

Mortalität durch Verkehrswege beim Wolf (*Canis lupus*) – ein Artenschutzproblem?

Mortality of the wolf (*Canis lupus*) at traffic infrastructure – a problem for species conservation?

SVEN HERZOG *¹

Zusammenfassung: Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob die Mortalität durch Kollisionen an Verkehrswegen für den Wolf (*Canis lupus*) ein ernsthaftes Artenschutzproblem darstellt und, ob insbesondere in dichtbesiedelten Regionen wie Deutschland die entsprechende Mortalität als kompensatorisch oder additiv anzusehen ist. Eine (deduktive) Literaturübersicht internationaler Untersuchungen erlaubt keine eindeutige Antwort auf diese Frage. Die induktive Betrachtung der lokalen Situation in Deutschland zeigt, dass die deutsch-westpolnische Subpopulation als westlichster Vorposten der baltisch-osteuropäischen Population ein konstantes Wachstum über die vergangenen Jahre zeigte und derzeit möglicherweise in eine Phase exponentiellen Wachstums eintritt. Der vergleichsweise hohe Anteil durch Straßenverkehr getöteter Individuen scheint daher kein unmittelbares Problem für den Artenschutz des Wolfes in dieser Region darzustellen.

Schlagworte: *Canis lupus*, Wolf, Mortalität, kompensatorisch, additiv, Verkehrswege

Abstract: The present study deals with the question as to how road and railroad kills of Grey wolf (*Canis lupus*) as part of anthropogenic mortality are a serious problem for species conservation, especially in densely inhabited regions such as Germany. Furthermore, it looks for reliable data from literature if road and railroad kills are to be regarded as compensatory or additive. A (deductive) synopsis of several international studies on wolves gives no clear information on these questions. Inductively looking at the actual situation in Germany it can be shown that the German-West Polish subpopulation as a westernmost outpost of the Baltic-Eastern European wolf population is characterized by a constant increase, presumably just turning into an exponential function. Thus, although the rate road kills in Germany is quite high, compared to other studies, it is not suspect to have a strong negative impact on species conservation efforts.

Key words: *Canis lupus*, Grey wolf, mortality, compensatory, additive, traffic routes

Einleitung und Methoden

Anfang der 2000er Jahre konnte in Deutschland erstmals seit der Ausrottung des Wolfes (*Canis lupus*) im 19. Jahrhundert wieder eine regelmäßige Reproduktion der Art in freier Wildbahn nachgewiesen werden. Es handelt sich um zugewanderte Tiere aus dem baltisch-ostpolnisch-ukrainischen Raum und deren Nachkommen. Dieses Vorkommen bildet damit den westlichsten Vorposten der großen baltisch-osteuropäischen Population. Diese wiederum stellt den Rest einer ehemals flächendeckend (mit Ausnahme weniger Lebensräume, z.B. im Hochgebirge) über ganz Europa verbreiteten eurasischen Population dar, welche sich aufgrund gezielter Ausrottungsbestrebungen, insbesondere seitens einer damals kleinstäuerlich strukturierten Landwirtschaft bis weit ins 19. Jahrhundert hinein, heute in unterschiedliche (Teil)populationen aufgliedert. Insbesondere in Teilen Italiens, Spaniens und Frankreichs, aber auch auf dem Balkan, war das Wolfsvorkommen nie erloschen.

*¹ Prof. Dr. Dr. Sven Herzog, Technische Universität Dresden, Wildökologie, Pianner Straße 8, D - 01737 Tharandt

Correspondence: herzog@forst.tu-dresden.de

Die Wiederbesiedlung eines hochgradig zivilisatorisch überformten Raumes, wie ihn Mitteleuropa heute darstellt, durch große, mobile Säugetierarten führt immer zu Problemen und Konflikten. Neben der Frage des Einflusses des Wolfes auf menschliche Nutzungsinteressen ist umgekehrt auch diejenige nach der Beeinträchtigung der Wildtierart durch den Menschen ein wichtiger Forschungsgegenstand. Beide Ansätze wurden bis heute nur unzureichend aufgegriffen. Dennoch ist es für das weitere Management der Art ausgesprochen wichtig zu wissen, welchen Einfluss der Mensch in einem intensiv genutzten und dicht besiedelten Zivilisationsraum tatsächlich auf den Wolf ausübt.

