

Alters- und geschlechtsspezifische Analyse von im Straßenverkehr getöteten Wildkatzen

Bachelorabschlussarbeit

Angefertigt an der Professur für Wildtierökologie und
Wildtiermanagement

Studiengang Waldwirtschaft und Umwelt

Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



Marius Huber

Matrikelnummer: 3704992

Abgabetermin: 1. Januar 2019

Referentin: Prof. Dr. Ilse Storch

Koreferent: Prof. Dr. Ulrich Schraml



Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die Abschlussarbeit mit dem Titel „Alters- und geschlechtsspezifische Analyse von im Straßenverkehr getöteten Wildkatzen“ selbstständig verfasst, ganz oder in Teilen noch nicht als Prüfungs- oder Studienleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Sämtliche Stellen der Arbeit, die benutzten Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich durch Quellenangaben kenntlich gemacht. Dies gilt auch für Zeichnungen, Skizzen, bildliche Darstellungen und dergleichen sowie für Quellen aus dem Internet.

Mit meiner Unterschrift willige ich ein, dass meine Arbeit mittels einer Plagiatssoftware überprüft werden kann und dass zu diesem Zweck elektronische Kopien (in anonymisierter Version) gefertigt und gespeichert werden können.

Freiburg, 28. Dezember 2018

Marius Huber

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Abbildungsverzeichnis | III |
| Tabellenverzeichnis..... | III |
| Zusammenfassung..... | IV |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Zielsetzung..... | 3 |
| 2 Untersuchungsgebiet | 5 |
| 3 Material und Methoden | 7 |
| 3.1 Herkunft der Daten | 7 |
| 3.1.1 Stichprobe der Daten..... | 8 |
| 3.2 Präparation der Schädel, Ellenknochen und Canini | 9 |
| 3.3 Altersschätzung der Totfunde..... | 10 |
| 3.3.1 Altersschätzung der Canini | 10 |
| 3.3.2 Altersschätzung der Ellenknochen | 14 |
| 3.4 Statistische Auswertung | 15 |
| 3.5 GIS-Auswertung | 16 |
| 4 Ergebnisse | 17 |
| 4.1 Präparation und Altersschätzung | 17 |
| 4.1.1 Altersschätzung der Ellenknochen | 17 |
| 4.1.2 Altersschätzung der Canini | 19 |
| 4.1.3 Altersschätzung final..... | 20 |
| 4.1.4 Altersverteilung Analysedaten | 21 |
| 4.2 Analyse der Fundorte der Totfunde..... | 24 |
| 4.2.1 Individuenspezifische Habitateignung der Fundorte..... | 26 |
| 4.2.2 Habitateignung der Fundorte der Stichprobe | 34 |
| 4.3 Zeitliche Schwerpunkte der Straßenmortalität | 37 |
| 4.4 Populationsökologische Parameter der Totfunde | 39 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5 | Diskussion | 40 |
| 5.1 | Diskussion der Methoden | 41 |
| 5.1.1 | Stichprobenumfang und -zusammensetzung..... | 41 |
| 5.1.2 | Altersschätzung der Canini | 41 |
| 5.1.3 | Altersschätzung der Ellenknochen | 42 |
| 5.2 | Diskussion der Ergebnisse..... | 43 |
| 5.2.1 | Alters- und Geschlechtsgruppe der Totfunde..... | 44 |
| 5.2.2 | Habitateignung der Fundorte | 46 |
| 5.2.3 | Zeitliche Schwerpunkte der Totfundverteilung..... | 47 |
| 5.2.4 | Populationswirksamer Effekt der Straßenmortalität | 48 |
| 6 | Fazit..... | 49 |
| 6.1 | Methodenempfehlung | 49 |
| 6.2 | Schlussfolgerung der Ergebnisse..... | 50 |
| 7 | Danksagung | 51 |
| 8 | Literaturverzeichnis..... | 52 |
| A. | Anhang | 55 |
| a. | Canini | 55 |
| b. | Ellenknochen | 56 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Flächennutzung Baden-Württembergs..... | 6 |
| Abbildung 2: Nachweise Europäischer Wildkatzen 2006 - Ende 2017 | 7 |
| Abbildung 3: Querschnitte von Canini unterschiedlich alter Wildkatzen..... | 11 |
| Abbildung 4: Fotografie eines Papierbogens zum Röntgen..... | 12 |
| Abbildung 5: Zuordnung der geröntgten Zähne zu den Referenzzähnen von Götz (2015)..... | 13 |
| Abbildung 6: Fotografie der Epiphysenfuge einer von der FVA bewerteten Wildkatze..... | 15 |
| Abbildung 7: Altersschätzung anhand der Wildkatzenanini nach Geschlecht..... | 19 |
| Abbildung 8 Alters- und Geschlechtsverteilung der Wildkatzen der Analyse | 20 |
| Abbildung 9: Übersichtskarte der Fundorte der Totfunde | 24 |
| Abbildung 10: Detailkarte 1 | 26 |
| Abbildung 11: Detailkarte 2 | 27 |
| Abbildung 12: Detailkarte 3 | 28 |
| Abbildung 13: Detailkarte 4 | 29 |
| Abbildung 14: Detailkarte 5 | 30 |
| Abbildung 15: Detailkarte 6 | 31 |
| Abbildung 16: Detailkarte 7 | 33 |
| Abbildung 17: Detailkarte 8 | 34 |
| Abbildung 18: Anzahl der Totfunde nach Fundort | 35 |
| Abbildung 19: Säulendiagramm der Fundmonate | 37 |
| Abbildung 20: Boxplot des Gewichts der Alters- und Geschlechtsgruppen..... | 39 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Ausgewertete Datensätze aufgegliedert in Geschlecht und Auswertenden | 9 |
| Tabelle 2: Bewertungsschema der Morphologie der Ellenknochen..... | 14 |
| Tabelle 3: Ergebnisse der Altersschätzung anhand der Ellen | 18 |
| Tabelle 4: Tabelle mit den gemessenen Daten der Tiere und der Altersschätzung | 22 |

Zusammenfassung

Ziel des Artenschutzes ist das Erreichen und Erhalten des günstigen Erhaltungszustandes seltener und geschützter Arten. Durch das Flora-Fauna-Habitat-Monitoring mit einem Berichtszeitraum von sechs Jahren wird dieser überwacht und anhand verschiedener Gesichtspunkte evaluiert: „aktueller natürliches Verbreitungsgebiet“, „Population“, „Habitat der Art“ und „Zukunftsaußichten“. Zur Evaluation der „Population“ gehört die Analyse ihrer Beeinträchtigung durch bestimmte Gefährdungsursachen. Zum Herausfinden der Gefährdungsursachen bietet sich die Totfundanalyse an.

Die Wildkatze *Felis silvestris silvestris* (SCHREBER 1777) ist eine nach der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie geschützte Tierart. Seit ihrer Rückkehr nach Baden-Württemberg, nachgewiesen durch einen Totfund 2006, gab es noch keine Analyse der gesammelten Totfunde.

In der vorliegenden Thesis wurden die an der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg gesammelten Wildkatzentotfunde mit Todesursache Straßenverkehr analysiert. Das Geschlecht der Wildkatzen war bekannt.

Um die Frage zu klären, welche Alters- und Geschlechtsgruppe der Wildkatzen Baden-Württembergs hauptsächlich von Straßenmortalität betroffen ist, wurde das Alter der Tiere geschätzt und deskriptive Statistik genutzt. Anhand der Canini und der Ellenknochen wurde das Alter der Wildkatzen geschätzt: Röntgenbilder der Canini wurden mit Fokus auf die Schließung der Pulpahöhle mit Referenzbildern verglichen und der Altersklasse des passenden Referenzzahnes zugeteilt. Die Altersschätzung der Ellenknochen fand anhand des Verknöcherungsgrades der distalen und proximalen Epiphysenscheibe statt.

Für eine Analyse der Habitateignung der Fundorte wurde das auf Baden-Württemberg extrapolierte Wildkatzenhabitatmodell genutzt. Die zeitliche Verteilung der Totfunde wurde mit deskriptiver Statistik ermittelt. Die Frage nach dem populationswirksamen Effekt der Straßenmortalität wurde anhand der Ergebnisse der Frage nach Alters- und Geschlechtsgruppe der Totfunde diskutiert.

Die Ergebnisse bestätigen die hauptsächliche Gefährdung von männlichen und männlichen subadulten Wildkatzen durch Straßenverkehr sowie die Annahme, Straßenverkehr sei eine wichtige Gefährdungsursache in der stark fragmentierten Kulturlandschaft Baden-Württembergs.

1 Einleitung

Ziel des Artenschutzes ist das Erreichen und Erhalten des günstigen Erhaltungszustandes seltener und geschützter Arten. Durch das FFH-Monitoring mit einem Berichtszeitraum von sechs Jahren wird dieser überwacht und anhand verschiedener Gesichtspunkte evaluiert: „aktueller natürliches Verbreitungsgebiet“, „Population“, „Habitat der Art“ und „Zukunftsansichten“ (Europäische Kommission 2011).

Zur Bewertung der „Population“ gehört die Beurteilung des Grades ihrer Beeinträchtigung und durch welche Gefährdungsursachen sie beeinträchtigt wird. Um die akuten Gefährdungsursachen zu evaluieren, bietet sich die Möglichkeit des Totfundmonitorings an (Simon, Lang et al. 2015). Bei Tierarten mit großen Aktionsräumen und abwandernden Spezies sind die Mortalität durch Straßenverkehr (Beier, 1995; Breitenmoser-Würsten, Zimmermann et al. 2001; Roedenbeck 2007) und Barrierewirkung von Straßen wichtige Gefährdungsursachen (Breitenmoser-Würsten, Zimmermann et al. 2001).

Bei Säugetieren, im Gegensatz zu Vögeln, ist das Abwandern „male-biased“: Dies bedeutet, dass das männliche Individuum der Art abwandert, um sich ein Revier zu suchen, während das weibliche Individuum philopatrisch, also annähernd standorttreu ist. Als Gründe dieser Art des Abwanderns (Dispersals) werden hauptsächlich Konkurrenz um Ressourcen, Konkurrenz um Partner und Vermeidung von Inzucht angenommen (Greenwood 1980).

Auch im Alter der abwandernden Individuen gibt es eine Tendenz: Bei der Mehrheit der untersuchten Säugetier-Spezies fällt die Abwanderung mit dem Altersklassen-Habitus juvenil zusammen. Greenwood benennt dieses Verhalten als „natal dispersal“ und definiert es als die Art der Abwanderung eines Tiers, welches vom Geburtsort zum Ort der ersten Reproduktion abwandert (Greenwood, 1980).

Die Theorie des male-biased dispersals trifft auch auf einige solitäre Feliden zu (*Lynx lynx*, *Lynx rufus*, *Puma concolor*, *Panthera tigris*): Weibchen sind philopatrisch (Eisenberg 1986 in Janečka, Blankenship et al. 2007), subadulte Männchen sind geneigt, abzuwandern (Kitchings & Story 1984).

Die Abwanderung und Gefährdung mittelgroßer und großer Carnivoren wurde untersucht (u. a. Beier 1995, Swenor, Logan & Hornocker 2000). Es gibt jedoch weniger Studien über das Abwandern und die einhergehende Gefährdung mittlerer und kleiner alleinlebender Carnivoren (Ferreras, Delibes et al. 2004) wie der Europäischen Wildkatze (*Felis silvestris silvestris* SCHREBER 1777), die in dieser Thesis behandelt wird.

Die Europäische Wildkatze hatte einst ein Verbreitungsgebiet über den ganzen Kontinent mit Ausnahme Fennoskandien (Piechocki 1990). Als Waldschädling bezeichnet, wurde die Wildkatze bejagt, und im 19. Jahrhundert waren die Populationen nahezu ausgerottet, auch aufgrund von Landschaftsfragmentierung und Habitatverlust (Piechocki 1990). Durch die Unterschutzstellung 1934 und die Aufnahme der Wildkatze in das Jagdgesetz mit ganzjähriger Schonzeit begannen sich die deutschen Subpopulationen zu erholen (Schumann 2012). Das Erreichen des günstigen Erhaltungszustandes der Tierart stagniert durch menschliche Eingriffe und es verbleiben derzeit schlecht vernetzte Inselpopulationen, die sich langsam verbreiten (Piechocki 1990).

Der Schutz der Europäischen Wildkatze wurde durch nationale und internationale Richtlinien erweitert, um das Erreichen des günstigen Erhaltungszustandes zu fördern: Die Wildkatze ist eine im Anhang IV aufgeführte Art der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG DES RATES; Rat der Europäischen Union 1992) sowie im Anhang II der Berner Konvention (ETS Nr. 104; Europarat 1982) gelistet und in der Roten Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands (Haupt, Ludwig et al. 2009) als gefährdet aufgeführt. Unter anderem wird Straßenmortalität als Hauptgefährdungsursache der Subpopulationen angenommen (Lecis, Pierpaoli et al. 2006).

Zu der Gefährdung aktueller Wildkatzensubpopulationen Deutschlands durch Straßenverkehr gibt es in verschiedenen Bundesländern unterschiedliche Ergebnisse (Götz 2015; Schumann 2012; Simon, Lang et al. 2015). Die Unterschiede liegen auch bei den Untersuchungsgebieten.

Eine Totfundanalyse der Wildkatzen Baden-Württembergs gab es seit deren Rückkehr nicht. Für eine gesteigerte Effizienz des Schutzes dieser Art sind Informationen über die Gefährdungsursachen der Subpopulation essentiell. Die Rückkehr der Wildkatzen nach Baden-Württemberg, deren letzter historischer Nachweis in diesem Bundesland im Jahre 1912 lag (Heller 1987 in Streif, Kohnen et al. 2016), wurde durch einen Straßentotfund im Jahr 2006 bestätigt (Herdtfelder, Strein & Suchant 2007). Zum Wissensgewinn trägt diese Thesis durch die Analyse der Straßenverkehrsopfer der Wildkatzenpopulation Baden-Württembergs bei.

Anhand der Ergebnisse wird der mögliche populationswirksame Effekt der Straßenmortalität abgeleitet.

Die Ausgangsdaten dieser Thesis liefern die gemeldeten und verifizierten Totfunde des Bundeslandes Baden-Württemberg, die aufgrund von Kollisionen mit Fahrzeugen starben. Anhand vom ermittelten Geschlecht und einer Altersschätzung durch Auswerten des Ellenknochens und der Canini der vorliegenden Wildkatzen werden die Totfunde durch deskriptive Statistik und Auswertung mit GIS analysiert.

Der Analyse folgt eine Einschätzung über den Einfluss der Straßenmortalität auf die Populationsentwicklung der Wildkatze und über eine potentielle Inhibition der Ausbreitung der Wildkatzenpopulation Baden-Württembergs durch Straßenverkehr.

1.1 Zielsetzung

Diese Thesis soll sich mit der Gefährdung durch Straßenmortalität einer rückkehrenden Wildtierspezies in einer stark genutzten Kulturlandschaft beschäftigen. Ziel ist dabei, Wissen zu generieren über die Beeinträchtigung der Population durch die Fragmentierung und Mortalität, die durch Straßen entsteht. Die Problemfrage, welche geklärt werden soll, lautet:

Welche Alters- und Geschlechtsgruppe der Wildkatzen Baden-Württembergs ist hauptsächlich von Straßenmortalität betroffen?

Als weiterführende Fragen sollen räumliche und zeitliche Aspekte der Straßenmortalität der Wildkatzenpopulation und die populationswirksamen Folgen erforscht werden:

Liegen die Fundorte der überfahrenen Wildkatzen inner- oder außerhalb potentiellen Wildkatzenlebensraumes?

Gibt es zeitliche Schwerpunkte der Straßenverkehrsmortalität bei Wildkatzen?

Welchen populationswirksamen Effekt könnte die Straßenmortalität auf die Wildkatzenpopulation Baden-Württembergs haben?

Die dritte Frage soll anhand der Ergebnisse zu Alter und Geschlecht der Totfunde und der Rolle, die diese Gruppen in einer Population innehaben, beantwortet werden.



Die vorliegende Thesis liefert Informationen zur Gefährdung der baden-württembergischen Wildkatzenpopulation durch Straßenverkehr und enthält Daten, die im Rahmen eines bundesweiten Totfundmonitorings genutzt und verglichen werden können.

Wegen des Forschungsstandes zur Theorie des male-biased dispersals liegt der Arbeit die Hypothese zugrunde, dass hauptsächlich männliche Wildkatzen durch Straßenverkehr sterben. Weiterhin ist zu erwarten, dass die Anzahl subadulter Männchen die der Adulten übersteigt.

Durch den fragmentierten Lebensraum in einer stark genutzten Kulturlandschaft ist der Effekt der Straßenmortalität erhöht, daher ist auch zu erwarten, dass es Verkehrsoptfer jeglicher Alters- und Geschlechtsgruppen gibt.

2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst das Monitoringgebiet der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) und somit die Fläche des gesamten Bundeslandes. In diesem Abschnitt werden landschaftliche Aspekte genannt, die für die Bearbeitung der vorliegenden Thesis relevant sind, teils aufgrund des geeigneten Lebensraumes von Wildkatzen, aber auch Parameter, mit denen die Straßenmortalität zusammenhängen könnte.

Baden-Württembergs Waldanteil liegt mit ca. 38% über dem Bundesdurchschnitt und besitzt absolut betrachtet mit ca. 1.371.886 ha nach Bayern die zweitgrößte Waldfläche auf Länderebene. Hauptbaumarten Baden-Württembergs sind Fichte, Buche, Tanne, Eiche und Kiefer. Diese Baumarten finden sich in über 75% des Waldes (Kändler & Cullmann 2014).

Der Anteil der Laubbäume nimmt zu, 2012 beträgt deren Anteil 46,8% der Bäume im Wald. Vor allem der Anteil an Buche (1987 – 2012: Anstieg um ca. 4% von ca. 18% auf 21,8%) steigt auf Kosten von Fichte (1987 – 2012: Verlust von 9% von ca. 43% auf 34%) und Kiefer (1987 – 2012: Verlust von 2% von ca. 8% auf 5,6%). Der Anteil an Eichen beträgt 2012 7,1% (Kändler & Cullmann 2014).

Im Staatswald wird eine Fläche von ca. 320.000 ha Wald forstlich bewirtschaftet, dies entspricht einem Anteil von etwa 23% des Gesamtwaldes Baden-Württembergs (ForstBW 2015, Video). Die Stilllegungsflächen des Staatswaldes umfassen einen Anteil von 5,5% (Kändler & Cullmann, 2014) und somit den Rest der Fläche.

Besonders große, zusammenhängende Waldgebiete mit über 5.000 Hektar Waldverbundsfäche sind der Schwarzwald, die Schwäbische Alb, der Schwäbisch-Fränkische Wald und der baden-württembergische Teil des Odenwalds (Bollwahn, 2017).

Das Gebiet Baden-Württembergs, in welchem die häufigsten Nachweise von Wildkatzen vorliegen, sind die Rheinauen der Landkreise Breisgau-Hochschwarzwald und Emmendingen sowie nahe Waldgebiete des Kaiserstuhls. Die Waldflächen sind als FFH-Gebiete ausgezeichnet und die Auwälder sind durch kleine Trittstellen-Wälder mit den Gebieten des Kaiserstuhls verbunden. Hauptbaumarten des Gebietes sind Stieleiche (*Quercus robur*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Flatterulme (*Ulmus laevis*) und Winterlinde (*Tilia cordata*). Für die Wälder der Rheinauen liegt die errechnete Populationsdichte der Wildkatzen bei 0,45 Individuen pro km² (Streif, Kohnen et al. 2016). Die Wildkatzenpopulation von Baden-Baden

bis südlich des Kaiserstuhls wird 2011 auf ca. 52 – 87 Individuen geschätzt, maximal jedoch 77 – 128 (Stand 2011; Ehrhart, 2015).

Die Flächennutzung Baden-Württembergs ist in Abbildung 1 als Kuchendiagramm dargestellt. Den größten Teil der Landesfläche nimmt mit ca. 45% die Landwirtschaft ein, gefolgt von Waldflächen mit ca. 38%. Siedlungs- und Verkehrsflächen umfassen ca. 14%, 38% davon bilden Verkehrsflächen, 29% Gebäude- und Freifläche zum Wohnen und 9% Gebäude- und Freifläche des Gewerbes und der Industrie (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2016).

