.

Tab. 3: Medianwerte der Erlegungsgewichte von Wildschweinen

	Bodenmais	Dahn	Zusmarshausen
	Erlegungsgewicht·kg		
Frischlinge	16	15	23
Überläufer	42	39	43
Bachen	60	53	68
Keiler	68	52	69

Zu ähnlichen Gewichtswerten kommt auch Gethöffer (2005) bei Ihrer Untersuchung über das Reproduktionsverhalten von Wildschweinen, in 3 Untersuchungsgebieten in Deutschland (Tabelle 4).

Tab. 4: Erlegungsgewichte von Wildschweinen nach Gethöffer (2005)

Klasse	Niedersachsen	Westeifel	Pfälzerwald
	[kg]	[kg]	[kg]
Frischlinge	27,4	30,8	26,3
Überläufer	49,7	43,2	40,1
Bachen	64,3	60,3	68

Die Unterschiede zur vorliegenden Untersuchung könnten auf unterschiedliche Jagdstrategien zurückzuführen sein. In Dahn sind die Erlegungsgewichte bei Frischlingen deutlich geringer als die von Gethöffer ermittelten Daten. Vermutlich wiegen Frischlinge in Dahn nicht weniger als in den anderen Untersuchungsgebieten, sie werden nur früher erlegt.

In der Abbildung 8 sind die Histogramme der Erlegungsgewichte der Wildschweine aus den 3 Untersuchungsgebieten wieder gegeben. Die Klassenbreite beträgt 10 kg.

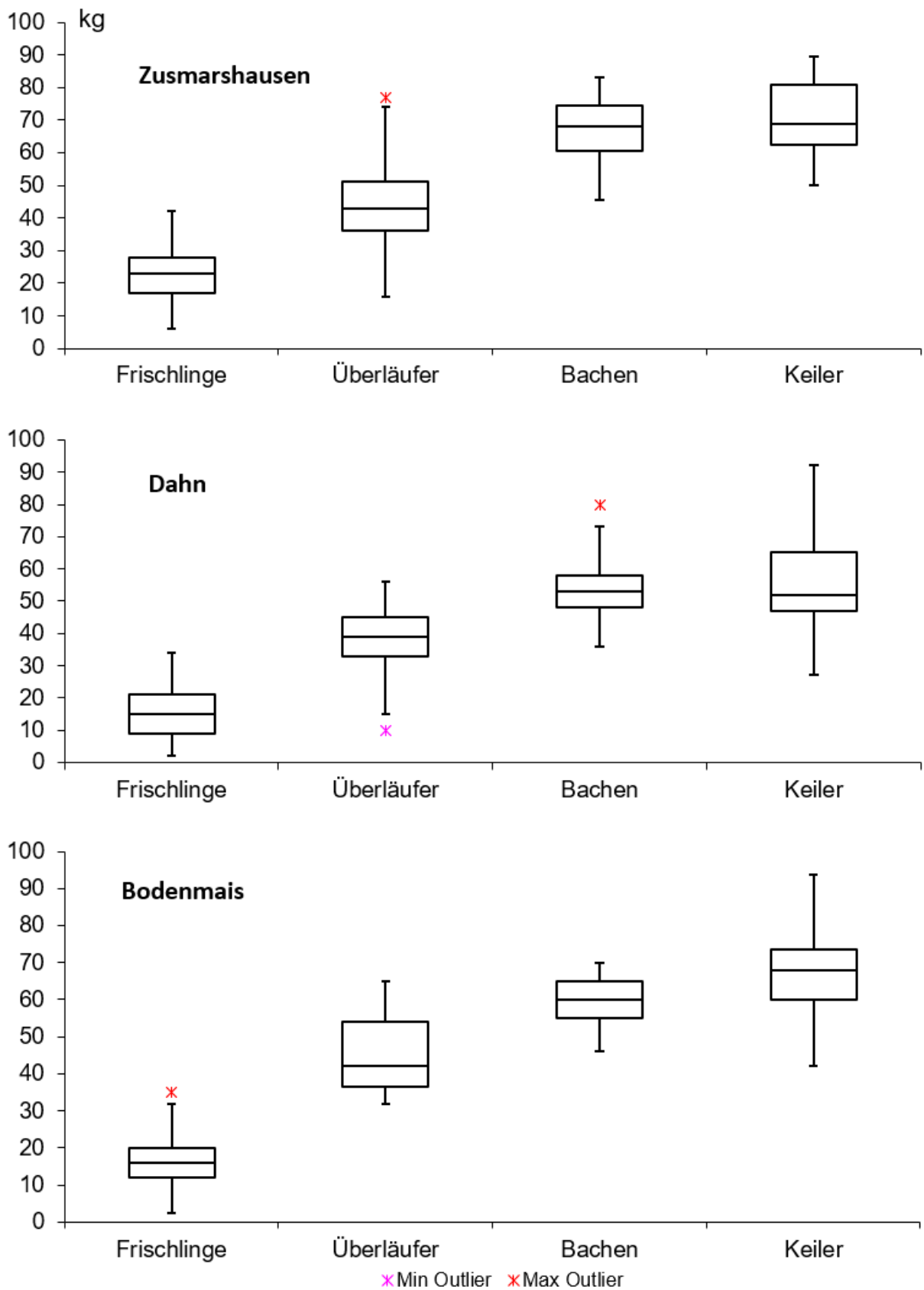


Abb. 7: Box-Plots der Erlegungsgewichte von Wildschweinen, 2015 – 2017

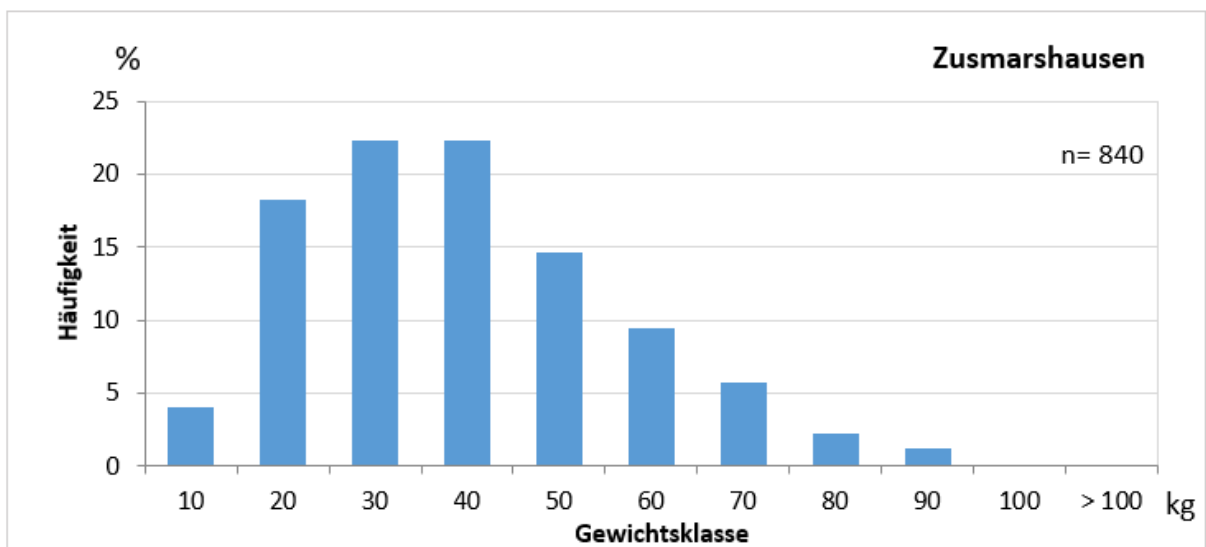
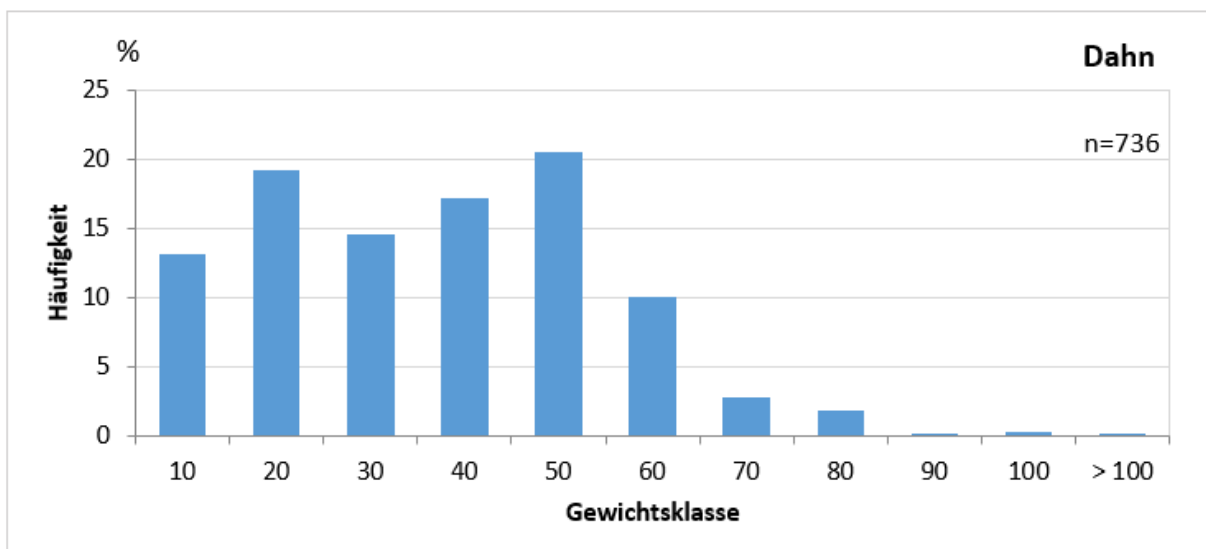
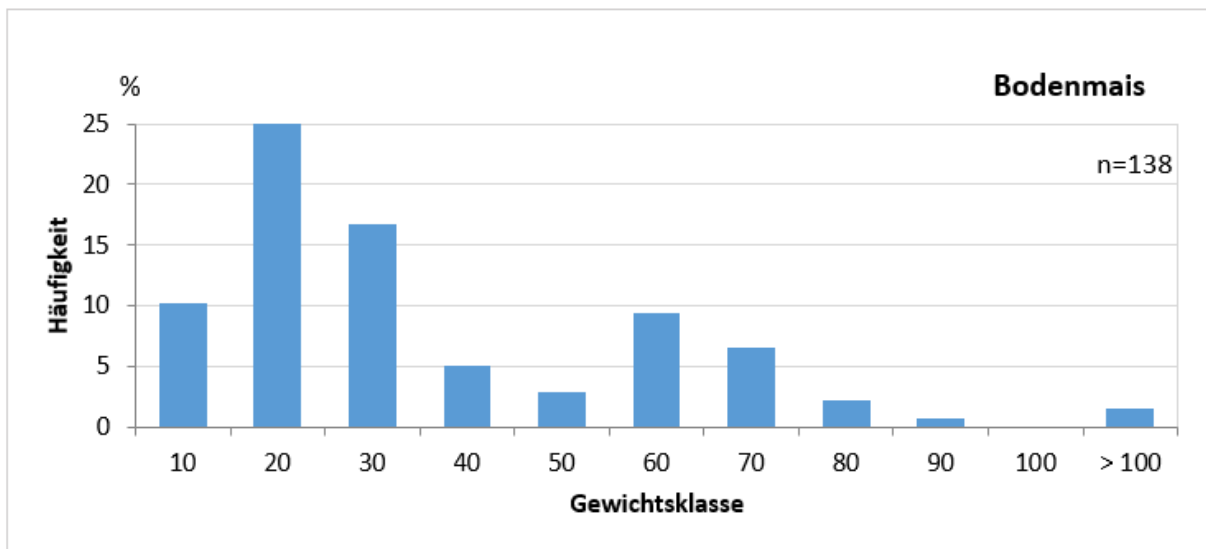


Abb. 8: Histogramme der Erlegungsgewichte der Wildschweine, Klassenbreite 10 kg. Daten 2015 – 2017

Die Erlegungsgewichte sind in den Untersuchungsgebieten unterschiedlich verteilt. In allen drei Gebieten wird ein hoher prozentualer Anteil der Gewichtsklassen bis 50 kg, der überwiegend von den Frischlingen und Überläufern gestellt wird, beobachtet. Aus den höheren Gewichtsklassen werden nur vereinzelt Wildschweine erlegt. Diese Konstellation deutet in Dahn und Zusmarshausen auf eine wachsende Wildschweinpopulation hin.

In der Abbildung 9 sind die einzelnen Erlegungsgewichte, und in Abbildung 10 die Anzahl der Erlegungen auf einen Jahresverlauf normiert dargestellt. Für diese Darstellung der saisonalen Entwicklung wurden die Daten von 2015 – 2017, in jeweils einem Plot zusammengefasst.

Deutlich zu sehen ist das geringe jagdliche Engagement im März und April, wenn relativ viele Frischlinge geboren werden.

In Bodenmais werden im August, September und Oktober, den Gewichten nach vorwiegend Frischlinge erlegt. In der Abbildung 9 sind die hohen Gewichte der beiden erwähnten Keiler als Ausreißer gekennzeichnet.

In Dahn werden im November und Dezember im Durchschnitt besonders viele Wildschweine geschossen (63% des Jahresabschlusses). Im Vergleichszeitraum fallen in Zusmarshausen durchschnittlich 40% der Jahresstrecke an. Die Erlegungen finden im Spätherbst/Frühwinter vorwiegend auf Gesellschaftsjagden statt, wobei an einem Jagdtag fast das ganze Gewichtsspektrum eines Jahresverlaufs abgebildet wird.

Im März, April und zum Teil noch im Mai, wenn die meisten Frischlinge geboren werden, wird die jagdliche Aktivität oft gering gehalten. Obwohl die Schonzeit für Wildschweine inzwischen aufgehoben ist, soll für diesen Zeitraum „Ruhe in das Revier“ einkehren, weil die Jagd vom Herbst bis Mitte Februar erhebliche Störungen im Lebensraum verursacht. Im Frühjahr bekommen auch andere Wildtiere ihren Nachwuchs, der Ruhe benötigt. Ab Mitte Mai geht dann die Jagdsaison wieder verstärkt los.

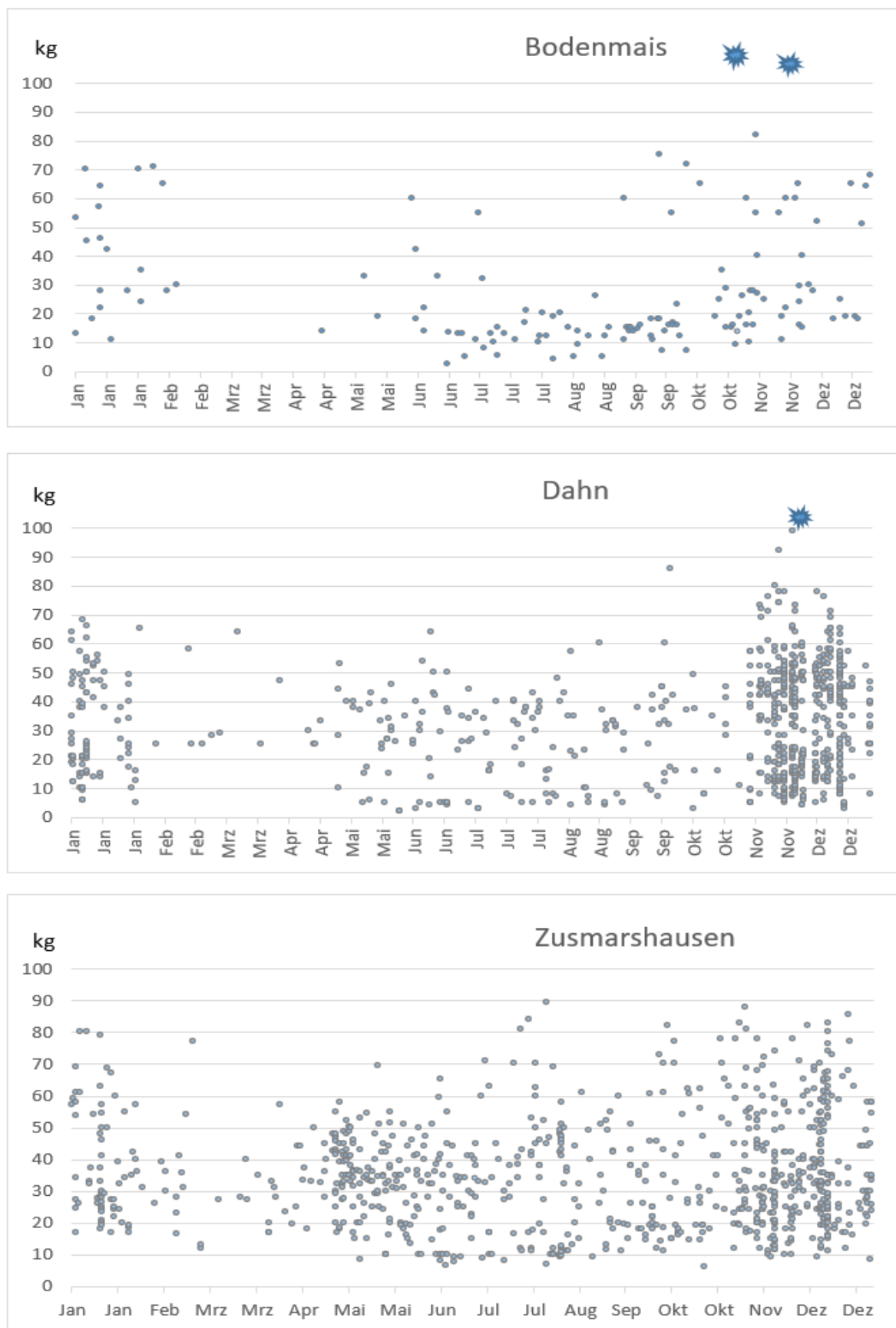


Abb. 9: Erlegungsgewichte von Wildschweinen aus den 3 Untersuchungsgebieten, normiert auf einen Jahresverlauf. Daten aus 2015 – 2017. Stern = Ausreißer

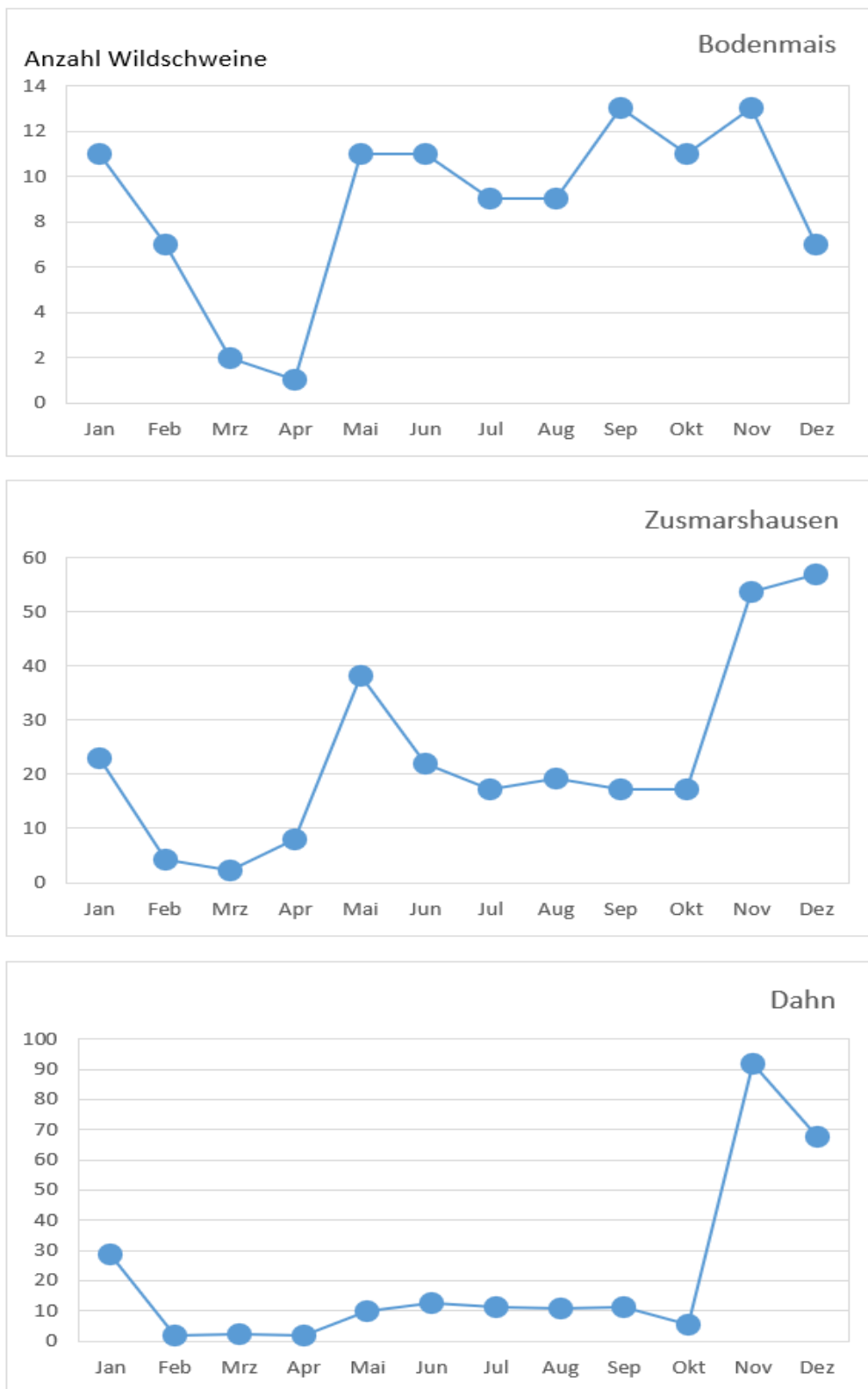


Abb. 10: Mittlere Anzahl Erlegungen von Wildschweinen, normiert auf einen Jahresverlauf.

