

Wildtier und Mensch im Naherholungsraum

In Naherholungsräumen von Städten herrscht reger Betrieb: am Tag, aber auch in Randzeiten und teils gar in der Nacht. Wildtiere und deren Lebensräume geraten dadurch unter Druck. In stark frequentierten Gebieten sind Rehe weniger aktiv und für viele Wildtierarten ist der Lebensraum reduziert. Wildruhezonen, eine eingeschränkte Erschliessung und die Lenkung der Besuchenden verbessern die Lebensbedingungen der Wildtiere.

Wachsende Bevölkerung, die Ausdehnung der Siedlungen: Immer mehr Menschen suchen in naturnahen Grünräumen Erholung, sportliche Herausforderung oder ein Naturerlebnis.¹⁻⁴ So nehmen Aktivitäten wie Mountainbiking und Trailrunning zu und die Freizeitnutzung geschieht immer öfter auch in Randstunden und in der Nacht. Meistens nutzen die Besuchenden Wege. Der zunehmende Nutzungsdruck kann aber auch zur Entstehung von inoffiziellen Trails, abseits des offiziellen Wegnetzes, führen.⁵⁻⁷

Störungen können ganze Wildtierbestände schwächen

Menschliche Aktivitäten können Wildtiere auf unterschiedliche Art und Weise beeinflussen. Von «anthropogener Störung» spricht man, wenn sich menschliche Aktivitäten negativ auf Wildtiere auswirken. Diese Auswirkungen können artspezifisch und individuell unterschiedlich ausfallen und hängen zudem vom Typ sowie von der Intensität und Vorhersehbarkeit der jeweiligen Störreize ab.^{8,9} Anthropogene Störungen können unmittelbare Folgen für das einzelne Individuum haben, längerfristig aber auch ganze Wildtierbestände beeinflussen.

Unmittelbare Reaktionen auf Störungen sind beispielsweise erhöhte Wachsamkeit,¹⁰⁻¹² Flucht,¹³⁻¹⁷ verändertes Raumverhalten,¹⁸⁻²² verändertes Aktivitätsmuster,^{21,23,24} die Meidung

häufig frequentierter Routen,^{25,26} oder die Verlagerung von tageszeitlichen Aktivitätsphasen in die Nacht.²⁵ Wiederkehrende oder anhaltende Störungen erhöhen die Ausscheidung von Stresshormonen bei Wildtieren.²⁷⁻²⁹ Chronisch erhöhte Konzentrationen von Stresshormonen können sich negativ auf die Reproduktion, das Immunsystem und das Überleben von Wildtieren auswirken.²⁹ So wurden bei verschiedenen Wildtieren aufgrund von Störung reduzierte Bestandsdichten und Fortpflanzungsraten,^{30,31} erhöhte Energieausgaben³²⁻³⁵ und verminderte Kondition nachgewiesen.^{36,37} Zudem kann Störung die Nahrungsaufnahme^{11,24,26} beeinflussen.

Naherholungsgebiete von Städten bislang kaum untersucht

Der Einfluss von Freizeitaktivitäten auf frei lebende Wildtiere wurde bislang vor allem in eher offenen, wenig bis moderat genutzten Gebieten untersucht.^[u.a. 8,38,39] Aus städtischen und stadtnahen Waldgebieten hingegen fehlen entsprechende Studien weitgehend, obwohl die Wildtiere dort bedeutend stärker und häufiger von Menschen gestört werden.

Die in diesem Faktenblatt dargestellten Befunde fokussieren deshalb stark auf einem kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekt im Gebiet des Zimmerbergs und der Albiskette,

ein für die Stadt Zürich und Agglomeration bedeutender Naherholungsraum. Darin befinden sich einerseits ruhige und wenig erschlossene Bereiche und andererseits Gebiete mit vielen Besuchenden und sehr dichtem Strassen- und Wegnetz. Das Untersuchungsgebiet lässt sich deshalb in Bereiche mit niedriger, mittlerer und hoher menschlicher Nutzungsintensität einteilen (Tab. 1). Abgesehen vom Wildnispark Zürich wird das Untersuchungsgebiet forstwirtschaftlich genutzt und mit Ausnahme der Kernzone des Parks nach dem Reviersystem bejagt. Das Reh ist von Anfang Mai (Rehböcke; Geissen ab September) bis Ende Dezember jagdbar, wobei führende Tiere geschützt sind.

Fünfzehn ausgewachsene Rehe (9 Geissen und 6 Böcke) erhielten Telemetried Halsbänder mit integriertem Bewegungssensor. Das Verhalten der Besuchenden wurde vorwiegend mit automatischen Zählstationen und Fotofallen erfasst. Für spezifische Fragestellungen bekamen Personen einzelner Nutzergruppen wie Mountainbiker oder Orientierungsläufer GPS-Logger, um ihre Interaktionen mit Rehen räumlich zu erfassen. Eine Analyse des Wegnetzes sowie Interviews mit Forstpersonal und Jägern lieferten ergänzende Daten.

Tabelle 1: Einteilung des Untersuchungsgebiets in Bereiche unterschiedlicher menschlicher Nutzungsintensität.