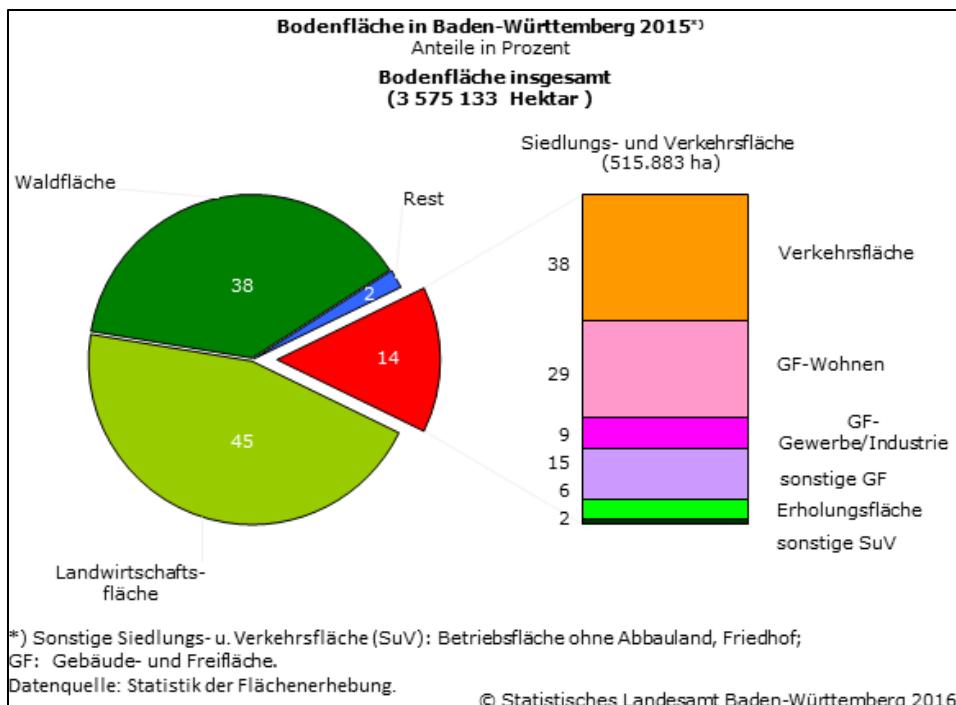


Abbildung 1: Flächennutzung Baden-Württembergs

Das Straßennetz Baden-Württembergs lässt sich unterteilen in ca. 1050 Kilometer Bundesautobahn, ca. 4050 Kilometer Bundesstraßen, ca. 9500 Kilometer Landesstraßen und ca. 11400 Kilometer Kreisstraßen. Insgesamt beläuft sich diese Summe auf rund 26000 Kilometer Straßen in Baden-Württemberg (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg 2018).

3 Material und Methoden

3.1 Herkunft der Daten

Die verwendeten Daten und Datensätze entstammen dem Wildkatzenmonitoring der FVA mit Sitz in Freiburg. Der Arbeitsbereich Wildtierökologie der FVA ist mit dem Monitoring gefährdeter Tierarten beauftragt. Hier werden von der Bevölkerung, Forstmitarbeiter*Innen und Wildtierbeauftragten gemeldete Hinweise bearbeitet. Das Monitoring umfasst die Verifizierung der Hinweise und ist Grundlage für die Berichterstattung zu Tieren der FFH-Richtlinie sowie für die Beurteilung der Bestandessituation der Wildtiere des Jagd- und Wildtiermanagementgesetzes.

Verifizierte Hinweise werden als Nachweise bezeichnet. Aus der Bearbeitung der Nachweise entstehen auch die Verbreitungskarten, die das Vorkommen der betreffenden Tierart in Baden-Württemberg visualisieren. Abbildung 2 zeigt das nachgewiesene Vorkommen von Wildkatzen in Baden-Württemberg seit 2006 bis Ende des Jahres 2017.

Hinweisarten sind Sichtbeobachtungen, Fotos und Videos, Haarfunde mit oder ohne Lockstock, Telemetriedaten, Totfunde oder historische Nachweise.

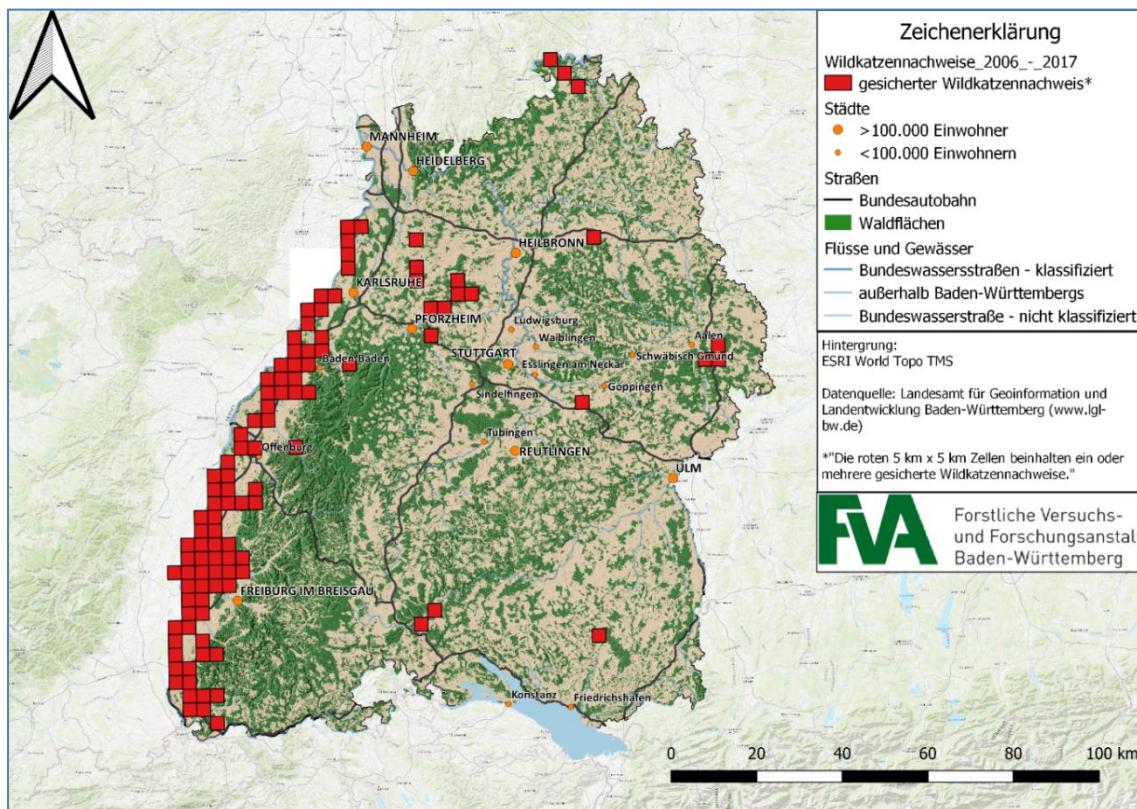


Abbildung 2: Nachweise Europäischer Wildkatzen 2006 - Ende 2017;
Kartenerstellung: M. Huber

In dieser Thesis werden die Daten der Totfunde mit Todesursache Straßenverkehr als Grundlage genutzt. Die Straßenfunde mit Verdacht auf Wildkatze, die der FVA unter anderem von den Straßenmeistereien gemeldet werden, werden in dem Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Freiburg seziert und vermessen. Gemessen und betrachtet werden Körper- und Organmaße wie unter anderem Gewicht, Länge der Extremitäten oder Mageninhalt, aber auch Maße, die zur morphometrischen Unterscheidung zwischen Haus- und Wildkatze essentiell sind, wie zum Beispiel die Darmlänge. Der Darmindex, bestehend aus dem Quotienten von Darmlänge durch Kopf-Rumpf-Länge, gemessen von der Nasenspitze bis zum Schwanzansatz, ist bei Wildkatzen niedriger (2,04 – 3,17) als bei Hauskatzen (3,26 – 4,84) (Piechocki 1990).

Von den Katzen werden ein Unterarm und der Kopf zur Präparation (siehe Unterkapitel 3.3) sowie eine Gewebeprobe zur genetischen Differenzierung zwischen Wild- und Hauskatze mitgenommen.

Zur genetischen Unterscheidung werden im Genetiklabor der FVA bestimmte DNA-Abschnitte (Mikrosatelliten-Loki) mit einer Polymerase-Ketten-Reaktion vervielfältigt und anhand einer Genotypisierung mit 20 Mikrosatelliten-Loki und einem Geschlechts-Marker ausgewertet. Weitere Details zur genetischen Untersuchung der Katzen und dem genutzten Material finden sich bei Würstlin, Segelbacher, Streif und Kohnen (2016).

3.1.1 Stichprobe der Daten

Die Daten sind von Katzen, welche sich durch oben genannte Maßnahmen der Spezies *Felis silvestris silvestris* zuordnen lassen und zwei Wildkatzen mit geringem Anteil von Hauskatzengenen in den Mikrosatelliten-Loki. Überfahrene Katzen, die nach dem 14. Oktober 2018 seziert wurden, werden aufgrund des zeitlichen Rahmens der Thesis nicht bearbeitet.

Die Stichprobe der vorliegenden Arbeit umfasst die Datensätze von 40 überfahrenen Wildkatzen. Diese Datensätze unterschieden sich stark: Von einigen Tieren konnten sowohl Ellenknochen als auch Canini ausgewertet werden, von anderen war nicht beides vorhanden. Zum Teil wurde der Zustand der Ellenknochen von Mitarbeiterinnen der FVA bewertet (siehe Tabelle 1).

*Tabelle 1: Ausgewertete Datensätze aufgegliedert in Geschlecht und Auswertenden:
Wenn keinerlei Auswertung durch Mitarbeiterinnen der FVA oder den Autor stattfand, ist dies mit „-“ gekennzeichnet*

| ausgewertet durch Autor | ausgewertet durch FVA | Geschlecht | | Individuen | Summe |
|-------------------------|-----------------------|------------|---|--|---------|
| | | m | w | | |
| Elle und Zähne | - | m | w | K108, K117, K129, K130, K133, K136, K140, K143, K144, K145, K146, K148, K156 K114, K127 | 13 2 |
| | | Gesamt | | | 15 |
| | | | | | |
| nur Elle, keine Zähne | - | m | w | K137, K139, K147 K086, K138 | 3 2 |
| | | Gesamt | | | 5 |
| | | | | | |
| nur Zähne, keine Elle | - | m | w | K001, K126 K157 | 2 1 |
| | | Gesamt | | | 3 |
| | | | | | |
| Zähne | Elle | m | | K021, K036, K065 | 3 |
| | | Gesamt | | | 3 |
| - | Elle | m | w | K037, K038, K074, K075, K078, K079, K092, K102, K103, K104, K105, K106 K050, K071 | 12 2 |
| | | Gesamt | | | 14 |
| | | | | | |
| Datensätze gesamt | | | | | 40 |

3.2 Präparation der Schädel, Ellenknochen und Canini

Um die zu untersuchenden Canini und Ellenknochen zu erhalten, mussten die vom Tierkörper abgetrennten Schädel und Unterarme präpariert werden. Dazu wurden diese in Kochtöpfen gekocht und das Gewebe von den Knochen gelöst. Die Präparation fand im Freien statt, um Geruchsbelästigung zu vermindern. Wegen des Arbeitsplatzes im Freien wurden mobile Herdplatten genutzt. Die Kochtöpfe waren gusseiserne, nicht mehr zur Zubereitung von Speisen genutzte Töpfe. Das Wasser wurde mit einem herkömmlichen Wasserkocher erhitzt.

Bei intakten Schädeln sollten diese präpariert werden. Von den Schädeln, welche durch den Verkehrsunfall zerstört wurden, wurden ausschließlich die Canini aufbewahrt.

Es wurden immer die Körperteile zweier Katzen parallel präpariert.

Zur Präparation wurden die tiefgefrorenen Körperteile anfangs in Töpfe gelegt und kochendes Wasser eingegossen. Bei mittlerer Hitze kochten die Körperteile in den Töpfen.

Die zerstörten Köpfe wurden so lange in den Töpfen gelassen bis die Canini mit einer Pinzette aus dem Kiefer herausgezogen werden konnten. In der Regel konnten die Zähne nach zwei bis drei Stunden Kochzeit gezogen werden, abhängig davon, wie stark das Wasser kochte.

Bei intakten Schädeln und Unterarmen wurde jegliches Gewebe durch Schnitte mit einem Skalpell, Abbürsten mit einer Zahnbürste oder Entfernen mit behandschuhten Händen entfernt.

Als das Gewebe entfernt war, mussten die Knochen und Zähne mindestens eine Nacht trocknen. Um die Proben zu bleichen, wurden sie im Anschluss in dreiprozentige Wasserstoffperoxid-Lösung gegeben und 20 bis 24 Stunden darin belassen. Die dreiprozentige Wasserstoffperoxid-Lösung entstand aus dem Verdünnen einer 30-prozentigen Wasserstoffperoxid-Lösung aus der Apotheke mit Wasser im Verhältnis 1:9. Anschließend konnten die Präparate mit einem Folienschreiber beschriftet werden.

3.3 Altersschätzung der Totfunde

Wildkatzen sind in einem subadulten Alter ab ca. elf Monaten bereits ausgewachsen und die morphologischen Merkmale wie bei adulten Tieren ausgeprägt (Götz 2015). Daher kann das Alter der Tiere nicht durch reines Betrachten oder Sezieren geschätzt werden, es sei denn, das Tier war weiblich und zeigt Reproduktionsnachweise. Dies können Narben am Uterus oder getragene Föten sein (Götz 2015). Wenn dies nicht der Fall ist, muss das Alter anhand von Ausprägung bestimmter Eigenschaften, wie verknöcherte Epiphysenfugenscheiben oder dem Vergleich der Canini geschätzt werden.

3.3.1 Altersschätzung der Canini

3.3.1.1 Methodischer Hintergrund

Die Altersbestimmung der verstorbenen Wildkatzen fand unter anderem mit Hilfe der Zähne statt. Die Eckzähne („Canini“), welche sich aufgrund der Größe am besten eignen (Piechocki & Stiefel 1988), wurden hierzu genutzt. Die Altersschätzung anhand der Canini ist eine gängige Methode. Häufig wird das Alter anhand der Struktur im Zahnzement bestimmt (u. a. Piechocki und Stiefel 1988; Schumann 2012).

In dieser Arbeit wurde das Alter anhand der Pulpaöffnung geschätzt. Diese Methode wendeten Götz (2015) und Stefen (2015) an. Die Zähne werden geröntgt, da die Pulpahöhle dadurch zu erkennen ist und das Alter geschätzt werden kann:

Nach Zahnwechsel im 4. Monat bei Männchen oder im 5. Monat bei Weibchen ist die Pulpahöhle weitestgehend hohl, die Zahnwurzel am Ansatz noch weit geöffnet und kurz, die Dentinablagerung noch dünn (Piechocki & Stiefel 1988). In einem Alter von acht bis neun Monaten beginnt sich die Zahnwurzel zu schließen, im zehnten Monat ist die Schließung beendet. Im subadulten Alter von 11 – 24 Monaten nach Götz (2015) ist der Durchmesser der breitesten Stelle der Pulpahöhle mehr als halb so groß wie der Gesamtdurchmesser des Caninus. Im adulten Alter überwiegt die Dentin- und Zementanlagerung und die Öffnung der Pulpahöhle ist kleiner als die Hälfte des Caninusdurchmessers (Götz 2015). Die Pulpahöhle wird mit zunehmendem Alter kleiner, aufgrund der zunehmenden Dentin- und Zementanlagerung im Inneren des Zahns (Piechocki & Stiefel 1998) (vgl Abbildung 3a und 3b).

Bei dem Röntgen der Zähne konnte nicht auf die Lage im Gebiss geachtet werden, da nicht alle Canini der Tiere vorhanden, unversehrt und dementsprechend beschriftet waren. In den Referenzbildern waren sowohl Röntgenbilder von Zähnen des Unter- wie auch des Oberkiefers.

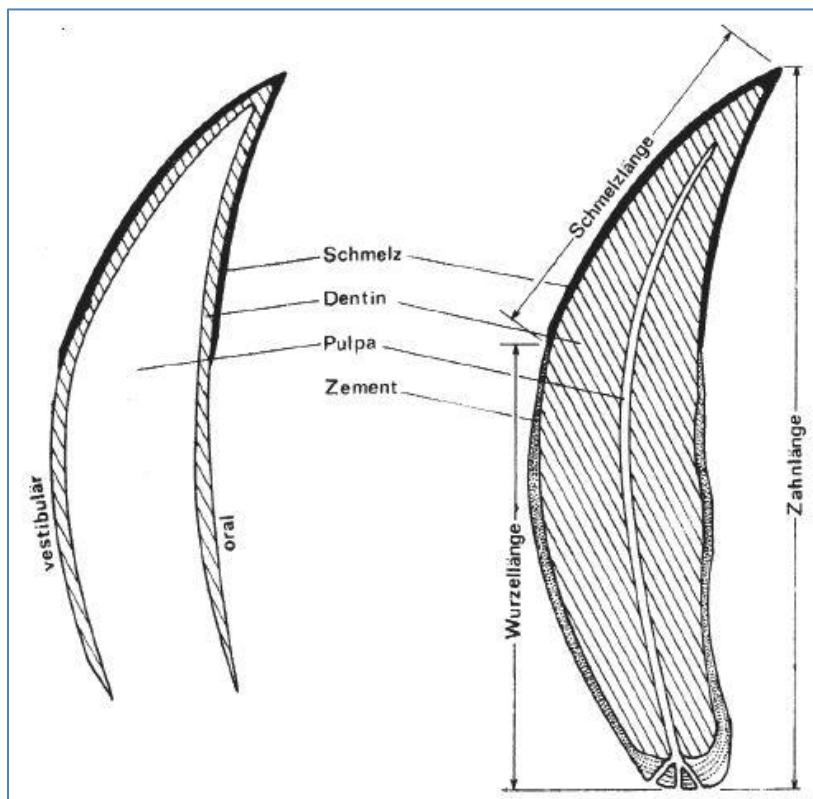


Abbildung 3: Querschnitt (mesial) des Caninus eines sechs Monate alten Kuders (links) und eines vier Jahre alten Kuders (rechts); aus: Piechocki und Stiefel 1988

3.3.1.2 Methodik

Die Zähne wurden mit Klebeband auf mehreren Bögen Papier befestigt. Um die Zähne auf den Röntgenbildern eindeutig den betreffenden Individuen zuordnen zu können, wurden die Papierbögen sowie die einzelnen Zähne auf den Papierbögen nummeriert. Wegen der Sichtbarkeit von Metall auf Röntgenbildern wurden für die Nummerierung der Zähne und der Papierbögen römische Ziffern aus Eisendraht geformt. Für eventuelle Messungen wurden Stücke von Messing-Tackernadeln genutzt, die in einem Abstand v. 5 cm über den Zähnen platziert wurden. Zusätzlich wurden unter den Zähnen noch die Identifikationsnummern und die Altersschätzung anhand der Elle der einzelnen Wildkatzen handschriftlich ergänzt, allerdings auf dem Röntgenfilm unsichtbar (siehe Abbildung 4).

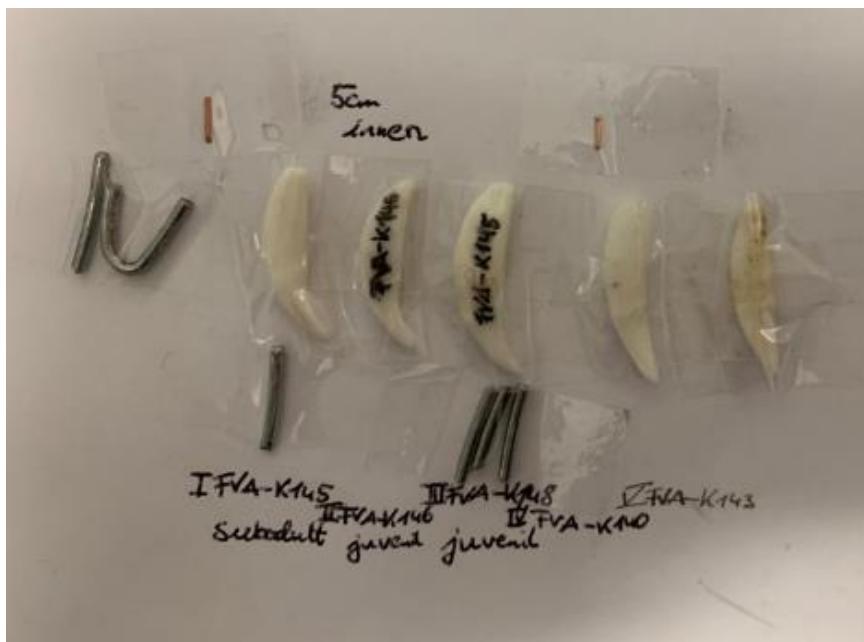


Abbildung 4: Fotografie des vierten Papierbogens mit den genutzten Markierungen

Bei einer Tierärztin wurden die Canini geröntgt. Die genutzte Röntgenmaschine war das Modell Philips Practix. Die digitale Entwicklung fand mithilfe des Entwicklergerätes Fujifilm FCR Prima und des zugehörigen Programmes Fujifilm FCR Prima V Console statt. Eingestellte Belichtungszeit betrug 0,6 Sekunden bei 60mA Spannung. Der Fokusfilmabstand, bei dem die besten Ergebnisse erzielt wurden, war 43,5 cm. Die Zähne wurden mit der Einstellung „Katze Übersicht“ geröntgt.

Um die beste Schärfe zu erhalten, wurde nur die zentrale Fläche des Röntgenfilms genutzt und nicht mehr als fünf markierte Zähne nebeneinander platziert.

Die Auswertung der Röntgenbilder fand durch visuelles Vergleichen mit Referenzdaten von Götz (2015) statt. Der geröntgte Zahn wurde mit den Referenzbildern (Götz unveröffentlicht) anhand des Durchmessers der Pulpahöhle und der Wurzelöffnung verglichen und dem Referenzzahn zugeordnet, dessen Morphologie er am ehesten entsprach (siehe Abbildung 5). Die Altersschätzung des Referenzzahnes wurde für den geröntgten Zahn übernommen.