In diesem Zusammenhang fallen die Kollisionen mit Kraftfahrzeugen und, offenbar in deutlich geringerem Umfang, mit Eisenbahnfahrzeugen intuitiv besonders auf, vermutlich auch, weil diese gegenüber anderen Todesursachen vergleichsweise gut dokumentiert und in den Medien entsprechend dargestellt werden. POLSTER et al. (in diesem Band) beschäftigen sich mit den Möglichkeiten, solche anthropogenen Einflüsse auf den Wolf möglichst zu minimieren.

In der Vergangenheit wurde für verschiedene Arten intensiv diskutiert, in welchem Ausmaß anthropogen bedingte Mortalität tendenziell eher als kompensatorische oder als additive Mortalität auftritt. (vgl. z.B. ANDERSON & BURNHAM 1976, ELLENBERG 1978). Heute ist klar, dass wir diese Frage sowohl nach Arten als auch nach dem aktuellen Zustand einer (Sub-) Population differenziert beantworten müssen.

Als wesentliche Kompensationsmechanismen sind in diesem Zusammenhang vor allem eine gesteigerte Reproduktionsrate oder aber eine Reduktion anderer, anthropogener und/oder natürlicher Mortalitätsraten relevant.

Dazu sollten wir zunächst das Phänomen „anthropogen bedingte Mortalität“ genauer betrachten. In zahlreichen Untersuchungen zum Wolf (JĘDRZEJEWSKA et al., 1996; BRAINERD et al., 2008; MURRAY et al., 2010, LIBERG et al., 2011) wird „anthropogene Mortalität“ *in toto* betrachtet. Das dieser Faktor allerdings der weiteren Differenzierung bedarf, ist klar: so hat sicher eine geregelte, nachhaltige Bejagung grundsätzlich einen anderen Einfluss als Wilderei oder die Verfolgung im Sinne einer „Prädatorenkontrolle“. Für den Wolf finden wir weltweit Beispiele für alle drei Formen der Einflussnahme. Auch dürfte intuitiv klar sein, dass anthropogene Einflüsse auf eine kleine, im Aufbau begriffene (Sub)population anders wirken als die gleiche Einflussnahme auf eine schnell wachsende oder auf eine etablierte Teilpopulation oder Population.

An dieser Stelle ist festzuhalten, dass der Begriff der „anthropogenen Mortalität“ grundsätzlich differenziert betrachtet werden muss. Generell können wir diese vier wesentlichen Komponenten zuordnen:

- „Prädatorenkontrolle“ (beim Wolf derzeit in Westeuropa nicht praktiziert)
- Reguläre (nachhaltige) Bejagung (derzeit in einigen europäischen Ländern, nicht aber in Deutschland, praktiziert)
- Wilderei (illegale Tötungen aus unterschiedlicher Motivlage heraus, treten in allen Wolfsvorkommen in unterschiedlichem Ausmaß auf, in Deutschland ist das Ausmaß bislang unklar, vermutlich jedoch aufgrund einer vergleichsweise intensiven sozialen Kontrolle eher gering)
- Unfälle (also unbeabsichtigte Tötungen, hier insbesondere Kollisionen an Verkehrswegen)

Auf letztere richtet sich der Focus der vorliegenden Arbeit. Kollisionen an Verkehrswegen werden durch eine arttypische Besonderheit der Sozialverbände des Wolfes, das regelmäßige Abwandern zumindest eines großen Teils der Nachkommen aus dem Familienverband (vgl. z.B.

