

Prävention von Wildschweinschäden in der Landwirtschaft und Management von Wildschweinen in Schutzgebieten

Schlussbericht



Prävention von Wildschweinschäden in der Landwirtschaft und Management von Wildschweinen in Schutzgebieten

Schlussbericht

Projektstand: 31.01.2018

Bilder Titelseite: Akustischer Wildschweinschreck mit welchem Wildschweinschäden reduziert werden sollen (links). Junger Keiler mit Senderhalsband flüchtet aus einem Weizenfeld in den Wald (rechts). Quelle: © Stefan Suter WILMA / ZHAW

Auftraggeber

Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Jagdinspektorat Kanton Bern

Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Sektion Jagd und Fischerei Kanton Aargau

Autoren

Dr. Suter Stefan, Sandro Stoller & Benjamin Sigrist

Forschungsgruppe Wildtiermanagement WILMA

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

CH-8820 Wädenswil

Tel.: 058 934 53 88

E-Mail: stefan.suter@zhaw.ch

Copyright © 2018 ZHAW-IUNR-Wildtiermanagement

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1. Einleitung	6
2. Material & Methoden	8
2.1. Studiengebiete	8
2.2. Fang und Besenderung von Wildschweinen	9
2.3. Feldaufnahmen	11
2.4. Präventionsmethoden	12
2.4.1. Akustische Vergrämung mit Wildschweinschreck	12
2.4.2. Elektrische Zäune	14
2.4.3. Vergrämungsabschüsse	15
2.4.4. Vergrämung mit Hunden an der Leine	15
2.4.5. Alternative Kulturen	16
2.5. Erhebung von Wildschweinschäden	16
2.6. Wildschweinmanagement in und um Schutzgebiete	17
2.6.1. Bestandenserhebung	17
2.6.2. Einfluss auf die Riedflächen	19
2.6.3. Prädation von Bodenbrütern durch Wildschweine	20
3. Resultate	20
3.1. Raum- und Habitatnutzung	20
3.2. Präventionsmethoden	21
3.2.1. Akustische Vergrämung mit dem Wildschweinschreck	21
3.2.2. Elektrische Zäune	24
3.2.3. Vergrämungsabschüsse	25
3.2.4. Vergrämung mit Hunden an der Leine	27
3.2.5. Alternative Kulturen	27
3.3. Wildschweinmanagement in und um Schutzgebiete	28

3.3.1. Bestandserhebungen	28
3.3.2. Einfluss auf die Riedflächen	30
3.3.3. Prädation von Bodenbrütern	30
4. Diskussion	31
5. Fazit	35
6. Ausblick	35
7. Dank	35
Finanzierung	36
Quellenverzeichnis	36

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde eine neue akustische Wildschweinvergrämungsmethode (Wildschweinschreck) getestet und wissenschaftlich untersucht. Mit elektrischen Zäunen und Vergrämungsabschüssen wurden zwei weitere klassische Präventionsmethoden geprüft. Die Wirksamkeit der Präventionsmethoden wurde nicht nur über die gemessene Schadenszunahme sondern auch anhand des Raumverhaltens der Wildschweine evaluiert. Zu diesem Zweck wurden 36 Wildschweine mit GPS-GSM-Senderhalsbändern ausgestattet und deren Raumverhalten dokumentiert. Die Präventionsmassnahmen beeinflussen das Verhalten der Wildschweine und können damit die Schäden auf landwirtschaftlichen Kulturen reduzieren. Ein hoher Jagddruck kann die Wirksamkeit der Präventionsmethoden erhöhen. Keine der untersuchten Präventionsmethoden bietet jedoch einen absoluten Schutz vor Wildschweinschäden. Im Bereich von Schutzgebieten profitieren die Wildschweine von den störungsfreien Einständen. Eine Bestandserhebung im Wasser- und Zugvogelreservat Fanel im Kanton Bern hat gezeigt, dass die Wildschweindichte in diesem Schutzgebiet rund 10-mal höher ist im Vergleich zu einem Studiengebiet im Kanton Aargau. Trotz der hohen Wildschweindichte im Fanel konnte in einem Experiment mit künstlichen Bodenbrütergelegen kein überdurchschnittlicher Prädationsdruck auf die Gelege gefunden werden. Es ist möglich, dass Wildschweine mit ihrer Wühltätigkeit einen positiven Effekt auf die Biodiversität in Schutzgebieten haben können. In Gebieten die wegen ihrer Nähe zu Schutzgebieten einem hohem Wildschweindruck ausgesetzt sind, muss geprüft werden, welche alternativen Kulturen angepflanzt werden könnten. Als alternative Kulturen kommen Kulturen in Frage auf denen Wildschweine nur minimale Schäden verursachen und aus denen sie nur wenig Energie herausholen können. Mit Präventionsmethoden lässt sich der einfache Zugang zu energiereicher Nahrung limitieren und damit das Populationswachstum beim Wildschwein begrenzen. Diese Studie liefert konkrete Erkenntnisse für eine Optimierung der Präventionsmassnahmen gegen Wildschweinschäden in der Landwirtschaft.

1. Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten hat die Wildschweinpopulation in der Schweiz sowie weiten Teilen Europas stark zugenommen (Massei et al. 2015). Das grosse Nahrungsangebot und mildes Klima haben in Kombination mit der aussergewöhnlich hohen Fortpflanzungsleistung der Tierart zu dieser starken Bestandszunahme geführt (Geisser 2005). Mit der Anzahl der Wildschweine steigen auch die Schäden in der Landwirtschaft. In der Schweiz betragen diese jährlich mehrere Millionen Franken. In der Praxishilfe Wildschweinmanagement des BUWAL (2004) sind die schadensverhütenden Massnahmen zentraler Pfeiler des Wildschweinmanagements (**Abb. 1**). Es existieren zahlreiche Methoden, um Felder präventiv vor Wildschweinen zu schützen. Die Methoden, die aktuell am häufigsten zur Anwendung kommen, sind elektrische Zäune und Vergrämungsabschüsse (Suter & Eyholzer 2010). Beide sind mit grossem zeitlichen Aufwand und hohen Kosten verbunden (Ménétreay 2010, Suter & Eyholzer 2010). Zudem ist die Wildschweinjagd nicht überall möglich oder erschwert wie z.B. in Wasser- und Zugvogelreservaten, Naturschutz- und Jagdbanngebieten sowie Städten. Wildschweine sind äusserst lern- und anpassungsfähig. Sie weichen dem Jagddruck zeitlich und räumlich aus und finden insbesondere in Schutzgebieten Zuflucht (Keuling et al 2008, Tolon et al. 2009, Tolon & Baubet 2010, Suter & Eyholzer 2010).

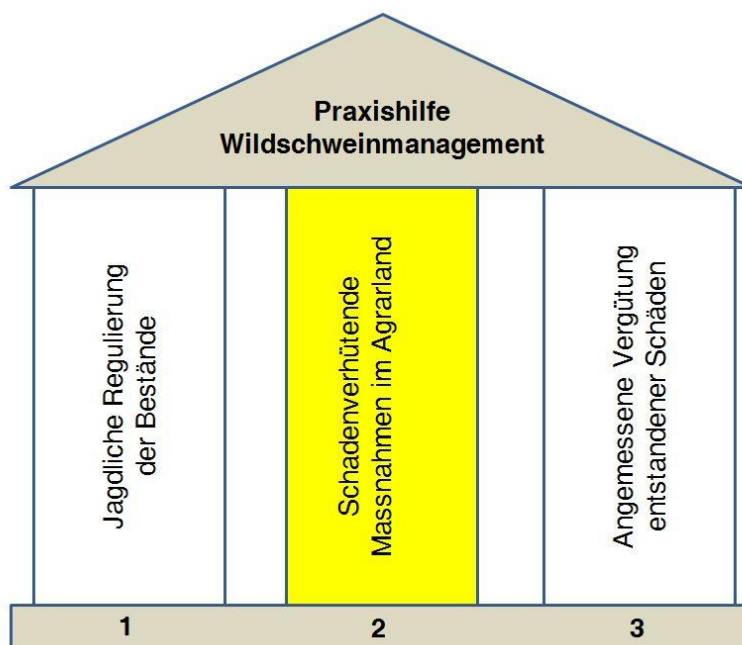


Abb. 1 Die schadensverhütenden Massnahmen bilden einen zentralen Bestandteil im Wildschweinmanagement (angepasst aus Praxishilfe Wildschweinmanagement BUWAL 2004).

Die Regulierung der Wildschweinbestände in Schutzgebieten ist mit Zielkonflikten verbunden. So kann die Jagd in Wasser- und Zugvogelreservaten deren Kernfunktion, den Schutz der Wasser- und Zugvögel aber auch die sensible Vegetation beeinträchtigen (Clerc 2010, Suter 2012). In Schutzgebieten, in denen der Zugang für die Öffentlichkeit aufgrund der Schutzbestimmungen für Tiere und Pflanzen eingeschränkt ist, ist zudem für einen Grossteil der Bevölkerung nicht nachvollziehbar, warum Wildschweine dort reguliert werden sollen (Suter 2012). Wildschweine tragen zur Erhöhung der Artenvielfalt bei indem sie mit ihrer Wühltätigkeit Dynamik in ein Ökosystem bringen (Signer et al 1984; Groot Bruinderink & Hazebroek 1996). Hohe Wildschweindichten könnten auch einen negativen Einfluss in Schutzgebieten (z.B. auf Bodenbrüter) haben (Giménez-Anaya et al 2008). Landwirtschaftsflächen die im Einflussbereich von Schutzgebieten liegen sind besonders von Wildschweinschäden betroffen (Suter & Eyholzer 2010). In einer Pufferzone um die Schutzgebiete sollte der Wildschweinpräsenz Rechnung getragen werden und der Zugang zu energiereicher Nahrung mit Hilfe von Präventionsmassnahmen eingeschränkt werden. Zu diesen Präventionsmassnahmen zählen ebenfalls alternative Kulturen.

Mit dem Populationswachstum und der zunehmenden Ausbreitung der Wildschweine wird der Druck auf die Landwirtschaftsflächen in Zukunft weiter steigen. Gefragt sind deshalb kostengünstige und praxistaugliche Mittel, um Wildschweine gezielt von landwirtschaftlichen Kulturen fernzuhalten. In dieser Studie soll eine neue akustische Wildschweinvergrämungsmethode wissenschaftlich untersucht werden. Zusätzlich soll diese akustische Methode mit elektrischen Zäunen und Vergrämungsabschüssen, zwei konventionellen Präventionsmethoden, verglichen werden. Ziel ist eine Optimierung der Präventionsmethoden, um Wildschweinschäden auf Landwirtschaftsflächen zu minimieren. Die Wirksamkeit der Präventionsmethoden soll nicht nur aufgrund der erreichten Schadensverhütung, sondern auch anhand des Raumverhaltens der Wildschweine beurteilt werden. Das Raumverhalten von Wildschweinrotten wird grundsätzlich durch das Nahrungsangebot, die Deckung und die Ruhe vor Störungen gesteuert. Ob sich Wildschweine mit dem Einsatz von akustischen Geräten und Vergrämungsabschüssen im Raum lenken lassen, kann mit Hilfe von Wildtierkameras und Besenderungen mittels GPS-Halsbändern ermittelt werden. Die Auswirkungen auf die Umwelt in Bezug auf die Lärmbelastung und die Raumnutzung anderer Wildtiere sollen ebenfalls in dieser Studie untersucht werden. Zusätzlich soll das Management der Wildschweine in den Wasser- und Zugvogelreservaten Fanel und Klingnauer Stausee optimiert werden. Zu diesem Zweck wird eine Methode entwickelt um die Wildschweinbestände in den Schutzgebieten zu ermitteln. Die hier gewonnenen

Erkenntnisse sollen als Basis für ein nachhaltiges Wildschweinmanagement in und um Schutzgebiete dienen.