In der Abbildung 11 ist die prozentuale Zusammensetzung des Gesamtabschusses nach Altersklasse und Geschlecht dargestellt. Der Jahresabschuss ist bezüglich der Alters- und Geschlechtsstruktur nicht mit der Verteilung in der Population identisch, da die jagdlichen

Gepflogenheiten die tatsächlichen Strukturen nicht genau abbilden. Es ist aber die einzige Möglichkeit, auf die Zusammensetzung einer Population rückzuschließen.

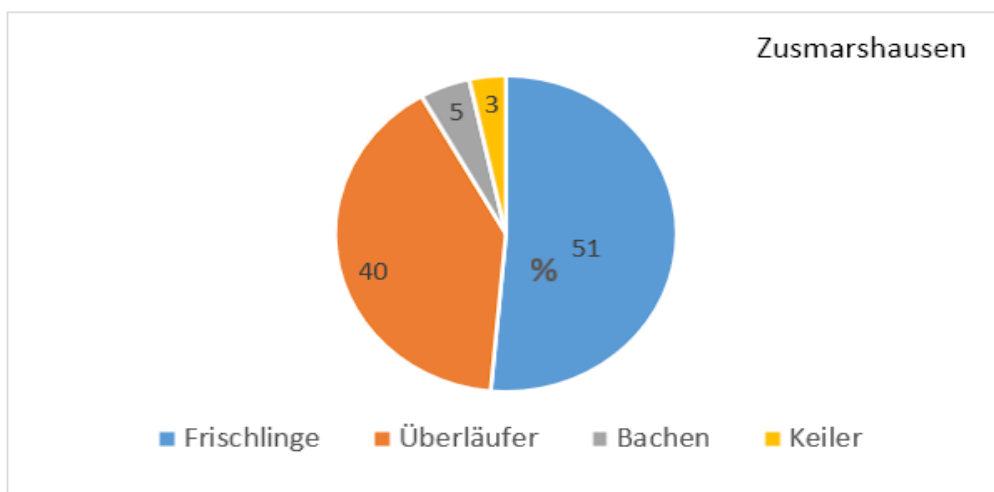
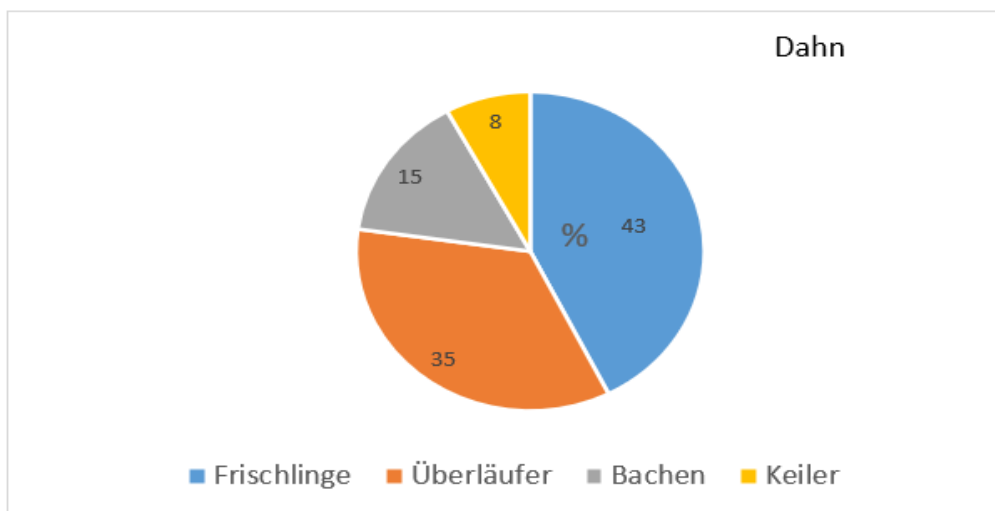
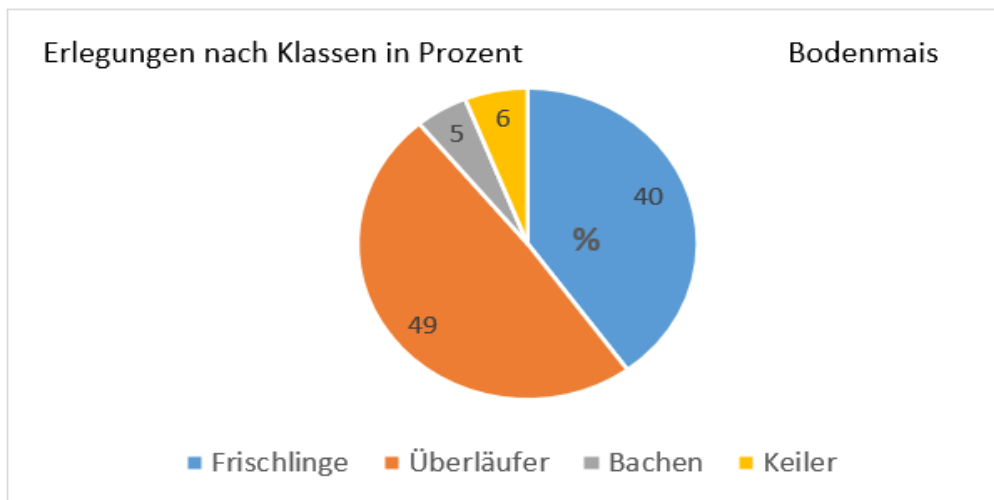


Abb. 11: Anteil der Klassen am Abschuss von Wildschweinen in Prozent. Daten 2015 – 2017

In den 3 Untersuchungsgebieten stellt die Jugendklasse (Frischlinge + Überläufer) den höchsten Anteil am Abschuss: Bodenmais 89%, Dahn 76% und Zusmarshausen 91%. Die Populationspyramide, basierend auf den Erlegungsdaten ist damit relativ flach, eine typische Formation für wachsende Wildschweinbestände. In der Tabelle 5 sind die wichtigsten Daten für die Wildschweinjagd aus den 3 Untersuchungsgebieten zusammengestellt.

Tab. 5: Relevante Daten für die Wildschweinjagd

	Bodenmais/Bayer. Eisenstein	Zusmarshausen	Dahn
Betriebsjagdfläche	17.166 ha/2.200 ha	14.000 ha	23.000 ha
Wildschweinbestand	unbekannt	Abschuss x 3	Abschuss x 2
Abschuss 2017	121/42	359	280
Abschussplan	nein	nein	nein
Schonzeiten	nein*	nein*	nein*
Jagdarten	A, G	A, G	A, G
Erlegung überwiegend Art	A	G	G
Erlegung überwiegend Zeit	Aug. - Jan.	Mai, Nov., Dez.	Okt. - Dez. (Jan.)

* Ausnahme: Bachen mit gestreiften Frischlingen, ** A=Ansitzjagd, G=Gesellschaftsjagd

In Bodenmais werden Wildschweine auf 17.166 ha, vorwiegend durch die Ansitzjagd erlegt. Der genaue Bestand ist nicht bekannt und wurde von den zuständigen Mitarbeitern auch nicht geschätzt. 2017 betrug der Abschuss 160 Wildschweine.

In Zusmarshausen erfolgt die Jagd auf einer Fläche von 14.000 ha, in 2017 wurden 359 Wildschweine, überwiegend bei Drückjagden erlegt. Wobei einige Jäger bei der Ansitzjagd sehr erfolgreich sind. Der Bestand wird von den Verantwortlichen auf den 2 – 3fachen Jahresabschuss geschätzt.

In Dahn betrug 2017 der Jahresabschuss 280 Wildschweine. Die Jagd findet hier auf 23.000 ha, vorwiegend zum Jahresende als Drückjagden statt.

In keinem der Untersuchungsgebiete gibt es einen Abschussplan für Wildschweine.

2.4 Prognosen zur Populations- und Gewichtsentwicklung

In diesem Teil der Arbeit wird die Population und die Gewichtsverteilung von Wildschweinen modellhaft prognostiziert.

Die Zusammensetzung und der Bestand von Wildschweinpopulationen sind nicht bekannt, die Abschusszahlen liefern nur retrospektiv Daten zum Mindestbestand. Pohlmeier und Sodeikat (2004) schreiben dazu: „Der Frühjahrsbestand ist zurzeit aufgrund fehlender Methoden gar nicht oder nur sehr schwer einschätzbar, das heißt, Zählungen beinhalten stets eine hohe Fehlerquote. Damit erfolgt zwangsläufig eine Fehleinschätzung der Bestandsgröße.“

Prognosen zur Populationsdynamik und Gewichtsentwicklung von Wildschweinen in ganz Deutschland zu erstellen, ist aufgrund der regional variierenden Einflussgrößen wenig sinnvoll. Im Folgenden wird mit den erhobenen Daten aus den 3 Untersuchungsgebieten die

zu erwartende Verteilung für zwei Szenarien („günstige Bedingungen“ und „ungünstige Bedingungen“) modelliert.

2.4.1 Modellpopulation: Szenarien günstige und ungünstige Lebensbedingungen

Prognostiziert werden die Zusammensetzung der Population und die Gewichtsverteilung zum 1. Oktober, der Beginn der traditionell großen Gesellschaftsjagden. Um die Erlegungsgewichte potentiell abschätzen zu können, muss der Bestand nach Geschlecht und Altersklassen aufgeteilt werden.

Für beide Szenarien wird ein Grundbestand von 100 Wildschweinen im Jagdrevier, am 1. März angenommen (Abbildung 12, oben). Die Population soll bestehen aus:

Keiler 6

Bachen 9

Überläufer 34

Frischlinge 51

Szenario „günstige Bedingungen“

Das Szenario „günstige Bedingungen“ geht von mildem Wetter, guter Nahrungsverfügbarkeit und wenig Parasiten im Jahresverlauf aus. Sowie den folgenden Annahmen:

- Zuwachs der Population wird erlegt
- Geschlechterverhältnis Frischlinge:Überläufer = 1:1
- Fertilität entsprechend Tabelle der www.lwf.bayern.de: Frischlinge bekommen 3, Überläufer 6 und Bachen 8 Frischlinge
- Natürliche Mortalität bei Frischlingen 5%
- Abschuss vom 1. April bis 1. Oktober 35% des Jahresabschusses
- Zuwanderung = Abwanderung

Szenario „ungünstige Bedingungen“

Im Szenario „ungünstige Bedingungen“ wird von einem nassen, kalten Frühjahr und Sommer mit unterdurchschnittlicher Nahrungsverfügbarkeit ausgegangen.

Frischlinge sind aufgrund ihrer geringen Wärmeregulation in den ersten Lebenswochen sehr empfindlich gegen Kälte und Nässe. Entsprechend kann die Mortalität bei schlechten Witterungsverhältnissen bis zu 90% betragen. Auch bei Überläufern ist die Mortalität erhöht, da sie vom Winter und vom Haarwechsel geschwächt sind. Die männlichen Überläufer werden zu dieser Zeit aus der Rotte ausgestoßen und müssen mit dieser neuen, stressigen Situation zurechtkommen. Die Prognose wurde mit den folgenden Annahmen erstellt:

- Zuwachs der Population wird erlegt
- Geschlechterverhältnis Frischlinge:Überläufer = 1:1
- Fertilität: wie unter „günstige Bedingungen“
- Mortalität bei Frischlingen 70%, bei Überläufern 20%
- Abschuss vom 1. April bis 1. Oktober: 35% des Jahresabschusses
- Zuwanderung = Abwanderung

Die Erlegungsgewichte wurden aufgrund der retrospektiv erhobenen Daten aus den 3 Untersuchungsgebieten sowie der Gewichtsentwicklung nach Abbildung 6 geschätzt.

Für die 3 Szenarien ergeben sich die folgenden Populations- und Erlegungsgewichte (Tabelle 6 und Abbildung 12).

Zu beachten ist der Wechsel bei den Altersklassen vom 1. März und 1. Oktober. Entsprechend der jagdlichen Einordnung, wechseln zum 1. April Frischlinge und Überläufer in die nächst höhere Altersklasse. Zwei Beispiele sollen dies verdeutlichen:

Ein Frischling, geboren am 01.06.2017 ist im Modell am 01.3.2018 noch ein Frischling, am 01.10.2018 aber ein Überläufer.

Ein Überläufer, geboren am 01.06.2017 ist im Modell am 01.3.2018 noch ein Überläufer, ab 01.10.2018 dann, je nach Geschlecht, Keiler bzw. Bache.

Tabelle 6: Prognostizierte Anzahl und Erlegungsgewichte von Wildschweinen zum 1. März und 1. Oktober

Klasse/Geschlecht	Grundbestand	„günstige Bedingungen“	„ungünstige Bedingungen“
	Anzahl 1. März	Anzahl 1. Oktober	Anzahl 1. Oktober
Keiler	6	16	17
Bachen	9	25	27
Überläufer	34	44	38
Frischlinge	51	112	45
Population	100	207	127
Klasse/Geschlecht	Grundbestand	„günstige Bedingungen“	„ungünstige Bedingungen“
	Gewicht kg 1. März	Gewicht kg 1. Oktober	Gewicht kg 1. Oktober
Keiler	58	70	67
Bachen	60	62	60
Überläufer	39	47	42
Frischlinge	23	19	16

Aus der Abbildung 12 wird die Plastizität von Wildschweinpopulationen deutlich. Gute Bedingungen können den Bestand innerhalb eines Jahres stark anwachsen lassen. Die Alterspyramide ist dann flach, Jungtiere stellen den Hauptteil des Bestandes. Umgekehrt können ungünstige Umweltbedingungen den Bestand sehr schnell reduzieren.

Keiler sind nach der Paarungszeit (Schwerpunkt November, Dezember, Januar) geschwächt und verlieren deutlich an Gewicht. Vom Frühjahr bis zum Herbst nehmen sie dann wieder zu. Diese Gewichtsschwankungen können bis zu 30% betragen. Ihr Gewicht wird wesentlich weniger von ungünstigen Umweltbedingungen beeinflusst, als das bei Frischlingen und Überläufern der Fall ist.

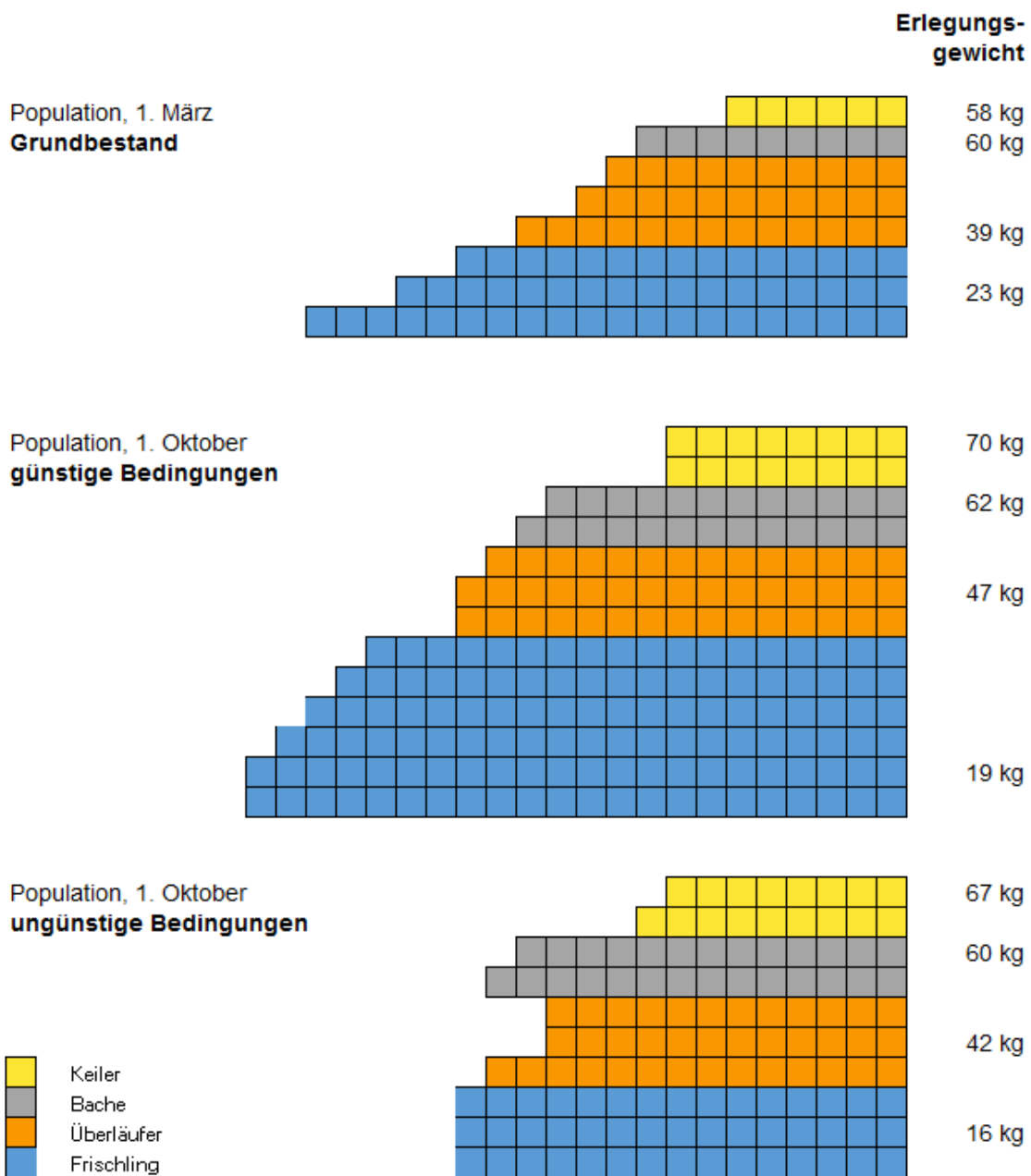


Abb. 12: Zusammensetzung und zu erwartende Erlegungsgewichte einer Modell-Wildschweinpopulation, am 1. März und 1. Oktober

Im Modell wird für Keiler, am 1. März von einem durchschnittlichen Gewicht von 58 kg ausgegangen, was bei günstigen Bedingungen auf 70 kg und bei ungünstigen Bedingungen auf 67 kg ansteigt. Frischlinge sind im Februar durchschnittlich schwerer als im Oktober, da ihr Gewicht mit jedem Lebensmonat fast linear zunimmt (Abbildung 6). Dies gilt auch für Überläufer.

2.4.2 Prognosen zur Gewichtsverteilung

Welche Verteilungen sind für die Erlegungsgewichte für die 3 Szenarien zu erwarten? Die Abbildung 13 zeigt eine Prognose.