Nutzungsintensität	Nutzungszeit	Nutzungsart	Mittlere Distanz zu Wegen [m]	Wegnetzdichte [km/km ²]
Niedrig	Meist nur an Wochenenden	Meist auf den Wegen (aufgrund Vegetationsstruktur & Hangneigung); Gebiete schlecht erschlossen (keine Parkplätze in unmittelbarer Nähe)	56.5	8.3
Mittel	An Wochenenden und einzelnen Wochentagen	Meist auf den Wegen; Gebiete gut erschlossen; Viele frei laufende Hunde	42.8	9.6
Hoch	An Wochenenden und Wochentagen	Immer wieder abseits der Wege; Gebiete sehr gut erschlossen; Viele frei laufende Hunde	25.3	16.4

Sporttreibende sind gerne auch in Randzeiten unterwegs

Naherholungsgebiete werden an Wochenenden häufiger genutzt als an Werktagen (Abb. 1a). An der Besucherzählstelle beim Waldweiher Gattikon (Abb. 2) wurden täglich durchschnittlich 284 Personen registriert, an Sonntagen aber 477 Personen. Rund zwei Drittel waren zu Fuss, ein Drittel mit dem Rad unterwegs. Die Spitzen beider Aktivitäten lagen in den Vormittags- und Nachmittagsstunden. Sportliche Aktivitäten wie Mountainbiking, Velofahren und Jogging wurden an Werktagen häufiger in den Randzeiten am Morgen und nach Feierabend ausgeübt, während Spazieren und Nordic Walking über den ganzen Tag verteilt beobachtet wurde. Diese Nutzungsmuster passten sich im Jahresverlauf der Verschiebung des Dämmerungszeitpunktes an. Einige Aktivitäten wurden in reduziertem Mass auch nach Einbruch der Dunkelheit ausgeführt. Dabei kamen Leuchtmittel wie Stirnlampen oder Flutlichter zum Einsatz.

Untersuchungen im Projektgebiet und in weiteren Naherholungsgebieten rund um Zürich haben gezeigt, dass Faktoren wie hoher Nutzungsdruck, unzureichendes, oder nicht bedürfnisgerechtes Wegnetz zur Entstehung von inoffiziellen Wegen führen kann. Diese verursachen zusätzliche Störungen in potenziellen Wildtier-Rückzugsgebieten.^{40,41} Durch ein ausreichendes Angebot an bedürfnisgerechten Infrastrukturen lassen sich die Besucherströme allerdings weitgehend auf die offiziellen Wege lenken.^{2,42}

Rehe sind aktiver in wenig genutzten Bereichen

Durchschnittlich umfassten die Streifgebiete der besenderten Rehe 39.7 Hektaren (siehe exemplarisches Beispiel Abb. 2) und waren an Werktagen und Wochenenden etwa gleich gross. Hingegen waren die Streifgebiete am Tag (d.h. bei zahlreichen Besuchenden) im Mittel deutlich kleiner als in der Nacht, und zwar sowohl in wenig als auch in stark genutzten Gebieten. So lag die Streifgebietsgrösse bei niedriger Nutzungsintensität am Tag im Mittel bei 22.6 und in der Nacht bei 36.3 Hektaren. Bei starker Nutzung ergab sich am Tag ein Mittelwert von 44.4 und in der Nacht von 65.8 Hektaren.

Generell hielten sich Rehe bevorzugt in bewaldeten Gebieten auf (79 Prozent aller GPS-Positionen), traten während der Nacht aber vermehrt ins Offenland. So befanden sich am Tag nur rund 9 Prozent der GPS-Positionen im Offenland, in der Nacht hingegen 34 Prozent. Dieser Sachverhalt liefert erste Hinweise auf die Bedeutung von Deckungsmöglichkeiten und den Schutz der nächtlichen Dunkelheit für das Verhalten von Rehen.

Auch bezüglich der Aktivität konnten wir ausgeprägte tageszeitliche Muster feststellen: Über das ganze Jahr hinweg waren die Rehe in der Nacht aktiver als am Tag (Abb. 1b). Die Aktivitätsspitzen lagen jeweils in der Morgen- und Abenddämmerung und verschoben sich entsprechend dem Sonnenverlauf über das Jahr hinweg. Bemerkenswert ist, dass Rehe in wenig genutzten Bereichen zu allen Tageszeiten höhere Aktivitätswerte aufwiesen

als ihre Artgenossen in Bereichen mit hoher Nutzungsintensität. Dies deutet auf ein vom Mensch verursachtes eingeschränktes Bewegungsverhalten hin, am Tag als auch in der Nacht.

Waldstrassen werden von Wildtieren gemieden

Die Analyse der Habitatswahl der Rehe in ihrem Streifgebiet zeigte klar, dass Waldstrassen grundsätzlich gemieden werden. Dies galt am Tag, aber in abgeschwächter Form auch in der Nacht. So mieden Rehe Waldstrassen am Tag bis auf eine Distanz von 25, in der Nacht bis auf eine Distanz von 10 Metern. Dies erstaunt insofern, als dass die Vegetation am Rand von Waldstrassen häufig besonders dicht ist und die Rehe da viel zu fressen fänden.

