

# Mehrjähriges Kleinsäugermonitoring und Totfundanalyse von Greifvögeln (Turmfalke und Mäusebussard) am Köln/Bonn Airport

## *Perennial Small Mammal Monitoring and Analysis of dead found Raptors (Kestrel and Common Buzzard) on Köln/Bonn Airport*

Autoren: Holger Meinig, Meike Hötzel, Ulf Muuß, Achim Hopp, Hartwig Mertens

### Zusammenfassung

Während der Jahre 2007 bis 2009 stieg die Anzahl von Vogelschlagereignissen im Bereich des Köln/Bonn Airports, hauptsächlich ausgelöst durch die Arten Turmfalke (*Falco tinnunculus*) und Mäusebussard (*Buteo buteo*), stark an. Die Häufigkeit der Kollisionen beider Arten entwickelte sich ab dem Jahr 2002 nahezu parallel. Um ggf. die Entwicklung von Kleinsäugerpopulationen als Nahrungsgrundlage für Greifvögel und deren räumliche Verteilung beeinflussen zu können, sollten zunächst die vorhandenen Kleinsäugerbestände erfasst und bewertet werden. Von August 2010 bis September 2013 wurden auf vier Probestellen in zwei Teilbereichen des Köln/Bonn Airports Untersuchungen zur Ermittlung der Dichte von Kleinsäufern durchgeführt. Die dominierende Art war die Feldmaus (*Microtus arvalis*), daneben trat auch die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) in größerer Stückzahl auf, die allerdings aufgrund ihrer Nachtaktivität für die tagaktiven Arten Turmfalke und Mäusebussard nur eine geringe Rolle als Nahrung spielt. Heiden, wie sie auf dem Köln/Bonn Airport vorherrschen, stellen für Kleinsäuger keine Optimallebensräume dar. Als Maximalbestand der Feldmaus wurden im Juli 2012 116 Ind./ha festgestellt. Große Bereiche des Flughafens sind zudem durch Feuchtheiden bewachsen, die nur nach langen Trockenperioden und meist nur für kurze Zeit von der Feldmaus besiedelbar sind.

Die im Zeitraum 2007 bis 2009 stark ansteigende Rate von Greifvogelkollisionen kann nicht allein auf die Nahrungsverfügbarkeit auf dem Köln/Bonn Airport zurückgeführt werden, sondern ist zu einem großen Teil auch abhängig von großräumigen Veränderungen in der landwirtschaftlichen Landnutzung. Nach außergewöhnlich hohen Feldmausbeständen im Jahr 2007 wurde im Erntejahr 2008 die EU-Bracheverordnung ausgesetzt und zum Erntejahr 2009 ganz abgeschafft. Damit verringerte sich der Lebensraum, der von Feldmäusen besiedelt und zur Reproduktion genutzt werden konnte. Aufgrund der hohen Feldmausbestände des Jahres 2007 waren sehr hohe Beutegreifer-Bestände zu verzeichnen, denen dann ab 2008 großflächig die Nahrungsgrundlage entzogen wurde. Der Effekt war eine Konzentration der Beutegreifer in Landschaftsräumen wie dem Köln/Bonn Airport, in denen „normale“ Beutetierdichten erreicht wurden. Die relativ niedrigen Fangergebnisse von Kleinsäufern der Jahre 2010 bis 2013 deuten außerdem darauf hin, dass eine Reduzierung ihrer Bestände nicht maßgeblich die Kollisionshäufigkeit an diesem Standort würde reduzieren können.