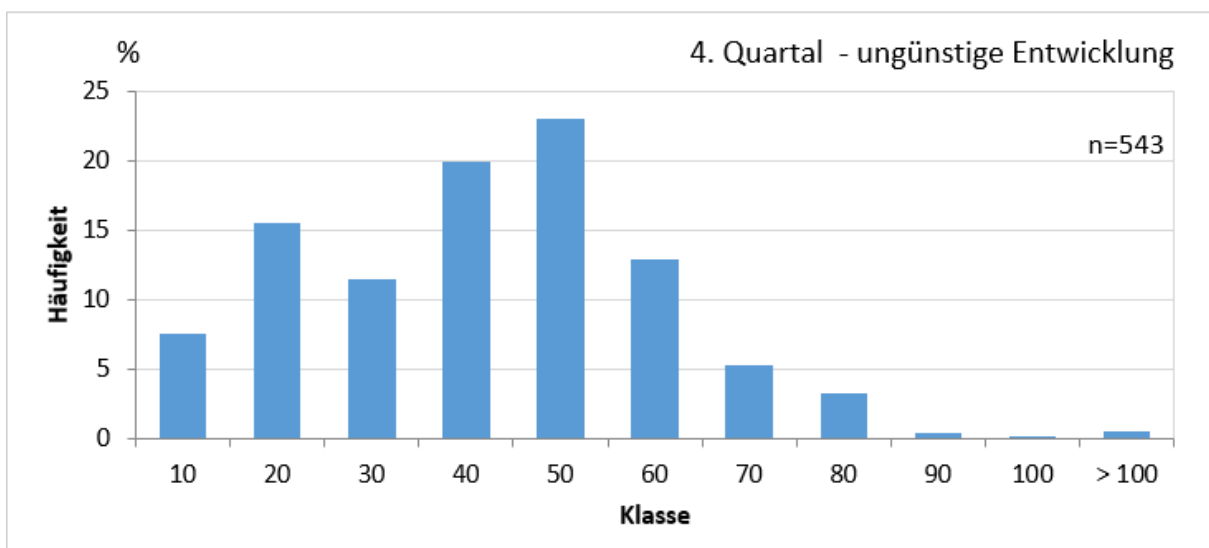
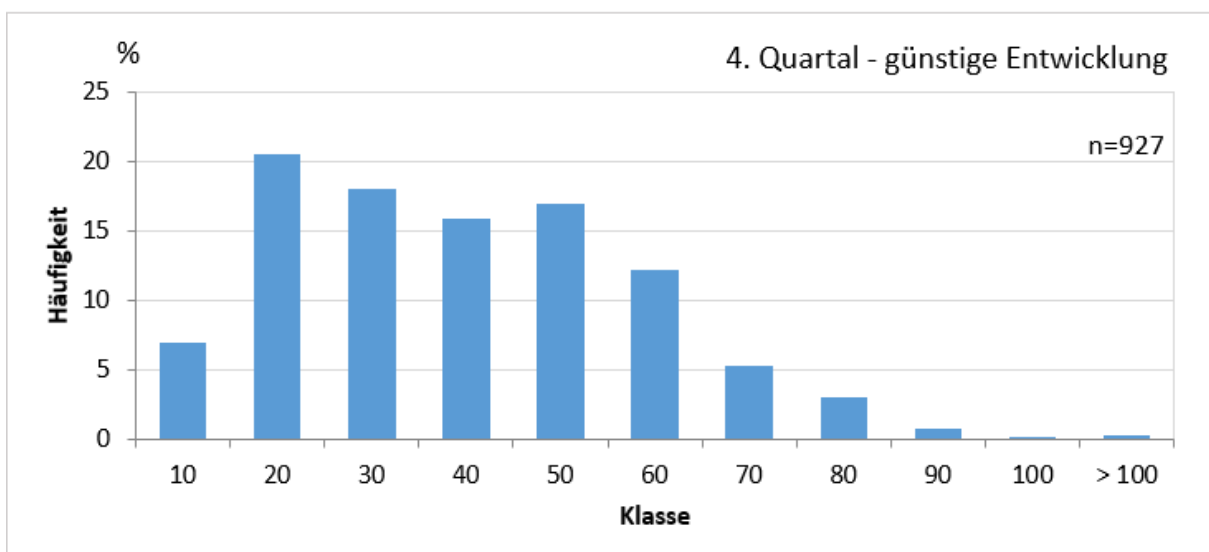
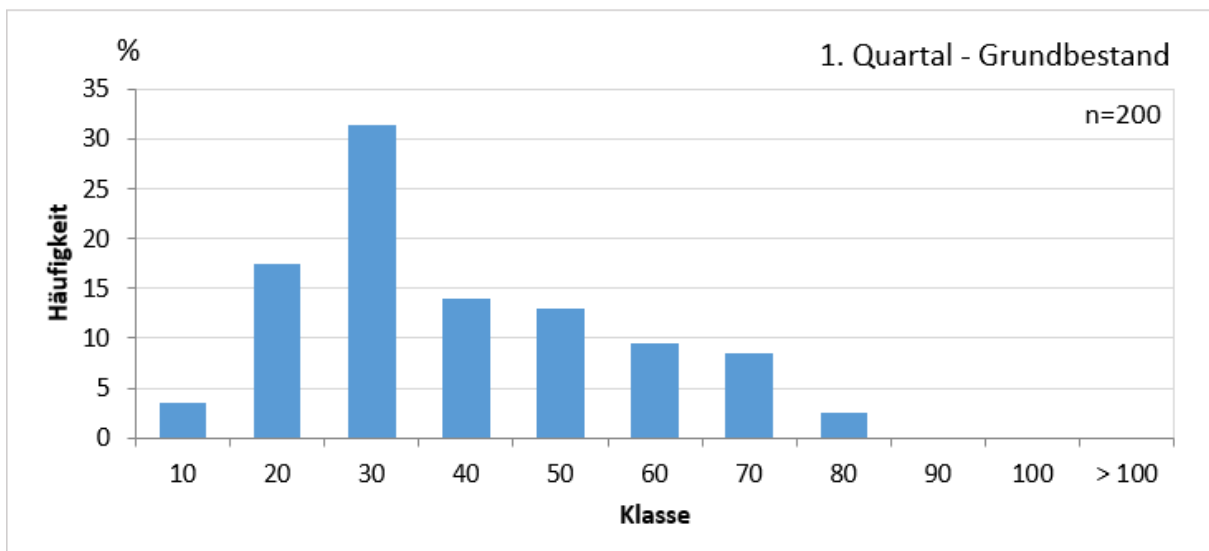


Abb. 13: Prognosen für Erlegungsgewichte zum Grundbestand im 1. Quartal sowie Szenarien günstige und ungünstige Bedingungen im 4. Quartal

Zur Abschätzung werden die gepoolten Daten, von 2015 – 2017 zu Grunde gelegt. Da für März und Oktober nicht genügend Daten vorliegen, werden die Analysezeiträume auf das jeweilige Quartal erweitert und wie folgt ausgewertet:

Für den Grundbestand 1. März wird mit den Gewichten aus den 1. Quartalen gerechnet.

Für das Szenario „Population 1. Oktober günstige Bedingungen“ werden die Daten aus den 4. Quartalen verwendet.

Für das Szenario „Population 1. Oktober ungünstige Bedingungen“ werden die Daten aus den 4. Quartalen verwendet, zusätzlich wird berücksichtigt:

Mortalität Frischlinge 70%

Mortalität Überläufer 20%

Gewichtsabnahme:

Frischlinge -30%

Überläufer -15%

Bachen -8%

Keiler -8%

Aus den daraus berechneten Erlegungsgewichten ergeben sich die in Abbildung 13 gezeigten Verteilungen.

Beim Grundbestand der Wildschweine (1. Quartal) fällt der hohe Anteil von 32% bei der Klasse 20 – 30 kg auf, weil der überwiegende Teil der Frischlinge zum Ende des ersten Lebensjahres in diese Gewichtsklasse fällt (s. Abbildung 6).

Bei beiden Szenarien zum 4. Quartal unterscheiden sich die Gewichte besonders bei den ersten 4 Gewichtsklassen. Beim Szenario „ungünstige Bedingungen“ haben die ersten drei Gewichtsklassen bei den Erlegungen einen Anteil von 34%, beim Szenario „günstige Bedingungen“ sind es 45%. Aufgrund der erhöhten Mortalität bei „ungünstigen Bedingungen“ nimmt der Anteil an den Erlegungen bei Frischlingen und Überläufern deutlich ab.

Überläufer überstehen ungünstige Bedingungen besser als Frischlinge, wodurch der Anstieg in den Klassen 30 - 40 kg und 40 – 50 kg mit 33% (günstiges Szenario) auf 43% (ungünstiges Szenario) zu erklären ist (s. auch Abbildung 2).

Adulte Wildschweine sind, was ungünstige Umweltbedingungen betrifft, weniger anfällig als juvenile Tiere. Entsprechend sind bei einem Vergleich der Erlegungsgewichte zwischen beiden Szenarien in Abbildung 14 kaum Veränderungen festzustellen.

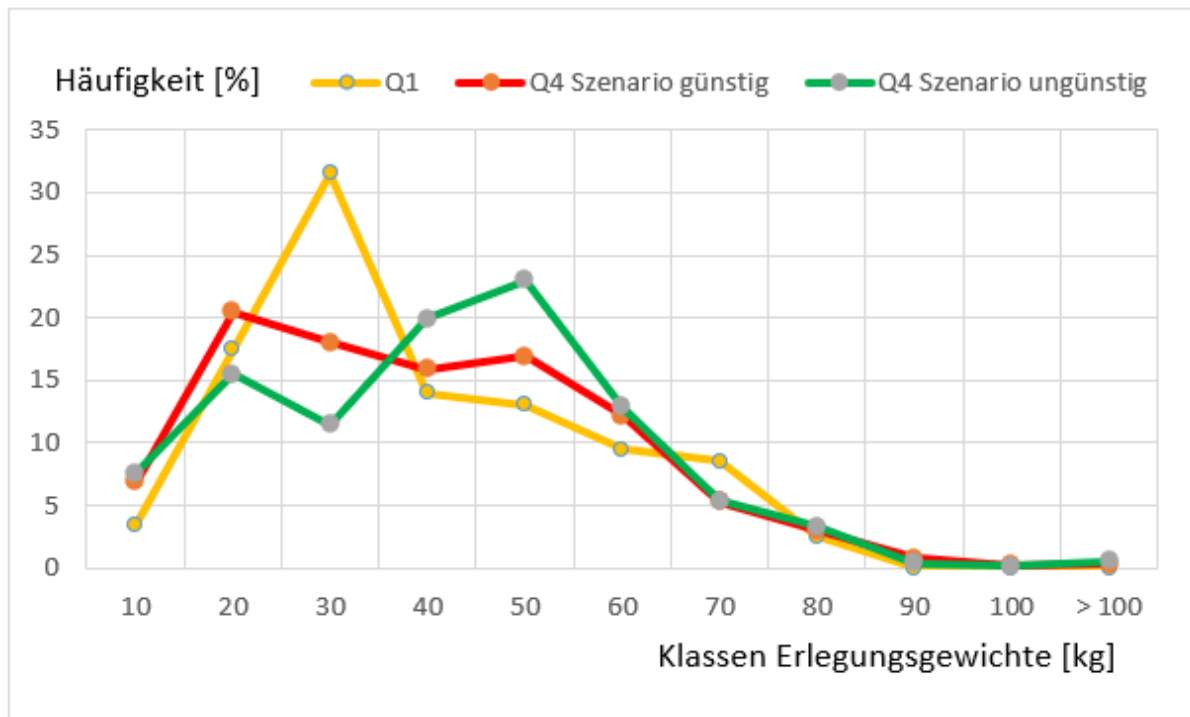


Abb. 14: Prognosen zur Verteilung von Erlegungsgewichten im Vergleich

2.4.3 Populationszuwachs im Jahreszyklus

Die Wildschweinpopulation hat zum 1. Oktober nicht ihren Endzustand im Jahreszyklus erreicht, denn in den folgenden Monaten gibt es weiteren Zuwachs. Ältere Bachen können innerhalb eines Jahres einen zweiten Wurf Frischlinge bekommen. Darüber hinaus vermehren sich auch Frischlinge im ersten Lebensjahr. Laut Gethöffer 2005, sind zwischen 60% und 85% aller weiblichen Frischlinge trächtig. Dieser jahreszeitlich späte Zuwachs kann beträchtlich sein, wie die folgende Modellrechnung verdeutlicht.

Für das Szenario „**günstige Bedingungen**“ wird angenommen:

50% der weiblichen Frischlinge bringen 3 Junge zur Welt

20% der Bachen bringen einen zweiten Wurf mit 6 Jungen zur Welt

Dadurch nimmt die Population nach dem 1. Oktober bis zum 1. März um weitere 127 Frischlinge zu. Um den Bestand nicht weiter anwachsen zu lassen, muss dieser Zuwachs weitgehend erlegt werden.

Für das Szenario „**ungünstige Bedingungen**“ wird angenommen:

10% der weiblichen Frischlinge bringen 3 Junge zur Welt

15% der Bachen bringen einen zweiten Wurf mit 6 Jungen zur Welt

Hier werden 38 Frischlinge die Wildschweinpopulation verstärken.

In der Realität reagieren Wildschweinbestände schnell auf die Veränderung relevanter Einflussparameter, was die Zusammensetzung der Populations- und Körpergewichtsentwicklung betrifft. Zudem haben Populationen im westlichen Teil Deutschlands, laut Briedermann (2009) geringere Gewichte als im östlichen Teil.

Einen wesentlichen Einfluss auf das Erlegungsgewicht haben: der Zeitpunkt der Jagd (Erlegungsdatum), die Freigabe der Altersklassen sowie die jagdkulturelle Einstellung der Schützen (beispielsweise werden in den 3 Untersuchungsgebieten durchschnittlich 72% Keiler zwischen September und Januar erlegt).

2.4.4 Gewichtsverteilung für ein Musterjagdrevier

Die Abbildung 15 zeigt die unterschiedliche Verteilung der Erlegungsgewichte in den 3 Untersuchungsgebieten. Welche Gewichtsverteilung kann für ein Musterjagdrevier angenommen werden?

Generell ist die Gewichtsverteilung von Wildschweinen von vielen Parametern abhängig, die zusätzlich zeitabhängig und quantitativ unbekannt sind. Daher werden für die Verteilung in einem Musterrevier vorzugsweise die Ergebnisse aus der Praxis herangezogen:

In der Abbildung 15 sind die Mittelwerte aus den Häufigkeitsverteilungen der 3 Untersuchungsgebiete als beste Schätzung dargestellt.

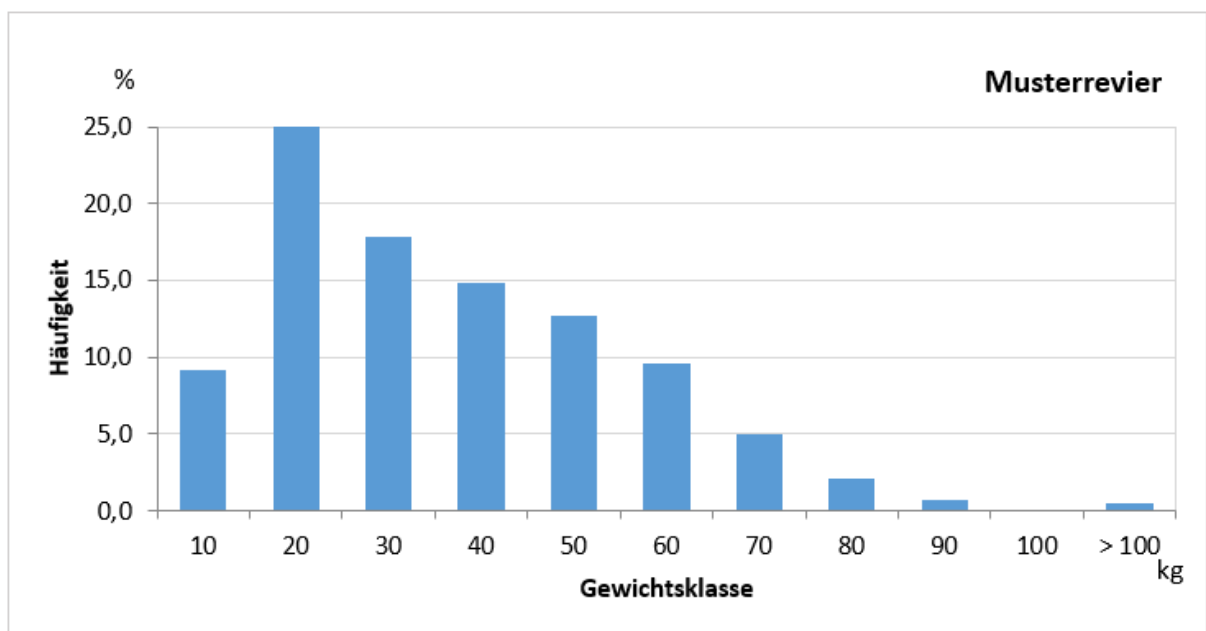


Abb. 15: Prognose für die Gewichtsverteilung von Wildschweinen für ein Musterrevier

Die aus den erhobenen Daten abgeleitete Verteilung der Erlegungsgewichte kann als praxisrelevantes Ziel für eine moderne Jagdstrategie angesehen werden. Junge, gestreifte Frischlinge werden traditionell weniger stark bejagt als ältere, weshalb die Klasse 0 – 10 kg nur einen Anteil von 9,1% hat.

Mit 27,5%, stellt die Klasse 10 – 20 kg den größten Anteil an den Erlegungen. Danach nimmt die Häufigkeit mit jeder Gewichtsklasse kontinuierlich ab. Diese Verteilung ist typisch für die in Abbildung 12 dargestellte „Population, 1. Oktober günstige Bedingungen“ (mittlere Abbildung).

kg

3 AP2: Probenahme und Messung von Hirschtrüffeln in den Untersuchungsgebieten

In diesem Arbeitspaket wurde die ^{137}Cs -Aktivität von Hirschtrüffeln sowie das Inventar der Biomasse der Fruchtkörper in 3 Untersuchungsgebieten exemplarisch bestimmt.

3.1 Material und Methode

3.1.1 Hirschtrüffel Suche

Die Suche und Probenahme der Hirschtrüffeln erfolgte in den Untersuchungsgebieten weitestgehend flächenrepräsentativ. Dazu wurden unter Berücksichtigung der Baumartenverteilung jeweils 15 Rasterpunkte ausgewählt, von wo aus die Suche nach Hirschtrüffeln gestartet wurde. Für die Planung wurden Karten der Bayerischen Vermessungsverwaltung sowie Topographische Karten 1:50.000 (TK50) Karten zum Wasgau benutzt.

Die Fruchtkörper von Hirschtrüffeln können prinzipiell mit verschiedenen Methoden gefunden werden:

- Mit einem abgerichteten Schwein oder Hund
- Über oberirdisch wachsende Kernkeulen-Fruchtkörper, deren Myzel auf Hirschtrüffeln parasitieren
- An Wühlstellen von Wildschweinen
- Anhand von Standortfaktoren

Hunde oder Schweine wurden nicht zur Suche verwendet, weil eine Ausbildung speziell für das Forschungsvorhaben in keinem akzeptablen Kosten-Nutzen-Verhältnis gestanden hätte. Das Leasing von ausgebildeten Trüffelhunden über mehrere Monate war zu kostenintensiv. Darüber hinaus ist es fraglich, ob eine Inventur auf kleiner Fläche, bei der auch hunderte Fruchtkörper vorhanden sein können, einen Hund durch den olfaktorischen Dauerreiz nicht überfordert.

Das Vorkommen von Kernkeulen (Gattung *Elaphocordyceps*) ist, bezogen auf den vorhandenen Hirschtrüffelbestand gering. Da Kernkeulen zum Aufbau des eigenen Fruchtkörpers Nährstoffe aus Hirschtrüffeln verwenden, kann das den ^{137}Cs -Gehalt der Hirschtrüffeln verändern. Daher eignen sich Kernkeulen nicht als Indikator bei dieser Suche.

In diesem Forschungsvorhaben wurden Hirschtrüffeln anhand von Standortfaktoren und an Wühlstellen von Wildschweinen gesucht.

Hirschtrüffelsuche an Wühlstellen

Prinzipiell können einzelne Hirschtrüffeln mit Erfahrung und Ausdauer an Wühlstellen von Wildschweinen gefunden werden. Für die vorliegenden Arbeiten war es wichtig „ungestörte“ Fruchtkörper Vorkommen zu finden, was die Suche erheblich erschwerte.

Da die gesamte, im Boden befindliche Biomasse der Hirschtrüffeln ermittelt werden sollte, die Wildschweine bei der Nahrungssuche aufnehmen können, kamen frische Wühlstellen nicht infrage. Denn Wildschweine haben dort einen großen Teil der vorhandenen Hirschtrüffeln bereits gefressen. Eine an solcher Stelle durchgeführte Inventarbestimmung würde die tatsächlich vorhandene Biomasse deutlich unterschätzen.