2. Material & Methoden

2.1. Studiengebiete

Die Standorte der Studie mussten verschiedene Anforderungen erfüllen. Die Gebiete mussten nennenswerte Wildschweinvorkommen und Wildschweinschäden aufweisen. Die lokalen Ansprechpartner (Jagdgesellschaften/Wildhüter/Landwirte) mussten an einem Erkenntnisgewinn interessiert sein und das Projekt unterstützen. Weiter mussten für den Fang von Wildschweinen geeignete Standorte vorhanden sein. Nach Rücksprache mit den kantonalen Behörden und anschließender Diskussion mit den lokalen Verantwortlichen wurden ein Gebiet im Kanton Bern (Fanel) und zwei Gebiete im Kanton Aargau (Elfingen und Felsenau) für die Durchführung der Studie bestimmt (**Abb. 2**). Weitere Felder auf denen die akustische Vergrämungsmethode getestet wurde waren bei Möhlin, Zuzgen, Buch am Irchel, Hagneck und Cheyres.



Abb. 2 Perimeter der drei Untersuchungsgebiete (gelbe Rechtecke) sowie Orte an denen lokale Tests (gelbe Kreise) mit der akustischen Vergrämungsmethode gemacht wurden.

Das Gebiet Fanel liegt am nord-östlichen Ende des Neuenburger Sees auf 430-460 m.ü.M. (**Abb. 2**). Es ist Teil der Grande Cariçaie, des grössten zusammenhängenden Feuchtgebiets der Schweiz. Der vorgelagerte Uferwald und das Ried bieten den Wildschweinen einen ausgezeichneten Lebensraum. Das Fanel gehört zum Inventar der Wasser- und Zugvogelreservate von nationaler und internationaler Bedeutung. Die Landwirtschaft in der Umgebung profitiert von guten Böden und einem milden Klima, die einen intensiven Ackerbau zulassen. Es werden vergleichsweise viele teure Kulturen und insbesondere Gemüse angebaut.

Der Perimeter Felsenau im Gebiet des Klingnauer Stausees liegt auf 320-550 m.ü.M. und umfasst jene Aargauer Jagdreviere die von der Jagdgesellschaft Hochwacht gepachtet werden (**Abb. 2**). Die landwirtschaftliche Nutzung konzentriert sich auf Ackerbau und Viehzucht. Am West-Ufer des Stausees wird Gemüse angebaut. Angegliedert, aber aus der Jagd ausgeschlossen, sind der Auenwald und die Feuchtgebiete des Klingnauer Stausees, welche ebenfalls zum Inventar der Wasser- und Zugvogelreservate von nationaler und internationaler Bedeutung gehören. Die Flächen des Naturschutzgebiets werden gerne von den Wildschweinen aufgesucht, denn sie finden dort Ruhe vor menschlichen Störungen. Sowohl im Fanel wie auch beim Klingnauer Stausee herrscht die spezielle Situation, dass sich die Wildschweine in die Schutzgebiete zurückziehen, um dem Jagddruck auszuweichen.

Die beiden Gemeinden Elfingen und Effingen liegen im aargauischen Fricktal auf 420-580 m.ü.M. (**Abb. 2**). Neben dem Weinbau dominieren Getreide- und Maisanbau sowie Wiesland das Kulturland. Die Waldgesellschaften gehören zu den trockenen Buchenwäldern, in denen auch Eichen vorkommen. Die Studie wurde in den Jagdrevieren Elfingen / Effingen durchgeführt, welche von der Jagdgesellschaft Kästhal-Brugg gepachtet werden.

Um die Stichprobe zu erhöhen wurden zusätzlich, punktuelle Tests mit der akustischen Präventionsmethode nachfolgend –Wildschweinschreck- genannt, bei Möhlin und Zuzgen (Kanton AG), Hagneck (Kanton BE), Cheyres (Kanton FR) und bei Buch am Irchel (Kanton ZH) durchgeführt.

2.2. Fang und Besenderung von Wildschweinen

Für die Besenderung wurden die Wildschweine mit Kastengitterfallen oder mit einem neu entwickelten ferngesteuerten Betäubungsgewehr gefangen bzw. narkotisiert (**Abb. 3**). Es konnten 149 Wildschweine gefangen und 36 Individuen mit einem GSM-GPS-Senderhalsband der Firma VECTRONIC Aerospace ausgestattet werden. Einige Individuen wurden mehrmals gefangen. Die

GSM-GPS-Halsbänder waren mit Zweiwegkommunikation ausgerüstet und lieferten im Grundintervall alle 15min einen Positionspunkt.



Abb. 3 Narkosegewehreinheit mit Bildübertragung und Auslösung über Funksignale (links) und Gitterkastenfalle (rechts) sind zwei Methoden für den Fang von Wildschweinen.

Im Verlaufe des Projekts wurde eine Methode entwickelt, die es erlaubt auch grosse Tiere ohne Narkotisierung zu besendern (**Abb.4**). Die Vorteile einer Besenderung ohne Narkose liegen in der kürzeren Manipulationszeit und der Vermeidung der Risiken die jede Narkose mit sich bringt. Bei besenderten Jungtieren muss das Halsband nach einiger Zeit gelöst werden, weil die Tiere durch das Wachstum an Halsumfang zunehmen. Auch bei adulten Tieren der Halsumfang bei Gewichtsveränderungen zu- oder abnehmen. Bei einer Halsumfangabnahme besteht die Gefahr, dass besenderte Tiere den Vorderlauf im lockeren Halsband einhängen. Die Sendertiere wurden deshalb mit Fotofallen, welche hochauflösende Filme liefern, überwacht. Anhand der Aufnahmen konnte der Halsbandsitz am Tier beurteilt werden (**Abb.4**).

Die Halsbänder können über ein «Drop-off» System mit einem Funksignal auf Distanz von den Tieren gelöst werden. Die nötigen Genehmigungen für den Fang von Wildschweinen wurden bei den zuständigen Veterinärämtern der Kantone Aargau und Bern eingeholt. Zusätzlich wurden die für den Fang von Wildtieren in Schutzgebieten nötigen Genehmigungen von den Kantonen und vom Bundesamt für Umwelt erteilt.



Abb. 4 Bache Nr.36 bei der Besenderung am 29.04.2015 (links). Das Tier wird festgehalten und für die Besenderung gefesselt. Der Kiefer wird mit einem Fangstangenlasso gesichert und die Augen zur Beruhigung mit einem Tuch abgedeckt. Die gleiche Bache rund drei Monate später auf einem Fotofallenbild (rechts).

2.3. Feldaufnahmen

Die Felder in den bekannten Streifgebieten der besenderten Wildschweine wurden in den Jahren 2014-2017 systematisch erfasst. Um eine Präferenz der Wildschweine für spezifische Felder oder Kulturen ermitteln zu können, muss das Angebot auf den Feldern mit den tatsächlich auftretenden Schäden in Relation gesetzt werden. Das setzt voraus, dass alle Felder die von besenderten Wildschweinen potentiell erreicht werden können, erfasst werden. In den Projektperimetern Fanel, Felsenau und Elfingen wurden von Juni bis Juli alle Kulturen auf den Landwirtschaftsflächen aufgenommen (**Tab. 1**). Da sich nicht alle Wildschweine ausschliesslich in den von uns definierten Perimeter aufhielten, mussten auch Felder ausserhalb der Studiengebiete aufgenommen werden. Die Erfassung der zusätzlichen Felder wurde in den Monaten August bis Oktober durchgeführt.

Tab. 1 Die Parameter, die bei den Feldaufnahmen dokumentiert wurden, sowie deren Relevanz.

Parameter	Relevanz
Feldfrucht	Die angebaute Kultur ist entscheidend für die Attraktivität eines Feldes
Mittlere Vegetationshöhe	Vegetation ab einer Höhe von über 70 cm bietet den Wildschweinen Deckung
Wildschweinschäden	Ausmass und Flächen vorhandener Wildschweinschäden wurden abgeschätzt
Schutzmassnahmen	Alle eingesetzten Vergrämungsmittel wurden erfasst und auf ihre Funktion geprüft

Die aufgenommenen Kulturen wurden anschliessend in die Kategorien Acker, Brache, Gemüse, Getreide, Hülsenfrüchte, Kartoffeln, Mais, Raps, Rüben, Sonnenblumen, Weizen, Wiese und

Übrige zusammengefasst (Wassmer 2017). Da die Feldaufnahmen nur eine Momentaufnahme darstellen, wurde jeder Kultur eine Gültigkeitsdauer zugewiesen, entsprechend der Zeitdauer die eine Kultur durchschnittlich auf dem Feld ist (Wassmer 2017).

Zur Veranschaulichung der Raumnutzung der besenderten Wildschweine wurden die Streifgebiete der einzelnen Tiere berechnet. Bei dieser Berechnung ist die Local Convex Hull (LoCoH) Methode zur Anwendung gekommen (Getz et al. 2007). Für die Visualisierung der Streifgebiete wurden alle Positionspunkte pro Individuum miteinbezogen, um so die maximale räumliche Ausdehnung eingeschlossen aller Ausflüge darstellen zu können.

2.4. Präventionsmethoden

2.4.1. Akustische Vergrämung mit Wildschweinschreck

Testfelder mit Wildschweinschreck

Der Wildschweinschreck ist ein akustisches Vergrämungssystem, das Wildschweine vertreiben und somit Schäden auf Landwirtschaftsflächen vermindern soll. Er besteht aus zwei Lautsprechern, einer Steuerungsbox mit der Elektronik, Kabel und Klemmen für die Stromversorgung (12V Batterie) sowie einer rostfreien Aufhängevorrichtung (**Abb. 5**). Es werden arteigene Warn- und Alarmlaute von verschiedenen Individuen verwendet und somit in der Sprache der Wildschweine auf eine Gefahr hingewiesen. Zusätzliche nicht artspezifische Geräusche, die von den Wildschweinen jedoch mit einer Gefahr in Verbindung gebracht werden, erhöhen die Variabilität. Zu den verwendeten nicht artspezifischen Geräuschen gehören beispielsweise menschliche Schritte, Stimmen oder Gewehrschüsse. Die Lautkombinationen werden zufällig in unterschiedlich langen Zeitintervallen abgespielt. Ein integrierter Lichtsensor schaltet den Wildschweinschreck bei Sonnenuntergang ein und bei Sonnenaufgang aus. Tagbetrieb sowie Tag- und Nachtbetrieb sind auch möglich. Lautstärke, Intervall und Modus (Standard/Aggressiv) können eingestellt werden. Um die Wirksamkeit des Wildschweinschrecks zu testen, wurden jeweils bei der Installation und der Deinstallation des Geräts die flächenmässige Ausdehnung der Wildschweinschäden gemessen. Damit konnte eine potentielle Zunahme der Schadensfläche dokumentiert werden. Die akustische Vergrämung mit dem Wildschweinschreck wurde in den Jahren 2013-2017 auf Feldern die ein hohes Schadensrisiko aufwiesen getestet.



Abb. 5 Der Wildschweinschreck im Maisfeld soll Wildschweine aus dem Feld zurück in den Wald jagen und damit Schäden im Maisfeld reduzieren.

Auswirkungen auf Wildtiere im nahen Wald

Zusätzlich zum Wildschweinschreck auf den Feldern wurden angrenzend an die Felder im Wald jeweils 1-3 Fotofallen installiert um die Anwesenheit und das Verhalten von Wildtieren zu dokumentieren (Andrey & Zemp-Lohri 2016). Es wurde jeweils eine Periode vor dem Einschalten des Wildschweinschrecks mit einer ersten Periode nach dem Einschalten verglichen. Derselbe Vergleich wurde für die zweite Periode mit eingeschaltetem Wildschweinschreck mit der Periode nach dem Ausschalten durchgeführt (**Abb. 6**).

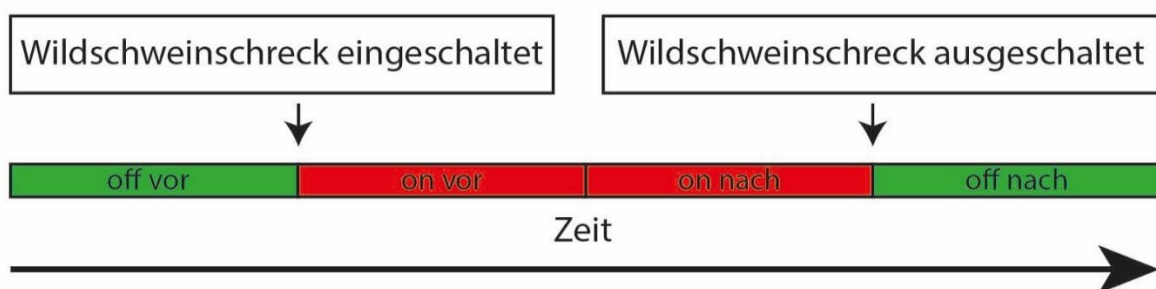


Abb. 6 Graphische Darstellung der Betriebszustände des Wildschweinschrecks (Off, grün / On, rot), sowie den vier Perioden welche für die Auswertung von Anwesenheit und Verhalten von Wildtieren im Wald in der Umgebung des Wildschweinschrecks verwendet wurden.

