

Aus dem Department für Nutztiere und
Öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und
Öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
Abteilung für Öffentliches Veterinärwesen und Epidemiologie
(Leiterin: Univ.-Prof. Dr. Annemarie Käsbohrer)

Abschätzung der Rehwilddichten in der DACH-Region anhand von Jagdstatistik und Landklassifikation

Diplomarbeit
zur Erlangung der Würde einer
MAGISTRA MEDICINAE VETERINARIAE
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

vorgelegt von
Franziska Utz

Wien, im Januar 2020

Betreuerin: Priv.-Doz. Dr. Katharina Brugger
Abteilung für Öffentliches Veterinärwesen und Epidemiologie

Gutachter: Ao. Univ.-Prof. Dr. Peter Paulsen
Abteilung für Hygiene und Technologie von Lebensmitteln

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1. Motivation.....	1
1.2. Das Europäische Reh	2
1.3. Die Jagd in der DACH-Region.....	5
1.4. Methoden zur Abschätzung der Rehwildpopulation	9
 2. Material und Methoden	14
2.1. Jagdstrecken.....	14
2.2. CORINE Landklassifikation	20
2.3. Abschätzung der Rehwilddichte mit Hilfe der CORINE Landklassifikation	24
2.4. Graphische Aufarbeitung der Jagdstrecken.....	27
 3. Ergebnisse.....	28
3.1 Jagdstrecken des Rehwildes in der DACH-Region.....	28
3.2 Rehwilddichte in der DACH-Region.....	42
3.3 Modellierte Rehwilddichte in der DACH-Region	44
 4. Diskussion	47
 5. Zusammenfassung	50
 6. Abstract	51
 7. Literaturverzeichnis.....	52

1. Einleitung

1.1. Motivation

Das Reh (*Capreolus capreolus*) ist eine wichtige jagdbare Wildtierart in Europa mit wachsendem ökologischem, kulturellem und ökonomischem Wert. Die europäische Population des Rehwildes nimmt seit Beginn des 20. Jahrhunderts zu. Durch zu hohe Bestände entstehen aber auch negative Effekte wie Rehwildschäden in der Land- und Forstwirtschaft, Straßenverkehrsunfälle oder die Verbreitung von Krankheiten (Burbaité und Csányi 2009).

Erkrankungen innerhalb der Wildtierpopulationen haben einen starken Einfluss auf das Ökosystem (Horcajada-Sánchez et al. 2018). Rehe können an verschiedenen Infektionskrankheiten erkranken, die teilweise auch auf andere Tiere und auf den Menschen übertragbar sind. Dazu gehören unter anderem Tollwut, Maul- und Klauenseuche, Tuberkulose und Brucellose. Außerdem werden Rehe von verschiedenen Ekto- und Endoparasiten befallen, wie z. B. Zecken (Stubbe 2008). Der Gemeine Holzbock (*Ixodes ricinus*) ist die häufigste Zeckenart in Europa und der wichtigste Überträger des Frühsommer-Meningoenzephalitis-Virus (Balling et al. 2014) sowie verschiedener Borrelien-Arten. Letztere sind Bakterien, welche die Lyme-Borreliose auslösen (Szekeres et al. 2017).

Aus den oben genannten Gründen ist es wichtig die Rehwildpopulation in Europa nachhaltig zu managen, wofür Forschungsprogramme über das Rehwild nötig sind. Wesentliche Informationen dafür sind die jährlichen Abschusszahlen (Burbaité und Csányi 2009). Aus diesen Zahlen wird üblicherweise die Dichte einer jagdbaren Wildtierpopulation abgeschätzt. Solche abgeschätzten Daten sind nicht nur für Studien über das Management, sondern auch für weiterführende Studien über die Tiergesundheit notwendige Informationen (Bosch et al. 2012).

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist die Zusammenstellung eines Datensatzes mit den jährlichen Rehabschusszahlen pro kleinstmögliche Verwaltungseinheit für die Länder Deutschland, Österreich und Schweiz (DACH-Region). Mit diesem Datensatz wird zuerst die Rehwildstrecke in Abhängigkeit von der Fläche einer Verwaltungseinheit abgebildet. Danach wird unter Zuhilfenahme der Rehstrecken und einer Landklassifikation die Rehwilddichte auf einem regelmäßigen Gitter berechnet und so flächendeckend dargestellt. Dieser Datensatz sowie die Karten bieten für Fragestellungen in der Human- und Veterinärepidemiologie, z. B. im Fall von Krankheitsausbrüchen in Haus- und Wildtierbeständen, hilfreiche Datengrundlagen.

1.2. Das Europäische Reh

Die Gattung Reh (*Capreolus*) gehört zu der Familie der Hirsche (*Cervidae*) und damit zu der Ordnung der Paarhufer (*Artiodactyla*) (Tab. 1). Sie ist eine der ältesten derzeit lebenden Gattungen der Familie der Hirsche und entwickelte sich vor 20 bis 25 Millionen Jahren. Die heute lebende Art Reh (*Capreolus capreolus*) breitete sich nach der letzten Eiszeit vor 15.000 Jahren in Europa aus. Im 18. und 19. Jahrhundert verkleinerte sich der Verbreitungsraum durch verändertes Klima und intensive Bejagung. Erst durch verstärkten Schutz vergrößerte sich das Verbreitungsgebiet Anfang bis Mitte des 20. Jahrhunderts wieder (Stubbe 2008).

Tab. 1: Systematik des Europäischen Rehwildes (*Capreolus capreolus capreolus*) (Stubbe 2008).

Stamm	Säugetiere		
Überordnung		Huftiere	
Ordnung		Paarhufer	
Unterordnung		Wiederkäuer	
Überfamilie			Geweihträger
Familie			Hirsche
Unterfamilie			Trughirsche
Gattung			Reh <i>Capreolus</i>
Art			Reh <i>Capreolus capreolus</i>
Unterart			Europäisches Reh <i>Capreolus capreolus capreolus</i>

Die Unterart Europäisches Reh (*Capreolus capreolus capreolus*) ist die am häufigsten vorkommende Unterart der Familie der Hirsche in Europa (Burbaité und Csányi 2009). Das Verbreitungsgebiet umfasst nahezu ganz Europa (Stubbe 2008), bis auf Irland, Zypern, Korsika, Sardinien, Sizilien und viele kleinere europäische Inseln (Burbaité und Csányi 2009). Die Verbreitungsgrenze im Osten verläuft vom Ladogasee durch Russland und die Ukraine bis zum Schwarzen Meer und weiter quer durch Russland bis zum Kaspischen Meer (Abb. 1). Weiter östlich lebt das Sibirische Reh (*Capreolus capreolus pygargus*) (Stubbe 2008). Entlang

dieser Grenze überlappen sich die Populationen des Europäischen Rehes und des Sibirischen Rehes (Kashinina et al. 2018).

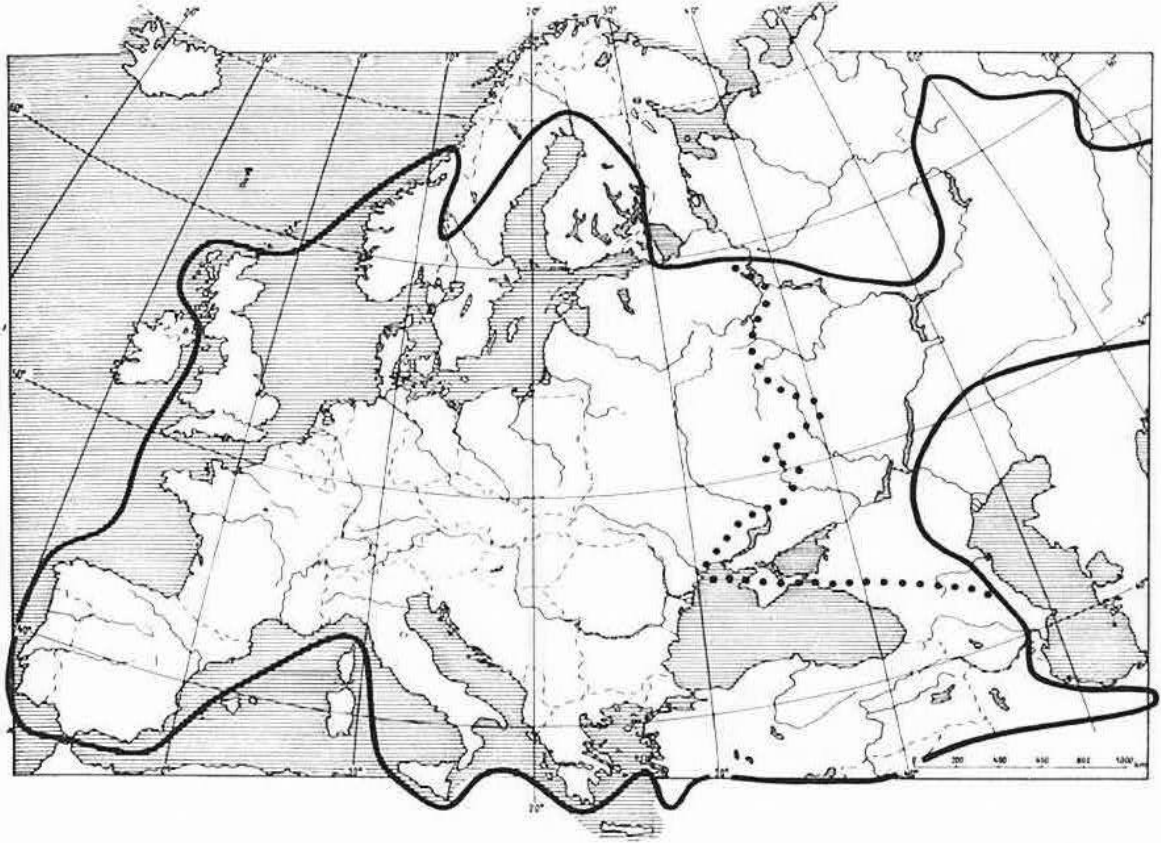


Abb. 1: Verbreitungsgebiet des Europäischen Rehwildes (*Capreolus capreolus capreolus*). Die gepunktete Linie markiert die Grenze zwischen dem Europäischen Reh (*C. c. capreolus*) und dem Sibirischen Reh (*Capreolus capreolus pygargus*) (Stubbe 2008).

Die Population des Europäischen Rehes nimmt seit dem 20. Jahrhundert zu. Die geschätzte Populationsgröße in Mitteleuropa lag im Jahr 2005 bei 15 Millionen Tieren. Die Größe der Frühjahrspopulation und der jährliche Nachwuchs werden aber meistens unterschätzt (Burbaité und Csányi 2009). Die Rehwilddichten variieren stark, sind aber in Westeuropa höher als in Osteuropa (Stubbe 2008). Außerdem sind die Dichten im Norden und Süden geringer als in Zentraleuropa. Die geschätzte durchschnittliche Rehwilddichte lag im Jahr 2005 bei 2,22 Tieren pro km². Im Jahr 2005 wurden in Mitteleuropa ca. 2.700.000 Rehe erlegt, davon wurde anteilig in Deutschland das meiste Rehwild mit 1.077.441 Tiere abgeschossen (Burbaité und Csányi 2009).

Das Reh ist sehr anpassungsfähig. Es besiedelt einerseits das Flachland, andererseits das Gebirge und lebt sowohl in der Nähe von Städten als auch im Wald, auf Wiesen und Feldern. Oft wird zwischen dem Waldreh, dem Waldrandreh und dem Feldreh unterschieden, wenngleich diese nicht als eigene Unterarten geführt werden (Stubbe 2008).



Abb. 2: Bild eines Rehbocks (*Capreolus capreolus capreolus*) in seinem natürlichen Lebensraum (Forum für Naturfotografen 2019).

Das Rehwild ist sehr standorttreu, lediglich im Herbst und im Frühjahr kommt es mancherorts zu Wanderungen um in schneeärmeren Gebieten zu überwintern. Ferner zeigen sowohl Geiß als auch Bock territoriales Verhalten. Böcke sind in der Regel Einzelgänger, Geißen bilden mit ihrem Nachwuchs Mutterfamilien (Stubbe 2008). Die Streifgebiete der weiblichen Tiere überlappen sich teilweise. Im Unterschied dazu werden die Territorien der Böcke untereinander streng verteidigt, diese überlappen sich aber mit mehreren Streifgebieten der Geißen. Die Aufenthaltsgebiete der Rehe sind je nach Lebensraum unterschiedlich groß und bleiben meist jahrelang gleich (Ratcliffe und Mayle 1992). Über den Winter bildet das Rehwild hingegen soziale Verbände, sogenannte Sprünge. Dabei schließen sich die Tiere einer

Mutterfamilie oder mehrerer verwandter Mutterfamilien mit wenigen Böcken zusammen (Stubbe 2008) und teilen sich gemeinsame Futterplätze (Ratcliffe und Mayle 1992).

Die Brunft der Rehe ist im Juli und August, die Setzzeit im Mai und Juni (Ratcliffe und Mayle 1992). In Mitteleuropa setzt eine Geiß im Frühjahr durchschnittlich zwei Kitze. In Deutschland wird der jährliche Zuwachs beim Waldreh auf ca. 100 % und beim Feldreh auf ca. 50 % geschätzt und bezieht sich auf die Anzahl der zu Beginn des Jagdjahres (in der DACH-Region überwiegend 1. April) in der Population lebenden Geißen und Schmalgeißen (Stubbe 2008).

Das Rehwild ist verschiedenen Gefahren ausgesetzt, welche zu Populationsverlusten (Fallwild) führen. Dazu gehören einerseits Infektionskrankheiten, bedingt durch Viren, Bakterien, Pilze oder Parasiten, andererseits Vergiftungen, Straßenverkehr, Witterung und natürliche Feinde. Besonders der Straßenverkehr verursacht einen großen Anteil des Fallwildes, beispielsweise wurden im Jahr 2005 in ganz Deutschland ca. 200.000 Rehe totgefahren. Dies entspricht ca. 20 % der Gesamtjahresstrecke (Stubbe 2008).

1.3. Die Jagd in der DACH-Region

Die Jagdgesetze und das Jagdmanagement in den europäischen Ländern sind aufgrund unterschiedlicher Ziele und unterschiedlicher Jagdtraditionen sehr verschieden. Auch die Besitzverhältnisse (Anteil privater und staatlicher Grundbesitz) in den Ländern variieren stark (Apollonio et al. 2010).

Das Jagdrecht liegt in **Deutschland** bei den Grundbesitzern landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Flächen und umfasst neben der Jagd auch die Hege (Wotschikowsky 2010). Der Waldbesitz in Deutschland gliedert sich in Privatwald, Körperschaftswald (Gemeinden) und Staatswald (Bund und Länder) (Schutzgemeinschaft Deutscher Wald 2019). Die Ausführung des Jagdrechtes ist gesetzlich im Bundesjagdgesetz bzw. in 16 Landesjagdgesetzen geregelt und lediglich in einem Revier, entweder in einem Eigenjagdrevier (min. 75 ha zusammenhängende Fläche im Flachland, Ausübungsrecht bei Grundbesitzer) oder in einem Gemeinschaftsjagdrevier (min. 250 ha im Flachland, Ausübungsrecht bei Jagdgenossenschaft) erlaubt. Das Jagdrecht eines Gemeinschaftsjagdrevieres wird in der Regel verpachtet (Wotschikowsky 2010). Die Verwaltung des Jagdrechtes obliegt den Bundesländern und ist in die Untere, die Obere und die Oberste Jagdbehörde aufgeteilt (Jagdlupe 2010).

Gesetzlich ist die Jagd so durchzuführen, dass Schäden für die Forstwirtschaft und Landwirtschaft durch Wildtiere vermieden werden. Die Jagd darf ausschließlich durch Personen mit bestandener Jägerprüfung ausgeübt werden. Es gibt ca. 340.000 Jäger in Deutschland (Wotschikowsky 2010), die in 16 Landesjagdverbänden organisiert sind. Mit Ausnahme von Bayern (Bayerischer Jagdverband) sind diese Verbände auch Mitglieder im Deutschen Jagdverband (Dachverband) (Deutscher Jagdverband 2019). Zur Durchführung der Hege sind die Jäger oftmals revierübergreifend zu Hegegemeinschaften zusammengeschlossen (Wotschikowsky 2010).

Für die Jagd auf Rehwild ist ein jährlicher, nach Alter und Geschlecht aufgeteilter Abschussplan nötig, der auf die Waldvegetation und die Wildtierpopulation abgestimmt und durch die Untere Jagdbehörde genehmigt wird (Wotschikowsky 2010). Seit 2011 wurde aber nach und nach in einigen Bundesländern der Abschussplan abgeschafft. Dies betrifft Baden-Württemberg, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen und Schleswig-Holstein (Jägermagazin 2018). Außerdem müssen die Jagdzeiten eingehalten werden. Jährlich werden über 1 Million Rehe (inkl. Fallwild) erlegt (Tab. 2), die Abschusszahlen pro Landkreise und kreisfreie Städte der jeweiligen Bundesländer werden von den Jägern an die Untere Jagdbehörde gemeldet. Eine bundesweite Statistik wird jährlich vom Deutschen Jagdverband veröffentlicht (Wotschikowsky 2010).

Tab. 2: Vergleich der Länder Deutschland, Österreich und der Schweiz hinsichtlich Jagdstatistik, Jäger, Einwohner und Fläche (Wotschikowsky 2010, Reimoser und Reimoser 2010, Imesch-Bebié et al. 2010, DJV Jagdstatistik 2019, Statistik Austria 2019, Bundesamt für Umwelt Schweiz 2019, CORINE Land Cover 2019).

	Deutschland	Österreich	Schweiz
Abschuss Rehwild 2005	1.077.441*	280.474	41.077
Jäger 2005	340.000	118.000	36.000
Einwohner 2005	82.000.000	8.000.000	7.000.000
Fläche (km ²)	355.635	83.421	41.032

* Deutschland inkl. Fallwild

Rehe sind überall in Deutschland verbreitet und ihre Population wächst stetig seit dem zweiten Weltkrieg. Aus den Abschusszahlen und den Wachstumsraten wird die Populationsgröße geschätzt, da eine landesweite Zählung des Rehwildes praktisch nicht machbar ist (Wotschikowsky 2010). Für Deutschland gibt es also lediglich Näherungswerte (Burbaité und

Csányi 2009). Im Jahr 2008 wurde der Rehwildbestand in Deutschland auf 4 Millionen Rehe geschätzt (Stubbe 2008).

In **Österreich** ist das Jagdrecht wie in Deutschland mit dem Grundbesitz (Wiesen, Felder und Wald) verbunden. Der Wald gehört dem Bund, den Ländern, den Gemeinden und privaten Personen (Bundesforschungszentrum für Wald 2019).

Anders als in Deutschland gibt es kein einheitliches Bundesjagdgesetz, für jedes der 9 Bundesländer existiert ein Landesjagdgesetz. Die verschiedenen Landesjagdgesetze haben aber einheitliche Ziele, einerseits die Vielfalt der wildlebenden Tierarten und den Schutz der Wildtierpopulationen, andererseits die Vermeidung der Wildschäden an der forstwirtschaftlichen und landwirtschaftlichen Vegetation und die nachhaltige Nutzung des Wildtierbestandes (Reimoser und Reimoser 2010). Zuständig für die Verwaltung sind die Jagdbehörden der I. Instanz (Bezirke und Statutarstädte) und die Jagdbehörden der II. Instanz (Bundesländer) (Dachverband Jagd Österreich 2019). Die Jagd wird nach dem Revierjagdsystem ausgeführt, ein Revier ist min. 115 ha groß. Grundbesitzer, die eine zusammenhängende Fläche in dieser Größe besitzen, halten das Jagdausübungsrecht (Eigenjagd). Grundbesitzer mit kleinerer Fläche schließen sich mit anderen zusammen (Genossenschaftsjagd) und verpachten das Jagdausübungsrecht. Erlaubt ist die Jagd lediglich nach Ablegen der Jägerprüfung. Für die Wildtiere in Österreich sind ca. 118.000 Jäger verantwortlich (Reimoser und Reimoser 2010). Diese sind Mitglied in einem der 9 Landesjagdverbände, die im Dachverband Jagd Österreich zusammengefasst sind (Dachverband Jagd Österreich 2019).

Für die Jagd auf Rehwild ist ein Abschussplan nötig, der die minimale und die maximale Anzahl für den jährlichen Abschuss festsetzt und nach Alter und Geschlecht aufgeteilt ist. Für den Plan werden Bewuchsschäden im Wald berücksichtigt, die durch das Wild entstehen (Reimoser und Reimoser 2010). Der Abschussplan muss durch die Behörde bewilligt werden (Dachverband Jagd Österreich 2019). Auch die gesetzlich festgelegten Jagdzeiten sind zu beachten, die sich von Bundesland zu Bundesland geringfügig unterscheiden. Die Zahlen zu Abschuss und Fallwild müssen von den Jägern bei den Bezirksverwaltungsbehörden vorgelegt werden (Dachverband Jagd Österreich 2019). Die Statistik Austria fasst jährlich die Statistik nach Bundesländern sowie nach Bezirken und Statutarstädten zusammen (Statistik Austria 2019). So wurden z. B. im Jahr 2005 ca. 280.000 Rehe erlegt, ca. 39.000 Tiere wurden im Straßenverkehr getötet und ca. 32.000 Tiere sind aus anderen Gründen gestorben. Die Rehe besiedeln ungefähr 90 % der Landesfläche und die Gesamtzahl nimmt seit Mitte des 20. Jahrhunderts kontinuierlich zu. Aus der Jagdstatistik und den Wachstumsraten wird die

Populationsgröße geschätzt (Reimoser und Reimoser 2010). Für Österreich gibt es also wie für Deutschland lediglich Näherungswerte (Burbaité und Csányi 2009). Im Jahr 2008 wurde der Rehwildbestand in Österreich auf 1 Million Rehe geschätzt (Stubbe 2008). Lediglich regional werden Zählungen der Losung und der Fährten durchgeführt oder die Tiere mit Hilfe von Infrarotkameras aus Hubschraubern gezählt, um die Größe der Population zu bestimmen (Reimoser und Reimoser 2010).