Für die Jahre 2010 bis 2014 war eine Verringerung der Kollisionsrate mit dem Mäusebussard zu beobachten, während die Anzahl von Kollisionen mit dem Turmfalken nach einer starken Abnahme im Jahr 2010 in den Jahren 2011 bis 2013 anstieg und im Jahr 2013 einen Höchststand erreichte. Die Entwicklung der Kollisionsraten beider Arten folgte nicht mehr dem gleichen Trend. Von 2012 bis 2014 wurden die tot aufgefundenen Turmfalken hinsichtlich ihres Magen- und Kropfinhaltes untersucht, ab dem Jahr 2013 auch die verunfallten Mäusebussarde. Der größte Teil der Kollisionen des Turmfalken fällt in die Monate Juli und August, in die Nachbrutzeit. Während sich die prozentuale Nahrungszusammensetzung des Turmfalken während der Jahre 2012 und 2014 mit einem Feldmausanteil von 42 bzw. 40 % sehr ähneln, macht die Feldmaus in den Ergebnissen des Jahres 2013 nur 2 % aus. Die Bestände der Feldmaus waren im Jahr 2013 großräumig sehr niedrig. Der Ausfall der Feldmaus als Nahrungsgrundlage wurde vom Turmfalken durch erhöhte Anteile von Großinsekten, insbesondere den Laubheuschreckenarten Grünes Heupferd (*Tettigonia viridissima*) und Roesels Beißschrecke (*Metroptera roeselii*) ausgeglichen. Die Datenbasis beim Mäusebussard (3 Exemplare) ist zu gering, um Rückschlüsse ziehen zu können.

Turmfalken weisen während der Nachbrutzeit (ab Juli) einen Energiebedarf von ca. 300 kJ/Tag auf. Im Sommer wiegt eine Feldmaus ca. 18 g, ein Grünes Heupferd ca. 2,5 g. Das bedeutet, dass ein Turmfalke weniger Zeit in der Luft verbringen muss, um seinen Nahrungsbedarf zu decken, wenn in ausreichendem Maße Feldmäuse zur Verfügung stehen, als wenn er sich von Großinsekten ernähren muss, damit sinkt ist auch das Kollisionsrisiko. Im Jahr 2013 war es der relative hohe Besatz der Flächen mit Großinsekten, der den Flughafen attraktiv für den Turmfalken gemacht hat. Durch intensivierete landwirtschaftliche Produktionsmethoden treten Großinsekten in der Normallandschaft nur noch in bei weitem geringeren Dichten auf, als es bis in die 2. Hälfte des letzten Jahrhunderts normal war. Auf dem Köln/Bonn Airport ist die Ressource "(Groß-)Insekten" aber weiterhin verfügbar, da hier keine Düngungen vorgenommen werden und keine Insektizide zum Einsatz kommen. Der Köln/Bonn Airport liegt inmitten eines Naturschutz-, Vogelschutz- und FFH-Gebietes. Daher sollte der Insektenreichtum auf den Nebenbetriebsflächen unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkten nicht reduziert werden. Es wird empfohlen, während der Hauptkollisionszeit im Juli und August einfliegende Turmfalken schonend lebend zu fangen und in andere Landschaftsräume zu verbringen, um das Kollisionsrisiko zu mindern.

## Summary

The number of bird strikes on Köln/Bonn Airport increased very much, mainly caused by kestrel (*Falco tinnunculus*) and common buzzard (*Buteo buteo*), between 2007 and 2009. The frequency of collisions of both species nearly run parallel starting in 2002. The development of small mammal populations and their spatial distribution as a food base for raptors was investigated and evaluated to influence them, if necessary. Between August 2010 and September 2013, investigations concerning small mammal densities in four sample plots in two different regions of Köln/Bonn Airport were carried out. Dominating species was the common vole (*Microtus arvalis*). In addition, field mouse (*Apodemus sylvaticus*) occurred frequently, but it should play a minor role as food for the raptors active during daytime because it is mainly nocturnal. Different kinds of heathland are the dominating habitats in the area of Köln/Bonn Airport. These kinds of habitats are not optimal ones for small mammals. The largest density observed in the common vole in July 2012 was 116 individuals / ha. In large areas of the airport moist heaths are growing, the common vole only can colonize these after longer dry periods.

The increased number of bird strikes of raptors between 2007 and 2009 on Köln/Bonn Airport cannot be explained solely by food availability in the area itself. It was dependent to a larger part from the large-scale changes in agricultural land use. After unusual large-scale high densities in the common vole in 2007, in 2008 the EU fallow land regulation was intermitted and terminated in 2009. Habitats that could be colonized and used for reproduction by the common vole decreased suddenly and strongly. Because of the high densities of common vole in 2007 high stocks of predators existed. For them, beginning in 2008, food resources decreased strongly. Effect was a concentration of predators in areas like Köln/Bonn Airport, where prey was still available. The results of this study show, the collision rate of raptors at Köln/Bonn Airport cannot be explained by high small mammal densities. The relatively low densities of small mammals found between 2010 and 2013 give a hint that a reduction of small mammals would not be able to reduce the number of bird strikes in the area noticeable.