Die Auswertungen wurden für folgende sechs Tierarten gemacht: Wildschwein (Kategorien: Wildschwein / Wildschwein nicht führend / Wildschwein führend), Reh (Kategorien: Reh / Reh nicht führend / Reh führend), Fuchs, Dachs, Marder und Feldhase (Andrey & Zemp-Lohri 2016).

Lärmschutz

Beim Einsatz von akustischen Geräten kann es in Siedlungsnähe zu Konflikten mit Anwohnern kommen. Deshalb wurde auf verschiedene Distanzen (Messpunkte 2m, 10m, 50m, 100m, 200m, 500m, 1000m, 1500m, 2000m) die Lautstärke des Wildschweinschrecks gemessen (Krähenmann 2015). Die Messungen wurden mit einem Schallpegel-Messgerät testo 816 auf einer geraden, zwei Kilometer langen und schwach frequentierten Landstrasse, welche durch landwirtschaftliches Grünland führt, durchgeführt. Es wurde bei voller Lautstärke in Lautsprecher-richtung und in einem Winkel von 90° zu den Lautsprechern gemessen. Neben den Messungen mit dem Schallpegelmessgerät, wurden zeitgleich subjektive Lärmabschätzungen mit dem menschlichen Gehör gemacht und in die Kategorien sehr laut = 1 / laut = 2 / gut hörbar = 3 / schwach hörbar = 4 / nicht hörbar = 5 klassifiziert (Krähenmann 2015).

2.4.2. Elektrische Zäune

Bei den Feldaufnahmen wurden ebenfalls die elektrischen Zäune dokumentiert. Notiert wurden die Anzahl Litzen, Zaunhöhe, Spannung sowie Bemerkungen zur Funktionstauglichkeit am Tag der Aufnahme (**Abb. 7**).



Abb. 7 Elektrischer Wildschweinzäun (Typ WildNet) der semipermeabel ist. Hasen schlüpfen unten durch, Rehe springen darüber und Wildschweine sollten zurückhalten werden. Querverbindungen zwischen den Litzen verhindern, dass die einzelnen Drähte von den Wildschweinen auseinandergerückt werden können.

2.4.3. Vergrämungsabschüsse

Um die Auswirkungen der Vergrämungsabschüsse zu evaluieren wurden die folgenden fünf Parameter gemessen (Hunziker 2017): i) die Dauer bis das besenderte Wildschwein das Feld, auf dem die Rotte beschossen wurde, wieder betritt, ii) die Dauer bis das besenderte Wildschwein, das bei einem Abschuss zugegen war, wieder landwirtschaftliche Flächen betritt, iii) das Verhältnis der Aufenthaltszeit in landwirtschaftlichen Flächen gegenüber Wald und Schilf, jeweils eine, zwei und drei Wochen vor und nach einem Vergrämungsabschuss, iv) die Fluchtdistanz, die innerhalb der ersten Stunde nach dem Schuss zurückgelegt wurde (unmittelbare Wirkung). v) die Distanz, die nach dem Schuss zum Ort des Abschusses gehalten wurde, jeweils eine, zwei und drei Wochen vor und nach einem Vergrämungsabschuss.

2.4.4. Vergrämung mit Hunden an der Leine

Bietet die Vegetation auf den Feldern genügend Sichtschutz, dann können Wildschweine auch am Tag in den Feldern bleiben (Suter & Eyholzer 2010). Neben Frassschäden entstehen dabei auch Schäden an jenen Orten, an denen die Tiere ihre Schlafnester bauen. Beliebte Einstände bieten Raps, Weizen und Mais. In Jahr 2016 verblieben auch einige besenderte Individuen tagsüber in den Feldern. Um solche Tiere aus den Feldern zu vertreiben, wurde bei zwei Sendertieren je eine Vergrämungsaktion mit Hunden in Zusammenarbeit mit der Jagdgesellschaft Hochwacht im Aargau und der Wildhut im Fanel durchgeführt. Die betroffenen Felder wurden dabei mit Hunden an der Leine durchkämmt und die Wildschweine dadurch vertrieben (**Abb. 8**).



Abb. 8 Nachdem sich ein besendertes Keiler mehrere Tage und Nächte in einem Weizenfeld aufgehalten hatte, wurde er mit Hilfe von Hunden an der Leine aus dem Feld vertrieben.

2.4.5. Alternative Kulturen

In Gebieten, die hohem Wildschweindruck ausgesetzt sind, macht es Sinn alternative Kulturen zu Kartoffeln, Mais, Rüben und Weizen anzubauen. Eine alternative Kultur sollte möglichst die folgenden Bedingungen erfüllen: i) Wildschweine können darin keinen oder nur wenig Schaden anrichten sowie keine bis wenig Nahrungsenergie aus diesen Nutzpflanzen holen, ii) die Kulturpflanze muss im Schweizer Mittelland gedeihen, iii) idealerweise sollte die Kultur mit den vorhandenen Maschinen bearbeitet werden können sowie in die Fruchtfolge passen und iv) es sollte es einen potentiellen Absatzmarkt für diese Kultur in der Schweiz geben. Eine Liste mit alternativen Kulturen wurde erstellt und in die Kategorien Futter- und Energiepflanzen, Lebensmittel und Übrige eingeteilt (Wassmer 2017).

2.5. Erhebung von Wildschweinschäden

Die Wildschweinschäden wurden mit Hilfe von Quadrokoptern (DJI Phantom Vision 2plus & DJI Inspire 2) erfasst (**Abb. 9**). Die Drohnen wurden mithilfe der Apps "Litchi" und "Autopilote" gesteuert, da diese die Möglichkeit boten eine Route zu programmieren und zu speichern (Blatter 2015). Damit kann die Drohne bei mehrmaligem, zeitlich verschobenem Erfassen eines Feldes immer die gleiche Route abfliegen und die Aufnahmen stammen somit jeweils ungefähr vom gleichen Punkt. Die Luftaufnahmen wurden auf einer Höhe von 50-150 Metern mit einer Flugeschwindigkeit von 18km/h erfasst. Die so erhobenen Luftbilder werden in mehreren Nachbearbeitungsschritten entzerrt und zusammengefügt (Blatter 2015, Spagnolo 2015). Das entstandene Gesamtbild des Feldes wird anschliessend georeferenziert, sodass die Schäden bestimmt und deren Fläche berechnet werden können. Anhand solcher Luftbilder lässt sich das genaue Schadensausmass vor und nach einer Vergrämungsmassnahme ermitteln (**Abb. 9**).

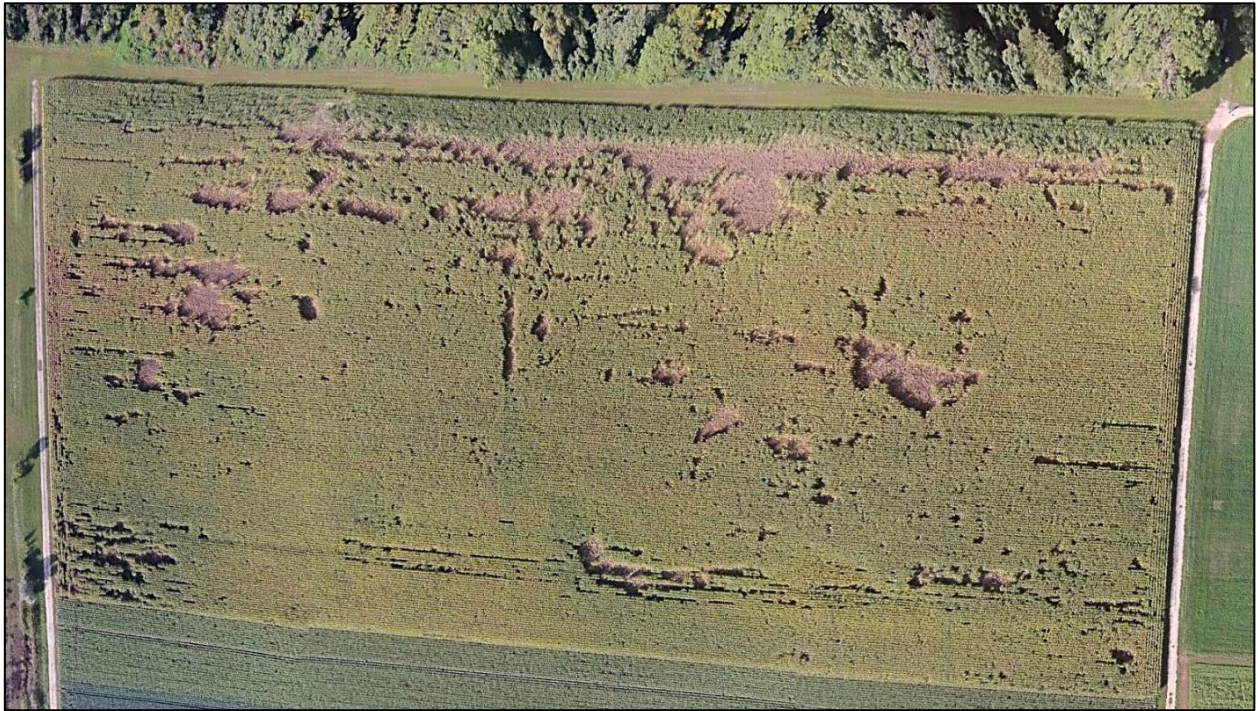


Abb. 9 Wildschweinschäden in einem Maisfeld. Mithilfe der Drohnenbilder kann die Schadensfläche genau ermittelt werden.

2.6. Wildschweinmanagement in und um Schutzgebiete

2.6.1. Bestandserhebung

Für die Bestandserhebung wurden jeweils im Spätwinter 30 Fotofallen in den Gebieten Fanel (Jahre 2015-2017) und Felsenau (Jahre 2015-2016) aufgestellt. Für die Platzierung dieser Kameras wurde in beiden Untersuchungsgebieten mit der Software ArcGIS mittels je 30 Thiessen-Polygonen ein Aufnahmeraster kreiert. Dabei wurden die Ried- und die Waldflächen in die Aufnahme miteinbezogen. Pro Thiessen-Polygon wurde an einem zufällig generierten Punkt eine Fotofalle platziert. Die Kameras wurden auf Stöcken auf einer Höhe von 40 cm montiert und dabei nach Nordwesten ausgerichtet um sonnenbedingte Auslösungen zu reduzieren. Die Kameras wurden auf drei Bilder pro Auslösung und ein Intervall von 1 Sekunde programmiert. Die Auslösesensitivität und der LED-Blitz wurden auf die mittlere Stufe eingestellt.

Die hier verwendete Methode zur Bestandserhebung folgt weitgehend dem Random Encounter Model von Rowcliff et al. (2008). Dabei wird mittels der folgenden Formel die Dichte von Wildtieren unter Einbezug von zwei wichtigen biologischen Variablen (Mittlere Gruppengröße und

durchschnittliche Fortbewegungsgeschwindigkeit), sowie zwei Charakteristiken der Kamera (Aufnahmeradius und Aufnahmewinkel) berechnet:

$$gD = \frac{y}{t} \times \frac{\pi}{vr(2 + \theta)}$$

Dabei ist y die Anzahl Events (Aufnahmen mit Wildschweinen) über die gesamte Aufnahmedauer, t (Anzahl Betriebsnächte) entspricht der Aufnahmezeit und v steht für die mittlere Geschwindigkeit (km pro Nacht) der Tiere. Aus dem Radius r (10 m) und dem Aufnahmewinkel θ (0.76 rad) der Fotofalle ergibt sich die Aufnahme­fläche. Die Dichte (in Individuen pro km²) berechnet sich aus der Gruppendichte gD (in Gruppen pro km²) multipliziert mit einer von der Aufnahme unabhängig ermittelten Gruppengröße g . Indem die Dichte mit der Gebietsgröße (in km²) multipliziert wird, erhält man die geschätzte Bestandsgröße für dieses Gebiet.