Anders als in Deutschland und Österreich liegt das Jagdrecht in der **Schweiz** beim Land bzw. bei den Kantonen. Es gibt ein Bundesjagdgesetz, welches gemeinsame Ziele festlegt, die mit den einheitlichen Zielen der österreichischen Landesjagdgesetze vergleichbar sind. Außerdem finden sich darin die Schonzeiten der jagdbaren Wildtiere und eine Liste der Gebiete, in denen die Jagd verboten ist. Zusätzlich hat jeder der 26 Kantone ein kantonales Jagdgesetz (Imesch-Bebié et al. 2010). Die Verwaltung der Gesetze wird durch kantonale Jagdbehörden durchgeführt (Jagd- und Fischereiverwalterkonferenz der Schweiz 2019).

In der Schweiz gibt es zwei verschiedene Jagdsysteme. In 16 Kantonen wird die Jagd nach dem System einer Patentjagd ausgeführt. Der Jäger erwirbt jährlich ein Patent für eine gewisse Anzahl an Tieren, die er im gesamten Gebiet des Kantons erlegen darf. In weiteren 9 Kantonen wird eine Revierjagd durchgeführt. Der Kanton verpachtet das Jagdrecht für ein Revier an eine Gruppe von Jägern. Die mittlere Größe eines Revieres beträgt dabei 820 ha. Im Kanton Genf ist die Jagd durch private Jäger gesetzlich verboten (Imesch-Bebié et al. 2010). Die Jagd wird dort ausschließlich durch staatliche Jäger ausgeführt (Jagd- und Fischereiverwalterkonferenz der Schweiz 2019). Insgesamt gibt es in der Schweiz ca. 32.000 Jäger. Die Jäger müssen dafür eine theoretische und praktische Prüfung ablegen (Imesch-Bebié et al. 2010). In jedem Kanton gibt es einen Jagdverband, welcher dem Dachverband Jagd Schweiz angehört (Dachverband Jagd Schweiz 2019).

Jeder Kanton ist verantwortlich für den jährlichen, für die Jagdausübung notwendigen Managementplan. Der Plan wird in einer Kommission mit Vertretern aus der Jägerschaft, der Forstwirtschaft, der Landwirtschaft, den Gemeinden, des Naturschutzes und des Tierschutzes erstellt. Außerdem sind die Jagdzeiten des Wildes zu berücksichtigen (Tab. 3) (Imesch-Bebié et al. 2010). Jeder Kanton meldet die Abschusszahlen jährlich an das Bundesamt für Umwelt, das daraus eine bundesweite Statistik erstellt (Imesch-Bebié et al. 2010). Im Jahr 2005 wurden ca. 41.000 Rehe erlegt und ca. 16.000 Tiere tot aufgefunden (Bundesamt für Umwelt Schweiz 2019).

Das Rehwild besiedelt annähernd die komplette Schweiz und die Populationsgröße bleibt seit 1980 ungefähr konstant. Die geschätzte Populationsgröße des Rehwildes lag im

Jahr 2005 bei 130.000 Tieren und wird über systematische Zählungen hochgerechnet. Diese werden durch die Kantone organisiert. Die Anzahl wird entweder durch Zählung der Rehe im Scheinwerferlicht in der Nacht oder durch Bestimmung des Kilometerindex (Rehe pro Kilometer) oder durch Zählung der Rehe mit Hilfe von Treibern erfasst (Imesch-Bebié et al. 2010).

Tab. 3: Übersicht über die Jagdzeiten für Rehwild in Deutschland, Österreich und der Schweiz (Wotschikowsky 2010, Reimoser und Reimoser 2010, Imesch-Bebié et al. 2010).

		Monat											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Deutschland	Bock												
	Geiß												
	Schmalgeiß												
	Kitz												
Österreich	Bock												
	Geiß												
	Schmalgeiß												
	Kitz												
Schweiz*													

* gesamtes Rehwild, abgeleitet aus den Schonzeiten

1.4. Methoden zur Abschätzung der Rehwildpopulation

Im letzten Jahrhundert ist die Rehwildpopulation in Europa stark gewachsen. Die Bestimmung der Populationsgröße bzw. Populationsdichte wird deshalb immer wichtiger. Durch Zählung bzw. Abschätzung der Population und entsprechende Managementplanung wird vermieden, dass der Rehwildbestand zu hoch wird (Meriggi et al. 2008) und damit verbundene negative Effekte entstehen (Burbaité und Csányi 2009). Da es praktisch unmöglich ist alle Individuen einer Wildtierpopulation zu zählen, kann die Populationsgröße nur abgeschätzt werden (Marcon et al. 2019).

In Europa werden verschiedene Methoden zur Abschätzung der Rehwildpopulation angewendet (Meriggi et al. 2008). Das Ziel dieser Verfahren ist entweder die Schätzung der

Populationsgröße oder die Schätzung der Populationsdichte. Aus der Schätzung ergibt sich entweder eine absolute Zahl oder ein relativer Index (Morellet et al. 2011).

Die Wahl der Methode ist abhängig von der natürlichen Struktur einer Region, da einige Methoden besser im Wald und andere besser im Feld durchzuführen sind (Meriggi et al. 2008). Außerdem ist sie abhängig von der Wildtierart. Zusätzlich müssen auch die benötigte Zeit, der Aufwand und die Kosten der Methode bei der Auswahl berücksichtigt werden (Romani et al. 2018).

Die meistverwendeten Methoden sind die Transektlinienzählung, die Zählung der Losung, die Capture-Mark-Recapture-Methode und der Kilometerindex. Daneben gibt es noch weitere Methoden, wie die Zählung mit Hilfe von Treibern, die Zählung von einem Aussichtspunkt aus und die Schätzung über die Abschusszahlen (Meriggi et al. 2008). Außerdem werden Kamerafallen, Zählungen der Fährten und Zählungen mit dem Hubschrauber eingesetzt (Romani et al. 2018).

Die Methoden werden eingeteilt in direkte und indirekte Methoden (Marcon et al. 2019). Bei den indirekten Verfahren werden verschiedene Kenngrößen der Rehe erhoben und daraus die Populationsdichte errechnet. Im Unterschied dazu werden bei den direkten Verfahren die Rehe direkt beobachtet und die Populationsgröße bestimmt (Morellet et al. 2011). Zusammen mit der Fläche einer Region besteht die Möglichkeit daraus auch die Populationsdichte zu errechnen (Zaccaroni et al. 2018). Die direkten Methoden sind aufwändiger sowie kosten- und zeitintensiver (Marcon et al. 2019).

Indirekte Methoden

Eine indirekte Methode zur Bestimmung der Populationsdichte ist das **Zählen der Losung**. In einem Gebiet werden mehrere gleichmäßig verteilte Zählflächen mit einer bestimmten Größe festgelegt. Beim ersten Besuch auf den Zählflächen werden die vorhandenen Losungen vollständig entfernt und beim zweiten Besuch werden die neuen Losungen gezählt. Die Zeit zwischen den Besuchen ist abhängig von der Verrottungsrate der Losung. Über die Anzahl der Losungen pro Zählfläche wird auf die Gesamtanzahl der Losungen in einem Gebiet hochgerechnet. Aus dieser Gesamtanzahl wird in Abhängigkeit von der Defäkationsrate des Rehwildes, der Studiendauer und der Größe des Gebietes die Anzahl der Rehe pro km² berechnet (Marcon et al. 2019). Diese Methode gilt als die sicherste der indirekten Methoden (Romani et al. 2018).

Eine weitere indirekte Methode ist die **Kamerafalle**. In einem Gebiet werden für eine bestimmte Zeit mehrere Kameras entlang einer definierten Linie aufgestellt. Die Kameras

machen Bilder von vorbeilaufenden Tieren (Romani et al. 2018). Aus der Anzahl der Rehbilder einer Kamera wird in Abhängigkeit von der Studiendauer, der Fortbewegungsgeschwindigkeit des Rehwildes und der Fläche, die eine Kamera überwacht, die Rehwilddichte berechnet (Rowcliffe et al. 2008). Über die Rehwilddichte der einzelnen Kameraflächen wird auf die durchschnittliche Dichte in einem Gebiet hochgerechnet (Romani et al. 2018).

Auch das **Zählen der Fährten** wird zu den indirekten Methoden gezählt. Dafür werden in einem Untersuchungsgebiet entlang definierter Linien die Fährten der Rehe gezählt, die diese Linien schneiden (Romani et al. 2018). Vor der Zählung werden die vorhandenen Fährten vollständig beseitigt, einen Tag später werden die Fährten gezählt (Keeping und Pelletier 2014). Aus der Anzahl der Fährten eines Tages wird in Abhängigkeit von der Länge der Linie und der täglichen Fortbewegungsdistanz des Rehwildes die Rehwilddichte berechnet. Über die Rehwilddichte der einzelnen Linien wird auf die durchschnittliche Dichte in einem Untersuchungsgebiet hochgerechnet (Romani et al. 2018).

Außerdem gibt es die Möglichkeit die Populationsdichte einer Wildtierart über die **Jagdstatistik** abzuschätzen und Veränderungen der Dichte zu beschreiben oder die Dichte verschiedener Regionen zu vergleichen (Myrberget 1988). Dafür wird über die Abschusszahlen mit Hilfe von Informationen über die Lebensräume der Tierart und deren Verteilung in einer Region und über die Größe der Region die Dichte berechnet (Bosch et al. 2012).

Direkte Methoden

Eine direkte Methode zur Bestimmung der Populationsgröße ist das **Zählen der Rehe von einem Aussichtspunkt aus**. In einer Region werden mehrere wenig bewachsene Flächen ausgewählt und deren Größe bestimmt. Die Flächen werden wiederholt von Aussichtspunkten aus beobachtet und die vorbeikommenden Rehe werden gezählt. Mit der Anzahl der Rehe pro Fläche und der Größe der Fläche wird die Dichte berechnet. Über die Dichte der einzelnen Flächen wird auf die durchschnittliche Dichte in einer Region hochgerechnet (Zaccaroni et al. 2018). Diese Methode ist nur in Gegenden mit vielen Feldern und Wiesen und wenig Wald gut anwendbar (Romani et al. 2018).

Eine weitere direkte Methode ist **das Zählen der Rehe mit Hilfe von Treibern**. In einem Gebiet werden Teilbereiche mit bekannter Größe festgelegt. Eine Reihe aus Treibern bewegt sich von einer Seite aus durch diesen Bereich, auf den drei anderen Seiten werden Beobachter abgestellt. Der Abstand zwischen den Personen ist so gewählt, dass alle getriebenen Rehe, die den Bereich durch die Reihe der Treiber oder über die Seiten der Beobachter verlassen,

beobachtet und gezählt werden. Aus der Anzahl der Rehe pro Bereich und der Größe des Bereiches wird die Populationsdichte berechnet. Daraus wird für ein Gebiet die durchschnittliche Dichte hochgerechnet (Marcon et al. 2019). Diese Methode ist für stark bewaldete Gebiete gut geeignet (Romani et al. 2018). Direkte Zählmethoden, die von Jägern durchgeführt werden, wie die beiden zuletzt genannten werden als die zuverlässigsten Schätzungen betrachtet (Romani et al. 2018).

Auch **das Zählen der Tiere mit dem Hubschrauber** wird zu den direkten Methoden gezählt. Dabei wird eine Region in mehrere Flugstrecken mit gleichmäßigem Abstand eingeteilt und diese werden wiederholt abgeflogen und die gesichteten Tiere werden gezählt. Die Zählung erfolgt entweder direkt oder mit Hilfe von Infrarotkameras (Daniels 2006). Aus der Anzahl der Tiere pro Region und der Größe der Region ergibt sich die Dichte (Forsyth et al. 2014).

Außerdem gibt es die Möglichkeit über eine **Transektlinienzählung** die Populationsgröße abzuschätzen. Dabei werden die Tiere entlang einer Transektlinie mit bekannter Länge gezählt. Alle Tiere, die links und rechts der Linie beobachtet werden, werden gezählt. Für jedes Tier wird der Abstand der ursprünglichen Position im rechten Winkel zur Linie gemessen (Meriggi et al. 2008). Diese Methode wird entweder auf Straßen und Wegen angewendet oder auf gleichmäßig verteilten Strecken im bewachsenen Gelände.

Für die Anwendung im Gelände werden für ein Gebiet mehrere Strecken in Form eines Dreieckes festgelegt, jede Seite des Dreieckes ist 1 km lang. Alle Transekte werden wiederholt abgelaufen. Für jedes beobachtete Reh werden der Abstand und der Winkel zur Linie detektiert und daraus der orthogonale Abstand zu dieser berechnet. Mit Hilfe von statistischen Methoden wird daraus die Dichte für ein Gebiet berechnet (Waltert et al. 2019).

Alternativ werden alle Straßen und Wege in einem Revier zu Fuß abgegangen oder mit dem Auto abgefahren. Die Rehe werden am Tag oder in der Nacht mit Hilfe von Scheinwerfern beobachtet. Für jedes beobachtete Reh wird die Entfernung im rechten Winkel zwischen dem Reh und der Straße bzw. dem Weg ermittelt. Anhand von Wahrscheinlichkeitsmodellen wird dann die Dichte in einem Revier berechnet (Horcajada-Sánchez und Barja 2015).

Der **Kilometerindex** ist eine weitere direkte Methode. Bei dieser Methode wird keine Dichte, d. h. Anzahl Rehe pro definierte Fläche, sondern ein Index bestimmt (Rehe pro Kilometer). Es gibt zwei Möglichkeiten, um diesen Index zu bestimmen, einerseits zu Fuß, andererseits mit dem Auto. Bei beiden Methoden werden wiederholt Straßen und Wege in einem Gebiet abgegangen oder abgefahren und dabei die Zahl der beobachteten Rehe erfasst. Über die Strecke und die Anzahl der Rehe wird der Kilometerindex berechnet (Pellerin et al. 2017).

Diese Methode wird entweder am Tag oder in der Nacht mit Hilfe von Scheinwerfern angewendet (Garel et al. 2010).

Eine sehr wichtige direkte Methode ist die **Capture-Mark-Recapture-Methode**. Sie wird als Referenzmethode für andere Methoden verwendet. Für die Durchführung benötigt man eine geschlossene Rehpopulation, aus der über die Hälfte der Rehe markiert sind (Meriggi et al. 2008). Die Rehe leben eingezäunt und jährlich wird die Hälfte der Rehe eingefangen und gezählt. Die Wahrscheinlichkeit eingefangen zu werden ist für alle Tiere gleich groß. Aus der Zählung wird die Dichte berechnet und als Referenzdichte verwendet (Pellerin et al. 2017).

2. Material und Methoden

2.1. Jagdstrecken

Zur Abschätzung der Rehwildichte in der DACH-Region wurde ein Datensatz mit den jährlichen Jagdstrecken, d. h. mit den Abschusszahlen des Rehwildes (Jagdstatistik), erstellt. Die Daten wurden pro kleinstmögliche Verwaltungseinheit, also für Deutschland auf Landkreisebene, für Österreich auf Bezirksebene und für die Schweiz auf Kantonsebene für die Jahre 1999/2000 bis 2018/2019 zusammengestellt. In Deutschland umfasst die Landkreisebene die Landkreise und kreisfreien Städte, in Österreich umfasst die Bezirksebene die Bezirke und Statutarstädte.

Deutschland hat eine Gesamtfläche von 355.635 km² und die 16 Bundesländer unterteilen sich in 401 Landkreise und kreisfreie Städte (Statistisches Bundesamt Deutschland 2019). Österreich hat eine Landesfläche von 83.421 km². Das Land hat 9 Bundesländer, die in 94 politische Bezirke und Statutarstädte unterteilt sind (Statistik Austria 2019). Die flächenmäßige Ausdehnung der Schweiz beträgt 41.032 km². Die Schweiz hat 26 Kantone (Bundesamt für Statistik Schweiz 2019).

Die von den zuständigen Jagdbehörden der Bundesländer auf Landkreisebene erhobenen Streckendaten Deutschlands werden am Johann Heinrich von Thünen-Institut, dem Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, auf Bundesebene zusammengeführt (Thünen-Institut 2016). Sowohl das Thünen-Institut als auch der Deutsche Jagdverband stellen die Jagdstrecken nur auf Bundeslandebene zur Verfügung. Daher wurden die Abschusszahlen der Landkreise pro Bundesland in Eigenarbeit zusammengetragen. Für 10 der 16 Bundesländer sind die jährlichen Jagdstrecken auf Landkreisebene von den verantwortlichen Behörden oder Landesjagdverbänden teilweise auf deren Homepages veröffentlicht, ausschließlich die Zahlen für Bayern sind vollständig abrufbar. Für die restlichen Daten wurden die Landesregierungen und Landesjagdverbände per Email kontaktiert und um Mithilfe gebeten. Eine erste Version des deutschen Datensatzes mit den jährlichen Abschusszahlen auf Landkreisebene wurde Mitte 2017 von Katharina Brugger und Alexandra Schoos erstellt. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde dieser Datensatz vervollständigt und in ein einheitliches Format gebracht. Eine komplette Übersicht über die verschiedenen Quellen der Bundesländer ist in Tab. 4 dargestellt. Ziel war es die Daten über den Zeitraum der letzten 20 Jahre lückenlos zu sammeln. Die Daten der einzelnen Bundesländer waren aber nicht immer vollständig für alle Jahre verfügbar. Im Falle von

fehlenden Daten, wurden diese anteilig berechnet. Die Liste der ergänzten Werte ist in Tab. 4 dokumentiert.

Die jährliche Jagdstatistik wird in Österreich durch die Statistik Austria zur Verfügung gestellt. Die Statistik Austria sammelt die von den Bezirksverwaltungsbehörden bzw. Landesjagdverbänden ermittelten Regionaldaten ein (Statistik Austria 2019). Über die Statistische Datenbank STATcube (www.statcube.at) kann der österreichische Datensatz auf Bezirksebene heruntergeladen werden.

Die Jagdstatistik der Schweiz wird jährlich vom Bundesamt für Umwelt veröffentlicht. Der Bund sammelt die Daten dafür von spezialisierten kantonalen Stellen (Bundesamt für Umwelt 2019). Über die Homepage www.jagdstatistik.ch steht der Schweizer Datensatz auf Kantonsebene zum Download zur Verfügung.

Der gesamte Datensatz wurde einer Plausibilitätsprüfung unterzogen um Tippfehler, unrealistische Werte oder Ähnliches herauszufiltern. Zusätzlich wurden die Summen über die Abschusszahlen der einzelnen Bundesländer Deutschlands mit den Zahlen des Thünen-Instituts verglichen. In Tab. 4 sind die geänderten Werte dargestellt.

Tab. 4: Übersicht der Quellen für die Jagdstrecken von Rehwild in den Ländern Deutschland, Österreich und der Schweiz.