MECH 1970), begünstigt. So beobachten wir derzeit regelmäßig das Auftreten von Wölfen in zahlreichen west- und norddeutschen Bundesländern (vgl. z.B. HABBE 2010). Inwieweit für die Wanderrouten etwa die vorherrschende Hauptwindrichtung eine signifikante Rolle spielt oder ob andere Faktoren einen entscheidenden Einfluss auf die Wanderrouten ausüben, ist eine derzeit offene Frage. Ökologisch gesehen dient diese Dispersion der Entlastung des elterlichen Gruppenterritoriums und gleichzeitig der Erschließung neuer Lebensräume ebenso wie der Aufrechterhaltung des Genflusses zwischen Teilpopulationen. Bei diesen Wanderungen, aber durchaus auch bei der normalen Nutzung ihrer Gruppen-(Rudel-)territorien treffen die Wölfe regelmäßig auf Infrastrukturanlagen, was zu einem Kollisionsrisiko führt. Es stellt sich daher die Frage, welchen Einfluss diese Mortalität für die Gesamt- bzw. für die lokale Teilpopulation hat. Dazu betrachten wir im Folgenden beispielhaft die westpolnisch-deutsche Teilpopulation. Mangels brauchbarer Voruntersuchungen aus Deutschland nähern wir uns der Problematik zunächst deduktiv mittels einer Übersicht internationaler Literatur, welche sich entweder primär oder zumindest am Rande mit der Frage der Bedeutung unterschiedlicher Mortalitätsfaktoren beschäftigten. In einem zweiten Schritt wählen wir einen induktiven Ansatz und betrachten die Situation der lokalen Teilpopulation und deren Entwicklungsdynamik einmal genauer.

Ergebnisse

Die bisherigen Untersuchungen beruhen auf drei grundsätzlich unterschiedlichen Forschungsansätzen, wobei einzelne Studien durchaus unterschiedliche Ansätze kombinieren:

- Untersuchung von Totfunden und deren unterschiedlichen Todesursachen
- Mortalität innerhalb umfangreicher Telemetriestudien
- Modellierung

Bezüglich der Untersuchungen von Totfunden ist ein genauerer Blick erforderlich. Die Grundlage dieser Arbeiten sind Kadaver, die beispielsweise von Jägern, Förstern oder Parkrangern aufgefunden wurden, (z.B. JĘDRZEJEWSKA et al. 1996, HUBER et al. 2002, MÖRNER et al. 2005, LOVARI et al. 2007). Das Problem dabei ist, dass wir in keiner dieser Untersuchungen Kenntnis darüber haben, welchen Teil der Gesamtmortalität diese Totfunde ausmachen. Es ist davon auszugehen, dass unter diesen Totfunden anthropogene Todesursachen überrepräsentiert sind (z.B. Verkehrsmortalität), während etwa an Krankheiten verendete Individuen deutlich seltener gefunden werden. Dadurch besteht die Gefahr, anthropogene Todesursachen gegenüber natürlichen zu überschätzen. Dies bestätigen auch etwa MÖRNER et al. (2005).

Telemetrische Studien (z.B. MURRAY et al. 2010, LIBERG et al. 2011) liefern deutlich präzisere Daten zur Mortalität innerhalb des besiedelten Kollektivs. Sofern dieses hinreichend umfangreich wäre und die natürliche Populationsstruktur abbildete, könnten daraus auch zuverlässige Daten zu den tatsächlich wirksamen Mortalitätsfaktoren abgeleitet werden.

Leider wird eine solche Abbildung der tatsächlichen Populationsstruktur durch besiedelte Individuen *in praxi* nicht gelingen, da in einem besiedelten Kollektiv einerseits Welpen in den ersten Lebensmonaten, andererseits ältere, erfahrene Individuen typischerweise fehlen bzw. deutlich unterrepräsentiert sind.

