



Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie
Société suisse de Biologie de la Faune
Società svizzera di Biologia della Fauna

LEITFADEN ZUM MONITORING VON WILDHUFTIEREN

Arbeitsgruppe Wildhuftiere der SGW
2023

Imesch Nicole, Fiechter Ruth, Fischer Claude, Gehr Benedikt, Kupferschmid Andrea Doris,
Signer Claudio, Suter Stefan, Vogt Kristina und Willisch Christian



Zitiervorschlag:

Imesch N., Fiechter R., Fischer C., Gehr B., Kupferschmid A.D., Signer C., Suter S., Vogt K., Willisch C. (2023) Leitfaden zum Monitoring von Wildhuftieren. Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie SGW. 40 S.

Herausgeber: AG Wildhuftiere, Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie

Redaktion: Beatrice Nussberger, Wildtier Schweiz

Layout: Claude Andrist, Wildtier Schweiz

Abbildung Titelseite:
Besenderte Steingeiss (*Foto: Claudio Signer*)

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	4
2	GRUNDPRINZIPIEN	5
3	VORGEHEN	6
3.1	Auswahl der geeigneten Monitoring-Methoden	6
3.2	Planung und Organisation des Monitorings	6
3.3	Erhebungen	7
3.4	Analysen	7
4	WILDTIERBIOLOGISCHE FRAGESTELLUNGEN UND POPULATIONSPARAMETER	8
5	MONITORINGMETHODEN	10
6	ARTKAPITEL	25
6.1	Monitoring Reh	26
6.2	Monitoring Rothirsch	28
6.3	Monitoring Wildschwein	30
6.4	Monitoring Gämse	32
6.5	Monitoring Steinbock	34
7	GLOSSAR	36
8	LITERATUR	37



Abbildung 1:
Rehgeiss (Foto: Wildtier Schweiz)

1 EINFÜHRUNG

Das Monitoring einheimischer Wildhufftier-Bestände ist ein grundlegendes Element des Wildtiermanagements, das in der Schweiz folgende Zielsetzungen verfolgt (gemäss Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel JSG; SR 922.0):

- den Schutz gefährdeter Arten,
- dem Lebensraum angepasste Populationsgrössen mit möglichst natürlichen Bestandsstrukturen (Alters- und Geschlechterstruktur),
- eine nachhaltige Jagd.

Um diese Ziele zu gewährleisten bzw. verlässlich zu überprüfen, braucht es nach aktuellen Standards erhobene, gut dokumentierte Daten über Grösse, Entwicklung, Struktur, Zustand und Verbreitung von Wildtierbeständen. Zudem bilden diese Daten die Ausgangslage bei der Definition von jagdplanerischen Zielsetzungen (z.B. Stabilisierung/Senkung/Anhebung des Bestands; siehe Abb. 2) und dienen der Erfolgskontrolle bzw. Anpassung der umgesetzten Massnahmen im Sinne der rollenden Planung.

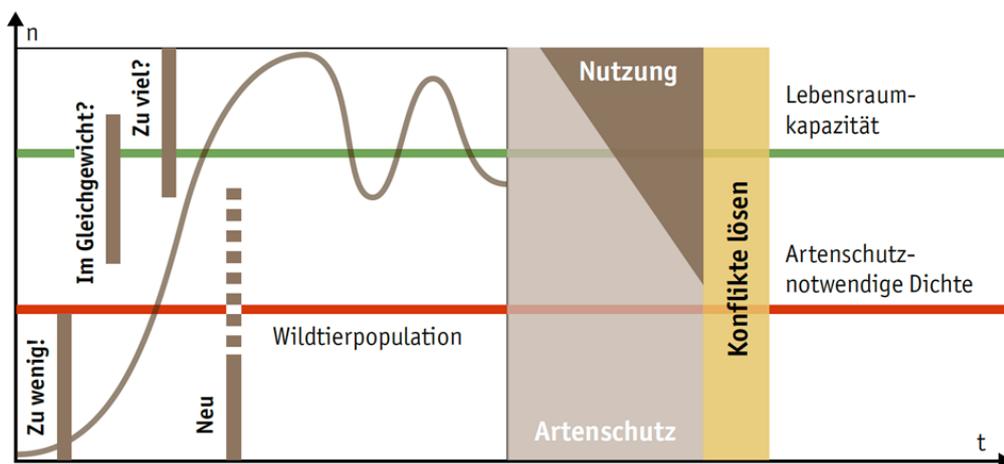


Abbildung 2: Entwicklungsphasen einer Wildtierpopulation und entsprechende Zielsetzungen (aus Robin, Graf & Schnidrig 2017). Das Monitoring erlaubt eine objektive Beurteilung dieser Entwicklungsphasen.

Daten können mit diversen Monitoring-Methoden erhoben und analysiert werden, die sich zudem ständig weiterentwickeln. Die Arbeitsgruppe (AG) Wildhufftiere der Schweizerischen Gesellschaft für Wildtierbiologie (SGW) hat deshalb für alle im Management von Wildhufftieren tätigen Personen den vorliegenden Leitfaden erstellt. Darin werden die Parameter aufgelistet, die zur Beantwortung der wichtigsten Fragen im Hufftiermanagement bekannt sein müssen, und die Monitoring-Methoden vorgestellt, die zur Erhebung dieser Parame-

ter geeignet sind. Für jede einheimische Hufftierart (Reh, Rothirsch, Wildschwein, Gämse, Steinbock) werden unterschiedliche Standards empfohlen, je nach Monitoringzielen und Machbarkeit.

Der Leitfaden entspricht dem aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand und die Arbeitsgruppe möchte damit einen Beitrag an ein fachlich fundiertes Wildhufftiermanagement in der Schweiz leisten.

2 GRUNDPRINZIPIEN

Folgende Grundprinzipien sollten bei der Planung, Organisation und Umsetzung von Monitoring-Programmen beachtet werden:

- Das Monitoring beinhaltet nicht nur die **Erhebung** der Daten, sondern ebenso ihre **Analyse und Auswertung**.
- Monitoring-Methoden können in **direkte und indirekte Methoden** unterteilt werden. Bei direkten Methoden werden Daten/Informationen durch Beobachten, Zählen, Einsammeln, Vermessen oder Beproben der Tiere selbst erhoben. Bei den indirekten Methoden werden Spuren und andere Hinweise von Tieren erfasst.
- Ein Monitoring kann **qualitative** (Merkmal) und/oder **quantitative** (Anzahl, Index) Daten liefern. Bei beiden Ansätzen werden die Daten systematisch erhoben und analysiert.
- Ein **standardisiertes methodisches Vorgehen** bei den Erhebungen und bei den Analysen ist notwendig, um die Vergleichbarkeit der Daten – über die Zeit und über verschiedene Gebiete – zu gewährleisten.
- Um die Entwicklung einer Population während einer bestimmten Zeit nachvollziehen zu können, auch im Sinne der rollenden Planung, sind **periodische Durchführungen** von Datenerhebungen und ebenso -analysen erforderlich.
- Bei Zählungen ist die **Beobachtungswahrscheinlichkeit** in der Regel kleiner als eins. Das heisst, es werden praktisch nie alle Tiere eines Bestands erfasst. Ist die Beobachtungswahrscheinlichkeit bekannt, können die erhobenen Werte entsprechend korrigiert und so dem realen Wert angenähert werden. Die Bestandsschätzung ergibt sich dann aus der Summe der gezählten Tiere und der Dunkelziffer, die sich mittels Beobachtungswahrscheinlichkeit ableiten lässt. Unabhängig von der Beobachtungswahrscheinlichkeit sind Doppelzählungen möglich, was es ebenso zu berücksichtigen gilt.
- Die räumliche Einheit des Monitorings ist normalerweise der **Wildraum**.

3 VORGEHEN

3.1 Auswahl der geeigneten Monitoring-Methoden

An erster Stelle steht die **Schärfung der Fragestellung**. Bei der Aufgleisung eines Monitorings muss von Beginn weg klar sein, welche Fragen mit dem Monitoring beantwortet werden sollen. So kann ausgehend von den Fragestellungen abgeleitet werden, welche Parameter zu erheben sind (siehe Kapitel 4). Diese Parameter bestimmen mit, welche Methoden geeignet sind.

Alle Monitoring-Methoden, die derzeit angewandt werden, sind in Kapitel 5 beschrieben. Die Methodenwahl ist ein Abwägen zwischen zu erwartendem **Erkenntnisgewinn** und **Machbarkeit sowie Aufwand** der Erhebungen/Analysen. Damit ein Monitoring den gewünschten Erkenntnisgewinn liefern kann, ist meistens eine **Kombination verschiedener Parameter und Methoden** erforderlich.

Ist das Ziel ein langfristiges Monitoring als Basis für die rollende Jagdplanung, so ist ein vertretbarer Aufwand, der jährlich durch die Wildhut oder die Jagdrevierpächter geleistet werden kann, ein entscheidendes Kriterium. Ist das Ziel jedoch ein möglichst umfassender Erkenntnisgewinn zu einer spezifischen Fragestellung (z.B. Abgrenzung des Sommer- und Wintereinstands einer Rothirschpopulation), so stehen Qualität und Aussagekraft im Vordergrund bei der Methodenwahl.

In den Artkapiteln (siehe Kapitel 6) werden die geeigneten Monitoringmethoden pro Tierart mit Blick auf Datenqualität, Informationsgehalt sowie Machbarkeit und Aufwand in Silber- und Goldstandard aufgegliedert.

3.2 Planung und Organisation des Monitorings

Ein aussagekräftiges Monitoring muss so **geplant** werden, dass es die methodischen Anforderungen erfüllt (siehe Kapitel 5, 6 sowie Literaturhinweise in Kapitel 8).

Die räumliche Planungseinheit ist normalerweise der **Wildraum**. Bei Rehen kann dies auch ein kleinräumigeres Gebiet sein, z.B. ein Jagdrevier. Entsprechend sollte das Monitoring bei überregionalen Wildräumen (insbesondere für Rothirsch und Wildschwein) zwischen den Kantonen und/oder Revieren koordiniert werden. Dies hilft auch Doppelzählungen zu vermeiden.

Generell muss ein Monitoring **zeitlich gegliedert** werden, d.h. (a) wann tages- bzw. jahreszeitlich die Datenerhebung/-analyse stattfinden soll und (b) in welchen Zeitintervallen bzw. mit welcher Häufigkeit. Diese Terminierung hängt einerseits von den Zielsetzungen

ab, in grossem Masse jedoch auch von der **Durchführbarkeit** der Erhebungen. Die Durchführbarkeit wird bei wildlebenden Huftieren oftmals stark von ihrem Raumverhalten und der Beobachtbarkeit vorgegeben, welche ihrerseits von den Jahreszeiten, den Wetter- und Lebensraumbedingungen abhängen.

Des Weiteren müssen bei Zählungen genügend **erfahrene Helfer** organisiert werden. Diese sind im Vorhinein mit dem Vorgehen und den Aufnahmemethoden vertraut zu machen. Der Einbezug der Jägerschaft und ggf. weiterer Interessensgruppen ist zudem erfahrungsgemäss förderlich für die Akzeptanz der Ergebnisse.

Die Weiterentwicklung gewisser Verfahren verläuft oft rasch, was bei der Planung langfristig angelegter Monitoring-Programme zu berücksichtigen ist.

3.3 Erhebungen

Damit die Daten über die Zeit und über verschiedene Gebiete vergleichbar bleiben, müssen die Methoden nach einem **standardisierten Verfahren** angewendet werden. Es ist zu beachten, dass die Erfassung von Wildtieren nie perfekt ist, d.h. es werden kaum je sämtliche Tiere eines Wildraums erfasst und richtig/vollständig auf Geschlechts- und Alterskategorie bestimmt. Dies ist dem methodischen Beobachtungsfehler geschuldet, den es bei jeder Messung von Wildtieren in freier Wildbahn gibt. Diesem Umstand muss bei der Datenanalyse und -interpretation Rechnung getragen werden. **Wesentlich ist, dass die Erhebungen eine ausreichend hohe Genauigkeit und Reproduzierbarkeit aufweisen**, um Veränderungen in einem gewünschten Bereich und Zeitraum nachweisen zu können.

Sollte in einem Wildraum ein **Methoden-**

wechsel angestrebt werden, so ist es unerlässlich, die Änderungen zu dokumentieren und **in einer Übergangszeit beide Methoden anzuwenden**, damit methodisch bedingte Unterschiede in den Resultaten eruiert werden können.

Wiederholungen ermöglichen die Bestimmung von Beobachtungswahrscheinlichkeiten und -fehlern und helfen somit, Schätzwerte genauer zu machen. Wiederholungen sind besonders wichtig, wenn die gemessenen Werte eine grosse Streuung aufweisen.