Land–Bundesland– Landkreis/Bezirk/ Kanton	Jagdstatistik auf Homepage publiziert	Jagdstatistik per E-Mail erhalten	Zeitraum	Anmerkung
DEUTSCHLAND				
Bundesland		Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei	1999/00– 2018/19	
Baden-Württemberg	Landwirtschaftliches Zentrum Baden- Württemberg www.lazbw.de/pb/Lde/Startseite/Themen/Jagdstatistik (Zugriff 18.10.2019)		2015/16– 2016/17	• Abschätzung der fehlenden 18 Jahre über die Jahresgesamt- strecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke
Bayern	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten www.wildtierportal.bayern.de/wildtiere_bayern/084667/index.php (Zugriff 06.12.2019)	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Abteilung für Information und Wissensmanagement	1999/00– 2018/19	
Berlin	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin www.berlin.de/senuvk/forsten/jagd/de/jagdergebnisse.shtml (Zugriff 18.10.2019)	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin, Abteilung Jagdbehörde	1999/00– 2018/19	
Brandenburg	Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft Brandenburg https://mlul.brandenburg.de/mlul/de/start/ueber-uns/presse-und-oeffentlichkeitsarbeit/veroeffentlichungen/detail/~04-06-2018-jagdberichte-des-landes-brandenburg (Zugriff 18.10.2019)	Landesbetrieb Forst Brandenburg, Forschungsstelle für Wildökologie und Jagdwirtschaft	1999/00– 2018/19	
Bremen	Landesjägerschaft Bremen e.V. www.lj-bremen.de/Jagd-Wildtiere-Steckenberichte.html (Zugriff 18.10.2019)	Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau Bremen, Referat Grünordnung, Schutzverordnungen, ökologische Landwirtschaft, Forst und Jagd	1999/00– 2018/19	

Hamburg	Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hamburg www.hamburg.de/bwvi/wildnachweise/ (Zugriff 18.10.2019)	Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hamburg, Abteilung Agrarwirtschaft und Pflanzenschutzbehörde, Wald und Jagd	1999/00– 2018/19	
Hessen		Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Hessen, Referat Oberste Jagd- und Fischereibehörde, Fischereiwirtschaft, Berufsfeld Forsten	2001/02– 2018/19	• Abschätzung der fehlenden 2 Jahre über die Jahresgesamtsrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke • Wert für LK Kassel 2005/06 ersetzt mit Mittelwert aus 2 Jahren vorher und nachher
Mecklenburg-Vorpommern	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/lm/Landwirtschaft/Forsten-Jagdwesen/ (Zugriff 18.10.2019)		2005/06– 2010/11	• Abschätzung der fehlenden 6 Jahre über die Jahresgesamtsrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke
Stadt Rostock	-	-	-	• Abschätzung der fehlenden 8 Jahre über die Jahresgesamtsrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke
Stadt Schwerin		Landeshauptstadt Schwerin, Fachdienst Ordnung	2011/12– 2018/19	
Landkreis Ludwigslust-Parchim		Landkreis Ludwigslust-Parchim, Fachdienst Recht, Kommunalaufsicht, Ordnung	2011/12– 2018/19	
Landkreis Mecklenburgische Seenplatte		Landkreis Mecklenburgische Seenplatte, Ordnungsamt	2014/15– 2018/19	• Abschätzung der fehlenden 3 Jahre über die Jahresgesamtsrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke
Landkreis Nordwestmecklenburg		Landkreis Nordwestmecklenburg, Fachdienst Ordnung, Sicherheit und Straßenverkehr	2011/12– 2018/19	
Landkreis Rostock		Landkreis Rostock, Ordnungsamt	2011/12– 2018/19	
Landkreis Vorpommern-Greifswald		Landkreis Vorpommern-Greifswald, Ordnungsamt	2012/13– 2018/19	• Abschätzung des fehlenden Jahres über die Jahresgesamtsrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke

Landkreis Vorpommern-Rügen		Landkreis Vorpommern-Rügen, Fachdienst Ordnung	2012/13– 2018/19	• Abschätzung des fehlenden Jahres über die Jahresgesamstrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke
Niedersachsen	Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Niedersachsen www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/wald_holz_jagd/jagd_in_niedersachsen/jagd-in-niedersachsen-5138.html (Zugriff 18.10.2019)	Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Niedersachsen, Referat Forstpolitik, Jagd und Holzwirtschaft	2004/05– 2018/19	• Abschätzung der fehlenden 5 Jahre über die Jahresgesamstrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke • Wert für Stadt Oldenburg 2005/06 ersetzt mit Mittelwert aus 3 Jahren vorher und nachher • Werte für LK Osterode am Harz und Göttingen 2016/17–2018/19 anteilig abgeschätzt
Nordrhein-Westfalen		Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein- Westfalen, Forschungsstelle für Jagdkunde und Wildschadenverhütung	1999/00– 2018/19	
Rheinland-Pfalz		Landesforsten Rheinland-Pfalz, Referat Obere Jagdbehörde	2000/01– 2018/19	• Abschätzung des fehlenden Jahres über die Jahresgesamtstrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke • Werte für Stadt Frankenthal (Pfalz) und LK Mayen-Koblenz 2001/02 ersetzt mit Mittelwert aus 3 Jahren vorher und nachher
Saarland	Vereinigung der Jäger des Saarlandes www.saarjaeger.de/keine-kategorie/streckenliste/ (Zugriff 18.10.2019)	Vereinigung der Jäger des Saarlandes	1999/00– 2018/19	• Werte der Bundes- und Landesjagd anteilig abgeschätzt
Sachsen		Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen, Referat Wald- und Forstwirtschaft, Forst- und Jagdbehörde	2009/10– 2018/19	• Abschätzung der fehlenden 10 Jahre über die Jahresgesamtstrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke
Sachsen-Anhalt		Landesverwaltungsamt Sachsen- Anhalt, Referat Agrarwirtschaft, Ländliche Räume, Fischerei, Forst- und Jagdhoheit	2007/08– 2018/19	• Abschätzung der fehlenden 8 Jahre über die Jahresgesamtstrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtstrecke

Schleswig-Holstein	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung Schleswig-Holstein www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/A/artenschutz/as_07_Jahresbericht.html (Zugriff 18.10.2019)	Landesjagdverband Schleswig-Holstein	1999/00–2018/19	
Thüringen		Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft Thüringen, Referat Forst-, Jagd-, und Fischereipolitik	2002/03–2018/19	• Werte der Bundes- und Landesjagd anteilig abgeschätzt • Abschätzung der fehlenden 3 Jahre über die Jahresgesamtsrecken und dem Anteil der Landkreise an der Gesamtsrecke • Werte für LK Sonneberg 2004/05, Stadt Jena 2006/07, LK Sömmerda und LK Sonneberg 2009/10 ersetzt mit Mittelwert aus 2 Jahren vorher und nachher • Stadt Eisenach und LK Wartburg-kreis gemeinsam angegeben
ÖSTERREICH				
Bundesland Bezirk	Statistik Austria https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml (Zugriff 04.11.2019)		1999/00–2018/19	• Werte für Stadt Rust 2017/18 ersetzt mit Mittelwert aus 3 Jahren vorher und nachher • Bezirk Wien Umgebung, Bezirk Tulln, Bezirk Sankt Pölten Land, Bezirk Korneuburg und Bezirk Bruck an der Leitha von 2017/18–2018/19 anteilig abschätzt
SCHWEIZ				
Kanton	Bundesamt für Umwelt Schweiz www.jagdstatistik.ch/de/home (Zugriff 25.10.2019)		1999/00–2018/19	

2.2. CORINE Landklassifikation

Als Datensatz für die Landbedeckung und -nutzung wurde der CORINE Land Cover Datensatz der Europäischen Umweltbehörde (*European Environment Agency*) verwendet. Basierend auf Satellitendaten teilt dieser Datensatz die Landbedeckung und -nutzung in 44 verschiedene Klassen ein, die in 5 Übergruppen und 15 Untergruppen zusammengefasst sind. Die Übergruppen sind *Bebaute Flächen*, *Landwirtschaftliche Flächen*, *Wälder und naturnahe Flächen*, *Feuchtflächen* und *Wasserflächen* (Umweltbundesamt Österreich 2019). Die vollständige Liste der 44 Landklassen ist in Tab. 5 aufgelistet. Der verwendete Datensatz hat eine räumliche Auflösung von 30 arcsec, das entspricht einer Gitterzellengröße von 0,545 km² [0,489–0,598]. In der DACH-Region kommen 38 der 44 Landklassen vor. In Tab. 5 sind die Flächen der einzelnen Landklassen für die DACH-Region aufgeführt.

Der CORINE Land Cover Datensatz wurde zur Abschätzung der Rehwildddichte in der DACH-Region verwendet. Dazu wurden die für Rehe geeigneten Landklassen identifiziert. Eine Landklasse wird als geeignet bezeichnet, wenn sie entweder Äsung oder Deckung oder beides bietet. Als Äsung bezeichnen Jäger die Nahrung von Rehen. Die Einteilung wurde basierend auf einer Literaturrecherche und eigenem Wissen als Jägerin gemacht. In Tab. 5 ist die Eignung der einzelnen Landklassen eingetragen. Zu den Landklassen, die weder Äsung noch Deckung bieten, zählen die Übergruppen *Bebaute Flächen*, *Feuchtflächen* sowie *Wasserflächen*. Aber auch die Klassen der Untergruppe *Offene Flächen ohne oder mit geringer Vegetation* der Übergruppe *Wälder und naturnahe Flächen* sind als Lebensraum für Rehe ungeeignet. Dazu gehören *Strände*, *Dünen*, *Sandflächen*, *Felsflächen ohne Vegetation*, *Flächen mit spärlicher Vegetation*, *Brandflächen*, *Gletscher* und *Dauerschneegebiete*. *Feuchtflächen* und *offene Flächen ohne oder mit geringer Vegetation* werden hier unter dem Begriff ‚ungeeignete Naturflächen‘ zusammengefasst.

Daneben gibt es geeignete Landklassen, zu denen die Übergruppe *Landwirtschaftliche Flächen* und die Untergruppen *Wälder* und *Kraut-/Strauchvegetation* (Übergruppe *Wälder und naturnahe Flächen*) zählen. Einige Klassen bieten entweder Äsung oder Deckung, wie z. B. *nicht bewässertes Ackerland*, *regelmäßig bewässertes Ackerland*, *Wiesen und Weiden* und *natürliches Grünland*. Wenige Klassen bieten beides, sowohl Äsung als auch Deckung, beispielsweise *land- und forstwirtschaftliche Flächen*, *Mischwald* und *Wald-Strauch-Übergangsstadien*. In Abb. 3 ist die Verteilung dieser Flächen in der DACH-Region dargestellt.

Tab. 5: Landklassen des CORINE Land Cover Datensatzes in der DACH-Region (Umweltbundesamt Österreich 2019).

					Fläche in km ²			
		Nr.	Landnutzung	Äsung	Deckung	D	A	CH
Bebaute Flächen		111	durchgängig städtische Prägung	-	-	784	109	46
		112	nicht durchgängig städtische Prägung	-	-	23.536	3.842	2.351
		121	Industrie- und Gewerbeflächen, öffentliche Einrichtungen	-	-	5.300	352	265
		122	Straßen- und Eisenbahnnetze, funktionell zugeordnete Flächen	-	-	220	58	24
		123	Hafengebiete	-	-	77	4	2
		124	Flughäfen	-	-	408	32	34
		131	Abbauflächen	-	-	831	106	13
		132	Deponien und Abraumhalden	-	-	167	5	-
		133	Baustellen	-	-	45	10	2
		141	städtische Grünflächen	-	-	405	51	15
		142	Sport- und Freizeitanlagen	-	-	1.672	410	68
	Landwirtschaftliche Flächen	Ackerflächen	211	nicht bewässertes Ackerland	+	-	134.940	13.125
212			regelmäßig bewässertes Ackerland	+	-	-	-	-
213			Reisfelder	+	-	-	-	-
Dauerkulturen		221	Weinbauflächen	+	-	1.281	674	145
		222	Obst- und Beerenobstbestände	+	-	1.685	6	61
		223	Olivenhaine	+	-	-	-	-
Grünland		231	Wiesen und Weiden	+	-	64.166	6.989	3.369
heterogene landwirtschaftliche Flächen		241	einjährige Kulturen in Verbindung mit Dauerkulturen	+	-	-	-	-
		242	komplexe Parzellenstrukturen	+	-	632	3.613	1.052
		243	landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Vegetation von signifikanter Größe	+	+	933	2.217	716
		244	land- und forstwirtschaftliche Flächen	+	+	-	1	-
Wälder und naturnahe Flächen	Wälder	311	Laubwälder	+	+	35.659	4.415	1.378
		312	Nadelwälder	+	+	58.307	22.047	5.342
		313	Mischwälder	+	+	13.429	9.883	4.985
	Kraut- und Strauchvegetation	321	natürliches Grünland	+	-	1.600	6.195	4.122
		322	Heiden und Moorheiden	+	-	960	1.943	1.356
		323	Hartlaubbewuchs	+	-	-	-	-
		324	Wald-Strauch-Übergangsstadien	+	+	2.286	527	1.267

offene Flächen o. od. m. geringer Vegetation	331	Strände, Dünen und Sandflächen	-	-	98	-	5
	332	Felsflächen ohne Vegetation	-	-	107	2.501	3.605
	333	Flächen mit spärlicher Vegetation	-	-	77	3.053	2.442
	334	Brandflächen	-	-	-	-	1
	335	Gletscher und Dauerschneegebiete	-	-	-	328	955
Feuchtflächen	411	Sümpfe (Landesinneres)	-	-	414	195	53
	412	Torfmoore (Landesinneres)	-	-	737	13	1
	421	Salzwiesen	-	-	224	-	-
	422	Salinen	-	-	-	-	-
	423	in der Gezeitenzone liegende Flächen	-	-	73	-	-
Wasserflächen	511	Gewässerläufe (Landesinneres)	-	-	778	230	44
	512	Wasserflächen (Landesinneres)	-	-	3.355	487	1.366
	521	Lagunen	-	-	333	-	-
	522	Mündungsgebiete	-	-	88	-	-
	523	Meere und Ozeane	-	-	28	-	-
					355.635	83.421	41.032
					Gesamtfläche in km ²		

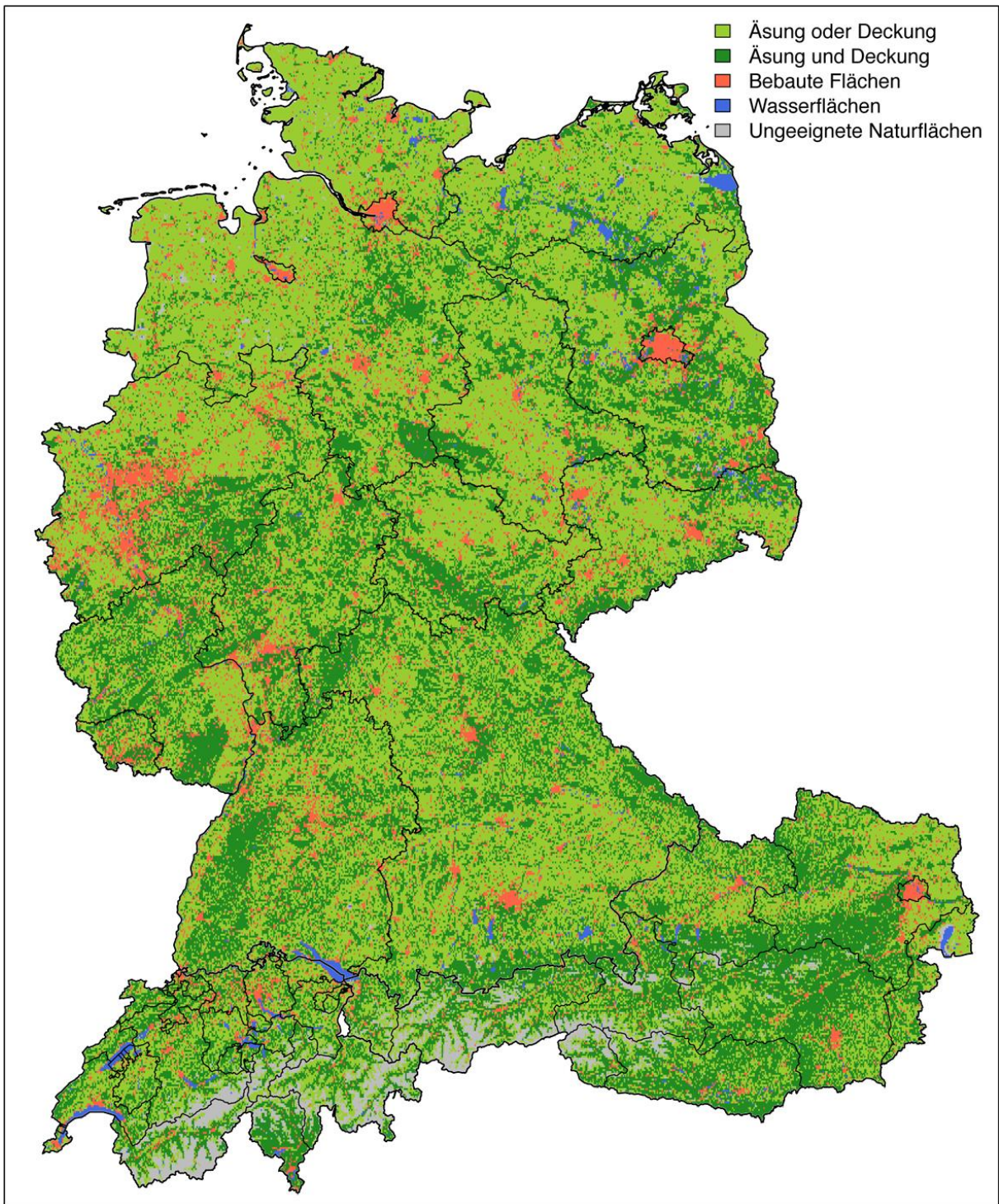


Abb. 3: Darstellung der Landklassen, die entweder Äsung oder Deckung oder beides bieten, in der DACH-Region.

2.3. Abschätzung der Rehwilddichte mit Hilfe der CORINE Landklassifikation

Die Rehwilddichte innerhalb einer Verwaltungseinheit kann unterschiedlich bestimmt werden. Im einfachsten Fall wird die Anzahl der geschossenen Rehe durch die gesamte Fläche der Verwaltungseinheit dividiert. Aufgrund der teilweise ungeeigneten Flächen wird bei diesem Ansatz die Dichte jedoch unterschätzt. Alternativ kann unter Berücksichtigung der CORINE Landklassifikation die Rehwilddichte für alle geeigneten Landklassen innerhalb der Verwaltungseinheit berechnet werden und man erhält einen mittleren Wert für diese Landklassen. Zusätzlich kann aber zur Berechnung der Rehwilddichte auch die Eignung der Landklassen gewichtet werden.

Hier wurde den Landklassen entsprechend der Einteilung in geeigneten und ungeeigneten Lebensraum ein Gewichtungsfaktor zugeordnet. Ein für ein Reh sehr gut geeigneter Lebensraum bietet Äsung und Deckung. Zu den Landklassen, in denen ein Reh Deckung und Äsung findet, gehören *Laubwälder*, *Nadelwälder*, *Mischwälder*, *Wald-Strauch-Übergangsstadien*, *landwirtschaftlich genutztes Land mit Flächen natürlicher Vegetation von signifikanter Größe* und *land- und forstwirtschaftliche Flächen* (Tab. 5). Diese Landklassen beinhalten alle einen großen Anteil Wald (Umweltbundesamt Österreich 2019). Landklassen, in denen ein Reh entweder Äsung oder Deckung findet, sind jene der Übergruppe *Landwirtschaftliche Flächen* und der Untergruppe *Strauch-/Krautvegetation* ohne Waldanteil (Tab. 5). Diese Landklassen bestehen zu einem großen Teil aus Feld (Umweltbundesamt Österreich 2019). In den Landklassen der Übergruppen *Bebaute Flächen* und *Wasserflächen* sowie ‚ungeeignete Naturflächen‘ sind meist keine Rehe zu finden, da weder Äsung noch Deckung vorhanden ist.

Landklassen mit Äsung und Deckung wurden mit dem Faktor 1 gewichtet, jene mit Äsung oder Deckung mit dem Faktor 0,5 und jene ohne Äsung und Deckung mit dem Faktor 0. Die Gewichtung basiert auf den zwei Ökotypen Wald- und Feldreh. Das Waldreh lebt sowohl im Nadelwald als auch im Laubwald, außerdem besiedelt es Feldgehölze. Das Feldreh dagegen hat sich landwirtschaftliche Flächen, wie Ackerflächen und Grünland zum Lebensraum gemacht (Stubbe 2008). Im Wald ist der Aktionsradius des Rehwildes im Durchschnitt um die Hälfte kleiner als im Feld, deshalb leben im Wald doppelt so viele Rehe als im Feld (Gehle 2006).

Die Dichte (pd) anhand der Abschusszahlen (A) und der Landklassengewichtung kann für jede Gitterzelle (n) einer Verwaltungseinheit (Landkreis, Bezirk oder Kanton) wie folgt berechnet werden:

$$pd_{\ddot{A}uD} = \frac{1 * A}{(1 * n_{\ddot{A}uD} + 0,5 * n_{\ddot{A}oD} + 0 * n_{\ddot{A}D})} / \frac{F}{N} = a_{\ddot{A}uD} / f$$

$$pd_{\ddot{A}oD} = \frac{0,5 * A}{(1 * n_{\ddot{A}uD} + 0,5 * n_{\ddot{A}oD} + 0 * n_{\ddot{A}D})} / \frac{F}{N} = a_{\ddot{A}oD} / f$$

$$pd_{\ddot{A}D} = \frac{0 * A}{(1 * n_{\ddot{A}uD} + 0,5 * n_{\ddot{A}oD} + 0 * n_{\ddot{A}D})} / \frac{F}{N} = a_{\ddot{A}D} / f$$

$pd_{\ddot{A}uD}$ Populationsdichte einer Zelle mit Äsung und Deckung

$pd_{\ddot{A}oD}$ Populationsdichte einer Zelle mit Äsung oder Deckung

$pd_{\ddot{A}D}$ Populationsdichte einer Zelle ohne Äsung und Deckung

A Abschuss in einer Verwaltungseinheit

$n_{\ddot{A}uD}$ Anzahl der Zellen mit Äsung und Deckung

$n_{\ddot{A}oD}$ Anzahl der Zellen mit Äsung oder Deckung

$n_{\ddot{A}D}$ Anzahl der Zellen ohne Äsung und Deckung

$a_{\ddot{A}uD}$ Abschuss einer Zelle mit Äsung und Deckung

$a_{\ddot{A}oD}$ Abschuss einer Zelle mit Äsung oder Deckung

$a_{\ddot{A}D}$ Abschuss einer Zelle ohne Äsung und Deckung

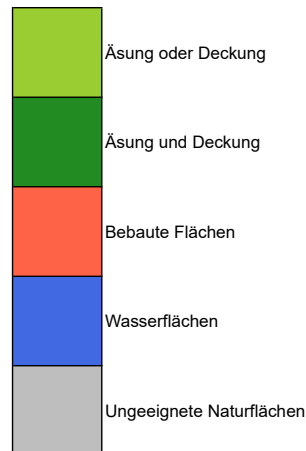
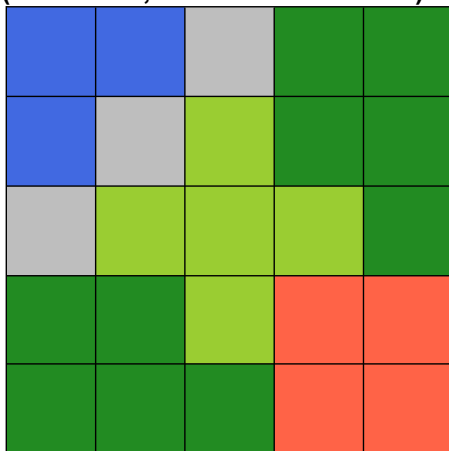
N Anzahl der Zellen einer Verwaltungseinheit

F Fläche einer Verwaltungseinheit

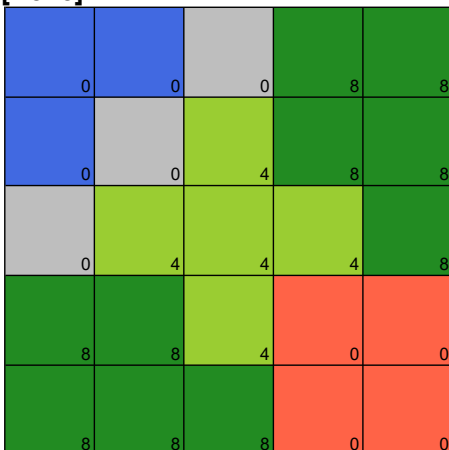
f Fläche pro Zelle einer Verwaltungseinheit

In Abb. 4 ist ein Beispiel für die Berechnung der Rehwilddichte in einer fiktiven Verwaltungseinheit dargestellt.