JĘDRZEJEWSKA et al. (1996) schätzen die Welpenmortalität im ersten Lebensjahr auf über 65%, MECH & BOITANI (2003) immerhin auf bis zu 50% je nach Nahrungsangebot und Jahreszeit. Aufgrund des Mindestalters besiedelter Wölfe von sechs Monaten (vgl. z.B. FULLER

1998), wobei die Untergrenze normalerweise aber deutlich darüber liegen dürfte, fehlt gerade die Altersgruppe mit der höchsten Mortalität. Auch SPARKMANN et al.(2011) besiedelten beim Rotwolf ausschließlich erwachsene Tiere von einem Jahr oder älter. MECH (2006) schreibt “The age structure of my sample was heavily skewed to young animals, with only 12 % of the non-pups estimated at >5 years of age”). Somit liegt der Schwerpunkt solcher Untersuchungen voraussichtlich immer auf Individuen in der zweiten Hälfte des ersten und in ihrem zweiten Lebensjahr.

Der dritte Ansatz zur Beurteilung der Mortalität innerhalb von Wolfspopulationen ist die Modellierung. Diese hat das grundlegende Problem, dass die Methode selbst nur so gut sein kann wie die Eingangsdaten. Daher muss bei der Beurteilung von Untersuchungen, welche auf Modellen beruhen die Qualität der Eingangsdaten immer kritisch hinterfragt werden. Das ist nicht immer leicht, da zahlreiche Studien diese Eingangsdaten nicht oder nicht präzise genug aufführen. Wie oben gezeigt werden konnte, existieren für den Wolf kaum hinreichend aussagefähige experimentelle oder Daten aus Freilanduntersuchungen zur Frage der Mortalität. Daher müssen entsprechende Voraussagen auf der Basis von Modellen mit großer Vorsicht interpretiert werden (vgl. auch z.B. LEBRETON 2005).

Für einen induktiven Ansatz sollten wir zunächst die Bestandesentwicklung in Deutschland betrachten. Abbildung 1 beruht ausschließlich auf den offiziell veröffentlichten Bestandszahlen (LUDWIG 2014a) und gibt einen Überblick über die Entwicklung der letzten Jahre.

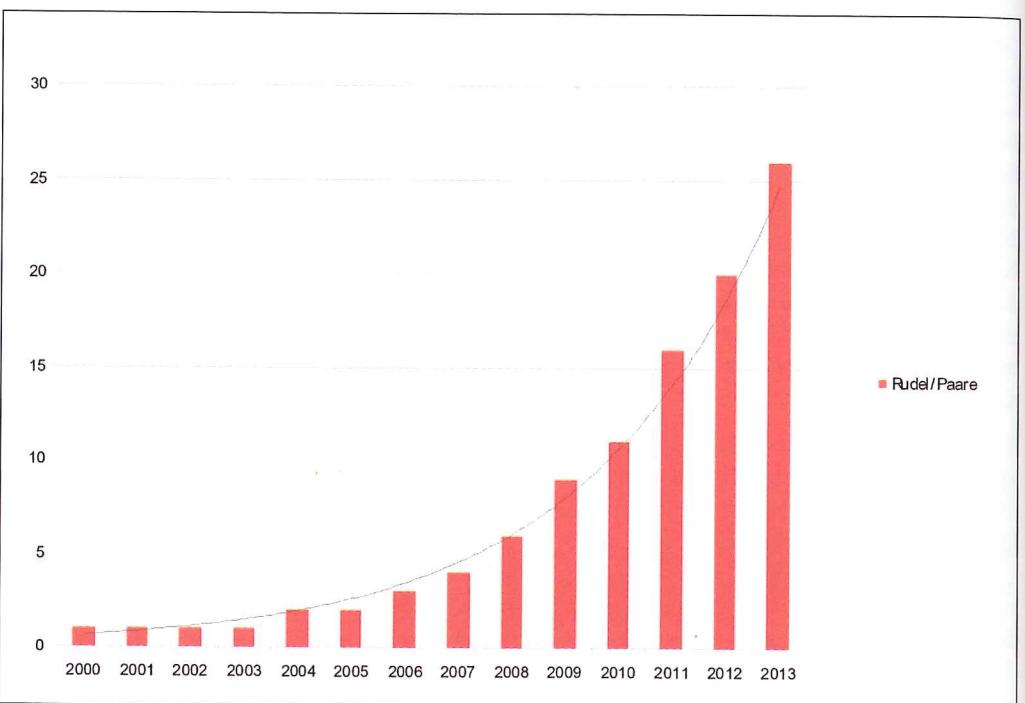


Abb. 1 Entwicklung des Wolfsvorkommens in Deutschland (Datengrundlage: LUDWIG 2014a, <http://www.wolfsregion-lausitz.de/index.php/chronologie-wolfsvorkommen/chronologie-deutschland>)