Im Zentrum der Untersuchung stand das Reh, aber es wurden auch Brutvögel im Wald untersucht. Bei diesen zeigte sich eine ähnliche Meidung der Waldstrassen. Im Sihlwald und einem anderen intensiv genutzten Naherholungsraum (Allschwiler Wald, Kanton Baselland) traten Waldvögel in einer Distanz von 50 Metern zur nächstgelegenen Waldstrasse in deutlich geringerer Individuen- und Artenzahl auf als bei einer Distanz von rund 150 Metern.^{43,44} In kaum begangenen Vergleichswäldern hingegen zeigten sich keine Unterschiede.

Rehe fliehen bei Störungen abseits des Wegnetzes weiter

Fuhren Mountainbike-Gruppen auf Wegen nahe an Rehen vorbei, reagierten die Tiere in der Regel mit kurzen Fluchten. Nach rund 10 Minuten zeigten sie wieder ein ähnliches Bewegungsmuster wie zuvor.⁴⁵ In der Nacht fielen die Reaktionen etwas stärker aus als in der Abenddämmerung.

Bewegten sich Menschen abseits des offiziellen Wegnetzes (wie z.B. beim Orientierungslauf, oder bei der Jagd und Freilandforschung), flohen die Rehe im Mittel weiter. Die Spannweite reichte jedoch von keiner Flucht (sich drücken in dichte Vegetation) bis zu einer Flucht über rund 1000 Meter. Generell suchten Rehe nach einer Störung Zuflucht in besonders dichter Vegetation.⁴⁶

Synthese

Viele Personen begegnen Rehen oder anderen Wildtieren und kommen ihnen teilweise auch sehr nahe. Solche Erlebnisse verleiten zum Schluss, dass Wildtiere wenig scheu sind und sich an die Präsenz des Menschen gewöhnt haben. Forschungsarbeiten mit modernen Telemetriemethoden zeigen ein anderes Bild und sind deshalb für eine ganzheitliche Betrachtung unerlässlich.

In der Tat sind Rehe sehr anpassungsfähig. Sie können sich offensichtlich auch in Gebieten mit hoher Erschliessungs- und Nutzungsdichte halten. Die Rehe werden aber in ihrer räumlichen und zeitlichen Nutzung des Gebietes massgeblich durch den Menschen beeinflusst. Werden Waldstrassen durch Wildtier-Lebensräume gelegt, schränkt dies Rehe, aber auch Waldvögel, in ihrer Bewegungsfreiheit und Lebensraumwahl ein. In stark vom Menschen genutzten Gebieten sind Rehe weniger aktiv, brauchen aber tendenziell mehr Platz. Insgesamt resultiert daraus sowohl eine quantitative als auch qualitative Reduktion der Wildtier-Lebensräume in hoch frequentierten Naherholungsräumen. Besonders abseits des Wegnetzes wirken sich menschliche Aktivitäten stark auf das Verhalten der Wildtiere aus.

Die Nutzung von Naherholungsgebieten fördert die Bewegung und damit die Gesundheit. In der Schweiz mit ihrem im internationalen Vergleich sehr dichten Strassen- und Wegnetz im Wald bieten sich dazu viele Möglichkeiten. Das Naturerlebnis gilt als Hauptmotiv bei der Wahl des Naherholungsgebietes, kann aber zu Nutzungskonflikten mit Wildtieren führen.^{9,3} Gerade in der Nähe dicht besiedelter Gebiete gelangen zahlreiche Erholungsuchende in die Lebensräume der Wildtiere. Ein zeitgemässes Gebietsmanagement sollte sowohl die Ansprüche der Menschen als auch diejenigen der Wildtiere berücksichtigen.



Das Fangteam rüstete die Rehe mit einem Telemetrieband aus, das GPS-Positionen und die Bewegungsaktivität erfasst.
(Foto: Roland F. Graf)



Um narkosebedingte Komplikationen zu vermeiden, wurden die Rehe ohne Narkose besendert. Entsprechend waren die Tiere bei der Freilassung bei vollen Kräften.
(Foto: Stefan Suter)



Mountainbiker sind heute dank verbesserter Lichtsysteme auch nachts unterwegs. In gezielten Experimenten untersuchten wir die Reaktionen der Rehe auf nächtliche Begegnungen mit Bikern.
(Foto: Matthias Riesen)