Wildschweine übersehen bei der Nahrungssuche immer einige Hirschtrüffeln, darüber hinaus verbleibt das Myzel des Pilzes im Boden. Nach einigen Jahren ungestörten Wachstums haben sich die Hirschtrüffelbestände an ehemaligen Wühlstellen wieder regeneriert.

Daher wurde für die Inventarbestimmung nur an mindestens 2 Jahre alten Wühlstellen nach Fruchtkörpern gesucht.

Hirschtrüffelsuche anhand von Standortfaktoren

Aufgrund zwanzigjähriger Erfahrung bei der Trüffelsuche wurden die Fruchtkörper gezielt, an geeigneten Standorten gesucht.

3.1.2 Hirschtrüffel Inventarbestimmung

Über das quantitative Vorkommen von Hirschtrüffeln in Europa ist bisher nichts publiziert worden.

Testsuche

Von jedem Rasterpunkt aus wurde nach potentiellen Stellen für Hirschtrüffelvorkommen gesucht und dann eine Testsuche durchgeführt. Dazu wurde der oberste Auflagehorizont des Waldbodens auf einer Fläche von 50 cm x 50 cm nach Fruchtkörpern abgesucht, das Bodenmaterial horizontweise bzw. in 2 cm Schichtfolgen abgetragen und in einem Laubsack gelagert. Diese Prozedur wurde bis in 20 cm Bodentiefe wiederholt. Wurden mehr als 5 mindestens mittelgroße Trüffeln gefunden, erfolgte an dieser Stelle eine **Inventarbestimmung**.

Bei weniger als 5 Trüffeln wurde die Stelle auf Grund folgender Annahme nicht weiterbearbeitet: Wildschweine werden aus Energiegründen wohl kaum große Bodenvolumina durchwühlen um vereinzelt Trüffeln zu finden, wenn an anderer Stelle viele Fruchtkörper mit geringem Kraftaufwand zu haben sind. Wildschweine kennen in ihrem Lebensraum die Verfügbarkeit von Nahrungsbestandteilen, speziell die Hirschtrüffelvorkommen sehr genau.

3.1.2.1 Untersuchtes Bodenvolumen

Die Biomasse der im Waldboden enthaltenen Hirschtrüffel-Fruchtkörper wurde in einem standardisierten Bodenvolumen bestimmt. Ursprünglich war pro Rasterpunkt eine Suchfläche von 9 Quadratmeter Waldboden vorgesehen: Um jede Fundstelle herum (Summe 45) sollte in einem Quadrat von 3x3 Meter Seitenlänge die vorhandene Biomasse der Trüffeln bis in eine Bodentiefe von 25 cm ermittelt werden.

Bei den ersten beiden Rasterpunkten im Untersuchungsgebiet Zusmarshausen stellte sich dann heraus, dass der Plan unrealistisch war. Die Durchwurzelung mit Feinwurzeln > 2mm war ab der Bodentiefe 4 cm viel dichter als angenommen (Abbildung 16). Um an tiefere Bodenschichten zu gelangen, hätten alle Wurzeln durchtrennt werden müssen, wodurch das Wurzelsystem der umgebenden Bäume über 9 Quadratmeter vollständig zerstört worden wäre.

Um das Ökosystem nicht unnötig zu schädigen wurde die Suchfläche auf 2x2 Meter reduziert. Der Boden wurde sorgfältig entnommen, ohne die Wurzeln zu zerstören. Als

untere Bodengrenze wurden 25 cm gewählt, weil Hirschtrüffeln bisher nur bis zu dieser Bodentiefe gefunden wurden.



Abb. 16: Fein- und Grobwurzeln von Fichte im Ah Horizont, Zusmarshausen

Im nächsten Arbeitsschritt wurde die Probefläche in 4 Quadranten unterteilt. Im 1. Quadranten wurde der Ol Horizont nach Trüffeln abgesucht und dann vollständig in einem 400 l Laubsack zwischengelagert (Abbildung 17).



Abb. 17: Beprobungsfläche für Hirschtrüffel Inventur. Quadrant I mit Laubsäcken,

Der verbleibende Of bzw. Oh Horizont wurde danach auf Trüffeln durchsucht und in einem zweiten Laubsack gelagert, anschließend der verbleibende Ah Horizont abgesucht. Ebenso wurde mit den weiteren 3 Quadranten verfahren (Abbildung 18).



Abb. 18: Abgetragene Bodenschichten auf der Beprobungsfläche

Waren die Bodenverhältnisse am Standort ungünstig (z. B. anstehendes Gestein), wurde bis zum Erreichen des unzugänglichen Bodenhorizonts beprobt. Abschließend wurde der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt (Abbildung 19).



Abb. 19: Die Beprobungsfläche wieder im ursprünglichen Zustand

Von jedem Fundort, an dem eine Inventarbestimmung erfolgte, wurden die folgenden Daten erfasst:

- Untersuchungsgebiet
- Datum der Probenahme
- GPS-Koordinaten
- Anzahl der gefundenen Fruchtkörper
- Tiefe der Fruchtkörper unter der Waldbodenoberfläche in cm (von...bis)
- später im Labor: Bestimmung der Art
- später im Labor: Bestimmung der Frischmasse aller Fruchtkörper

3.1.2.2 Entnahme der Hirschtrüffeln

Die Trüffeln wurden mit anhaftenden Wurzelhüllen und Bodenpartikeln in Polyethylen Beutel verpackt, um den Wasserverlust durch Austrocknen möglichst gering zu halten. Da die Arbeiten in den Wäldern jedes Mal mehrere Tage dauerten, wurden die Hirschtrüffeln bis zur Rückfahrt in einem Kühlschrank zwischengelagert.

3.1.3 Artbestimmung und Probenaufbereitung

Die genaue mykologische Bestimmung der Trüffeln erfolgte im Labor anhand der Morphologie des Fruchtkörpers, speziell der Warzen und der Peridie.

Im Labor wurden an den Trüffeln anhaftenden Boden- und Wurzelpartikel manuell entfernt und mit einer weichen Wurzelbürste gesäubert (Abbildungen 20 und 21). Für jeden Rasterpunkt wurde das Gesamtgewicht der Hirschtrüffeln ermittelt.



Abb. 20: Hirschtrüffeln unterschiedlicher Größe im Labor



Abb. 21: Hirschtrüffeln von Wurzelhülle umschlossen und freigelegt

An jedem Rasterpunkt wurde die ^{137}Cs -Aktivität einer einzelnen Hirschtrüffel bestimmt. Zur Auswahl wurden alle Fruchtkörper in einen undurchsichtigen Beutel gegeben, woraus dann eine Hirschtrüffel „blind“ entnommen wurde. Von dieser Hirschtrüffel wurde das Frischgewicht bestimmt, der Fruchtkörper anschließend verpackt und zur gammaspektrometrischen Messung in das Labor für Radionuklide (LARI) gebracht. Die Abbildung 22 zeigt ein schweres Exemplar.

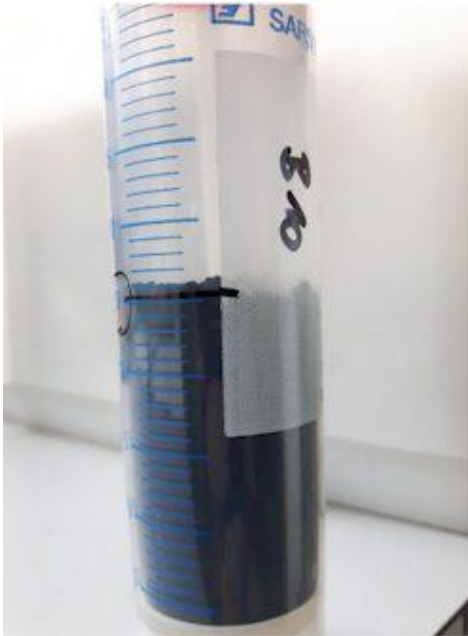


Abb. 22: Frischgewicht eines schweren Fruchtkörpers von *Elaphomyces granulatus*

3.2 Aktivitätsbestimmung

Die gammaspektrometrische Messung der Hirschtrüffelpuben wurde im Labor für Radionuklide (LARI) der Universität Göttingen durchgeführt.

Die Fruchtkörper wurden zerkleinert und bei 55 °C in einem Umlufttrockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Vor der Einwaage in die Messbecher wurden alle Proben in einer Mühle pulverisiert.



Da die ^{137}Cs -Aktivität immer nur von einem Fruchtkörper bestimmt wurde, war das jeweilige Probenvolumen entsprechend gering. Das kleinste Volumen, für das eine Kalibrierungen vorliegt, ist 25 ml. Deshalb wurden die Hirschtrüffelpuben für die Messung auf dem Reinstgermanium-Detektor in einem neuen Messgefäß mit getrockneter Aktivkohle auf 25 ml aufgefüllt (Abbildung 23).

Die Messzeiten waren abhängig von der ^{137}Cs -Aktivität der Hirschtrüffel Probe. Es wurde so lange gemessen, bis eine Messgenauigkeit von mindestens 10% bzw. eine Nachweisgrenze von $10 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, erreicht wurde. Dazu mussten manche Proben bis zu 250.000 Sekunden gemessen werden.

Abb. 23: Für die ^{137}Cs -Bestimmung vorbereitetes Messgefäß mit Hirschtrüffelsubstanz und Aktivkohle, 25 ml Volumen. Rasterpunkt 10 aus Bodenmais. Bildquelle: LARI

Zur Homogenisierung der Probe wurde das Material 2 Tage lang bearbeitet (Abbildungen 24). Anschließend erfolgte die Messung an einem Reinstgermanium-Detektor.



Abb. 24: Homogenisierung einer Hirschtrüffelprobe mit Aktivkohle in einem „Hin und Her Schüttler“. Bildquelle: LARI

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Hirschtrüffelsuche

Die Stellen, an denen eine Biomassenbestimmung erfolgte, wurden zu 40% aufgrund von Standortfaktoren und zu 60% an alten Wühlstellen gefunden. Die Trefferquote bei der Hirschtrüffeln Suche war sehr variabel, unabhängig vom Untersuchungsgebiet:

Es gab Rasterpunkte an denen relativ schnell in der Umgebung geeignete Stellen für eine Inventaraufnahme gefunden wurden. Während sich die Suche an anderen Rasterpunkten langwierig gestaltete bzw. Testsuchen oft nach stundenlangen Versuchen erfolglos abgebrochen werden mussten. Wildschweine durchwühlen oft ausgedehnte Bodenareale, ohne dass Hirschtrüffeln nachzuweisen wären.

Relativ häufig wurden bei Testsuchen nur vereinzelte Hirschtrüffeln gefunden, weshalb an diesen Stellen keine Inventarbestimmung erfolgte. Im Durchschnitt waren 5 Testsuchen nötig, um eine geeignete Stelle zu finden.

Fazit: Die Verteilung von Hirschtrüffeln Fruchtkörpern variiert in den Untersuchungsgebieten erheblich. Dabei sind 3 Muster erkennbar:

- Trüffelfreie Flächen von bis zu hundert Hektar
- Vereinzelte Vorkommen von Hirschtrüffeln
- Hirschtrüffel-Ansammlungen von 20 bis 300 Fruchtkörpern pro 4 Quadratmeter Waldboden

Die Arbeiten in den 3 Untersuchungsgebieten wurden jeweils in mehrwöchigen Einsätzen, vom 11.04. – 16.09.2018, durchgeführt.

Arten

In allen 3 Untersuchungsgebieten wurde nahezu ausnahmslos (99,6%) die Art *Elaphomyces granulatus* gefunden. Von *Elaphomyces muricatus* wurden in Bodenmais an 2 Rasterpunkten jeweils 3 Fruchtkörper, und in Dahn an 3 Rasterpunkten insgesamt 7 Fruchtkörper gefunden.

Excel Tabelle mit den erhobenen Daten

Die erhobenen Daten liegen in einer Excel Tabelle vor und werden der Auftraggeberin digital übermittelt. Die Spaltenüberschriften sind:

- Rasterpunkt
- Untersuchungsgebiet
- Fundort
- Probenahme Datum
- Fundort-Koordinaten
- Anzahl Fruchtkörper
- Gesamtfrischmasse [g]
- Hirschtrüffel-Art
- Bodentiefe Trüffelfund von [cm] bis [cm]
- ^{137}Cs -Aktivität [$\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ FS]
- ^{137}Cs -Aktivität [$\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ TS]

3.3.2 Anzahl Fruchtkörper

In der Tabelle 7 ist die Anzahl der gefundenen Hirschtrüffeln zusammengestellt. Insgesamt wurden 3.491 Fruchtkörper gefunden. Davon erhielt die Auftraggeberin 79 Proben von 3 Rasterpunkten für Messungen zur Standort-Variabilität der ^{137}Cs -Aktivität.

Tab. 7: Statistische Daten zur Anzahl der gefundenen Hirschtrüffel Fruchtkörper

Anzahl-Fruchtkörper	Bodenmais	Zusmarshausen	Dahn
Summe	1.559	1.153	779
Mittelwert	104	77	52
Median	88	47	45

An den 15 beprobten Rasterpunkten wurden in Bodenmais 1.559, in Zusmarshausen 1.153 und in Dahn 779 Fruchtkörper gefunden. Durchschnittlich waren es in Bodenmais pro Rasterpunkt mit 104 Fruchtkörpern doppelt so viele wie in Dahn mit 52.

In der Abbildung 25 ist die pro Rasterpunkt ermittelte Anzahl Fruchtkörper nach Größe ansteigend sortiert dargestellt. Übereinstimmend wurden in allen 3 Untersuchungsgebieten an mehreren Rasterpunkten zwischen 20 und ca. 70 Fruchtkörper gefunden. Dagegen gibt es ab 100 Funden deutliche Unterschiede. Als Maximalwert wurden in Bodenmais 324, in Zusmarshausen 208 und in Dahn 108 Fruchtkörper auf 4 Quadratmeter Bodenfläche ermittelt.

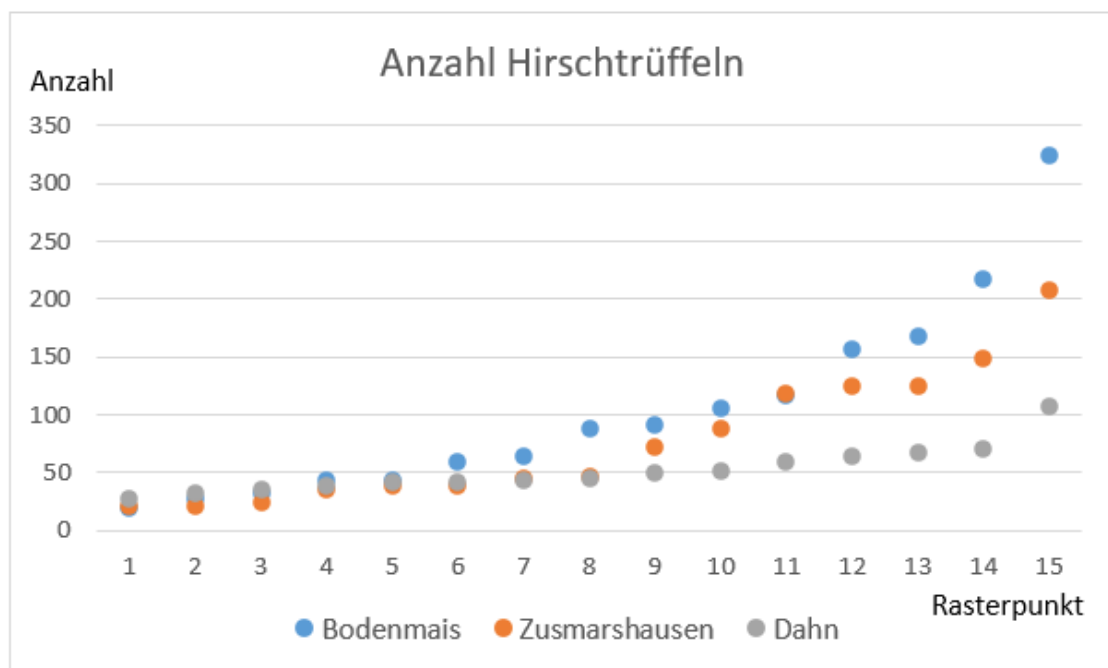


Abb. 25: Anzahl Fruchtkörper pro Rasterpunkt und Untersuchungsgebiet, nach Größe aufsteigend angeordnet

3.3.3 Gesamtfrischmasse der Hirschtrüffeln

Die auf den 4 Quadratmeter großen Flächen ermittelten Frischgewichte der Fruchtkörper sind in der Abbildung 26 als Box-Plots dargestellt. Der Median der Biomassen ist mit 205,3 g in Bodenmais deutlich höher als in Zusmarshausen mit 96,4 g und Dahn mit 70,9 g.

Gesamtfrischgewicht [g]

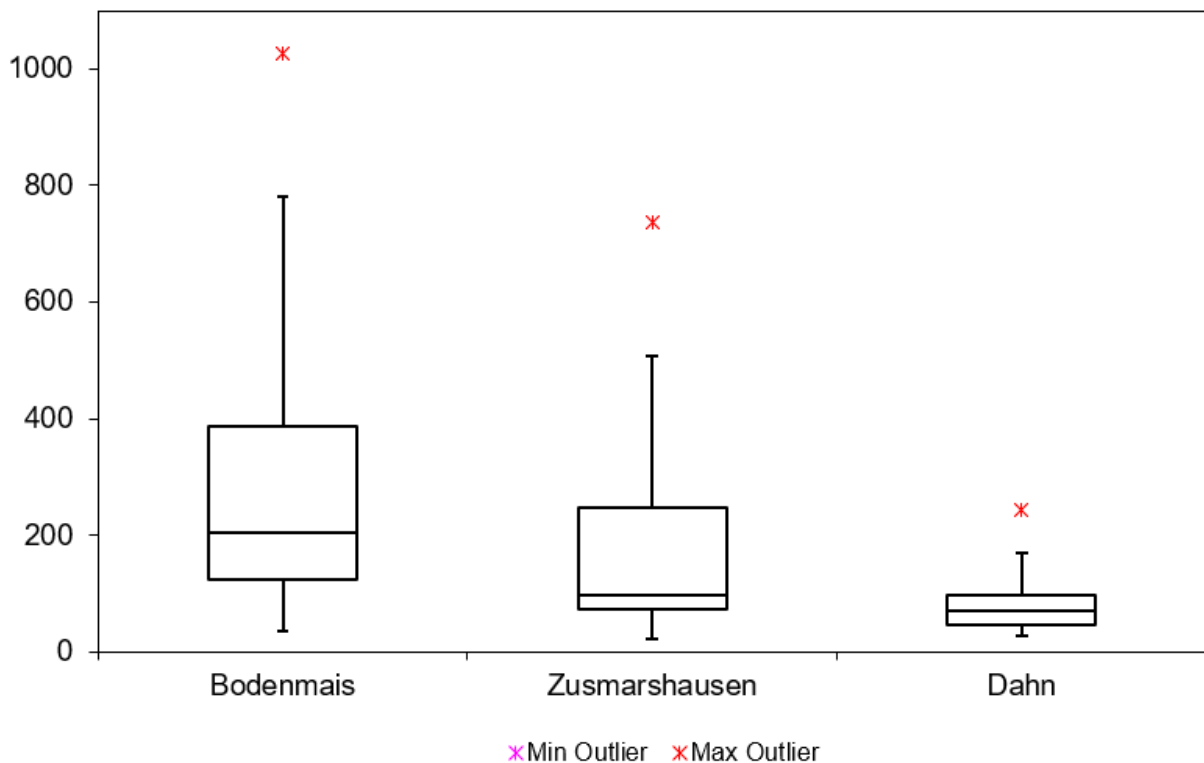


Abb. 26: Box-Plots der Gesamtfrischgewichte von Hirschtrüffeln aus Bodenmais, Zusmarshausen und Dahn. Probenahme April –September 2018