Tab. 1 Totfunde in Sachsen und Südbrandenburg von 2006 bis 2013 (Datengrundlage: LUDWIG 2014b, <http://www.wolfsregion-lausitz.de/chronologie-wolfsvorkommen/totfunde-von-woelfen>)

Jahr	Totfunde gesamt	Nat. Todesursache Welpen	Nat. Todesursache Jäherling	Nat. Todesursache adult	Straßenverkehr Welpen	Straßenverkehr Jäherlinge	Straßenverkehr adult	Bahn Welpen	Illegal Welpen	Illegal Jäherlinge	Unbekannt
2006	2	1			1						
2007	3		1		1					1	
2008	1				1						
2009					3	1		1	1		
2010							1				
2011	11				1	4	1	1	1	1	2
2012	8			1	5		1	1			
2013	8	1			4		1	1	1		
Summe	40	2	1	1	16	5	4	4	3	2	2

Es ist unschwer zu erkennen, dass der Bestand des Wolfes in Deutschland mit Schwerpunkten in Sachsen und Brandenburg einer recht interessanten Dynamik unterliegt. Derzeit scheint er sich gerade in der Phase des Übergangs in ein exponentielles Wachstum zu befinden (Abb. 1). Dies lässt – *ceteris paribus* – in absehbarer Zeit eine Wiederbesiedlung weiter Teile Mitteldeutschlands erwarten.

Betrachten wir gleichzeitig die Totfunde in Sachsen und Südbrandenburg, so ergeben sich, ebenfalls die offiziellen Daten (LUDWIG 2014b) zugrunde gelegt, in der Zeit zwischen Januar 2006 und Dezember 2013 insgesamt 40 Totfunde (Tabelle 1). 73 Prozent davon entfallen auf verkehrsbedingte Mortalität (63% Straße, 10% Bahn).

Interessant ist, dass, wenngleich in den vergangenen Jahren durchaus ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen ist, sich dieser nicht in der gleichen Dimension wie der Gesamtbestand bewegt. Die Gründe hierfür wären zu hinterfragen. Wenn wir davon ausgehen, dass derzeit pro Jahr in Deutschland (sehr konservativ geschätzt) 100 bis 150 Welpen zur Welt kommen, so bewegt sich die verkehrsbedingte Mortalität mit z.B. sechs Welpen in 2013 in einer Größenordnung zwischen vier und sechs Prozent.

Diskussion

Die analysierten Arbeiten aus unterschiedlichen Wolfspopulationen unterschiedlicher Regionen bzw. Kontinente zeigen, insbesondere aufgrund unterschiedlicher Methodik und unterschiedlicher naturräumlicher Rahmenbedingungen ein wenig einheitliches Bild.

Auffallend ist zunächst die Tatsache, dass die Angaben zum prozentualen Anteil der natürlichen Mortalität zwischen sieben (HUBER et al. 2002) und 31 Prozent (BRAINERD et al. 2008) an der Gesamt mortalität schwanken. Diese generell niedrig erscheinenden Werte sind vermutlich einerseits den Studienbedingungen (systematische Unterschätzung des Anteils natürlicher Mortalität), andererseits der Tatsache, dass auch mehr oder minder intensiv bejagte Populationen in die Untersuchungen einbezogen wurden, geschuldet.