Between 2010 and 2014, decreasing collision rates in common buzzards were observed. Contrary to this, collision rates of kestrel, after a strong decline in 2010, increased between 2011 and 2013 and reached their highest level in 2013. The development of bird strike rates of both species did not run parallel any more. Beginning in 2012, the dead found kestrels were investigated concerning the contents of their gizzards and stomachs. Beginning in 2013, also the common buzzards collided were investigated. Most kestrels collided during July and August, during post breeding period. The food composition of kestrels from the years 2012 and 2014 with a portion of 42 respectively 40 % common vole are very similar. In the results of the year, 2013 common vole makes up only 2 % of food items. Densities of common vole in 2013 were very low on a large-scale. Kestrels compensated the falling out of common vole as main food resource by increased portions of large insects, especially great green bush-cricket (*Tettigonia viridissima*) and Roesel's bush-cricket (*Metrioptera roeselii*). The number of common buzzards investigated up to now is too low (three individuals) to draw conclusions.

During post breeding period (beginning in July), kestrels need an energy intake of about 300 kJ/day. In late summer, common voles have an average weight of 18 g, great green bush-crickets of 2,5 g. This means a kestrel has to be less on the wing when it is able to cover its energy requirements by a sufficient amount of common voles and is not forced to feed on large insects. This is important for low numbers of bird strikes. In 2013, high densities of large insects made Köln/Bonn Airport attractive to kestrels. Caused by intensified agricultural land use in German landscapes (large) insects have declined strongly since the middle of last century. However, in Köln/Bonn Airport this resource is still available, because no fertilizers and insecticides are used there. The airport is situated in the middle of a nature reserve and areas according to Bird's and Habitat's Directive. For this reason, densities of large insects cannot be reduced artificially. Therefore, we suggest to catch kestrels, during the time when most collisions take place, with care and to bring them to distant landscapes, to reduce bird strike risk.

## 1. Einleitung

### 1.1 Fragestellung

Während der Jahre 2007 bis 2009 stieg die Anzahl von Vogelschlagereignissen im Bereich des Köln/Bonn Airports, hauptsächlich ausgelöst durch die Arten Turmfalke (*Falco tinnunculus*) und Mäusebussard (*Buteo buteo*), stark an (Abb. 1). Die Häufigkeit der Kollisionen beider Arten entwickelte sich ab dem Jahr 2002 nahezu parallel. Für hohe Kollisionszahlen von Greifvögeln werden auf Flughäfen zumeist hohe Kleinsäugerbestände, insbesondere der Feldmaus (*Microtus arvalis*), bzw. deren gute Erreichbarkeit bei Vegetationsbeständen mit geringer Wuchshöhe verantwortlich gemacht (z. B. Brockmann & Rohloff 1999, Hämker & Borstel 2003, Morgenroth 2007).

Neben der Feldmaus ist die Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) die häufigste Kleinsäugerart mitteleuropäischer Offenlandlebensräume. Auch diese spielt für viele Beutegreifer eine große Rolle als Beutetier. Mittel- bis langfristig sollte eine Reduzierung des Vogelschlagrisikos insbesondere in Bezug auf Greifvogelarten auf dem Betriebsgelände des Köln/Bonn Airports erreicht werden. Um ggf. die Entwicklung von Kleinsäugerpopulationen als Nahrungsgrundlage für

Greifvögel und deren räumliche Verteilung beeinflussen zu können, sollten zunächst die vorhandenen Kleinsäugerbestände erfasst und bewertet werden, um die Populationsentwicklungen in verschiedenen Teilbereichen mit unterschiedlichen ökologischen Rahmenbedingungen (Deckung, Vegetationszusammensetzung, Bodenfeuchte etc.) beurteilen und nachfolgend flächenspezifische Maßnahmen entwickeln zu können.