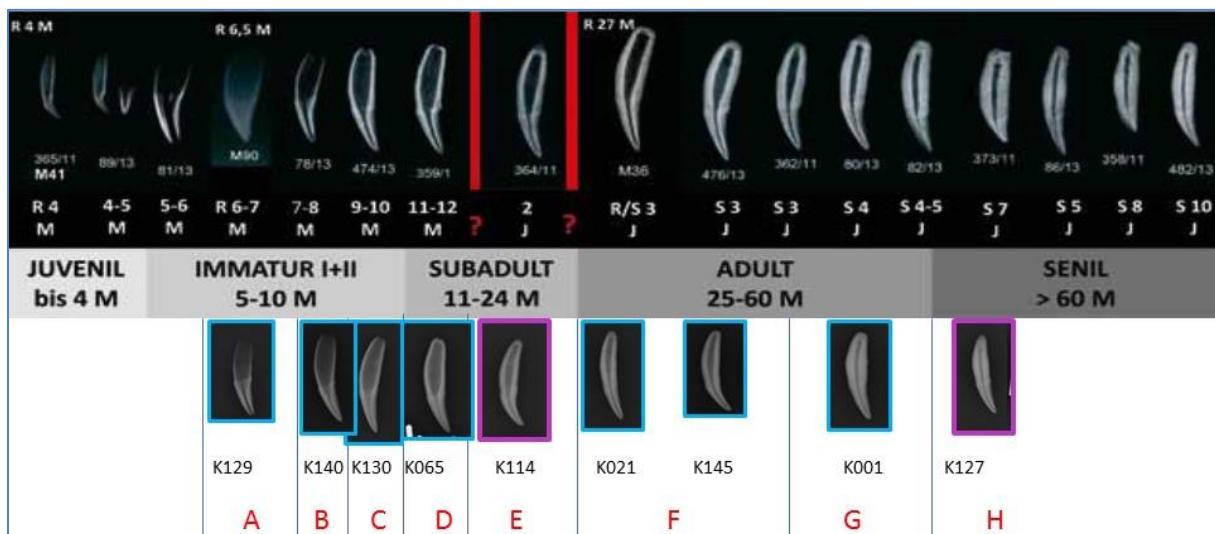


Abbildung 5: Zuordnung der geröntgten Zähne zu den Referenzzähnen von Götz (2015, oberer Teil der Abbildung); Altersklassen: A = 6 – 7 M; B = 8 – 9 M; C = 9 – 10 M; D = 11 – 18 M; E = 19 – 24 M; F = 25 – 48 M; G = 49 – 60 M; H > 60 M; die Unterteilung der Altersklassen nahm auch Götz vor; die lila umrandeten Zähne gehören zu Weibchen; die Zuordnung jeglicher Zähne ist im Anhang (Abbildung a.B); die dargestellten Referenzzähne bilden nicht die Gesamtheit der Referenzzähne!

3.3.2 Altersschätzung der Ellenknochen

Eine weitere Methode, die angewendet wurde, um Auskunft über das Alter der Wildkatze zu erhalten, war die Auswertung des Zustands der Epiphysenfugenscheiben („EFS“). Bei ausgewachsenen Extremitäten beginnen die EFS zu verknöchern. Bei adulten Individuen sind sowohl die proximale als auch die distale EFS verknöchert (Piechocki & Stiefel, 1988). Hierbei ist zu beachten, dass die proximale Scheibe zuerst, die distale später verknöchert, was die Einteilung in die drei Altersklassen juvenil (0 – 11 Monate), subadult (12 – 22 Monate) und adult (>22 Monate) ermöglicht (Krüger, Griebsch & Fischer 2009, Poster). Die Auswertung der Ellenknochen wurde dementsprechend anhand der Morphologie der Ellenknochen vorgenommen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Bewertungsschema der Morphologie der Ellenknochen

| Altersklasse | Zustand der EFS |
|----------------------|--|
| juvenil (0 - 11 M) | EFS beider Gelenkenden nicht-knöchern und sichtbar |
| subadult (12 - 22 M) | EFS des proximalen Gelenkendes verknöchert; Epiphysenfuge des distalen Gelenkendes nicht-knöchern und sichtbar |
| adult (> 22 M) | EFS beider Gelenkenden verknöchert |

Bei der Präparation abgefallene Gelenkenden wurden als nicht-knöchern definiert: Die EFS nicht-adulter Tiere besteht aus Knorpelgewebe, welches sich während der Präparation lösen kann. Folge davon kann das Abfallen des Gelenkendes sein, das durch die EFS mit dem Ellenknochen verbunden ist. Das Calcium verknöcherter Epiphysenfugen löst sich durch die Präparation nicht.

Die von der FVA erhaltenen Daten enthielten die Auswertung der Epiphysenfuge des Oberschenkelknochens („Femur“) als sichtbar oder nicht sichtbar. Diese Ergebnisse ermittelten die Experten durch einen Längsschnitt durch besagten Knochen (Streif, Kohnen et al. 2016) (siehe Abbildung 6). Die Tiere mit sichtbaren Epiphysenfugen wurden für die Thesis als juvenil bis subadult bewertet, während die Tiere mit nicht sichtbaren Epiphysenfugen als adult bewertet wurden, da die Epiphysenfugen des Femurs in adultem Alter beide verknöchert sind (Piechocki und Stiefel 1988).



Abbildung 6: Fotografie der Epiphysenfuge der Katze K103, die von den Mitarbeiterinnen der FVA als „sichtbar“ bewertet wurde; aus dem Fotoarchiv der FVA

Für die räumliche Analyse und die deskriptive Statistik wurden die durch die FVA bewerteten Tiere mit einer oder mehr sichtbaren Epiphysenfugen als subadult bezeichnet (siehe Kapitel 4.1.4 Altersverteilung Analysedaten).

Grund der Bewertung der Tiere als subadult ist die Altersschätzung der Tiere anhand der sichtbaren Epiphyse von Krüger, Griebsch und Fischer (2009, Poster) als unter zwei Jahre alt.

3.4 Statistische Auswertung

Mit dem Statistik-Programm R Version 3.4.3 „Kite-Eating Tree“ in dessen Umgebung RStudio in der Version 1.1.423 wurden die deskriptiven Statistiken erstellt. Um die Alters- und Geschlechtsverteilung der Totfunde darzustellen, wurden dabei Säulendiagramme mit der Anzahl der verstorbenen Tiere auf der y-Achse aufgetragen. Daraus lassen sich Schwerpunkte und Minima ablesen. Auch zur Analyse der zeitlichen Schwerpunkte wurde die Anzahl der Totfunde nach Fundmonaten abgebildet, kategorisiert in Alter und Geschlecht. Genutzt wurden Ggplots des Pakets „ggplot2“.

Um zu ermitteln, ob es signifikante Korrelationen oder Unterschiede zwischen den Geschlechts- und Altersgruppen gibt, wurden diese auf Signifikanz überprüft.

Die kategoriale Variable Geschlecht der Totfunde wurde auf signifikante Abweichungen vom Erwartungswert mit dem Chi-Quadrat-Test getestet. Der Erwartungswert liegt bei 50% verstorbenen Männchen und 50% verstorbenen Weibchen, da Wildkatzen zumindest bei der Geburt dieses Geschlechterverhältnis aufweisen (Piechocki 1990). Mit dem Fisher's exact Test für Stichproben, die einen Erwartungswert von fünf unterschreiten, wurden die Alters-und-Geschlechts-Gruppen getestet.

Die Signifikanzen bei Fundmonat der Tierkörper, Habitatemgnung und Straßenkategorie der Fundorte wurden mit dem t-Test errechnet.

3.5 GIS-Auswertung

Die genutzten Karten wurden mit dem Programm QGIS in den Versionen 2.1.6 und 3.2.0 erstellt. Die Daten zur Verbreitung der Wildkatze, die Fundorte der Totfunde und das auf Baden-Württemberg extrapolierte Habitatmodell nach Klar, Fernández et al. 2007¹ wurde von der FVA zur Verfügung gestellt.

Die Daten zum Visualisieren von Flüssen, Vegetation, Gebirgen, Straßen, der Landesgrenze und Städten entstammen dem Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg. Es handelt sich dabei um die ATKIS-Daten.

Um Hintergrundkarten einzufügen, wurde das QuickMapService-Plugin genutzt. Strecken und Flächen wurden mit dem „Messen“-Werkzeug der Werkzeugleiste vermessen.

Die Höhe über Normalnull und ob die Tiere in einer verkarsteten Landschaft verstorben sind, wurde anhand einer topographischen und einer Bodentypen-Karte der FVA festgestellt.

¹ Dieses Modell errechnet die potentielle Eignung von Rastern (25 m * 25 m) als Wildkatzenhabitat anhand von Parametern, die sich durch statistische Errechnung des Modells als relevant erwiesen haben: Nähe zu Wald, Gewässer und Lichtungen beziehungsweise Waldrändern sind positiv mit der Habitatemgnung korreliert, während die Nähe zu Straßen, Einzelhäusern und Siedlungen die Habitatqualität negativ beeinflussen (Klar 2010). Das Habitatmodell hat Schwierigkeiten bei der Berechnung der Eignung in Karstgebieten und Höhenlagen über 800 m (Klar 2009) Da die Fundorte allerdings nicht davon betroffen sind, ist dies kein Problem der Analyse. Durch Auswertung der FVA hat sich das Habitatmodell Klars, Fernández et al. (2007) als auf Baden-Württemberg anwendbar erwiesen

4 Ergebnisse

4.1 Präparation und Altersschätzung

Von den 40 untersuchten Tieren wurden die Präparate von 25 Tieren durch den Autor erarbeitet. Die restlichen Präparate wurden vor Beginn der Thesis durch Kolleg*Innen erstellt. Durch das Präparieren des Autors konnten die Daten von sechs Ellen, sechs Zähnen und 13 Datensätzen mit Ellen und Zähnen für die Analyse gewonnen werden. Die Ellenknochen aller Tiere, die ausgewertet wurden, können in Abbildunge b.A, b.B und b.C des Anhangs betrachtet werden. Die Röntgenbilder jeglicher zur Verfügung stehender Zähne finden sich in Abbildung a.A im Anhang.

Durch die vorangegangene Sektion der Tiere wurde bestimmt, dass sich in dem Datensatz sieben Katzen und 33 Kuder befinden. Der relative Anteil der Weibchen liegt also bei 17,5%, während die männlichen Tiere die restlichen 82,5% bilden.

4.1.1 Altersschätzung der Ellenknochen

Aus der Altersschätzung anhand der Ellenknochen, die von 37 Tieren vorgenommen wurde, ließen sich 15 Tiere der Altersklasse juvenil (0 – 11 Monate) zuordnen, 13 Individuen den Altersklassen juvenil bis subadult (0 – 22 Monate), zwei subadult (12 – 22 Monate) und sieben adult (>22 Monate). Somit sind die meisten Tiere, ihrer Elle nach, juvenil gestorben. Am wenigsten der Ellenknochen wiesen einen Zustand auf, welcher der subadulten Klasse zugehörig ist. Welchem Geschlecht diese Tiere angehören und ob die Ellen durch den Autor der Thesis oder Mitarbeiter*Innen der FVA ausgewertet wurden, lässt sich aus Tabelle 3 entnehmen.

Tabelle 3: Ergebnisse der Altersschätzung anhand der Ellen mit der individuellen Erkennungsnummer der Wildkatzen: Individuum K106 konnte eindeutig der Altersklasse juvenil zugeordnet werden, da dieser Ellenknochen von der FVA als „sichtbar, beide Epiphysenfugen“ dokumentiert wurde.

| K_ID | Geschlecht | proximale EFS | distale EFS | Altersschätzung Epiphyse | Auswertung durch |
|------|------------|---------------|-------------|--------------------------|------------------|
| K021 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K036 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K037 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K038 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K050 | w | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K065 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K071 | w | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K074 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K075 | m | verknöchert | verknöchert | adult | FVA |
| K078 | m | verknöchert | verknöchert | adult | FVA |
| K079 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K086 | w | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K092 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K102 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K103 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K104 | m | NA | NA | juvenil bis subadult | FVA |
| K105 | m | verknöchert | verknöchert | adult | FVA |
| K106 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | FVA |
| K108 | m | verknöchert | verknöchert | adult | Autor |
| K114 | w | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K117 | m | verknöchert | verknöchert | adult | Autor |
| K127 | w | verknöchert | sichtbar | subadult | Autor |
| K129 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K130 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K133 | m | verknöchert | verknöchert | adult | Autor |
| K136 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K137 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K138 | w | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K139 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K140 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K143 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K144 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K145 | m | verknöchert | sichtbar | subadult | Autor |
| K146 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K147 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K148 | m | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor |
| K156 | m | verknöchert | verknöchert | adult | Autor |

4.1.2 Altersschätzung der Canini

Das Vergleichen der Röntgenbilder der Zähne des Datensatzes mit den Referenzbildern von Götz und seiner Alterseinschätzung (unveröffentlicht), ergab die Zuordnung in fünf Altersklassen: juvenil (<6 Monate), immatur (6 – 10 Monate), subadult (11 – 24 Monate), adult (25 – 60 Monate) und senil (>60 Monate). Wie viele Tiere welchen Geschlechts den Altersklassen zugeordnet wurden, stellt Abbildung 7 dar:

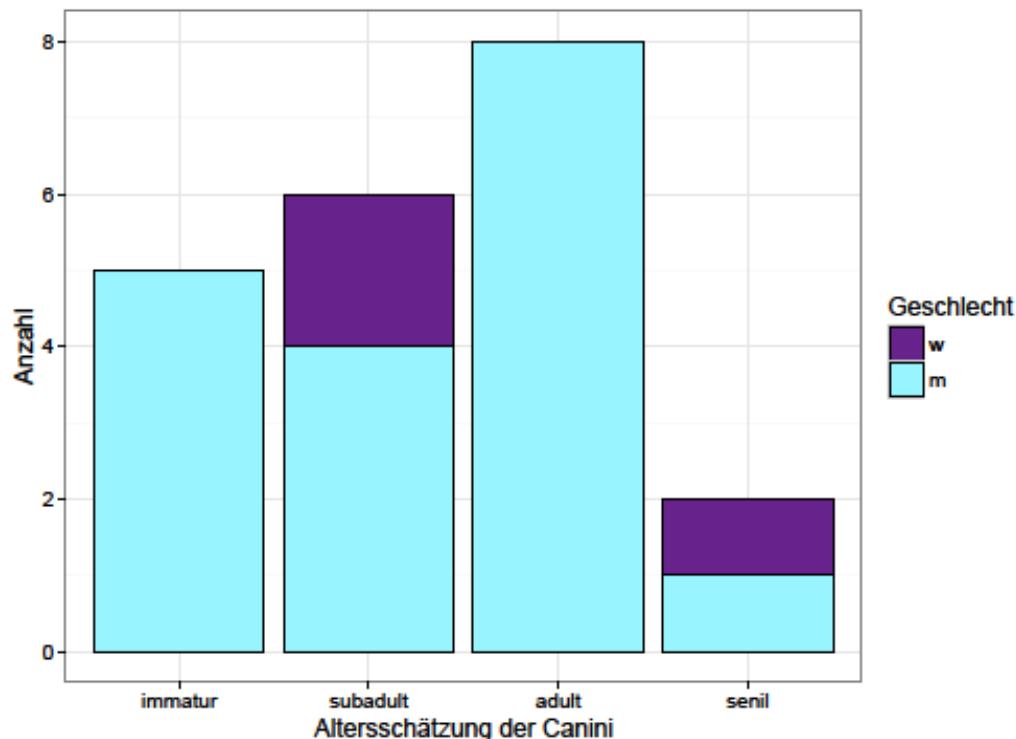


Abbildung 7: Altersschätzung anhand der Wildkatzencanini nach Geschlecht
Die Altersschätzung der Canini erfolgte bei 18 Männchen und 3 Weibchen.

Der juvenilen Altersklasse wurde keine Wildkatze zugeordnet, jegliche untersuchten Individuen hatten bereits das permanente Gebiss mindestens einen Monat. Das Alter von fünf Kudern wurde auf immatur geschätzt. Zwei der sechs subadulten Individuen sind Katzen, vier sind Kuder. Der adulten Altersklasse wurden acht Männchen zugeordnet, keine Weibchen. In der senilen Altersklasse gab es jeweils ein männliches und ein weibliches Individuum. Damit sind in der adulten Altersklasse am meisten Tiere anhand der Zähne zuzuordnen, während am wenigsten Individuen der Altersklasse senil zugeordnet wurden.

4.1.3 Altersschätzung final

Durch den Vergleich der Altersschätzungen anhand der Canini und der Ellen entstand eine finale Alterseinschätzung in die Altersklassen: juvenil (<10 Monate), subadult (11 – 24 Monate) und adult (>24 Monate) (Abbildung 8). Die Tiere, deren Altersschätzung ausschließlich anhand der Epiphysenfuge durch die FVA bewertet wurde, sind der vierten Altersklasse juvenil bis subadult („juv – sub“) zugeordnet, ihr Alter liegt zwischen 0 und 22 Monaten. Das Schätzalter sowie weitere gemessene und analysierte Daten der Tierkörper finden sich in Tabelle 4a und 4b auf Seite 22f. Der juvenilen Gruppe sind die Tiere zugeordnet, deren Zähne ein Alter kleiner als elf Monate (immatur) haben und deren EFS beide sichtbar waren.

Die Anzahl juveniler, weiblicher Individuen beläuft sich auf zwei Katzen. Neun Kuder gehören derselben Altersklasse an. Die meisten verstorbenen Wildkatzen waren in den Altersklassen subadult und juvenil ($n = 11$) zu finden. Die Geschlechterverteilung beider Altersklassen ist identisch. Von drei männlichen und zwei weiblichen Tieren lag nur die Altersschätzung der FVA vor. Als adult verstorben wurden neun Männchen und keine Weibchen eingestuft (Abbildung 8).

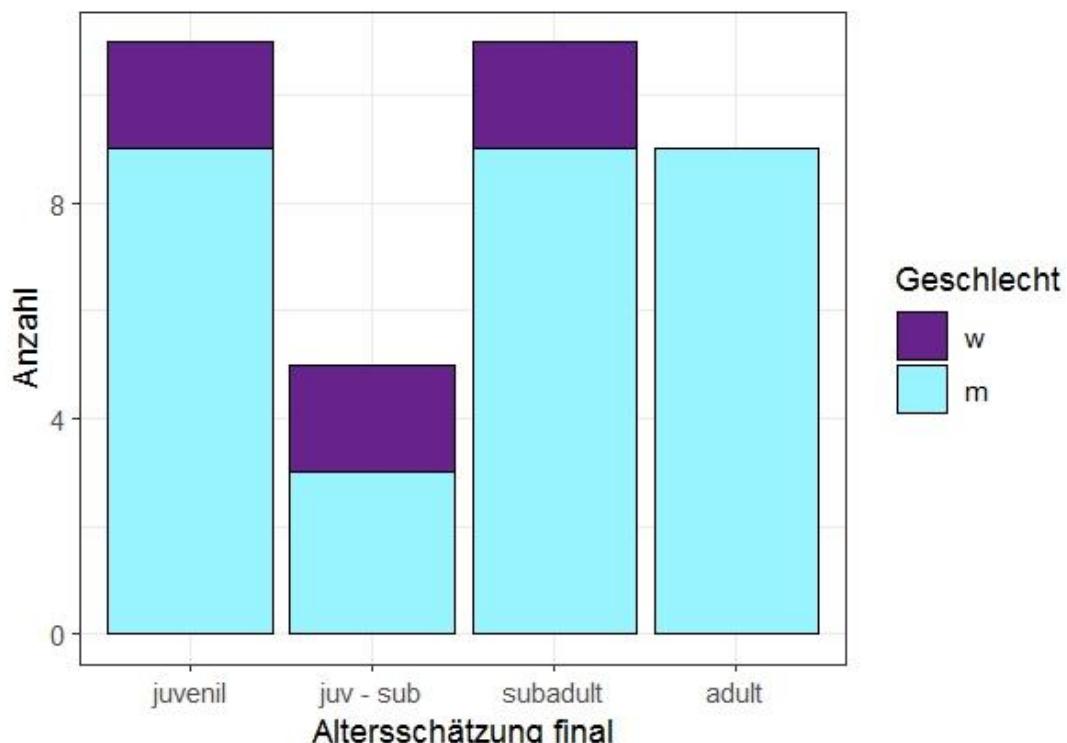


Abbildung 8: Alters- und Geschlechtsverteilung der Wildkatzen der Analyse: Die Individuen, deren Schätzalter anhand des Ellenknochens und der Canini eine Diskrepanz ergab ($n = 4$), wurden nicht berücksichtigt.