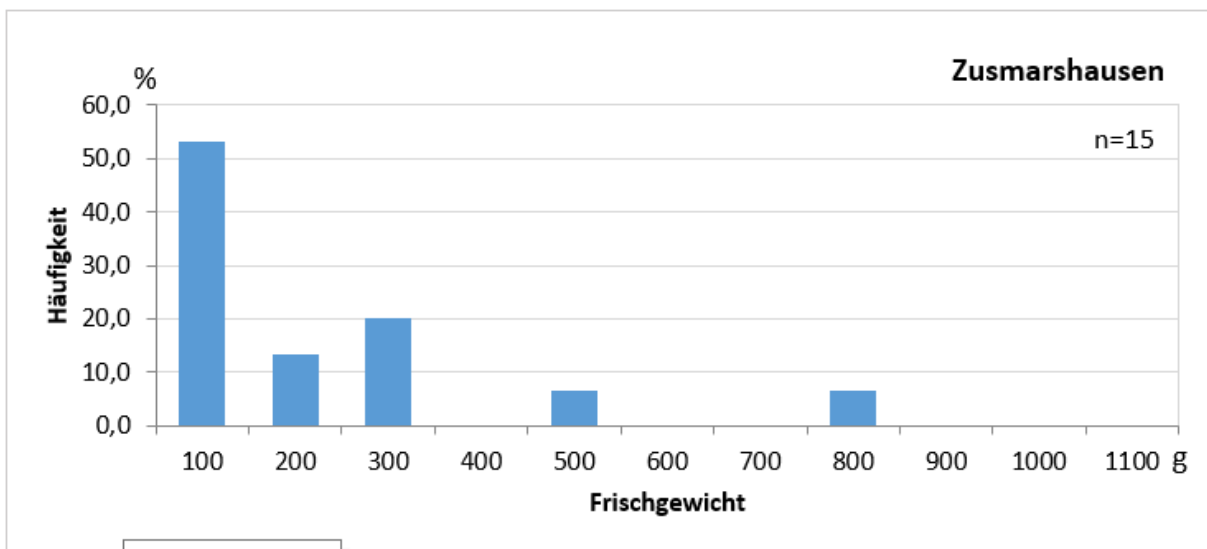
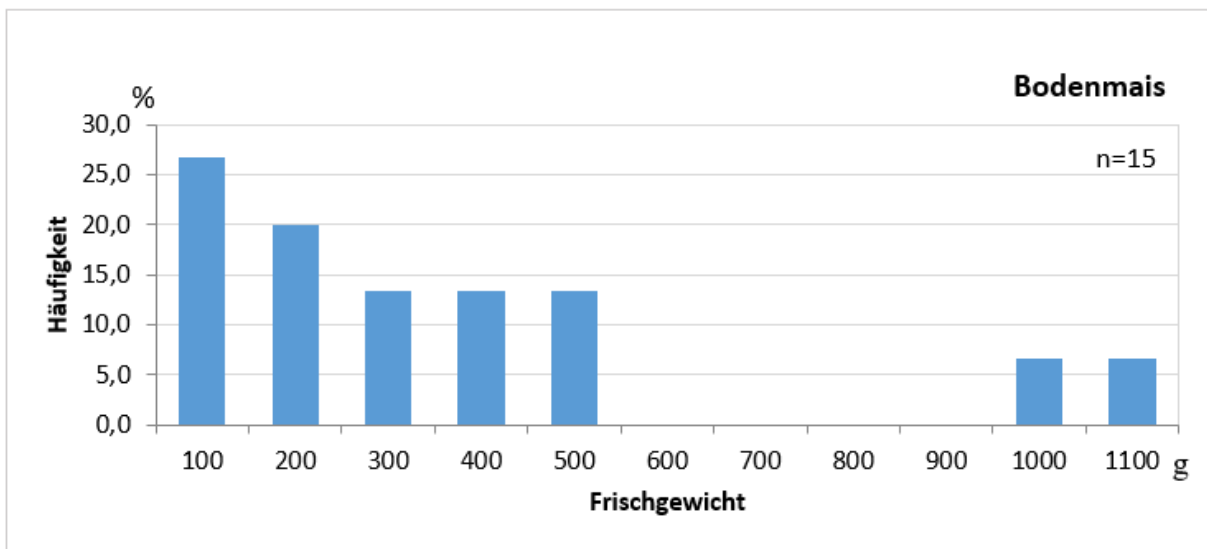
Die Verteilung der Messwerte war in Bodenmais und Zusmarshausen rechtsschief, mit Ausreißern zu hohen Werten. In Bodenmais wurden an 2 Rasterpunkten mit 935,6 g und 1.026,5 g deutlich höhere Gesamtfrischgewichte ermittelt. Auch in Zusmarshausen lagen die Biomassen der Hirschtrüffeln mit 456,8 g und 736,5 g an 2 Rasterpunkten deutlich über dem restlichen Kollektiv. Die Daten sind in der Tabelle 8 zusammengestellt.

Tab. 8: Statistische Daten der Gesamtfrischgewichte der Hirschtrüffeln

Gesamtfrischmasse	Bodenmais	Zusmarshausen	Dahn
Summe	4.798,9·g	2.763,1·g	1.233,7·g
Mittelwert	319,9·g	184,2·g	82,2·g
Median	205,3·g	96,4·g	70,9·g

Diese Relationen werden in der Abbildung 27, anhand der Histogramme der Gesamtfrischgewichte der Hirschtrüffelfunde deutlich. Die Klassenbreite beträgt 100 g. Aus Gründen der Übersicht ist die Ordinate unterschiedlich skaliert.

In Dahn liegen 80% der Frischgewichte in der Klasse 0 – 100 g. Diese Gewichtsklasse ist auch in Bodenmais mit 26,7% und in Zusmarshausen mit 53,3% gegenüber den anderen Gewichtsklassen dominant. Das mittlere Gesamtfrischgewicht beträgt für diese Klassenbreite in Bodenmais 70,0 g, in Zusmarshausen 61,6 g und in Dahn 60,9 g.



Diagrammbereich

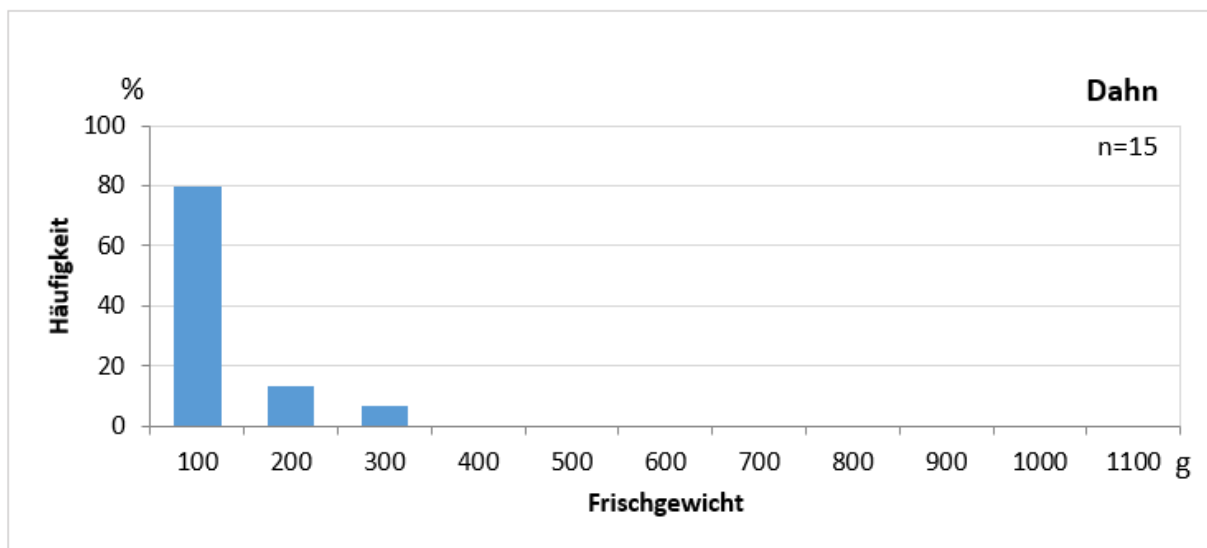


Abb. 27: Histogramme der Frischgewichte von Hirschtrüffeln an je 15 Rasterpunkten, Klassenbreite 100 g. Probenahme 2018. Ordinatenachse unterschiedlich skaliert

In der Abbildung 28 sind die mittleren Gewichte je Hirschtrüffeln je Rasterpunkt, ansteigend dargestellt. Die Trüffeltgewichte in Bodenmais liegen deutlich über denen der beiden anderen Untersuchungsgebiete. In Zusmarshausen fallen die hohen Durchschnittsgewichte an zwei Rasterpunkten, mit 3,5 g und 3,7 g auf.

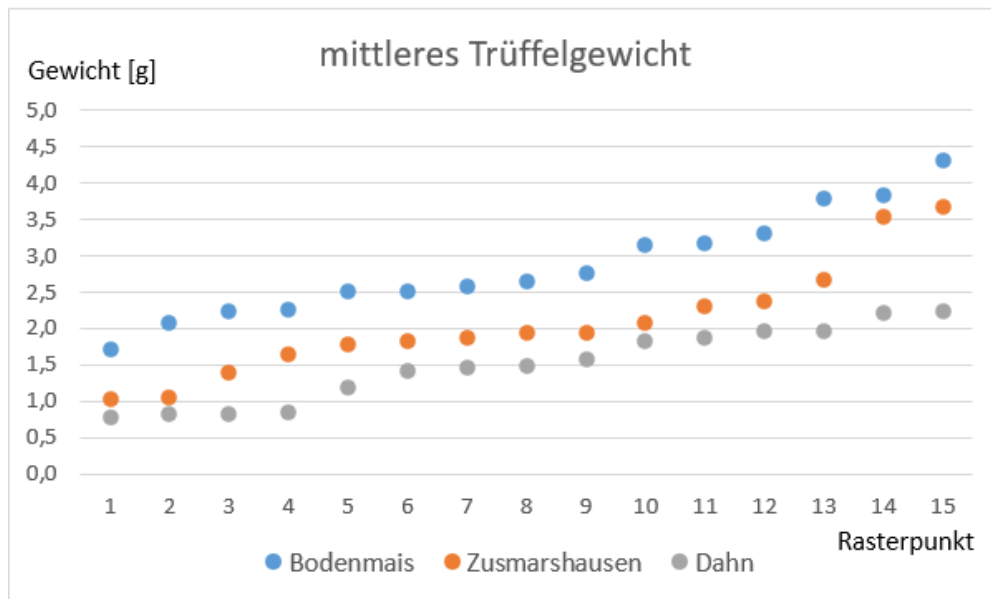


Abb. 28: Mittleres Trüffelfrischgewicht pro Rasterpunkt und Untersuchungsgebiet, nach Größe aufsteigend angeordnet. Rasterpunkte nicht identisch mit Abbildung 25

Die größeren Hirschtrüffeln wurden ausnahmsweise einzeln gewogen. Das höchste Gewicht war 22,3 g aus Bodenmais, die Maximalgewichte aus Zusmarshausen 17,6 g und Dahn 10,1 g.

Bei der Trüffelsuche wurde die Lage des Bodenbereichs, in dem Fruchtkörper gefunden wurden protokolliert: Die oberste Bodentiefe („von [cm]“) ab der erste Fruchtkörper gefunden wurden, bis zum untersten Fund („bis [cm]“). Die Ergebnisse sind in der Abbildung 29 für die einzelnen Inventarbestimmungen, nach der obersten Bodentiefe aufsteigend sortiert.

Es fällt auf, dass die mittlere Bodentiefe der Fundstellen in allen 3 Untersuchungsgebieten mit einer Abweichung von je 1 cm, bei 8 -12 cm liegt. In diesem Bodenbereich treffen an den meisten Standorten der drei Untersuchungsgebiete Auflagehumus und Ah Horizont aufeinander. Und genau da befindet sich in vielen Waldgebieten auch Jahrzehnte nach dem Tschernobyl-Fallout der Peak der ^{137}Cs -Aktivität (Winkelbauer et al. 2012, Umweltanalysen.com 2019).

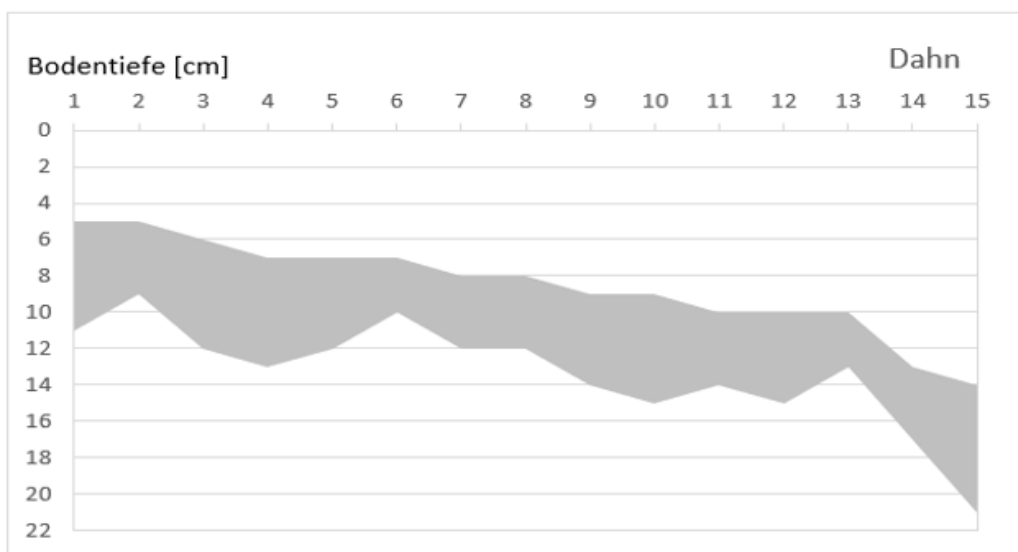
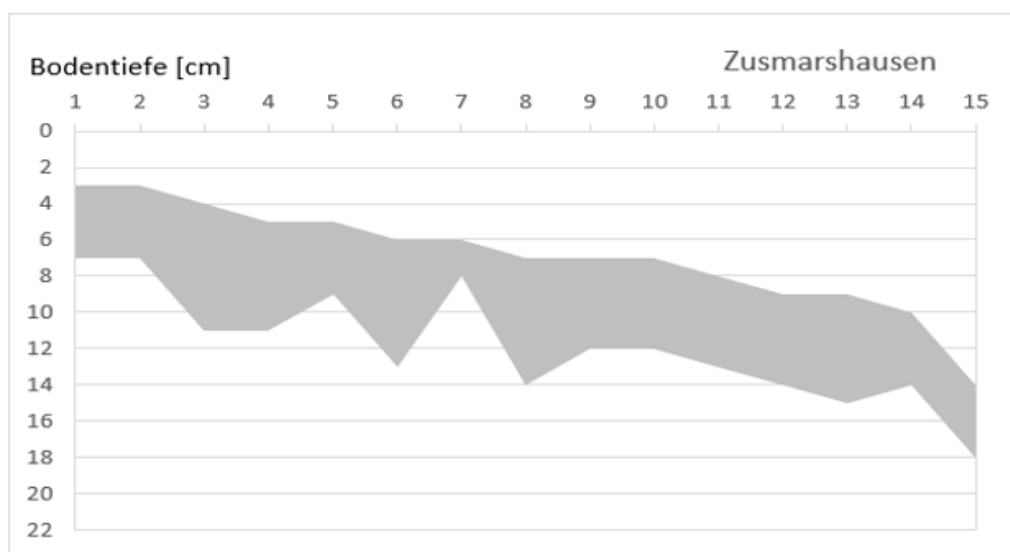
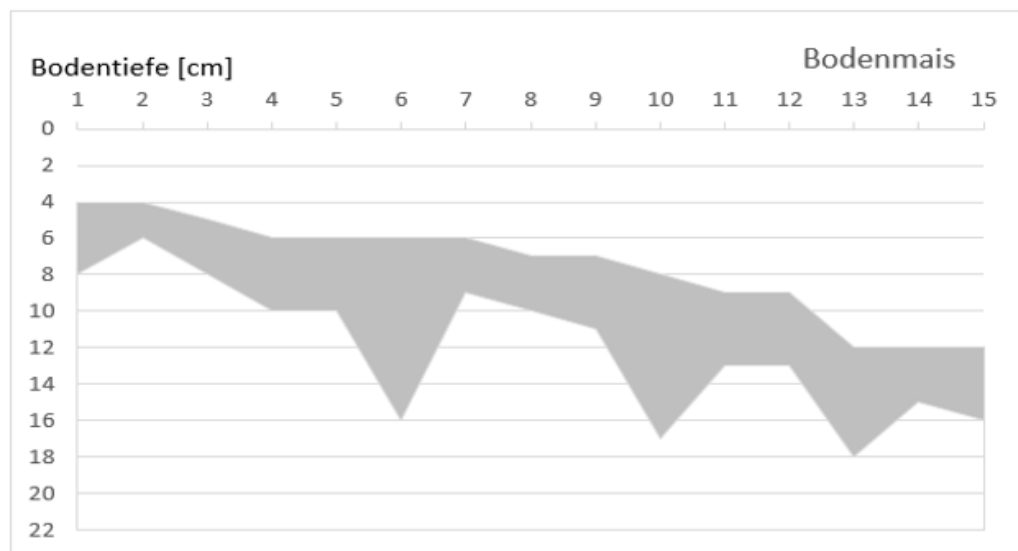


Abb. 29: Lage der Hirschtrüffeln, Fundorte im Boden (grauer Bereich). Oberste Fundtiefe nach Größe absteigend angeordnet. Je 15 Rasterpunkte pro Untersuchungsgebiet

3.3.4 ^{137}Cs -Aktivität von Hirschtrüffeln

Aus jedem Untersuchungsgebiet wurde die ^{137}Cs -Aktivität einer Hirschtrüffel pro Rasterpunkt bestimmt. Die Messwerte reichten von $226 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Frischsubstanz) in Dahn bis $16.908 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ in Zusmarshausen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 30 als Box-Plots abgebildet. Der höchste Medianwert der ^{137}Cs -Aktivität wurde für Hirschtrüffeln aus Zusmarshausen mit $5.208 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ FS ermittelt, gefolgt von Bodenmais $3.460 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ und Dahn $1.345 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$.

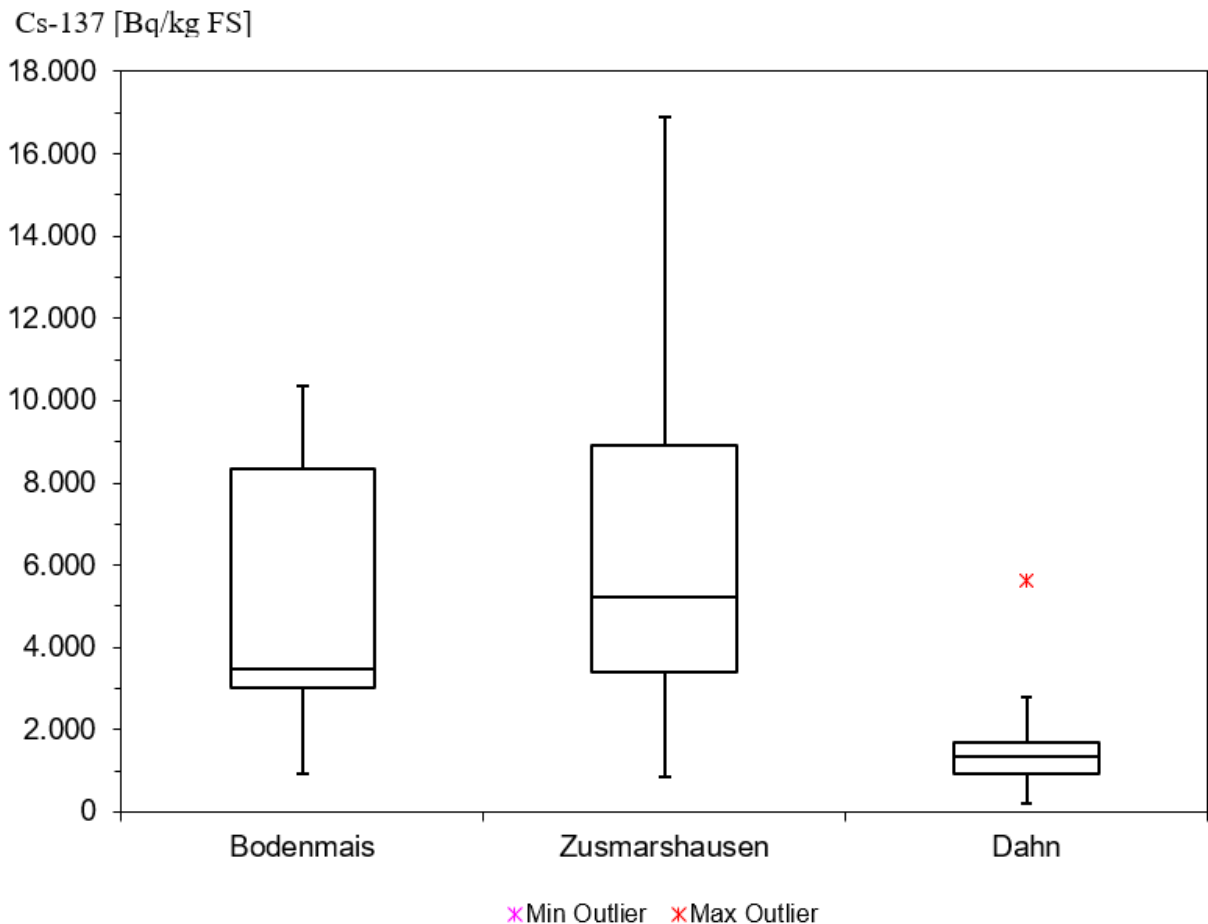


Abb. 30: Box-Plots der ^{137}Cs -Aktivität von je 15 Hirschtrüffeln aus 3 Untersuchungsgebieten. Probenahme April – September 2018

Die ^{137}Cs -Aktivität von Hirschtrüffeln variierte innerhalb eines Untersuchungsgebietes deutlich, wie es auch von anderen Pilzarten bekannt ist (Tabelle 9). Die Unterschiede sind vermutlich auf variierende ^{137}Cs -Bodenkontaminationen und kleinräumige Änderungen der Standortbedingungen zurück zu führen. Die physikochemischen Eigenschaften und Mächtigkeit der Auflagehorizonte spielen dabei eine besondere Rolle.