Fiktive Verwaltungseinheit (Landkreis, Bezirk oder Kanton)



Abschuss Rehwild pro Gitterzelle [Rehe]



Abschuss Rehwild in der
Verwaltungseinheit

$$A = 100 \text{ Rehe}$$

Anzahl Gitterzellen geeignet ÄuD
Anzahl Gitterzellen geeignet ÄoD
Anzahl Gitterzellen ungeeignet ÄD
Anzahl Gitterzellen gesamt

$n_{\text{ÄuD}} = 10$ Zellen
 $n_{\text{ÄoD}} = 5$ Zellen
 $n_{\text{ÄD}} = 10$ Zellen
 $N = 25$ Zellen

Fläche der Verwaltungseinheit

$$F = 1.000 \text{ km}^2$$

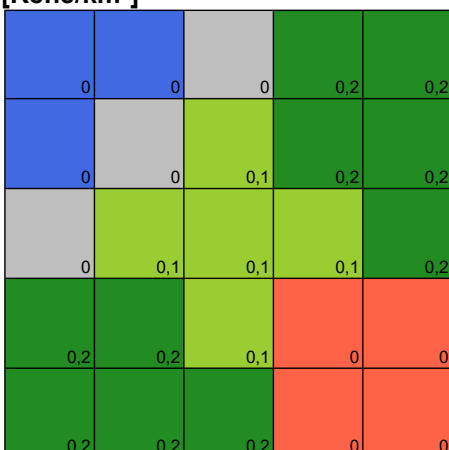
Abschuss Rehwild pro Gitterzelle:

$$a_{\text{ÄuD}} = 1 * A / (1 * n_{\text{ÄuD}} + 0,5 * n_{\text{ÄoD}} + 0 * n_{\text{ÄD}}) = 8 \text{ Rehe}$$

$$a_{\text{ÄoD}} = 0,5 * A / (1 * n_{\text{ÄuD}} + 0,5 * n_{\text{ÄoD}} + 0 * n_{\text{ÄD}}) = 4 \text{ Rehe}$$

$$a_{\text{ÄD}} = 0 * A / (1 * n_{\text{ÄuD}} + 0,5 * n_{\text{ÄoD}} + 0 * n_{\text{ÄD}}) = 0 \text{ Rehe}$$

Dichte Rehwild pro Gitterzelle [Rehe/km²]



$$\text{Fläche pro Gitterzelle } f = F/N = 40 \text{ km}^2$$

Dichte Rehwild pro Gitterzelle:

$$pd_{\text{ÄuD}} = a_{\text{ÄuD}} / f = 0,2 \text{ Rehe/km}^2$$

$$pd_{\text{ÄoD}} = a_{\text{ÄoD}} / f = 0,1 \text{ Rehe/km}^2$$

$$pd_{\text{ÄD}} = a_{\text{ÄD}} / f = 0,0 \text{ Rehe/km}^2$$

Abb. 4: Beispiel zur Berechnung der Rehwilddichte für eine fiktive Verwaltungseinheit anhand der Abschusszahlen und der Landklassengewichtung.

2.4. Graphische Aufarbeitung der Jagdstrecken

Nach der Zusammenstellung des Datensatzes mit den jährlichen Rehwildstrecken für die einzelnen Verwaltungseinheiten in der DACH-Region wurden folgende Karten erstellt:

- Karten der Rehwildstrecken pro Verwaltungseinheit für die Jahre 1999/2000–2018/2019
- Karten der Rehwildstrecken bezogen auf die Fläche der Verwaltungseinheit (Durchschnitt der Jahre 1999/00–2018/19)
- Karten der Rehwilddichte abgeschätzt anhand der Rehwildstrecken und der Landklassifikation (Durchschnitt der Jahre 1999/00–2018/19)

In dieser Arbeit wurden folgende Programme und Datensätze verwendet: Microsoft Excel (Version 14.0, 2010), die Statistik-Software R (R Core Team 2019), der Gebietsgrenzen-Datensatz GADM (Global Administrative Areas 2018) und der Datensatz CORINE Land Cover (European Environment Agency 2019). Die Flächen der Verwaltungseinheiten und die Flächen der Landklassen der DACH-Region wurden im Programm R mit Hilfe des GADM Datensatzes und des CORINE Land Cover Datensatzes berechnet.

3. Ergebnisse

3.1 Jagdstrecken des Rehwildes in der DACH-Region

Ein Datensatz mit den Jagdstrecken, d. h. Abschusszahlen plus Fallwild, des Rehwilds pro kleinstmögliche Verwaltungseinheit (Landkreis, Bezirk, Kanton) wurde für die Länder Deutschland, Österreich und die Schweiz zusammengestellt. Insgesamt umfasst der Datensatz 523 Verwaltungseinheiten mal 20 Jahre = 10.460 Dateneinträge.

In einem ersten Schritt wurden die Jahresstrecken pro Land als Zeitreihe dargestellt. Die Gesamtjahresstrecke in Deutschland steigt seit 1999 stetig, lediglich in den Jahren 2006, 2011, 2013 und 2014 wurde dieser Trend unterbrochen. Im Jahr 2018 lag die Strecke bei ca. 1.200.000 Rehen (Abb. 5). In Österreich zeigten die Jahre 1999 bis 2005 einen kontinuierlichen Anstieg, aber in den Jahren 2006 bis 2010 mit Ausnahme von 2008 wurden deutlich weniger Rehe geschossen. Seit 2011 mit einem kurzen Einbruch 2013 und 2014 ist die Gesamtjahresstrecke wieder leicht ansteigend. Im letzten Jagdjahr lag die Strecke bei ca. 285.000 Rehen (Abb. 6). Die Schweizer Strecke stieg zwischen 1999 und 2005 kontinuierlich, jedoch war die Gesamtjahresstrecke in den Jahren 2006 bis 2010 mit Ausnahme von 2008 deutlich niedriger. Seit 2011 steigt die Strecke wieder leicht, einzig 2014 wurden weniger Rehe geschossen. 2018 wurden in der Schweiz ca. 61.000 Rehe erlegt (Abb. 7).

Vergleichend betrachtet gab es in allen drei Ländern der DACH-Region zwischen 2006 und 2007 und zwischen 2013 und 2014 einen Rückgang in den Abschusszahlen, in Deutschland zusätzlich im Jahr 2011. Gründe für diese Schwankungen sind entweder starke Veränderungen der Witterung, der Nahrungsbedingungen, der Krankheitssituation oder der Jagdintensität (Thünen-Institut 2016).

Um den Zusammenhang der Gesamtjahresstrecken zwischen den Ländern zu prüfen wurde der Pearson-Korrelationskoeffizient berechnet. Der Korrelationskoeffizient $r = 0,810$ zeigt, dass sich die Jagdstrecken zwischen Österreich und der Schweiz relativ ähnlich entwickelt haben. Hingegen besteht kein Zusammenhang zwischen den Jagdstrecken von Deutschland und Österreich ($r = 0,504$) bzw. Deutschland und der Schweiz ($r = 0,604$).

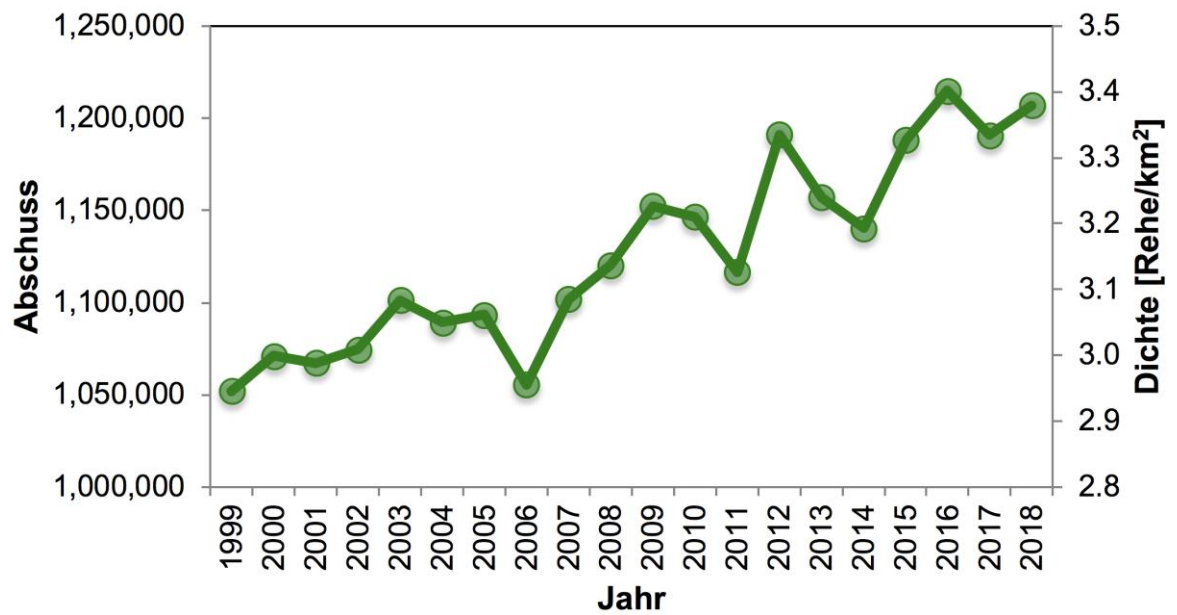


Abb. 5: Jährliche Jagdstrecke von Rehwild in Deutschland zwischen 1999/00 und 2018/19.

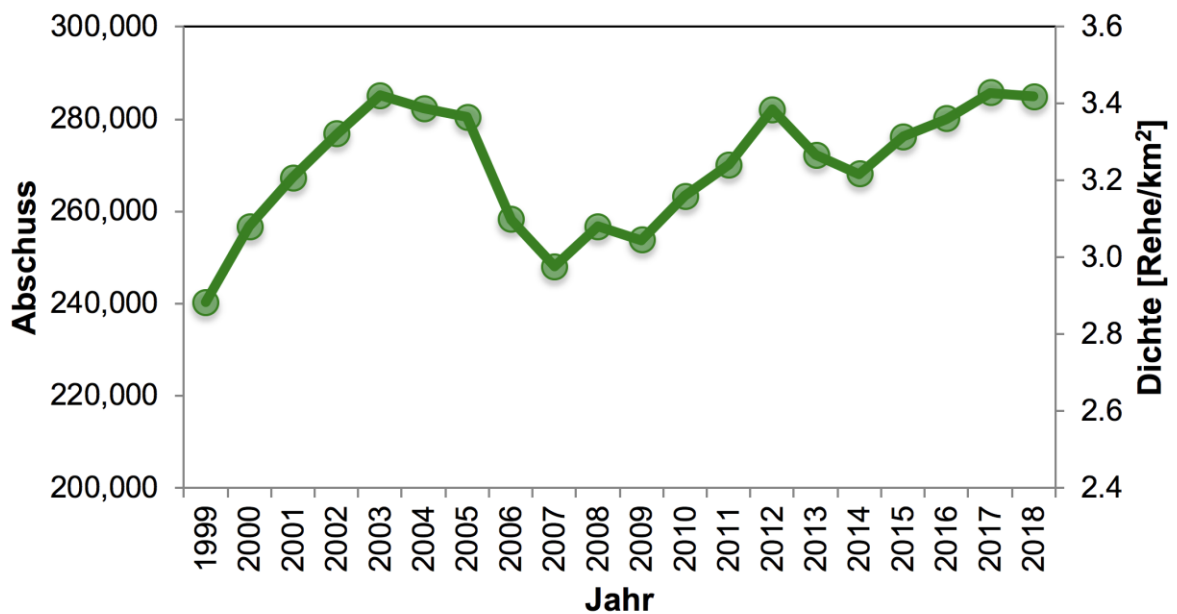


Abb. 6: Jährliche Jagdstrecke von Rehwild in Österreich zwischen 1999/00 und 2018/19.

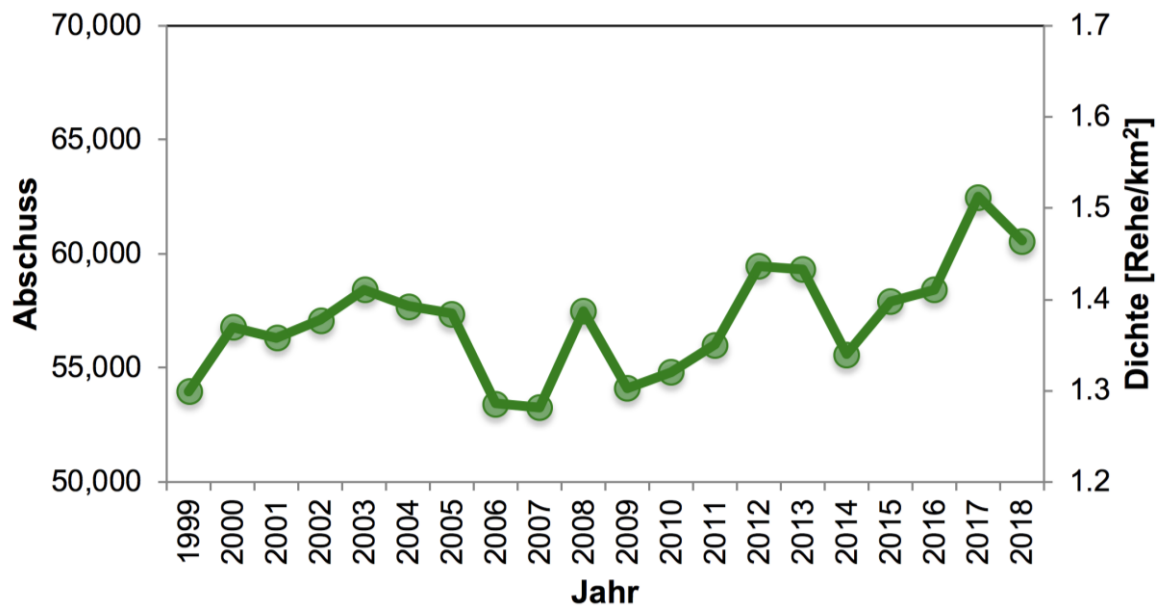
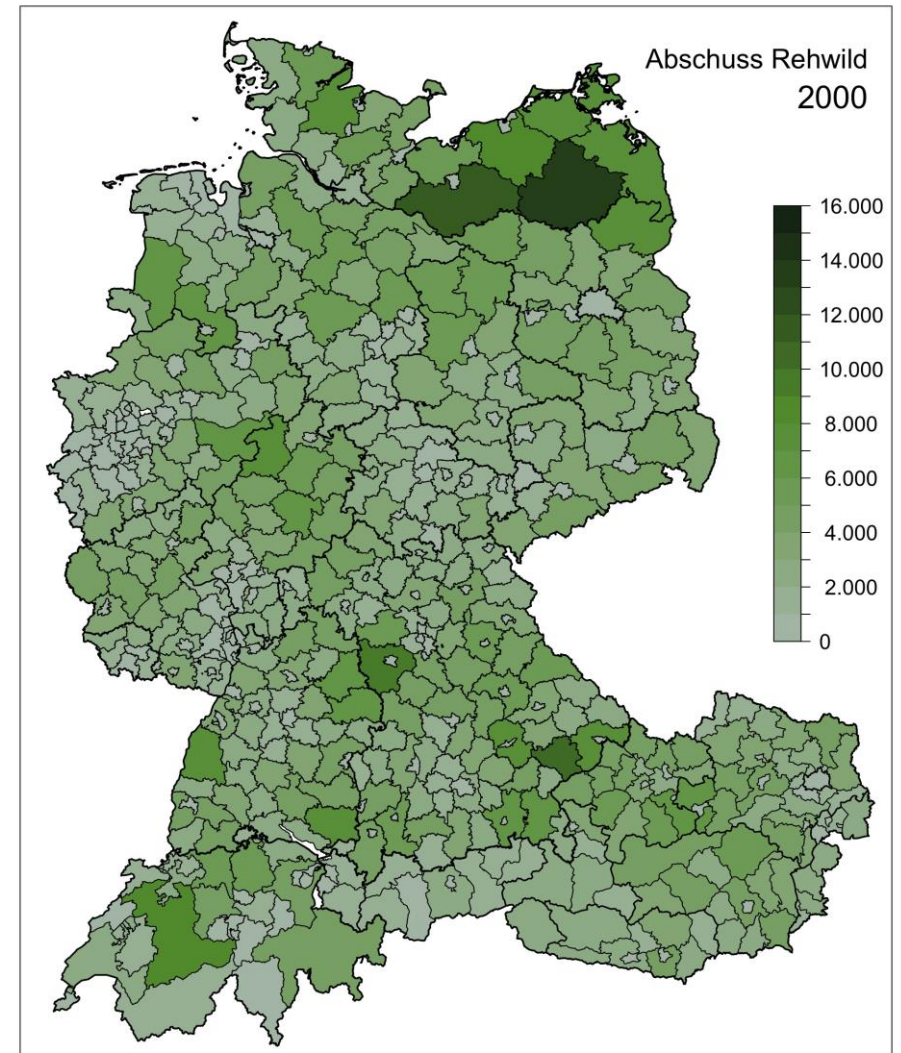
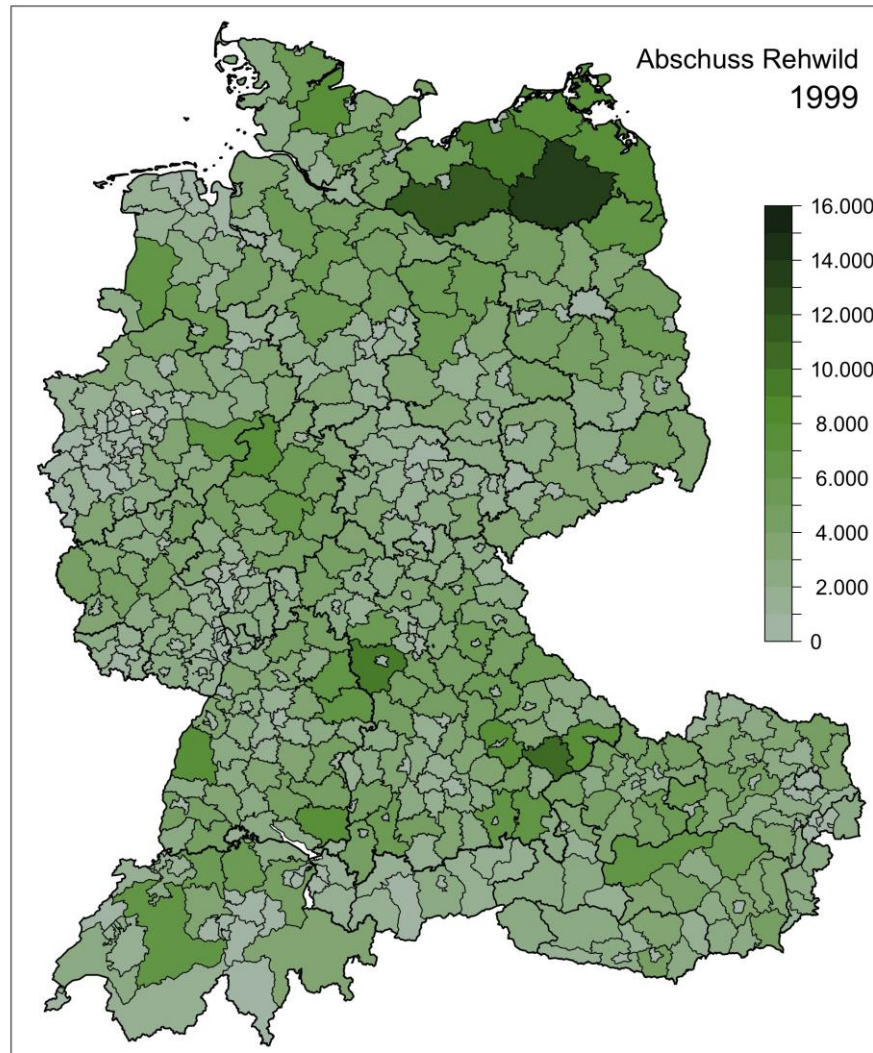
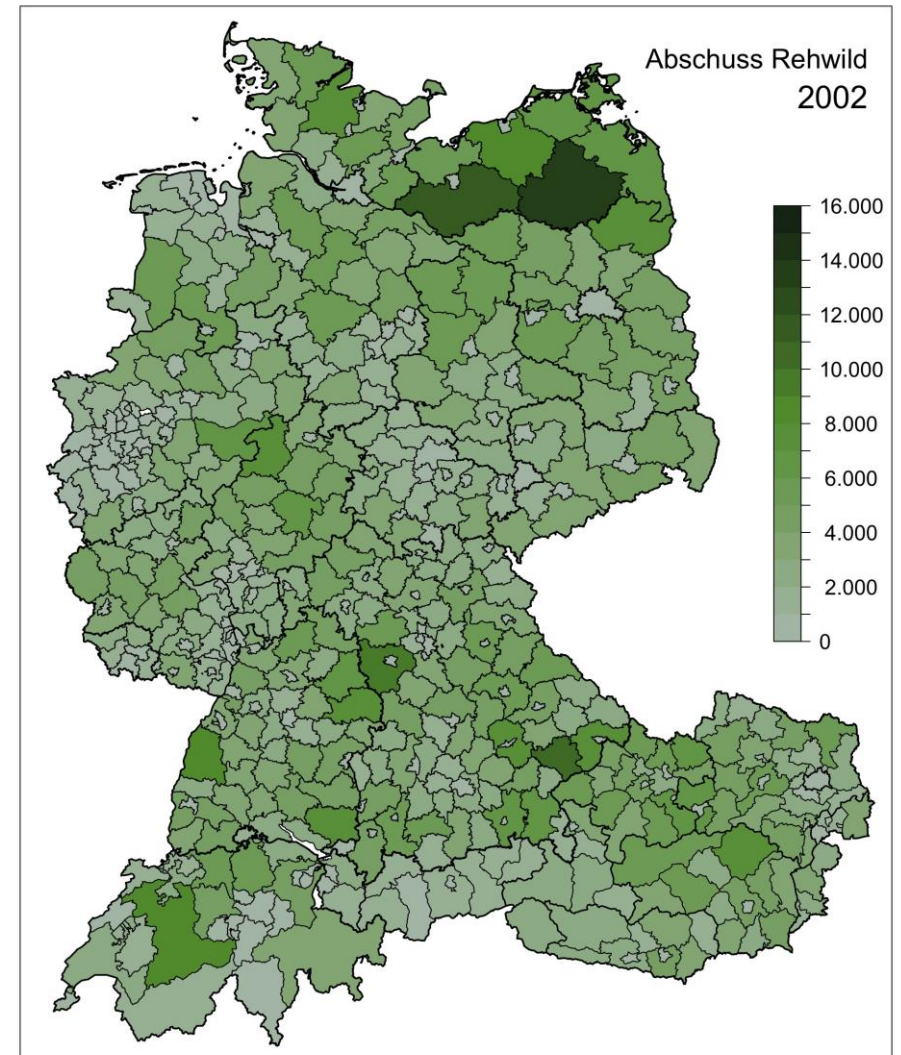
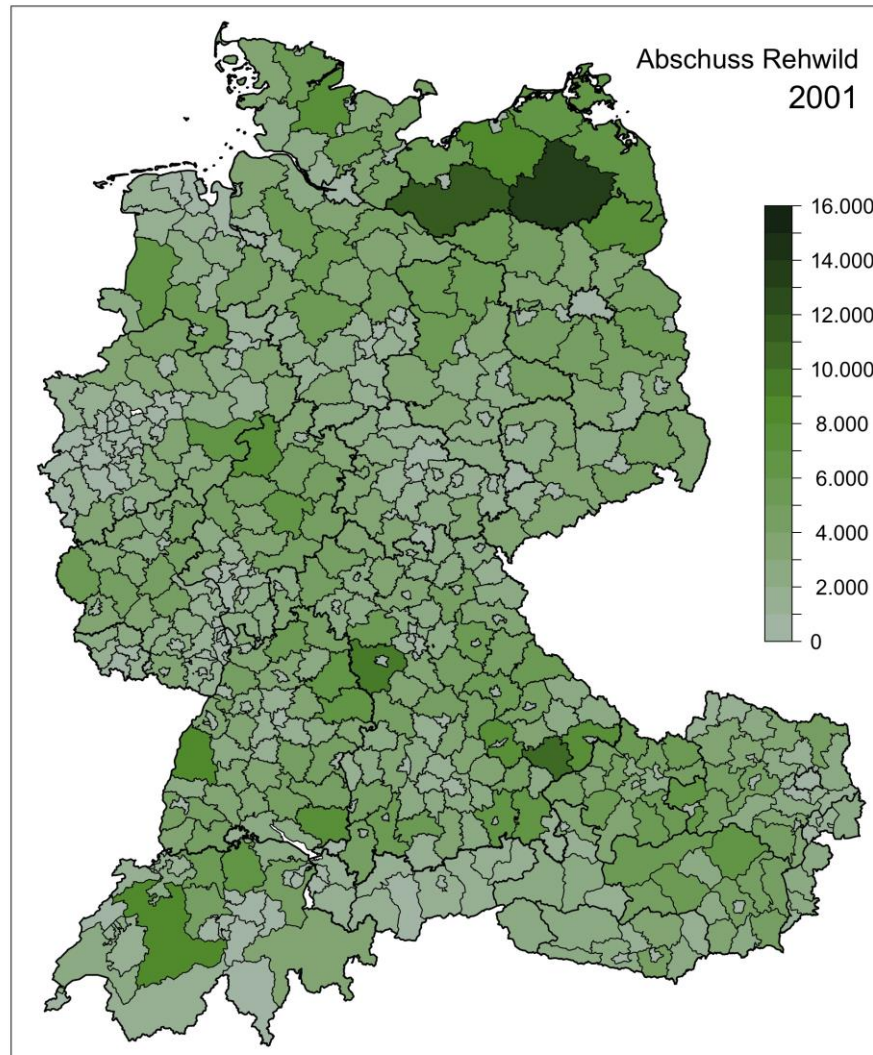