Die Aufnahmedauer betrug drei Wochen und die Periode wurde für das Gebiet Fanel auf Ende Februar bis Mitte März und für das Gebiet Felsenau auf Ende März bis Mitte April festgelegt (**Tab. 2**). Aufgrund technischer Ausfälle und Diebstahl bei einigen der Fotofallen ist die effektive Anzahl der Betriebsnächte jeweils tiefer als die maximal mögliche Anzahl.

Tab. 2 Übersichtstabelle der Aufnahmeperioden und Anzahl max. Betriebsnächte sowie effektive Betriebsnächte

Gebiet	Jahr	Beginn	Ende	Max. Betriebsnächte	Effektive Betriebsnächte
Fanel	2015	25.02.	18.03.	630	562
Fanel	2016	25.02.	17.03.	630	588
Fanel	2017	28.02.	21.03.	630	626
Felsenau	2015	23.03.	15.04.	690	627
Felsenau	2016	22.03.	12.04.	630	578

Die Anzahl Events wurde bei der visuellen Auswertung der Bilder nach festgelegten Kriterien dokumentiert. Dabei wurden alle Auslösungen durch Wildtiere mit der zugehörigen Art, Anzahl Individuen und der Aufenthaltsdauer notiert. Abhängig von der Bildqualität konnten weitere Merkmale wie Markierungen (Halsband, Ohrmarken), Geschlecht und Altersklasse registriert werden. Nicht mitgezählt werden Auslösungen durch gestreifte Frischlinge, solche durch Tiere ausserhalb des 10 m Radius (Markierung durch Pfosten oder Band im Sehfeld der Kamera) und Auslösungen durch Tiere welche eindeutig identifizierbar mehrmals hintereinander in den Aufnahmebereich eintreten. Für die Berechnung der Random Encounter Modelle wurden in den

beiden Gebieten Fanel und Felsenau über die Jahre 2015-2017 rund 65'000 Fotofallenbilder ausgewertet.

Die Geschwindigkeiten im Fanel wurden über jene Individuen ermittelt, welche in dieser Untersuchungszeitspanne mit einem GPS-GSM-Senderhalsband ausgestattet waren (N = 4-7). Im Gebiet Felsenau wurden infolge kleiner Stichprobengrösse (1 Individuum pro Jahr im entsprechenden Zeitraum) die Bewegungsdaten von 7 Tieren aus zwei Jahren zusammengezogen. Da das Aufnahmeintervall dieser Sender auf 15 min programmiert war und somit die Strecke nur an diskreten Punkten auf dem zurückgelegten Pfad erfasst wurde, geht dabei ein Teil der räumlichen Information verloren. Um die real zurückgelegte Strecke möglichst genau anzunähern, wurde in den Untersuchungsgebieten Fanel und Felsenau in einem Versuch die Peilungsrate auf 1 min erhöht um den Pfad der besenderten Wildschweine in einer höheren zeitlichen Auflösung zu erfassen. Aus dem Verhältnis zwischen 1 min und 15 min Auflösung ergibt sich ein Faktor mit dem die real zurückgelegte Strecke angenähert werden kann. Daher wurden in der vorliegenden Untersuchung die Geschwindigkeiten mit diesem Faktor (Fanel: 1.89 / Felsenau: 1.83) multipliziert. Die Geschwindigkeiten weisen eine gewisse Streuung auf, welche als Standardfehler angegeben wurde und in die Berechnung der Bestandszahlen eingeflossen ist.

Die unabhängige Gruppengrösse im Gebiet Fanel wurde aus mehreren auf Wechsellinien und Zwangswechsellinien platzierten Wildtierkameras ermittelt. Dabei wurden jeweils 6 Kameras aus vier Zonen (Unterführung, Fanel West, Fanel Mitte und Fanel Ost) ausgewertet. Der berücksichtigte Zeitraum entspricht dem Untersuchungszeitraum für die Bestandserhebung, mit Ausnahme des Jahres 2016 für die Kamera in der Unterführung, da dort die Wildtierkameras Mitte Februar entwendet wurden. Alternativ wurden daher die Daten aus dem Zeitraum 21. Januar bis 10. Februar 2016 verwendet. Im Gebiet Felsenau konnte mangels separater Kameras keine unabhängige Gruppengrösse ermittelt werden. Die in den Random Encounter Model für Felsenau verwendete Gruppengrösse entspricht daher dem Mittelwert der in den Events registrierten Rottengrößen. Die Gruppengrösse weist ebenfalls eine gewisse Streuung auf, welche wiederum als Standardfehler angegeben wurde und in die Berechnung der Bestandszahlen miteinbezogen wurde.

2.6.2. Einfluss auf die Riedflächen

Die Präsenz von Wildschweinen führt zu sichtbaren Spuren im Ried. Die Wildschweinwechsel und Grabspuren wurden mit Hilfe von Luftaufnahmen quantifiziert (Aeberhard 2016). Für die

Luftaufnahmen im Fanel wurde das Ried mit Drohnen (DJI Phantom Vision 2plus & DJI Inspire 2) in einer Höhe von 150m mit einer Geschwindigkeit von 18km/h überflogen und dabei alle 5 Sekunden ein Bild aufgenommen. GPS-Daten von Sendertiere lieferten weitere Informationen über die Präsenz von Wildschweinen im Untersuchungsgebiet.

2.6.3. Prädation von Bodenbrütern durch Wildschweine

Mit künstlichen Gelegen aus Wachteleiern wurde untersucht, wie gross der Prädationsdruck der Wildschweine auf Bodenbrüter im Wasser- und Zugvogelreservat Fanel ist (Lutz 2016b). Verteilt in Ried- und Waldflächen wurden je 30 künstliche Gelege ausgebracht und mittels Fotofallen während zwei Wochen überwacht. Die Neststandorte wurden zufällig verteilt, dazu wurden mit ArcGIS im Wald und im Ried jeweils 30 Thiessen Polygone kreiert, in welchen dann je an einem zufällig generierten Punkt ein Gelege platziert wurde. Im Schilf wurden die Eier an einem überdeckten Standort in einem künstlichen Nest aus trockenen Carexhalmen in Carexbücheln platziert, so dass das Nest und Standort möglichst einem Rohrammernest entsprachen. Im Wald wurden die Eier direkt auf dem Boden platziert und wodurch das Gelege einer Waldschnepfe imitiert werden sollte. Die Gelege wurde nach einer Woche ausgewechselt und nach zwei Wochen wurde der Neststandort an einen weiteren zufällig generierten Punkt verschoben.

3. Resultate

3.1. Raum- und Habitatnutzung

Die Durchschnittliche Grösse der Aktivitätsgebiete betrug 905ha. Keiler hatten im Schnitt die grösseren Aktivitätsgebiete (1687ha, N=11) im Vergleich zu den Bachen (531ha, N=23). Die Karten zu den Aktivitätsgebieten sind im Anhang I dargestellt. Es fällt auf, dass Bachen relativ konservativ in ihrem angestammten Gebiet unterwegs sind und keine grossen Strecken zurücklegen. Wann welche Landwirtschaftsflächen aufgesucht werden, konnte mit Hilfe der Raumdaten der besenderten Wildschweine eruiert werden. Mit Hilfe dieser Daten kann nun gezeigt werden, zu welchem Zeitpunkt einzelne Kulturen spezifisch geschützt werden sollen (**Abb. 10**). Details zu den einzelnen Untersuchungsgebieten sind im Anhang II aufgelistet.

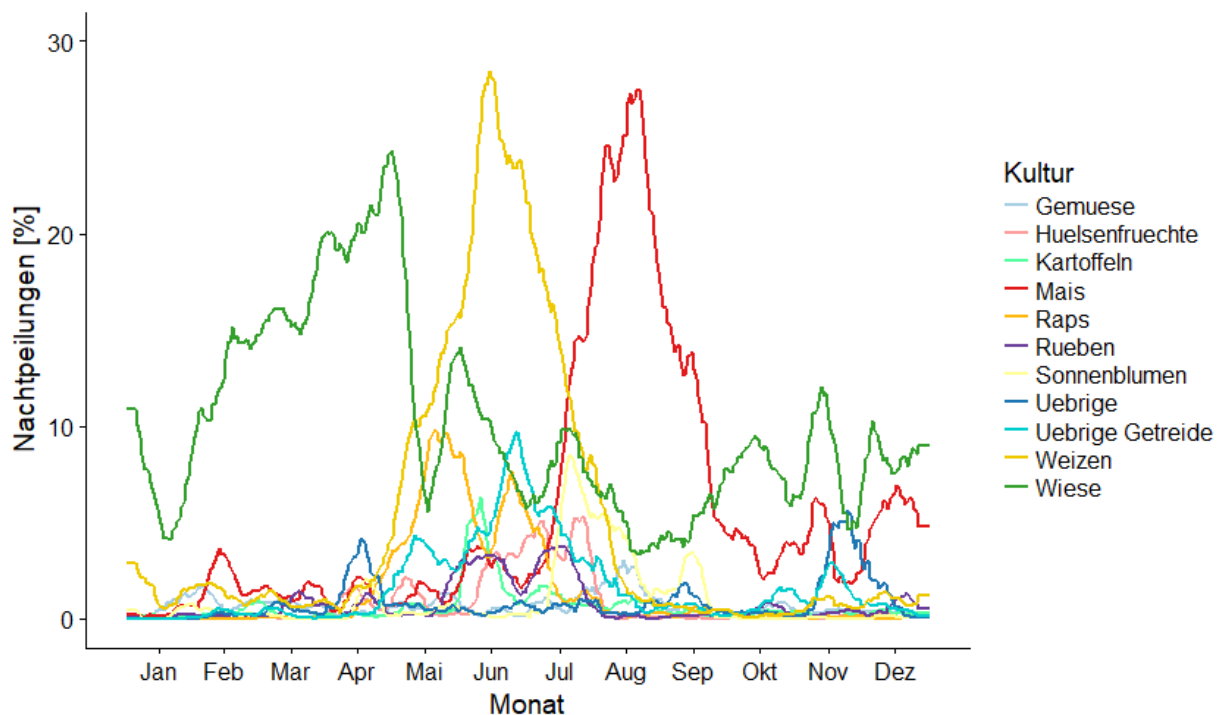


Abb. 10 Gleitendes monatliches Mittel des Anteils, der in der Nacht auf den Landwirtschaftskulturen verbrachten Zeit (Lutz 2016a) von 36 Wildschweinen in den drei Gebieten Fanel, Klingnauer Stausee und Elfingen in den Jahren 2014-2017.

3.2. Präventionsmethoden

3.2.1. Akustische Vergrämung mit dem Wildschweinschreck

Testfelder mit Wildschweinschreck

Die akustische Vergrämung mit dem Wildschweinschreck wurde in den Jahren 2013-2017 auf insgesamt 46 Feldern durchgeführt. Für die Tests wurden Felder gewählt, die ein hohes Schadensrisiko aufwiesen. Es gab entweder schon aktuelle Schäden kurz vor dem Test (N=35) oder die Felder waren bekannt dafür, dass sie schon in den Vorjahren von Wildschweinen heimgesucht wurden (N=11). Auf 17 Feldern (37%) gab es keine zusätzlichen Schäden während der akustischen Vergrämung mit dem Wildschweinschreck. Auf elf Feldern (24%) gab es minimale zusätzlichen Schäden (3-101m²) während der akustischen Vergrämung mit dem Wildschweinschreck. Auf sechs Feldern (13%) gab es kleine zusätzlichen Schäden (171-277m²) während der akustischen Vergrämung mit dem Wildschweinschreck. Auf sieben Feldern (15%) gab es mittlere zusätzlichen Schäden (320-720m²) während der akustischen Vergrämung mit dem Wildschweinschreck. Auf vier Feldern (9%) gab es grosse zusätzlichen Schäden (1013-3072m²) wäh-

rend der akustischen Vergrämung mit dem Wildschweinschreck. Berücksichtigt man die Gesamtfläche der Felder, dann sind bei über 80% der Felder (N=37) weniger als 2% der Gesamtfläche als Schadensfläche dazugekommen. Bei sieben Feldern sind zwischen 2.16-3.35% und bei drei Feldern 10.11-13.56% der Gesamtfläche als Schadensfläche dazugekommen während der akustischen Vergrämung mit dem Wildschweinschreck. Der Jagddruck im Gebiet in dem ein Wildschweinschreck eingesetzt wurde, hatte einen signifikanten Einfluss auf die Schadenszunahme (Durchschnittliche Schadenszunahme bei Jagddruck gering: 621m^2 , mittel: 114m^2 , hoch: 38m^2). Details zu den einzelnen Feldern sind im Anhang III aufgelistet.