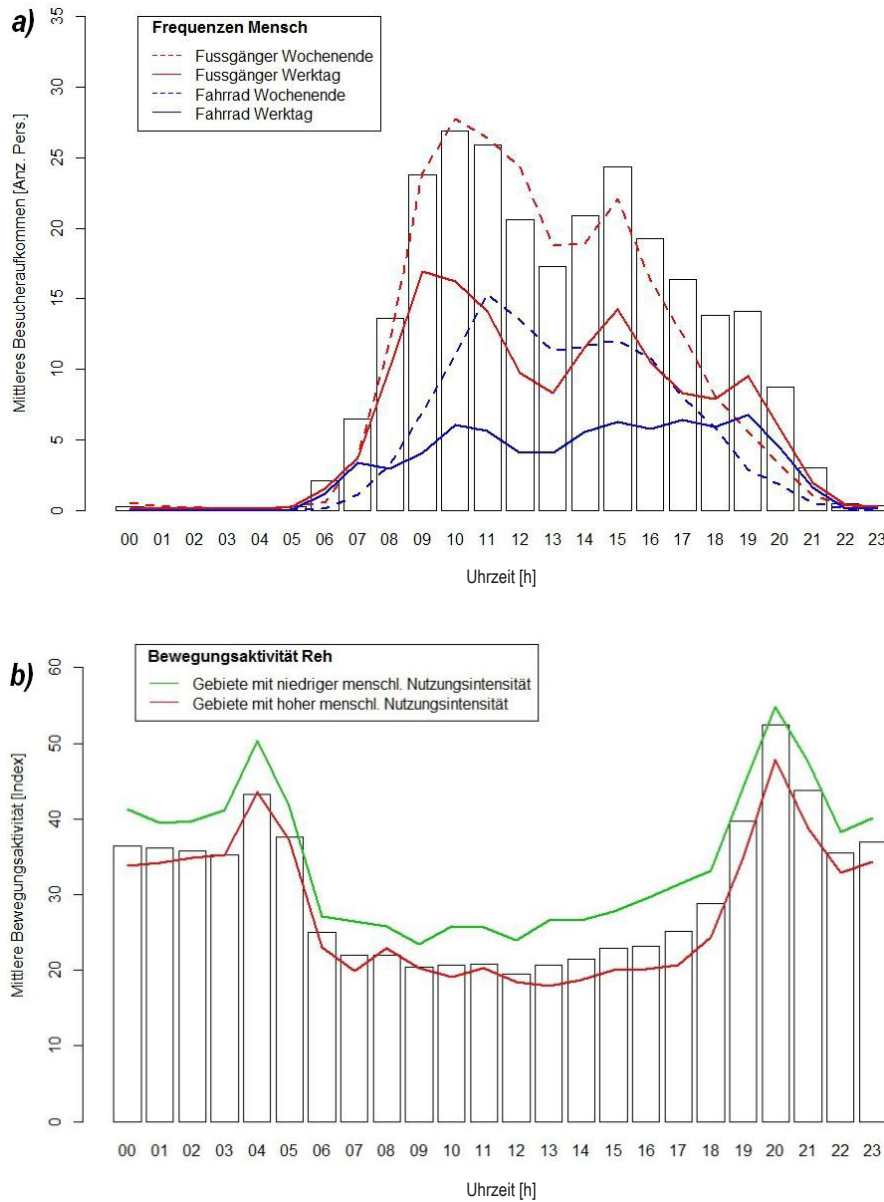


Abbildung 1: Tageszeitliche Verläufe von a) Besucheraufkommen und b) Bewegungsaktivität der Rehe, jeweils exemplarisch für den Sommer (1. Juni – 31. August). Die tageszeitlichen Verläufe sind in allen Jahreszeiten ähnlich, aber in Abhängigkeit der Dämmerung zeitlich verschoben. Details zu a): Wegnutzung durch Fussgänger und Fahrradfahrer an der Zählstelle Waldweiher Gattikon, einem Bereich mit starker menschlicher Nutzungsintensität; die Säulen zeigen das mittlere tägliche Besucheraufkommen (Anz. Personen/Tag) an der Zählstelle (vergl. Abb. 2). Details zu b): Bewegungsaktivität der besenderten Rehe im gesamten Untersuchungsgebiet (Säulen) bzw. separat für Bereiche mit niedriger und hoher menschlicher Nutzungsintensität (Linien).