Es ist zudem essenziell, dass immer alle erhobenen Werte für nachfolgende Analysen gesichert und sämtliche Rohdaten in einer geeigneten **Datenbank** aufbewahrt werden.

3.4 Analysen

Eine **einfache, deskriptive Analyse** von Daten (z.B. graphische Darstellung mit Trendlinie oder Mittelwert) kann je nach Fragestellung/Datensatz durchaus ausreichen. In gewissen Fällen bedarf es jedoch **aufwendiger statistischer Analysen** (z.B. Bestandsmodellierungen).

Oft sind **Angaben zur relativen Bestandentwicklung aussagekräftiger** und für das Management von grösserer Bedeutung als die absoluten Bestandszahlen. Dies gilt es bereits bei der Auswahl der Methode zu beachten.

Die geläufigsten Analysemethoden sind in *Kapitel 5* beschrieben und in *Kapitel 6* finden sich Hinweise zu den Analysen pro Tierart.

4 WILDTIERBIOLOGISCHE FRAGESTELLUNGEN UND POPULATIONSPARAMETER



Abbildung 3:
Gamsrudel (Foto: Wildtier Schweiz)

Die Wahl der geeigneten Monitoringmethode beginnt mit einer klaren Definition der gewünschten Informationen bzw. der Fragestellung. Ausgehend davon können die geeigneten zu erhebenden Populationsparameter abgeleitet werden. Diese Parameter können dann durch unterschiedliche Monitoringmethoden erhoben und analysiert werden.

Mögliche wildtierbiologische Fragestellungen mit den entsprechenden Parametern werden in *Tabelle 1* aufgeführt. Diese Tabelle ist somit Ausgangspunkt für die Aufgleisung eines Monitorings.

Tabelle 1:
Für das Wildtiermanagement relevante Fragestellungen mit den entsprechenden Populationsparametern (siehe Glossar Kapitel 7). Diese können mit verschiedenen Monitoringmethoden (Abkürzungen siehe Kapitel 5) erhoben werden.

Kategorie	Fragestellungen	Populationsparameter	Monitoringmethoden
Quantitative Bestandsangaben	Wie hoch ist der Bestand in einem Gebiet?	Populationsgrösse	ANZ, DCS, FLU, FMS, FMW, IPM, IR, KMI, LOZ, RKA, SWT
	Nehmen die Bestände über die Zeit zu/ab?	Zeitliche Veränderung der Populationsgrösse (=Populationsentwicklung)	ANZ, DCS, FLU, FMS, FMW, IPM, IR, JFS, KMI, RKA, SWT
	Wie hoch ist die Reproduktions-/Zuwachsrate eines Bestands?	Reproduktionsrate/ Zuwachsrate	ANZ, BES, FMO, FMS, FMW, IPM, JFS, KMI, RKA
	Wie hoch ist die Mortalität in einem Bestand?	Mortalitätsrate	ANZ, BES, FMW, IPM, JFS
	Wie hoch ist die Beobachtungswahrscheinlichkeit bei den Zählungen?	Populationsgrösse, Reproduktionsrate/ Zuwachsrate, Mortalitätsrate	ANZ, DCS, FLU, FMS, FMW, IPM, IR, KMI, RKA, SWT
Qualitative Bestandsangaben	Entspricht das Geschlechterverhältnis eines Bestands den Managementvorgaben?	Geschlechterverhältnis	ANZ, FMO, FMS, FMW, IPM, JFS, RKA
	Entspricht die Altersstruktur eines Bestands den Managementvorgaben?	Altersstruktur	ANZ, FMO, FMS, IPM, JFS, RKA
	Wie gut ist die Konstitution der Tiere eines Bestands im Vergleich zu anderen Gebieten/Jahren?	Konstitution	JFS
	Wie gut ist die Kondition der Tiere eines Bestands im Vergleich zu anderen Gebieten/Jahren?	Kondition	FMO, FMS, JFS
	Befindet sich der Bestand in der Nähe der Kapazitätsgrenze des Lebensraums?	Konstitution, Kondition, Mortalitätsrate, Reproduktionsrate, Zuwachsrate, Wachstumsrate	Kombination verschiedener Monitoringmethoden und weiterführende Modellberechnungen zur Dichteabhängigkeit der Populationsparameter notwendig. Zur Beantwortung dieser Frage sind zudem Lebensraumparame-ter (z.B. Waldverjüngung) zu berücksichtigen.
Räumliche Angaben	Wie ist die räumliche Verteilung der Tiere in einem Gebiet im Jahresverlauf?	Raumnutzung	BES, FLU, FMS, FMW, IR, LOZ, OCC
	Wie viele Tiere befinden sich in einem bestimmten Gebiet? Sind die Tiere gleich- oder ungleichmässig im Gebiet verteilt?	Populationsdichte	BES, FLU, FMS, FMW, IR, LOZ, OCC, REM
	Wie wirken sich bestehende Wildschutzgebiete oder Wildruhezonen auf das Raumverhalten aus?	Raumnutzung, Populationsdichte, Altersstruktur, Geschlechterverhältnis, Konstitution, Kondition	Kombination verschiedener Monitoringmethoden (siehe oben aufgeführte Methoden pro Populationsparameter)

5 MONITORINGMETHODEN

Die wichtigsten Monitoringmethoden, die derzeit angewandt werden und als geeignet beurteilt wurden, sind auf den folgenden Seiten beschrieben. Sie beinhalten sowohl

Methoden zur Datenerhebung als auch zur Datenanalyse, welche sinnvollerweise kombiniert angewandt werden (siehe auch Kapitel 6).

Monitoringmethode	Abkürzung
Ansitzzählung	ANZ
Besenderung	BES
Distance Sampling	DCS
Erhebung mit Flugobjekten	FLU
Fotofallenmonitoring, Opportunistisches	FMO
Fotofallenm., Systematisches / Deterministisches	FMS
Fang-Markierung-Wiederfang	FMW
Integrative Population Models	IPM
IR- oder Wärmebildkamera	IR
Jagd- & Fallwildstatistik	JFS
Kilometerindex	KMI
Losungszählung	LOZ
Occupancy Models	OCC
Random Encounter Model	REM
Retrospektive Kohortenanalyse	RKA
Scheinwerfertaxation	SWT

Tabelle 2:
Alphabetische Auflistung
der beschriebenen
Monitoringmethoden
und ihrer Abkürzungen.



Abbildung 4:
Rehgeiss mit
Kitz
(Foto: Stefan
Suter und
Claude And-
rist)

Tabelle 3:
Detaillierte Beschreibung der verschiedenen Monitoringmethoden.

Monitoringmethoden	
Ansitzzählung (ANZ)	
Kurzbeschreibung	Das Gebiet wird in Geländekammern mit fixen Beobachtungspunkten eingeteilt, von denen aus mehrere Personen gleichzeitig und koordiniert die Zählungen durchführen. Bewegungen von Tieren von einer Geländekammer in die nächste werden dokumentiert, um Doppelzählungen zu vermeiden. Neben der Anzahl Tiere werden Angaben zum Geschlecht und der Altersklasse der Tiere aufgenommen (mindestens Kitz, Jährling, Adult, unbekannt). Je nach Tierart sind genauere Altersangaben möglich. Wiederholte Zählungen liefern Angaben zur Beobachtungswahrscheinlichkeit.
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsgrösse (Unkorrigiert: Index für Populationsgrösse; Korrigiert für Beobachtungswahrscheinlichkeit: Schätzer für Populationsgrösse +/- Fehlermarge) • Populationsentwicklung • Reproduktionsrate/Zuwachsrage • Mortalitätsrate • Geschlechterverhältnis • Altersstruktur
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Offenes und gut einsehbares Gelände • Gute Koordination der HelferInnen • Gute Sichtverhältnisse (Wetter) • Fähigkeit der ZählerInnen, Wildtiere auf Distanz anzusprechen. Nur wenn die Alters- und Geschlechtskategorien aufgenommen werden, können Aussagen zur Populationsstruktur und zu Reproduktions-/Zuwachsraten gemacht werden. • Dokumentation der Bewegungen der Tiere • Beobachtungswahrscheinlichkeit kann mittels wiederholten Zählungen oder synchronen Zählungen durch abhängige oder unabhängige Beobachter geschätzt werden (bei abhängigen Beobachtern zählt der zweite Beobachter nur Tiere, welche der erste Beobachter nicht gesehen hat, bei unabhängigen Beobachtern werden immer alle gesichteten Tiere gezählt). • Unter Einbezug markierter Tiere im Bestand kann ebenfalls die Beobachtungswahrscheinlichkeit geschätzt werden (siehe FMW).
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Unkomplizierte Auswertungen • Geeignet für oberhalb der Waldgrenze • Wenig Störung der Tiere • Einbezug der Jägerschaft
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Planung und Koordination von Zählaktion mit Beteiligung vieler Leute sind aufwändig • Starke Abhängigkeit von Wetterbedingungen (nötigenfalls mittels Modell Einfluss auf Beobachtungswahrscheinlichkeit ermitteln)

Besenderung (BES)	
Kurzbeschreibung	Tiere werden gefangen und mit Sendern ausgerüstet. Für Wildhuftiere eignen sich Senderhalsbänder oder Ohrmarken. Es stehen verschiedene Sendersysteme zur Verfügung. VHF- oder UHF-Sender senden ein Signal aus und erlauben das aktive Orten der Tiere im Feld mittels eines Empfängers und einer Antenne. GPS Sender nehmen über das GPS-Satellitennetzwerk automatisch in vordefinierten Intervallen den Aufenthaltsort des Tiers auf. Die Übertragung der GPS Daten zum Datenempfänger kann über verschiedene Systeme erfolgen (z.B. GSM-Netzwerk, Iridium Satelliten, Direkt Download via UHF-Signal im Feld, LoRaWAN).
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Reproduktionsrate/Zuwachsrate • Mortalitätsrate • Raumnutzung • Populationsdichte (wenn kombiniert mit z.B. FMW)
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Knowhow zu Fang und Besenderung der Tiere muss vorhanden sein • Amtliche Bewilligungen zum Fangen und Besendern • Anerkannte Aus- und Weiterbildungen der Fänger
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr genaue Daten zu Raumnutzung, Überleben und Verhalten • Kein Beobachter-Bias
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Aufwand (inkl. Bewilligungen durch BAFU/Kantone) • Hohe Kosten • Invasiv • Aufwand und Kosten limitieren Stichprobengrösse
Distance Sampling (DCS)	➔ in Kombination mit SWT, IR, FMS
Kurzbeschreibung	Die Methode basiert darauf, dass die Landschaft mit (meist geraden) Linien überzogen wird. Diese Linientransekte werden zu Fuss, mit dem Fahrzeug oder Flugzeug standardisiert begangen/befahren/beflogen. Während diesem Begehen der Linie werden sämtliche «Objekte von Interesse» (Tier oder Tiergruppe, Losungen, Nester, usw.) nach einem genauen Verfahren protokolliert. Die rechtwinklige Distanz des Objektes zur Transektlinie muss exakt berechnet werden (Die gemessenen Distanzen können auch in Distanzkategorien gruppiert werden). Es wird angenommen, dass ein Objekt, das direkt auf der Transektlinie liegt, mit 100 % Sicherheit entdeckt wird (das Modell kann angepasst werden, falls diese Annahme nicht zutrifft). Die Beobachtungswahrscheinlichkeit nimmt mit zunehmender Distanz auf beiden Seiten des Transektes ab - mathematisch «Beobachtungsfunktion» genannt. Aus dieser Beobachtungsfunktion ergibt sich eine mittlere Beobachtungswahrscheinlichkeit. Mit dieser mittleren Beobachtungswahrscheinlichkeit, der beobachtbaren Fläche und der Anzahl gesichteter Objekte wird die Bestandsdichte berechnet. Die Methode kann auf Gruppenlebende Tiere angepasst werden. Die Auswertungen können mit Hilfe der Spezialsoftware DISTANCE durchgeführt werden.
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsgrösse • Populationsentwicklung
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Einsehbares Gelände beidseits des Transekts, kein zu starkes Gefälle seitlich des Wegs • Für Überflüge: Boden genügend einsehbar (kein geschlossenes Waldkronendach); eher für grosse Wildarten geeignet (Rothirsch, Wildschwein) • Software DISTANCE

Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • liefert genaue Bestandsangaben inklusive Fehlerschätzung • Für Gelände über der Waldgrenze, mit Waldanteil und mit Wald anwendbar • Methode kann auch mittels Fotofallen durchgeführt werden → siehe FMS • kann für mehr als eine Tierart gleichzeitig angewendet werden
Nachteile	hoher Arbeitsaufwand (Begehungen/Befahrungen/Befliegungen, falls mit Kameras gearbeitet wird: Auswertung von Aufnahmen)
Erhebung mit Flugobjekten (FLU)	→ in Kombination mit IR
Kurzbeschreibung	Gebiete werden systematisch mit einem Flugzeug oder Drohnen abgeflogen. Farb- und Thermalkameras machen dabei Luftaufnahmen (Fotos, Videos). Direkte Beobachtungen von Beobachtern sind auch möglich.
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsgrösse (Unkorrigiert: Index für Populationsgrösse; Korrigiert für Beobachtungswahrscheinlichkeit: Schätzer für Populationsgrösse +/- Fehlermarge) • Populationsentwicklung • Raumnutzung • Populationsdichte
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Abklärungen über Flugbeschränkungen im Untersuchungsgebiet. • Farbkameras brauchen offenes Gelände und oder gute Sichtverhältnisse (Schilfflächen, Laubwald im Winter). • Tiefe Umgebungstemperaturen (Flüge früh morgens oder in den Wintermonaten) verbessern die Ergebnisse der Aufnahmen mit Thermalkameras • Fluggerät und ausgebildeter Pilot muss vorhanden sein
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Schnell • Mittlerer Arbeitsaufwand (Auswertung von Aufnahmen) • Daten können mit DCS ausgewertet werden • Beobachtungswahrscheinlichkeit kann durch verschiedene Methoden geschätzt werden: Synchroner Beobachtungen abhängiger oder unabhängiger Beobachter, Komplettzählungen zufälliger Teilgebiete oder unter Einbezug markierter Tiere • Je nach abzudeckender Fläche günstiger als das Suchen auf dem Boden mit dem Auto • Geringe Störung der Tiere bei hohem Überflug
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Drohnen sind störungsintensiver als Flugzeuge und müssen auf Sicht geflogen werden, was die Reichweite und damit die Untersuchungsfläche einschränkt • Nicht geeignet für Gebiete mit mehrheitlich immergrünem Nadelwald • Für aussagekräftige Resultate sind ideale Wetterbedingungen nötig

Fang-Markierung-Wiederfang (FMW)	→ in Kombination mit FMS, LOZ
Kurzbeschreibung	<p>Die Grundmethode setzt mindestens eine Fang-/ Markieraktion, sowie eine Wiederfangaktion voraus. Bei der ersten Aktion wird eine bekannte Anzahl Tiere aus der Population gefangen und markiert. Bei der Wiederfangaktion werden markierte und unmarkierte Tiere gefangen und gezählt.</p> <p>Aus der Anzahl gesamthaff gezählter Tiere (M), der Anzahl markierter, wiedergefangener Tiere (W) und der Anzahl unmarkierter Tiere, die bei der zweiten Fangaktion gefangen werden (n-W), kann die Bestandesgrösse (N) abgeleitet werden. Je nach Komplexität der Methode muss die Markier-/Wiederfangaktion mehrmals wiederholt werden und markierte Tiere müssen individuell erkennbar sein oder nicht.</p> <p>Die Grundformel lautet: $N = M * n / W$, wobei</p> <p>N = geschätzte Populationsgrösse M = Anzahl Tiere, die bei der ersten Aktion gefangen und markiert werden n = gesamte Anzahl Tiere, die bei der zweiten Aktion gefangen werden (Total markierte und unmarkierte Tiere) W = Anzahl markierter Tiere, die bei der zweiten Aktion wiedergefangen werden</p> <p>Je nach Methode können unterschiedliche Parameter geschätzt werden</p>
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsgrösse • Populationsentwicklung • Mortalitätsrate • Reproduktions- / Zuwachsrates • Geschlechterverhältnis • Raumnutzung • Populationsdichte
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Daten können anhand von Lebendfängen, Fotofallen oder dem Sammeln von genetischen Proben (Haare, Kot, etc.) generiert werden → siehe auch LOZ/FMS • Genügend grosse Stichprobe an erkennbaren Tieren (je nach Methode individuell erkennbar oder nicht) • Wahl der richtigen Saison und Dauer der Monitoring-Periode: Keine Aus- oder Einwanderungen, sowie Geburten oder Todesfälle innerhalb der Monitoring-Periode – kann je nach Modell gelockert werden (offene oder geschlossene Modelle, <i>Robust design</i>) • Berücksichtigung der Annahmen, die den CMR-Modellen unterliegen, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> - Fangwahrscheinlichkeit für alle Individuen innerhalb einer Gruppe gleich (es können jedoch Gruppen unterschieden werden, z.B. Männchen und Weibchen) - Markierungen gehen nicht verloren – Markenverlust kann innerhalb des Modells geschätzt werden - Markierungen ergeben keinen Überlebensvor- oder -nachteil für die markierten Tiere • Kenntnis der Habitatansprüche der Zielart
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Präzise Angaben zum Bestand inklusive Fehlerschätzung • Liefert zusätzliche Informationen zu Überleben, Reproduktion, Populationsstruktur etc. wenn über längere Zeit regelmässig durchgeführt • Standardisierte Methode, welche Vergleiche zwischen verschiedenen Gebieten sowie Zeitpunkten erlaubt • Daten können für IPM benutzt werden • Kein Beobachtereffekt
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Aufwand • Eher hohe Kosten (Material, Labor) • Tiere müssen markiert oder individuell erkennbar sein bsp. Ohrmarken, Geweih (nur Männchen, daher zusätzlich Schätzung von GV erforderlich), Genetik



Abbildung 5:
Gämse neben
einer Fotofalle
(Foto: Andrea
Kupferschmid)

Fotofallenmonitoring	→ in Kombination mit FMW, REM, OCC
Systematisches / deterministisches (FMS)	
Kurzbeschreibung	Fotofallen werden im gesamten Untersuchungsgebiet systematisch (d.h. zufällig nach einem bestimmten Raster) verteilt und für eine vordefinierte Zeitperiode regelmässig unterhalten, sodass sie möglichst kontinuierlich funktionieren. Gesammelte Daten können als Grundlage für Fang-Wiederfangmethoden, Random encounter-Modelle oder Occupancy Modelle benutzt werden, je nach Fragestellung und Tierart.
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsgrösse • Populationsentwicklung • Reproduktionsrate/Zuwachsrate • Geschlechterverhältnis • Altersstruktur • Kondition • Raumnutzung • Populationsdichte
Anforderungen	Abhängig von der angewendeten Analyse-Methode (siehe dazu Anforderungen bei den jeweiligen Methoden: FMW, REM, OCC)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht invasiv • Standardisiert auswertbar (z.B. mit FMW und REM) • Interessensgruppen (z.B. Jäger) können gut ins Monitoring integriert werden
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Materialkosten • Grosse Datenmengen • Ohne automatische Bilderkennung sehr zeitaufwendig • Da sich die Zielarten wie z.B. das Reh nicht zufällig im Raum bewegen, ist die Beobachtungswahrscheinlichkeit beim systematischen Ansatz (FMS) kleiner als beim opportunistischen (FMO).
Opportunistisches (FMO)	
Kurzbeschreibung	Fotofallen werden an spezifischen Standorten (bsp. Wildwechsel, Austrittsorten, etc.) in einem bestimmten Gebiet platziert. Die Auswahl der Standorte und Dauer der Überwachung wird dabei opportunistisch festgelegt.

Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Präsenz / Absenz einer Art • Reproduktionsrate/Zuwachsrate • Geschlechterverhältnis • Altersstruktur • Kondition
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Gute Kenntnisse der Biologie der Zielart
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht invasiv • Interessensgruppen (z.B. Jäger) können gut ins Monitoring integriert werden • Werden die Fotofallen gezielt auf die Wechsel platziert, so ist die Beobachtungswahrscheinlichkeit grösser und somit ebenso die Datengrundlage für Angaben zur Populationsstruktur (Alter, GV, Reproduktion).
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Es können weniger Fragen beantwortet werden als mit dem FMS, da nicht randomisiert beprobt wird. • Ohne automatische Bilderkennung sehr zeitaufwendig
Integrated Population Models (IPM)	<p>➔ in Kombination mit ANZ, SWT, FLU, FMW</p>
Kurzbeschreibung	<p>IPM können Bestandsgrösse und Populationsparameter besonders gut und effizient schätzen, indem sie mehrere unabhängige Datensätze kombinieren. Nur durch die Kombination der einzelnen Datensätze können alle gesuchte Parameter erst geschätzt werden. So kann z.B. die Zuwanderungsrate in eine Population geschätzt werden, indem eine Zeitreihe von Bestandsgrössen (Populationswachstum) mit einem Datensatz über FMW (Überleben) und Daten zum Reproduktionserfolg (Fekundität) in einem IPM kombiniert werden.</p> <p>Ein klassisches IPM wird in drei Schritten erstellt: 1. Die Populationsparameter (Überleben, Reproduktion, Zu- und Abwanderung, usw.) werden mit dem Populationswachstum verknüpft. 2. Die für das Modell benötigten Populationsparameter werden mittels unterschiedlicher und unabhängiger Datensätze in Teilmodellen erfasst. 3. Die einzelnen Teilmodelle werden in ein IPM «integriert» (d.h. mathematisch verknüpft).</p>
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsgrösse • Populationsentwicklung • Reproduktionsrate/Zuwachsrate • Mortalitätsrate • Geschlechterverhältnis • Altersstruktur
Anforderungen	Vorhandensein von unterschiedlichen Datensätzen, welche Informationen über die gesuchten Populationsparameter und Bestandsgrössen enthalten. Diese Datensätze können auf verschiedenste Arten erhoben worden sein.
Vorteile	Durch die Verknüpfung von unterschiedlichen Datensätzen können Populationsparameter und Bestandsgrösse genauer und effizienter geschätzt werden. IPM können dabei helfen, die Prozesse, welche zum Fluktuieren von Populationen führen, besser zu verstehen. Der Einfluss von verschiedenen Faktoren (z.B. Jagd, Winterhärte) auf die Bestandsentwicklung kann untersucht werden. Es können durch das Zusammenbringen von mehreren Datensätzen Parameter geschätzt werden, welche sonst nicht schätzbar wären.
Nachteile	IPMs sind relativ komplex und müssen immer wieder neu parametrisiert werden (dies wegen ihrem Vorteil, dass sie sehr flexibel sind). Die mathematische Verknüpfung der jeweiligen Modelle kann sehr anspruchsvoll sein und im Idealfall sollten Biostatistiker beigezogen werden.

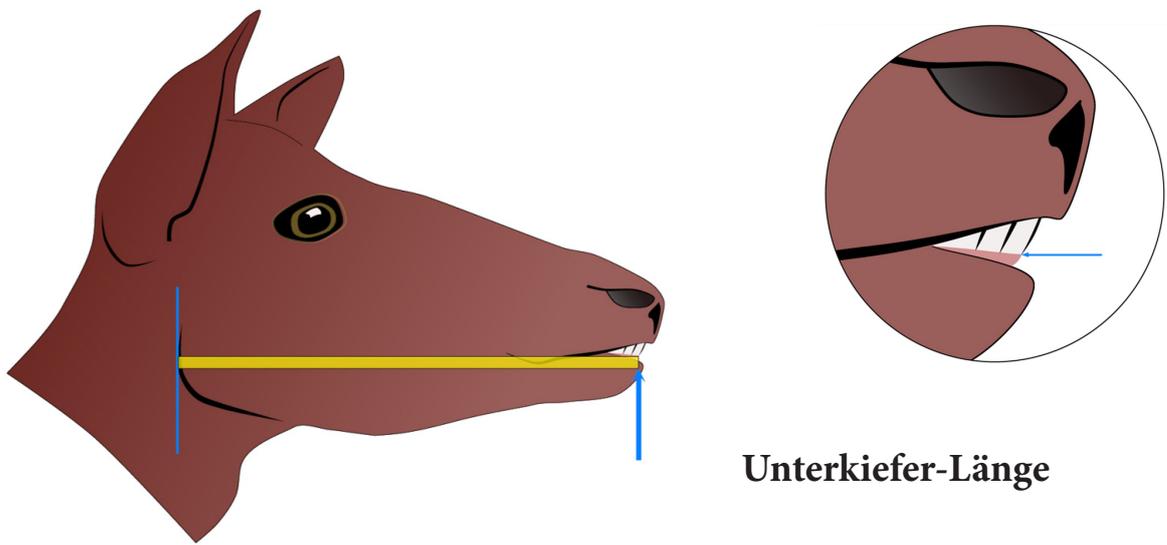
Infrarot- oder Wärmebildkamera (IR)	→ Siehe auch SWT, DCS, FLU
Kurzbeschreibung	Wärmebild- oder Infrarot-Kameras werden in Kombination mit Scheinwerfern (siehe SWT) oder als Ersatz dieser eingesetzt. Mit IR kann die Anzahl der Tiere ermittelt werden. Kombiniert mit Scheinwerfern verbessert sich die Ansprache der Tiere. Die Kameras können von Anzitzpunkten aus oder entlang von Transekten eingesetzt werden. Beobachtungen sind auch von Fahrzeugen oder Flugobjekten (siehe FLU) aus möglich.
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsgrösse (Unkorrigiert: Index für Populationsgrösse; Korrigiert für Beobachtungswahrscheinlichkeit: Schätzer für Populationsgrösse +/- Fehlermarge) • Populationsentwicklung • Raumnutzung • Populationsdichte
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Gute Sichtverhältnisse (Wetter) • vor allem im Winter auf Offenflächen, im Laubwald oder Mischwald mit Nadelanteil <50% geeignet • Beachtung zusätzlicher Faktoren wie Saison, Vegetation, Wind, Mondphasen (nötigenfalls deren Einfluss auf die Beobachtungswahrscheinlichkeit mittels Modell ermitteln) • Beobachtungswahrscheinlichkeit kann durch verschiedene Methoden geschätzt werden: Synchroner Begehungen durch ab/unabhängige Beobachter, Kompletzzählungen zufälliger Teilgebiete oder unter Einbezug markierter Tiere • IR kann zu Fuss, mit Fahrzeug, Drohne oder Flugzeug angewandt werden
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Weniger Störung als mit SWT, insbesondere wenn mit FLU angewandt. Tiere flüchten weniger schnell. • IR (zum Zählen der Tiere) kombinierbar mit SWT (zum Ansprechen) • bessere Detektierbarkeit der Tiere als mit SWT oder normalen Kameras, z.B. am Waldrand und in Laubwäldern im Winter • Mittlerer Arbeitsaufwand
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn per Auto durchgeführt, braucht es einen Fahrweg mit guter Einsicht ins Studiengebiet (der Fahrweg kann allenfalls auch am Gegenhang liegen). • Bei höheren Umgebungstemperaturen und dichter Vegetation ist die Detektierbarkeit schlechter, sodass Bestände unterschätzt werden