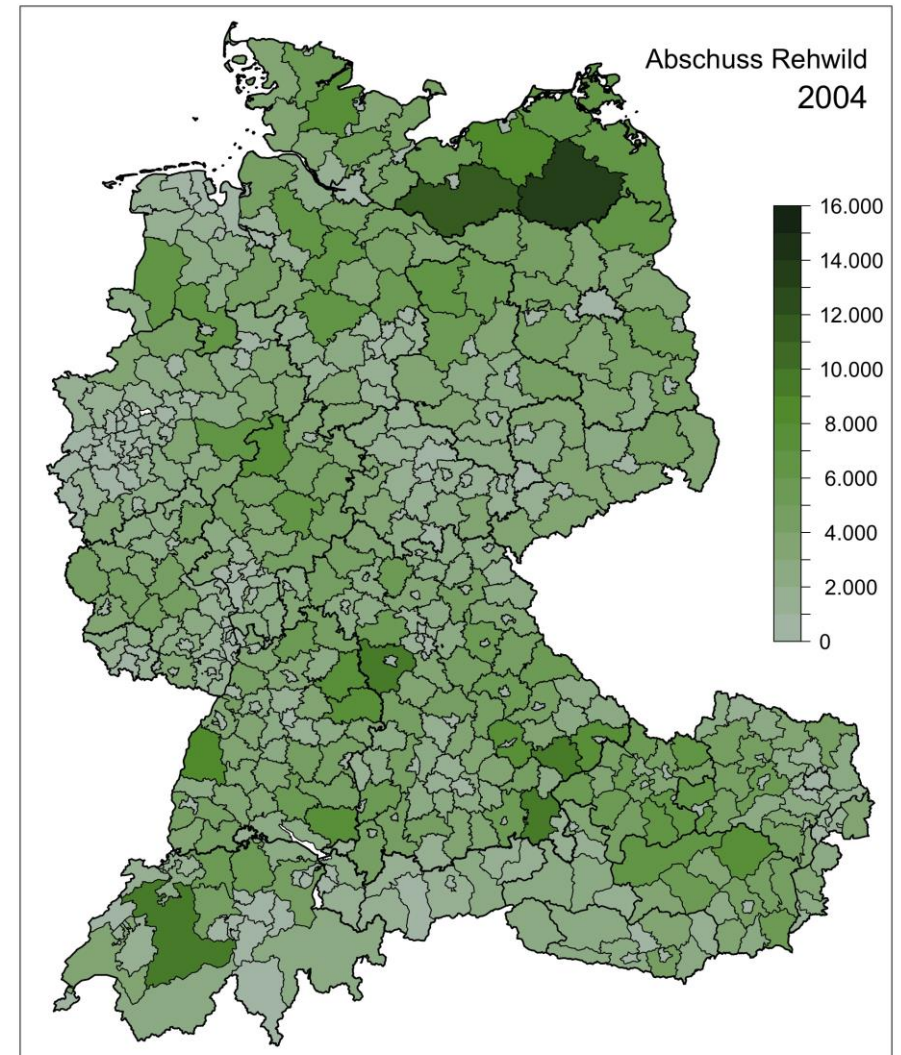
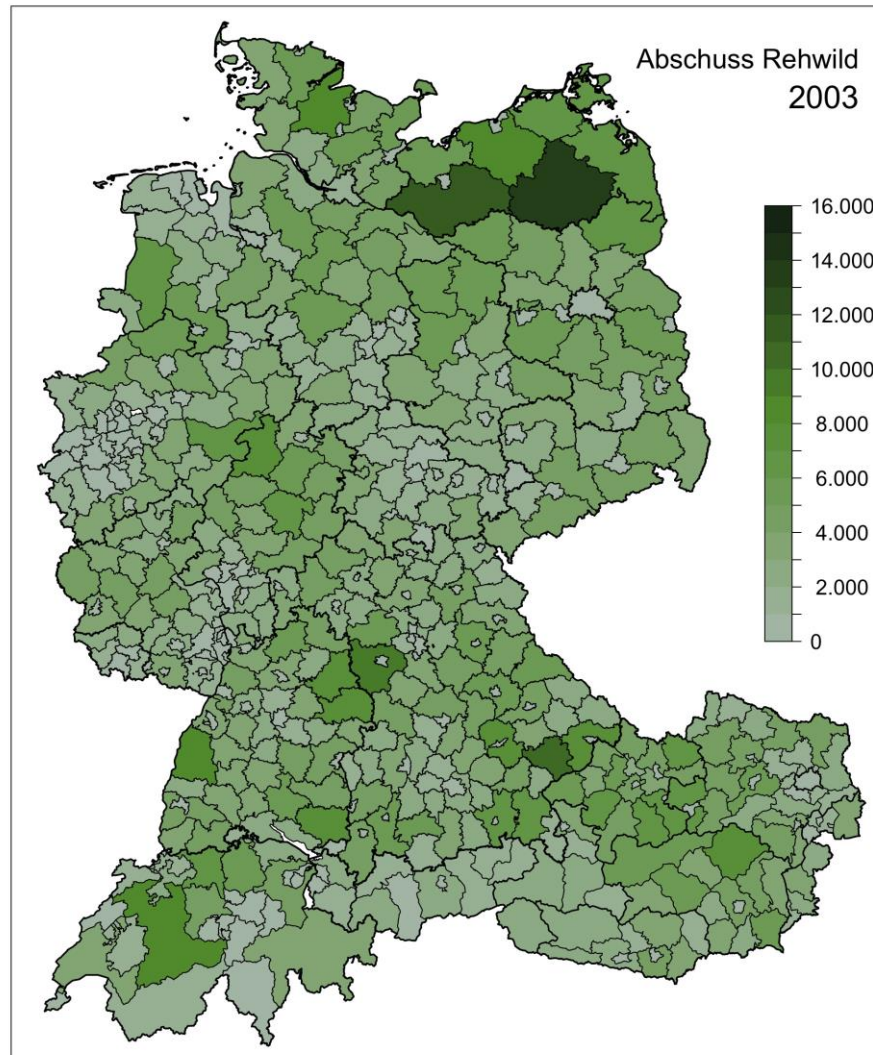
Abb. 7: Jährliche Jagdstrecke von Rehwild in der Schweiz zwischen 1999/00 und 2018/19.

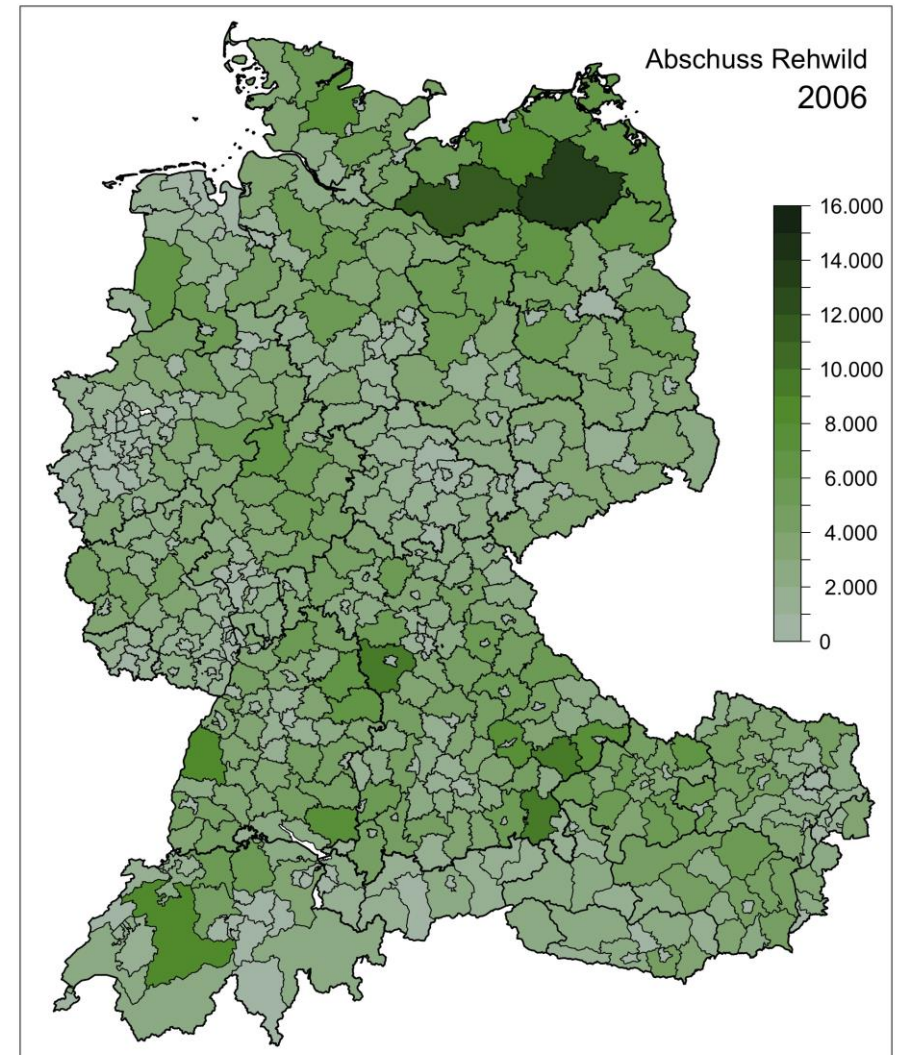
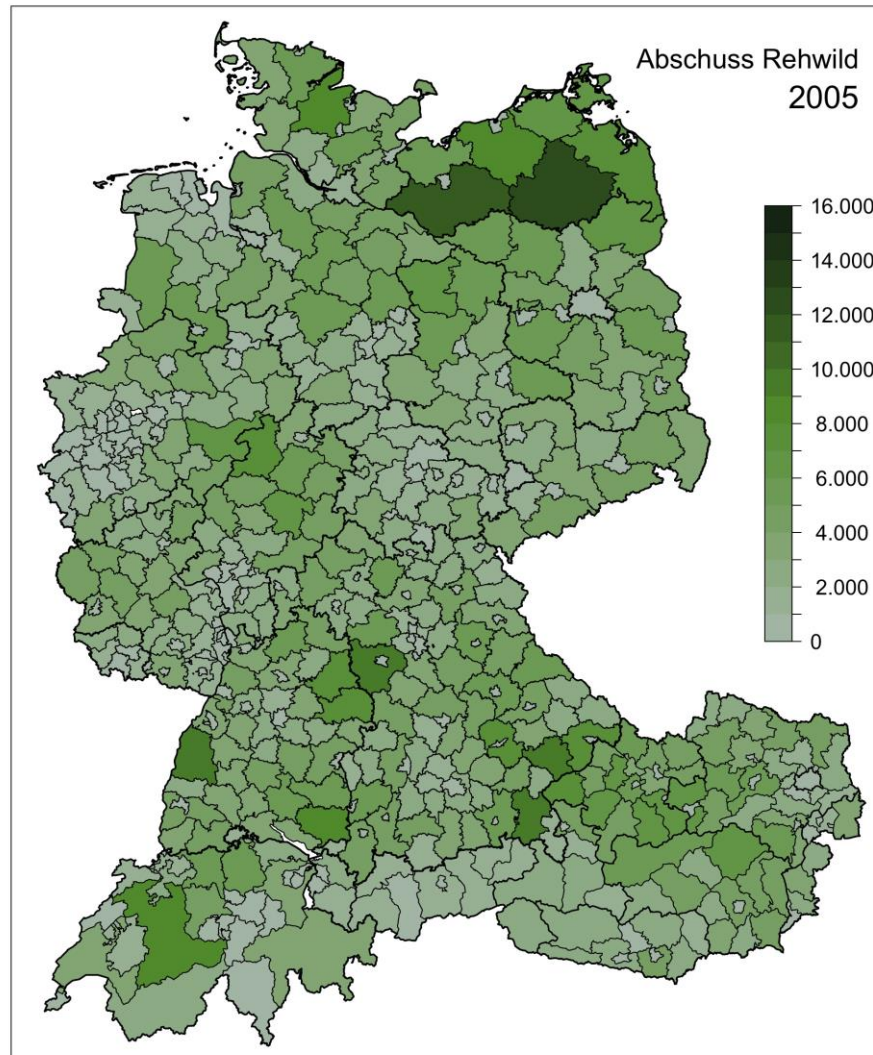
Mit diesem Datensatz wurden Karten der jährlichen Jagdstatistik des Rehwilds pro Verwaltungseinheit in der DACH-Region für die einzelnen Jahre 1999/00 bis 2018/19 erstellt. In den Abb. 8–27 sind die Jagdstrecken unter Verwendung einer 16-stufigen Farbskala dargestellt. Die Anzahl der geschossenen Rehe in Deutschland reicht von 0 Rehen in den Jahren 1999 bis 2012 sowie 2016 in der kreisfreien Stadt Herne in Nordrhein-Westfalen bis 16.000 Rehen im Jahr 2007 im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte in Mecklenburg-Vorpommern. Die kleinste Verwaltungseinheit in Deutschland ist die kreisfreie Stadt Schweinfurt in Bayern mit 35,47 km², die Größte der Landkreis Mecklenburgische Seenplatte im Mecklenburg-Vorpommern mit 5.495,83 km². In Österreich war der Rehwildabschuss in der Statutarstadt Rust im Burgenland im Jahr 2003 am niedrigsten mit 8 Rehen und im Bezirk Braunau am Inn in Oberösterreich im Jahr 2005 am höchsten mit 8203 Rehen. Die Statutarstadt Rust im Burgenland ist mit 18,38 km² die kleinste Verwaltungseinheit, der Bezirk Liezen in der Steiermark mit 3.325,46 km² die Größte. In der Schweiz wurde im Kanton Genf 2002 mit 12 Rehen zahlenmäßig am wenigsten Rehwild erlegt, im Kanton Bern 2012 mit 9992 Rehen am meisten. Die Verwaltungseinheit mit der größten Fläche in der Schweiz ist der Kanton Graubünden mit 7067,90 km², die mit der kleinsten Fläche ist der Kanton Basel-Stadt mit 34,71 km².

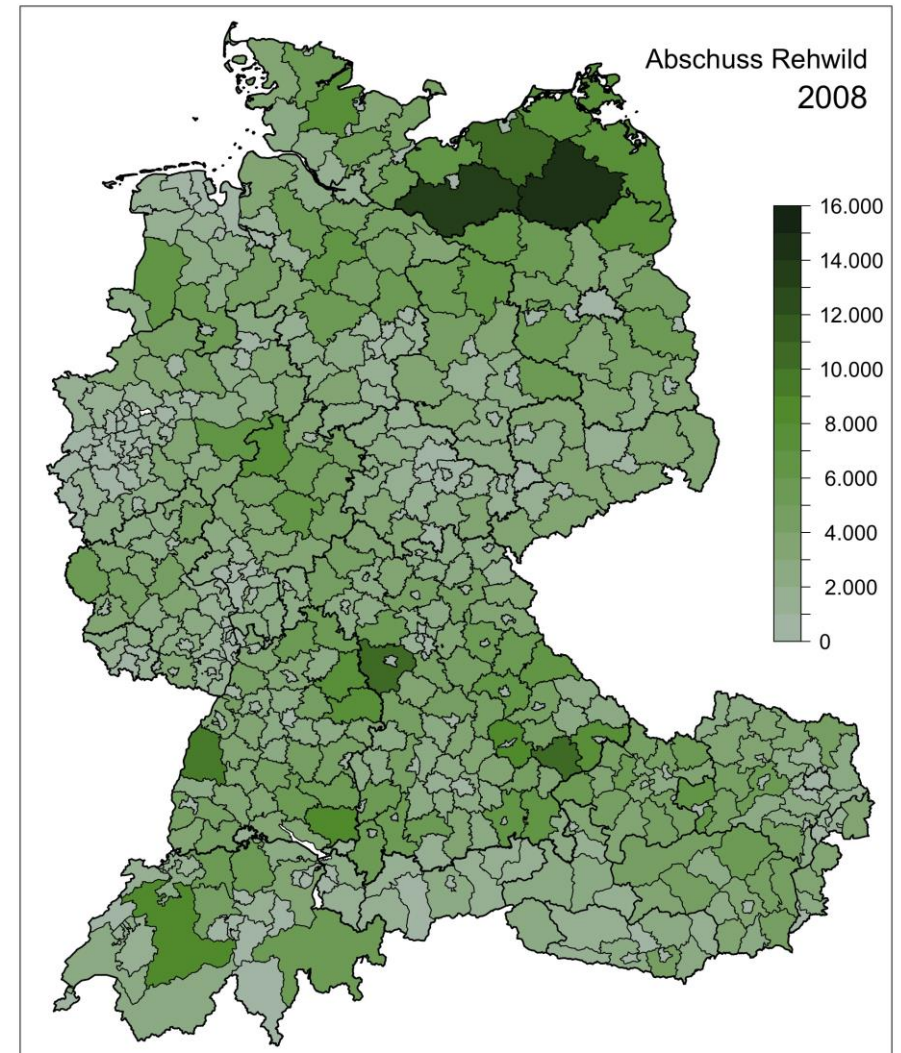
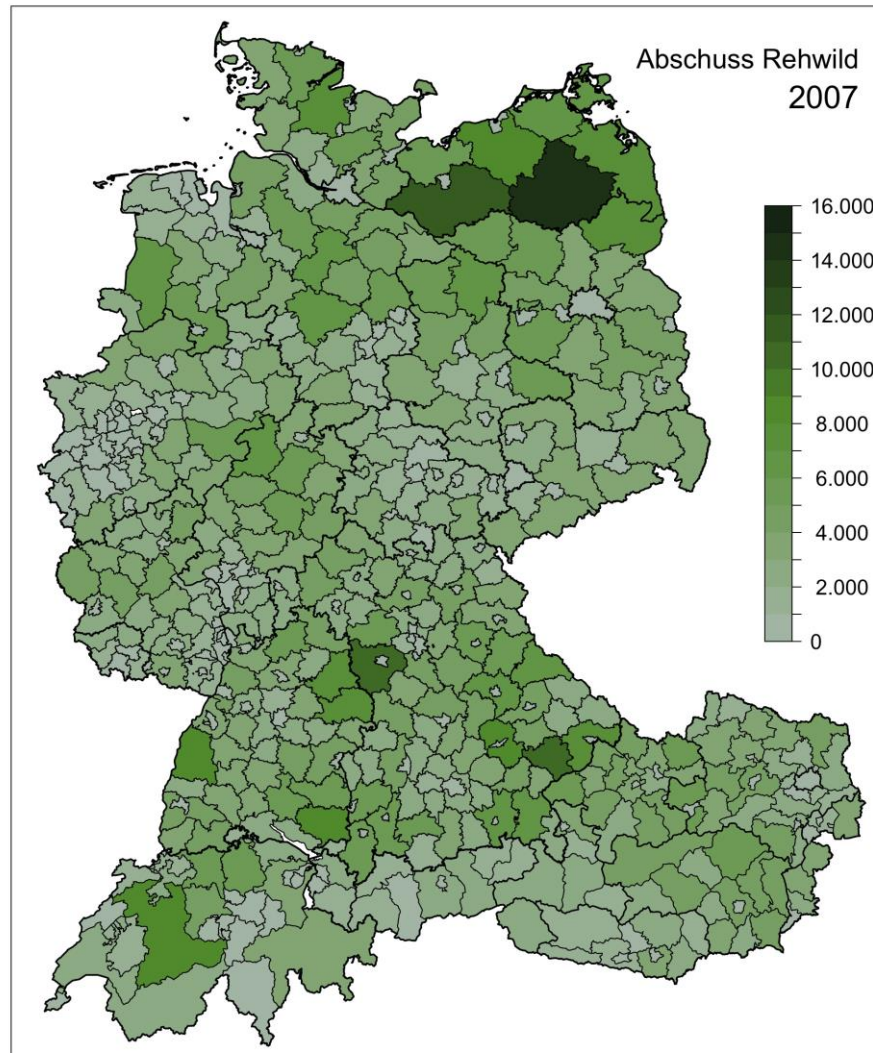
Abb. 8–27: Karten der Jagdstatistik von Rehwild pro Verwaltungseinheit in der DACH-Region der Jahre 1999/00–2018/19.