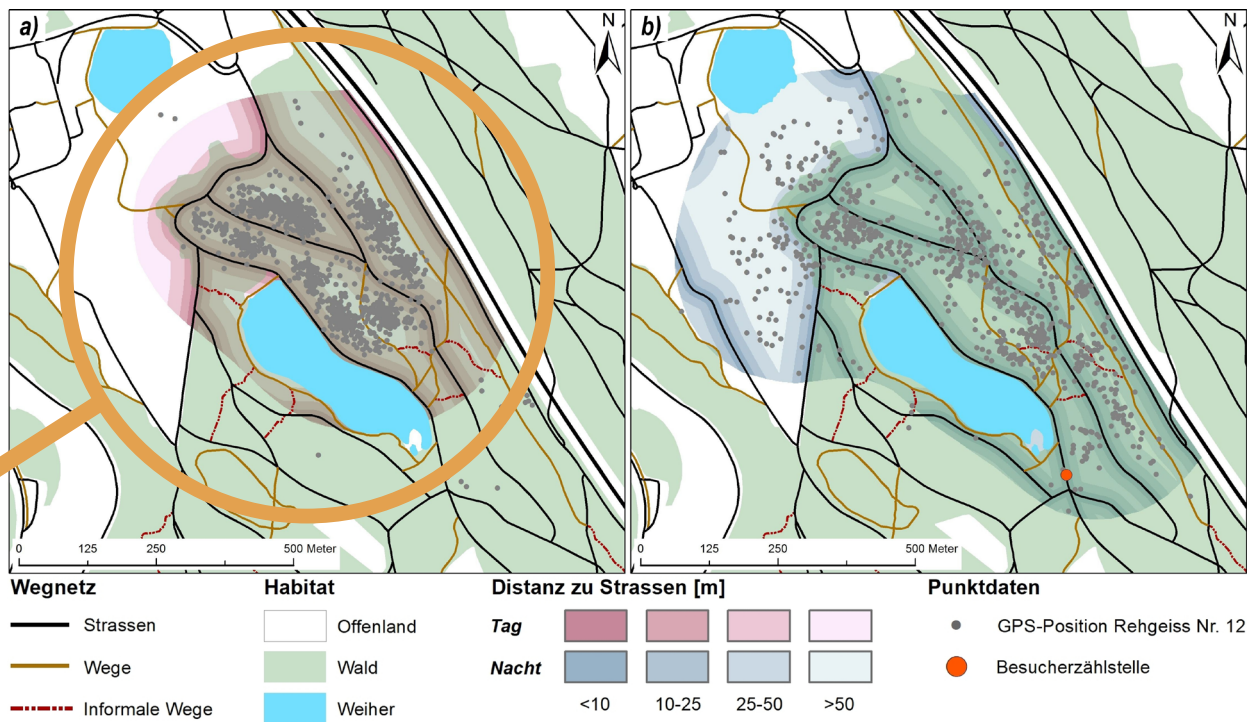


Abbildung 2: Exemplarisches Beispiel des Streifgebiets von Rehgeiss Nr. 12 mit den zugrundeliegenden GPS-Positionen in einem Bereich des Untersuchungsgebiets mit hoher menschlicher Nutzungsintensität a) am Tag und b) in der Nacht. Der Waldweiher Gattikon befindet sich am südwestlichen Rand des Streifgebiets (vergl. Abb. 2a). Strassen, offizielle und inoffizielle Wege sind als unterschiedliche Linien dargestellt; je nach Distanz zu Strassen sind die Bereiche der Streifgebiete unterschiedlich stark eingefärbt.

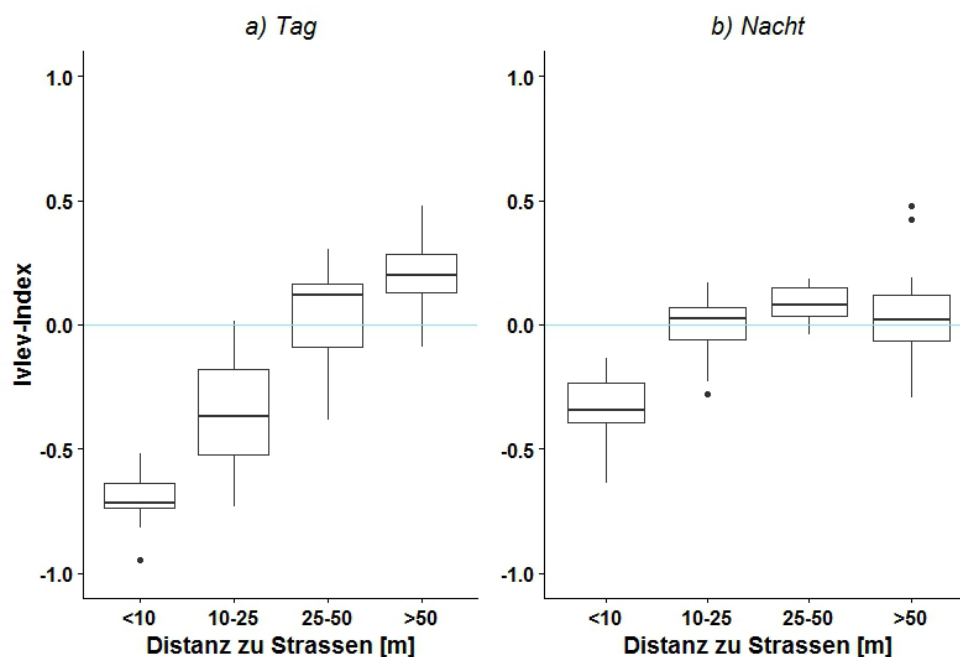


Abbildung 3: Im Untersuchungsgebiet im Naherholungsraum von Zürich mieden Rehe die Nähe zu Waldstrassen a) am Tag wie auch b) in der Nacht. Der Ivlev-Index zeigt den Grad der Präferenz bzw. der Meidung der jeweiligen Distanz-Bereiche zu den Waldstrassen an; Werte zwischen 0 und 1 zeigen eine Bevorzugung, Werte zwischen 0 und -1 eine Meidung an.

Empfehlungen

In der Schweiz gilt grundsätzlich das freie Betretungsrecht von Wald und Weide (ZGB, Art. 699). Gleichzeitig sind die Kantone verpflichtet, Wildtiere vor Störungen ausreichend zu schützen (JSG, Art. 7). In vielen Gegenden des Berggebiets sind in den letzten Jahren Wildruhezonen entstanden, um besonders störungsanfällige Arten zu schonen und Lebensräume zu beruhigen. Im Mittelland wurde der Handlungsbedarf bisher als geringer eingestuft, wohl weil die Winterbedingungen hier weniger hart sind. Dabei sind Wildtiere hier besonders vielen Störungen ausgesetzt.