Abbildung 6:
Wärmekamerabild
eines Hirschrudels
(Foto: Christian
Willisch)

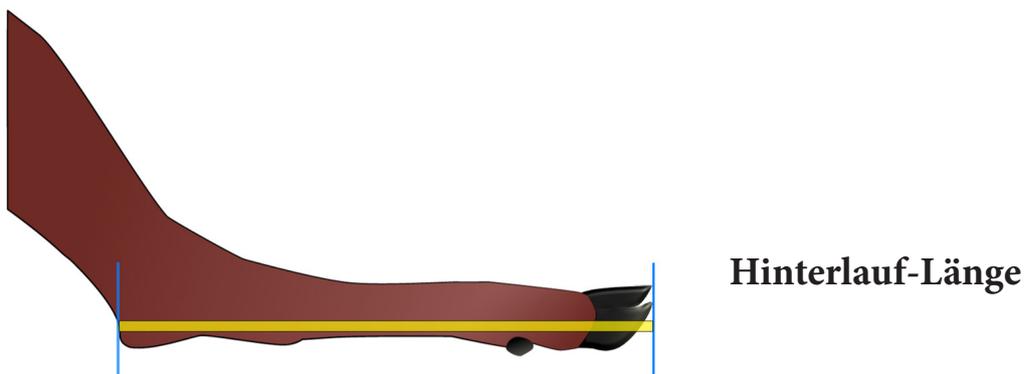
Jagd- & Fallwildstatistik (JFS)	
Kurzbeschreibung	Von erlegten und verunfallten Tieren werden verschiedene Daten erhoben. Dazu gehören Alters- und Geschlechterklasse, Kondition, Konstitution und Todesursache.
Parameter	<p>Unkorrigiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kondition und Konstitution: Gewicht gibt die momentane Kondition an zum Zeitpunkt des Todes. Die Hinterlauf- bzw. Unterkieferlänge ist ein Mass für die Bedingungen während dem Wachstum und somit für die Konstitution. Geweihmasse geben einen Hinweis auf die Qualität der Umweltbedingungen während des Geweihwachstums im Winter und im Frühling. Knochenmarkfett ist das letzte Fett, welche vor dem Verhungern abgebaut wird und ist somit ein guter Indikator, wie die Kondition im Extremfall ist. • Index für Populationswachstum über längere Zeit (mit Vorsicht anzuwenden, da Jagdvorgaben und Bedingungen während der Jagd die Jagdstrecke stark beeinflussen) • Information über Altersstruktur, GV und Reproduktion (mit grosser Vorsicht anzuwenden, da nur möglich, wenn die Sterbewahrscheinlichkeit bei allen Alters- und Geschlechterklassen gleich hoch ist, was sehr selten der Fall ist) • Information über das Auftreten von Krankheiten <p>Korrigiert via Sterbetafel-Analyse von Fallwild unter der Annahme, dass die Fundwahrscheinlichkeit für alle Alters- und Geschlechterklassen gleich und die Wachstumsrate/Zuwachsrage bekannt ist:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altersstruktur und Geschlechterverhältnis • Überleben <p>In Kombination mit RKA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schätzer für Populationsgrösse +/- Fehlermarge • Altersstruktur und GV • Reproduktionsrate / Zuwachsrage
Anforderungen	<p>Allgemein erhobene Parameter:</p> <p>Jäger/Wildhüter/Melder, Datum, Uhrzeit, Ortsangabe mit Koordinaten, Revier, Jagdart und allfällige Besonderheiten (Hegeabschuss, Nachsuche, Krankheiten) und bei Fallwild die Todesursache.</p> <p>Generelle biometrische Angaben:</p> <p>Tierart, Geschlecht (m/w), laktierend (ja/nein), Gewicht (aufgebrochen mit Haupt, Masseinheit kg [standardisiert auf z.B. 1 Dezimalstelle], Angabe ob mit geeichter oder ungeeichter Waage bzw. geschätzt), Hinterlauflänge (mm, standardisierte Messkriterien) und Unterkieferlänge (mm, standardisierte Messkriterien).</p> <p>Altersangaben:</p> <p>Bei den Bovidae ist eine exakte Altersbestimmung mithilfe der Jahrringe vorzunehmen.</p> <p>Bei den Cervidae wird eine ganzheitliche Altersschätzung aufgrund verschiedener Zahnmerkmale bevorzugt (Zahnwechsel & Zahnabrieb, Ersatzdentin-Methode); eine Altersschätzung lediglich aufgrund des Zahnabriebs ist ungenau. Die Angabe der Schätzung sollte falls möglich in Jahren statt in Altersklassen erfolgen, damit RKA durchgeführt werden kann.</p> <p>Beim Wildschwein kann die Altersbestimmung bei Tieren bis zu 3 Jahren anhand des Gebisses erfolgen.</p> <p>Geweihmasse der männlichen Cervidae:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endenzahl links und rechts • Stangenlängen links und rechts (Rothirsch in cm, Reh in mm) entlang der Geweihaussenseiten <p>Hornmasse der Bovidae:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hornlängen links und rechts entlang der Hornvorderseiten (mm)

	<ul style="list-style-type: none"> • Am längeren Horn: Kitz-Jährlingschub (Wachstum Spitze – 2. Jahring) Goldstandard Gämse: • Am längeren Horn: Sämtliche Jahresschübe gemessen mittig entlang der Hornvorderseite (mm) <p>Goldstandard Steinbock:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Am längeren Horn: Sämtliche Jahresschübe gemessen mittig entlang der Hornseite (mm) • Bei den männlichen Tieren evtl. Anzahl Schmuckknoten/Jahr <p>Für eine standardisierte Erhebung des Alters und verschiedener biometrischer Masse ist geschultes Personal wichtig.</p>
--	---



Unterkiefer-Länge

Abbildung 7:
Die Länge des Unterkiefers wird gemessen, indem das Messband vom hintersten Rand des Unterkieferwinkels entlang der Wange exakt bis zum Übergang Zahnfleisch - vorderster Schneidezahn aufgelegt wird.



Hinterlauf-Länge

Abbildung 8:
Die Messung der Hinterlauflänge (Fusslänge) erfolgt millimetergenau, mittels Messband vom hinteren Rand des Fersengelenks bis zur Hufspitze. Es ist darauf zu achten, dass der Fuss gestreckt und das Gelenk zwischen Mittelfuss und Huf nicht gebeugt ist.
(Illustrationen: © Ruth Fiechter; weitere Informationen: Borgo et al. 2007)

Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit, eine Vielzahl an aussagekräftigen Daten zum Zustand der Population zu erfassen • Günstig, kann parallel zur Entsorgung von Fallwild oder zur Kontrolle der Jagdstrecke erfolgen • Kontinuierliche Datenreihen geben ein gutes Bild der Populationsentwicklung, da die Daten im Zeitverlauf gut vergleichbar sind (unter Berücksichtigung von Rückmelderate, Jagdeffort und Überleben).
Nachteile	Für die Beurteilung der biometrischen Parameter inkl. entsprechende Ableitungen in Bezug auf die Populationsentwicklung sind Fachkenntnisse erforderlich.
Kilometerindex (KMI)	
Kurzbeschreibung	Anzahl der beobachteten Wildtiere pro Wegstrecke
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsgrösse (Unkorrigiert: Index für Populationsgrösse; Korrigiert mit Berücksichtigung der Beobachtungswahrscheinlichkeit: Schätzer für Populationsgrösse +/- Fehlermarge) • Populationsentwicklung • Altersstruktur und GV (wenn Ansprechen der Tiere gut möglich)
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Zu Fuss oder mit Fahrzeug • Beobachtungswahrscheinlichkeit kann durch verschiedene Methoden geschätzt werden: Synchroner Begehungen durch abhängige oder unabhängige Beobachter, Kompletzzählungen zufälliger Teilgebiete oder unter Einbezug markierter Tiere • Beachtung zusätzlicher Faktoren wie Saison, Vegetation, Wind (der Einfluss dieser Faktoren auf die Beobachtungswahrscheinlichkeit kann nötigenfalls mittels Modell ermittelt werden) • Methode kann zu formellem Distance Sampling erweitert werden (siehe DCS)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Offenes und geschlossenes Gelände • Auch einsetzbar auf grossflächigen, nicht durch Strassen erschlossenen Wäldern • Als Index mit wenig Aufwand bei regelmässigen Fahrten oder Kontrollgängen durchführbar – Ermittlung der Beobachtungswahrscheinlichkeit ist aufwändiger ergibt jedoch genauere Ergebnisse mit Fehlerschätzung
Nachteile	starker Beobachtereffekt wenn nicht für Beobachtungswahrscheinlichkeit korrigiert
Losungszählung (LOZ)	
	→ in Kombination mit FMW, DCS, OCC
Kurzbeschreibung	<p>Das wiederholte Auszählen von Kothaufen in einem bestimmten Gebiet gibt ein Mass für die Nutzungsintensität des Gebiets durch Huftiere. Die auszuzählende Fläche/Linie muss vorgängig exakt markiert und dann von allem Kot befreit werden, damit nur die Tiere nachgewiesen werden, die sich aktuell im Gebiet befinden.</p> <p>Nach einer gewissen Zeit (z.B. 1 Monat) werden die markierten Flächen/Linien ausgezählt und die Kotereignisse genau protokolliert, wobei ein Kothaufen (minimal 6 Kotpillen) als ein Ereignis gezählt wird. Der Kot wird nach dem Protokollieren für die nächste Aufnahme entfernt.</p> <p>Dividiert man die Anzahl der Ereignisse mit der Defäkationsrate (z. B. Reh 20 Kothäufchen pro Tag), dann erhält man auch eine grobe Schätzung für die Anzahl der vorhandenen Tiere. Die Defäkations- und die Zersetzungsrate sind jedoch abhängig vom Gebiet, dem Wetter und der Nahrung und deshalb am besten vorgängig experimentell zu bestimmen.</p>

Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Raumnutzung • Populationsgrösse • Populationsdichte
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Die Zeit zwischen zwei Aufnahmen muss kürzer sein als die Dauer des vollständigen Kotabbaus (Zersetzungsdauer abhängig von Temperatur und Bodenaktivität). • Richtiges Ansprechen der Tierart, die den Kot hinterlassen hat, muss erlernt werden oder Tierart wird durch genetische Analyse eindeutig bestimmt.
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • In allen Habitattypen anwendbar; über der Waldgrenze, mit Waldanteil und im Wald geeignet • Liefert gute Ergebnisse über die Veränderung der Nutzung eines Gebietes • Kann für genetische Fang-Markier-Wiederfang Methode zur Bestimmung der Bestandesgrösse verwendet werden (siehe FMW) • Relativ leicht auszuführen und erlaubt die Integration von Interessensgruppen (z.B. Jäger) ins Monitoring
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Kot von verschiedenen Huftieren nur bedingt unterscheidbar (z.B. Rothirsch & Reh), ausser durch genetische Analyse • Liefert tendenziell nur kleinräumige Aussagen, da Arbeitsaufwand für grosse Flächen zu hoch • In Kombination mit genetischen Analysen (FMW) eher teuer • ungenaue Schätzer der Populationsgrösse, ausser in Kombination mit FMW • Wetter beeinflusst die Beobachtungswahrscheinlichkeit und Zersetzungsrates des Kots
Occupancy Models (OCC)	➔ in Kombination mit FMS, LOZ
Kurzbeschreibung	<p>Occupancy Modelle werden oft für die Erhebung des Verbreitungsgebietes einer Art oder für Studien über die Habitatselektion benutzt.</p> <p>Mit Occupancy Modellen wird die Wahrscheinlichkeit geschätzt, dass ein bestimmtes Gebiet von einer Art (bzw. Gruppe von Tieren) besetzt ist (Anwesenheit, englisch „occupancy“) oder nicht (Abwesenheit). Dafür wird das Untersuchungsgebiet in Parzellen unterteilt. Die Vorkommenswahrscheinlichkeit einer Art wird für jede Parzelle einzeln geschätzt. Bei dieser Schätzung muss auch die Nachweiswahrscheinlichkeit der Art ermittelt werden, d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass eine anwesende Art auch tatsächlich entdeckt und nachgewiesen wird. Denn eine Art, die auf einer Parzelle vorkommt, wird unter Umständen nicht auf Anhieb entdeckt: Es kann sein, dass eine Art zum Zeitpunkt einer Erhebung zwar im Gebiet vorkommt, aber nicht sichtbar ist, oder aus anderen Gründen übersehen wird. Um die Nachweiswahrscheinlichkeit und damit auch die Vorkommenswahrscheinlichkeit zu schätzen, werden die Erhebungen wiederholt.</p> <p>Occupancy Modelle erlauben unter gewissen Bedingungen auch, die Bestandesgrösse zu bestimmen. Dies u.a. unter der Annahme, dass die Nachweiswahrscheinlichkeit einer Tierart in einer Parzelle einzig von der Anzahl vorhandenen Tiere abhängt.</p>
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Raumnutzung • Populationsdichte
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholte Erhebungen • Keine Veränderung der An-, bzw. Abwesenheit zwischen Erhebungen. • Beobachtungswahrscheinlichkeit und Anwesenheit über Zeit und zwischen Gebieten ist konstant oder erklärt durch Kovariablen (z.B. Dichte der Vegetation).

Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Nachweis kann auch indirekt passieren über Stimmen, Spuren, Kot, Fotofallen-Fotos, etc. • Weniger aufwändig als Bestandserhebung mittels FMW, weil Tiere nicht individuell erkennbar sein müssen • Auch für nicht markierte oder nicht individuell unterscheidbare Tierarten geeignet (siehe FMS)
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Aufwand • Eher hohe Kosten (Material, Labor – im Falle von genetischem Nachweis einer Tierart) • In der Regel keine Information über Bestandsgrösse (Anzahl Tiere pro Parzelle kann geschätzt werden – benötigt jedoch eine Vielzahl von geschätzten Parametern und somit viele Daten)
Random Encounter Model (REM)	→ in Kombination mit FMS, BES
Kurzbeschreibung	<p>Mit der REM-Methode lassen sich Tierdichten aufgrund von Fotofallendaten schätzen, ohne dass die Tiere individuell erkannt werden müssten. Das REM basiert auf der Annahme, dass sich Tiere zufällig und unabhängig voneinander bewegen (obwohl dies in der Realität nicht zutrifft, haben sich diese Modelle in der Praxis als nützlich erwiesen). Mit diesem Modell wird die Tierdichte anhand der Häufigkeit der Begegnungen («encounters») der Tiere mit den Kameras geschätzt.</p> <p>Mit dem Modell wird die lineare Funktion zwischen der Dichte und der Kontaktrate berechnet. Diese Funktion enthält folgende Grössen: die zwei Schlüsselgrössen «durchschnittliche Gruppengrösse» und «durchschnittliche Distanz, die ein Tier pro Tag zurücklegt», sowie zwei Eigenschaften des Kamerasensors, die «Aufnahmereichweite» und der «Aufnahmewinkel, in welchem Tiere detektiert werden».</p> $D = (y/t) * (\pi / (vr(2+\theta))) * g$ <p>D: Absolute Dichte (Anzahl Tiere pro Flächeneinheit) y: Anzahl Fotos (Events) mit Tierart t: Total Expositionsdauer (=Anzahl Stunden mit aktiven Kameras) v: Durchschnittsgeschwindigkeit (Weg pro Zeit) der Tierart r: Aufnahmereichweite der Fotofalle θ: Aufnahmewinkel der Fotofalle g: Durchschnittliche Gruppengrösse</p>
Parameter	Populationsdichte (+/- Fehlermarge)

Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Die Kamerastandorte müssen zufällig in Bezug auf den Aufenthaltsort von Tieren gewählt werden. • Die einzelnen Erfassungsevents müssen unabhängig sein. • Geschlossene Population während der Monitoring-Periode • Die Genauigkeit der Schätzung hängt von der Genauigkeit der verschiedenen in die Formel einflussenden Parametern ab. • Bei Tierarten, die in Gruppen unterwegs sind, muss die durchschnittlichen Gruppengrösse miteinbezogen werden, um die absolute Dichte zu erhalten. • Der benötigte Aufwand, um eine robuste Stichprobengrösse zu erhalten, hängt von der Tierdichte und der durchschnittlichen Distanz, die ein Tier pro Tag zurücklegt, ab.
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • keine individuelle Erkennung nötig • nicht invasiv
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Tiere (kann aufgrund von sequenziellen Kameraaufnahmen oder mittels besonderer Tiere geschätzt werden) und die durchschnittliche Gruppengrösse müssen bekannt sein • Ohne automatische Bildererkennung sehr zeitaufwendig
Retrospektive Kohorten-analyse (RKA)	→ in Kombination mit JFS, BES
Kurzbeschreibung	<p>Bei der retrospektiven Kohortenanalyse (klassische Kohortenanalyse) wird der absolute Bestand einer Population sowie dessen Strukturierung nach Alters- und Geschlechtsklassen rückwärts erfasst. Ausgehend vom Todesjahr und dem bestimmten Alter kann jedes Tier einer Geburtskohorte (Jahrgang) zugeordnet werden und die Stärke dieser Geburtskohorte berechnet werden.</p> <p>Die Methode kann weiterentwickelt werden zur statistischen Kohortenanalyse (oder «Virtual population analysis», VPA), um auch unvollständige Kohorten (Jahrgänge, aus denen noch nicht alle Tiere gestorben sind) zu schätzen. Dies ermöglicht die Schätzung der Bestandsgrösse bis in die Gegenwart. Dies erfordert jedoch zusätzliche Parameterschätzer (siehe Anforderungen).</p>
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsgrösse • Populationsentwicklung • Reproduktionsrate/Zuwachsrate • Geschlechterverhältnis • Altersstruktur

Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Für die klassische Kohortenanalyse ist eine genaue Bestimmung des Alters unabdingbar (geschulte Fachpersonen erforderlich). • Genaue Jagdstrecke muss bekannt sein • Wenn das Alter in Jahren nicht ohne Fehler bestimmt werden kann (bsp. Hirsch), liefert eine Gruppierung in Altersklassen genauere Resultate (nur mit statistischer Kohortenanalyse möglich). • Für die statistische Kohortenanalyse braucht es unabhängige Informationen über Jagdeffort, natürliches Überleben und die Jagdrate – dies kann über zusätzliche Datensätze berechnet werden (z.B. Fallwild, besenderte oder markierte Tiere, etc.)
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hilfreiche Methode zur Verifizierung von Populationsgrößen und Dunkelziffern, unter Einbezug der bestehenden Datensets aus JFS. • Die erforderlichen Daten für eine klassische Kohortenanalyse werden in den meisten Jagd- und Fallwildstatistiken erhoben (siehe JFS). • Die statistische Kohortenanalyse erlaubt die Bestandesrekonstruktion bis in die Gegenwart. • Für eine statistische Kohortenanalyse können allenfalls Zusatzdaten aus der Literatur beigezogen werden. • Bei der statistischen Kohortenanalyse können mehrere Altersklassen zusammengefasst werden (z.B. höhere Altersklassen).
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Eine klassische Kohortenanalyse kann nur rückwirkend angewandt werden und gibt somit keine aktuellen Zahlen. • Berechnungen der statistischen Kohortenanalyse sind relativ komplex und aufwendig.
Scheinwerfertaxation (SWT)	→ in Kombination mit DCS, IR
Kurzbeschreibung	Mit einem Fahrzeug wird eine zuvor definierte Route abgefahren. Vom Fahrzeug aus werden die Tiere mit Hilfe von Scheinwerfern gezählt (wenn möglich nach Altersklasse und Geschlecht unterschieden). Optimal mit 3 Personen (Fahrer, Beobachter, Schreiber).
Parameter	<ul style="list-style-type: none"> • Populationsgröße (Unkorrigiert: Index für Populationsgröße; Korrigiert für Beobachtungswahrscheinlichkeit; Schätzer für Populationsgröße +/- Fehlermarge) • Populationsentwicklung
Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Gute Sichtverhältnisse (Wetter) • Gut geeignet für Offenflächen, schlechtere Sichtbarkeit im Wald (siehe IR) • Beachtung zusätzlicher Faktoren wie Saison, Vegetation, Wind (nötigenfalls mittels Model Einfluss auf Beobachtungswahrscheinlichkeit ermitteln) • Beobachtungswahrscheinlichkeit kann durch verschiedene Methoden geschätzt werden: Synchroner Begehungen durch abhängige oder unabhängige Beobachter, Kompletzzählungen zufälliger Teilgebiete oder unter Einbezug markierter Tiere • Methode kann zu formellem Distance Sampling erweitert werden, wenn die rechtwinklige Distanz der Tiere zum Beobachter ermittelt wird (siehe DCS).
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Als Index mit mittlerem Aufwand durchführbar – Ermittlung der Beobachtungswahrscheinlichkeit ist aufwändiger ergibt jedoch genauere Ergebnisse mit Fehlerschätzung • Einbezug der Jägerschaft
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Nur möglich wo Fahrwege vorhanden • Muss in der Nacht durchgeführt werden – erfordert allenfalls Bewilligung • Saisonale Einschränkungen, je nach Einstandsgebiet

6 ARTKAPITEL

Die geeigneten Erhebungsmethoden werden pro Tierart mit Blick auf Datenqualität, Informationsgehalt sowie Machbarkeit und Aufwand in Silber- und Goldstandard aufgliedert. Ergänzt werden die Artkapitel mit artspezifischen Informationen, die es beim Monitoring zu beachten gilt.

Silberstandard = bestes Aufwand-Ertrag-Verhältnis:

Geeignet für langfristige, kontinuierliche und flächendeckende Datenerhebungen bei Managementaufgaben, z.B. Bestandschätzungen von Rothirschen anhand von Scheinwerttaxation (SWT) oder die räumliche Verteilung von Rothirschen anhand von Abschusskoordinaten (JFS). Der angegebene Silberstandard widerspiegelt weitgehend die aktuell im Huftiermanagement gelebte Praxis.

Goldstandard = höchster Erkenntnisgewinn:

Geeignet für Referenzgebiete, für intensive, ergänzende Erhebungen, auch zeitlich begrenzt möglich (nicht unbedingt kontinuierlich), für Forschungsprojekte, als Grundlagen für die Massnahmenplanung in Rahmen von Wald-Wild-Konzepten und für die Beantwortung gezielter Managementfragen.

Mögliche Fragestellungen für die Anwendung des Goldstandards:

- Saisonale Raumnutzung von Rothirschen anhand von Besenderungen zur Definition geeigneter Wildräume als Grundlage für die überregionale Jagdplanung.
- Analyse der Einflussfaktoren auf eine sinkende Gamspopulation mittels IPM zur Ermittlung der wirkungsvollsten Artenförderungsmaßnahmen.
- Populationsdichten von Rehen mit REM und Fotofallenmonitoring zur Beurteilung des Effekts von Wald-Wild-Massnahmen.