4.1.4 Altersverteilung Analysedaten

Die Datensätze der Tiere, deren Altersschätzung anhand der Canini und der Epiphysenfuge im Rahmen der Einteilung in unter und über zwei Jahre alte Katzen übereinstimmten und keine Diskrepanz bildeten, werden fortan als „Analysedaten“ bezeichnet. Dieser Datensatz unterteilt die Totfunde in zwei Altersklassen: subadult (<2 Jahre) und adult (>2 Jahre). Von den Analysedaten exkludiert wurden drei Kuder und eine Katze, deren Altersschätzungen eine Diskrepanz aufwiesen (siehe Tabelle 4a und 4b Seite 22f).

Die Analysedaten setzen sich zusammen aus 21 subadulten Kudern, sechs subadulten Katzen und neun adulten Kudern. Es gibt keine adulten Katzen in den Analysedaten². Detaillierte Informationen der Wildkatzen, die sich in den Analysedaten befinden, können Tabelle 4a und 4b Seite 22f entnommen werden.

Der Chi-Quadrat-Test des Geschlechts mit 30 männlichen und sechs weiblichen Individuen ergab eine hochsignifikante Abweichung zu den Erwartungswerten im Verhältnis 1:1. Der errechnete p-Wert betrug $p = 6,334 \cdot 10^{-5}$. Der Fisher's exact Test zu der Verteilung des Alters und Geschlechts verschnitten, also männlich subadult, männlich adult und weiblich subadult, ergab einen p-Wert von $p = 0,3026$. Dieses Ergebnis weist nicht auf Signifikanz hin.

² Das Weibchen K127 wurde anhand der EFS als subadult eingeschätzt, die Pulpahöhle war allerdings soweit geschlossen, dass sie der senilen Altersklasse zugeordnet wurde.

Tabelle 4a: Erster Teil der Tabelle mit den gemessenen Daten der Tiere und der Altersschätzung: Geschlecht: „m“ = männlich, „w“ = weiblich; Fundort: „LS“ = Landstraße, „BS“ = Bundesstraße, „AB“ = Autobahn; „EFS“ = Epiphysenfugenscheibe, „NA“ = Not available; Altersschätzung Epiphyse: „juv – sub“ = juvenil bis subadult

| K_ID | Geschlecht | Funddatum | Fund- ort | Habitateignung Fundort | Gewicht (kg) | Slot Papier- bogen | Altersschätzung Canini (Monate) | Slot | | Alters- schätzung Epiphyse | Epiphyse ausgewertet durch | Alters- schätzung final | Alter Analyse- daten |
|------|------------|------------|--------------|---------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------------|---------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | | | | | | | | proximale EFS | distale EFS | | | | |
| K001 | m | 04.01.2006 | LS | potentiell geeignet | 4.9 | I.I | adult (49 - 60) | - | - | - | - | adult | adult |
| K021 | m | 25.08.2009 | LS | - | 3.75 | I.II | adult (25 - 48) | NA | NA | juv - sub | FVA | Diskrepanz | - |
| K036 | m | 17.01.2011 | BS | - | 5.55 | I.III | adult (49 - 60) | NA | NA | juv - sub | FVA | Diskrepanz | - |
| K037 | m | 15.03.2011 | AB | potentiell geeignet | 3.13 | - | - | NA | NA | juv - sub | FVA | juv - sub | subadult |
| K038 | m | 10.03.2011 | BS | nicht-geeignet | 4.15 | - | - | NA | NA | juv - sub | FVA | juv - sub | subadult |
| K050 | w | 12.03.2012 | LS | Übergang | 3.9 | - | - | NA | NA | juv - sub | FVA | juv - sub | subadult |
| K065 | m | 06.04.2013 | AB | potentiell geeignet | 3.4 | I.IV | subadult (11 - 18) | NA | NA | juv - sub | FVA | subadult | subadult |
| K071 | w | 08.07.2013 | AB | potentiell geeignet | 2.7 | - | - | NA | NA | juv - sub | FVA | juv - sub | subadult |
| K074 | m | 30.09.2013 | LS | nicht-geeignet | 3.6 | - | - | NA | NA | juv - sub | FVA | juv - sub | subadult |
| K075 | m | 13.10.2013 | AB | potentiell geeignet | 5 | - | - | verknöchert | verknöchert | adult | FVA | adult | adult |
| K078 | m | 04.01.2014 | LS | nicht-geeignet | 5.1 | - | - | verknöchert | verknöchert | adult | FVA | adult | adult |
| K079 | m | 30.01.2014 | AB | potentiell geeignet | 4.4 | - | - | NA | NA | juv - sub | FVA | subadult | subadult |
| K086 | w | 17.11.2014 | LS | nicht-geeignet | 3.3 | - | - | sichtbar | sichtbar | juvenil | Autor | juvenil | subadult |
| K092 | m | 11.06.2015 | AB | potentiell geeignet | 4.1 | - | - | NA | NA | juv - sub | FVA | subadult | subadult |
| K102 | m | 06.10.2015 | LS | nicht-geeignet | 3.45 | - | - | NA | NA | juv - sub | FVA | subadult | subadult |
| K103 | m | 17.10.2015 | LS | nicht-geeignet | 3.55 | - | - | NA | NA | juv - sub | FVA | subadult | subadult |
| K104 | m | 09.11.2015 | LS | nicht-geeignet | 4.73 | - | - | NA | NA | juv - sub | FVA | subadult | subadult |
| K105 | m | 10.11.2015 | BS | nicht-geeignet | 8.57 | - | - | verknöchert | verknöchert | adult | FVA | adult | adult |
| K106 | m | 07.11.2015 | LS | nicht-geeignet | 3.2 | - | - | sichtbar | sichtbar | juvenil | FVA | juvenil | subadult |
| K108 | m | 14.12.2015 | AB | potentiell geeignet | 4.51 | II.II | adult (49 - 60) | verknöchert | verknöchert | adult | Autor | adult | adult |

Tabelle 4b: Zweiter Teil der Tabelle der gemessenen Daten der Tiere und der Altersschätzung

| K_ID | Geschlecht | Fundort | Fundort | Habitateignung | Gewicht (kg) | Slot | | Altersschätzung Canini (Monate) | proximale EFS | distale EFS | Altersschätzung Epiphyse | Epiphyse ausgewertet durch | Altereinschätzung final | Alter Analyse-daten |
|------|------------|------------|---------|---------------------|--------------|-------------|--------------------|---------------------------------|---------------|-------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| | | | | | | Papierbogen | Epiphyse | | | | | | | |
| K114 | W | 13.03.2016 | BS | nicht-geeignet | 2.19 | II.III | subadult (19 - 24) | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | subadult | subadult | |
| K117 | M | 22.04.2016 | AB | nicht-geeignet | 4.59 | I.V | adult (25 - 48) | verknöchert | verknöchert | adult | Autor | adult | adult | |
| K126 | M | 30.09.2016 | AB | potentiell geeignet | 4.3 | II.IV | adult (25 - 48) | - | - | - | Autor | adult | adult | |
| K127 | W | 26.11.2016 | BS | - | 3.25 | II.V | senil (> 60) | verknöchert | sichtbar | subadult | Autor | Diskrepanz | - | |
| K129 | M | 02.12.2016 | BS | Übergang | 2.2 | III.I | immatur (6 - 7) | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | juvenile | subadult | |
| K130 | M | 01.01.2017 | AB | potentiell geeignet | 4.1 | III.II | immatur (9 - 10) | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | juvenile | subadult | |
| K133 | M | 15.02.2017 | GS | Übergang | 4.6 | III.III | senil (> 60) | sichtbar | sichtbar | adult | Autor | adult | adult | |
| K136 | M | 25.09.2017 | BS | Übergang | 3.15 | III.IV | immatur (6 - 7) | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | juvenile | subadult | |
| K137 | M | 06.11.2017 | BS | Übergang | 2.69 | - | - | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | juvenile | subadult | |
| K138 | W | 08.11.2017 | BS | nicht-geeignet | 2.3 | - | - | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | juvenile | subadult | |
| K139 | M | 18.10.2017 | KS | nicht-geeignet | 1.24 | - | - | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | juvenile | subadult | |
| K140 | M | 13.11.2017 | LS | potentiell geeignet | 3.19 | IV.IV | immatur (8 - 9) | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | juvenile | subadult | |
| K143 | M | 11.01.2018 | LS | potentiell geeignet | 3.9 | IV.V | subadult (11 - 18) | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | subadult | subadult | |
| K144 | M | 25.01.2018 | AB | nicht-geeignet | 2.74 | III.V | immatur (9 - 10) | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | juvenile | subadult | |
| K145 | M | 19.02.2018 | KS | - | 4 | IV.I | adult (25 - 48) | verknöchert | sichtbar | subadult | Autor | Diskrepanz | - | |
| K146 | M | 25.02.2018 | AB | Übergang | 3.07 | IV.II | subadult (19 - 24) | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | subadult | subadult | |
| K147 | M | 25.02.2018 | BS | Übergang | 2.73 | - | - | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | juvenile | subadult | |
| K148 | M | 28.02.2018 | AB | potentiell geeignet | 5.44 | IV.III | subadult (11 - 18) | sichtbar | sichtbar | juvenile | Autor | subadult | subadult | |
| K156 | M | 17.06.2018 | LS | nicht-geeignet | 4.3 | II.I | adult (25 - 48) | verknöchert | verknöchert | adult | Autor | adult | adult | |
| K157 | W | 19.06.2018 | BS | potentiell geeignet | 2.32 | V.I | subadult (19 - 24) | - | - | - | - | subadult | subadult | |

4.2 Analyse der Fundorte der Totfunde

Die Karte (Abbildung 9) zeigt Baden-Württemberg mit den Fundorten der Wildkatzen der Analysedaten. Diese sind kategorisiert nach Alter und Geschlecht. Die Rahmen zeigen Ausschnitte der Karte, die aufgrund des Inhaltes von Totfunden näher betrachtet und analysiert werden.



Abbildung 9: Übersichtskarte der Fundorte der Totfunde; Kartenerstellung durch M. Huber

Im Norden Baden-Württembergs gibt es einen durch Straßenverkehr verstorbenen Kuder (siehe Übersicht 1), im Raum Pforzheim sind zwei Kuder aufgrund von Kollisionen gestorben (Übersicht 2). Die restlichen verstorbenen Individuen erlitten ihre tödlichen Unfälle in der mittleren und südlichen Rheinebene. Besondere Häufungen der Totfunde gibt es im Raum westlich bis nördlich von Freiburg (Übersicht 6), sowie nördlich dieses Raumes (Übersicht 5).

Auf der Karte wird visualisiert, dass die Mehrzahl der verstorbenen Tiere ein Alter unter zwei Jahren hatte, unabhängig vom Geschlecht. Eine Häufung toter adulter Individuen gibt es im Norden Offenburgs (Übersicht 4), hier verstarben drei adulte Individuen. Nennenswert ist auch, dass die zwei Individuen, die im Raum Pforzheim verunglückten, der adulten Altersklasse angehören. In diesem Raum gibt es keine subadulten Todesopfer, wie sonst überall, wo adulte Tiere im Straßenverkehr starben.

Die Weibchen sind westlich (Übersicht 6) und nordwestlich (Übersicht 5) von Freiburg in der Rheinebene überfahren worden. Die Ausnahme bildet hierbei ein Tier, welches westnordwestlich von Baden-Baden starb.

Die Fundorte der Tierkörper liegen alle unterhalb 800 m über Normalnull und nicht in Karstgebieten.

4.2.1 Individuenspezifische Habitateignung der Fundorte

Zur genaueren, individuenspezifischen Betrachtung des Fundortes der Wildkatzen bietet es sich an, die Detailkarten zu betrachten. Hier ist auch die Habitateignung anhand eines Farbübergangs von rot nach grün, je nach Potential des Habitats, aufgetragen.

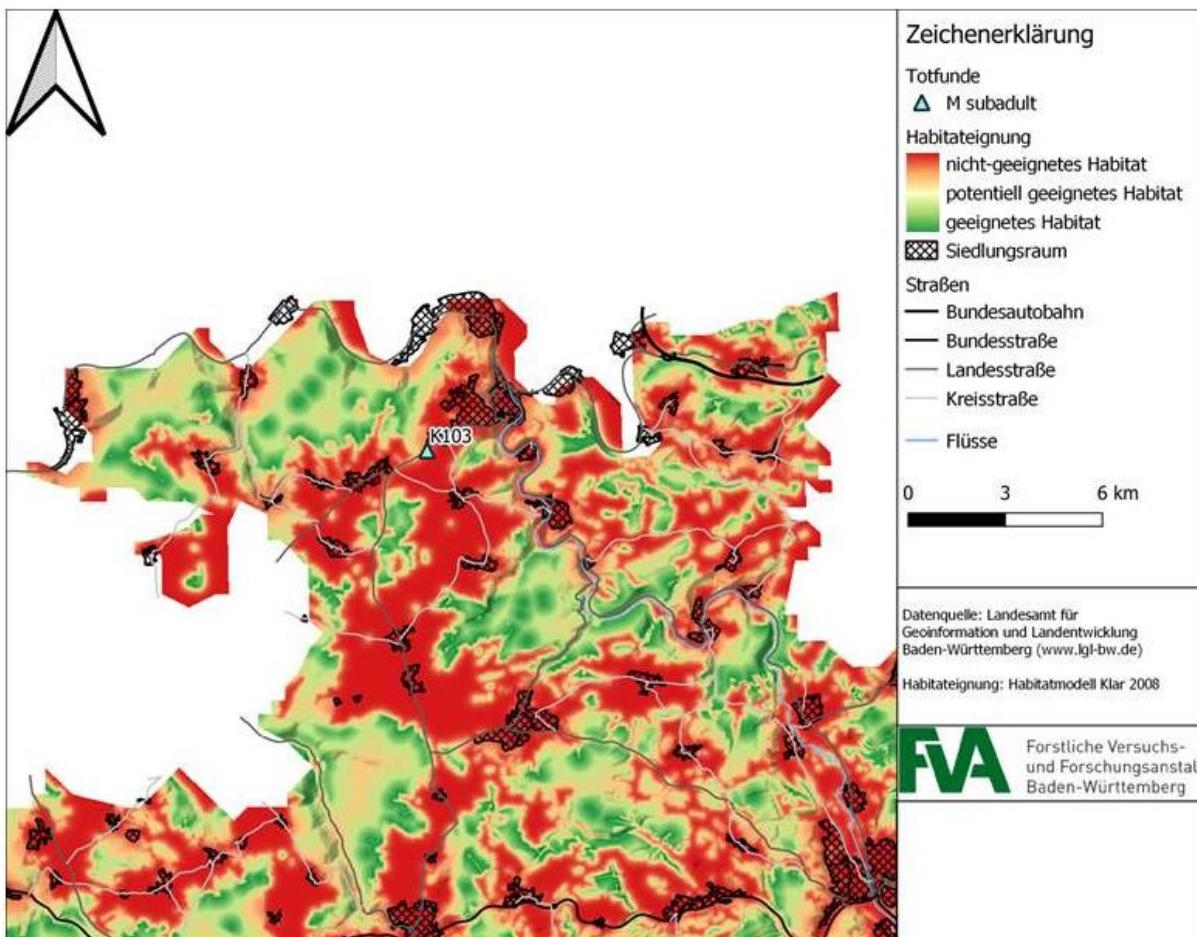


Abbildung 10: Detailkarte 1; Kartenerstellung der Detailkarten durch M. Huber

In Detailkarte 1 ist der Fundort des Individuums K103 zu sehen. Dieses subadulte Männchen wurde auf einer Landstraße, in nicht-geeignetem Habitat, überfahren. Der Fundort befindet sich zwischen zwei Flächen geeigneten Habitats, welche sich nordwestlich in ca. 900 m Entfernung und ca. 1,1 km östlich des Straßenabschnittes befinden. Das Tier ist südlich einer Siedlung verstorben.

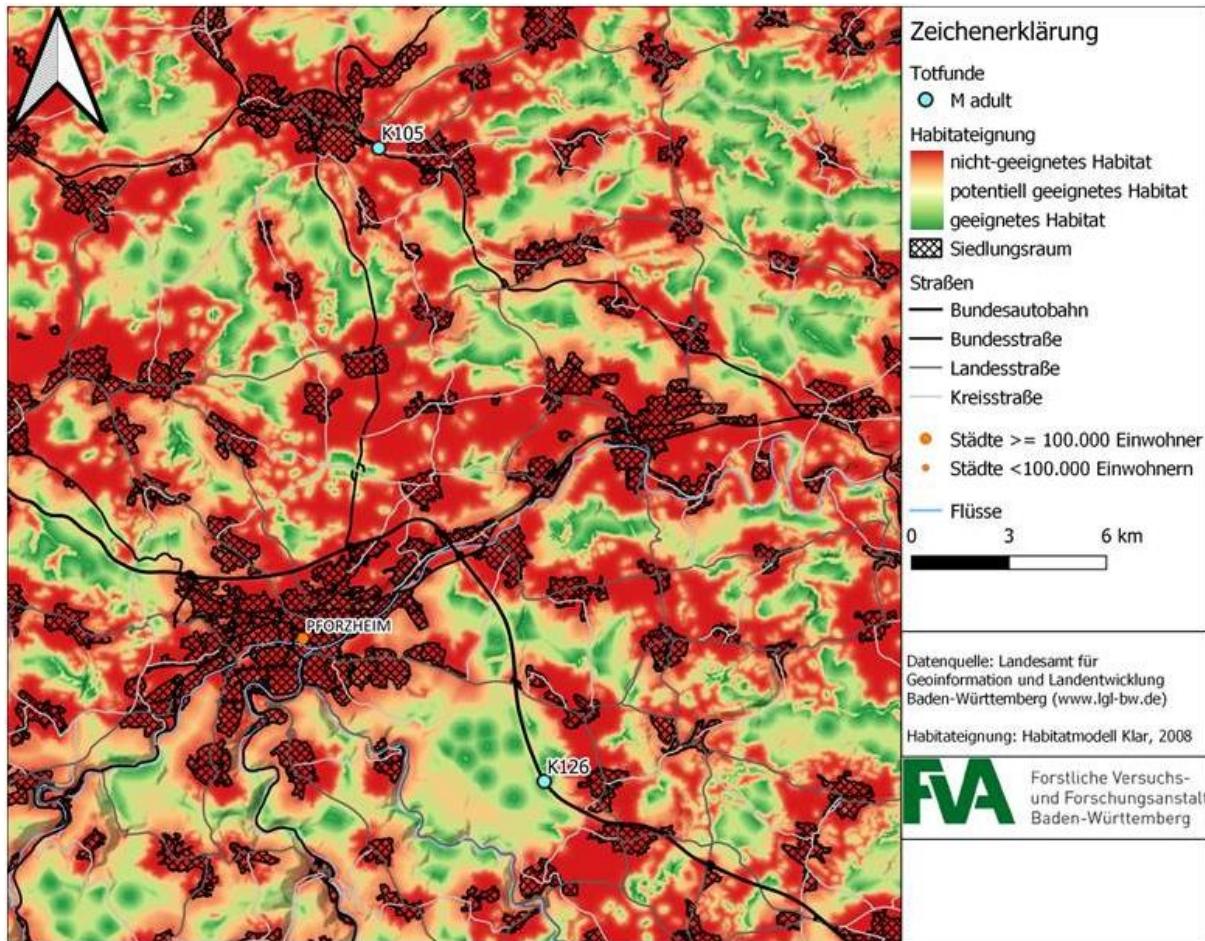


Abbildung 11: Detailkarte 2

Betrachtet man den adulten Kuder K105 auf Detailkarte 2, erkennt man, dass dieses Tier auf einer Bundesstraße zwischen zwei Siedlungsräumen starb. Der Fundort ist in nicht-geeignetem Habitat, die nächste Fläche geeigneten Habitats liegt im Südwesten ca. 2,1 km, im Osten ca. 3,8 km und im Norden über 4 km entfernt.

Das andere Tier, K126, männlich, ebenfalls adult, ist auf der Bundesautobahn gestorben, auf einer über 2000 ha großen Fläche, die sich potentiell als Habitat eignen würde.