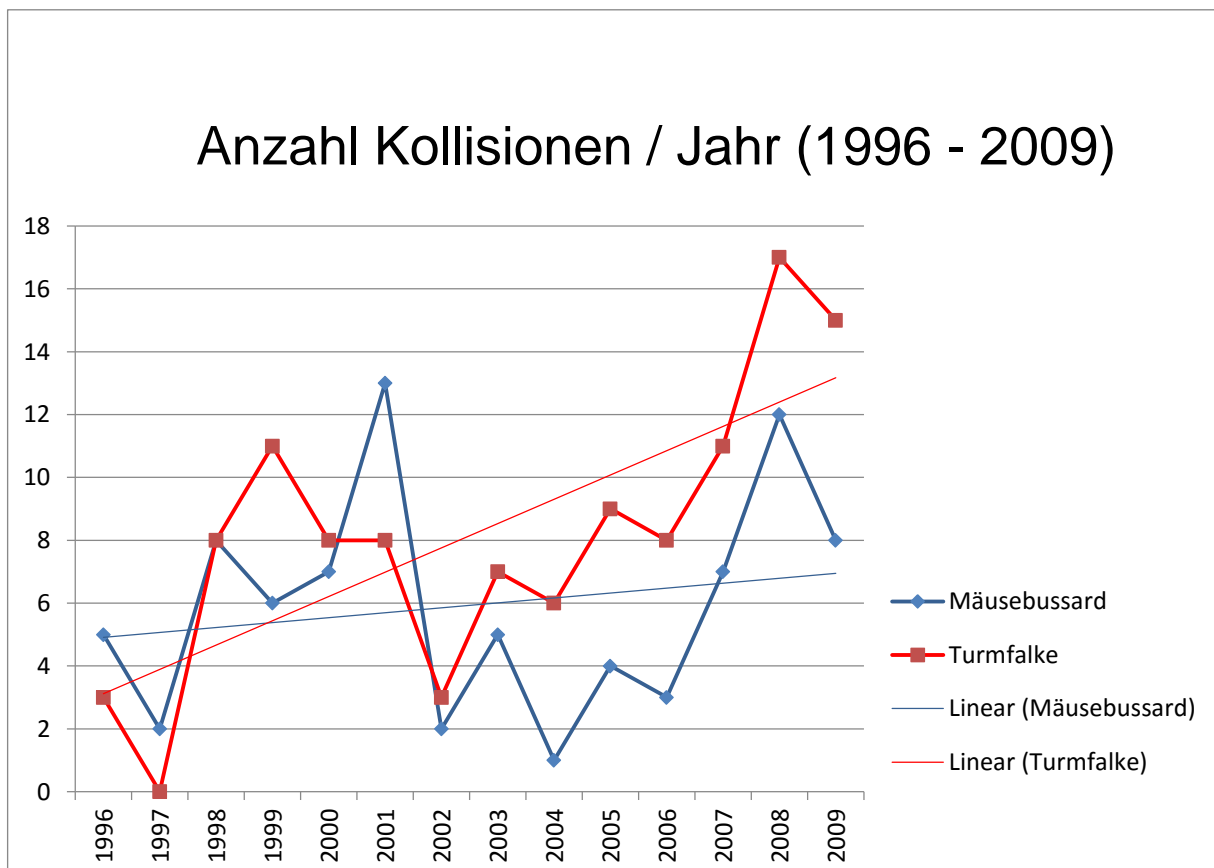


Abb. 1: Anzahl von Vogelschlägen durch die Arten Turmfalke und Mäusebussard im Zeitraum 1996 bis 2009

Fig. 1: Number of bird strikes of kestrel and common buzzard during the period 1996 - 2009

## 1.2 Großräumige ökologische Rahmenbedingungen

### Ökologie und Bestandsentwicklung des Turmfalken

Der Turmfalke ist ein ausgesprochener Kulturfolger, der häufig in Gebäudenischen brütet, daneben nutzt er auch die aufgegebenen Nester anderer größerer Vogelarten zur Brut (z. B. NWO 2002). Der Turmfalke ist landesweit eine der häufigsten Greifvogelarten (Kostrzewa & Speer 2001), insbesondere im Siedlungsraum. Sein Gesamtbestand in Deutschland wird auf 44.000 bis 74.000 Brutpaare geschätzt (Gedeon et al. 2014). Für das Rheinland werden für das Jahr 2000 etwa 1.500 bis 2.000 Brutpaare angegeben (Wink et al. 2005). Als Nahrung nutzt die Art zum allergrößten Teil Wühlmäuse, daneben werden auch andere Kleinsäuger, Kleinvögel, Insekten und Regenwürmer genommen (Bauer et al. 2005). Zur Jagd auf Kleinsäuger werden Offenlandflächen mit kurzrasiger Vegetation bevorzugt.