Für die Methodenempfehlungen wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- ▶ Machbarkeit (z.B. verfügbare Infrastruktur)
- ▶ Eignung für Lebensraum (Wald, Offenland, Topographie)
- ▶ Genauigkeit/Aussagekraft
- ▶ Aufwand/Kosten
- ▶ Notwendigkeit von Wiederholungen
- ▶ Langfristigkeit
- ▶ Eignung für Fläche (grosse/kleine Flächen)
- ▶ Invasivität

6.1 Monitoring Reh



Abbildung 9:
Im Rahmen des schweizweiten Rehkitzmonitoringprojekts markiertes Rehkitz
(Foto: Roli Koch)

6.1.1 Empfohlene Monitoringmethoden

Populationsparameter	Silberstandard (bestes Aufwand-Ertrag-Verhältnis)	Goldstandard (höchster Erkenntnisgewinn)
Populationsgrösse / -entwicklung	Jeweils für die Populationsentwicklung: JFS (über Abgänge), KMI, LOZ, mehrfache SWT mit IR	DCS (mittels FLU / SWT mit IR), FMW (mittels FMS, Kotgenotypisierung oder Markierung), IPM, REM
Reproduktionsrate / Zuwachsrate		FMW (mittels FMS, Kotgenotypisierung oder Markierung), IPM
Mortalitätsrate	JFS als Anhaltspunkt für die Sterblich- keit (Abgänge)	FMW (mittels Markierung), IPM
Geschlechterverhältnis	JFS (Fallwild)	FMO, FMS, IPM
Altersstruktur	JFS (Fallwild)	FMO, FMS, IPM, JFS
Konstitution	JFS: Hinterlauflänge, Unterkieferlänge*	JFS: Hinterlauflänge, Unterkieferlänge, Geweihlänge, Endenzahl*
Kondition	JFS: Gewicht*	JFS: Gewicht, Geweihlänge, Enden- zahl*, Fettanteil (z.B. Knochenmarkfett)
Raumnutzung	JFS: Georeferenzierte Abschüsse & Fall- wild, georeferenzierte Beobachtungen Wildhut / Jägerschaft (z.B. aus FMO)	BES, FMW (mittels FMS, Kotgenotypisie- rung oder Markierung)

*Details siehe Beschreibung Monitoringmethoden JFS

6.1.2 Besonders zu beachten

1. Erhebungsmethoden:

Rehe halten sich in der Schweizer Kulturlandschaft ganzjährig mehrheitlich im Wald auf und sind nur mit sehr grossem Aufwand zählbar. Eine Schätzung der Bestandsentwicklung mittels KMI, LOZ u.ä. kann für einzelne Reviere oder begrenzte Lebensräume (z.B. Waldstücke) zielführend sein, sofern die Methodik und Lebensraumbedingungen konstant bleiben. Für grossräumigere Betrachtungen kann die Analyse von JFS-Daten Hinweise zur Bestandsentwicklung liefern. Für genauere Angaben zur tatsächlichen Populationsgrösse können technisch und analytisch aufwendigere Methoden wie DCS (mittels FLU oder SWT kombiniert mit IR) oder FMW (mittels FMS, Kotgenotypisierung oder Markierung) angewendet werden. Zähltreiben werden aufgrund grosser Störung und geringer Beobachtungswahrscheinlichkeit zur Bestandserhebung nicht empfohlen.

Bei Bestandserhebungen ist zudem zu berücksichtigen, dass die Lebensweise der Rehe saisonal recht unterschiedlich ist. Entsprechend verteilen sie sich während der territorialen Phase im Sommer eher gleichmässig im Raum, während der sozialen Phase im Winter dagegen eher gruppiert in sogenannten Wintersprüngen.

Sämtliche Abgänge (Abschüsse und Fallwild) sollten möglichst detailliert in der JFS erfasst werden. Beim relativ kurzlebigen Reh mit seiner hohen Fortpflanzungsrate bis zum Tod ist

es nicht zwingend nötig, Mittelklasse und Altersklasse im Bestand zu unterscheiden. In der JFS genügt deshalb folgende Unterscheidung der Alterskategorien: Kitze (<1-jährig), Jährlinge (1-jährig), adulte (≥ 2 -jährig) Geissen und Böcke. Die Unterscheidung zwischen Jahr- und Adulttier kann anhand des Zahnwechsels erfolgen.

2. Analysemethoden:

Um die Goldstandard-Methoden anzuwenden, braucht es spezifische Statistikenkenntnisse. Auch die Datenbeschaffung ist aufwändiger gegenüber dem Silber-Standard.

Mittels REM (Datenerhebung erfolgt mittels FMS) können Rehichten erhoben werden. Unter Einbezug der untersuchten Fläche können daraus die effektiven Bestandszahlen ermittelt werden.

Umgekehrt können mittels DCS oder FMW Bestandszahlen geschätzt werden, welche unter Einbezug der Fläche auf die Dichte schliessen lassen. Im Falle von DCS muss je nach Jahreszeit der Durchführung allenfalls für geklumpfte Vorkommen korrigiert werden (soziale Phase im Winter). In diesem Fall wird die Abundanz der einzelnen Gruppen geschätzt, welche zusammen mit der mittleren Gruppengrösse eine Schätzung der Bestandsgrösse erlauben. Die mit diesen Methoden ermittelten Schätzer sind bei mittleren bis hohen Dichten präziser als bei geringen Dichten.

6.2 Monitoring Rothirsch



Abbildung 10: Fotofallenbild einer besonderen Hirschkuh mit Kalb (Foto: WILMA / ZHAW)

6.2.1 Empfohlene Monitoringmethoden

Populationsparameter	Silberstandard (bestes Aufwand-Ertrag-Verhältnis)	Goldstandard (höchster Erkenntnisgewinn)
Populationsgrösse / -entwicklung	JFS (Populationsentwicklung über Abgänge), mehrfache SWT mit IR	DCS (mittels FLU / SWT mit IR), FLU, FMW (mittels FMS, Kotgenotypisierung oder Markierung), IPM, REM, RKA
Reproduktionsrate / Zuwachsrate	SWT mit IR für Zuwachsrate im Frühling vor Setzzeit	FMW (mittels FMS, Kotgenotypisierung oder Markierung), IPM, RKA
Mortalitätsrate	JFS als Anhaltspunkt für die Sterblichkeit (Abgänge)	FMW (mittels Markierung), IPM
Geschlechterverhältnis	SWT mit IR	FMO, FMS, IPM
Altersstruktur	JFS (Alterskategorien der Abgänge)	FMO, FMS, IPM, JFS, RKA
Konstitution	JFS: Hinterlauflänge, Unterkieferlänge*	JFS: Hinterlauflänge, Unterkieferlänge, Geweihlänge*
Kondition	JFS: Gewicht*	JFS: Gewicht, Geweihlänge, Endenzahl*
Raumnutzung	JFS: Georeferenzierte Abschüsse & Fallwild, georeferenzierte Beobachtungen Wildhut / Jägerschaft (z.B. mit FMO)	BES, FLU, FMW (mittels FMS, Kotgenotypisierung oder Markierung)

*Details siehe Beschreibung Monitoringmethoden JFS

6.2.2 Besonders zu beachten

1. Erhebungsmethoden:

Rothirsche sind meist schwierig zählbar, da der Wald hier in der Schweiz ihr Hauptlebensraum ist. Im Spätwinter und Frühling treten die Rothirsche oft in grösseren Gruppen nachts auf offene Flächen aus, weshalb in den meisten Kantonen während dieser Periode der Rothirschbestand mittels SWT erhoben wird. Dennoch bleibt der Anteil nicht gesichteter Tiere in allen Gebieten beachtlich, wie dies mit Verifizierungen mittels FLU, IR oder RKA nachgewiesen werden konnte. Für die Schätzung des Bestands aufgrund der Resultate der SWT ist deshalb mit einer Dunkelziffer zu rechnen. Diese ergibt sich aus gutachtlicher Einschätzung (inkl. Berücksichtigung der aktuellen Zählbedingungen), aus Kohortenanalysen oder aus Referenzerhebungen mittels anderweitiger Methoden (z.B. KMI im bewaldeten Gebiet oder FLU kombiniert mit IR; hierbei ist es unter anderem wichtig, dass die Umgebungstemperatur nicht zu hoch ist und die Vegetationsdecke, von oben gesehen, nicht zu dicht ist). Erfahrungsgemäss liegt die Dunkelziffer oftmals um 30% des Gesamtbestands oder mehr. Sie hängt aber auch stark von den jeweiligen Zählbedingungen ab (Witterung, Schneesituation). In Datenbanken sollte stets klar unterschieden werden zwischen Daten aus Bestandszählungen und Daten aus Bestandsschätzungen (siehe Kapitel 2 Grundprinzipien). Rothirsche zeigen eine ausgeprägte saisonale Migration in Bezug auf Höhe und Exposition. Die Raumeinheit für den Rothirsch ist deshalb der Wildraum, der sowohl den Winter- wie den Sommereinstand einer Population umfasst. Damit kann sichergestellt werden, dass der gezählte Bestand im Frühjahr (mehrheitlich noch im Wintereinstand) auch derselbe ist, der im Herbst zur Hauptjagdzeit, wenn sich die Tiere noch im Sommereinstand befinden, bejagt wird. Die Besonderung von Hirschen (BES) ist hilfreich, um geeignete Raumeinheiten zu ermitteln, insbesondere weil mit besenderten Tieren die ganzjährige

Raumnutzung erfasst wird - im Gegensatz zur Jagdstatistik (JFS), deren Angaben sich auf die Jagdperiode beschränken. Der Rothirsch ist eine langlebige Wildhufftierart mit komplexer Sozialstruktur. Die Jagd darf diese Struktur nicht desorganisieren. Es gilt insbesondere, das natürliche Geschlechterverhältnis sowie eine starke Mittelklasse bei den männlichen Tieren zu sichern. Daten zur Altersstruktur, dem Geschlechterverhältnis, der Kondition sowie zur Reproduktions-/Zuwachsrates sind für die Jagdplanung von besonderer Bedeutung. JFS und SWT liefern dazu Hinweise, die punktuelle Anwendung von Goldstandard-Methoden wie FMW oder FMS ist jedoch zu empfehlen für eine verlässlichere Datengrundlage.

Populationsdichten zu errechnen ist beim Rothirsch wenig aussagekräftig, da sich die Tiere meist sehr unregelmässig verteilt im Wildraum aufhalten.

2. Analysemethoden:

Um die Goldstandard-Methoden anzuwenden, braucht es spezifische Statistikenkenntnisse. Auch die Datenbeschaffung ist aufwändiger gegenüber dem Silber-Standard.

RKA können nur durchgeführt werden, wenn langjährige Daten zur Altersschätzung der erlegten Tiere und des Fallwilds aufgrund von Zahnmerkmalen (entweder Zahnwechsel und Zahnabrieb oder Ersatzdentin-Methode) vorliegen.

Zuwachsraten und das Geschlechterverhältnis können nur beschränkt von den Ergebnissen der SWT abgeleitet werden, da die Beobachtungswahrscheinlichkeit je nach Alter und Geschlecht unterschiedlich ist. Zudem werden die Hirsche oft im Frühjahr, d.h. unmittelbar nach Geweihabwurf, gezählt, was die Fehlerquote bei der Unterscheidung männlicher und weiblicher Tiere erhöht.

6.3 Monitoring Wildschwein



Abbildung 11:
Wildschwein in der Grande Cariçai (Foto: Stefan Suter und Claude Andrist)

6.3.1 Empfohlene Monitoringmethoden

Populationsparameter	Silberstandard (bestes Aufwand-Ertrag-Verhältnis)	Goldstandard (höchster Erkenntnisgewinn)
Populationsgrösse / -entwicklung	Jeweils für die Populationsentwicklung: JFS (über Abgänge), OCC (mittels FMO), REM	FMW (mittels Markierung) DSC (mittels FLU)
Reproduktionsrate / Zuwachsrate	FMO, FMS	FMW (mittels Markierung)
Mortalitätsrate	JFS als Anhaltspunkt für die Sterblichkeit (Abgänge)	FMW (mittels Markierung)
Geschlechterverhältnis		FMW (mittels Markierung)
Altersstruktur		JFS
Konstitution	JFS: Hinterlaufänge*	JFS: Hinterlaufänge*
Kondition	JFS: Gewicht	JFS: Gewicht, Bauchfett, Halsumfang in Kombination mit der Hinterlaufänge
Raumnutzung	BES, FMO	BES, FLU

*Details siehe Beschreibung Monitoringmethoden JFS

6.3.2 Besonders zu beachten

1. Erhebungsmethoden:

Wildschweine sind typische Waldbewohner und vorwiegend nachtaktiv. Sie kommen hauptsächlich in Laub- und Mischwäldern bis zu einer Höhe von 2000 m vor. Das Wildschwein nutzt Landwirtschaftsflächen zur Nahrungssuche während dem ganzen Jahr wobei im Sommer und Herbst die Felder auch als Tageseinstand (hauptsächlich in Mais, Weizen, Sonnenblumen, Raps und Chinaschilf) genutzt werden. Wildschweine sind einzeln oder geklumpt in Rotten unterwegs. Sie verteidigen keine Territorien und können dadurch bei gutem Nahrungsangebot hohe Dichten erreichen. Das Wildschwein ist ein r-Strategie und weist mit Abstand die höchsten Zuwachsraten bei Huftieren auf.