Raumverhalten in Bezug auf den Wildschweinschreck

Mit den Wildschweinen, die Senderhalsbänder trugen konnte das Raumverhalten in Bezug auf die akustische Vergrämung genau dokumentiert werden. Zwei Beispiele sind in den folgenden Abbildungen dargestellt (**Abb. 11/Abb. 12**).

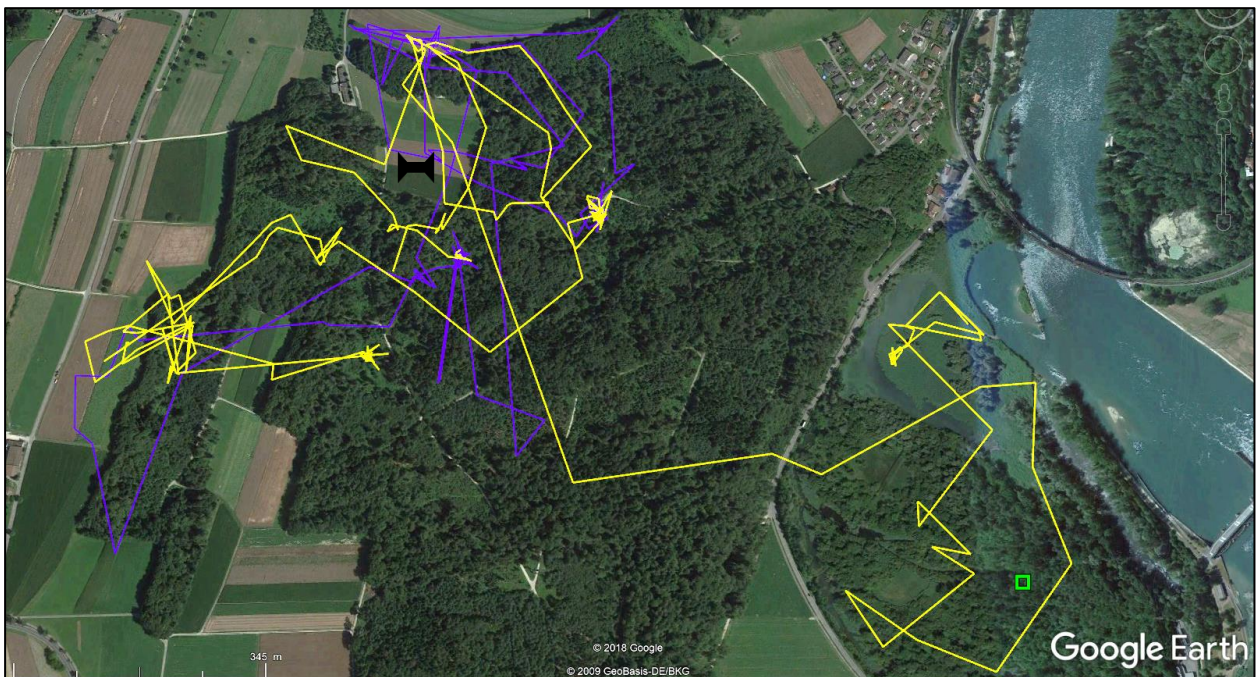


Abb. 11 Raumverhalten der Bache Nr.027 (in einer Rotte unterwegs) vor und nach der Installation des Wildschweinschrecks auf einem Kartoffelfeld am 12.08.2015. Vor der Installation besucht die Bache (Rotte) das Feld und verursacht einen Schaden auf dem Kartoffelfeld. In der ersten Nacht nach der Installation umkreist die Bache die Waldlichtung und weicht dann Richtung Norden und schliesslich Richtung Westen aus. Am 15.08.2015 ist sie nochmals eine Position auf der Waldlichtung, die nächste Position liegt dann 15min später 584m entfernt im Wald. Danach bewegt sich die Bache in das Wasser- und Zugvogelschutzgebiet (Grien) beim Klingnauer Stausee.

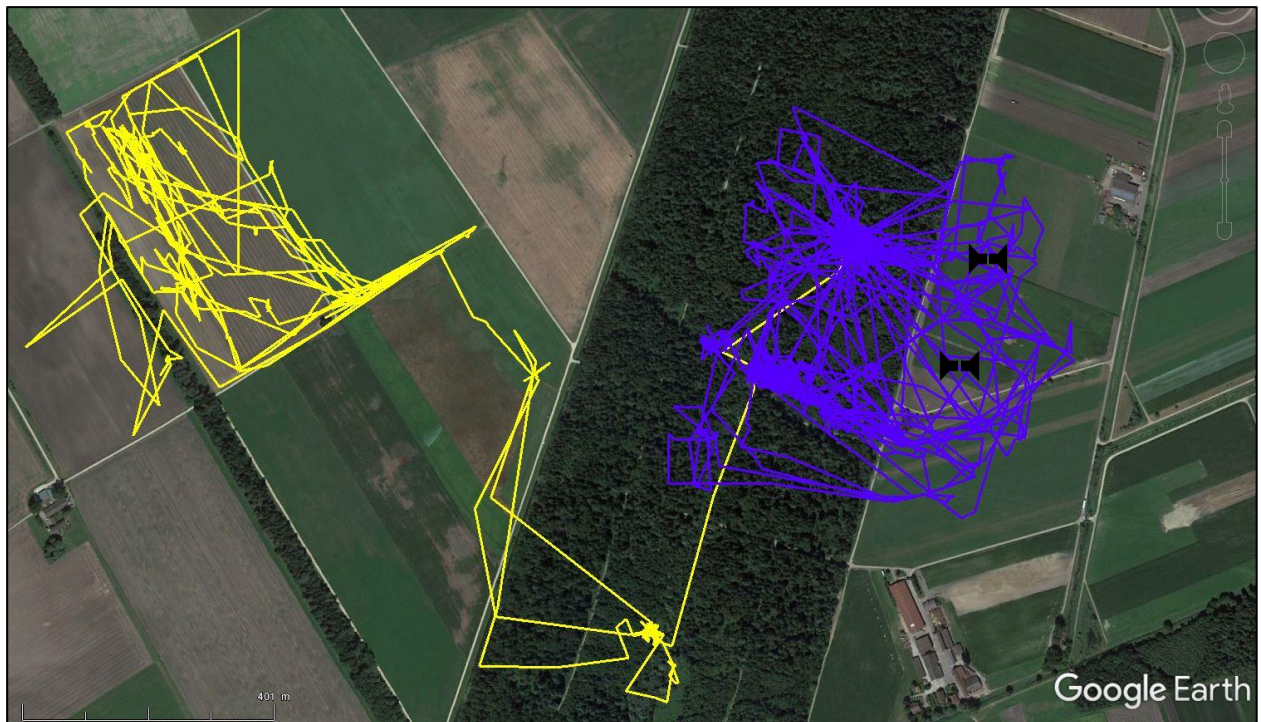


Abb. 12 Raumverhalten der Bache Nr.118 (allein unterwegs) vor und nach der Installation des Wildschweinschrecks auf einem Zuckerrübenfeld am 26.04.2017. Vor der Installation besucht die Bache jede Nacht das Zuckerrübenfeld und verursacht entsprechend Schaden. Nach der Installation verbleibt die Bache eine Nacht ausschliesslich im Wald und verschiebt darauf Ihren Tageseinstand im Wald Richtung Süden. In der 2. Nacht nach der Installation weicht die Bache westlich in ein Rapsfeld aus und verbleibt dort bis zum Ablösen ihres Halsbandes am 26.05.2017.

Auswirkungen auf Wildtiere im nahen Wald

Für die Anzahl Ereignisse (erfasste Wildtiere) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede, weder spezifisch pro Tierart, noch nach Geschlecht oder nach Alterszusammensetzung. Bei den Kategorien "Wildschwein nicht führend" und "Reh nicht führend" zeigte sich eine Tendenz zu kürzeren Aufenthaltszeiten bei eingeschaltetem Wildschweinschreck (Andrey & Zemp-Lohri 2016).

Lärmschutz

Je nach Geräusch variiert die Reichweite für das menschliche Gehör. Insbesondere die Wildschweinlaute und die Geräusche der aggressiven Einstellung sind in Lautsprecherrichtung bis zu 1500m wahrzunehmen (Krähenmann 2015).

Die Wahrscheinlichkeit, dass der nächtliche Immissionsgrenzwert von 55 dB(A) durch die Geräusche des Wildschweinschrecks bei Einstellung der maximalen Lautstärke überschritten wird, liegt bei den Distanzen von 2m, 10m und 50m bei 100%. Bei 100m und 200m liegt diese Wahr-

scheinlichkeit immer noch bei über 90%, hingegen bei 500m nur noch bei 20%. Bei 1000m Distanz liegt die Wahrscheinlichkeit der Überschreitung der gesetzlichen Immissionsgrenzwerte bei 0% und ab 1500m sind keine Geräusche mehr messbar (Krähenmann 2015).

3.2.2. Elektrische Zäune

Die Zäune zum Schutz vor Wildschweinschäden wurden in den drei Studiengebieten zusammen mit den Feldkulturen erhoben. Trotz elektrischer Zäune werden einige Felder regelmässig besucht (**Tab. 3, Abb. 13**). Die Zusammenfassung der Schäden vor der Ernte auf Feldern mit Zäunen sind in der (**Tab. 4**).

Tab. 3 Zusammenfassung der Landwirtschaftsflächen mit Positionen von Sendertieren für die Jahre 2014 bis 2017.

Ort	Jahr	Anzahl Felder	Felder mit Sendertier-Besuch	Felder mit Zaun	Besuchte Felder mit Zaun	Besuchte Felder mit Zaun unter Spannung
Felsenau	2014	634	27	42	0	0
	2015	964	261	44	7	2
	2016	1181	213	54	13	4
Elfingen	2014	357	0	81	0	0
	2015	756	266	135	44	6
	2016	793	129	68	13	0
Fanel	2014	731	126	57	14	1
	2015	886	296	44	23	4
	2016	968	320	86	35	5
	2017	769	131	52	12	5



Abb. 13 Ein elektrischer Zaun, der im Fanel ein Maisfeld hätte schützen sollen, wurde von den Wildschweinen zerstört. Zäune sind nur wirksam, wenn sie auch unterhalten werden. Um einen Zaun zu unterhalten sind 2-3 Kontrollen pro Woche nötig.

Tab. 4 Zusammenfassung der Schadenserfassung auf Flächen mit Zäunen aus den Jahren 2014-2016.