Die Spannweite der Messwerte reichte in Dahn von $226 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ bis $5.638 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ FS, in Bodenmais von $941 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ bis $10.370 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$. In Zusmarshausen lagen die Werte zwischen $851 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ und $16.908 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ am weitesten auseinander.

Tab. 9: Statistische Daten zur ^{137}Cs -Aktivität von Hirschtrüffeln bezogen auf Frischsubstanz

	Bodenmais	Zusmarshausen	Dahn
	$\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$	$\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$	$\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$
Mittelwert	5.408	6.388	1.877
Median	3.460	5.208	1.345
Minimalwert	941	851	226
Maximalwert	10.370	16.908	5.638

3.3.4.1 ^{137}Cs -Aktivität bezogen auf Frisch- und Trockensubstanz

Der Wassergehalt von Hirschtrüffeln Fruchtkörpern ist im Vergleich zu anderen Pilzarten deutlich niedriger und liegt bei rund 50%.

Für Hirschtrüffeln betrug in der vorliegenden Untersuchung das Verhältnis von Frischsubstanz:Trockensubstanz durchschnittlich 2,20 (n=45). Im Vergleich dazu beträgt das Verhältnis bei Maronen ca. 10. Die Abbildung 31 zeigt diese Unterschiede exemplarisch anhand realer Messungen.

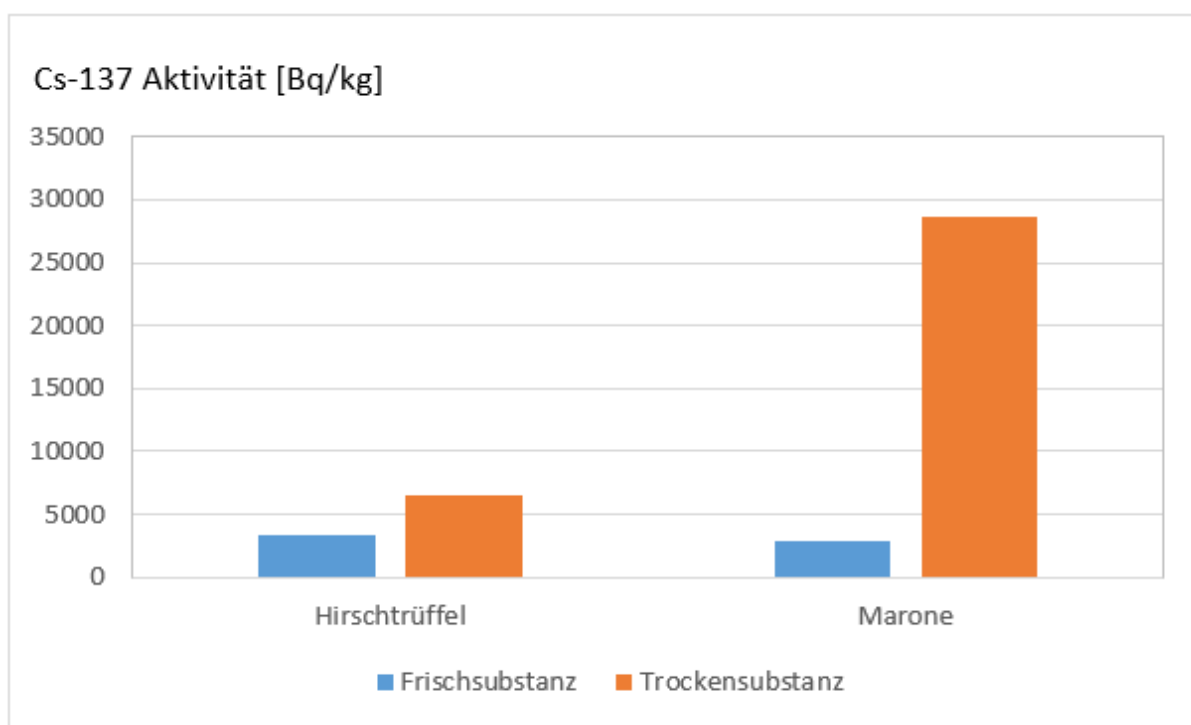


Abb. 31: ^{137}Cs -Aktivität je einer Probe von Hirschtrüffeln und Marone bezogen auf Frisch- und Trockensubstanz. Probenahme September 2018, Bayerischer Wald (Quelle: umweltanalysen.com)

Bezogen auf Frischsubstanz haben Hirschtrüffeln mit $3.285 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ und Marone mit $2.924 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ eine ähnlich hohe ^{137}Cs -Aktivität. Dagegen ist aufgrund des unterschiedlichen Wassergehaltes die ^{137}Cs -Aktivität bezogen auf Trockensubstanz bei der Hirschtrüffeln „nur“ $6.532 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ bei der Marone $28.660 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Für das Forstamt Dahn geben Hohmann und Huckschlag (2004) bei Untersuchungen in 2001 einen ^{137}Cs -Maximalwert von $6.230 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ FS für Hirschtrüffeln an. Im vorliegenden FV lag der höchste Wert bei $5.638 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$.

3.4 Diskussion

Im Untersuchungsgebiet Bodenmais wurden an den Rasterpunkten eine höhere Anzahl und schwerere Hirschtrüffeln gefunden als in Zusmarshausen und Dahn. Die Probenahmen erfolgten 2018 in einer niederschlagsarmen und warmen Wetterperiode, mit zunehmender Trockenheit.

In Dahn war es bei den Probenahmen im August und September extrem trocken. In Bodenmais dagegen war der Boden bei der Probenahme im Juni/Juli noch feucht.

In Bodenmais fällt mit durchschnittlich 1.000 - 1.550 mm pro Jahr deutlich mehr Niederschlag als in Zusmarshausen mit 750 – 900 mm und Dahn mit 850 – 900 mm. Die Höhe und das Verteilungsmuster des Niederschlags haben wahrscheinlich einen positiven Einfluss auf das Hirschtrüffelvorkommen.

Von Hirschtrüffeln ist über die Entwicklung von der beginnenden Fruchtkörperbildung bis zum adulten Reifestadium nichts bekannt. Auch nicht über den Einfluss von Standortfaktoren sowie die Auswirkungen der Mykophagie durch Wildschweine auf die Hirschtrüffelverbreitung. Rees und Fisch (1887) vermuten eine mehrjährige Entwicklungsdauer bis zur Fruchtreife. Der Autor geht dagegen von einigen Monaten aus.

Wildschweine und Hirschtrüffeln

Die ermittelten Gesamtfrischgewichte von Hirschtrüffeln stellen vermutlich die Minimalmenge dar, die Wildschweine bei der Nahrungssuche aufnehmen. Die Tiere verfügen über ein hochkomplexes Riechvermögen (Brunjes et. al 2016), mit dem sie den Waldboden nach Fruchtkörpern effektiv absuchen können.

Es stellt sich die Frage, wie häufig größere Hirschtrüffelansammlungen vorkommen, weil Wildschweine an solchen Stellen potenziell erhebliche ^{137}Cs -Aktivität aufnehmen können. Die in Abbildung 27 dargestellten Ergebnisse für Bodenmais und Zusmarshausen zeigen, dass das an ca. 13% aller Rasterpunkte der Fall ist. Aufgrund ihrer olfaktorischen Leistungsfähigkeit ist davon auszugehen, dass die Trefferquote von Wildschweinen erheblich höher ist.

4 AP 3: Probenahme und Messungen an Muskelfleischproben von Wildschweinen

Ziel von Arbeitspaket 3 war die Bestimmung der ^{137}Cs -Aktivität im Fleisch von Wildschweinen aus 3 Untersuchungsgebieten. Dazu wurden über 3 Jahre jeweils 50 Muskelfleischproben pro Untersuchungsgebiet analysiert. Zu jeder Probe wurden folgende Daten dokumentiert:

- Untersuchungsgebiet
- Datum des Abschusses
- Erlegungsgewicht des beprobten Tieres
- Geschlecht
- Jagdliche Klassifizierung
- Jagdumstände (Einzelansitz, Drückjagd)
- Spezifische Aktivität von Cs-137

Zusätzlich wurden aus den Untersuchungsgebieten, über die Dauer von 30 Monaten die Gewichte von allen erlegten Wildschweinen beschafft.

4.1 Material und Methoden

4.1.1 Probenbeschaffung und Probenaufbereitung

Den Forstbetrieben wurde zum Projektbeginn Verpackungsmaterial für die Probennahme der Muskelfleischproben von Wildschweinen zur Verfügung gestellt. Die Proben wurden dann tiefgefroren an die Messstelle gesendet.

Im Labor wurde das Muskelfleisch von anhaftenden Sehnen und Fett befreit, homogenisiert und in 120 ml Messbecher eingewogen. Die Aktivitätsangaben beziehen sich immer auf $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ Frischsubstanz (FS).

4.2 Aktivitätsbestimmung

Die Aktivitätsmessungen der Wildschweinproben wurden im **Labor für Radioisotope (LARI)**, am Institut für Forstbotanik der Universität Göttingen durchgeführt.

Die Messzeiten wurden so gewählt, dass jede Probe eine Messgenauigkeit von mindestens 10%, bzw. eine Nachweisgrenze von mindestens $10 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ erreichte.

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Verteilung der Proben

Insgesamt wurde vom 1. Oktober 2017 bis zum 31. Januar 2021 die ^{137}Cs -Aktivität von 451 Wildschweinproben gemessen. Davon entfielen auf:

- Bodenmais/Bayerisch Eisenstein = 161 Proben
- Dahn = 150 Proben
- Zusmarshausen = 140 Proben

Die ^{137}Cs -Messdaten und die zugehörigen Erlegungsdaten werden der Auftraggeberin als Excel Tabelle übermittelt.

4.3.2 ^{137}Cs -Aktivität von Wildschweinen

Die ^{137}Cs -Kontamination der Wildschweine schwankte sowohl innerhalb eines Untersuchungsgebietes als auch zwischen diesen erheblich. Die Verteilung der Messwerte ist in Abbildung 32 als Box-Plots dargestellt.

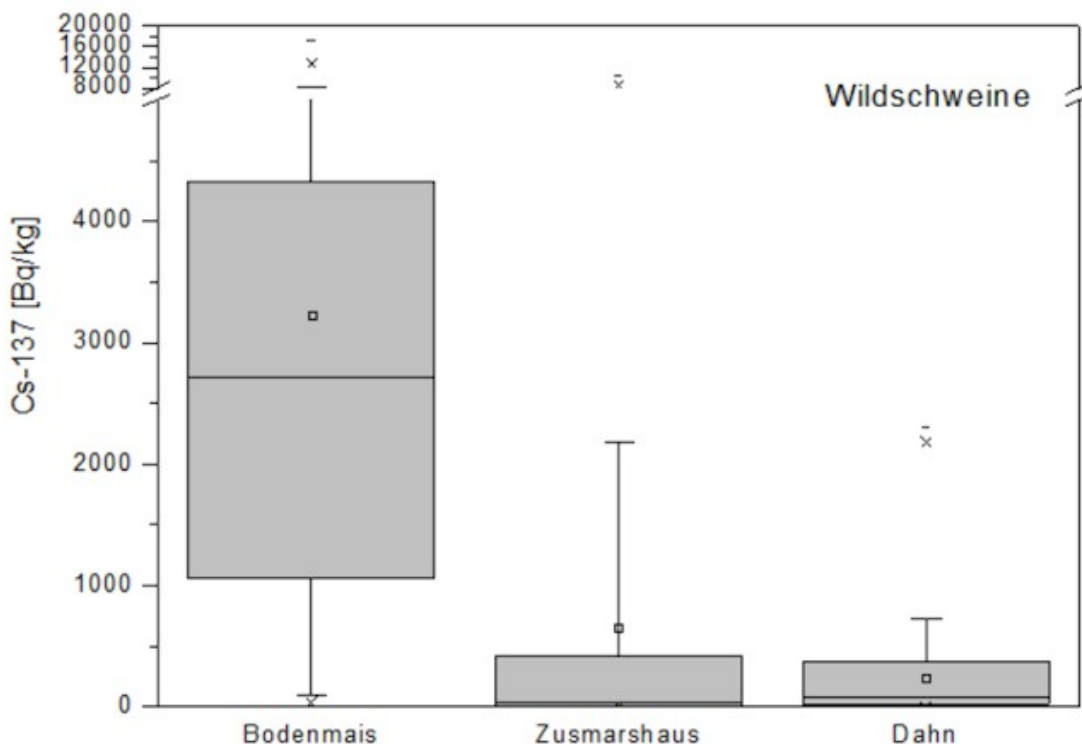


Abb. 32: Box-Plots der ^{137}Cs -Aktivität von Wildschweinen aus 3 Untersuchungsgebieten, n=451

Die geringste, bei Wildschweinen gemessene ^{137}Cs -Aktivität stammte mit 2 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ aus Dahn, die höchste mit 17.326 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ aus Bodenmais/Bayerisch Eisenstein. Insbesondere in Dahn und Zusmarshausen weisen die deutlichen Unterschiede zwischen Mittelwerten und Medianen auf ungleiche Verteilungen der Messwerte hin (Tabelle 10).

Die Box (50% der zentralen Messwerte) zeigt deutlich höhere ^{137}Cs -Aktivitäten bei Wildschweinen aus Bodenmais/Bayerisch Eisenstein als aus Dahn und Zusmarshausen. Die Unterschiede werden an den Medianwerten besonders deutlich: 2.716 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ im Vergleich zu den 32 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ aus Zusmarshausen und 86 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ aus Dahn. Dieses Ergebnis war aufgrund der in AP2 ermittelten Verteilung der ^{137}Cs -Aktivität von Hirschtrüffeln nicht zu erwarten. Möglichen Gründe dafür werden in der Diskussion erörtert.

Tab. 10: Statistische Daten der Cs-137 Messdaten von Wildschweinen. Angaben in $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$

	Mittelwert	Median	95. Perzentil	Min	Max	n
Bodenmais	3.230	2.716	8.282	11	17.326	161
Zusmarshausen	599	32	1.694	3	10.290	140
Dahn	240	86	719	2	2297	150

4.3.2.1 Zeitliche Entwicklung 2017 - 2020

In Dahn und Zusmarshausen stammten die Wildschweinproben überwiegend von Drückjagden (93% bzw. 64%), die meist im Herbst und Winter durchgeführt wurden. In Bodenmais/Bayerisch Eisenstein beträgt diese Jagdart nur rund 6%, die meisten Wildschweine werden ganzjährig durch Einzeljagd erlegt.

In jeder Forstverwaltung wird in Jagdjahren gemessen. Ein Jagdjahr dauert jeweils vom 1. April bis zum 31. März des Folgejahres. Für die vorliegende Auswertung wurde das normale Kalenderjahr, beginnend mit dem 1. Januar zugrunde gelegt.

In der Abbildung 33 ist der zeitliche Verlauf ^{137}Cs -Aktivität im Muskelfleisch der Wildschweine in den 3 Untersuchungsgebieten dargestellt. Die Ordinaten sind unterschiedlich skaliert. Deutlich zu sehen ist die hohe Variabilität der Messdaten. In Bodenmais/Bayerisch Eisenstein und in Zusmarshausen betragen die Schwankungen 3 Größenordnungen.

Abgesehen von einzelnen Ausreißern war für den kollektiven Kontaminationsverlauf das Mastjahr 2018 von besonderer Bedeutung: In einem vorangegangenen Forschungsvorhaben (FV StSch 4324) konnte anhand von Magenanalysen festgestellt werden, dass Wildschweine in Mastjahren überwiegend Bucheckern und Eicheln fressen. Für diese energiereichen Früchte werden sogar Hirschtrüffeln „links liegen gelassen“. Die ^{137}Cs -Aktivität von Bucheckern ist sehr gering und liegt selbst im Untersuchungsgebiet Bodenmais/Bayerisch Eisenstein unter $10 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Frischsubstanz).

Die Früchte fallen ab Mitte September auf den Boden und dienen Wildschweinen oft bis in das folgende, späte Frühjahr als Grundnahrung (Fielitz 2005, Linderoth et al. 2010). In Abbildung 33 ist dieser Zeitraum als „Mast“ gekennzeichnet. Die Samenabundanz war während der Dauer des Forschungsvorhabens in den 3 Untersuchungsgebieten:

- 2017 > kein Mastjahr
- 2018 > Vollmastjahr
- 2019 > kein Mastjahr
- 2020 > Halbmastjahr

Die Jahre 2018 und 2019 waren ausgesprochen warm und trocken. Im Herbst 2018 kam es in allen Untersuchungsgebieten zu einer Vollmast bei Buche und Eiche. Nach Rohmeder (1972) handelt es sich um eine Vollmast, die höchste Klasse bei der Samenabundanz, wenn mehr als 80% aller Bäume im Bestand fruktifizieren. Von Halbmast wird gesprochen, wenn 50–80% aller Bäume Früchte tragen.

Für die Wildschweine hatte das Mastjahr 2018 in Deutschland zudem positive Auswirkungen auf die Populationsentwicklung: Zumindest spricht die bisher höchste Erlegungszahl von 836.865 Wildschweinen dafür (Deutscher Jagdverband 2020).

Deutlich zu sehen ist in allen 3 Untersuchungsgebieten die relativ geringe ^{137}Cs -Aktivität der Wildschweinproben während der Mastphase 2018/Frühjahr 2019. Im Untersuchungsgebiet Zusmarshausen war der Rückgang besonders stark, wie aus der Tabelle 11 ersichtlich ist.