Sind Wildschweine in einem Gebiet anwesend, hinterlassen sie sichtbare Spuren, wie gebrochene Flächen, Wechsel, Losung, Trittsiegel, Schlafnester, Suhlen und Mahlbäume. Wegen ihrer nächtlichen und heimlichen Lebensweise sind sie jedoch nur schwer zu zählen. Viele Teams in Europa haben versucht, Zählmethoden zu entwickeln, die genauesten (FMW) mit markierten Tieren oder mit dem Einsatz von Genetik, sind sehr teuer und schwer routinemäßig anzuwenden. Einige Methoden können nur bei spezifischen Voraussetzungen angewendet werden, wie z.B. Kotzählungen (LOZ) in Gebieten mit spärlicher Vegetation (Spanien), Spurenzählungen auf Schnee in gut definierten Waldparzellen (Polen) oder sind gemäß den Schweizer Gewohnheiten und rechtlichen Rahmenbedingungen (Zähltreiben) nur schwer umzusetzen und verursachen grosse Störungen.

Klassische Zählmethoden wie SWT sind nicht geeignet, und die Verwendung einer Wärmebildkamera anstelle eines Scheinwerfers, wie sie in Italien (in Kombination mit DCS) verwendet wird, hat in der Schweiz keine überzeugenden Ergebnisse geliefert (erfolglose Versuche in den Kantonen NE und GE). Die REM-Methode, die auf dem Einsatz von Fotofallen für Arten basiert, die nicht individuell bestimmt werden können, wird in Mitteleuropa zunehmend eingesetzt. Sie wird auch zunehmend kritisiert, da die Parametrierung der Formel Informationen erfordert, die vor Ort oft nicht verfügbar sind (insbesondere Daten zur durchschnittlichen Bewegungsgeschwindigkeit der Tiere). Bei ähnlichen Protokollen liefert ein Occupancy Mo-

dell (OCC) mindestens genauso gute, wenn nicht sogar bessere Ergebnisse. In der Schweiz wird zur Zeit ein passives Markierungsverfahren entwickelt, um das Anwenden von Fang-Markierung-Wiederfang-Methoden (FMW) zu ermöglichen. Für kleine Gebiete kann anhand der individuellen Rottenerkennung mit Hilfe von Fotofallen an strategischen Orten (traditionelle Wechsel, Zwangswechsel, Kirtung, Suhlen) ein Bestand geschätzt werden. Auf baumlosen Flächen wie z.B. Riedflächen können Wärmebildkameras in Kombination mit Drohnen auch genaue Zahlen liefern.

Die hier dargestellten Schwierigkeiten führen oft dazu, dass auf die Zahlen der JFS zurückgegriffen wird. Die Anzahl erlegte Wildschweine stellt jedoch nicht 1:1 den Bestand und nicht einmal in jedem Fall die Richtung der Bestandsentwicklung dar, denn sie ist abhängig vom Jagdaufwand, den unterschiedlichen Jagdmethoden, dem Jagdregime sowie dem Nahrungsangebot im Wald. Um die Entwicklung des Bestands zu verfolgen sind Fallwildzahlen besser geeignet als die Anzahl auf der Jagd erlegten Tiere.

2. Analysemethoden:

Die FMW-Methode, welche wahrscheinlich die robusteste Zählmethode für diese Art ist, erfordert jedoch gute Kenntnisse der vorhandenen Schätzwerte und der Annahmen, die erfüllt sein müssen, um sie anzuwenden. In den meisten Fällen ist jedoch der Aufwand für die FMW in der Praxis zu hoch.

Multi-State- und Multi-Site-Modelle sind wahrscheinlich am effizientesten, aber sie erfordern sehr gute Kenntnisse in dieser Disziplin. Dieses Problem besteht auch bei FMW. Die REM-Methode, die viel einfacher ist, wird jedoch durch die Schwierigkeit behindert, Informationen über die Bewegungsgeschwindigkeit der Tiere und die von den Fotofallen-Kameras tatsächlich abgedeckte Fläche zu erhalten. Hohe Variabilität in den Fortbewegungsgeschwindigkeiten, Gruppengrößen und bei den Fotofallenstandorten können dazu führen, dass grosse Vertrauensintervalle entstehen und damit die Bestandeszahlen nicht präzise sind. Man geht davon aus, dass mit der REM Methode die Bestände oft unterschätzt werden.

6.4 Monitoring Gämse



Abbildung 12:
Ansitzzählung von Gämsen (Foto: Sonja Lötscher)

6.4.1 Empfohlene Monitoringmethoden

Populationsparameter	Silberstandard (bestes Aufwand-Ertrag-Verhältnis)	Goldstandard (höchster Erkenntnisgewinn)
Populationsgrösse / -entwicklung	ANZ in offenen, KMI in bewaldeten Gebieten	Mehrfache ANZ, DCS oder FLU in of- fenen, FMW (Kotgenotypisierung) in bewaldeten Gebieten, IPM, RKA
Reproduktionsrate / Zuwachsrate	ANZ in offenen Gebieten	Mehrfache ANZ in offenen, FMW in bewaldeten Gebieten, IPM, RKA
Mortalitätsrate	ANZ der Jungtiere in offenen Gebieten, JFS als Anhaltspunkt für die Sterblich- keit (Abgänge)	Mehrfache ANZ in offenen, FMW in bewaldeten Gebieten, IPM
Geschlechterverhältnis	ANZ in offenen Gebieten	Mehrfache ANZ in offenen, FMW in bewaldeten Gebieten, IPM, RKA
Altersstruktur	ANZ in offenen Gebieten, JFS: genaue Altersangaben am Horn	Mehrfache ANZ in offenen Gebieten, IPM, RKA
Konstitution	JFS: Hinterlauflänge, Unterkieferlänge, Hornlänge*	JFS: Hinterlauflänge, Unterkieferlänge, Hornlänge, Hornwachstum in einzel- nen Lebensjahren*
Kondition	JFS: Gewicht	JFS: Gewicht*
Raumnutzung	FMO in bewaldeten Gebieten, JFS: Georeferenzierte Abschüsse & Fallwild, Georeferenzierte Beobachtungen Wildhut / Jägerschaft	BES, FMW, LOZ

*Details siehe Beschreibung Monitoringmethoden JFS

6.4.2 Besonders zu beachten

1. Erhebungsmethoden:

Gämsen besiedeln in der Schweiz bevorzugt steile, felsige Lebensräume, die mit Weideflächen durchsetzt sind. Die grossen Populationen befinden sich in den Alpen, Voralpen und im Jura. Gämsen treten aber auch in tieferliegenden Regionen auf, sofern felsige Partien als Rückzugsort vorhanden sind. Geeignetes Habitat finden sie sowohl in den offenen/halboffenen, wie auch in schwer einsehbaren, bewaldeten Gebieten. Gämsen zeigen v.a. in alpinen und voralpinen Lagen eine ausgeprägte saisonale Migration in Bezug auf Höhe und Exposition. Es ist deshalb sinnvoll, zwischen Sommer- und Winterstandsgebieten zu unterscheiden.

In offenen, halboffenen Habitaten lassen sich Gämsen mittels Direktbeobachtung tagsüber (v.a. nach der Morgen- und vor der Abenddämmerung) gut erfassen. ANZ ist hier aufgrund ihrer Einfachheit in der Durchführung die bevorzugte Erhebungsmethode. ANZ muss innerhalb einer (Teil-)Population koordiniert erfolgen, um Doppelerfassungen derselben Tiere zwischen angrenzenden Zählsektoren zu vermeiden. Als technisch und analytisch aufwendigere Methoden sind DSC und FLU (allenfalls in Kombination) in Betracht zu ziehen. Direktbeobachtungen mittels Feldstecher/Fernrohr erlauben bei Gämsen die Bestimmung von Geschlechts- und Alterskategorien und damit die Ermittlung demographischer Raten (Reproduktions-/Zuwachsraten, Jungtier-Wintermortalität). Diese sind für die Jagdplanung und zur Bildung von IPM von grosser Wichtigkeit. Sofern möglich, sind folgende Kategorien explizit zu erfassen: Kitze (<1-jährig), Jährlinge (1-jährig), adulte (≥ 2 -jährig) Geissen und Böcke.

In bewaldeten Gebieten (mit wenig Austritten) ist die ANZ nicht praktikabel. Unter diesen Umständen ist der Kilometerindex (KMI) eine valable Erfassungsmethode, um relative Veränderungen im Bestand zu widerspiegeln. Bedarf es verlässlicherer Angaben zu absoluten Gämsbeständen, zum Geschlechterverhältnis und zu demographischen Raten in bewaldeten Gebieten, ist die Erfassung mittels FMW angezeigt. Markierung und Wiederfang können

dann effizient mittels genetischer Individuen-Bestimmung basierend auf Gams-Losung erfolgen.

Die Gämse weist eine komplexe Sozialstruktur und relativ geringe Fortpflanzungsrate auf. Möglichst genaue Erhebungen zur Altersstruktur, dem Geschlechterverhältnis, der Kondition sowie zur Reproduktions-/Zuwachsrate sind für eine wildtierbiologisch fundierte Jagdplanung deshalb von besonderer Bedeutung. Sämtliche Abgänge (Abschüsse und Fallwild) sollten möglichst detailliert in einer JFS erfasst werden, insbesondere die genauen Altersangaben in Jahren anhand von Jahrringzählungen.

In Regionen, wo Gämsen bejagt werden, lassen sich Gämsepopulationen mittels RKA im Nachhinein quantitativ und qualitativ rekonstruieren.

2. Analysemethoden:

Daten aus ANZ und KMI liefern - unbearbeitet - eine Bestandszahl, bzw. einen Bestandsindex. Mehrfach wiederholte ANZ und FLU innerhalb einer Erfassungsperiode, sowie DSC, liefern Vertrauensintervalle zu den ermittelten Populationsparametern. Mit ANZ kann auch die Beobachtungswahrscheinlichkeit berechnet werden, sofern synchrone Zählungen ab/unabhängiger Beobachter vorliegen oder markierte Tiere miteinbezogen werden. Die besten Resultate um die Beobachtungswahrscheinlichkeit zu berechnen liefern jedoch DSC und FMW.

Um die Goldstandard-Methoden anzuwenden, braucht es spezifische Statistikenkenntnisse. Auch die Datenbeschaffung ist aufwändiger gegenüber dem Silber-Standard.

Wichtige Grundlagen für IPM sind Angaben zur Populationsgrösse/-entwicklung, zu den demografischen Raten (Reproduktionsraten, Mortalitätsraten) und zur Beobachtungswahrscheinlichkeit.

Für die retrospektive Kohortenanalyse (RKA) sind langfristig möglichst exakte Altersangaben (in Jahren) der erlegten Tiere und des Fallwilds nötig.

6.5 Monitoring Steinbock



Abbildung 13:
Die Bestände des Steinbocks als geschützte Art müssen jährlich und möglichst vollständig erfasst werden (Foto: Claudio Signer)

6.5.1 Empfohlene Monitoringmethoden

Populationsparameter	Silberstandard (bestes Aufwand-Ertrag-Verhältnis)	Goldstandard (höchster Erkenntnisgewinn)
Populationsgrösse / -entwicklung	ANZ	Mehrfache ANZ, FLU, FMW, IPM, RKA
Reproduktionsrate / Zuwachsrate	ANZ	Mehrfache ANZ, FMW, IPM, RKA
Mortalitätsrate	JFS als Anhaltspunkt für die Sterblichkeit (Abgänge)	Mehrfache ANZ, FMW, IPM
Geschlechterverhältnis	ANZ	Mehrfache ANZ, FMW, IPM, RKA
Altersstruktur	ANZ, JFS: genaue Altersangaben am Horn	Mehrfache ANZ, IPM, RKA
Konstitution	JFS: Hinterlauflänge, Unterkieferlänge, Hornlänge*	JFS: Hinterlauflänge, Unterkieferlänge, Hornlänge, Hornwachstum in einzelnen Lebensjahren*
Kondition	JFS: Gewicht*	JFS: Gewicht, Hornwachstum in einzelnen Lebensjahren*
Raumnutzung	JFS: Georeferenzierte Abschüsse & Fallwild, Georeferenzierte Beobachtungen Wildhut / Jägerschaft	BES, FMW, FLU

*Details siehe Beschreibung Monitoringmethoden JFS

6.5.2 Besonders zu beachten

1. Erhebungsmethoden:

Topografisch bedingt kommen Steinböcke in relativ klar begrenzten Populationen (Kolonien) vor und halten sich meist in offenen, gut einsehbaren Lebensräumen auf. Sie leben vorwiegend in Gruppen, wobei es saisonal zu grösseren Aggregationen kommen kann. Eine räumliche Unterscheidung zwischen Sommer- und Wintereinstandsgebieten ist in der Regel sinnvoll.