Test ID	Perimeter	Feldfrucht	Jagddruck	Schaden
Zaun_2014_01	Fanel	Mais	gering	1213m ² (3.95%)
Zaun_2014_03	Zuzgen	Mais	hoch	88.81m ² (0.22%)
Zaun_2014_09	Fanel	Kartoffeln	gering	737.92m ² (2.29%)
Zaun_2015_15	Fanel	Mais	gering	8721m ² (12.92%)
Zaun_2015_18	Felsenau	Kartoffeln	hoch	0 m ² (0%)
Zaun_2015_19	Felsenau	Kartoffeln	hoch	17.97 (0.24%)
Zaun_2015_19	Felsenau	Weizen	hoch	55.04 (1.32%)
Zaun_2015_22	Felsenau	Mais	hoch	0 m ² (0%)
Zaun_2015_23	Elfingen	Mais	mittel	65.09 m ² (0.25%)
Zaun_2016_01	Felsenau	Mais	hoch	0 m ² (0%)
Zaun_2016_02	Felsenau	Mais	hoch	26.93 m ² (0.32%)
Zaun_2016_03	Felsenau	Mais	hoch	17.56 m ² (0.45%)
Zaun_2016_04	Felsenau	Mais	hoch	6.29 m ² (0.2%)
Zaun_2016_04	Fanel	Kartoffeln	gering	0 m ² (0%)

3.2.3. Vergrämungsabschüsse

Im Durchschnitt dauerte es 472 Stunden (N=19) bis das Feld nach einem Vergrämungsschuss von einem Tier, das beim Abschuss präsent war, wieder betreten wurde (Hunziker 2017). 18 von 19 Tieren hielten sich am Tag nach einem Vergrämungsabschuss wieder auf den Landwirtschaftsflächen, nur ein Tier liess sich nachhaltig in den Wald verschieben. Das Verhältnis des Aufenthalts zwischen Landwirtschaftsfläche und Wald-/Schilffläche unterscheidet sich in der ersten Woche vor dem Vergrämungsabschuss signifikant von dem der ersten Woche nach dem Vergrämungsabschuss ($Z=-2.591$, $p=0.005$, $n=18$). Die besenderten Wildschweine haben folglich eine Woche nach dem Vergrämungsevent weniger Zeit auf der Agrarfläche verbracht als in der Woche vor dem Vergrämungsschuss (Hunziker 2017). Die Fluchtdistanz nach einem Vergrämungsabschuss ist signifikant höher als die zurückgelegte Distanz der Kontrollgruppe (**Abb. 14**). Für die Kontrollgruppe wurde jeweils eine zufällig gewählte Strecke genommen. Die durchschnittliche Distanz zum Ort der Vergrämung war signifikant grösser nach dem Vergrämungs-

schuss als vorher (**Abb. 15**). Eine Signifikanz besteht über alle drei Wochen vor beziehungsweise nach dem Vergrämungsschuss (Hunziker 2017).

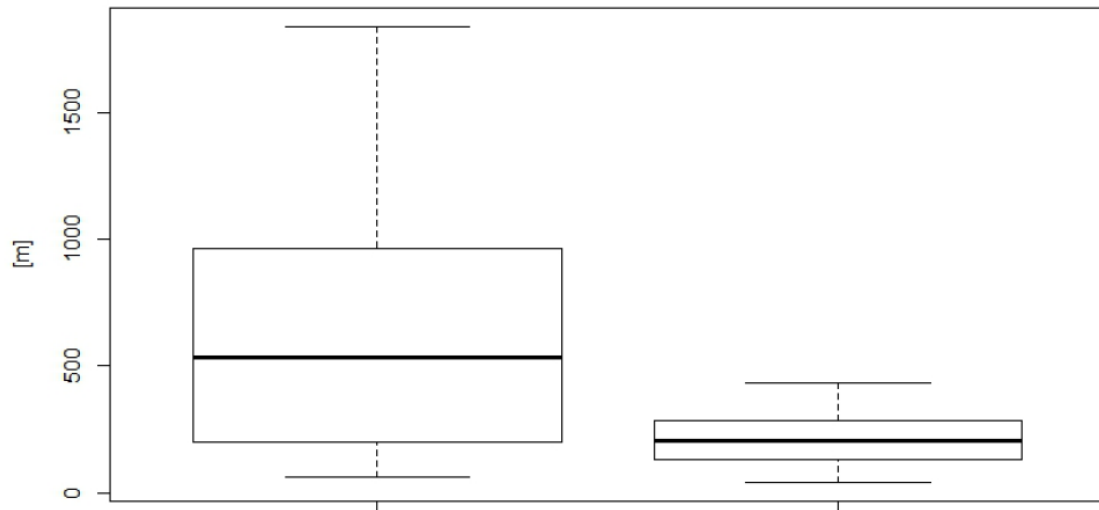


Abb. 14 Fluchtdistanz nach einem Vergrämungsabschuss (links) ist signifikant höher ($Z=-3.119$, $p=0.002$, $n=19$) im Vergleich zur zurückgelegten Distanz der Kontrollgruppe (rechts; Hunziker 2017).

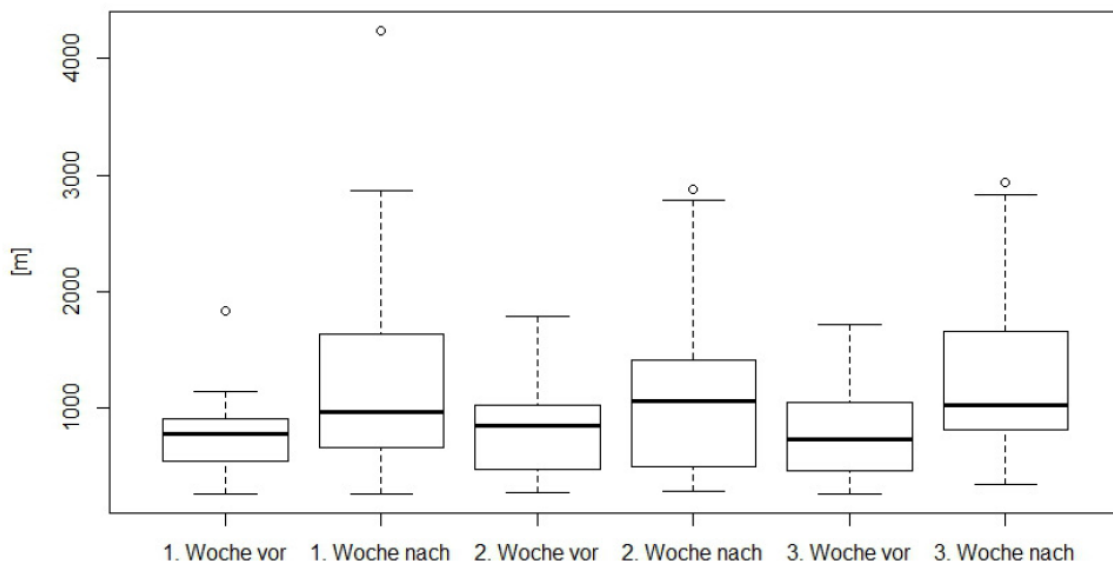


Abb. 15 Die durchschnittliche Distanz zum Ort der Vergrämung ein bis drei Wochen vor und nach dem Vergrämungsevent (1 Woche $Z = -2.736$, $P = 0.003$, $N = 19$; 2 Wochen $Z = -2.674$, $p = 0.004$, $N = 17$; 3 Wochen $Z=-2.895$, $p = 0.002$, $N = 16$; Hunziker 2017).

3.2.4. Vergrämung mit Hunden an der Leine

Bei den Vergrämungsaktionen mit Hunden wurde einmal ein einzelner Keiler aus einem Weizenfeld vertrieben und einmal eine Rotte (2 Adulte, 3 Frischlinge) aus einem Maisfeld. In den beiden vorliegenden Tests haben sich die Tiere nachhaltig von den betroffenen Feldern vertreiben lassen (**Abb. 16**).

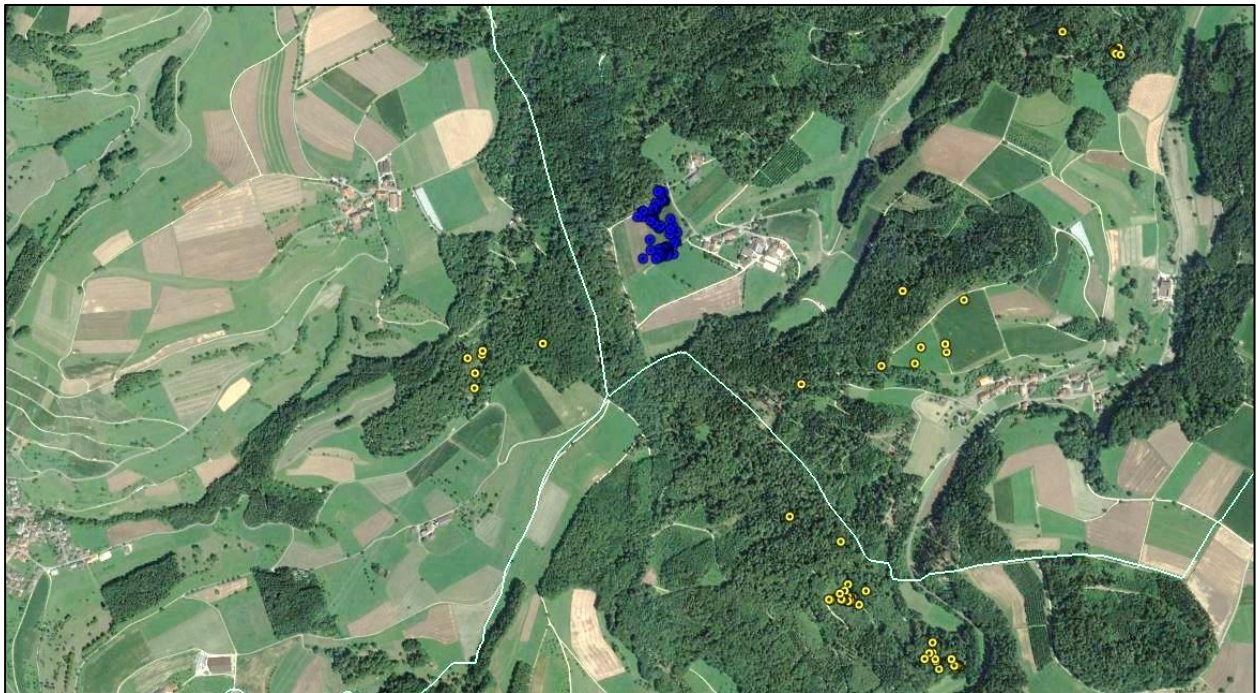


Abb. 16 Die Positionen der Rotte während einer Woche vor der Vergrämungsaktion (blaue Punkte) im Maisfeld und die Positionen der Rotte während einer Woche nach der Vergrämungsaktion mit Hunden (gelbe Punkte). Nach der Vergrämungsaktion ist das Sendertier, solange es noch mit Halsband unterwegs war nicht mehr in das betreffende Maisfeld zurückgekehrt.

3.2.5. Alternative Kulturen

Auf Flächen in Gegenden in denen Kulturen wie Kartoffeln, Mais, Rüben und Weizen hohem Wildschweinflussdruck ausgesetzt sind, wäre es sinnvoll andere Kulturen anzubauen, die von Wildschweinen nicht genutzt werden (Wassmer 2017). Mögliche Alternativen können grob in die Kategorien Futter- & Energiepflanzen, Lebensmittel und Übrige eingeteilt werden (**Tab. 5, Abb. 17**).

Tab. 5 Liste der Alternativkulturen (abgeändert nach Wassmer 2017)

Futter- & Energiepflanzen	Lebensmittel	Übrige
Durchwachsene Silphie	Rispenhirse	Arzneifenchel
Sudangras / Sorghumhirse	Diätlein / Öllein / Flachs	Basilikum
Virginia Malve	Weisser Senf	Bohnenkraut
Chinaschilf		Dill
		Liebstöckel / Maggikraut
		Melisse
		Oregano



Abb. 17 Links Sudangras (*Sorghum sudanense*) und rechts Riesenchinaschilf (*Miscanthus giganteus*) sind mögliche alternative Kulturen in Gebieten die stark unter Wildschweinschäden leiden.

3.3. Wildschweinmanagement in und um Schutzgebiete

3.3.1. Bestandserhebungen

Untersuchungsgebiet Fanel

Im Fanel wurden in den drei Untersuchungsjahren zwischen 183 und 277 Events registriert. Die mittlere unabhängige Gruppengrösse betrug zwischen 2.14 (SE ± 0.1) und 3.28 (SE ± 0.19) Individuen. Die auf 1 min Intervall angenäherten Geschwindigkeiten liegen zwischen 3.66 und 6.04 km pro Nacht (**Tab. 6**).

Tab. 6 Übersicht der in den Random Encounter Modellen verwendeten Parameter (y = Anzahl Events, g = Gruppengröße, v = Geschwindigkeit basierend auf angenähertem 1 min Intervall) mit dem dazugehörigen Standardfehler (SE) nach Gebieten und Jahren.