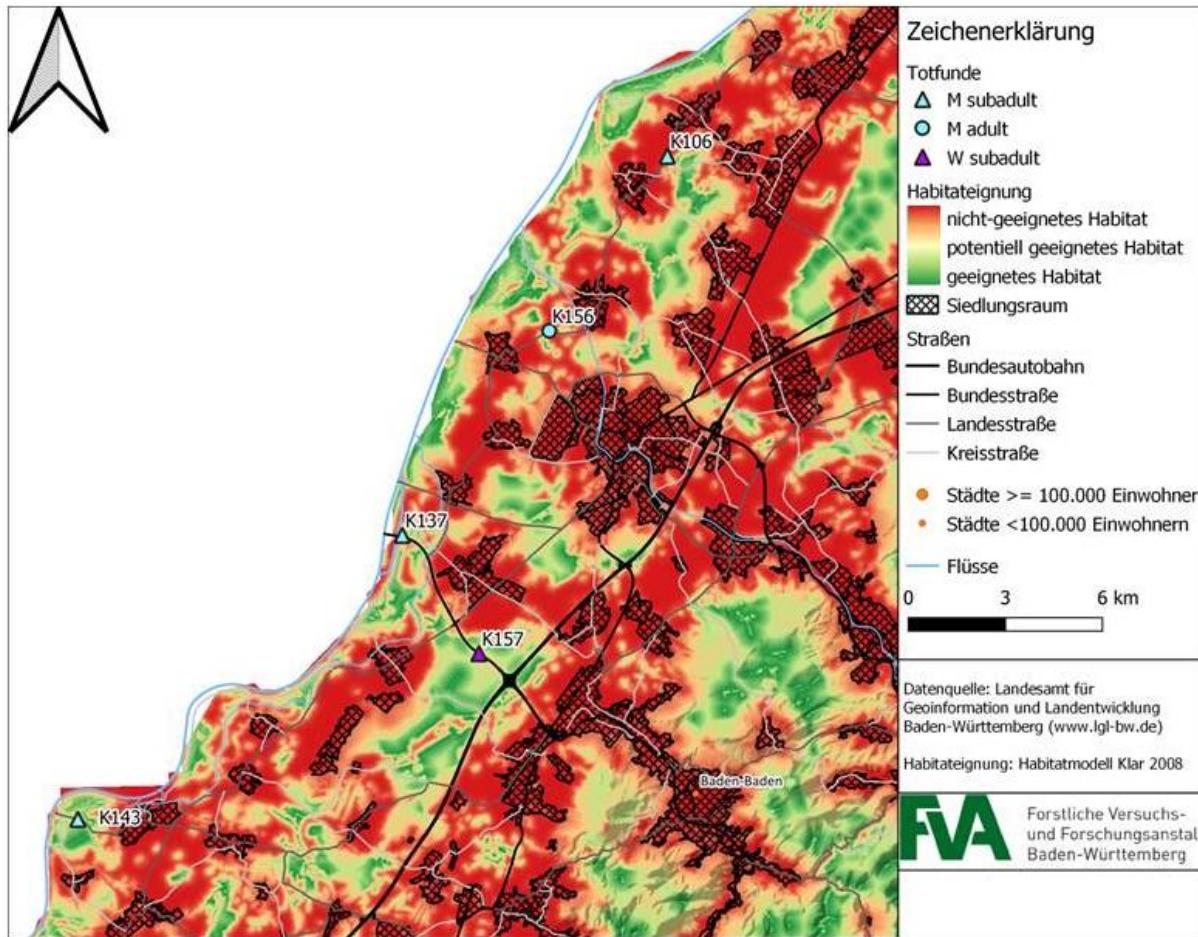


Abbildung 12: Detailkarte 3

Auf Detailkarte 3 sieht man unter anderem den Fundort des subadulten Männchens K106. Dieser liegt auf einer Landstraße ca. 500 m nordwestlich und ca. 1,5 km südöstlich von Flächen geeigneten Habitats entfernt. Der Punkt ist in nicht-geeignetem Habitat zwischen Siedlungen im Norden, Süden und Osten gelegen.

Der adulte Kuder K156 ist auf derselben Landstraße südsüdöstlich von K106 gestorben. Ebenfalls liegt der Fundort in nicht-geeignetem Habitat, eine mindestens 340 ha umfassende Fläche geeigneten Habitats befindet sich ca. 1,1 km nördlich.

Die Katze K157 wurde an einer Stelle gefunden, die in einer ca. 640 ha großen, als Lebensraum potentiell geeigneten Fläche liegt. Die geeignete Fläche wird durch Siedlungen umringt. Der Fundort des Männchens K137 ist fragmentierte Landschaft mit kleinen Flächen geeigneten und ungeeigneten Lebensraumes.

Weiter südlich ist das subadulte, männliche Tier K143 auf einer Landstraße inmitten ca. 200 ha Fläche geeigneten Lebensraumes gefunden worden.

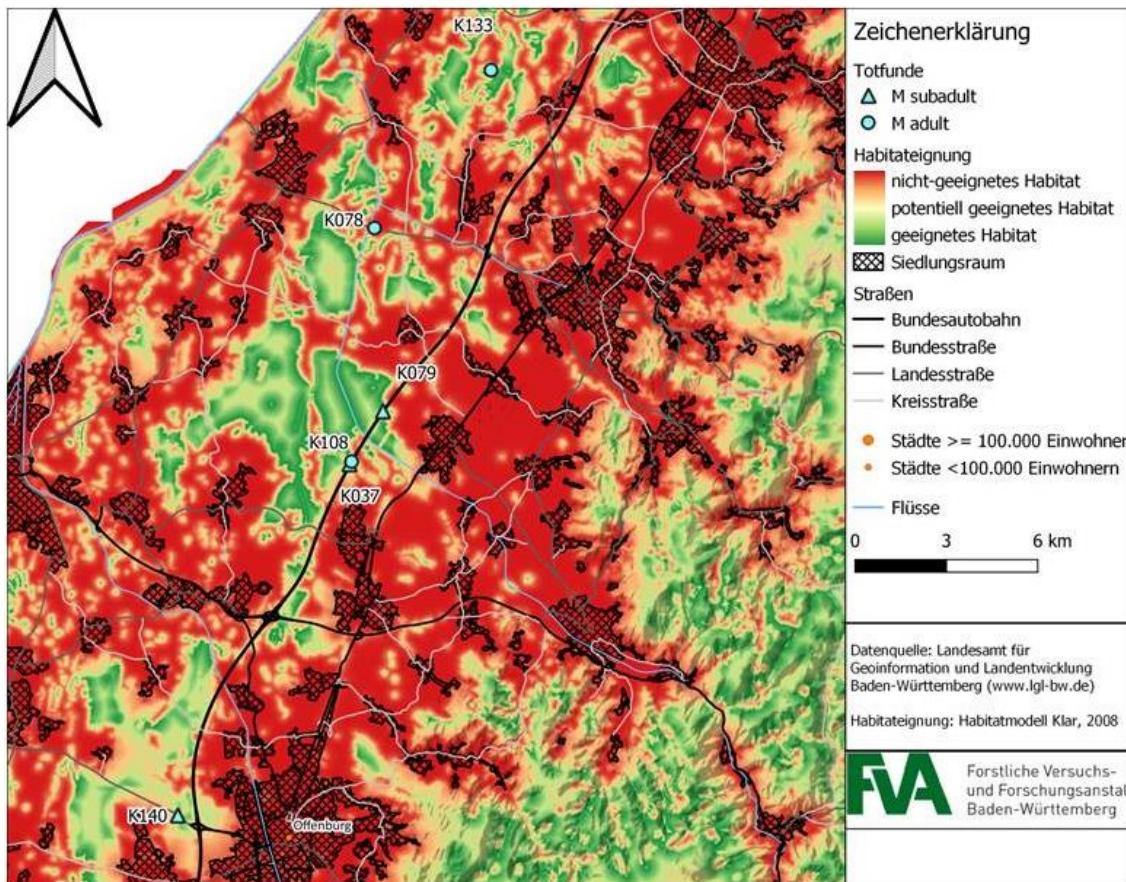


Abbildung 13: Detailkarte 4

Der Fundort der Tieres K133 (Detailkarte 4) liegt an der Grenze zwischen geeignetem und nicht-geeignetem Habitat, auf einer Gemeindestraße. Das nicht-geeignete Habitat bildet eine Insel inmitten fast 700 ha geeigneten Habitats, die nicht durch Siedlungen bedingt ist. Dieses Tier war eines der männlichen Adulten.

K078, auch männlich, auch adult, ist in nicht-geeignetem Habitat gestorben, ein Kilometer nordöstlich von über 400 ha geeignetem Wildkatzenlebensraum.

Das Tier K079 verstarb am Rand einer mehr als 1300 ha großen Fläche geeigneten Habitats auf einer Bundesautobahn. Es war männlichen Geschlechts und jünger als 24 Monate.

Die Kuder K108 und K037 sind in einer Entfernung von ca. 100 m zueinander verstorben, auf der Bundesautobahn und derselben potentiell geeigneten Fläche wie K079, ca. 1 km entfernt von der nächsten Siedlung und 700 m entfernt von großflächigem nicht-geeigneten Habitat. K108 wurde über zwei Jahre alt geschätzt, K037 gehörte zu den subadulten Tieren der Analysedaten.

Weiter südlich, auf der Höhe von Offenburg, verstarb das subadulte Männchen K140 auf einer Landstraße durch eine ca. 1000 ha große Fläche von geeignetem und potentiell geeignetem Habitat, umgeben von Siedlungsraum überall außer nordwestlich.

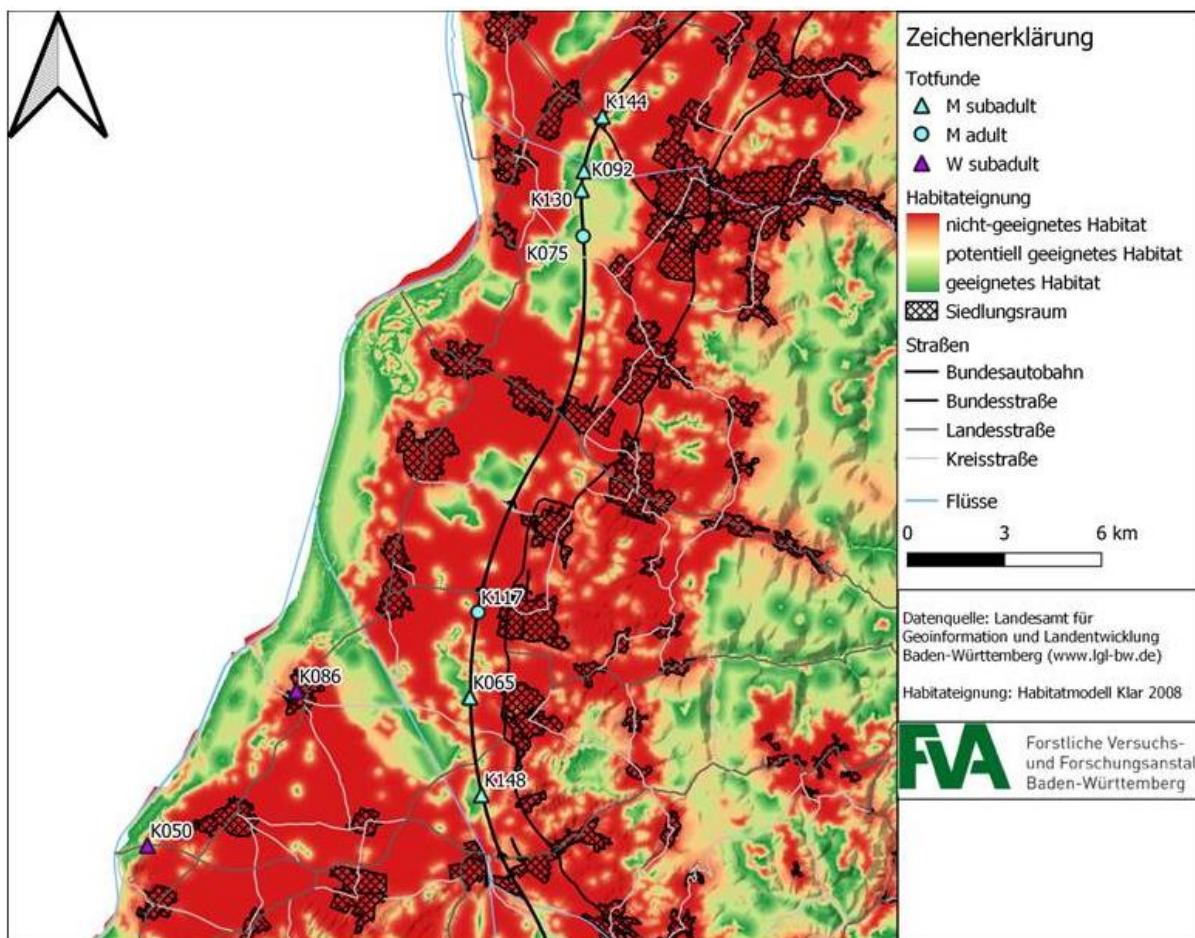


Abbildung 14: Detailkarte 5

Auf Detailkarte 5 sieht man die Fundorte von neun Wildkatzen abgebildet. Das Tier, dessen Fundort am weitesten nördlich liegt, war K144, ein subadulter Kuder. Das Tier wurde auf der Bundesautobahn überfahren, genauso wie die Tiere K092, K130, K075, K117, K065 und K148 dieser Detailkarte. Der Fundort des Kuders K144 liegt in nicht-geeignetem Habitat, an der Grenze zu einer für Wildkatzen als Lebensraum geeigneten, kleinen Fläche. Das Tier ist ca. 1,7km entfernt von K092 gestorben.

Die Individuen K092, K130 und K075, Wildkatzen männlichen Geschlechts, sind in einem über 700 ha großen Gebiet verstorben, das durch das Modell als potentiell-geeignetes Habitat errechnet wurde. Die Kuder K092 und K130 sind verstorben, bevor sie das zweite Lebensjahr

vollendet hatten, K075 danach. K117 war auch ein adultes Tier, dieses Männchen wurde auf der Bundesstraße in nicht-geeignetem Habitat überfahren.

K065, ein subadulter Kuder, ist auf einer kleinen Fläche potentiell geeigneten Habitats verstorben, die umgeben ist von nicht-geeignetem Habitat. Der Fundort war eine Autobahn.

Bei dem Tier K148 sind die räumlichen Verhältnisse ähnlich: Der subadulte Kuder verstarb auf der Autobahn, in geeignetem Habitat, flächig umgeben von nicht geeigneter Landschaft.

Die subadulte Katze K086 ist in einer Siedlung verstorben, auf einer Kreisstraße. Der Fundort ist nicht-geeignetes Habitat. K050 verstarb auf einer Landstraße an der Grenze zwischen geeignetem und nicht-geeignetem Habitat. Dieses Tier war weiblich und subadult.

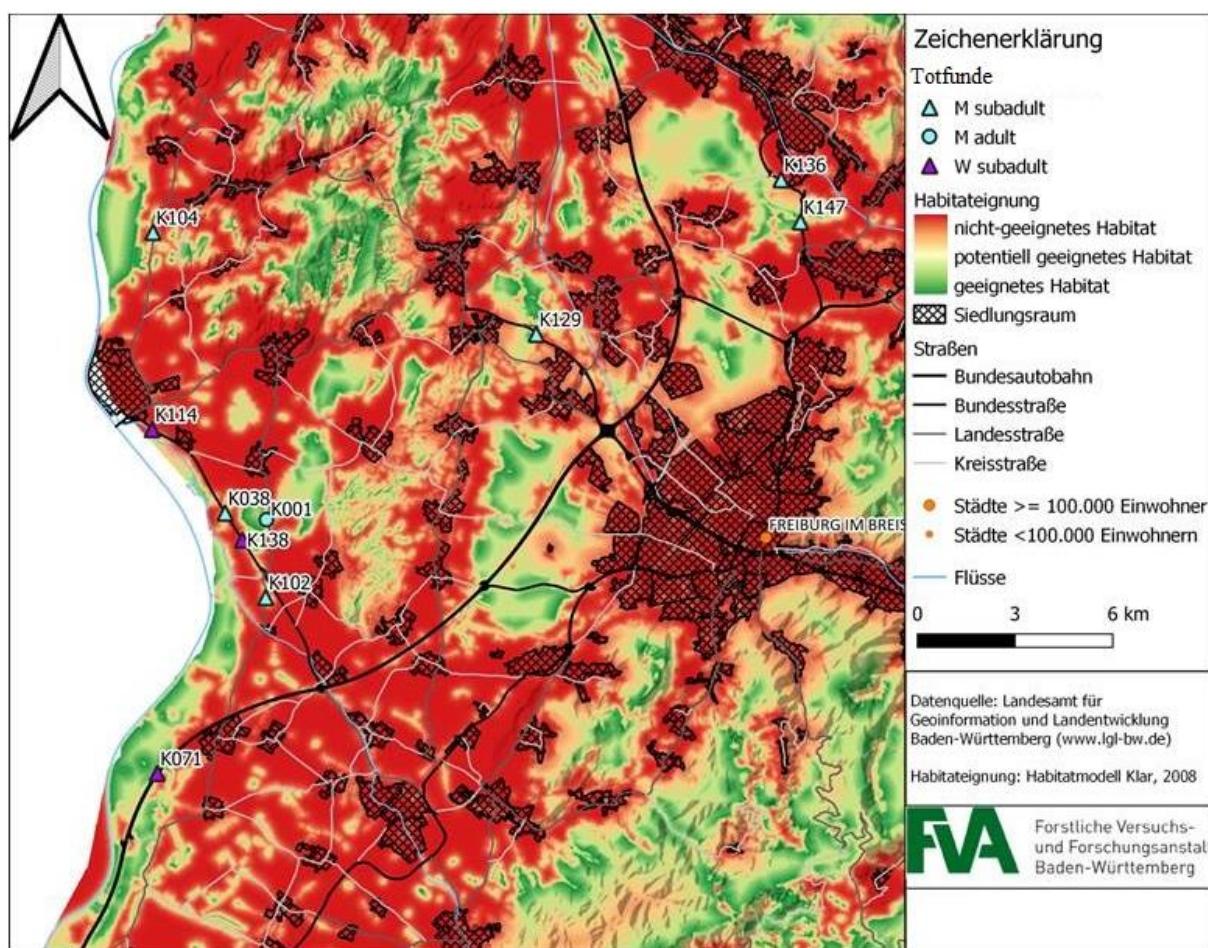


Abbildung 15: Detailkarte 6

Die Wildkatzen, die man auf Detailkarte 6 sehen kann, sind bis auf K001 in subadultem Alter verstorben.

Das Männchen K136 wurde auf einer Bundesstraße in Siedlungsnähe gefunden. Das Modell zeigt hier den Übergang von geeignetem zu nicht-geeignetem Habitat. Der Fundort liegt östlich eines größeren zusammenhängenden Gebietes von geeigneter Habitateignung.

Der Kuder K147 ist in der Nähe verstorben, ebenfalls an einem Übergang von geeignetem zu nicht-geeignetem Habitat. Südwestlich dieses Ortes ist Kuder K129 verstorben, auf einer Übergangsfläche zwischen potentiell geeignetem und nicht-geeignetem Habitat. Dieser wurde auch auf der Bundesstraße überfahren.

K104, ein Männchen, wurde in fragmentiertem nicht-geeignetem Habitat auf einer Landstraße überfahren, ca. 550 m entfernt von einer mindestens 310 ha großen als Lebensraum geeigneten Fläche.

Das Weibchen K114 ist in Siedlungsnähe auf der Bundesstraße aufgefunden worden, in nicht-geeignetem Habitat. Die Individuen K038 und K138, männlich und weiblich, sind auf derselben Bundesstraße verstorben, das Modell zeigt nicht-geeignetes Habitat an, im Osten des Fundortes gibt es jedoch eine ca. 320 ha große Fläche, die als Wildkatzenlebensraum geeignet ist. Am Rand dieser geeigneten Fläche ist das adulte Männchen K001 auf einer Landstraße verstorben.

Das Männchen K102 wurde inmitten eines großen Gebiets ungeeigneten Lebensraumes aufgefunden, überfahren auf einer Landstraße.

Weiblichen Geschlechts war das Tier K071, das auf einer Bundesstraße südwestlich von Freiburg in über 750 ha potentiell Wildkatzenhabitat aufgefunden wurde.

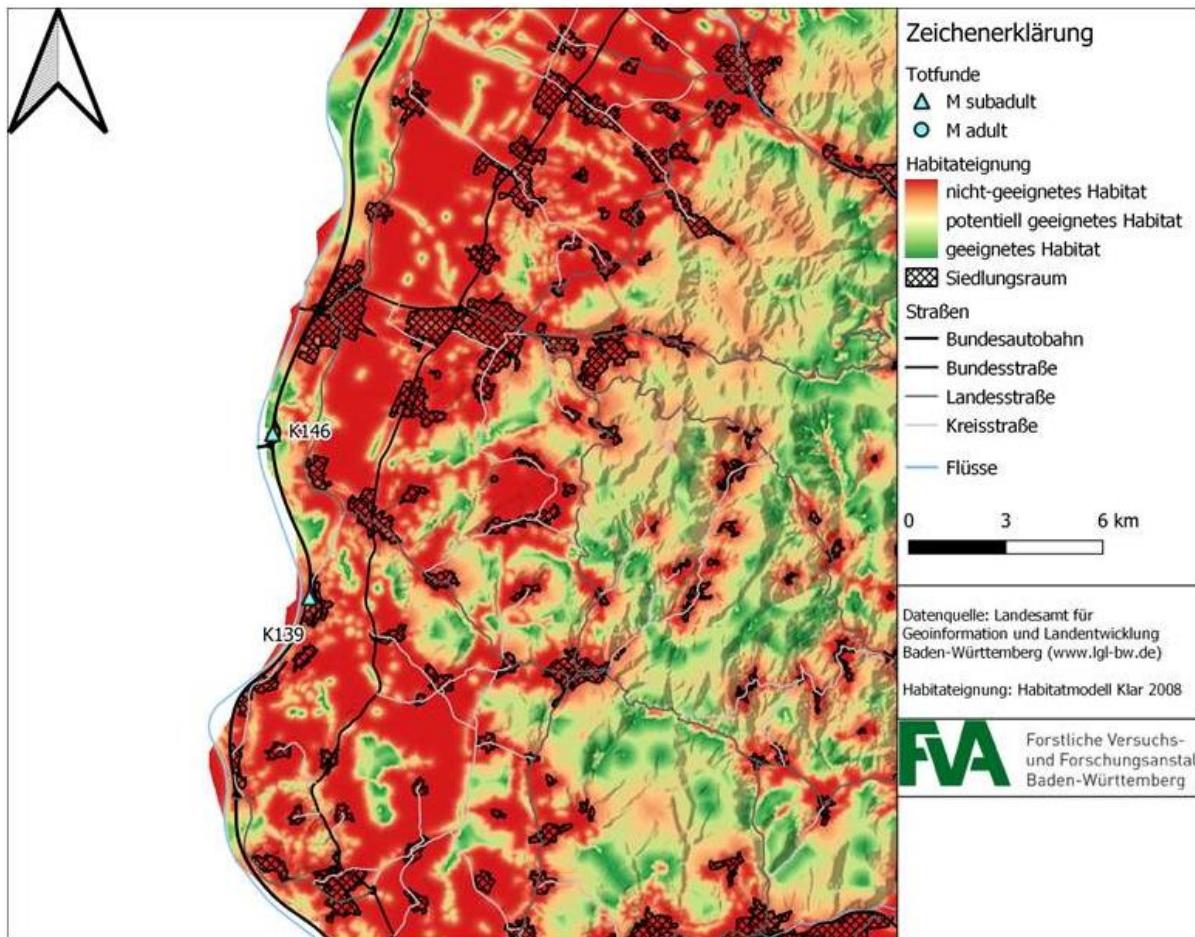


Abbildung 16: Detailkarte 7

Zwei weitere subadulte Kuder, K146 und K139, sind im Südwesten Baden-Württembergs durch eine Kollision zu Tode gekommen. Ihre Fundorte sind auf Detailkarte 7 zu sehen:

K146 wurde auf einer Bundesautobahn überfahren, K139 auf einer Kreisstraße. Zu sehen ist auch, dass K146 in einem fragmentierten Lebensraum zu Tode gekommen ist, an einem Ort, der als geeignetes Habitat klassifiziert ist, an der Grenze zu nicht-geeignetem Lebensraum.