Der Bestand jeder Population bzw. Kolonie muss jährlich erfasst werden. Die Zählung muss optimal organisiert sein, damit möglichst alle Subkolonien erfasst werden und keine Tiere mehrfach gezählt werden. Dafür wird das Gebiet allenfalls in klar abgegrenzte Zählsektoren unterteilt.

Aufgrund ihrer Raumnutzung lassen sich Steinbockbestände mittels ANZ relativ gut erfassen (i.d.R. am besten im Spätwinter–Frühling). Dabei können die Geschlechter und verschiedene Altersklassen unterschieden werden. Zur Berechnung der Reproduktionsrate und der Jungtiersterblichkeit ist die Erfassung folgender Klassen wichtig: Kitze (<1-jährig), Jungtiere beiderlei Geschlechts (1-2-jährig), Geissen ≥ 3 -jährig, Böcke 3-5-jährig, Böcke 6-10-jährig, Böcke ≥ 11 -jährig.

Als technisch und analytisch aufwendigere Methoden zur Erhebung der Populationsgrösse oder Raumnutzung können FLU und FMW in Betracht gezogen werden.

Sämtliche Abgänge (Abschüsse und Fallwild) sollten möglichst detailliert in einer JFS erfasst werden. Beim Steinbock ist dies besonders angezeigt, weil es sich hierbei um eine geschützte Wildtierart handelt.

2. Analysemethoden:

Die Analyse der Methoden des Goldstandards bedarf insgesamt spezifischer statistischer Kenntnisse. Auch die Anforderungen an die Daten sind erhöht.

Durch mehrfache ANZ oder FLU können Beobachtungsfehler und Vertrauensintervalle der Erhebungen ermittelt werden, was u.a. für die Bildung von IPM hilfreich ist.

Wichtige Grundlagen für IPM sind Angaben zur Populationsgrösse/-entwicklung, zu den demographischen Raten (Reproduktionsraten, Mortalitätsraten) und zur Beobachtungswahrscheinlichkeit.

Eine RKA kann nur durchgeführt werden, wenn langfristig möglichst exakte Daten u.a. mit einer Altersangabe der erlegten Tiere und des Fallwilds in die JFS einfließen. Diese Daten sind auch für IPM wertvoll.

7 GLOSSAR

Populationsparameter	Definition
Altersstruktur	Relativer Anteil an Tieren pro Altersklasse (Jungtiere, 1-jährige Tiere, Jugendklasse, Mittelklasse, Älterenkategorie) oder Jahrgang (% der Gesamtpopulation)
Geschlechterverhältnis (GV)	Anzahl männlicher Tiere /Anzahl weiblicher Tiere in der Population (Verhältnis)
Kondition	Aktueller Gesundheits- und Nährzustand eines Tieres
Konstitution	Gesamtheit der überdauernden, genetisch bedingten und erworbenen Eigenschaften eines Tieres
Mortalitätsrate (=Abgangsquote)	Anteil an Tieren eines Bestands oder einer Geschlechts- oder Altersklasse, der innerhalb einer bestimmten Zeitperiode (Jahr) gestorben ist
Populationsdichte	Populationsgrösse in Bezug auf den betrachteten Raum
Populationsgrösse	Individuenzahl einer Population zu einem bestimmten Zeitpunkt
Raumnutzung	Räumliche Bewegungen der Tiere (Telemetrie-Daten) oder habitatabhängige Verteilung im Gebiet (Habitatmodell)
Reproduktionsrate (=Nachwuchsrate)	Anteil weiblicher Tiere mit Jungtier an der Gesamtpopulation (der weiblichen Tiere) nach der Setzzeit
Wachstumsrate	Veränderung eines Bestands über die Zeit Die Zeiteinheit ist in der Regel ein Jahr. Die Wachstumsrate kann positiv (zunehmender Bestand), negativ (abnehmender Bestand), oder gleich Null (stabiler Bestand) sein.
Wildraum	Geografische Raumeinheit, welche mindestens 90 % einer Teilpopulation ganzjährig enthält Der Wildraum entspricht der Planungseinheit (Ausnahme Reh).
Zuwachsrate	Anteil an Jungtieren, die in die nächste Altersklasse übergehen, an der Gesamtpopulation (der weiblichen Tiere) des Vorjahresbestands $Zuwachsrate = \text{Nachwuchsrate} - \text{Mortalitätsrate der Jungtiere}$

8 LITERATUR

- BAUMGARTNER S., STEINECK T., WILLING R. & ARNOLD W. (2004) Zuverlässigere Methode zur Altersbestimmung beim Rotwild. Weidwerk 2/2004.
- BORGO C., DOTTA R. & ROTELLI L. (2007) Valutazione e rilievi biometrici della fauna selvatica. Ungulati, galliformi alpini e lepree variabili. Regione Piemonte / Osservatorio regionale sulla fauna selvatica.
- BUCKLAND S.T., ANDERSEN D.R., BURNHAM K.P. & LAAKE J.L. (1996) Distance sampling: estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall. 399 S.
- BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU (2010a) Vollzugshilfe Wald und Wild. Das integrale Management von Reh, Gämse, Rothirsch und ihrem Lebensraum. Umwelt Vollzug Nr. 1012.
- BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU (2010b) Wald und Wild Grundlagen für die Praxis. Wissenschaftliche und methodische Grundlagen zum integralen Management von Reh, Gämse, Rothirsch und ihrem Lebensraum. Umwelt Wissen Nr. 1013.
- BÜNTGEN U., GALVÁN, J.D., MYSTERUD A., KRUSIC P.J., HÜLSMANN L., JENNY H., SENN J. & BOLLMANN K. (2018) Horn growth variation and hunting selection of the Alpine ibex. Journal of Animal Ecology 87: 1069–1079.
- BURTON A.C., NEILSON E., MOREIRA D., LADLE A., STEENWEG R., FISHER J.T., BAYNE E. & BOUTINS S. (2015) Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. Journal of Applied Ecology 52(3), 675–685.
- CLAWSON M.V., SKALSKI J.R., LADY J.M., HAGEN C.A., MILLSPAUGH J.J., BUDEAU D. & SEVERSON J.P. (2017) Performing statistical population reconstruction using Program PopRecon 2.0. Wildlife Society Bulletin 41(3): 581–589.
- CONROY M.J. & CARROLL C.J.P. (2009) Quantitative Conservation of Vertebrates. Wiley-Blackwell. 342 S.
- EHRHART S., LANG J., SIMON O., HOHMANN U., STIER N., NITZE M., HERURICH M., WOTSCHIKOWSKY U., BURGHARDT F., GERNER J. & SCHRAML U. (2019) Wildmanagement in deutschen Nationalparks. BfN-Skripten 434.
- FOCARDI S., LA MORGIA V., MONTANARO P., RIGA F., CALABRESE A., RONCHI F., ARAGNO P., SCACCO M., CALMANTI R. & FRANZETTI B. (2020) Reliable estimates of wild boar populations by nocturnal distance sampling. Wildlife Biology 2020(4): wlb.00694.
- GIACOMETTI M., BASSANO B., PERACINO V. & RATTI P. (1997) Die Konstitution des Alpensteinbockes (*Capra i. ibex* L.) in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter, Herkunft und Jahreszeit in Graubünden (Schweiz) und im Parco Nazionale Gran Paradiso (Italien). Zeitschrift für Jagdwissenschaft 43: 24–34.
- GOSSOW H. (1999) Wildökologie. Verlag Kessel.
- HAVENS K.J. & SHARP E. (2015) Thermal Imaging Techniques to Survey and Monitor Animals in the Wild: A Methodology. Google-Books-ID: 35KZBgAAQBAJ. 354 S.
- HEBEISEN C., FATTEBERT J., BAUBET E. & FISCHER C. (2008) Estimating wild boar (*Sus scrofa*) abundance and density using capture-resights in Canton of Geneva, Switzerland. European Journal of Wildlife Research 54: 391–401.
- HINOJO A. (2019) What is the most appropriate method and sampling effort to estimate roe deer density with camera-traps? MSc-Thesis, Universität Lausanne.
- KAYS R., CROFOOT M.C., JETZ W. & WIKELSKI M. (2015) Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. Science 348(6240), aad2478.
- MACKENZIE D., NICHOLS J., ROYLE J., POLLOCK K., BAILEY L. & HINES J. (2017) Occupancy Estimation and Modeling – Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence. Academic Press.
- MEILE P., GIACOMETTI M. & RATTI P. (2003) Der Steinbock – Biologie und Jagd. Salm Verlag.
- MORELLET N., GAILLARD J.-M., HEWISON A.J.M., BALLON P., BOSCARDIN Y., DUNCAN P., KLEIN F. & MAILLARD D. (2007) Indicators of ecological change: new tools for managing populations of large herbivores. Journal of Applied Ecology 44, 634–643.
- NICHOLS J.D., BAILEY L.L., O'CONNELL A.F., TALANCY N.W., CAMPBELL GRANT E.H., GILBERT

- A.T., ANNAND E.M., HUSBAND T.P. & HINES J.E. (2008) Multi-scale occupancy estimation and modelling using multiple detection methods. *Journal of Applied Ecology* 45(5), 1321-1329.
- OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE ONCFS (2015) Vers une nouvelle gestion du grand gibier: les indicateurs de changement écologique.
- OFFICE NATIONAL DE LA CHASSE ET DE LA FAUNE SAUVAGE ONCFS (2015) Suivi des populations d'ongulés et de leurs habitats – Indicateurs de changement écologique (ICE). Fiches techniques.
- PALMER M.S., SWANSON A., KOSMALA M., ARNOLD T. & PACKER C. (2018) Evaluating relative abundance indices for terrestrial herbivores from large-scale camera trap surveys. *African Journal of Ecology* 56(4), 791-803.
- PEARL M.C., BOITANI L. & FULLER T.K. (2000) *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press.
- PRESTON T.M., WILDHABER M.L., GREEN N.S., ALBERS J.L. & DEBENEDETTO G.P. (2021) Enumerating white-tailed deer using unmanned aerial vehicles. *Wildlife Society Bulletin* 45(1): 97–108.
- ROBIN K., GRAF R.F. & SCHNIDRIG R. (2017) *Wildtiermanagement – Eine Einführung*. Haupt Verlag.
- ROVERA F. & ZIMMERMANN F. (2016) *Camera Trapping for Wildlife Research*. Pelagic Publishing.
- ROWCLIFFE J.M., FIELD J., TURVEY S.T. & CARBONE C. (2008) Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology* 45: 1228–1236.
- RYAN J. (2011) *Mammology Techniques Manual*. Lulu.com. 270 S.
- SCHNIDRIG-PETRIG R. & SALM U.P. (2009) *Die Gemse*. Salm Verlag.
- SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT (1990) Verordnung über die Regulierung von Steinbockbeständen (VRS). SR 922.27.
- SHANNON G., LEWIS J.S. & GERBER B.D. (2014). Recommended survey designs for occupancy modelling using motion-activated cameras: insights from empirical wildlife data. 10.7717/peerj.532
- SIGNER C., WIRTHNER S., SIGRIST B., WELLIG S.D., KÄMPFER D., ALBRECHT L. & GRAF R.F. (2022) Rothirschprojekt Aletsch-Goms – Abschlussbericht zum Forschungs- und Managementprojekt 2017–2021. ZHAW Wädenswil, Kanton Wallis & Pro Natura.
- SILVY N.J. (2020) *The Wildlife Techniques Manual – Vol.1: Research, Vol.2: Management*. John Hopkins University Press.
- SKALSKI J.R., MILLSPAUGH J.J. & CLAWSON M.V. (2012) Comparison of Statistical Population Reconstruction Using Full and Pooled Adult Age-Class Data. *PLoS ONE* 7(3): e33910.
- STOLLER S. & SUTER S. (2021) Wildtiertracking 4.0. *Fauna Focus* Nr. 71, Wildtier Schweiz.
- SUTHERLAND W.J. 1996. *Ecological census techniques*. Cambridge University Press. 336 S.
- WALTERT M., GRAMMES J., SCHWENNINGER J., ROIG-BOIXEDA P., & PORT M. (2020) A case of underestimation of density by direct line transect sampling in a hunted roe deer (*Capreolus capreolus*) population. *Mammal Research* 65: 151–160.
- Hilfreicher Weblink:
<https://www.aphaea.eu/cards/species>



SGW
SSBF

Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie
Société suisse de Biologie de la Faune
Società svizzera di Biologia della Fauna