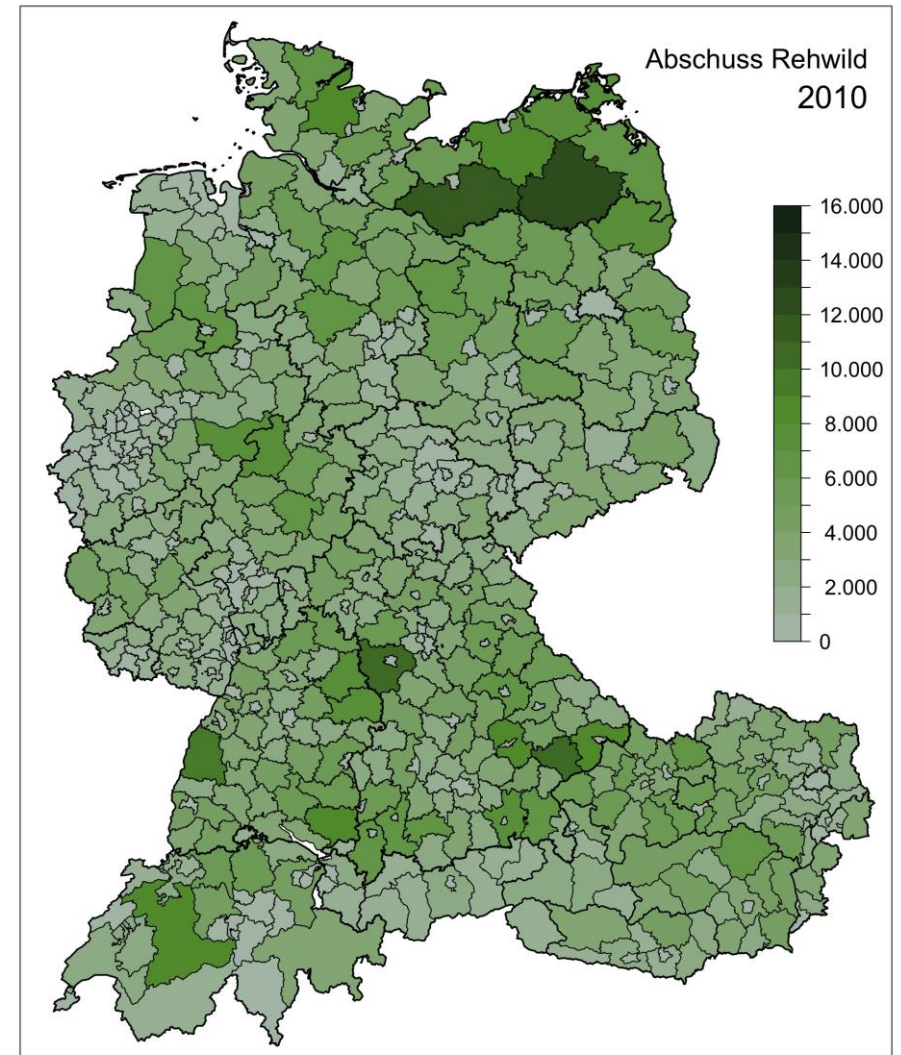
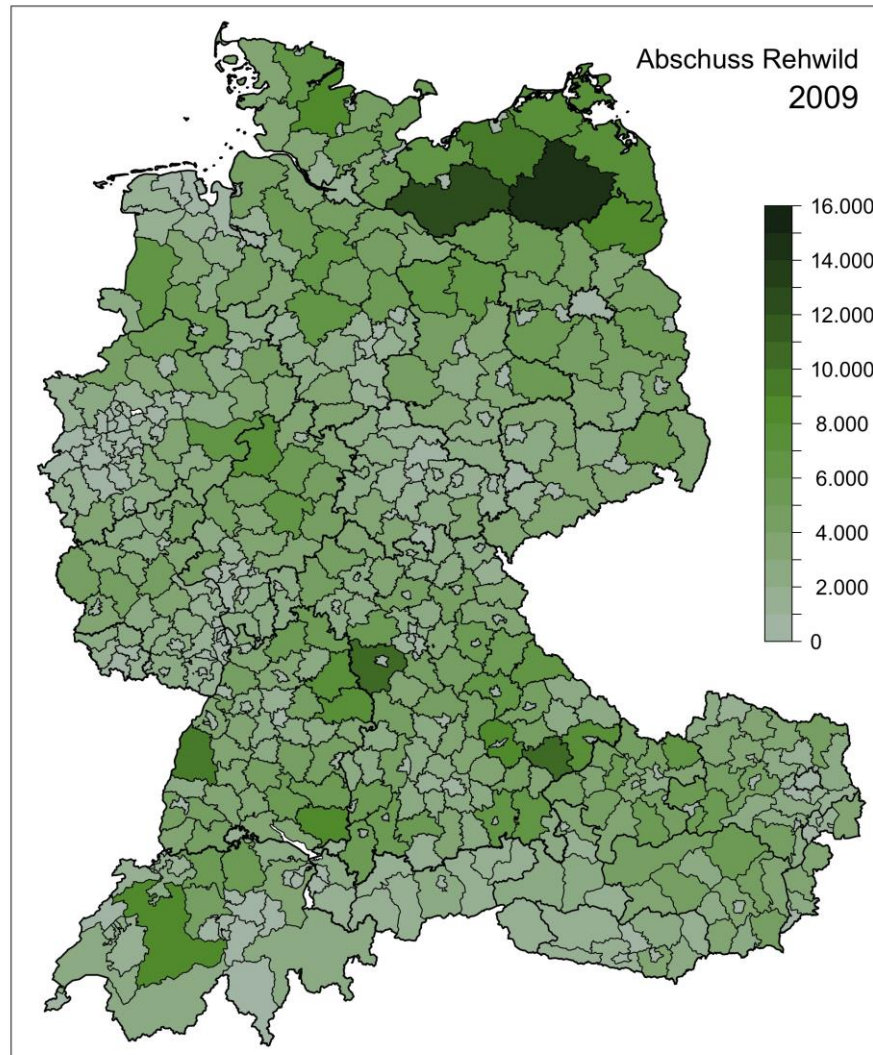


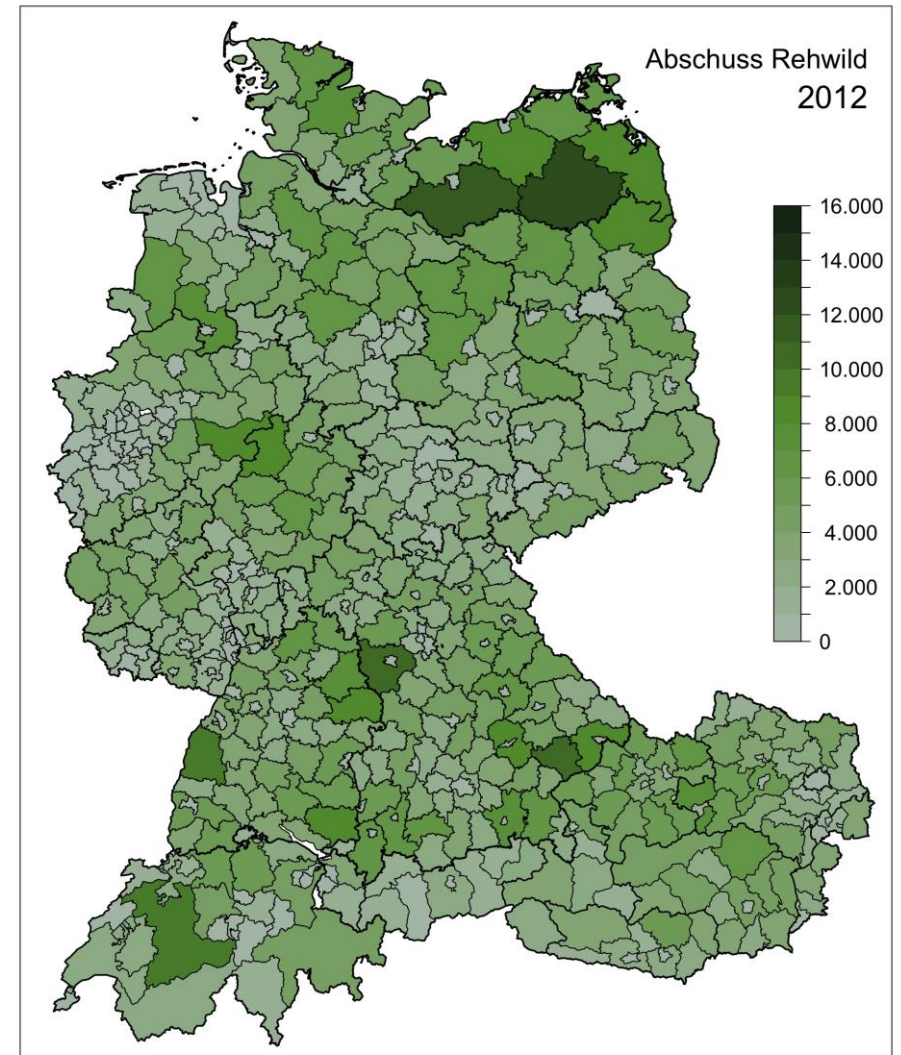
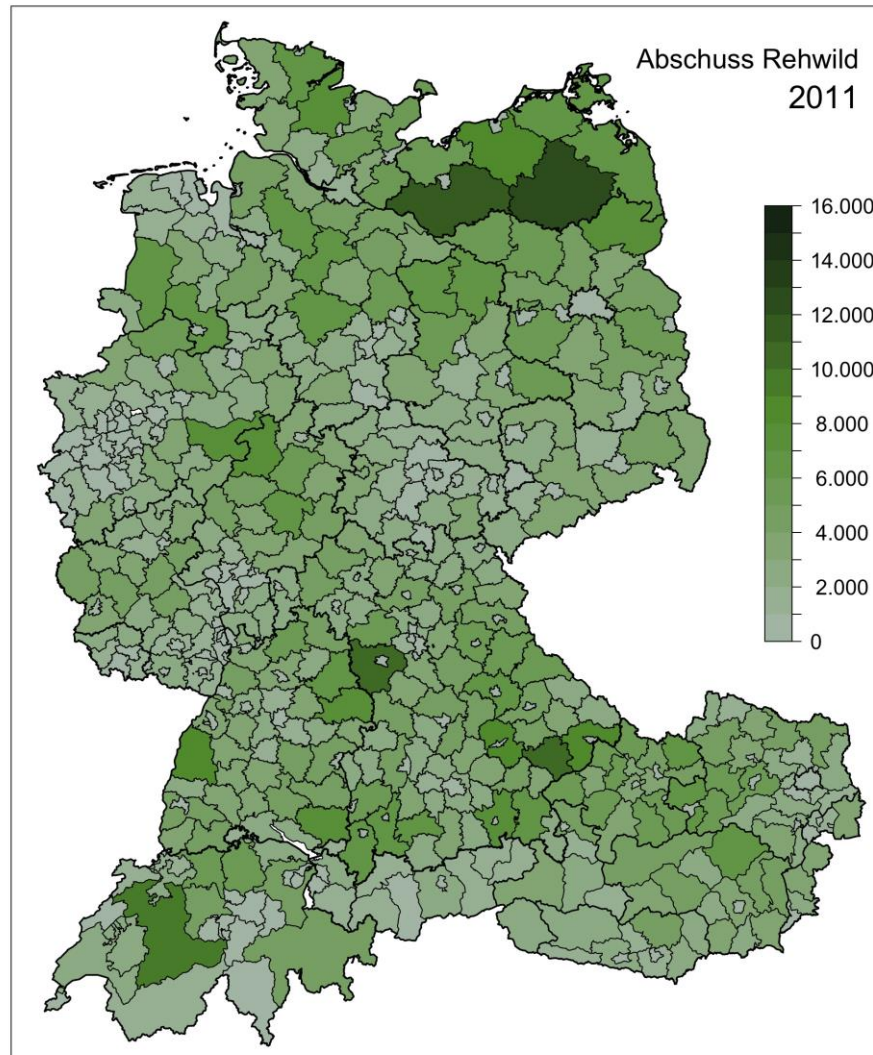


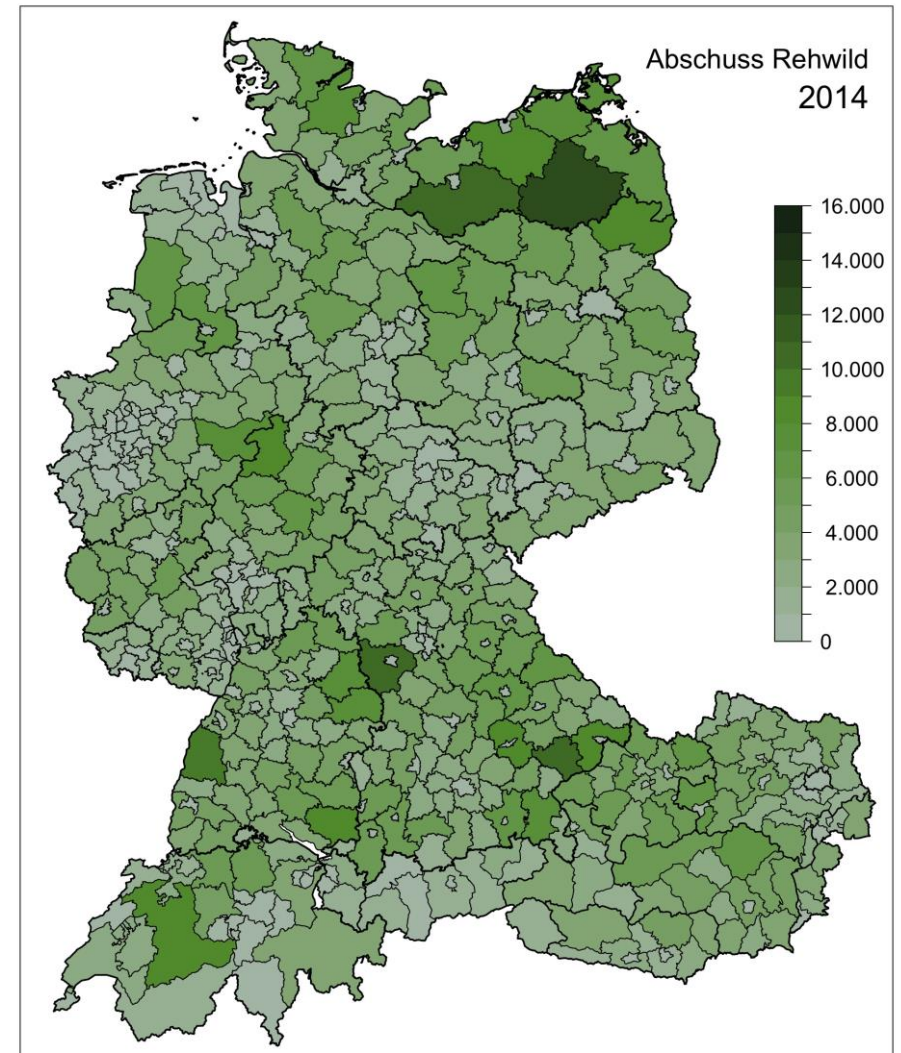
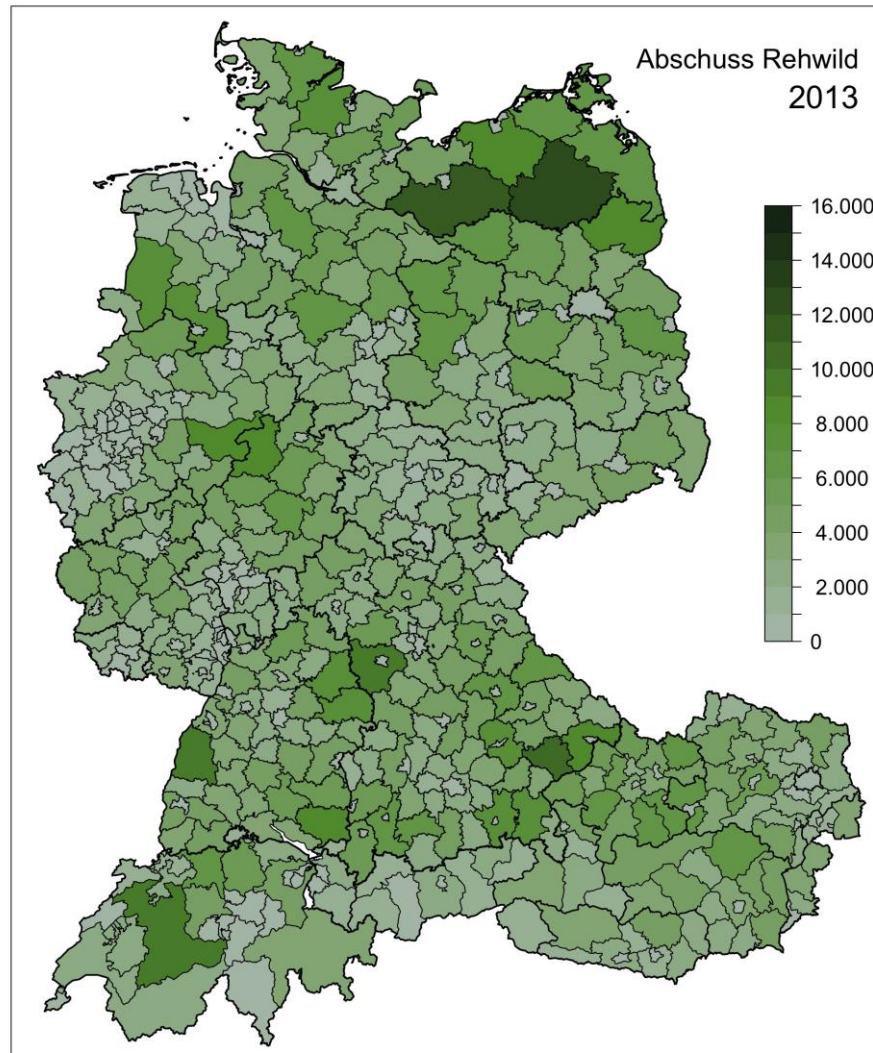