K139 starb im Siedlungsraum, also nicht-geeignetem Wildkatzenlebensraum.

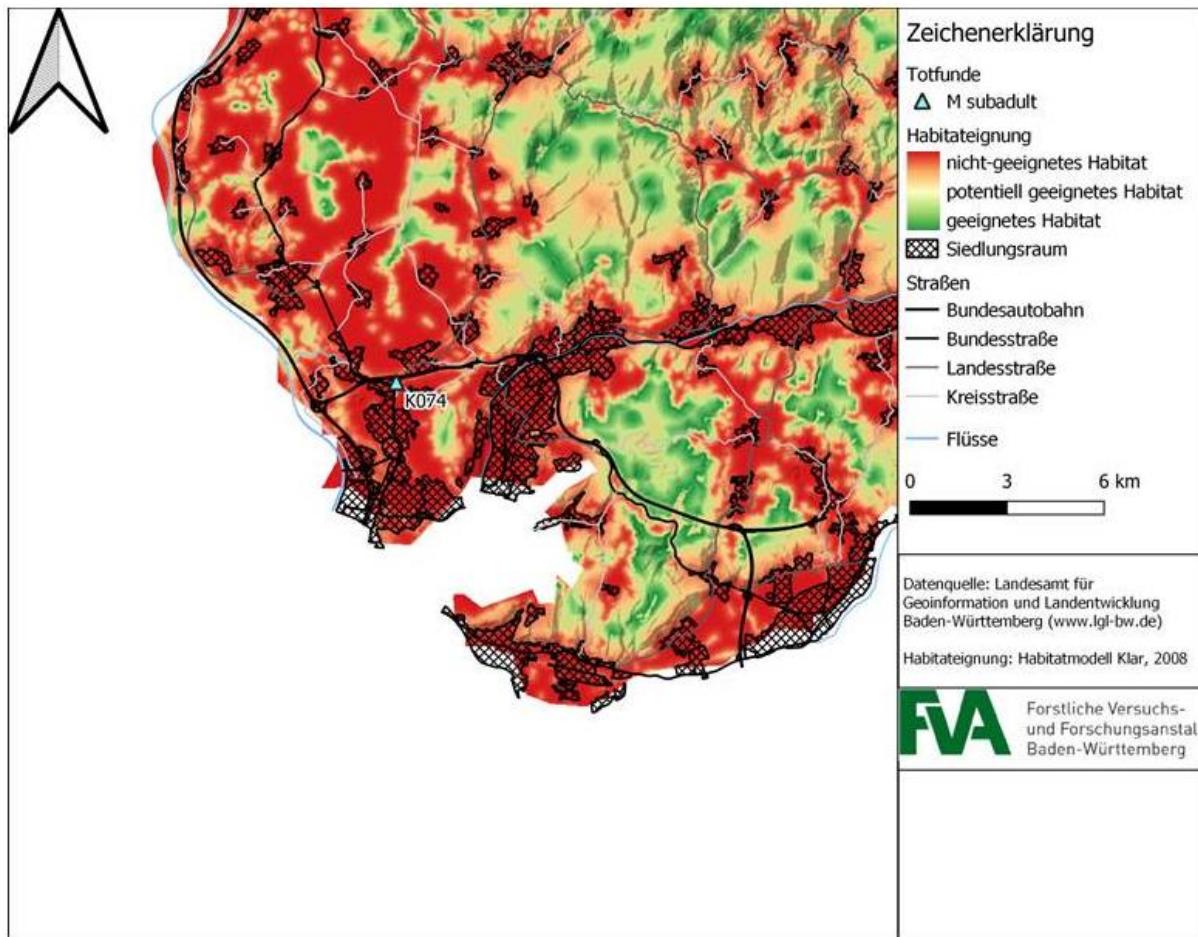


Abbildung 17: Detailkarte 8

Auf der letzten Detailkarte wird ersichtlich, dass K074 in nicht-geeignetem Wildkatzenlebensraum überfahren wurde. Der Fundort dieses Kuders unter zwei Jahren liegt im Siedlungsraum an einer Landstraße.

4.2.2 Habitateignung der Fundorte der Stichprobe

Für die folgende Analyse der Anzahl in nicht- beziehungsweise potentiell geeignetem Wildkatzenhabitat verstorbenen Tiere wurden die sieben Individuen, die an Übergängen von nicht- zu geeignetem Lebensraum verstarben, nicht berücksichtigt.

Es wurden 15 Tiere auf nicht als Habitat geeigneten Flächen überfahren und 14 Tiere wurden in potentiell-geeignetem oder geeignetem Habitat gefunden. Bei den Weibchen sind drei Tiere in nicht-geeignetem Habitat und zwei in potentiell geeignetem Habitat überfahren worden. Von den 24 Männchen sind 12 in potentiell geeignetem, 12 in nicht-geeignetem Habitat gestorben.

Von den acht adulten Tieren, die Kuder waren, sind vier innerhalb und vier außerhalb geeigneten Habitats verunfallt. Zehn der 21 subadulten Tiere starben in potentiell geeignetem Habitat, elf in nicht-geeignetem Lebensraum.

Die Berechnung des t-Tests, ob es einen Unterschied zwischen Männchen und Weibchen in der Habitateignung ihres Fundortes gibt, zeigt einen Signifikanzwert von $p = 0,72$ und damit keine Signifikanz. Die Berechnung des t-Tests zwischen Alter und Habitatemignung ergibt $p = 0,915$. Der Unterschied in der Habitatemignung des Fundortes zwischen Adulten und Subadulten ist nicht signifikant.

4.2.2.1 Straßenkategorie der Fundorte

Die Untersuchung zur Anzahl der Totfunde, bezogen auf den Fundort, fußt auf den Analysedaten:

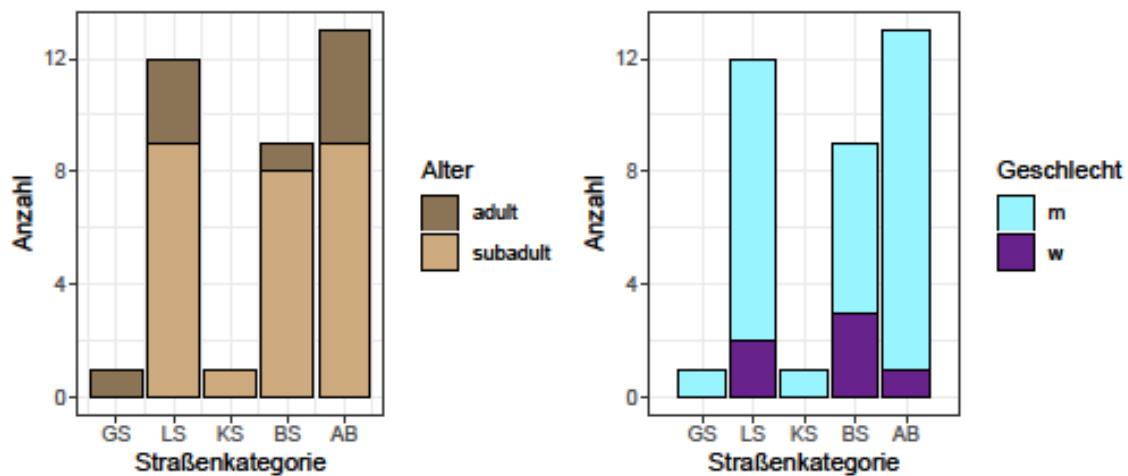


Abbildung 18: Anzahl der Totfunde nach Fundort: Die Abkürzungen „GS“, „LS“, „KS“, „BS“, „AB“ stehen für die Straßenkategorien Gemeinde-, Land-, Kreis-, Bundesstraße und Bundesautobahn; die weiblichen Tiere gehören der subadulten Altersgruppe an

Ein adultes Männchen (K133) ist das einzige Tier, welches auf einer Gemeindestraße überfahren wurde. Der subadulte Kuder K139 starb als einzige Wildkatze auf einer Kreisstraße.

Die Mehrzahl der Tiere (n=13; K037, K065, K071, K075, K079, K092, K108, K117, K126, K130, K144, K146, K148) kam auf der Bundesautobahn ums Leben, darunter vier adulte und neun subadulte Wildkatzen. Das Weibchen K071 ist in den subadulten Opfern enthalten.

Die zweithöchste Anzahl verstorbener Wildkatzen wurde auf Landstraßen gefunden. Von den zwölf Individuen waren drei adult (K001, K078, K156) und neun subadult (K050, K074, K086, K102, K103, K104, K106, K140, K143). Zwei der Subadulten waren Weibchen (K050, K086). Auf Bundesstraßen starben neun Wildkatzen, darunter das adulte Männchen K105. Die acht verbliebenen Subadulten setzen sich zusammen aus den drei Weibchen K114, K157, K138 und fünf Kudern (K038, K129, K136, K137, K147).

Der errechnete t-Test der Altersverteilung bezogen auf die Fundorte ergibt einen p-Wert von $p = 0,766$. Dies bedeutet keinen signifikanten Unterschied zwischen der Verteilung der Fundorte der Adulten und der Subadulten. Bezogen auf das Geschlecht der Tiere ergibt sich ein p-Wert von $p = 0,86$, also ebenfalls keine signifikante Abweichung der Verteilung.

4.3 Zeitliche Schwerpunkte der Straßenmortalität

Zum Bestimmen zeitlicher Schwerpunkte der Straßenmortalität der Wildkatze dienen die folgenden Säulendiagramme (Abbildung 19):

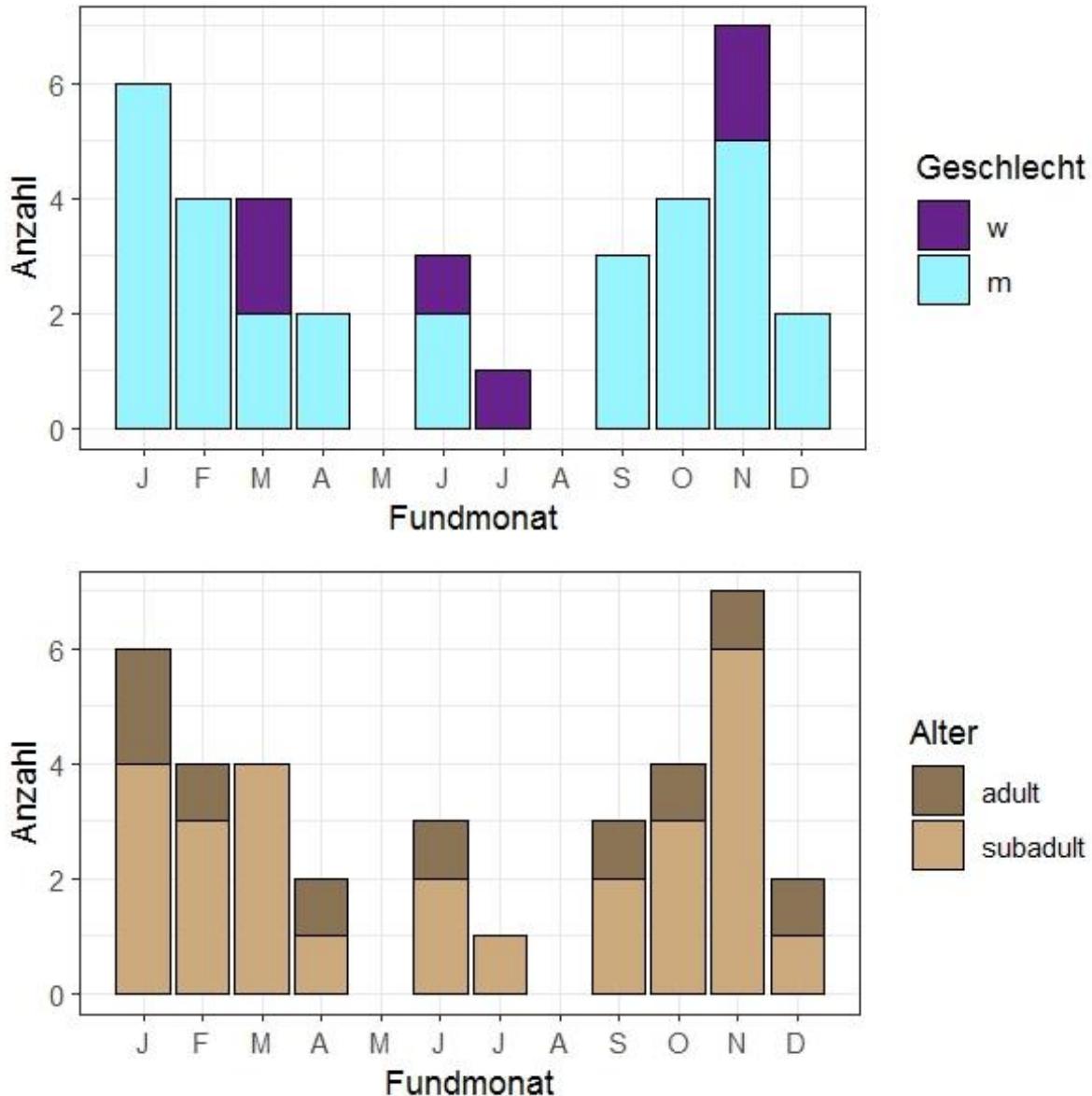


Abbildung 19: Säulendiagramm der Fundmonate: Die X-Achse ist beschriftet mit den Fundmonaten, beginnend mit J für „Januar“

Zu sehen ist, dass die Anzahl monatlicher Totfunde im November mit sieben verstorbenen Tieren (K086, K104, K105, K106, K137, K138, K140) ein Maximum aufweist. Einen weiteren Peak bildet der Januar mit sechs Totfunden (K001, K078, K079, K130, K143, K144).

Im Mai und im August sind keine verunglückten Tiere aufgefunden worden.

Bei 36 verunfallten Tieren in zwölf Monaten liegt das arithmetische Mittel bei drei Tieren, die monatlich durch Straßenverkehr bedingt gestorben sind. Über diesem Durchschnitt liegen außer Januar und November die Monate Februar (n = 4; K133, K146, K147, K148), März (n = 4; K037, K038, K050, K114) und Oktober (n = 4; K075, K102, K103, K139).

Wie die Monate Mai und August ohne Totfunde, liegen die Monate April und Dezember mit jeweils zwei Totfunden (April: K065, K117; Dezember: K108, K129) und der Juli mit einem Verkehrsopfer (K071) unter dem Mittelwert. Genau im Durchschnitt liegen die Fundmonate Juni und September, in denen jeweils drei Wildkatzen (Juni: K092, K156, K157; September: K074, K126, K136) gefunden wurden.

Die sechs subadulten weiblichen Wildkatzen wurden in den Monaten März (n = 2; K050, K114), Juni (n = 1; K157), Juli (n = 1; K071) und November (n = 2; K086, K138) gefunden. Das Geschlechterverhältnis der aufgefundenen Wildkatzen beträgt also im März 2 Kuder: 2 Katzen, im Juni 2:1, im Juli 0:1 und im November 5:2. Im Juli ist also die einzige verunglückte Wildkatze weiblichen Geschlechts, während die höchsten Anzahlen verunglückter weiblicher Wildkatzen im März und im November auftraten.

Die t-tests zur Abhängigkeit der Fundmonate von Geschlecht oder Alter der Wildkatzen zeigen keine Signifikanzen: Der p-Wert zum Unterschied des Geschlechts liegt bei $p = 0,71$, der des Unterschieds des Alters liegt bei $p = 0,95$.

4.4 Populationsökologische Parameter der Totfunde

Die Möglichkeit zur Annäherung der Vitalität der Totfunde bestand in dem Anfertigen eines Boxplots (Abbildung 20) und dem Vergleich des Gewichts der Totfunde mit dem Normalgewicht von Wildkatzen.

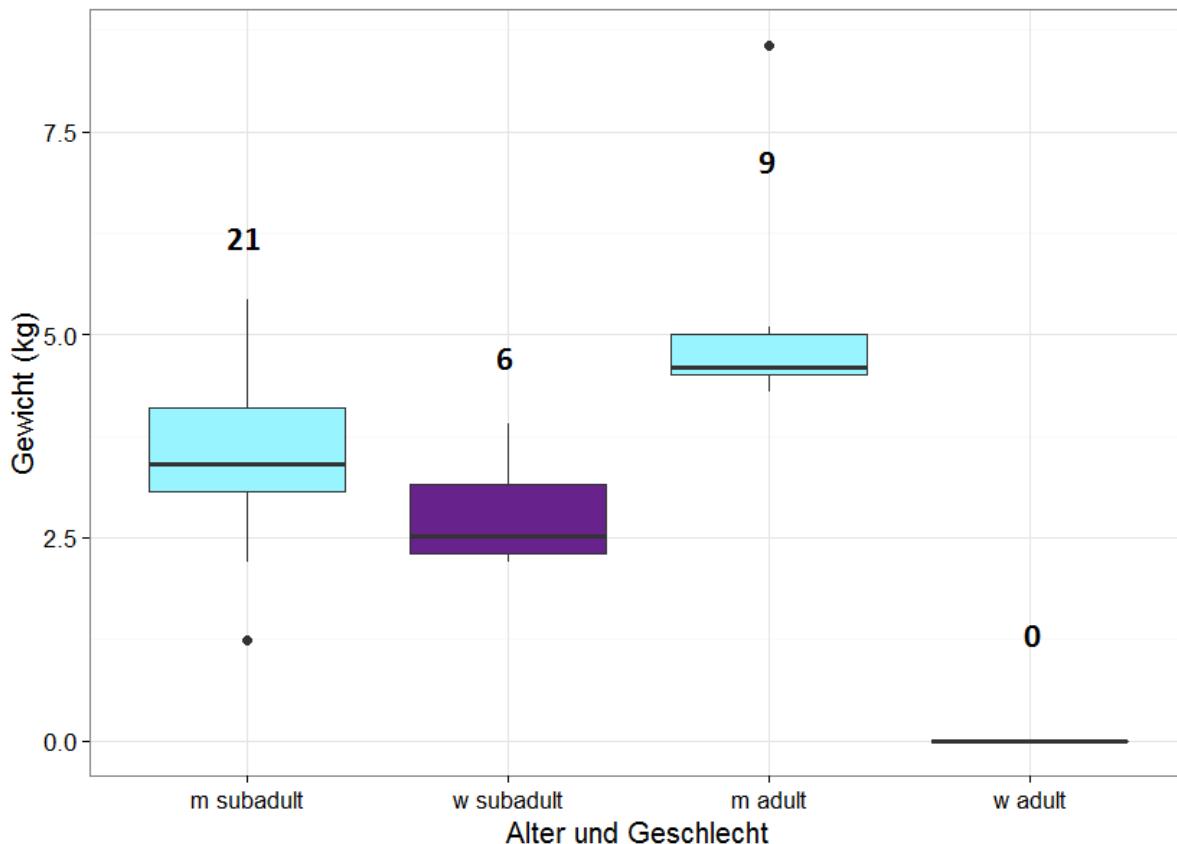


Abbildung 20: Boxplot des Gewichts der Alters- und Geschlechtsgruppen

Die männlichen subadulten Tiere hatten ein Gewicht von ca. 2,4 kg bis 5,5 kg. Ein Ausreißer wog ca. 1,25 kg zum Zeitpunkt seines Todes. Der Median liegt bei ca. 3,4 kg, das erste Quartil bei 3,0 kg und das dritte bei 4,0 kg.