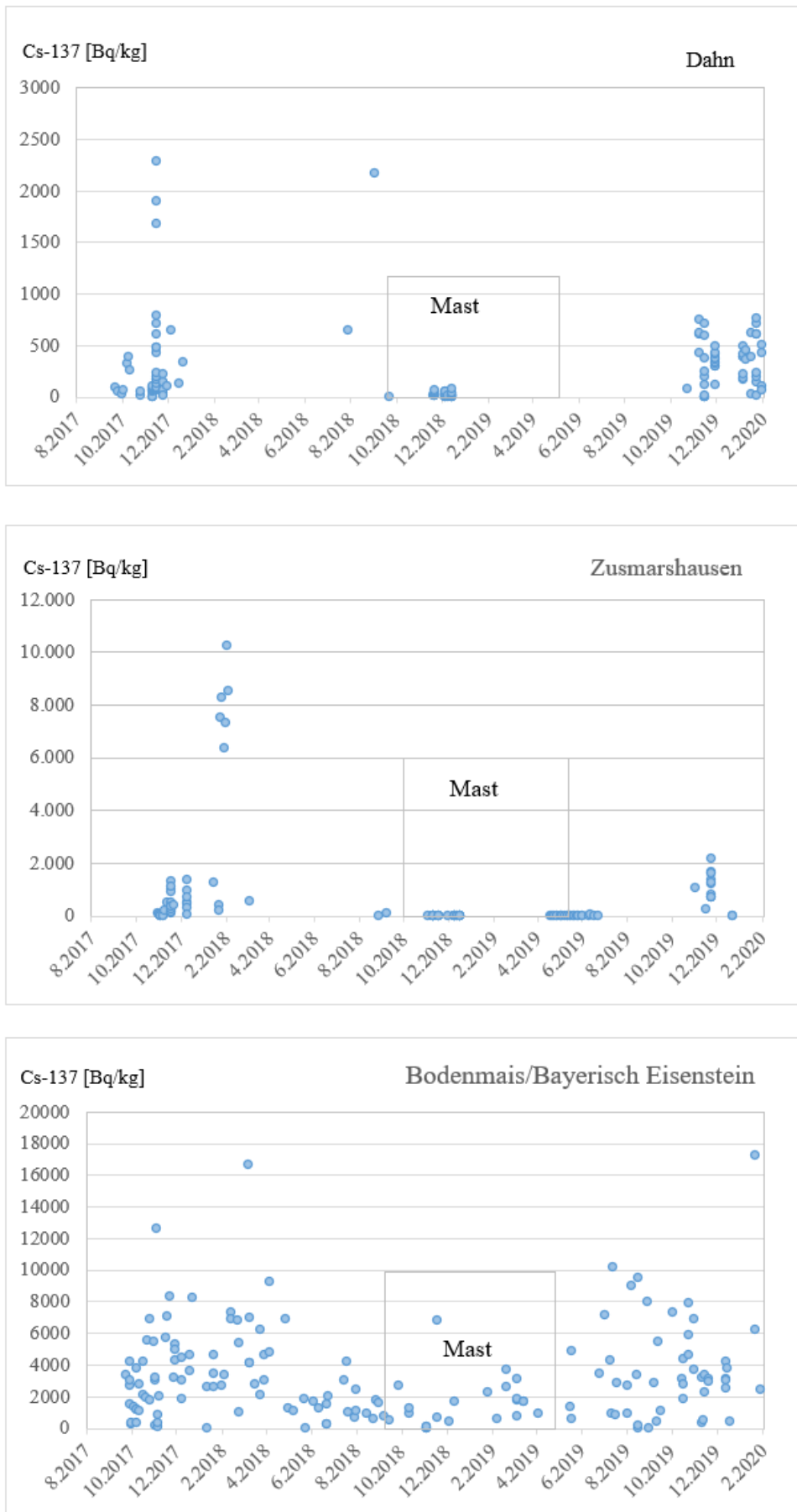


Abb. 33: ^{137}Cs -Aktivität von Wildschweinen in den Untersuchungsgebieten 2017 – 2020

Bei der Berechnung wurde davon ausgegangen, dass Wildschweine die Früchte während der Mastzeit von Oktober bis April des Folgejahres aufnehmen. Die ^{137}Cs -Aktivität wurde für den Zeitraum vor, nach und während der Mastphase berechnet.

Tab. 11 Mittelwerte der ^{137}Cs -Aktivität von Wildschweinen aus Zusmarshausen, ausgewertet nach Erlegungszeiten, unter Berücksichtigung der Früchtemast-Phase 2018/2019

Erlegungsdatum	Mittelwert	Median	95. Perzentil
	$^{137}\text{Cs Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$		
Januar – März 2018	5.094	6.869	9.516
Mastzeit Oktober 2018 – April 2019	18	16	45
Oktober – Dezember 2019	1.135	1.234	1.873

Die Mittel- und Medianwerte stimmen relativ gut überein. In 2018 waren Wildschweine in Zusmarshausen von Januar bis März mit durchschnittlich $5.094 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($n=10$) relativ hoch kontaminiert. Aus dem Sommer 2018 liegen nur 2 Proben vor. Während der Mastphase nimmt die Kontamination der Wildschweine auf durchschnittlich $18 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($n=41$) ab, keiner der Messwerte liegt über $55 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$. Während der Hauptjagdzeit von Oktober bis Dezember 2019 steigt die mittlere Kontamination auf $1.135 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($n=13$).

4.3.2.2 Einfluss der Erlegungsgewichte

Besteht bei Wildschweinen ein Zusammenhang zwischen dem Erlegungsgewicht und der ^{137}Cs -Aktivität? In der Abbildung 34 sind die Ergebnisse für jedes Untersuchungsgebiet dargestellt. Durch die Daten wurde jeweils eine lineare Regression gelegt.

Als Trendverlauf zeigen die Regressionsgeraden eine Abnahme der ^{137}Cs -Kontamination von Wildschweinen in den 3 Untersuchungsgebieten, von niedrigen zu hohen Erlegungsgewichten. Am schwächsten ist der Trend in Bodenmais ausgebildet, was aus den Daten in der Tabelle 12 ersichtlich ist. Die Erlegungsgewichte wurden in 3 Klassen eingeteilt, 0 – 20 kg, 20 – 40 kg und >40 kg. Für über 60 kg wurde keine eigene Klasse gebildet, da es zu wenig Proben gab.

Tab. 12 Mediane der ^{137}Cs -Aktivität von Wildschweinproben nach Gewichtsklassen

	0 - 20 kg	20 - 40 kg	> 40 kg
Bodenmais	2.669	2.987	2.420
Zusmarshausen	27	184	19
Dahn	162	95	77

In allen Untersuchungsgebieten ist der Median der ^{137}Cs -Kontamination von Wildschweinen bei der Gewichtsklasse >40 kg am niedrigsten. Den jeweils höchsten Median der ^{137}Cs -Aktivität haben Wildschweine aus Bodenmais und Zusmarshausen bei der Gewichtsklasse 20-40 kg, in Dahn bei 0-20 kg.

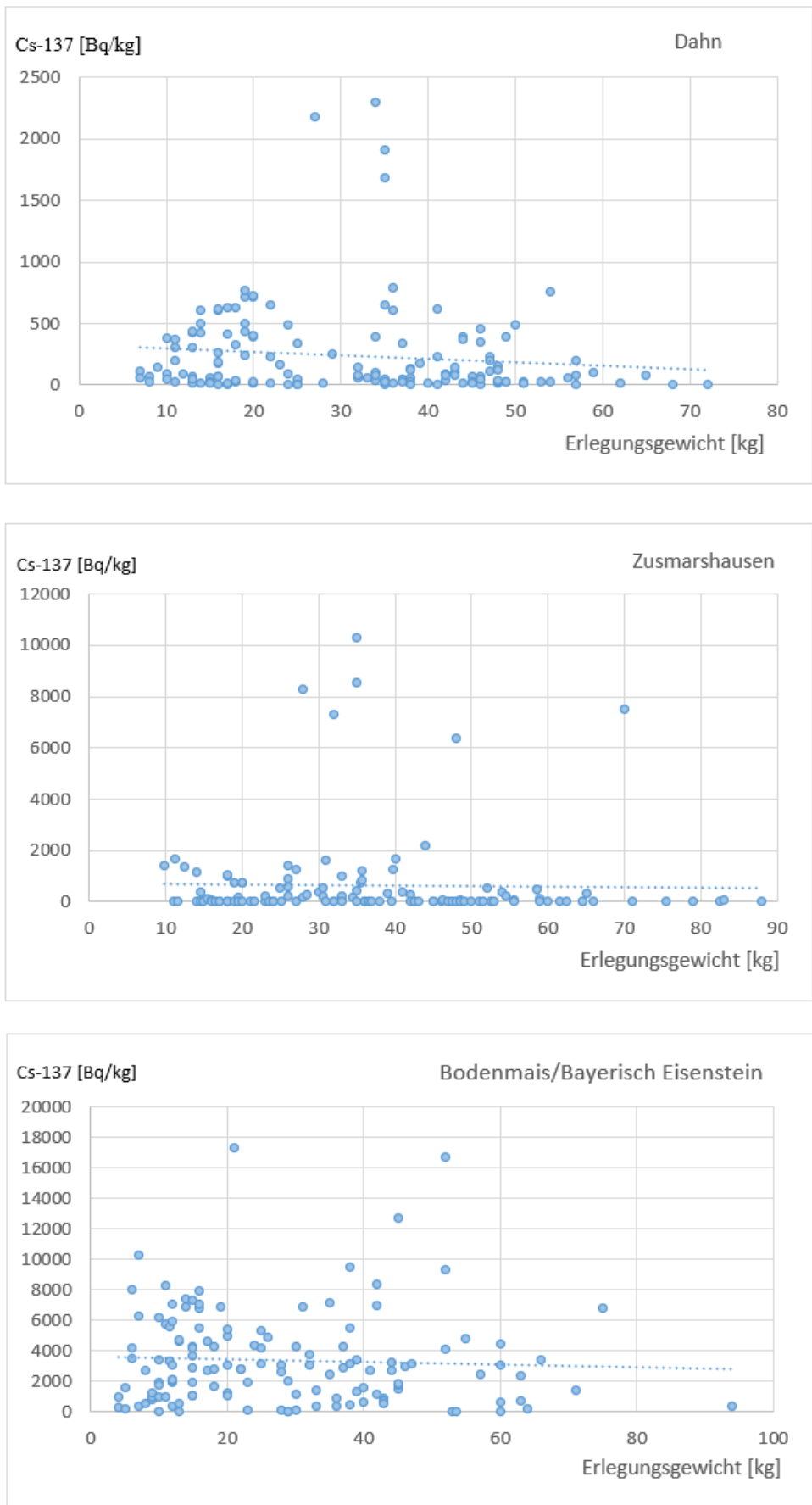


Abb. 34: ^{137}Cs -Aktivität vs. Erlegungsgewicht von Wildschweinen, mit Regressionsgeraden

Weitergehende statistische Analysen sind aufgrund der unterschiedlichen Verteilung der Proben bezüglich der Gewichtsklassen sowohl innerhalb eines Jahres, als auch über mehrere Jahresverläufe nicht sinnvoll: Die Problematik wird aus der Abbildung 35 an Wildschweinen aus Zusmarshausen deutlich. Um eine breitere Datengrundlage zu haben, wurden alle Erlegungen von 2015 – 2019 (n=1.780) einbezogen, die Erlegungsgewichte auf 4 Klassenbreiten aufgeteilt und auf einen Jahresverlauf normiert.

Der Anteil der Gewichtsklasse 0 – 20 kg ist in den Monaten Januar bis April sehr gering. Die Klasse > 60 kg ist besonders von Oktober bis Dezember vermehrt vertreten. Die Anteile der Gewichtsklassen variieren von Monat zu Monat.

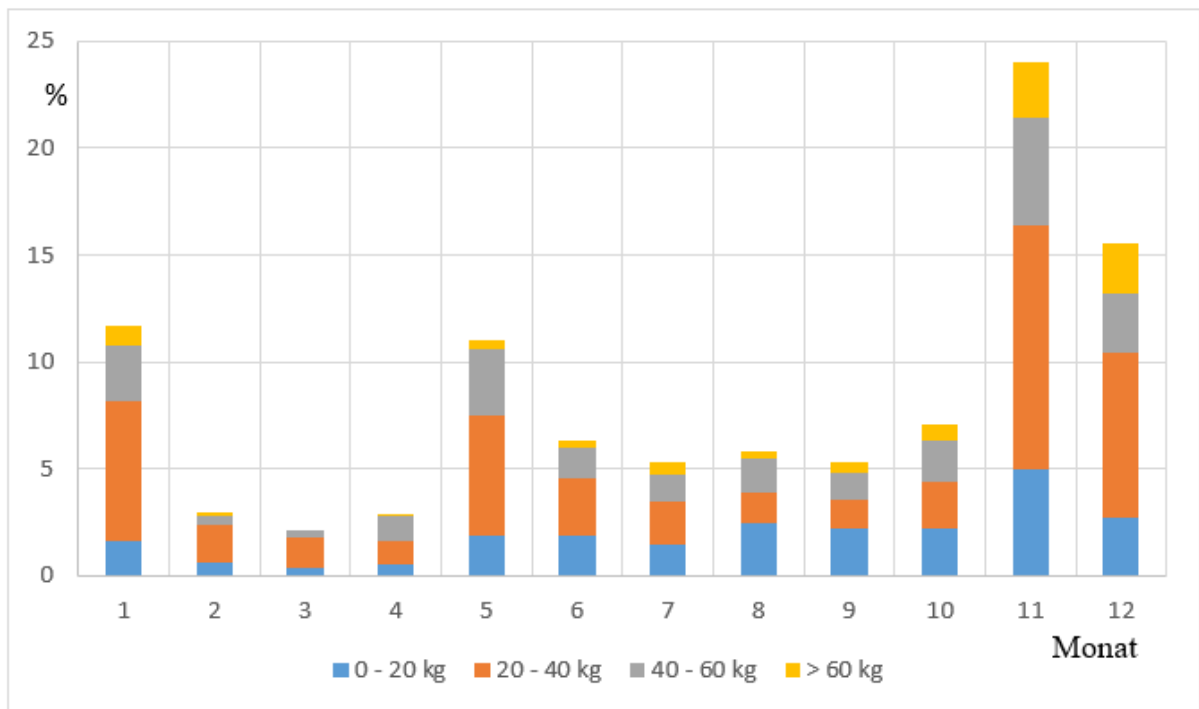


Abb. 35: Anteil der 4 Gewichtsklassen am Gesamtabschuss, normiert auf einen Jahresverlauf, Zusmarshausen 2015-2020, n=1.780

4.4 Diskussion

4.4.1 Relation Messdaten Zusmarshausen zu Bodenmais/Bayerisch Eisenstein

Nach aktuellem Wissensstand wird die ^{137}Cs -Kontamination der Wildschweine wesentlich durch den ^{137}Cs -Input von Hirschtrüffeln verursacht. Deshalb wurden im Arbeitspaket 2 dieses Forschungsvorhabens Hirschtrüffeln in den Untersuchungsgebieten beprobt und gamma-spektrometrisch gemessen. In der Abbildung 36 sind die ermittelten ^{137}Cs -Messdaten von Wildschweinen (aus Abbildung 32) und Hirschtrüffeln als Box-Plots gegenübergestellt.

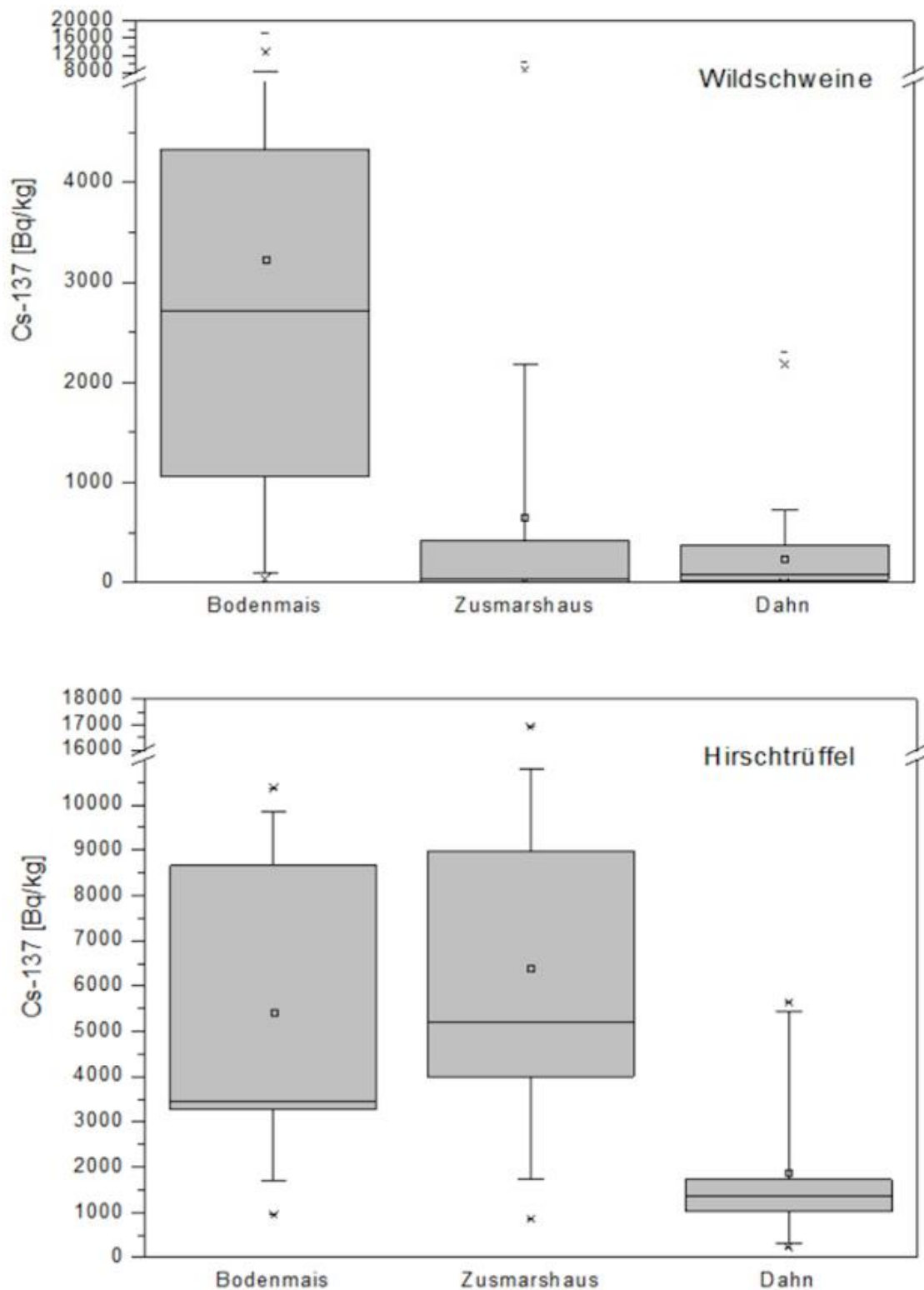


Abb. 36: Box-Plots der im Projekt gemessenen ^{137}Cs -Aktivität von Wildschweinen (oben) und von je 15 Hirschtrüffeln aus 3 Untersuchungsgebieten (unten)

Die Box, die die zentralen 50% der Messwerte von Wildschweinen umfasst, zeigt für Bodenmais/Bayerisch Eisenstein deutlich höhere Aktivitäten als für Zusmarshausen. Dagegen lag die ^{137}Cs -Aktivität der Hirschtrüffeln auf einem ähnlichen Niveau. Die Ursache für diese Diskrepanz ist in der Variabilität verschiedener Einflussfaktoren begründet:

4.4.2 Ungleiche Probenanzahl aus der Mastperiode 2018/2019

Trotz einem Median von $32 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ kamen bei Wildschweinen in Zusmarshausen auch deutlich höhere ^{137}Cs -Aktivitäten vor: $6.404 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, $7.333 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, $7.530 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, $8.296 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, $8.569 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ und $10.290 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Der hohe Anteil von Proben aus der Mast 2018/2019 beeinflusst das Gesamtergebnis von Zusmarshausen jedoch massiv: in diesem Zeitraum war die ^{137}Cs -Aktivität bei Wildschweinen besonders niedrig (Tabelle 11). Während aus Bodenmais/Bayerisch Eisenstein nur 9,3% der Proben aus der Zeit von September 2018 - Mai 2019 stammten, waren es aus Zusmarshausen 47,6%.

Auf die Termine der Probenahme der Forstdienststellen konnte von Projektseite her nicht eingewirkt werden.

4.4.3 Unterschiede: Bodenkontamination und Probenherkunft der Wildschweine

Die Dienstfläche des Forstbetriebs Bodenmais ist fragmentiert und erstreckt sich über eine Ausdehnung von ca. $40 \times 40 \text{ km}$, von Deggendorf bis ca. 5 km vor Bayerisch Eisenstein (Abbildung 37). Das 2200 ha große Revier der Fürstlichen Hohenzollernschen Forstverwaltung umfasst das gesamte Areal zwischen der östlichen Grenze des Forstbetriebs Bodenmais bis zur tschechischen Grenze nord-westlich von Bayerisch Eisenstein.

Die ^{137}Cs -Aktivität der Böden variiert in diesem Untersuchungsgebiet erheblich: niedrige Bodenkontaminationen im westlichen und mittleren Areal (östlich von Deggendorf) und relativ hohe in den Bergregionen zwischen Bodenmais, Arber und Bayerisch Eisenstein (Details s. a. Bayerisches Landesamt für Umwelt 2006).

Mit die höchste, in Deutschland durch den Tschernobyl-Fallout eingetragene ^{137}Cs -Flächenaktivität weisen die Böden südöstlich von Bayerisch Eisenstein, im Nationalpark Bayerischer Wald auf. Diese Flächen grenzen unmittelbar östlich an das Untersuchungsgebiet Bodenmais/Bayerisch Eisenstein. Hier wurde vom Autor in einem 2018, am Hochberg entnommenen Bodenprofil ein Inventar von $67.495 \text{ Bq } ^{137}\text{Cs} \cdot \text{m}^{-2}$ ermittelt. (Abbildung 3 <https://www.umweltanalysen.com/boden/caesium-137-bodenbelastung-und-vertikale-migration/>).

Da Wildschweine bei der Nahrungsaufnahme keine Grenzen von Untersuchungsgebieten beachten, können sie auch höher kontaminierte Hirschtrüffeln als die ermittelten aufnehmen.