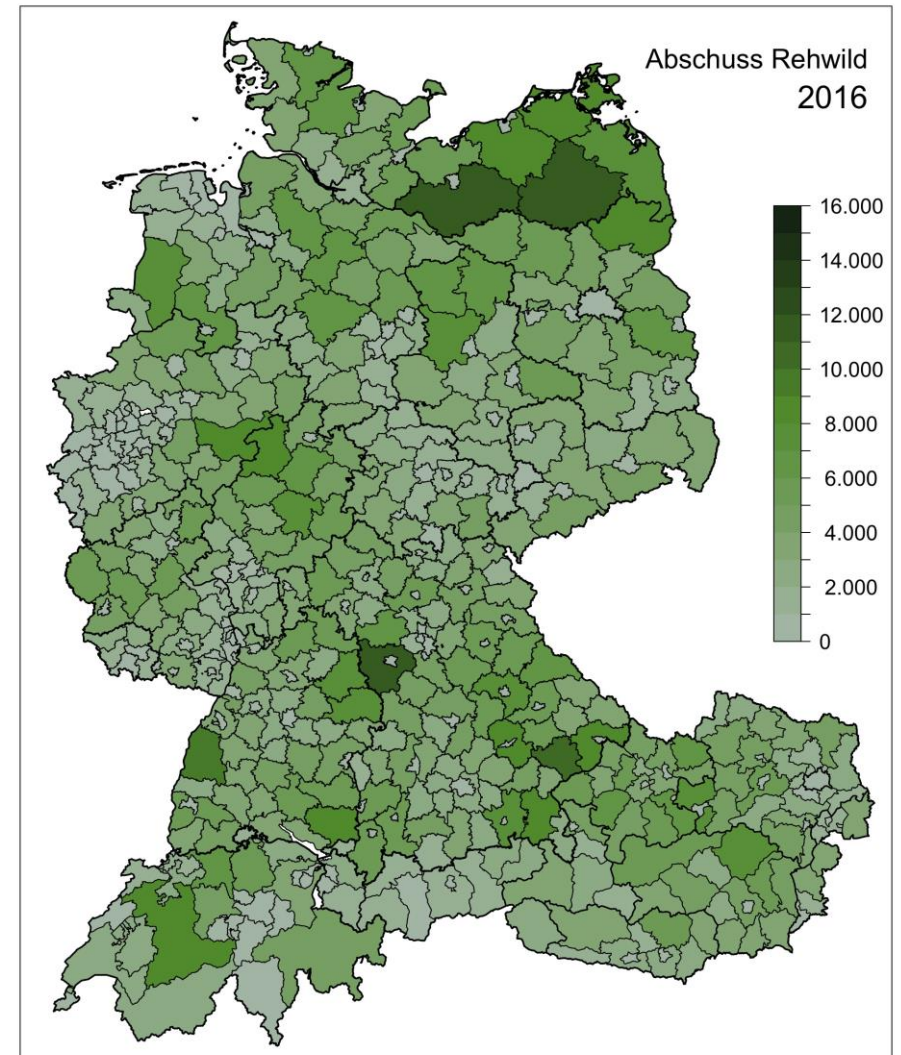
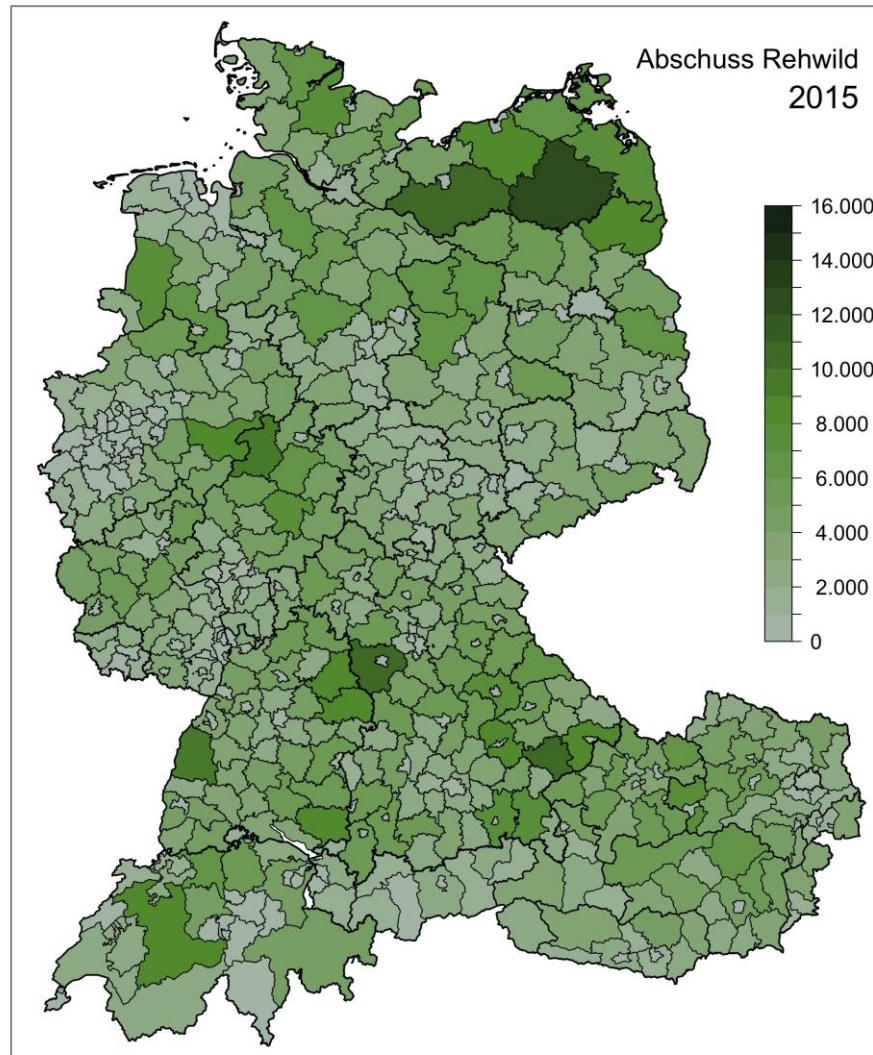


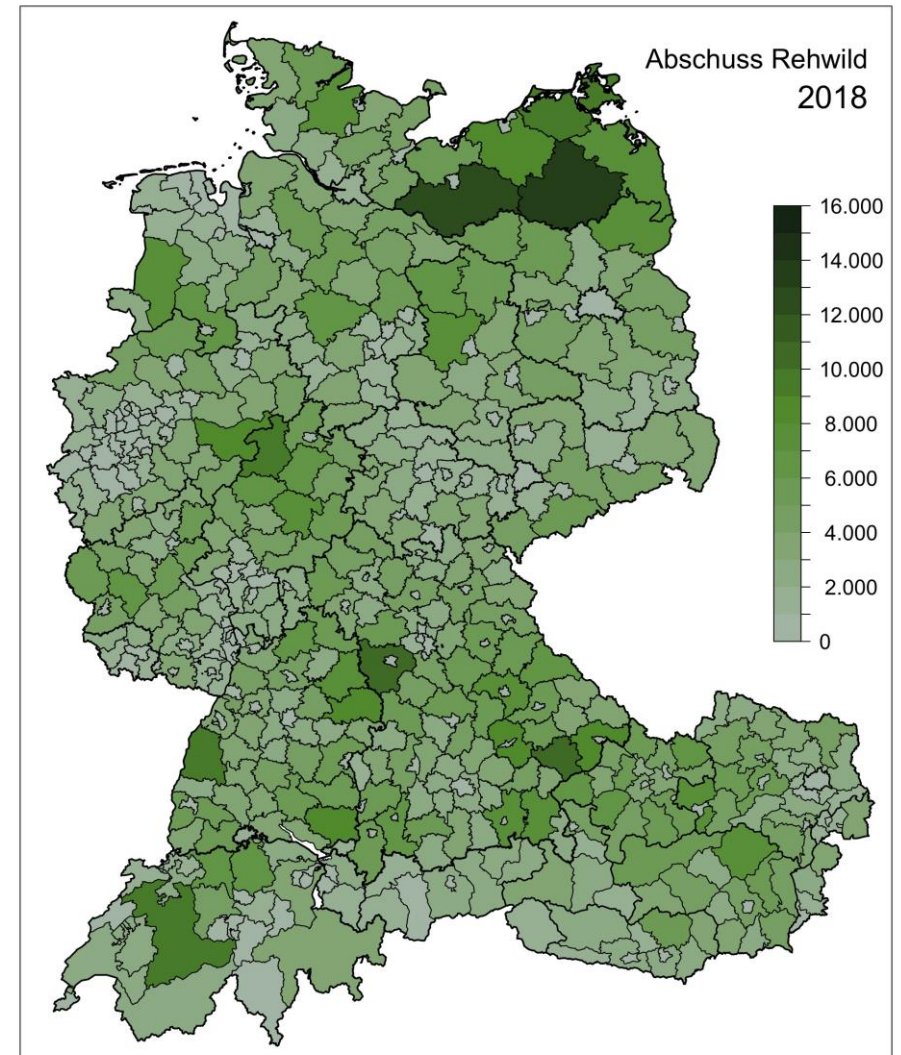
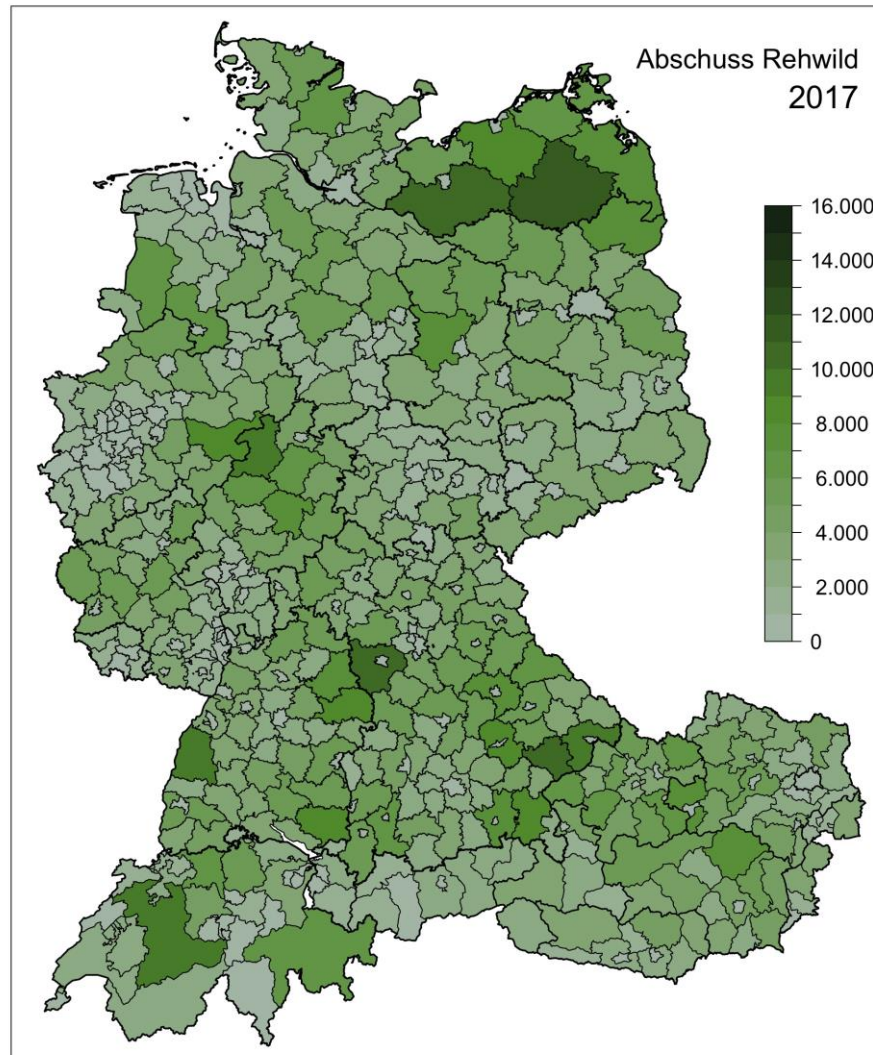












3.2 Rehwilddichte in der DACH-Region

Um die Jagdstrecken pro Verwaltungseinheit besser miteinander vergleichen zu können kann die Rehwilddichte, d. h. Abschusszahl dividiert durch die Fläche der Verwaltungseinheit, dargestellt werden. In der Abb. 28 ist die über 20 Jahre gemittelte Rehwilddichte pro Verwaltungseinheit der DACH-Region in der Einheit Rehe/km² dargestellt. Aufgrund der geringen Anzahl an Werten über 8,00 Rehe/km² wurden diese Werte in der Kategorie >8,00 Rehe/km² zusammengefasst. Ein Nachteil dieser Darstellung ist, dass die Fläche der ganzen Verwaltungseinheit und somit auch ungeeignete Lebensräume in die Berechnung miteinbezogen werden. Da beispielsweise in Städten keine Rehe leben und bejagt werden, wird dadurch die Dichte unterschätzt.

Im Allgemeinen ist die Rehwilddichte in Norddeutschland niedriger als in Süddeutschland. In Deutschland liegt die mittlere Dichte zwischen 0,01 Rehe/km² in der kreisfreien Stadt Herne im Bundesland Nordrhein-Westfalen und 8,62 Rehe/km² im Landkreis Rottal-Inn im Bundesland Bayern. Dieser Landkreis hat in Deutschland mit Abstand die größte Dichte. In Österreich ist die Dichte im Osten größer als im Westen. Die maximale mittlere Dichte ist 12,20 Rehe/km² im Bezirk Eferding im Bundesland Oberösterreich, die Minimale 0,58 Rehe/km² im Bezirk Imst im Bundesland Tirol. Neben Eferding gibt es in Österreich noch mehrere Bezirke mit einer sehr hohen Dichte, diese liegen alle im Bundesland Oberösterreich. Dazu gehören Grieskirchen mit 9,69 Rehe/km², Wels Land mit 8,83 Rehe/km², Schärding mit 8,29 Rehe/km² und Urfahr Umgebung mit 7,66 Rehe/km². In den restlichen Bundesländern ist die Dichte niedriger. In der südlichen Schweiz ist die Dichte niedriger als in der nördlichen Schweiz. Die mittlere Dichte in der Schweiz reicht von 0,19 Rehe/km² im Kanton Genf bis 4,71 Rehe/km² im Kanton Schaffhausen.

Zusammenfassend ist die Rehwilddichte in der Alpenregion der DACH-Region und im nördlichen Tiefland Deutschlands vergleichsweise niedrig. Auffällig sind lediglich die etwas höheren Werte im Süden Schleswig-Holsteins und die etwas niedrigeren Werte im Ruhrgebiet in Nordrhein-Westfalen. In den Mittelgebirgen ist die Dichte vergleichsweise hoch.

Ebenso können die mittleren Rehwilddichten für die gesamte Landesfläche von Deutschland, Österreich und der Schweiz für die einzelnen Jahre 1999/00 bis 2018/19 berechnet werden. Im Jahr 2018 lag die Dichte in Deutschland bei 3,38 Rehen/km², in Österreich bei 3,40 Rehen/km² und in der Schweiz bei 1,47 Rehen/km² (Abb. 5– 7).

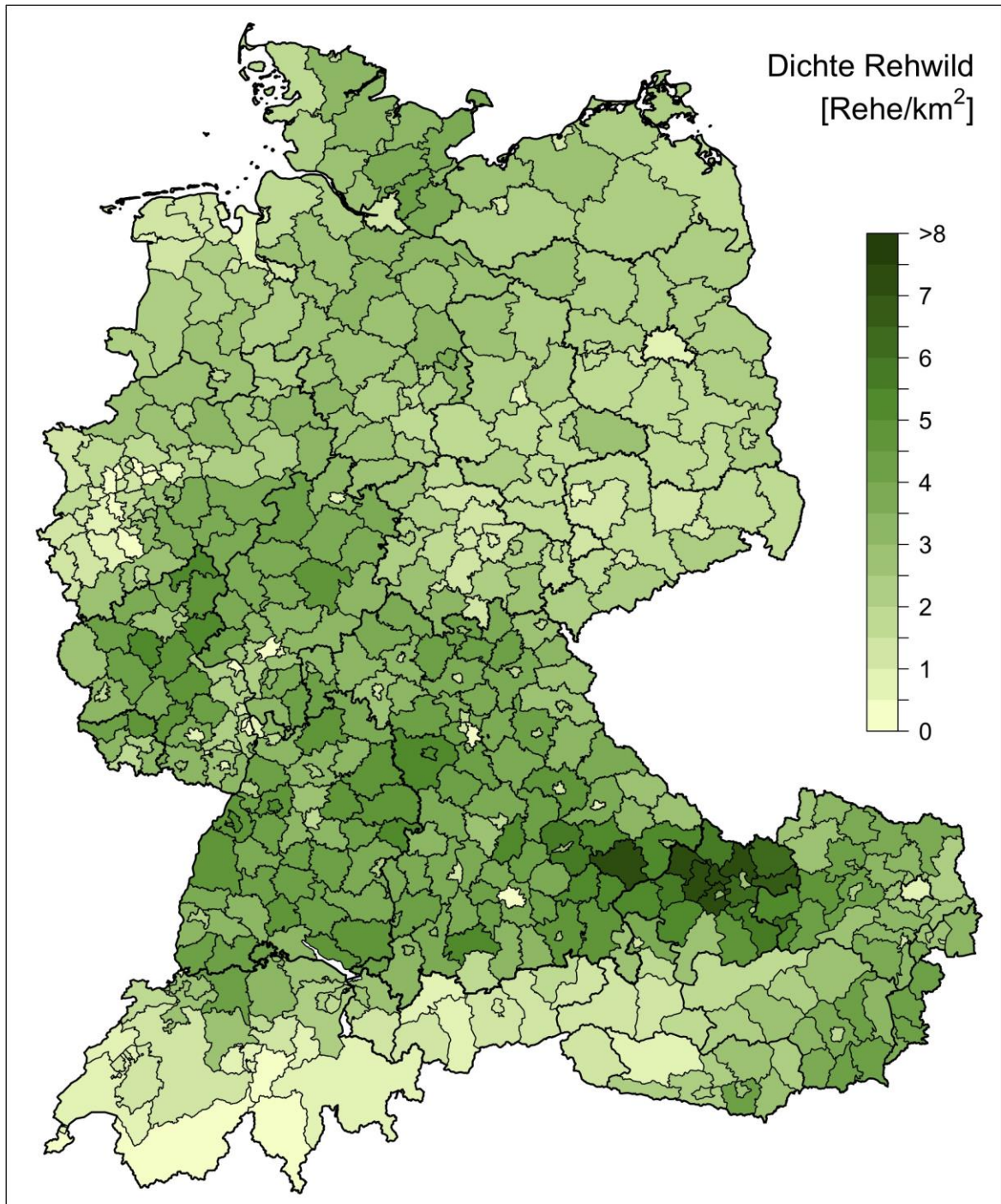


Abb. 28: Darstellung der Rehwilddichte pro Verwaltungseinheit in der DACH-Region gemittelt für die Periode 1999/00–2018/19.

3.3 Modellierete Rehwilddichte in der DACH-Region

Um die Rehwilddichte realistischer abzuschätzen wurde die CORINE Landklassifikation als zusätzliche Information verwendet. Dabei wurden für Rehwild geeignete und ungeeignete Landklassen berücksichtigt. In Abb. 29 ist die auf Abschusszahlen und Landklassen basierende abgeschätzte räumliche Rehwilddichte dargestellt. Dadurch, dass die Rehwilddichte auf einem Gitter modelliert wurde, kann dieser Datensatz als Basis für weitere epidemiologische Berechnungen dienen.

Die *Bebauten Flächen* wie beispielsweise Städte, Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen sind in der Karte rot dargestellt. *Wasserflächen* (Meere, Seen und Flüsse) sind blau eingezeichnet. Die unter ‚ungeeignete Naturflächen‘ zusammengefassten Landklassen sind grau dargestellt. Diese drei Kategorien bieten Rehen keinen optimalen Lebensraum und die Dichte kann mit 0,00 Rehe/km² angenommen werden. In Deutschland nehmen die Flächen dieser drei Kategorien einen Anteil von 11,2 % ein, in Österreich 14,1 % und in der Schweiz 27,5 % (Tab. 6). Zur Darstellung der Dichten der geeigneten Flächen wurde eine 20-stufige grüne Farbskala verwendet. Die wenigen Werte über 10 Rehe/km² wurden in der Kategorie >10 Rehe/km² zusammengefasst. Die geeigneten Flächen, in der DACH-Region gehören dazu 13 verschiedene Landklassen, unterteilen sich in Flächen mit Äsung und Deckung und in Flächen mit Äsung oder Deckung. Die Anteile dieser Flächen an der Gesamtfläche der DACH-Region sind in Tab. 6 aufgelistet. Rund 88,8 % der Gesamtfläche zählen in Deutschland zu den geeigneten Flächen, in Österreich sind es 85,9 % und in der Schweiz sind es 72,5 %.

Die gegitterten Rehwilddichten in der DACH-Region haben Werte zwischen 0,03 Rehe/km² bis 14,62 Rehe/km² in Deutschland, 0,77 Rehe/km² bis 20,33 Rehe/km² in Österreich und 0,20 Rehe/km² bis 7,90 Rehe/km² in der Schweiz. Zusammenfassend betrachtet ist die Dichte in den Regionen um die Alpen in Österreich und der Schweiz sowie im norddeutschen Tiefland niedriger als in den Mittelgebirgsregionen der drei Länder. Dadurch ist die Dichte in den nördlichen Teilen der Schweiz höher als in den Südlichen, in den östlichen Teilen Österreichs höher als in den Westlichen und in den südlichen Teilen Deutschlands höher als in den Nördlichen. Die größten Dichten in der DACH-Region zeichnen sich im Südosten Bayerns und im Nordwesten Oberösterreichs ab.

Tab. 6: Flächen der Kategorien *Bebaute Flächen*, *Wasserflächen*, *Ungeeignete Flächen*, Flächen mit Äsung oder Deckung und Flächen mit Äsung und Deckung in der DACH-Region.