Bei den subadulten Weibchen liegt der Median bei 2,5 kg, das Gewicht der Tiere variierte zwischen ca. 2,2 kg und 3,8 kg.

Die adulten Männchen wogen zwischen 4,4 und 5,2 kg, der Median liegt bei ca. 4,7 kg. Es gibt einen Ausreißer mit einem Gewicht von über 8,0 kg.

5 Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Thesis war, zu untersuchen, welche Alters- und Geschlechtsgruppe der Wildkatzenpopulation Baden-Württembergs hauptsächlich durch Straßenmortalität betroffen ist. Weiterhin stellte sich die Frage, was für ein populationswirksamer Effekt aus dem Versterben von Tieren betroffener Alters- und Geschlechtsgruppenentstehen könnte. Ebenfalls untersucht wurden dazu zeitliche Schwerpunkte in der Verteilung der Totfunde und die Habitateignung der Fundorte. Die Stichprobe der Arbeit bildeten die Wildkatzentotfunde Baden-Württembergs im Zeitraum 2006 bis September 2018 mit Todesursache Straßenverkehr. Das Geschlecht war bekannt.

Um die Altersklasse der Individuen herauszufinden, wurden zwei Altersschätzungen vorgenommen:

Zum einen die Altersschätzung in fünf Altersklassen anhand der Schließung der Pulpahöhle der Canini, die mit Hilfe von Röntgenbildern ausgewertet wurden. Die Referenz bildeten hierbei Röntgenbildern altersklassifizierter Wildkatzenanini der Harzer Wildkatzenpopulation (Götz, unveröffentlicht). Die zweite Methode der Altersschätzung der Tiere war das Auswerten des Zustandes der Epiphysenfugenscheiben der präparierten Ellenknochen der Tiere.

Beurteilt wurde nach dem Schema von Krüger, Griebsch et al. (2009, Poster; Simon, Lang et al. 2015). Von der Analyse ausgeschlossen wurden Tiere, deren Altersschätzung anhand der Canini nicht mit der Altersschätzung der Epiphyse übereinstimmte.

Die Ergebnisse der hauptsächlich betroffenen Alters- und Geschlechtsgruppe der Verkehrsoptiker wurden durch deskriptive Statistik abgebildet, genauso wie die zeitlichen Schwerpunkte. Die Habitateignung der Fundorte konnte durch Nutzen des Geoinformationssystems QGIS analysiert werden.

In der Arbeit sind für das bundesweite FFH-Monitoring relevante Daten der Totfund-Analyse zu finden, die genutzt werden können, um die Gefährdung der Population durch Straßenverkehr und Unterschiede in Alters- und Geschlechtsgruppe der Straßenverkehrsoptiker Baden-Württembergs mit denen anderer Bundesländer zu vergleichen.

5.1 Diskussion der Methoden

5.1.1 Stichprobenumfang und -zusammensetzung

Geschätzt wurde das Alter von 40 Individuen. Nach Exklusion von vier Tieren aufgrund unsicherer Altersschätzung, blieb eine Stichprobe von 36 Wildkatzentierkörpern. Mit einer Stichprobe von 36 Datensätzen ist der Stichprobenumfang für eine Analyse gut geeignet.

Die 36 Individuen waren 30 Männchen und sechs Weibchen. Unter den untersuchten Verkehrspfählen befand sich keine adulte weibliche Wildkatze.

Die Geschlechtsverteilung der Spezies Europäische Wildkatze ist in jungem Alter 1:1 (Piechocki 1990). Die Stichprobenzusammensetzung ist somit nicht repräsentativ, aufgrund der statistischen Verzerrung, die durch die fehlenden weiblichen Adulten erzeugt wird.

Durch das Fehlen bestimmter Alters- und Geschlechtsgruppen ist die Stichprobenzusammensetzung zwar nicht repräsentativ, allerdings zeigt dieses Fehlen auf, welche Gruppen nicht oder weniger und welche Gruppen hauptsächlich durch Straßenmortalität beeinträchtigt sind.

Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass jegliche Straßentotfunde mit Verdacht auf Wildkatze gemeldet werden, die Dunkelziffer der Totfunde liegt höher (Götz 2015). Die Diskussion wird unter der Annahme geschrieben, dass sich das Verhältnis männlicher und weiblicher sowie subadulter und adulter Tiere trotz der vermutlich höheren Dunkelziffer an nicht-gemeldeten Straßentotfunden nicht entscheidend verändert. Die Stichprobenzusammensetzung konnte nicht differenzierter gewählt werden, da die Gesamtheit der verfügbaren und präparierbaren Wildkatzen mit Straßenmortalität als Todesursache Baden-Württembergs betrachtet wurde.

Für die Analyse wurden die Wildkatzentierkörper in zwei Altersklassen eingeteilt: Subadult (<2 Jahre) und adult (>2 Jahre). Ab einem adulten Alter von zwei Jahren haben die Wildkatzen ihre höchste Fruchtbarkeit (Götz 2015), die Einteilung ist geeignet für eine Analyse mit Fokus auf die Reproduktionsfähigkeit der Population. Die Daten sind aufgrund gleicher Alterseinteilung vergleichbar mit denen anderer Totfundanalysen (Götz 2015; Simon, Lang et al. 2015).

5.1.2 Altersschätzung der Canini

Die Altersschätzung der Canini fand mittels Vergleichen von Röntgenbildern der Zähne dieser Studie mit geröntgten Zähnen aus dem Bestand von Malte Götz (unveröffentlicht) statt.

Der Fokus hierbei liegt auf dem Vergleich der Schließung der Pulpahöhle. Zusätzlich wird die Morphologie der Zahnwurzel als Merkmal der Altersschätzung hinzugezogen. Eine Alternative zu dieser Methode ist das Anfertigen von Zahnschliffen und Abzählen der Annuli unter dem Mikroskop (u. a. Piechocki & Stiefel 1988; Schumann 2012).

Die Wahl fiel auf die Methode des Röntgens, da sie weniger invasiv und zeitaufwendig ist. Der Zahn wird nicht im Geringsten beeinträchtigt. Zudem erfordert das Anfertigen der Zahnschliffe viel Expertise und Geschick sowie einen Mehraufwand an Zeit (Schumann 2012).

Bei Stefen (2015) wird angeführt, die Altersbestimmung anhand der Pulpaschließung sei unpräzise bei Tieren älter als zehn Monate, aufgrund der geringen Änderung des Durchmessers der Pulpahöhle mit zunehmendem Alter der Wildkatzen. Zur Unterscheidung zwischen juvenilen und adulten Wildkatzen eigne sie sich jedoch, was die Nützlichkeit der Methode für die Anwendung hier bestätigt.

5.1.3 Altersschätzung der Ellenknochen

In der vorliegenden Thesis wurden zur Altersschätzung außer den Zähnen die Ellenknochen (Ulna) der Wildkatzen genutzt. Die Altersschätzung fand anhand der Auswertung der Verknöcherung (Synostose) der Epiphysenfugenscheiben der Ellenknochen statt.

Unter der Stichprobe befanden sich Straßenverkehrstotfunde, von denen keine Canini, aber Ellenknochen vorhanden waren. Um das Alter dieser Individuen zu schätzen und sie anhand ihrer Reproduktivität einteilen zu können, wurde eine Altersschätzung anhand des Ellenknochens vorgenommen. Zusätzlich diente diese Altersschätzung als Kontrolle bei den Tieren, von denen sowohl Canini als auch Ellenknochen vorhanden waren.

Alternativ dazu kann die Altersschätzung anhand Oberschenkel- (Femur) oder Schienbeinknochen (Tibia) stattfinden (Piechocki & Stiefel 1988). Diese Methode hat sich allerdings als unpräzise herausgestellt, da man hier auf geschlechtsspezifische Unterschiede der Synostose stößt sowie Unterschiede, die mit dem Reproduktionsstatus der Weibchen zusammenhängen scheinen (Piechocki & Stiefel 1988).

Dies führt dazu, dass die Altersklassifizierung anhand Femur und Tibia weniger präzise ist als anhand der Ulna. Zusätzlich wird in den „Empfehlungen für die Aufarbeitung von Wildkatzen-Totfunden“ (Eskens, Fischer et al. 2015) ebenfalls die Ulna zur Altersschätzung verwendet, eingeteilt in dieselben Altersklassen, nach denselben Kriterien wie bei Krüger, Griebsch et al.

(2009, Poster). Da hier ein aktuelles und standardisiertes Verfahren zur Altersschätzung vorliegt, ist dieses statt der Altersschätzung anhand von Femur und Tibia zu bevorzugen.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Mithilfe oben genannter Methoden war das Ziel der Arbeit zu klären, welche Alters- und Geschlechtsgruppe hauptsächlich von Straßenmortalität betroffen ist. Zu vergleichen sind die Ergebnisse verschiedener Totfundanalysen, zum Beispiel von Simon, Lang et al. (2015), Schumann (2012) und Götz (2015). Ebenfalls soll darauf eingegangen werden, was Gründe für die Ergebnisse der Analyse der Wildkatzenpopulation Baden-Württembergs sein könnten.

Es sollte außerdem ermittelt werden, ob die Fundorte der Wildkatzen inner- oder außerhalb von potentiell geeignetem Wildkatzenhabitat liegen, und versucht werden, die Ursachen dafür zu finden.

Ebenfalls wurde betrachtet, ob es Häufungen der Totfunde im Jahresverlauf gibt. Anhand von Theorien und Literatur soll erklärt werden, wie es dazu kommt und welche biologischen Prozesse hierbei eine Rolle spielen.

Aus der Diskussion der Frage nach Alter und Geschlecht der Totfunde soll auch abschließend die letzte weiterführende Frage nach dem populationswirksamen Effekt der Straßenmortalität geklärt werden.

5.2.1 Alters- und Geschlechtsgruppe der Totfunde

Die hauptbetroffene Alters- und Geschlechtsgruppe in der Abschlussarbeit von Schumann (2012) bildeten männliche Subadulte. Zudem überwogen Männchen Weibchen in einem Verhältnis von 3:2. In vorliegender Bachelorabschlussarbeit war der relative Anteil männlicher und männlicher subadulter Tiere höher als bei Schumann. Schumann untersuchte die Wildkatzenpopulation aus Rheinland-Pfalz.

Ein Unterschied ergibt sich zu den Ergebnissen von Götz (2015), von 72 altersbestimmten Verkehrsopfern findet dieser zwar auch einen überwiegenden Anteil an männlichen Individuen (58%) – 1,4mal mehr als Weibchen – allerdings hauptsächlich adulten und senilen Alters (n=26; 36% der Totfunde). Die Anzahl unter zweijähriger, männlicher Verkehrsopfer lag bei 16 Tieren (22% der Totfunde). Der Anteil der über zwei Jahre alten Weibchen liegt bei ca. 24% (n = 17), im Alter unter zwei Jahren sind 18% der Katzen verstorben. Die Totfunde Götz‘ sind aus dem Waldgebiet des Harzes in Sachsen-Anhalt (Götz 2015).

Im Gegensatz zu den Ergebnissen dieser Analyse stehen die von Simon, Lang et al. (2015): Hier waren 39% der Totfunde Weibchen und 64% der gefundenen Tierkörper adult. Ein Viertel der Totfunde sind weibliche adulte Katzen, nur 22,5% unter zweijährige Kuder. Diese Ergebnisse stammen von den Subpopulationen Hessens.

Für die vorliegende Totfund-Analyse wurde von 40 Individuen das Alter geschätzt, 36 der Schätzungen übernommen und analysiert.

Die Geschlechtsverteilung der Analysedaten liegt bei 83,3% Männchen und 16,7% Weibchen. Diese Ergebnisse zeigen auf, dass die männlichen Wildkatzen stärker durch Straßenmortalität gefährdet zu sein scheinen als die Katzen. Von den 30 männlichen Tieren verstarben 21 in einem Alter von unter zwei Jahren, was 70% der Männchen und 58,3% der Wildkatzentotfunde der Analysedaten entspricht. Die hauptsächlich betroffene Alters- und Geschlechtsgruppe der Stichprobe der Analysedaten sind männliche Wildkatzen unter zwei Jahren. Am wenigsten betroffen scheinen adulte Weibchen zu sein.

Die Annahme, männliche subadulte Tiere seien am stärksten durch Straßenmortalität gefährdet, bestätigt sich für die Stichprobe der Wildkatzentotfunde Baden-Württembergs.

Über die Richtigkeit der Annahme, betroffen seien Individuen jeglicher Alters- und Geschlechtsgruppe, kann aufgrund der hohen Dunkelziffer nicht-gemeldeter Totfunde und der unsicheren Altersbestimmung eines weiblichen Individuums keine sichere Aussage getroffen werden.

Was den untersuchten Wildkatzenpopulationen gemeinsam ist, ist das größere Streifgebiet der Männchen, sowohl in Baden-Württemberg (Streif, Kohnen et al. 2016) als auch in Sachsen-Anhalt (Götz 2015). Dies wird als allgemeingültig angenommen und hängt unter anderem damit zusammen, dass Kuder versuchen, die Streifgebiete mehrerer Weibchen zu kreuzen, um ihre biologische Fitness zu erhöhen (Piechocki 1990).

Durch diese Raumnutzung und eventuell auch durch die erhöhte Nutzung von Offenland durch Männchen (Streif, Kohnen et al. 2016), wo der Straßenverkehr sich nicht hauptsächlich auf Forstfahrzeuge beschränkt, scheinen Männchen stärker gefährdet zu sein als die weiblichen Tiere.

In einem Alter von vier bis fünf Monaten verlassen die juvenilen Wildkatzen den Geheckverbund und somit ihre Mutter (Piechocki 1990). Zum Teil begeben sie sich eigenständig auf die Suche nach einem Revier. Junge Katzen benötigen am wenigsten Lebensraum, wobei das Verhalten der Kuder „nomadenhaft“ ist und sie nicht in einem bestimmten Gebiet bleiben (Piechocki 1990). Die jungen Kuder haben die größte Ausbreitungstendenz, bis sie vor Erreichen des Peaks des reproduktiven Alters mit ca. zwei Jahren ein eigenes Territorium gefunden haben (Piechocki 1990). Dies kann ein Grund für das Überwiegen der subadulten Kuder in der Stichprobe sein.

Die Unterschiede in der Stichprobenzusammensetzung der verglichenen Studien könnten sich durch die verschiedenen Untersuchungsgebiete ergeben: Die Untersuchungsgebiete der anderen Studien sind große, zusammenhängende Waldgebiete. Das vermutlich größte Vorkommen der Wildkatzenpopulation Baden-Württembergs ist in einer stark fragmentierten Kulturlandschaft gelegen, die wenig solcher Waldverbundsgesellschaften hoher Habitateignung aufweist (vgl. Detailkarten).

Das hauptsächliche Versterben von männlichen Subadulten lässt die Anwendbarkeit der Theorie des male-biased dispersals der Katzenartigen auf die Wildkatzen Baden-Württembergs vermuten: Männchen wandern weiter ab als Weibchen, und abwandernde Tiere haben aufgrund der mangelnden Kenntnis der Umgebung Schwierigkeiten, Barrieren wie Straßen zu umgehen und bei der Querung zu überleben (Birlenbach & Klar 2009).

5.2.2 Habitateignung der Fundorte

Anhand der Habitateignung der Fundorte und des Alters der überfahrenen Tiere lässt sich nicht feststellen, ob die Tiere resident sind oder nicht: Bei Götz (2015) kann man von saisonal bedingten Exkursionen fernab des Kerngebietes lesen, die sich nicht ausschließlich auf nicht-establierte, männliche Tieren beschränken. Zudem unternehmen Männchen während der Ranzzeit Exkursionen auch außerhalb ihres Kerngebietes, um Streifgebiete weiblicher Individuen zu kreuzen (Piechocki 1990). Dies kann Aufenthalt in suboptimalem Habitat bedeuten.

Bei Streif, Kohnen et al. (2016) hat eines der telemetrierten Männchen („Wildkatze D“; hier K036), sein Territorium entlang einer Bundesstraße³ gefunden. Durch das Habitatmodell wird das Kerngebiet des Tieres wie auch dessen Fundort als nicht-geeignetes Habitat angezeigt.

Zu berücksichtigen ist, dass durch die starke Fragmentierung des Habitats und die Anzahl der Straßen, die durch potentiell geeignetes Wildkatzenhabitat führen, auch residente, etablierte Tiere, egal welcher Alters- oder Geschlechtsgruppe sie angehören, sterben können (Klar 2010).

Dass in Rheinland-Pfalz 78% der weiblichen Totfunde in geeignetem Habitat gefunden wurden (Klar 2010), während in dieser Studie nur 33% der Weibchen in Flächen geeigneten Habitats mit Streifgebietsgröße (Streif, Kohnen et al 2016) verstarben, liegt vermutlich an dem Untersuchungsgebiet: Die von Klar untersuchten Wildkatzen sind im waldreichen Verbreitungsgebiet umgekommen, während der Kaiserstuhl und die Rheinauen eine stark fragmentierte Offenlandschaft darstellen.

Die Fundorte der Tierkörper dieser Studie liegen größtenteils im mittleren bis südlichen Oberrheintiefland. Dies war zu erwarten, da die Subpopulation der Wildkatzen Baden-Württembergs hier vermutlich ihr größtes Vorkommen hat (Streif, Kohnen et al. 2016).

Durch die nicht-signifikanten t-Tests (siehe Kapitel 4.2.2) zeigt sich die zufällige Verteilung der Fundorte in geeignetem und ungeeignetem Wildkatzenhabitat und deren Unabhängigkeit von Alter und Geschlecht des Straßenverkehrsopfers: Die Totfunde, die nicht an Übergangsflächen verstarben, liegen zu 48% in potentiell geeignetem und zu 52% in potentiell nicht-geeignetem Habitat.

³ Der Fundort des Tieres ist nicht in den Detailkarten eingezeichnet, aufgrund einer Diskrepanz in der Altersschätzung. Der Fundort liegt auf der Detailkarte 6 und ist auf derselben Bundesautobahn zwischen den Fundorten der Wildkatzen K114 und K038.

Bei den unterschiedlichen Alters- und Geschlechtsgruppen ändert sich dieses Verhältnis nur unwesentlich. Diese errechnete Zufälligkeit stärkt die Theorie, dass Wildkatzen ungeachtet ihres Geschlechts und Alters in stark fragmentierten Gebieten Straßenmortalität erleiden.

Die Fundorte und das Alter der männlichen Subadulten im überwiegend fragmentierten, nicht-geeigneten Habitat sprechen dafür, dass diese Tiere nicht resident waren. Das Nutzen suboptimalen Habitats entspricht der Theorie, die Tiere würden gerade abwandern: Residente Tiere halten sich in Flächen höherer Habitateignung auf (Klar 2010). Die Abwanderungstheorie wird auch durch die Funde einzelner Tiere in Gebieten mit wenigen Nachweisen bestätigt (Streif, Kohnen et al. 2016).

5.2.3 Zeitliche Schwerpunkte der Totfundverteilung

Über das ganze Jahr verteilt gibt es Totfunde, Ausnahmen sind die Monate Mai und August. Die t-Tests beweisen die zufällige Verteilung der Totfunde auf die Fundmonate.

Es gibt jedoch zeitlich Schwerpunkte, 75% der Wildkatzen verstarben im Zeitraum von Oktober bis Mai, besondere Häufungen liegen im November (n = 7) und Januar vor (n = 6).

Den Grund für die vergleichsweise hohe Anzahl verstorbener Kuder im Januar kann die beginnende Ranzzeit in diesem Monat darstellen, da die Tiere ein größeres Streifgebiet nutzen (Piechocki 1990). Die darauffolgenden Monate haben ebenfalls eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an Verkehrsoptfern. In Hessen sind in diesem Zeitraum ebenfalls besonders viele Verkehrsoptfer zu verzeichnen (Simon, Lang et al. 2015).

Wie bei Simon, Lang et al. (2015) gibt es in den Monaten Mai bis August vergleichsweise geringere Anzahlen. Diese Periode weniger Verkehrsoptfer findet sich auch bei Schumann (2012). Zu erklären ist dies mit dem jahreszeitlich bedingten, kleineren Streifgebiet der Wildkatzen (Piechocki 1990).

Bei einer Wurfzeit im April sind die Wildkatzen im September fünf Monate alt. Ab einem Alter von vier bis fünf Monaten unternehmen die Wildkatzen die ersten selbstständigen Streifzüge ohne ihre Mutter, zum Teil auch um ein eigenes Streifgebiet zu finden (Piechocki 1990). Dies könnte den Anstieg der Straßenmortalität unter zweijähriger Tiere ab September bis November bedingen. Diesen Anstieg findet man auch bei den Straßenverkehrsoptfern von Götz' Untersuchung (2015).

Die zeitlichen Schwerpunkte lassen sich also durch das Sozialverhalten wie auch durch die jahreszeitlich bedingte Streifgebietsgröße erklären.