In Gebieten mit latenten Konflikten zwischen unterschiedlichen Freizeitaktivitäten und Bedürfnissen von Wildtieren ist die Ausgangslage umfassend mit einer Nutzungsanalyse zu klären. Welche Freizeitaktivitäten werden ausgeübt? Wo, wann und in welcher Intensität finden sie statt? Wo liegen besonders wichtige Wildtier-Lebensräume? Je nach Situation können Vorranggebiete für Freizeitaktivitäten und solche für Wildtiere ausgeschieden werden (Nutzungsentflechtung). Bevor basierend auf der Nutzungsanalyse konkrete Massnahmen umgesetzt werden, sollte der angestrebte Zustand definiert werden (Zieldefinition).

Konkrete Massnahmen für das Management von Naherholungsräumen

- Angepasste Wegnetzdichte und störungsfreie Räume: In Gebieten mit dichter Erschliessung ist der Rückbau von Strassen und Wegen zu prüfen. Neuerschliessungen sollten mit dem Rückbau anderer Wege oder Strassen kompensiert werden, sodass möglichst grosse störungsarme Räume entstehen.
- Bedürfnisgerechte Infrastruktur: Das Wegnetz in Naherholungsgebieten sollte den Freizeitansprüchen der heutigen Gesellschaft genügen. Neue Entwicklungen sind dabei zu beobachten und in der Planung und dem

Unterhalt der Naherholungsinfrastruktur zu berücksichtigen. Wo nötig sollten die Aktivitäten entflochten werden.

- Konzentration menschlicher Aktivitäten: Neue Nutzungen mit hohem Störungspotenzial sollen an Orten stattfinden, die für Wildtiere bereits aktuell ungünstige Lebensräume darstellen.
- Positive Besucherlenkung: Ein bedürfnisgerechtes Wegnetz hat auf die Freizeitnutzung in Naherholungsräumen einen kanalisierenden Effekt. Natürliche Hindernisse wie eine dichte Strauchschicht, Asthaufen und Totholz entlang der Wege schränken die Zugänglichkeit des Waldes ein, sodass ungestörte Rückzugsräume für Wildtiere entstehen. Einfache Orientierungshilfen und Sensibilisierungsmassnahmen sind bei Bedarf an gut sichtbaren Stellen anzubringen.
- Verbote: Falls harte Schranken unumgänglich sind, sollten sie klar kommuniziert werden. Der Grund ist nach Möglichkeit kurz darzulegen. Die rechtliche Umsetzung und Durchsetzung ist im Vorfeld zu prüfen.
- Bewusstseinsbildung und Kommunikation: Viele Erholungssuchende sehen den Wald durchaus nicht nur als eigenen Erholungsraum, sondern auch als Lebensraum zahlreicher Tier- und Pflanzenarten. Trotzdem sind sich viele Menschen über die Auswirkungen ihrer Aktivitäten nicht bewusst. Projekte zur Bewusstseinsbildung und partizipative Prozesse können das aktive Erleben der Natur verstärken und Waldnutzer motivieren, sich für den Erhalt dieser Lebensräume einzusetzen.
- Dynamisches Monitoring: Die Wirksamkeit von Managementmassnahmen sollte in Naherholungsräumen regelmässig überprüft werden. So können bestehende Massnahmen optimiert und bei Bedarf ergänzt werden. Der Wirkungsnachweis schafft langfristiges Verständnis und Akzeptanz für die Besucherlenkung.

DANK

Wir möchten uns bei den Projektpartnern, den involvierten Jagdgesellschaften und Studierenden sowie den zahlreichen Freiwilligen für die Unterstützung und Mitwirkung in diesem Projekt herzlich bedanken. Die finanzielle Trägerschaft bilden das Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen der ZHAW Wädenswil, die Stiftung Wildnispark Zürich, die Ernst Göhner Stiftung und das Bundesamt für Umwelt BAFU.

LITERATUR

1-46 Literaturangaben finden sich in der online-Version des Factsheets unter www.akademien-schweiz.ch/factsheets

IMPRESSUM

AUTORINNEN

Roland F. Graf, Claudio Signer, Martina Reifler-Bächtiger, Martin Wytttenbach, Benjamin Sigrist, Reto Rupf. Forschungsgruppen Wildtiermanagement & Umweltplanung, ZHAW, Wädenswil.

KOORDINATION

Astrid Wallner, Parkforschung Schweiz

REVIEW

Werner Suter, Eidg. Forschungsanstalt WSL; Christian Stauffer, Netzwerk Schweizer Pärke

LAYOUT

Sonja Bürgi, Parkforschung Schweiz

HERAUSGEBER UND KONTAKT

Akademien der Wissenschaften Schweiz
Parkforschung Schweiz
Laupenstrasse 7, 3001 Bern, Schweiz
www.parkforschung.ch

BILDNACHWEIS

Titelbild: www.shutterstock.com

ZITIERVORSCHLAG

Graf R.F., Signer C., Reifler-Bächtiger M., Wytttenbach M., Sigrist B., Rupf R. (2018). Wildtier und Mensch im Naherholungsraum. Swiss Academies Factsheets 13 (2).