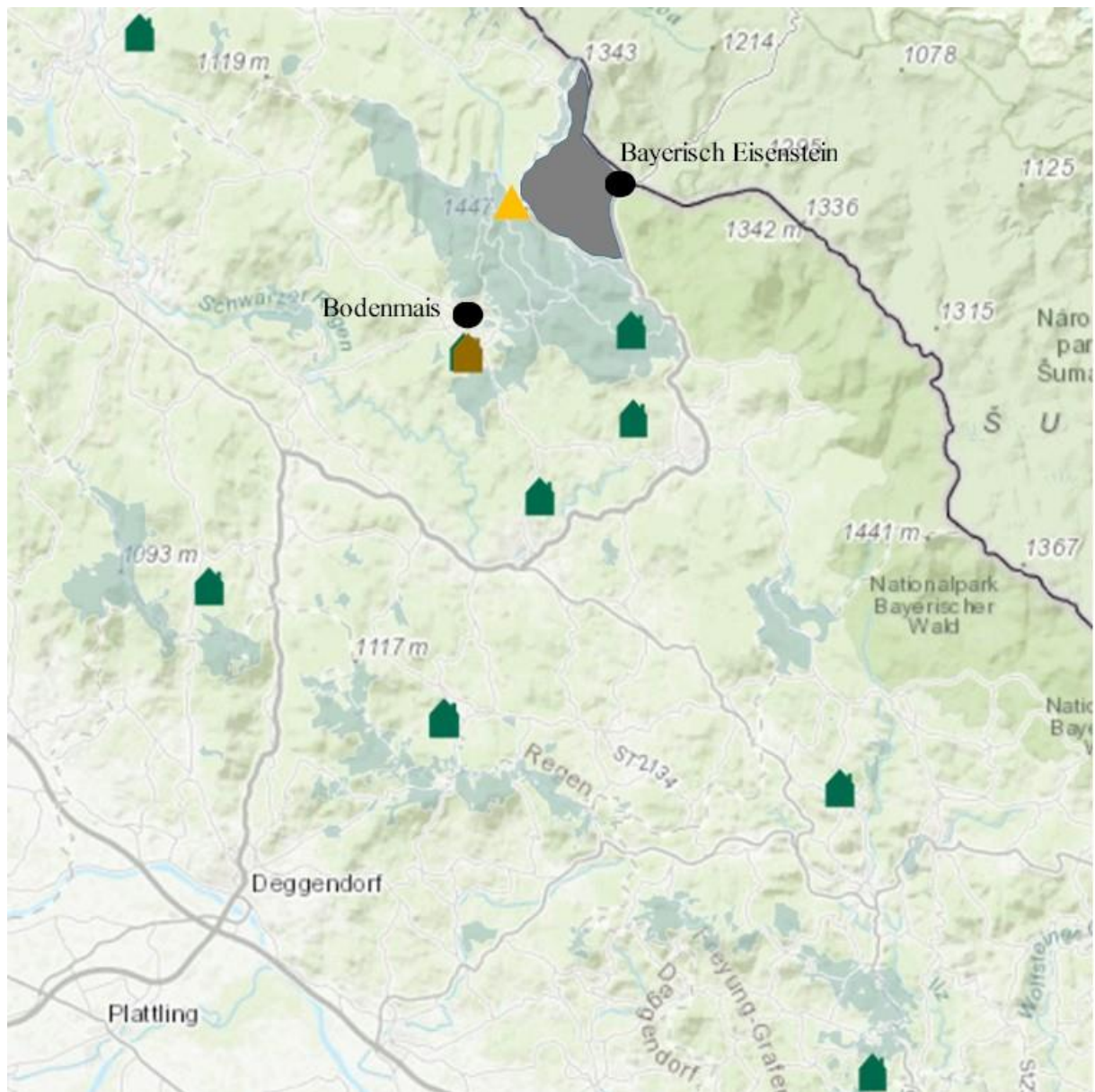


Abb. 37: Dienstflächen des Forstbetriebs Bodenmais (blaugraue Flächen) und der Fürstlich Hohenzollernschen Forstverwaltung (dunkelgrau). Revierförstereien = grüne Markierungen, Großer Arber (1455,5 m ü. NHN) = oranges Dreieck. Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Die Beprobung der Hirschtrüffeln in AP2 erfolgte weitgehend flächenrepräsentativ, somit auch auf den geringer kontaminierten Waldböden im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes. Aber 80% der Wildschweinproben stammten aus der Region Bodenmais/Bayerisch Eisenstein, den Gebieten mit höher kontaminierten Böden.

Deshalb korreliert die ^{137}Cs -Aktivität von Hirschtrüffeln und Wildschweinen nicht wie erwartet. Darüber hinaus hat die Methodik der Beprobung von Hirschtrüffeln Einfluss auf das Ergebnis.

4.4.4 Beprobung von Hirschtrüffeln

In AP2 wurden Hirschtrüffeln einzeln auf ^{137}Cs -Aktivität gemessen. Begleitende Untersuchungen zeigen eine erhebliche Variabilität der Messwerte bei verschiedenen Fruchtkörpern von einem Fundort.

Bei der Rasterbeprobung in AP2 wurden 3 Fruchtkörper von Hirschtrüffeln aus der Arber-Region gemessen, die im Verhältnis zur Bodenkontamination niedrige ^{137}Cs -Aktivitäten aufwiesen. Der Höchstwert war $10.370 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ bezogen auf Frischsubstanz.

Im Rahmen von eigenen Langzeitstudien ermittelte der Autor deutlich höhere Werte. Beprobte werden immer Mischproben von Fruchtkörpern eines Standortes. Auf der im Untersuchungsgebiet Bodenmais/Bayerisch Eisenstein gelegenen Dauerprobefläche B1 enthielten 2018 entnommene Hirschtrüffeln ($n=4$ Mischproben) im Mittel $20.358 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Median $22.416 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Ähnlich hohe ^{137}Cs -Aktivitäten wurden bei Hirschtrüffeln ermittelt, die im Gebiet südöstlich von Bayerisch Eisenstein, am Hochberg vom Autor gefunden wurden, der Höchstwert betrug rund $45.500 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$. 9 von 10 Mischproben überschritten den bei der Rasterbeprobung in AP2 ermittelte Maximalwert von $10.370 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ (umweltanalysen.com 2020). Es stellt sich die Frage, ob Einzelmessungen oder Mischproben die Verhältnisse besser abbilden.

4.4.5 Relation Messdaten Zusmarshausen zu Dahn

Obwohl Hirschtrüffeln in Zusmarshausen deutlich höhere ^{137}Cs -Aktivitäten aufweisen als in Dahn, sind Wildschweine ähnlich hoch kontaminiert (Abbildung 36): Die Boxen liegen auf einem ähnlichen Aktivitäts-Niveau.

Wie schon im Vergleich zum Untersuchungsgebiet Bodenmais, wirkt sich die unterschiedliche Probenzahl während der Mastphase 2018/2019 auf die Messergebnisse aus. Beispielsweise stammten aus Zusmarshausen rund 19% der gemessenen Proben (122) mit sehr niedrigen Messwerten aus dem Frühjahr 2019, während aus Dahn aus diesem Zeitraum keine Proben geliefert wurden.

4.5 Fazit

Die diskutierte Variabilität der Einflussfaktoren auf die ermittelte ^{137}Cs -Kontamination von Wildschweinen zeigt die Komplexität des Gesamtsystems.

Hecht (1997) weist für Rehwild auf leicht mögliche Fehlinterpretationen von ^{137}Cs -Messdatensätzen hin, wenn unterschiedliche Randbedingungen nicht beachtet werden. Wobei der Kontaminationsverlauf bei Rehen, im Vergleich zu Wildschweinen relativ einfach ist: regelmäßige, vom Frühjahr zum Herbst zunehmende ^{137}Cs -Aktivität im Muskelfleisch.

Bei Wildschweinen hat die zeitliche Verteilung der Proben im Jahresverlauf deutliche Auswirkungen auf die durchschnittliche ^{137}Cs -Kontamination, insbesondere in Mastjahren.

Im Untersuchungsgebiet Bodenmais/Bayerisch Eisenstein haben Wildschweine in den höheren Bergregionen keinen Zugang zu landwirtschaftlichen Nutzflächen, was eingeschränkt auch für Dahn zutrifft. Dagegen können Wildschweine aus Zusmarshausen

regelmäßig auch Nahrung wie Mais etc. auf Feldern aufnehmen, die nur sehr geringe ^{137}Cs -Aktivität enthält.

4.6 Daten sämtlicher in den Untersuchungsgebieten erlegten Wildschweine

Über einen Zeitraum von 30 Monaten wurden Daten zu allen, in den Untersuchungsgebieten erlegten Wildschweine beschafft (Tabelle 13). Erfasst wurden: Erlegungsdatum, Erlegungsgewicht, jagdliche Klasse, Geschlecht und wenn möglich die Jagdart. Die Daten werden der Auftraggeberin als Excel Tabelle übermittelt. Insgesamt liegen 2.538 Datensätze vor:

- Bodenmais/Bayerisch Eisenstein = 485
- Dahn = 777
- Und aus Zusmarshausen = 1.276 Datensätze

Tab. 13: Verteilung der Erlegungsdaten von Wildschweinen in den Untersuchungsgebieten

Jahr	Bodenmais	Dahn	Zusmarshausen
2017	182	162	320
2018	132	232	288
2019	155	303	538
2020	16	80	115

5 Literatur

5.1 AP1

Amtsblatt der Europäischen Union 2015: Durchführungsverordnung (EU) 2015/1375 der Kommission vom 10. August 2015. Mit spezifischen Vorschriften für die amtlichen Fleischuntersuchungen auf Trichinen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015R1375&from=DE>. Zugriff 18.01.2021.

Arnold, W. 2005: Schwarzwild: Hintergründe einer Explosion. Weidwerk 1(2005):8–11.

Aumaitre, A., Morvan, C., Quere, J. P., Peiniau, J., Valet, G. 1982: Productivité potentielle et reproduction hivernale chez la laie (*Sus scrofa scrofa*) en milieu sauvage. Journées Recherche Porcine en France 14: 109-124.

Bader, W. 1983: Untersuchungen beim Wildschwein. Dissertation, München, 85 S.

Baumann, M. 2001: Schwarzwild im Kanton Solothurn, Analyse der aktuellen Situation und Strategie zur zukünftigen Bewirtschaftung. Kanton Solothurn, Solothurn, 50 S. URL: https://so.ch/fileadmin/internet/vwd/vwd-awjf-jagd/pdf/schwarzwild_konzept_so_2000.pdf Zugriff 18.01.2021.

Begon, M., Mortimer, M., Thompson, D. J. 1997: Populationsökologie. Spektrum Akad. Verl.: 380 S.

bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/stickstoffbericht_2017_bf.pdf. Zugriff 18.01.2021.

Briedermann, L. 1981, 1986 und 2009: Schwarzwild.

Briedermann, L. 1970: Zum Körper- und Organwachstum des Wildschweines in der Deutschen Demokratischen Republik. Arch. Forstwe., 19, 4:401-420.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2018: Verordnung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. Verordnung zur Änderung der Schweinepest-Verordnung und der Verordnung über die Jagdzeiten vom 02.11.2018. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Glaeserne-Gesetze/Referentenentwuerfe/1.VO-Aend-SchweinepestVO.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

deutsches-jagd-lexikon.de. Zugriff: 20.01.2020.

Elliger, A., Linderoth, P., Pegel, M., Seitler, S. 2001: Ergebnisse einer landesweiten Befragung zur Schwarzwildbewirtschaftung. WFS-Mitteilungen: Nr. 4/2001: 1-4.

Feichtner, B. 1998: Ursachen der Streckenschwankungen beim Schwarzwild im Saarland. Z. Jagdwiss. 44, 140–150.

Fielitz, U. 2005: Untersuchungen zum Verhalten von Radiocäsium in Wildschweinen und anderen Biomedien des Waldes. Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz. BMU – 2005-675.

Frauendorf, M., Gethöffer, F., Siebert, U., Keuling, O. 2016: The influence of environmental and physiological factors on the litter size of wild boar (*Sus scrofa*) in an agriculture dominated area in Germany. Science of the Total Environment, 541, pp 877–882.

Geisser, H. 2000: Das Wildschwein (*Sus scrofa*) im Kanton Thurgau (Schweiz): Analyse der Populationsdynamik, der Habitatsprüche und der Feldschäden in einem anthropogen beeinflussten Lebensraum. Diss. Universität Zürich. 91 S.

Gethöffer, F. 2005: Reproduktionsparameter und Saisonalität der Fortpflanzung des Wildschweins (*Sus scrofa*) in drei Untersuchungsgebieten Deutschland. Dissertation TiHo Hannover.

Grubešić, M., Konjević, D., Severin, K., Hadžiosmanović, M., Tomljanović, K., Mašek, T., Margaletić, J., Slavica, A. 2011: Dressed and undressed weight in naturally bred wild boar (*Sus scrofa*): The possible influence of crossbreeding, *Acta Alimentaria*, Vol. 40 (4), pp. 502–508.

Hahn, N. 2014: Brennpunkt Schwarzwild - Projekt zur Entwicklung innovativer regionaler Konzepte – Abschlussbericht im Auftrag der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF).

Henry, V. G. 1969: Estimating Whole Weights from Dressed Weights for European Wild Hogs. *Journal of Wildlife Management* 33(1):222.

Hessischer Landtag 2010, Drucksache 18/2175

<http://starweb.hessen.de/cache/DRS/18/5/02175.pdf>. Zugriff: 03.02.2020.

Hohmann, U., Huckschlag, D. 2005: Investigations on the radiocaesium contamination of wild boar (*Sus scrofa*) meat in Rhineland Palatinate: a stomach content analysis. *Eur. J. Wildl. Res.* 51: 263-270.

Hohmann, U. 2013: „Überlegungen zum Schwarzwildmanagement, insbesondere zur Bedeutung der Bachenbejagung bei der Bestandeskontrolle“ Vortrag anlässlich einer vom Koordinierungsteam des Modellgebiets Nittenau organisierten Veranstaltung am 22.11.2013 im Tierzuchtzentrum Schwandorf.

jagdverband.de. Zugriff 19.01.2020.

Keuling, O. 2011: Human Dimension der Schwarzwildbejagung. In: *Wir Zählen, 20 Jahre Wildtiererfassung in Niedersachsen*. Tagungsband zum Festakt und Symposium am 20. Mai 2011 in Hannover. S. 36-38.

Kjellsson, M. 2017: Ny toppnotering i antalet fällda vildsvin. *Svensk Jakt*, 8, pp 48-49.

Linderoth, P., Pegel, M., Elliger, A., Liebl, S., Seitler, S. 2010: Schwarzwildprojekt Böblingen. *Wildforschung in Baden-Württemberg* 8: 159 S.

LWF 2021: www.lwf.bayern.de/biodiversitaet/wildtiermonitoring_jagd/102909/index.php. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Herausgeber: Freistaat Bayern, Körperschaft des öffentlichen Rechts. Zugriff 19.01.2021.

<https://www.lw-heute.de/-mastjahr-nach-anderen>. Zugriff 18.01.2021.

Malmsten, A., Dalin, A., M. 2016: Puberty in female wild boar (*Sus scrofa*) in Sweden. *Acta Vet Scand* 58:55.

Malmsten, A. 2017: On the Reproduction of Female Wild Boar (*Sus scrofa*) in Sweden. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Department of Clinical Sciences Uppsala. Thesis.

Mattioli, S., Pedone, P. 1995b: Body growth in a confined wild boar population. *Ibex: Journal of Mountain Ecology* 3, 64–65.

Mattioli, S., Pedone, P. 1995: Dressed versus undressed weight relationship in wild boars (*Sus scrofa*) from Italy. *IBEX J.M.E.* 3:72-73.

Massei, G., Genov, P., Staines, B.W. 1996: Diet, food availability and reproduction of wild boar in a Mediterranean coastal area. *Acta Theriol.* 41: 307–320.

McCann, B., Davie, D. K., Feldhamer, G. A. 2003: Distribution, Habitat Use, and Morphotypes of Feral Hogs (*Sus scrofa*) in Illinois Transactions of the Illinois State Academy of Science, Vol. 96 No. 4.

nw-fva.de/fileadmin/user_upload/Verwaltung/Publikationen/2011/Horvath_et_al_AFZ-2011-17_22-24.pdf. Zugriff 18.01.2021.

Orłowska, L., Rembacz, W., Florek, C. 2012: Carcass weight, condition and reproduction of wild boar harvested in north-western Poland. *Pest Management Science*, 69, S. 367-370.

Pohlmeyer, K., Sodeikat, G. 2004: Populationsdynamik und Raumnutzung des Schwarzwildes (*Sus scrofa* L.). In: *Schwarzwild aktuell.* (= Schriftenreihe des Landesjagdverbandes Bayern e.V., Band 12), 2004, S. 11-21.

Popović, Z., Beuković, M., Novaković, N., Gačić, D. 2006: Mase i randman divljih svinja (*Sus scrofa* L.) u intenzivnom načinu gajenja. *Savremena poljoprivreda*, 55, 3-4: 12-16.

Rüter, S., Reich, M. (Hrsg.) 2011: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft (SUNREG III). Umwelt und Raum, Band 2. Schriftenreihe des Instituts für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover. Göttingen 2011. S. 5-17.

Stubbe, I., Stubbe, M., Stubbe, W. 1980: Die Körperentwicklung des Schwarzwildes im Wildforschungsgebiet Hakel. *Beitr. Jagd- und Wildforsch.*, 11: 245-259.

Rosvold, J., Andersen, R. 2008: Wild boar in Norway – is climate a limiting factor? NTNU Vitenskapsmuseet. Rapport Zoologisk Serie 2008 1:1–23.

Vetter, S., Ruf, T., Bieber, C., Arnold, W. 2015: What Is a Mild Winter? Regional Differences in Within-Species Responses to Climate Change. *PLoS One*. 2015;10(7):e0132178.

Wildauer, L. 2006: Wildschwein (*Sus scrofa*) und Reh (*Capreolus capreolus*) in den Bezirken Zentral- und Ostösterreichs seit 1950: Abschuss- und Bestandsentwicklung, mögliche Einflussfaktoren, Wildschweinschäden in der Landwirtschaft. Diplomarbeit am Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien.

5.2 AP2

Brunjes, P. C., Feldman, S., Osterberg, S. K., 2016: The Pig Olfactory Brain: A Primer. *Chemical Senses*; 41(5): 415–425.

Hohmann, U., Huckschlag, D., 2005: Investigations on the radiocaesium contamination of wild boar (*Sus scrofa*) meat in Rhineland Palatinate: a stomach content analysis. *Eur. J. Wildl. Res.* 51: 263-270.

Rees, M., Fisch, C. 1887: Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffeln *Elaphomyces*. Bibliotheca Botanica 7: 1–24.

Umweltanalysen.com 2019: <https://www.umweltanalysen.com/boden/caesium-137-bodenbelastung-und-vertikale-migration/> Abb. 3. Zugriff 18.01.2021.

Winkelbauer, J., Voelkel, J., Leopold, M., Huerkamp, K., Dehos, R., 2012: The vertical distribution of Cs-137 in Bavarian forest soils. Eur. J. For. Res. 131, 1585.

5.3 AP3

Bayerisches Landesamt für Umwelt 2006: Bericht über die Veränderungen der Radioaktivität in Böden seit dem Reaktorunfall von Tschernobyl vor 20 Jahren. Eine Bestandsaufnahme der seitdem in Bayern durchgeführten Untersuchungen.

Deutscher Jagdverband 2020: https://www.jagdverband.de/sites/default/files/2020-02/2020-02_Infografik_Jahresstrecke_Schwarzwild_2018_2019.jpg

Fielitz, U. 2005: Untersuchungen zum Verhalten von Radiocäsium in Wildschweinen und anderen Biomedien des Waldes. Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz. BMU – 2005-675.

deutsches-jagd-lexikon.de, jagdverband.de

Linderoth, P., Pegel, M., Elliger, A., Liebl, S., Seitler, S. 2010: Schwarzwildprojekt Böblingen. Wildforschung in Baden-Württemberg 8: 159 S.

Hecht, H. 2007: 11 Jahre nach dem Unfall von Tschernobyl – Zeitliche Entwicklung der Radiocäsiumkontamination des Wildbrets von 4 Wildarten. In: Radiocäsium in Wald und Wild. 2. Veranstaltung Kulmbach 10./11. Juni 1997. Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach.

Rohmeder, E. 1972: Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

umweltanalysen.com 2020: <https://www.umweltanalysen.com/elaphomyces/radioaktivitaet/>
Tab. 1.1