Gebiet	Jahr	y	g	\pm SE g	v [km/Nacht]	\pm SE v [km/Nacht]
Fanel	2015	183	3.28	0.19	6.04	0.34
Fanel	2016	199	2.20	0.18	3.66	0.22
Fanel	2017	277	2.14	0.10	4.08	0.23
Felsenau	2015	41	1.80	0.18	7.47	0.25
Felsenau	2016	18	1.83	0.28	7.47	0.25

Die Berechnungen der Random Encounter Modelle im Fanel zeigen für die Untersuchungsjahre eine Wildschweindichte von 20.12 bis 26.41 Individuen pro km^2 (**Tab. 7**). Die Dichte liegt minimal zwischen 17.95 und 23.87, resp. maximal zwischen 22.54 und 29.26 Individuen pro km^2 . Die Dichte multipliziert mit der Fläche des Untersuchungsgebiets ergibt die geschätzte Anzahl Wildschweine, die sich zwischen 67.2 und 88.2 Individuen bewegt. Diese Anzahl liegt minimal zwischen 60 und 79.73, resp. maximal zwischen 75.28 und 97.73 Individuen.

Tab. 7 Resultate der Random Encounter Modelle für das Untersuchungsgebiet Fanel. Dichte Dg der Individuen pro km^2 mit einer entsprechender minimaler und maximaler Dichte sowie die geschätzte Anzahl für das gesamte Untersuchungsgebiet mit einer minimalen und einer maximalen geschätzten Anzahl.

Gebiet	Jahr	Dg [Ind./ km^2]	Dg min [Ind./ km^2]	Dg max [Ind./ km^2]	Anzahl	Anzahl min	Anzahl max
Fanel	2015	20.12	17.95	22.54	67.20	60.00	75.28
Fanel	2016	23.16	20.05	26.66	77.35	67.00	89.04
Fanel	2017	26.41	23.87	29.26	88.20	79.73	97.73

Untersuchungsgebiet Felsenau

In den Jahren 2015 und 2016 wurden im Untersuchungsgebiet Felsenau 41, resp. 18 Events registriert (**Tab. 8**). Die Gruppengröße, welche sich aus der gleichen Stichprobe ableitet, lag bei 1.8, resp. 1.83 Individuen pro Gruppe. Die auf 1 min angenäherte Geschwindigkeit liegt bei 7.47km pro Nacht. Die Berechnungen der Random Encounter Modelle zeigen für die Untersuchungsjahre eine Wildschweindichte zwischen 0.87 und 1.8 Individuen pro km^2 (**Tab. 8**). Die Dichte hochgerechnet auf das gesamte Untersuchungsgebiet ergibt eine Anzahl von zwischen 2.34 und 4.83.

Tab. 8 Resultate der Random Encounter Modelle für das Untersuchungsgebiet Felsenau. Dichte D_g der Individuen pro km^2 mit einer entsprechenden minimaler und maximaler Dichte sowie die geschätzte Anzahl für das gesamte Untersuchungsgebiet mit einer minimalen und einer maximalen geschätzten Anzahl.

Gebiet	Jahr	D_g [Ind./ km^2]	D_g min [Ind./ km^2]	D_g max [Ind./ km^2]	Anzahl	Anzahl min	Anzahl max
Felsenau	2015	1.80	1.57	2.04	4.83	4.22	5.49
Felsenau	2016	0.87	0.71	1.04	2.34	1.91	2.79

3.3.2. Einfluss auf die Riedflächen

Die Vegetation der Riedflächen im Fanel zeigt deutliche durch Wildschweine verursachte Spuren (**Abb. 18**). Die räumlichen Analysen zeigen, dass sich die Wildschweine über das ganze Jahr gesehen rund die Hälfte der Zeit am Tag und in der Nacht im Ried aufhalten (Aeberhard 2016). Es gab Individuen, die während den Wintermonaten die Riedflächen rund 3 Monaten nicht verliessen und sich während dieser Zeit von den Rhizomen der Schilfpflanzen ernährten (**Abb. 18**). Die Luftbildanalyse zeigte, dass 1.66ha der total 82.4ha grossen Untersuchungsfläche aus Wildschweinwechsellern, Ruhe- und Frassplätzen besteht. Das Wechsellsystem erstreckt sich über eine Gesamtlänge von rund 21km und durchzieht das gesamte Ried wie ein feinmaschiges Netz.



Abb. 18 Luftbildaufnahme des Drohnenflugs vom 03.03.2016 auf einer Höhe vom 150m (links). Auf der Nahrungssuche im Ried legen die Wildschweine die Rhizome der Schilfpflanzen frei (rechts).

3.3.3. Prädation von Bodenbrütern

Von den 60 künstlichen Gelegen wurden 19 Gelege geplündert (**Tab. 9**). Zwei Gelege im Schilf wurden von Wildschweinen gefressen (**Abb. 19**). Das Wildschwein war die häufigste Tierart, die in der Nähe der Nester beobachtet werden konnten. Die meisten Gelege fielen dem Baummararder zum Opfer (**Tab. 9, Abb. 19**).

Tab. 9 Prädatoren und deren Häufigkeit im Bereich der Gelege. Prädatoren wurden auch in der Nähe der Nester von Fotofallen erfasst, wenn sie die Gelege nicht bemerkten.

Prädatör	Prädation	Beobachtungen
Baumarder (<i>Martes martes</i>)	7	11
Iltis (<i>Mustela putorius</i>)	2	3
Wildschwein (<i>Sus scrofa</i>)	2	17
Eichhörnchen (<i>Sciurus vulgaris</i>)	2	5
Rohrweihe (<i>Circus aeruginosus</i>)	2	2
Eichelhäher (<i>Garrulus glandarius</i>)	2	3
Wasserralle (<i>Rallus aquaticus</i>)	1	2
Fuchs (<i>Vulpes vulpes</i>)	0	4
Dachs (<i>Meles meles</i>)	0	3
Nicht erkennbar	1	-



Abb. 19 Wildschwein plündert ein Gelege im Ried und wird dabei von einer Fotofalle erfasst (links). Die meisten Gelege wurden von Baumardern ausgeräumt (rechts).

4. Diskussion

Wildschweine nutzten landwirtschaftliche Flächen häufig für die Nahrungsaufnahme. Die Ergebnisse aus den Analysen zum Aufenthalt auf den verschiedenen Kulturen im Jahresverlauf kann in Zukunft als Basis für einen Präventionskalender verwendet werden. Wiesen werden bevorzugt im Frühling aber auch in den Wintermonaten genutzt. Im Mai sind Rapsfelder besonders attraktiv, da sie gute Deckung im Feld bieten. Kartoffelfelder wurden bevorzugt ab Mitte Mai bis Anfangs Juni von den Wildschweinen aufgesucht. Die Spitzen der Wildschweinbesuche im Weizen sind von Mitte Mai bis Ende Juni und im Mais von Mitte Juli bis Mitte August, dies entspricht der Zeit in der diese Kulturen im Milchreifestadium sind. Mit der Konzentrierung der Mittel und Präventionsmassnahmen auf die sensiblen Phasen der einzelnen Kulturen könnte

der Schutz optimiert werden. Durch das grosse Nahrungsangebot und den freien Zugang auf den landwirtschaftlichen Flächen wird das Wachstum der Wildschweinpopulation gefördert. Mit wirkungsvollen Präventionsmethoden können deshalb nicht nur Schäden auf landwirtschaftlichen Flächen verhindert, sondern auch der freie Zugang zu energiereicher Nahrung erschwert und damit dem ungebremsten Populationswachstum beim Wildschwein Grenzen gesetzt werden.

Auf zwei Feldern gab es trotz akustischer Vergrämung massive Schäden am Weizen. Es scheint, dass die Wildschweine auf diesen Feldern den Wildschweinschreck ignoriert haben und sie sich nicht vertreiben liessen. Die beiden Felder liegen nur 650m voneinander entfernt, wurden jedoch in verschiedenen Jahren (2015 und 2016) von den Wildschweinen heimgesucht. Es ist möglich, dass es sich dabei um die gleichen, besonders dreiste Individuen handelte. Auf über 80% der Felder sind keine oder nur minimale Wildschweinschäden während der Phase der akustischen Vergrämung mit dem Wildschweinschreck dazugekommen. Dies obwohl die Felder ein hohes Risiko für Schäden aufgewiesen haben. Die zusätzlichen minimalen Schäden weisen darauf hin, dass auch tatsächlich Wildschweine in der Nähe waren und ein Druck auf die Testfelder seitens der Wildschweine bestand. Dies bestätigen auch Daten von den Wildschweinen, die mit Senderhalsband unterwegs waren.

Die akustische Vergrämung mit dem Wildschweinschreck ist eine flexibel einsetzbare Methode, die z. B. nach der Ansaat sowie während der Milchreife von Mais und Weizen eingesetzt werden kann. Gegenüber herkömmlichen Methoden wie elektrischen Zäunen und Vergrämungsabschüssen bietet dieses neue System die Vorteile der schnellen und einfachen Installation sowie minimale Unterhaltsarbeiten und sie ist auch in schwierigem Gelände einsetzbar. Ein weiterer Vorteil der akustischen Vergrämung verglichen mit den Zäunen liegt darin, dass die Landschaft für die Wildtiere durchlässig bleibt und der Schutz auf die gefährdeten Zeiten, beim Wildschwein von der Abenddämmerung bis zur Morgendämmerung fokussiert werden kann. Ein Zusammenhang zwischen Dauer der Beschallung und dem Eintreten eines Schadens oder dem Schadensausmass konnte in dieser Studie nicht festgestellt werden. Es sollte jedoch nicht über längere Zeit beschallt werden, weil damit die Wahrscheinlichkeit einer Gewöhnung der Wildschweine an die Geräusche steigen könnte.

Vergrämungsabschüsse haben eine Auswirkung auf das Raum-Zeit Verhalten von Wildschweinen und sind deshalb ebenfalls eine wirksame Methode um gezielt Felder zu schützen. Die erhobenen Parameter «Verhältnis der Aufenthaltsdauer von Agrarland zu Wald und Schilf»,

«Fluchtdistanz» und «durchschnittliche Entfernung zum Ort der Vergrämung» verändern sich durch einen Vergrämungsabschuss signifikant (Hunziker 2017). Eine allgemeine Meidung von Agrarland als Reaktion auf Vergrämungsabschüsse konnte jedoch nicht belegt werden (Hunziker 2017). Vergrämungsabschüsse werden in der Regel erst nach dem Auftreten eines Schadens durchgeführt und sie sind mit relativ hohem zeitlichem Aufwand verbunden.

Elektrische Zäune können Felder präventiv vor Wildschweinschäden schützen. Es gilt dabei zu beachten, dass die Zäune stabil gebaut, regelmässig kontrolliert und gut unterhalten werden, um den Schutz der Felder über längere Zeit zu gewährleisten.

Das "Durchkämmen" von Feldern mit Hunden an der Leine ist möglicherweise eine weitere Methode die in Zukunft eingesetzt werden kann, wenn sich Rotten in landwirtschaftlichen Kulturen aufhalten. Die beiden Tests in dieser Studie haben gezeigt, dass sich die vergrämten Tiere nachhaltig aus den betroffenen Feldern haben vertreiben lassen.

Akustische Vergrämung, elektrische Zäune und Vergrämungsabschüsse haben in Bezug auf die Prävention von Wildschweinschäden sowie die Reduktion der Schäden insgesamt im Fanel (Kanton Bern) weniger gut funktioniert im Vergleich zu den Gebieten Elfingen und Felsenau im Kanton Aargau. Es gibt dafür mehrere mögliche Erklärungen. Im Fanel liegen grosse Teile der landwirtschaftlichen Kulturen im Schutzgebietsperimeter und unterliegen somit keinem direkten Jagddruck. Im Verhältnis zur Fläche werden im Fanel jedoch mehr Vergrämungsabschüsse getätigt als in den Gebieten im Kanton Aargau. Im Fanel können die Wildschweine nicht so einfach auf alternative Flächen ausweichen, weil ihre Bewegungsfreiheit durch anthropogene Infrastrukturen wie Zäune, Strassen und Siedlungen stark eingeschränkt ist. Ein weiterer Unterschied besteht in der Bestandsdichte, die im Fanel rund 10-mal höher ist im Vergleich zu den Untersuchungsgebieten im Kanton Aargau. Es ist dabei zu beachten, dass im Fanel die Untersuchungsfläche zum grössten Teil im Schutzgebiet liegt, wo hingegen bei der Untersuchungsfläche Felsenau am Klingnauer Stausee nur 10% im Schutzgebiet sind. Mit Anpassungen der Bewirtschaftungsformen in einer Pufferzone um Schutzgebiete wie dem Fanel könnten Konflikte vermutlich entscheidend entschärft werden. Mögliche alternative Kulturen auf denen Wildschweine weniger Schäden verursachen und aus denen sie nur wenig Energie gewinnen können wären z.B. Sudangras, durchwachsene Silphie, Virginia Malve und Chinaschilf.