Ein Projekt der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT)

sc | nat 

Eine PDF-Version dieses Factsheets ist erhältlich auf der Seite:

www.akademien-schweiz.ch/factsheets

ISSN: 2297-1599

DOI: 10.5281/ZENODO.1168451

Referenzen

- 1 Manning R.E. 2011. *Studies in Outdoor Recreation*. Oregon State University Press, Corvallis. 468 pp.
- 2 Arnberger A. 2013. Besuchermanagement aus internationaler Sicht – Ein Überblick über Forschungen und Anwendungen. *Visiman. Beiträge zu Besuchermonitoring und Besuchermanagement in Parks und naturnahen Erholungsgebieten*. Rapperswil, Institut für Landschaft und Freiraum, HSR Hochschule für Technik Rapperswil, pp. 16–27.
- 3 Von Lindern E. 2013. Der Wildnispark Zürich als Quelle von Lebensqualität – Teilprojekt 3.2.1 Parknutzung und Besuchererlebnis. *Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf*, 58 pp.
- 4 Lamprecht M., Fischer A., Stamm H. 2014. *Sport Schweiz 2014: Sportaktivität und Sportinteresse der Schweizer Bevölkerung*. Observatorium Sport und Bewegung Schweiz c/o Lamprecht & Stamm Sozialforschung und Beratung AG, 60 pp.
- 5 Leung Y.-F., Newburger T., Jones M., Kuhn B., Woiderski B. 2011. Developing a monitoring protocol for visitor-created informal trails in Yosemite National Park, USA. *Environmental management* 47(1): 93–106.
- 6 Wimpey J., Marion J.L. 2011. A spatial exploration of informal trail networks within Great Falls Park, VA. *Journal of Environmental Management* 92(3): 1012–1022.
- 7 Wyttenbach M., Rupf R. 2014. Urban mountain biking – multiple-uses of trails on the Uetliberg in Zurich, Switzerland. *The 7th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas, Local Community and Outdoor Recreation*, Tallinn University, Tallinn, pp. 244–246.
- 8 Ingold P. 2005. *Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere*. Haupt, Bern. 516 pp.
- 9 Kerlinger P., Burger J., Cordell H.K., Decker D.J., Cole D.N., Landres P., Smith E.N., Brett J., Larson R., O'Shea T. 2013. *Wildlife and recreationists: coexistence through management and research*. Island Press. 389 pp.
- 10 Laundré J.W., Hernández L., Altendorf K.B. 2001. Wolves, elk, and bison: reestablishing the "landscape of fear" in Yellowstone National Park, USA. *Canadian Journal of Zoology* 79(8): 1401–1409.
- 11 Benhaim S., Delon M., Lourtet B., Cargnelutti B., Aulagnier S., Hewison A.M., Morellet N., Verheyden H. 2008. Hunting increases vigilance levels in roe deer and modifies feeding site selection. *Animal Behaviour* 76(3): 611–618.
- 12 Jayakody S., Sibbald A.M., Gordon I.J., Lambin X. 2008. Red deer *Cervus elephus* vigilance behaviour differs with habitat and type of human disturbance. *Wildlife Biology* 14(1): 81–91.
- 13 Georgii B. 1980. Einflüsse menschlicher Störungen auf Standortwahl und Aktivitätsmuster weiblicher Rothirsche (*Cervus elaphus* L.). *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 8: 163–168.
- 14 Jeppesen J.L. 1987. The disturbing effects of orienteering and hunting on roe deer (*Capreolus capreolus*). *Danish Review of Game Biology* 13(3): 1–28.
- 15 Taylor A.R., Knight R.L. 2003. Wildlife responses to recreation and associated visitor perceptions. *Ecological Applications* 13(4): 951–963.
- 16 Stankowich T. 2008. Ungulate flight responses to human disturbance: a review and meta-analysis. *Biological Conservation* 141(9): 2159–2173.
- 17 Jarnemo A., Wikenros C. 2014. Movement pattern of red deer during drive hunts in Sweden. *European Journal of Wildlife Research* 60(1): 77–84.
- 18 Georgii B. 2001. Auswirkungen von Freizeitaktivitäten und Jagd auf Wildtiere. *Laufener Seminarbeiträge 1/01*. Bayer. Akad. F. Naturschutz u. Landschaftspflege (ANL), pp. 37–47.
- 19 Grignolio S., Merli E., Bongi P., Ciuti S., Apollonio M. 2011. Effects of hunting with hounds on a non-target species living on the edge of a protected area. *Biological Conservation* 144(1): 641–649.
- 20 Bonnot N., Morellet N., Verheyden H., Cargnelutti B., Lourtet B., Klein F., Hewison A.M. 2013. Habitat use under predation risk: hunting, roads and human dwellings influence the spatial behaviour of roe deer. *European Journal of Wildlife Research* 59(2): 185–193.
- 21 Podgórski T., Baś G., Jędrzejewska B., Sönnichsen L., Śnieżko S., Jędrzejewski W., Okarma H. 2013. Spatiotemporal behavioral plasticity of wild boar (*Sus scrofa*) under contrasting conditions of human pressure: primeval forest and metropolitan area. *Journal of Mammalogy* 94(1): 109–119.
- 22 Coppes J., Burghardt F., Hagen R., Suchant R., Braunisch V. 2017. Human recreation affects spatio-temporal habitat use patterns in red deer (*Cervus elaphus*). *PLoS one* 12(5): e0175134.
- 23 Reimoser S. 2012. Influence of anthropogenic disturbances on activity, behavior and heart rate of roe deer (*Capreolus capreolus*) and red deer (*Cervus elaphus*), in context of their daily and yearly patterns, in Cahler A.A., Marsten J.P., (eds.). *Deer: Habitat, Behavior and Conservation*. Hauptgagge. Nova Publishers. Nova Science Publishers, Inc.
- 24 Marchand P., Garel M., Bourgoin G., Dubray D., Maillard D., Loison A. 2014. Impacts of tourism and hunting on a large herbivore's spatio-temporal behavior in and around a French protected area. *Biological conservation* 177: 1–11.
- 25 George S.L., Crooks K.R. 2006. Recreation and large mammal activity in an urban nature reserve. *Biological Conservation* 133(1): 107–117.
- 26 Sibbald A.M., Hooper R.J., McLeod J.E., Gordon I.J. 2011. Responses of red deer (*Cervus elaphus*) to regular disturbance by hill walkers. *European Journal of Wildlife Research* 57(4): 817–825.
- 27 Arlettaz R., Patthey P., Baltic M., Leu T., Schaub M., Palme R., Jenni-Eiermann S. 2007. Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife. *Proceedings of the Royal Society B – Biological Sciences* 274: 1219–1224.
- 28 Thiel D., Jenni-Eiermann S., Braunisch V., Palme R., Jenni L. 2008. Ski tourism affects habitat use and evokes a physiological stress response in capercaillie *Tetrao urogallus*: a new methodological approach. *Journal of Applied Ecology* 45: 845–853.
- 29 Rehnus M., Wehrle M., Palme R. 2014. Mountain hares *Lepus timidus* and tourism: stress events and reactions. *Journal of Applied Ecology* 51(1): 6–12.