Während Totfundstatistiken (z.B. HUBER et al. 2002) den Anteil natürlicher Mortalität aufgrund einer höheren Wahrscheinlichkeit, anthropogen zu Tode gekommene Tiere aufzufinden, tendenziell unterschätzen (dies gilt auch für die Totfundstatistik in Sachsen und Brandenburg), liegt der systematische Fehler von Telemetriestudien (z.B. MURRAY et al. 2010, LIBERG et al. 2011) in der Tatsache, dass schwerpunktmäßig eine Altersgruppe untersucht wird, welche die hohe natürliche Welpenmortalität bereits hinter sich und steigende Mortalität der Tiere in höherem Alter noch vor sich hat, so dass für die Jäährlinge in der Dispersionsphase vor allem die innerartliche natürliche Mortalität beim Durchwandern fremder Rudelterritorien relevant sein dürfte.

Sowohl MURRAY et al. (2010) als auch LIBERG et al. (2011) oder SPARKMAN et al. (2011) gehen davon aus, dass anthropogene Mortalität nicht oder nicht in allen Fällen kompensatorisch ist, sondern dass von einer additiven Wirkung auszugehen ist. Alle drei Untersuchungen befassen sich allerdings mit Populationen, in denen legale Bejagung ebenso wie Wilderei offenbar eine nicht unerhebliche Rolle spielt. Es ist anzunehmen, dass dieser additive Effekt im Falle regulärer Bejagung je nach Zielsetzung auch erwünscht ist, nämlich immer dann, wenn die Jagd auch eine Funktion der Bestandesregulation haben soll. Konkrete Prognosen geben BALLARD et al. (1987) für Alaska, wobei insgesamt 151 Individuen aus 30 Rudeln radiotelemetrisch untersucht wurden. Die Autoren geben die natürliche Mortalität mit 20%, die Mortalität aus legaler Bejagung und Wilderei *in toto* mit 80% an. Getötete Tiere durch Kollisionen spielen in dieser Studie keine Rolle. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass eine bejagte Population eine maximale anthropogene Mortalität von 40% des Herbstbestandes verkraftet, um langfristig stabil zu bleiben. Auch wenn diese Zahlen einen völlig anderen Lebensraum als denjenigen Mitteleuropas betreffen, so sind sie doch insofern wertvoll, als sie die Größenordnungen aufzeigen, über die wir diskutieren müssen. Studien, welche mitteleuropäische Verhältnisse zumindest etwas annähern, sind diejenigen von BLANCO et al. (1992, Spanien) oder LOVARI et al. (2007, Italien).

Die in der Literatur beschriebene verkehrsbedingte Mortalität beträgt je nach Studie bis zu 20 Prozent der Gesamtmortalität. Damit liegt sie zumindest in bejagten Populationen vergleichsweise niedrig. Eine Aufschlüsselung in die unterschiedlichen Ursachen „Straßenverkehr“ und „Eisenbahn“ war aus der Literatur nicht möglich. Es ist allerdings davon auszugehen, dass in der Regel der Straßenverkehr den deutlich größeren Anteil für sich verbucht. Aussagen, ob dieser Faktor als eher kompensatorisch oder additiv einzustufen ist, sind aus den Daten nicht möglich. In Deutschland liegt die verkehrsbedingte Mortalität erwartungsgemäß aufgrund der hohen Verkehrswegedichte und der Tatsache, dass der Bestand nicht bejagt wird, prozentual deutlich höher. Adulte Individuen oder gar reproduzierende Elterntiere fallen erwartungsgemäß (vgl. LOVARI et al. 2007) sehr selten dem Straßenverkehr zum Opfer. Dies könnte letztlich zu einer gewissen Rechtsverschiebung der Wachstumskurve (Abb. 1) geführt, deren grundsätzlichen Verlauf allerdings nicht beeinträchtigt haben.