Die Bestandsgrössen, die Altersstruktur von Populationen und das Geschlechterverhältnis in den Beständen sind drei wichtige Grössen für das Management von Wildtieren. Bedingt durch ihre heimliche Lebensweise ist es bei Wildschweinen schwierig diese Information zuverlässig zu

ermitteln. Grössere Fluktuationen und räumliche Verschiebungen der Rotten in gewissen Gebieten erschweren das Management der Wildschweine und die Erhebung der Bestandsgrössen zusätzlich. Mittels der Methode des Random Encounter Models wurde versucht die Bestandsgrössen in den Untersuchungsgebieten Fanel und Felsenau so genau wie möglich anzunähern. Die vorliegenden Zahlen sind eine Schätzung und daher mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Diese Unsicherheiten stammen einerseits aus den Daten selbst und sind andererseits bedingt durch gewisse natürliche Schwankungen in den Beständen auf Grund von klimatischen Bedingungen und anderen Umweltfaktoren. Trotzdem können diese Zahlen gut für das Management verwendet werden sind doch die Vertrauensintervalle mit $\pm 10\%$ relativ klein. Die Zählmethode der Wildhut kann nun mit den aus dem Random Encounter Model erhobenen Bestandeszahlen geeicht werden. Damit besteht für die Zukunft eine einfache, kostengünstige und verlässliche Methode, um die Anzahl Wildschweine im Fanel zu erheben.

Die Wildschweine nutzen die Wasser- und Zugvogelschutzgebiete Fanel und Klingnauer Stausee intensiv. Eine hohe Wildschweindichte in Schutzgebieten könnte sich negativ auf den Bruterfolg von Bodenbrütern auswirken. Dass Wildschweine die Nester von Bodenbrütern in den Riedflächen der Grande Cariçaie plündern, konnte bereits in früheren Studien nachgewiesen werden (Suter et al. 2009). Im Wasser- und Zugvogelreservat Fanel ist die Wildschweindichte im Vergleich zum Referenzgebiet im Kanton Aargau relativ hoch. Trotz der hohen Wildschweindichte im Fanel konnte in einem Experiment mit künstlichen Gelegen kein überdurchschnittlicher Prädationsdruck auf die Gelege durch das Wildschwein gefunden werden.

Seit der Publikation der Praxishilfe Wildschweinmanagement sind nun schon 13 Jahre vergangen. In dieser Zeit konnten die Kantone verschiedene Erfahrungen im Umgang mit den Wildschweinen sammeln. In der Jagd und der Schadenprävention haben technische Neuerungen zu neuen Möglichkeiten geführt. Diese neuen Möglichkeiten gilt es nun optimal zu nutzen und in ein umfassendes Wildschweinmanagement zu integrieren. Mit Präventionsmassnahmen können lokale Probleme gezielt entschärft werden. Des Weiteren kann den Wildschweinen mit effektiven Vergrämungsmassnahmen der Zugang zu Nahrungsressourcen auf den Landwirtschaftsflächen erschwert und somit dem Populationswachstum auch mit einer «Bottom-up» Strategie, Grenzen gesetzt werden. Diese Studie liefert konkrete Erkenntnisse für eine Optimierung der Präventionsmassnahmen gegen Wildschweinschäden in der Landwirtschaft.

5. Fazit

Mit dem Wildschweinschreck steht nun ein zusätzliches flexibles Instrument zur Vergrämung von Wildschweinen auf Landwirtschaftsflächen zur Verfügung. Die akustische Vergrämung eignet sich, um die kritischen Phasen unmittelbar nach der Aussaat sowie während der Milchreife von Mais und Weizen abzudecken. Zusätzlicher Jagddruck erhöht die Wirksamkeit der Präventionsmassnahmen. Vergrämungsabschüsse wirken nachhaltig auf die Wildschweine und halten sie von den Feldern, auf denen die Abschüsse stattgefunden haben fern. Die Wildschweine lassen sich mit den Vergrämungsabschüssen jedoch nicht nachhaltig in den Wald vertreiben und damit von den landwirtschaftlichen Kulturen fernhalten. Elektrische Zäune können Wildschweine von Feldern abhalten, dazu müssen sie aber stabil gebaut und gut unterhalten werden.

6. Ausblick

Die Herausforderungen im Wildschweinmanagement können nicht allein mit jagdlichen Mittel «Top-down» gemeistert werden. Für ein erfolgreiches Wildschweinmanagement ist in Zukunft ein ganzheitlicher Ansatz wichtig, bei dem auch eine «Bottom-up» Strategie umgesetzt wird damit dem unbegrenzten Populationswachstum Grenzen gesetzt werden. Mit Präventionsmethoden lässt sich der einfache Zugang zu energiereicher Nahrung limitieren und damit das Populationswachstum beim Wildschwein begrenzen. In Gebieten mit hohem Wildschweindruck sollte zusätzlich auf alternative Kulturen ausgewichen werden. Es gibt Alternativen zu Mais, Weizen und Kartoffeln und innovative Landwirte haben auch schon damit begonnen diese Alternativen anzupflanzen. Landwirte die dabei ein Risiko eingehen und Neues probieren wollen, sollten dafür auch Unterstützung bekommen.

7. Dank

Ein grosses Dankeschön gilt Ueli Haussener, dem Wildhüter des Fanels, der mit seinem professionellen Einsatz das Projekt tatkräftig unterstützte. Weiter danken wir Max Weibel (Jagdaufseher Fanel), Hans Döbeli (Reservatsaufseher Klingnauer Stausee), Werner Schibli & Jagdgesellschaft Hochwacht, Martin Wyler & Jagdgesellschaft Kästhal-Brugg und Hans-Beat Schmid & Jagdgesellschaft Zeinigen/Zuzgen für die Unterstützung des Projekts. Herzlichen Dank auch den beiden Veterinärmedizinerinnen Dr. med. vet. Mirjam Pewsner und Dr. med. vet. Ruth Fiechter, die uns mit Tat und Rat beim Fang, Anästhesieren und Besondern der Wildschweine zur Seite

standen. Gedankt sei auch dem ganzen WILMA-Team, Annette Stephani für die Durchsicht des Manuskripts, und den Studierenden der ZHAW, die in Semester-, Bachelor und Masterarbeiten im Projekt mitgearbeitet haben: Christian Aeberhard, Christa Andrey, Samuel Blatter, Sarah Bulliard, Nadia Clifton, Tom Hennet, Andreas Hunziker, Pascal Keller, Jean-Marc Krähenmann, Dimitriji Leuthold, Dominic Lutz, Jeannine Roy, Melanie Spagnolo, Lukas Walser, Alice Wassmer und Nina Zemp-Lohri.

Finanzierung

Dieses Projekt wurde finanziell unterstützt durch das Bundesamt für Landwirtschaft, das Bundesamt für Umwelt, das Jagdinspektorat Bern, die Sektion Jagd und Fischerei des Kantons Aargau und die ZHAW Wädenswil.

Quellenverzeichnis

- Aeberhard, C. 2016. Einfluss von Wildschweinaktivitäten auf das Naturschutzreservat Fanel (BE). Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Wädenswil.
- Andrey, Ch. & Zemp-Lohri, N. 2016. Wirkung von akustischen Wildschweinvergrämungsmassnahmen auf Wildschweine und andere Wildtiere. Semesterarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Wädenswil.
- Blatter, S. 2015. Einsatz einer Drohne zur Erfassung von Wildschweinschäden. Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Wädenswil.
- BUWAL 2004. Praxishilfe Wildschweinmanagement. Service romand de vulgarisation agricole, Lausanne.
- Giménez-Anaya, A., Herrero, J., Rosell, C., Couto, S., García-Serrano, A. 2008. Food habits of wild boars (*Sus scrofa*) in a mediterranean coastal wetland. *Wetlands* 28: 197–203.
- Clerc, C. 2010. Régulation des populations de sangliers dans les réserves naturelles vaudoises et fribourgeoises de la Grande Carrière, Surfaces d'agraine : situation actuelle et propositions, GEG.
- Geisser, H. & Reyer, H.-U. 2005. The influence of food and temperature on population density of wild boar *Sus scrofa* in the Thurgau (Switzerland). *Journal of Zoology* 267: 89-96
- Getz, W. M., Fortmann-Roe, S., Cross, P. C., Lyons, A. J., Ryan, S. J., Wilmsers, C. C. 2007. LoCoH: Nonparametric kernel methods for constructing home ranges and utilization distributions. *PLoS ONE* 2:2, e207.
- Groot Bruinderink, G.W.T.A., Hazebroek E. 1996. Wild boar (*Sus scrofa scrofa* L.) rooting and forest regeneration on podzolic soils in the Netherlands. *For Ecol Manage* 88:71- 80.
- Hunziker A. 2017 Auswirkungen von Vergrämungsabschüssen im agrarland beim Wildschwein (*Sus scrofa* L.) in drei Forschungsgebieten in der Schweiz. Masterarbeit, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

- Keuling, O., Stier, N., Roth, M. 2008. How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L. *European Journal of Wildlife Research* 54(4): 729-737.
- Krähenmann J.-M. 2015. Ermittlung der Schallausbreitung beim Wildschweinschreck. Tutorial 2. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Wädenswil.
- Lutz D. 2016a. Nutzung der Landwirtschaftsflächen durch Wildschweine (*Sus scrofa*) im Jahresverlauf. Semesterarbeit 2. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Wädenswil.
- Lutz, D. 2016b. Plünderung von Nestern bodenbrütender Vögel im Eistadium durch Wildschweine (*Sus scrofa*) im Schutzgebiet Fanel. Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Wädenswil.
- Massei, G. Kindberg, J. Licoppe, A. Gačić, D. Šprem, N. Kamler, J. Baubet, E. Hohmann, U. Monaco, A. Ozoliš, J. Cellina, S. Podgórski, T. Fonseca, C. Markov, N. Pokorny, B. Rosell, C. Náhlik, A. 2015. Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science* 71: 492-500.
- Ménétreay, F. 2010. Dégâts sanglier dans les cultures: Travaux et coûts de prévention des dommages calcul effectif des frais par culture, Union des paysans fribourgeois.
- Rowcliffe, J.M., Field, J., Turvey, S.T. & Carbone, Ch. (2008). Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*, 45, 1228–1236
- Singer, F.J., Swank, W.T., Clebsch, E.E.C. 1984 Effects of wild pig rooting in a deciduous forest. *J Wildl Manage* 48:464-473.
- Spagnolo, M. 2015. Erfassung von Wildschweinschäden mit Nahbereichsfernerkundungsdrohnen. Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen IUNR, Wädenswil.
- Suter, S.M. Bielańska, J. Röthlin-Spillmann, S. Strambini, L. Meyer, D. 2009. The cost of infidelity to female reed buntings. *Behavioral Ecology*, 20 (3): 601-608.
- Suter, S.M. & Eyholzer, R. 2010. Interkantonales Wildschweinprojekt FR-BE-VD, Räumliche und zeitliche Habitatnutzung, Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen und Einfluss der Jagd auf das Raumverhalten der Wildschweine am Südostufer des Neuenburgersees, WLS.CH im Auftrag der Kantone FR/BE/VD und BAFU
- Suter, S.M. 2012. Rapport sur le déroulement et les effets de la chasse aux sangliers sur la rive sud du lac de Neuchâtel 2010-2012. WLS.CH sous mandat du Service des forêts et de la faune du canton de Fribourg et du Service des forêts, de la faune et de la nature du canton de Vaud.
- Tolon, V. Dray, S. Loison, A. Zeileis, A. Fischer, C. & Baubet, E. 2009. Responding to spatial and temporal variations in predation risk: space use of a game species in a changing landscape of fear. *Canadian Journal of Zoology*. 87(12): 1129-1137.
- Tolon, V. & Baubet, E. 2010. L'effet des réserves sur l'occupation de l'espace par le sanglier. *Faune Sauvage*. 288: 14-18.
- Wassmer A. 2017. Wildschweinschadensprävention im Landwirtschaftsgebiet. Masterarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW. Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen. Wädenswil.