- 30 Phillips G.E., Alldredge A.W. 2000. Reproductive success of elk following disturbance by humans during calving season. *The Journal of Wildlife Management* 64(2): 521-530.
- 31 Mallord J.W., Dolman P.M., Brown A.F., Sutherland W.J. 2007. Linking recreational disturbance to population size in a ground-nesting passerine. *Journal of Applied Ecology* 44(1): 185-195.
- 32 MacArthur R.A., Johnston R.H., Geist V. 1979. Factors influencing heart rate in free-ranging bighorn sheep: a physiological approach to the study of wildlife harassment. *Canadian Journal of Zoology* 57(10): 2010-2021.
- 33 MacArthur R.A., Geist V., Johnston R.H. 1982. Cardiac and behavioral responses of mountain sheep to human disturbance. *The Journal of Wildlife Management* 46(2): 351-358.
- 34 Weimerskirch H., Shaffer S.A., Mabile G., Martin J., Boutard O., Rouanet J.L. 2002. Heart rate and energy expenditure of incubating wandering albatrosses: basal levels, natural variation, and the effects of human disturbance. *Journal of Experimental Biology* 205(4): 475-483.
- 35 Ellenberg U., Mattern T., Seddon P.J., Jorquera G.L. 2006. Physiological and reproductive consequences of human disturbance in Humboldt penguins: the need for species-specific visitor management. *Biological Conservation* 133(1): 95-106.
- 36 Skogland T., Grøvan B. 1988. The effects of human disturbance on the activity of wild reindeer in different physical condition. *Rangifer* 8(1): 11-19.
- 37 Bradshaw C.J., Boutin S., Hebert D.M. 1998. Energetic implications of disturbance caused by petroleum exploration to woodland caribou. *Canadian Journal of Zoology* 76(7): 1319-1324.
- 38 Keller V. 1995. Auswirkungen menschlicher Störungen auf Vögel – eine Literaturübersicht. *Der Ornithologische Beobachter* 92(1): 3-38.
- 39 Sutherland W.J. 2007. Future directions in disturbance research. *Ibis* 149(1): 120-124.
- 40 Herten M. 2015. Impacts of Informal Trails in Forested Areas Close to Zuerich. Master Thesis, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau, 111 pp.
- 41 Rupf R. 2015. Planungsinstrumente für Wandern und Mountainbiking in Berggebieten – Unter besonderer Berücksichtigung der Biosfera Val Müstair. Haupt Verlag, Bern. 334 pp.
- 42 Siderelis C., Naber M., Leung Y.-F. 2010. The influence of site design and resource conditions on outdoor recreation demand: A mountain biking case study. *Journal of Leisure Research* 42(4): 573.
- 43 Bötsch Y., Tablado Z., Scherl D., Graf R., Jenni L. Effect of recreational trails on forest birds: does human presence matter? Submitted.
- 44 Scherl D. 2015. Effekt von Erholungs- und Freizeitaktivitäten auf die Bestände von Waldvögel. Bachelorarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, ZHAW, Wädenswil, 19 pp.
- 45 Gerber R., Keller P. 2015. Einfluss von anthropogenen Störreizen auf das Reh (*Capreolus capreolus*). Semesterarbeit 2, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, ZHAW, Wädenswil, 46 pp.
- 46 Sigrist B. 2015. Eigenschaften von Deckungsräumen des Rehs (*Capreolus capreolus*) in Bezug auf unterschiedliche Störungereignisse. Bachelorarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, ZHAW, Wädenswil, 67 pp.