Bei der Beurteilung der verkehrsbedingten Mortalität können wir – auch vor dem Hintergrund der vorliegenden internationalen Studien – zwar nicht abschließend sagen, ob insbesondere die Mortalität an Straßen wirklich kompensatorisch ist, oder ob sie eine additive Komponente, und falls ja, in welcher Situation, aufweist. Wir können aber bei Betrachtung der Wachstumsfunktion aber für das Wolfsvorkommen in Deutschland davon ausgehen, dass offenbar die initiale ebenso wie die mittel- und langfristige Bestandesentwicklung durch die derzeitige gesamte anthropogene Mortalität, welche im Wesentlichen durch den Straßenverkehr bestimmt wird, nicht oder

kaum behindert wird. Aus Sicht des Artenschutzes dürften die Kollisionsereignisse im Straßenverkehr daher von nachrangiger Bedeutung sein.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass man in Zukunft auf Maßnahmen zur Kollisionsverhinderung an Straßen verzichten kann. Im Gegenteil: da jede Kollision zwischen Kraftfahrzeug und Wolf, die nicht zum Tod, sondern zu einer schweren Verletzung des Tieres führt, gerade vor dem Hintergrund der neuen Rechtslage in Sachsen auch ein besonderes Tierschutzproblem birgt, wird man sich in Zukunft vermehrt mit Maßnahmen der Kollisionsvermeidung beschäftigen müssen.

Nur am Rande empfehlen wir für zukünftige Untersuchungen, wie oben beschrieben, grundsätzlich nicht nur hinsichtlich anthropogener und natürlicher Mortalität zu unterscheiden, sondern diese nach den unterschiedlichen anthropogenen und natürlichen Ursachen zu differenzieren. Des Weiteren scheint der Ansatz, anthropogene Mortalität ausschließlich in „kompensatorisch“ oder „additiv“ zu differenzieren, nicht hinreichend zu sein.

Insbesondere die Untersuchungen aus bejagten Populationen zeigen, dass hier im Rahmen eines nachhaltigen Managements erwünschte und nicht erwünschte Faktoren nicht differenziert genug betrachtet werden. Daher empfehlen wir bei Untersuchungen zur Mortalität des Wolfes (aber auch anderer Arten) beispielsweise eine Unterscheidung in:

- kompensatorische Mortalität (wird von anderen anthropogenen oder natürlichen Mortalitätsfaktoren oder durch erhöhte Reproduktion ausgeglichen)
- additive Mortalität (unter Beachtung von Nachhaltigkeitskriterien)
- additive Mortalität (ohne Beachtung von Nachhaltigkeitskriterien)

Damit lassen sich in Zukunft beabsichtigte von unbeabsichtigten Wirkungen leichter unterscheiden und klarere Handlungsempfehlungen für die Zukunft geben. Auf diese Weise würde ein wichtiger Beitrag für ein nachhaltiges Management des Wolfes, aber auch anderer Wildarten geleistet.

Danksagung

Bei Frau M.Sc. Astrid Maack und Herren Dipl.-Forstw. Jens-Ulrich Polster bedanke ich mich für zahlreiche interessante Diskussionen und für die Unterstützung bei der Zusammenstellung der Literatur und der Graphiken.

Literatur

- BALLARD, W. B., WHITMAN, J. S. & C. L. GARDNER (1987): Ecology of an exploited wolf population in south-central Alaska. – *Wildlife Monographs* 98, 1-52.
- BLANCO, J. C.; REIG, S. & L. DE LA CUESTA (1992): Distribution, status and conservation problems of the wolf *Canis lupus* in spain. – *Biological Conservation* 60, 73-80.
- BOITANI, L. (1992): Wolf research and conservation in Italy. – *Biological Conservation* 61, 125-132.
- BRAINERD, S. M., BANGS, EDWARD, E., BRADLEY, E. H., FONTAINE, J. A., HALL, W., ILIOPOULOS, Y., JIMENEZ, M. D., JOZWIAK, E. A., LIBERG, O., MACK, C. M., MEIER, T. J., NIEMEYER, C. C., PEDERSEN, H. C., SAND, H., SCHULTZ, R. N., SMITH, D. W., WABAKKEN, P. & A. P. WYDEVEN (2008): The Effects of Breeder Loss on Wolves. – *Journal of Wildlife Management* 72, 89-98.
- CREEL, S. & J. J. ROTELLEA (2010): Meta-analysis of relationships between human offtake, total mortality and population dynamics of gray wolves (*Canis lupus*). – *PloS ONE* 5, 1-7.
- ELLENBERG, H. (1978): Zur Populationsökologie des Rehes (*Capreolus capreolus* L., Cervidae) in Mitteleuropa. – *Spirixiana, Zoologische Staatsammlung, Suppl.* 2.
- FULLER, T. K. (1989): Population dynamics of wolves in north-central Minnesota. – *Wildlife Monographs* 105, 1-41.
- HABBE, B. (2010): Willkommen in Niedersachsen, Wolf. Wolfsnachweise in Niedersachsen. Landesjägerschaft Niedersachsen und Institut für Wildtierforschung an der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover. 3/2010.