	Fläche in km ²		
	D	A	CH
Äsung oder Deckung	205.264 (57,7 %)	32.545 (39,0 %)	16.052 (39,1 %)
Äsung und Deckung	110.614 (31,1 %)	39.090 (46,9 %)	13.688 (33,4 %)
Bebaute Flächen	33.445 (9,4 %)	4.979 (5,9 %)	2.820 (6,9 %)
Wasserflächen	4.582 (1,3 %)	717 (0,9 %)	1.410 (3,4 %)
Ungeeignete Naturflächen	1.730 (0,5 %)	6.090 (7,3 %)	7.062 (17,2 %)

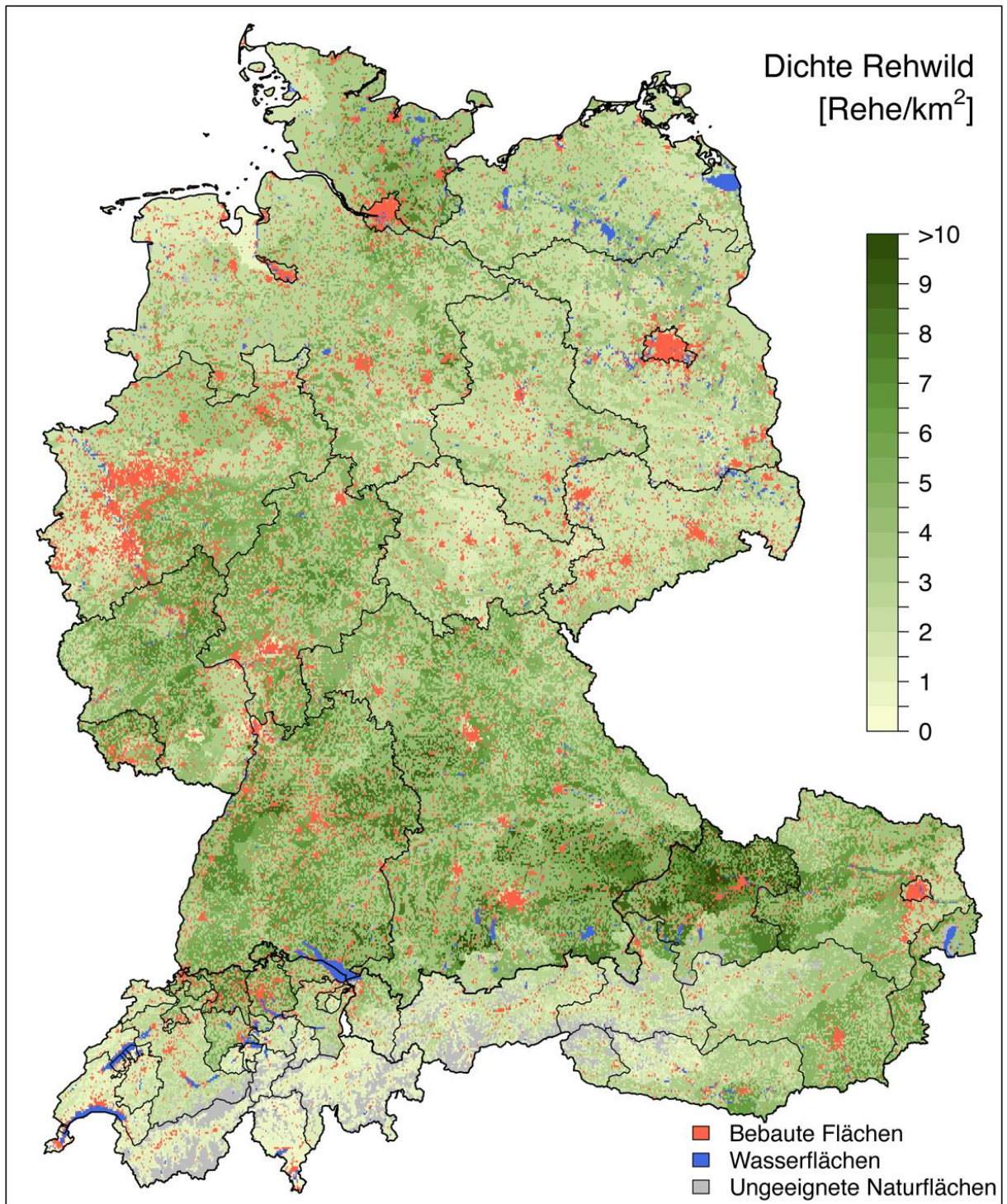


Abb. 29: Anhand von Abschusszahlen und Landklassen abgeschätzte Rehwilddichte in der DACH-Region, gemittelt für die Periode 1999/00–2018/19.

4. Diskussion

Zur Abschätzung der Populationsgröße bzw. -dichte einer jagdbaren Tierart können verschiedene Methoden verwendet werden. Dabei kann zwischen direkten und indirekten Methoden unterschieden werden (Morellet et al. 2011). Direkte Methoden sind meist sehr komplex (Bosch et al. 2012) und mit deutlich mehr Aufwand verbunden als die indirekten Methoden (Marcon et al. 2019). Die indirekte Methode über die Jagdstatistik die Population einer Wildtierart abzuschätzen wird sehr häufig verwendet, um einen großräumigen Überblick zu bekommen. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass die Abschusszahlen in den europäischen Ländern meistens gut verfügbar sind (Bosch et al. 2012), da die Dokumentation der Abschusszahlen gesetzlich geregelt ist.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Datensatz mit den jährlichen Rehwildabschusszahlen pro kleinstmögliche Verwaltungseinheit für die Länder Deutschland, Österreich und Schweiz (DACH-Region) zusammengestellt. In Deutschland wurden in den letzten 20 Jahren zwischen 1.050.000 und 1.215.000 Rehe pro Jahr erlegt, in Österreich zwischen 240.000 und 286.000 Rehe pro Jahr und in der Schweiz zwischen 53.000 und 63.000 Rehe pro Jahr. Ziel dieser Arbeit war die Darstellung der räumlichen Verteilung der Rehwilddichte in der DACH-Region. Mit der Jagdstatistik und der CORINE Landklassifikation wurde die Rehwilddichte auf einem regelmäßigen Gitter berechnet und flächendeckend für die DACH-Region dargestellt.

Bisher wurden Karten zur Jagdstatistik von den jeweiligen nationalen Jagdverbänden veröffentlicht. In Deutschland werden Karten mit der Rehwilddichte auf Landkreisebene vom Deutschen Jagdverband (Wildtier-Informationssystem der Länder Deutschlands) für die Jahre 2006/07–2009/10 und für die Jahre 2010/11–2013/14 zur Verfügung gestellt (Deutscher Jagdverband 2019). Die Dichte wird dabei auf die bejagbare Fläche (Wald, Wiesen, Felder und Gewässer) bezogen. Für Österreich sind Karten der Rehwilddichte pro Bezirk vom Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien für die Jahre 1995–2004 publiziert (Reimoser 2006). Für die Schweiz wurden bisher keine Karten veröffentlicht.

Einen alternativen Ansatz stellt die Europakarte der Habitateignung für das Rehwild von Alexander et al. (2014) dar. Dazu wurden fünf verschiedene Datensätze, wie bioklimatische Variablen, Landklassifikation und Bevölkerungsdichte, miteinander verschnitten und daraus eine Karte mit der prozentuellen Habitateignung für das Rehwild erstellt. Damit kann zwar abgeleitet werden in welchen Teilen Europas das Reh vorkommt

bzw. nicht vorkommt, jedoch stellt diese Karte keinen Bezug zur Populationsgröße bzw. Populationsdichte her.

Abschusszahlen bilden nur einen Bruchteil der gesamten Population ab und die Populationsgröße bzw. -dichte wird deshalb meist unterschätzt. Die Jagdstatistik ist somit lediglich ein Index bzw. eine Kennzahl für die Population (Myrberget 1988). Für eine Berechnung der tatsächlichen Population aus den Abschusszahlen wird zusätzlich das Geschlechterverhältnis und die Wachstumsrate benötigt (Morellet et al. 2011). Für diese Parameter gibt es aber bloß geschätzte und sehr unterschiedliche Angaben.

Auch sind die Zahlen der Jagdstatistik in der DACH-Region bedingt miteinander vergleichbar, da sich das Jagdmanagement und die Meldung der Abschusszahlen der Länder unterscheiden. Für Deutschland wurden von den Bundesländern entweder die Gesamtzahlen (Abschuss plus Fallwild) oder Abschuss und Fallwild getrennt zur Verfügung gestellt. Hier wurden für die Auswertung einheitlich die Gesamtzahlen verwendet. In Österreich werden ausschließlich die Abschusszahlen ohne Fallwild von der Statistik Austria angegeben. Und in der Schweiz werden der Abschuss, das Fallwild und der Spezialabschuss getrennt voneinander vom Bundesamt für Umwelt angegeben. Auch hier wurden die Gesamtzahlen für die Auswertung verwendet.

In dieser Arbeit wurde erstmals für die DACH-Region die Rehwildsdichte auf einem 30 arcsec-Gitter (entspricht einer Gitterzellengröße von 0,545 km²) dargestellt. Der Jagdstatistik-Datensatz und die Karten bilden eine wichtige Grundlage für human- und veterinärepidemiologische Fragestellungen, die das Rehwild und deren infektiösen Erkrankungen betreffen. Wildtierpopulationen stellen Reservoirs für diverse Infektionskrankheiten dar und Veränderungen der Populationsdichte beeinflussen das Auftreten der Krankheiten (Ferroglio et al. 2011). In Tab. 7 sind ausgewählte Infektionskrankheiten des Rehwildes aufgelistet, die auch eine Gefahr für die Gesundheit der Nutztierbestände und der Bevölkerung darstellen. Die hier präsentierten Ergebnisse werden für epidemiologische Studien zu Erkrankungen in Wildtierpopulationen benötigt und können dadurch die Planung von Monitorings und Kontrollen dieser Erkrankungen unterstützen (Bosch et al. 2012).

Tab. 7: Ausgewählte Infektionskrankheiten des Rehwildes mit Bedeutung für die tierische und menschliche Gesundheit (Ferroglio et al. 2011).

Krankheit	Erreger	Situation in Europa	Bedeutung	Risiko
Blauzungenkrankheit	Virus	zunehmende Verbreitung in Nutztierbeständen, zunehmende Prävalenz in Wildtierbeständen	ökonomische Auswirkung	Vektorausbreitung, Tierbewegungen
Bovine Virusdiarrhoe, Infektiöse Bovine Rhinotracheitis / Infektiöse Pustulöse Vulvovaginitis, Bösartiges Katarrhalfieber	Virus	endemisch in Nutztierbeständen, niedrige Prävalenz in Wildtierbeständen	ökonomische Auswirkung	unbekannt
Salmonellose	Bakterium	länderspezifische Prävalenz in Nutztierbeständen, Prävalenz in Wildtierbeständen abhängig von der Verschmutzung der Umwelt durch Nutztiere und Menschen	ökonomische Auswirkung, Zoonose, nicht wirtsspezifisch	Überpopulation der Wildtiere, Freilandhaltung der Nutztiere
Tuberkulose	Bakterium	abnehmende Prävalenz in Nutztierbeständen, endemisch in Wildtierbeständen in mehreren Ländern	ökonomische Auswirkung, Zoonose, nicht wirtsspezifisch	Tierbewegungen, Überpopulation der Wildtiere, Freilandhaltung der Nutztiere
Paratuberkulose	Bakterium	endemisch in Nutztierbeständen, zunehmende Prävalenz in Wildtierbeständen, lokal hohe Prävalenz in Wildtierbeständen	ökonomische Auswirkung, Zoonose, nicht wirtsspezifisch	Tierbewegungen, Überpopulation der Wildtiere
Brucellose	Bakterium	länderspezifische Prävalenz in Nutztierbeständen, niedrige Prävalenz in Wildtierbeständen	ökonomische Auswirkung, Zoonose	Tierbewegungen
Zecken übertragende Krankheiten	Virus, Bakterium, Parasit	Wildtierbestände als Reservoir	ökonomische Auswirkung, Zoonose, nicht wirtsspezifisch	Zeckenverbreitung, Tierbewegungen, Überpopulation der Wildtiere

5. Zusammenfassung

Abschätzung der Rehwilddichten in der DACH-Region anhand von Jagdstatistik und Landklassifikation

Das Rehwild (*Capreolus capreolus*) ist eine wichtige bejagte Wildtierart in Europa, dessen Population kontinuierlich wächst. Neben ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten ist das Reh auch im Bereich des öffentlichen Veterinärwesens und des öffentlichen Gesundheitswesens, beispielsweise als Reservoir für Zecken übertragene Viren und Bakterien von Bedeutung. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein Datensatz mit der jährlichen Jagdstatistik für das Rehwild pro kleinstmögliche Verwaltungseinheit für die Länder Deutschland, Österreich und Schweiz (DACH-Region) für den Zeitraum 1999–2018 zusammengestellt. Mit diesem Datensatz wurden die Rehwildstrecken und die Rehwilddichten pro Verwaltungseinheit als Karten dargestellt. Um die Rehwilddichten flächendeckend realistischer abzuschätzen wurde zusätzlich die CORINE Landklassifikation verwendet und die Rehwilddichten wurden in der DACH-Region auf einem 30-arcsec-Gitter dargestellt. Der Datensatz sowie die Karten bieten für Fragestellungen in der Human- und Veterinärepidemiologie, d. h. im Fall von Krankheitsausbrüchen in Haus- und Wildtierbeständen hilfreiche Datengrundlagen.

6. Abstract

Estimation of roe deer densities in the DACH-region based on hunting statistics and land classification

Roe deer (*Capreolus capreolus*) is an important hunted game species in Europe, whose population is continuously growing. In addition to ecological and economic aspects, roe deer is also important in the field of veterinary public health, for example as a reservoir for tick-borne viruses and bacteria. Aim of this diploma thesis was to compile a data set with the annual hunting statistics for roe deer per smallest possible administrative unit for the countries Germany, Austria and Switzerland (so called DACH-region) for the period 1999–2018. Based on this data set, the roe deer hunting bag and roe deer densities per administrative unit were plotted as maps. In order to estimate roe deer densities more realistically, the CORINE land cover was also used and roe deer densities in the DACH-region were plotted on a 30-arcsec grid. The data set and the maps provide a useful basis for questions in human and veterinary epidemiology, i.e. in case of disease outbreaks in domestic and wildlife populations.

7. Literaturverzeichnis

- Alexander NS, Morley D, Medlock J, Searle K, Wint W. 2014. A first attempt at modelling roe deer (*Capreolus capreolus*) distributions over Europe. *Open Health Data*, 2(1):e2.
- Apollonio M, Andersen R, Putman R, Hrsg. 2010. European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge: Cambridge University Press.
- Balling A, Plessow U, Beer M, Pfeffer M. 2014. Prevalence of antibodies against tick-borne encephalitis virus in wild game from Saxony-Germany. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5:805–809.
- Bosch J, Peris S, Fonseca C, Martinez M, De La Torre A, Iglesias I, Muñoz MJ. 2012. Distribution, abundance and density of the wild boar on the Iberian Peninsula, based on the CORINE program and hunting statistics. *Folia Zoologica*, 61(2):138–151.
- Bundesamt für Statistik Schweiz. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home.html> (Zugriff 11.12.2019).
- Bundesamt für Umwelt Schweiz. <https://www.jagdstatistik.ch/de/home> (Zugriff 06.12.2019).
- Bundesforschungszentrum für Wald Österreich. <http://bfw.ac.at/waldzahlen/> (Zugriff 06.12.2019).
- Burbaitė L, Csányi S. 2009. Roe deer population and harvest changes in Europe. *Estonian Journal of Ecology*, 58(3):169–180.
- Dachverband Jagd Österreich. <https://www.jagd-oesterreich.at/> (Zugriff 06.12.2019).
- Dachverband Jagd Schweiz. <https://www.jagdschweiz.ch/> (Zugriff 06.12.2019).
- Daniels MJ. 2006. Estimating red deer *Cervus elaphus* populations: an analysis of variation and cost-effectiveness of counting methods. *Mammal Review*, 36(3):235–247.
- Deutscher Jagdverband e.V. <https://www.jagdverband.de/> (Zugriff 06.12.2019).
- Deutscher Jagdverband, Hrsg. 2015. Wildtier-Informationssystem der Länder Deutschlands (WILD). Jahresbericht 2014. Berlin: Deutscher Jagdverband.
- Deutscher Jagdverband, Hrsg. 2011. Wildtier-Informationssystem der Länder Deutschlands (WILD). Ergebnisse 2010. Berlin: Deutscher Jagdverband.
- DJV Jagdstatistik (DJV Handbuch). <https://www.jagdverband.de/jagdstatistik> (Zugriff 06.12.2019).
- European Environment Agency. 2019. CORINE Land Cover 2018, Version 20. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-accounting-layers> (Zugriff 25.11.2019).

- Ferroglio E, Gortázar C, Vicente J. 2011. Wild ungulate diseases and the risk for livestock and public health. In: Putman R, Apollonio M, Andersen R, Hrsg. Ungulate management in Europe: problems and practices. Cambridge: Cambridge University Press, 106–143.
- Forsyth DM, MacKenzie DI, Wright EF. 2014. Monitoring ungulates in steep non-forest habitat: a comparison of faecal pellet and helicopter counts. *New Zealand Journal of Zoology*, 41(4):248–262.
- Forum für Naturfotografen. 2019. <https://naturfotografen-forum.de/o1571906-~Rehbock~> (Zugriff 11.12.2019).
- Global Administrative Areas. 2018. Global Administrative Areas, Version 3.6. <https://gadm.org/data.html> (Zugriff 25.11.2019).
- Garel M, Bonenfant C, Hamann, JL, Klein F, Gaillard JM. 2010. Are abundance indices derived from spotlight counts reliable to monitor red deer *Cervus elaphus* populations?. *Wildlife Biology*, 16(1):77–84.
- Gehle T. 2006. Wie viele Rehe leben in NRW?. *Rheinisch-Westfälischer Jäger*, 2016(4):6–7.
- Haferlbauer H. 2012. Die Oberösterreichische Abschussplanverordnung: „Die Spitze des Eisberges“ [Abschlussarbeit]. Wien: Universität für Bodenkultur.
- Horcajada-Sánchez F, Barja I. 2015. Evaluating the effectiveness of two distance-sampling techniques for monitoring roe deer (*Capreolus capreolus*) densities. *Annales Zoologici Fennici*, 52(3):167–176.
- Horcajada-Sánchez F, Navarro-Castilla Á, Boadella M, Barja I. 2018. Influence of livestock, habitat type and density of roe deer (*Capreolus capreolus*) on parasitic larvae abundance and infection seroprevalence in wild populations of roe deer from central Iberian Peninsula. *Mammal Research*, 63:213–222.
- Imesch-Bebié N, Gander H, Schnidrig-Petrig R. 2010. Ungulates and their management in Switzerland. In: Apollonio M, Andersen R, Putman R, Hrsg. European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge: Cambridge University Press, 357–391.
- Jagdlupe. 2010. <https://www.jagdlupe.de/jagdbehoerden-8188> (Zugriff 06.12.2019).
- Jagd- und Fischereiverwalterkonferenz der Schweiz. <http://jageninderschweiz.ch/> (Zugriff 06.12.2019).
- Jägermagazin. 2018. <https://www.jaegermagazin.de/wildarten/rehwild/jagd-auf-rehwild-ohne-abschussplan/> (Zugriff 11.12.2019).

- Kashinina NV, Danilkin AA, Zvychnaya EY, Kholodova MV, Kiryakulov VM. 2018. On the gene pool of roe deer (*Capreolus*) of Eastern Europe: analysis of the Cyt *b* gene sequence variability. *Russian Journal of Genetics*, 54(7):825–831.
- Keeping D, Pelletier R. 2014. Animal Density and Track Counts: Understanding the nature of observations based on animal movements. *PLoS ONE* 9(5):e96598.
- Marcon A, Battocchio D, Apollonio M, Grignolio S. 2019. Assessing precision and requirements of three methods to estimate roe deer density. *PLoS ONE*, 14(10):e0222349.
- Meriggi A, Sotti F, Lamberti P, Gilio N. 2008. A review of the methods for monitoring roe deer European populations with particular reference to Italy. *Hystrix, the Italian Journal of mammalogy*, 19(2):103–120.
- Morellet N, Klein F, Solberg E, Andersen R. 2011. The census and management of populations of ungulates in Europe. In: Putman R, Apollonio M, Andersen R, Hrsg. *Ungulate management in Europe: problems and practices*. Cambridge: Cambridge University Press, 106–143.
- Myrberget S. 1988. Hunting statistics as indicators of game population size and composition. *Statistical Journal of the United Nations Economic Commission for Europe*, 5(3):289–301.
- Pellerin M, Bessière A, Maillard D, Capron G, Gaillard JM, Michallet J, Bonenfant C. 2017. Saving time and money by using diurnal vehicle counts to monitor roe deer abundance. *Wildlife Biology*, 2017(4):wlb.00274.
- Ratcliffe PR, Mayle BA. 1992. Roe deer biology and management. *Forestry Commission Bulletin*, 105:1–28.
- Reimoser F. 2006. Mehr schießen, mehr Rehe?. *Der Anblick*, 2006(7):32–38.
- Reimoser F, Reimoser S. 2010. Ungulates and their management in Austria. In: Apollonio M, Andersen R, Putman R, Hrsg. *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge: Cambridge University Press, 338–356.
- Romani T, Giannone C, Mori E, Filacorda S. 2018. Use of track counts and camera traps to estimate the abundance of roe deer in North-Eastern Italy: are they effective methods?. *Mammal Research*, 63:477–484.
- Rowcliffe JM, Field J, Turvey ST, Carbone C. 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*, 45(4):1228–1236.
- Schutzgemeinschaft Deutscher Wald Bundesverband e.V. <https://www.sdw.de/> (Zugriff 06.12.2019).

- Statcube Statistische Datenbank von Statistik Austria.
<https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml> (Zugriff 06.12.2019).
- Statistik Austria Bundesanstalt Statistik Österreich.
https://www.statistik.at/web_de/statistiken/index.html (Zugriff 06.12.2019).
- Statistisches Bundesamt Deutschland. https://www.destatis.de/DE/Home/_inhalt.html (Zugriff 11.12.2019).
- Stubbe C. 2008. Rehwild - Biologie, Ökologie, Hege und Jagd. Fünfte Aufl. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.
- Szekeres S, Lügner J, Fingerle V, Margos G, Földvári G. 2017. Prevalence of *Borrelia miyamotoi* and *Borrelia burgdorferi* sensu lato in questing ticks from a recreational coniferous forest of East Saxony-Germany. Ticks and Tick-borne Diseases, 8:922–927.
- R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing and graphics, Version 3.6.1. <https://www.r-project.org/> (Zugriff 25.11.2019).
- Thünen-Institut. 2016. Streckenstatistik in Deutschland - ein wichtiges Instrument im Wildtiermanagement. Halberstadt: Gesellschaft der Wildtier- und Jagdforschung e.V.
- Umweltbundesamt Österreich. <https://www.umweltbundesamt.at/> (Zugriff 11.12.2019).
- Waltert M, Grammes J, Schwenninger J, Roig-Boixeda P, Port M. 2019. A case of underestimation of density by direct line transect sampling in a hunted roe deer (*Capreolus capreolus*) population. Mammal Research, 65:151–160.
- Wotschikowsky U. 2010. Ungulates and their management in Germany. In: Apollonio M, Andersen R, Putman R, Hrsg. European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge: Cambridge University Press, 201–222.
- Zaccaroni M, Dell'Agnello F, Ponti G, Riga F, Vescovini C, Fattorini L. 2018. Vantage point counts and monitoring roe deer. The Journal of Wildlife Management, 82(2):354–361.