5.2.4 Populationswirksamer Effekt der Straßenmortalität

Die hohe Straßenmortalität männlicher, unter zweijähriger Tiere ist aufgrund des präreproduktiven Zustandes der Tiere (Götz 2015) weniger populationswirksam als ein Versterben adulter Tiere im reproduktiven Alter. Die adulten Tiere sind „wichtiger“ für das Weiterbestehen der Population, da sie die residenten Tiere sind, welche bereits ein Territorium haben und Partner, mit denen sie reproduzieren. Vor allem reproduzierende Weibchen wirken sich direkt auf die Populationsdichte aus, da sie durchschnittlich sechs Jungtiere jährlich werfen (Piechocki 1990).

Die Ausbreitung der Art Wildkatze in Baden-Württemberg wird durch das Verunfallen hauptsächlich männlicher, subadulter Kuder erschwert. Diese Individuen wandern ab und erschließen neue Gebiete.

Die Straßenmortalität der männlichen Adulten ist additiv: Die adulten Tiere haben wenige Fressfeinde (Klar 2010). Das Gewicht der Tiere lag im Rahmen des Durchschnittsgewichts männlicher, adulter Wildkatzen (Piechocki 1990), sie starben in einem vitalen Zustand. Diese Individuen machen ein Viertel der Analysedaten aus.

Autobahnen bilden Barrieren (Klar 2010) und sind in dieser Studie die Straßen, auf denen am meisten Totfunde entdeckt wurden, über 60% davon männlich und subadult. Diese Alters- und Geschlechtsgruppe ist die, welche die größte Ausbreitungstendenz innehaltet (Piechocki 1990). Die Inhibition der Verbreitung der Wildkatzenpopulation durch die Straßenkategorie Autobahn wie auch die der Bundesstraßen (56% männliche Subadulte) wird durch diese Abschlussarbeit bestärkt.

Landstraßen bilden Gefahren für residente Adulte und eher waldgebundene Weibchen (Klar, Hermann & Kramer-Schadt 2009) und haben somit eher einen Effekt auf die Reproduktionsfähigkeit der Population. Die Tiere adulter, reproduktiven Alters machen nur einen geringen Anteil der Analysedaten aus, und unter diesen 25% der Totfunde der Analyse ist kein adulter Weibchen.

Die Straßenmortalität wirkt sich daher nur geringfügig auf die Reproduktionsfähigkeit der Population aus, stellt aber eine Beeinträchtigung der Ausbreitungsfähigkeit dar.

6 Fazit

6.1 Methodenempfehlung

Anhand der Canini oder der Elle lässt sich eine Altersschätzung abgeben, welcher Altersklasse das verstorbene Tier zugehörig war. Bei Vorhandensein von Referenzbildern bietet es sich an, die Canini zu röntgen und das Alter anhand der Röntgen- und Referenzbilder zu schätzen. Diese Methode lässt eine Altersschätzung in fünf Altersklassen anhand des Vergleichs der Morphologie der Zähne zu, und das Präparieren ausschließlich der Canini bedeutet wenig Aufwand und Material. Diese Methode ist zu bevorzugen, wenn Referenzröntgenbilder verfügbar sind.

Ohne Referenzbilder der Canini zu besitzen kann das Alter der Tiere anhand der Synostierung der Epiphysenfugen des Ellenknochens in drei Altersklassen geschätzt werden.

Durch die Altersschätzung von Tottfunden lassen sich die Gefährdungsursachen spezieller Altersklassen identifizieren, was essentiell für das Monitoring und die Bewertung des Erhaltungszustandes geschützter Tierarten ist.

6.2 Schlussfolgerung der Ergebnisse

Die Annahme, Straßenmortalität sei eine Gefährdungsursache der Wildkatzenpopulation Baden-Württembergs, bestätigt sich durch die Ergebnisse und Diskussion der Thesis.

Das geschlechtsspezifische Verhalten der Männchen macht diese besonders anfällig für Straßenmortalität, aber durch die stark fragmentierte Landschaft und das Fehlen großer Flächen geeigneten Wildkatzenhabitats im Verbreitungsgebiet der Wildkatzen Baden-Württembergs sind auch Weibchen betroffen.

Die hauptsächlich betroffenen Tiere sind in präreproduktivem Alter und ihr Verlust bedeutet vor allem einen populationswirksamen Effekt durch die Hinderung an der Ausbreitung der Spezies in Baden-Württemberg.

In dieser Totfundanalyse der Wildkatzenpopulation Baden-Württembergs ergibt sich ohne die Berücksichtigung der hohen Dunkelziffer eine Anzahl durch Straßenverkehr verstorbener Tiere von drei bis vier pro Jahr, was bei einer geschätzten Population von ca. 70 Individuen eine starke Beeinträchtigung⁴ darstellt.

Daher sollte für eine zukünftige Verbesserung des Erhaltungszustandes der Wildkatzenpopulation dieses Bundeslandes der Fokus auf die Konstruktion von Querungshilfen an besonderen Schwerpunkten der Straßenmortalität geachtet werden. Mit dem Projekt des Waldbiotopverbunds wird dies bereits umgesetzt.

⁴ Im FFH-Monitoring wird ein Verlust von mehr als 1% der Populationsschätzung als "Large Decline" und starke Beeinträchtigung definiert (Europäische Kommission 2011)



7 Danksagung

Gerne würde ich noch einigen Personen danken, die mir bei der Erarbeitung dieser Thesis geholfen haben:

Zuallererst möchte ich mich bei meiner Kollegin und Freundin Sabrina Streif bedanken, die mir durch etliche Tipps, aber auch durch angenehme Besprechungen, das Totfundmonitoring und das wissenschaftliche Arbeiten nähergebracht hat.

Zusätzlich konnte ich die Tierkörper der Straßentotfunde nutzen, wie auch etliche Daten, Karten und das Habitatmodell, was mir von der FVA zur Verfügung gestellt wurde. Danke dafür.

Weiterhin gilt mein besonderer Dank Malte Götz, der mir die Referenzröntgenbilder zur Verfügung stellte, wie auch der Tierarztpraxis Böttcher, bei welcher die Zähne geröntgt wurden.

Danke auch an Prof. Dr. Ilse Storch und Prof. Dr. Ulrich Schraml für die Bereiterklärung zur Korrektur.

Zu guter Letzt noch einen Dank an meine Familie und Freunde, für das Korrekturlesen, die Tipps bezüglich Statistik, Zeit und Stress-Management, für die Zuversicht und die Gesellschaft, wann immer ich mich danach sehnte.

8 Literaturverzeichnis

- Beier, P. (1995). Dispersal of Juvenile Cougars in Fragmented Habitat. *The Journal of Wildlife Management* 59 (2), 228–237. <https://www.jstor.org/stable/pdf/3808935.pdf>. Zugegriffen: 10. November 2018.
- Birlenbach, K. & Klar, N. (2009). Aktionsplan zum Schutz der Europäischen Wildkatze in Deutschland. Schutzkonzept für eine Zielart des überregionalen Waldbiotopverbunds. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 41 (11), 325–332. https://www.researchgate.net/profile/Eckhard_Jedicke/publication/290572304_Action_plan_for_the_protection_of_the_European_wildcat_in_Germany_-_protection_concept_for_a_target_species_of_the_trans-regional_network_of_forest_habitats/links/569ffe0d08ae2c638eb7d58c.pdf. Zugegriffen: 25. Oktober 2018.
- Bollwahn, L. (2017). *Wildtierkorridore - Ein Leitfaden zur Umsetzung des Wald-Biotopverbunds* (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Landesverband Baden-Württemberg e. V., Hrsg.). Stuttgart: Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Landesverband Baden-Württemberg e. V. https://www.bund-bawue.de/fileadmin/bawue/Dokumente/Themen/Biotopverbund/Biotopverbund_Wildtierkorridore_Broschuer.pdf. Zugegriffen: 30. Oktober 2018.
- Breitenmoser-Würsten, C., Zimmermann, F., Ryser, A., Capt, S., Laass, J., Siegenthaler, A. & Breitenmoser, U. (Oktober 2001). *Untersuchungen zur Luchspopulation in den Nordwestalpen der Schweiz* (KORA, Hrsg.) (KORA Bericht Nr. 9). Muri: KORA. https://www.kora.ch/malme/05_library/5_1_publications/B/Breitenmoser-Wuersten_et_al_2001_Untersuchungen_zur_Luchspopulation_in_den_Nordwestalpen_der_Schweiz.pdf. Zugegriffen: 10. November 2018.
- Ehrhart, G. (2015). *Identifizierung potentieller Wildkatzenwanderkorridore zwischen Kaiserstuhl und Schwarzwald*. Bachelorarbeit, Albert-Ludwigs-Universität. Freiburg.
- Eisenberg, J. F. (1986). Life history strategies of the Felidae: variations on a common theme. *Cats of the world: Biology, Conservation and Management*.
- Eskens, U., Fischer, M., Krüger, M., Lang, J., Müller, F., Simon, O., Steeb, S., Steyer, K., Volmer, K. (Hrsg.). (2015). *Empfehlungen für die Aufarbeitung von Wildkatzen-Totfunden*. https://www.researchgate.net/profile/Johannes_Lang2/publication/306117746_Empfehlungen_fur_die_Aufarbeitung_von_Wildkatzentotfunden/links/57b2b13108ae95f9d8f4ef9e.pdf. Zugegriffen: 23. Dezember 2018.
- Europäische Kommission (Europäische Kommission, Hrsg.). (2011). Assessment and reporting under Article 17 of the Habitats Directive. Reporting Formats for the period 2007-2012, Europäische Kommission. <https://circabc.europa.eu/sd/a/5c427756-166d-4cc8-a654-fca8bfae3968/Art17%20-%20Reporting-Formats%20-%20final.pdf>. Zugegriffen: 23. Dezember 2018
- Europarat. (1982). Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume. ETS Nr. 104. https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/artenschutz/pdf/Berner_Konvention.pdf. Zugegriffen: 27. Dezember 2018
- Ferreras, P., Delibes, M., Palomares, F., Fedriani, J. F., Calzada, J. & Revilla, E. (2004). Proximate and ultimate causes of dispersal in the Iberian lynx *Lynx pardinus*. *Behavioral Ecology* 15 (1), 31–40. <https://academic.oup.com/beheco/article-pdf/15/1/31/945648/arg097.pdf>. Zugegriffen: 23. Dezember 2018.
- ForstBW (Regie). (2015). *ForstBW - Imagefilm 2015* - YouTube [Online-Video]. https://www.youtube.com/watch?v=sfiB2_UwAMA. Zugegriffen: 23. Dezember 2018
- Greenwood, P. J. (1980). Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Animal behaviour* 4 (28), 1140–1162. https://ac.els-cdn.com/S0003347280801035/1-s2.0-S0003347280801035-main.pdf?_tid=0b824634-f580-4033-8f5e-b28f5d0612fe&acdnat=1545570716_a9ae6268d62b8b6d8646182c87c56de0. Zugegriffen: 23. Dezember 2018.
- Götz, M. (2015). *Die Säugetierarten der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie im Land Sachsen-Anhalt. Wildkatze (Felis silvestris silvestris SCHREBER, 1777)* (Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Heft 2015, 2). Halle (Saale): Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt.
- Haupt, H., Ludwig, G., Gruttke, H., Binot-Hafke, M., Otto, C. & Paula, A. (2009). *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 1: Wirbeltiere* (Naturschutz und biologische Vielfalt, Bd. 70,1). Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Heller, M. (1987). Die Wildkatze (*Felis s. silvestris*) in Baden-Württemberg. *Veröffentlichungen Naturschutz und Landschaftspflege* 62 (16), 307–323.



- Herdtfelder, M., Strein, M. & Suchant, R. (2007) Wildkatzen am Kaiserstuhl. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 39.
- Janečka, J. E., Blankenship, T. L., Hirth, D. H., Kilpatrick, C. W., Tewes, M. E. & Grassman, L. I., Jr. (2007). Evidence for male-biased dispersal in bobcats *Lynx rufus* using relatedness analysis. *Wildlife Biology* 1 (13), 38–47. <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.2981/0909-6396%282007%2913%5B38%3AEFMDIB%5D2.0.CO%3B2>. Zugegriffen: 23. Dezember 2018.
- Kändler, G. & Cullmann, D. (2014). *Der Wald in Baden-Württemberg - Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur* (Kändler, G., Hrsg.): Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. http://www.forstbw.de/fileadmin/forstbw_pdf/wald/Bundeswaldinventur_3_Auswertung_BW_Gesamt.pdf. Zugegriffen: 23. Dezember 2018
- Kitchings, J. T. & Story, J. D. (1984). Movements and Dispersal of Bobcats in East Tennessee. *The Journal of Wildlife Management* 48 (3), 957–961. <https://www.jstor.org/stable/3801447>. Zugegriffen: 23. Dezember 2018.
- Klar, N. (2009). *Anwendung eines Habitatmodells für die Wildkatze im Freistaat Bayern*. Abschlussbericht (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Hrsg.): Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF).
- Klar, N. (2010). *Lebensraumzerschneidung und Wiedervernetzung - ein Schutzkonzept für die Wildkatze in Deutschland*. Berlin: Freie Universität Berlin (Berlin, Freie Universität Berlin, Diss., 2010).
- Klar, N., Fernández, N., Kramer-Schadt, S., Herrmann, M., Trinzen, M., Büttner, I. & Niemitz, C. (2007). Habitat selection models to identify conservation hotspots for wildcats in Central Europe. *Biological Conservation*.
- Klar, N., Herrmann, M. & Kramer-Schadt, S. (2009). Effects and Mitigation of Road Impacts on Individual Movement Behavior of Wildcats. *Journal of Wildlife Management* 73 (5), 631–638. <https://www.jstor.org/stable/40208420>. Zugegriffen: 9. November 2018.
- Krüger, M., Griebsch, S. & Fischer, M. S. (2009). *Signifikanz und Variabilität morphometrischer Merkmale von Wild- und wildfarbenen Hauskatzen aus dem sympathrischen Vorkommen in Thüringen* (Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für spezielle Zoologie mit Phyletischem Museum, Hrsg.). Jena: Friedrich-Schiller-Universität Jena.
- Lecis, R., Pierpaoli, M., Birò, Z. S., Szemethy, L., Ragni, B., Vercillo, F. & Randi, E. (2006). Bayesian analyses of admixture in wild and domestic cats (*Felis silvestris*) using linked microsatellite loci. *Molecular Ecology* 15 (1), 119–131. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-294X.2005.02812.x>. Zugegriffen: 23. Dezember 2018.
- (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, Hrsg.). (2018). Betrieb: Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/mobilitaet-verkehr/strasse/betrieb/>. Zugegriffen: 23. Dezember 2018.
- Piechocki, R. (1990). *Die Wildkatze. Felis silvestris* (Die neue Brehm-Bücherei, Bd. 189, 1. Aufl.). Wittenberg Lutherstadt: Ziemsen.
- Piechocki, R. & Stiefel, A. (1988). Über die Altersstruktur der Verluste der Wildkatze (*Felis s. silvestris* Schreber 1777) in der DDR. *Hercynia N. F.* 25 (2), 235–258.
- Rat der Europäischen Union. (1992). Richtlinie 92/43/EWG DES RATES vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. FFH-Richtlinie. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* 206 (7). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=EN>. Zugegriffen: 23. Dezember 2018
- Roedenbeck, I. A. E. (2007). Landscape-scale effects of roads on wildlife. Dissertation, Fachbereich Biologie und Chemie der Justus-Liebig-Universität Giessen. <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2007/4761/pdf/RoedenbeckInga-2007-07-04.pdf>. Zugegriffen: 23. Dezember 2018
- Schumann, D. (2012, 16. Januar). *Altersstrukturanalyse von im Straßenverkehr getöteten Wildkatzen*. Diplomarbeit (Phillips-Universität Marburg, Hrsg.). Marburg: Phillips-Universität Marburg.
- Simon, O., Lang, J., Steeb, S., Eskens, U., Müller, F. & Volmer, K. (2015). *Relevanz der Totfundanalyse von Wildkatzen für das FFH-Monitoring in Hessen*. <https://www.researchgate.net/publication/306117969>. Zugegriffen: 2. Dezember 2018.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. (2016). *Flächenverbrauch bei 5,2 Hektar pro Tag. Baden-Württemberg: Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche bei 14,4 Prozent - Große Unterschiede in den Landkreisen*. Stuttgart (Pressemitteilung 242/2016). <https://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2016242>. Zugegriffen: 23. Dezember 2018



- Stefen, C. (2015). Testing pulp cavity closure to estimate individual age of *Felis silvestris* (Carnivora: Felidae). *Lynx, n. s. (Praha)* 46, 65–75.
- Streif, S. (2018): Wissenschaftliche Mitarbeiterin FVA, Arbeitsbereich Wildtierökologie
- Streif, S., Kohnen, A., Sandrini, M., Kraft, S., Veith, S., Wilhelm, C., Würstlin, S. & Suchant, R. (2016). *Die Wildkatze (Felis silvestris silvestris) in den Rheinauen und am Kaiserstuhl. Raum-Zeit-Verhalten der Wildkatze in einer intensiv genutzten Kulturlandschaft*. Freiburg.
- Sweanor, L. L., Logan, K. A. & Hornocker, M. G. (2000). Cougar Dispersal Patterns, Metapopulation Dynamics, and Conservation. *Conservation Biology* 14 (3), 798–808. doi:10.1046/j.1523-1739.2000.99079.x. Zugriffen: 23. Dezember 2018
- Würstlin, S., Segelbacher, G., Streif, S. & Kohnen, A. (2016). Crossing the Rhine: a potential barrier to wildcat (*Felis silvestris silvestris*) movement? *Conservation Genetics* 17 (6), 1435–1444. doi:10.1007/s10592-016-0874-x. Zugriffen: 23. Dezember 2018

A. Anhang

a. Canini



Abbildung a.A: Röntgenbilder aller geröntgten Wildkatzenanini

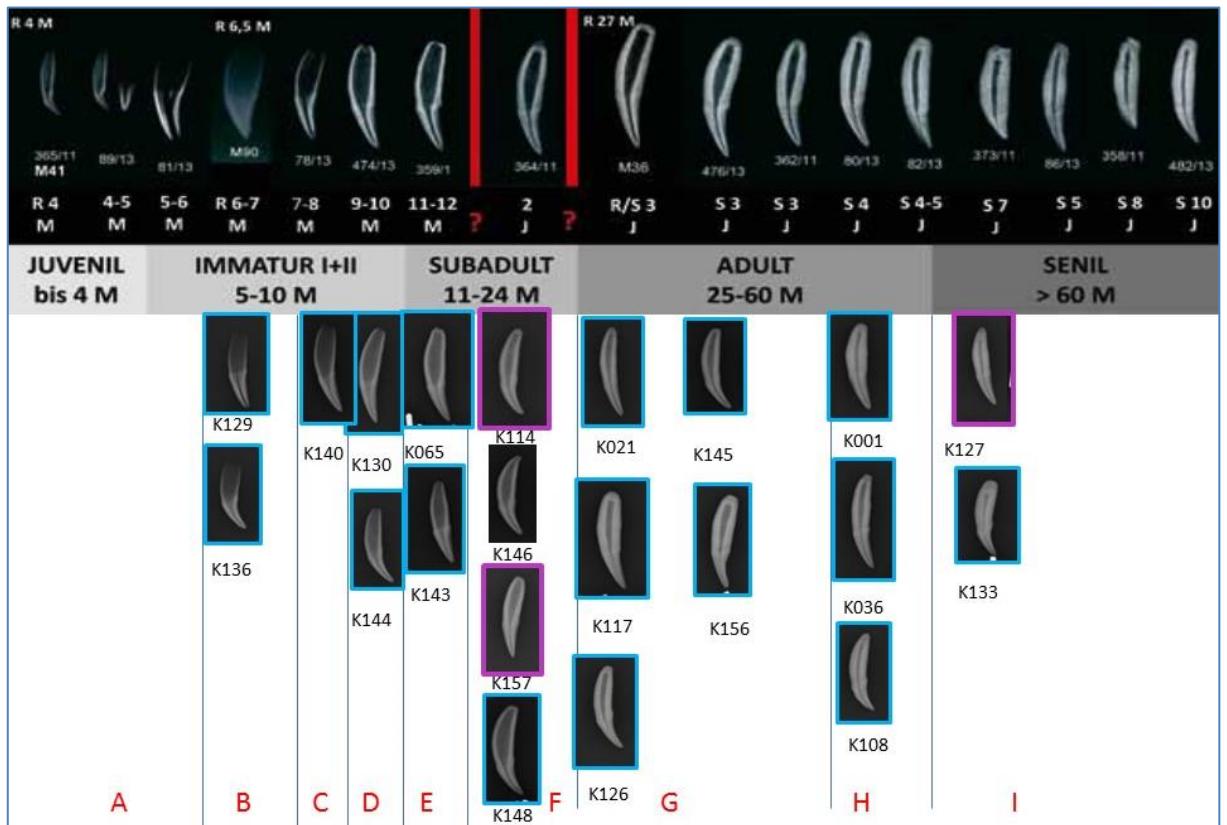


Abbildung a.B: Altersklassenzuordnung der geröntgten Wildkatzenanini

b. Ellenknochen



Abbildung b.A: erster Teil der ausgewerteten Ellenknochen



Abbildung b.B: zweiter Teil der ausgewerteten Ellenknochen



Abbildung b.C: Dritter Teil der ausgewerteten Ellenknochen