- JĘDRZEJEWSKA, B., JĘDRZEJEWSKI, W., BUNEVICH, A. N., MINKOWSKI, L. & H. OKARMA (1996): Population dynamics of Wolves *Canis lupus* in Bielowieża Primeval Forest (Poland and Belarus) in relation to hunting by humans, 1847-1993. – Mammal Review, 26, 103-126. DOI: 10.1111/j.1365-2907.1996.tb00149.x
- LEBRETON, J.-D. (2005): Dynamical and statistical models for exploited populations. Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive. – Aust. N. Z. J. Stat. 47(1), 49–63.
- LIBERG, O., CHAPRON, G., WABAKKEN, P., PEDERSEN, H. C., HOBBS, N. T. & H. SAND (2011): Shoot, shovel and shut up: cryptic poaching slows restoration of a large carnivore in Europe. – Proceedings of the Royal Society B, e-publishing, doi: 10.1098/rspb.2011.1275.
- LOVARI, S., SFORZI, A., SCALA, C. & R. FICO (2007): Mortality parameters of the wolf in Italy: does the wolf keep himself from the door? University of Siena, Italy. – Journal of Zoology 272, 117–124, doi:10.1111/j.1469-7998.2006.00260.x.
- LUDWIG, V. (2014a): Chronologie Wolfsvorkommen Deutschland.
<http://www.wolfsregion-lausitz.de/index.php/chronologie-wolfsvorkommen/chronologie-deutschland>
 (Stand 6.2.2014).
- LUDWIG, V. (2014b): Totfunde.
<http://www.wolfsregion-lausitz.de/chronologie-wolfsvorkommen/totfunde-von-woelfen> (Stand 6.2.2014)
- MECH, L. D. (1970) The Wolf: Ecology and Behaviour of an Endangered species. – Natural History Press, New York.
- MECH, L. D. (2006): Estimated Age Structure of Wolves in Northeastern Minnesota. – University of Minnesota, USA, Journal of Wildlife Management 70, 1481-1483, 2006.
- MECH, L. D. & L. BOITANI (2003): Wolves. Behaviour, Ecology, and Conservation. University of Chicago Press.
- MÖRNER, T., ERIKSSON, H., BRÖJER,C., NILSSON, K., UHLHORN, H., ÅGREN, E., HÅRDAFSEGERSTAD, C., JANSSON, D. S. & D. GAVIER-WIDÉN (2005): Diseases and Mortality in free-ranging Brown Bear (*Ursus arctos*), Gray Wolf (*Canis lupus*), and Wolverine (*Gulo gulo*) in Sweden. – Journal of Wildlife Diseases, 41(2), 298–303.
- PETERSON, R. O., WOOLINGTON, J. D. & T. N. BAILEY (1984): Wolves of the Kenai Peninsula, Alaska. – Wildlife Monographs 88, 1-52.
- SPARKMAN, A. M., WAITS, L. P. & D. L. MURRAY (2011): Social and Demographic Effects of Anthropogenic Mortality: A Test of the Compensatory Mortality: Hypothesis in the Red Wolf. – PLoS ONE 6(6): e20868. doi:10.1371/journal.pone.0020868.