Aufgrund zurückgehender Bestände wird der Turmfalke in der derzeit gültigen Roten Liste NRW in der Vorwarnstufe (Kategorie „V“) geführt (Sudmann et al. 2009). Bis zum Jahr 2005 zeigte der Turmfalke regional unterschiedlich leichte bis starke Bestandsrückgänge in Nordrhein-Westfalen (– Faktor 3,3 – Datengrundlagen zur Gefährdungseinstufung der Brutvögel in NRW, RL 2009). Als Hauptursache des Rückgangs werden die anhaltende Intensivierung und Technisierung in der Landwirtschaft u. a. durch Pestizide, die Umwandlung von Grünland in Ackerflächen, die Vergrößerung der Schläge mit Wegfall von Heckenstrukturen und Einzelbäumen sowie der Zusammenbruch von Feldmausbeständen nach Gülleeinsatz genannt (Bauer et al. 2005). Nach Kostrzewa & Kostrzewa (1991) ist der großräumige Bruterfolg des Turmfalken negativ mit einer lange andauernden Schneedecke im vorhergehenden Winter korreliert, weil dann die Anzahl möglicher Brutvögel und damit besetzbarer Reviere durch Winterverluste stark herabgesetzt ist.

### Ökologie und Bestandsentwicklung des Mäusebussards

Der Mäusebussard tritt in Deutschland flächendeckend auf. Die Art gilt als häufigster Greifvogel Deutschlands (Kostrzewa & Speer 2001). Der Gesamtbestand wird auf 80.000 bis 135.000 Brutpaare geschätzt (Gedeon et al. 2014). Für das Rheinland wird für das Jahr 2000 ein Bestand von mindestens 1.800 bis 3.300 Brutpaaren angegeben (Wink et al. 2005). Der Mäusebussard benötigt Wälder, kleinere Gehölze oder auch Einzelbäume als Horststandort. Ihre Nahrung sucht die Art im Offenland. Neben Mäusen wird saisonal auch ein großer Anteil Regenwürmer und Amphibien gefressen. Außerdem wird auch Aas genommen, z. B. Straßenverkehrsoffer. Diese können je nach „Versorgung“ des Reviers mit Straßenopfern einen sehr hohen Nahrungsanteil ausmachen. Insgesamt ist der Mäusebussard durch seine opportunistische Ernährungsweise sehr flexibel in seinen Raumsprüchen.

Seit Beginn der 1990er Jahre hat sich der Bestand des Mäusebussards in NRW ungefähr verdreifacht (*Daten der AG Greifvögel der Nordrhein-Westfälischen Ornithologischen Gesellschaft – NWO*). Dies wird zunächst auf die Einführung einer ganzjährigen Schonzeit im Jahr 1970 für alle Greifvögel zurückgeführt (z. B. Wink et al. 2005). Außerdem scheint aber auch die Klimaerwärmung eine Rolle zu spielen, da bei milderem Wintern weniger Verluste auftreten.

Aus einem seit 1988 (27 Jahre) laufenden Forschungsprojekt von Prof. Dr. O. Krüger, Univ. Bielefeld, liegen Daten zum Bruterfolg einer ostwestfälischen Population des Mäusebussards vor. Es wurden sämtliche bekannten Horststandorte im Bereich zweier Messtischblätter (MTB 1:25.000) untersucht (ca. 260 km<sup>2</sup>). Der Bruterfolg der Art lag im Jahr 2007 außergewöhnlich hoch, erstmals seit Beginn der Untersuchung bei mehr als 2 ausgeflogenen Jungvögeln/Pair (Prof. Dr. O. Krüger, mündl. Mitt.). Diese Zahl liegt deutlich über den in Langzeituntersuchungen innerhalb Deutschlands ermittelten Durchschnittswerten von 1,06 bis 1,67 flüggen Jungvögeln pro Brut (Bauer et al. 2005).

### Ökologie und Bestandsentwicklung der Feldmaus

Die Feldmaus neigt in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet zu starken zyklischen Dichteschwankungen (s. o.). Dies ist im enormen Reproduktionspotenzial und der daraus resultierenden Fähigkeit der Art, schnell auf positiv veränderte Umweltbedingungen reagieren zu können, begründet. Weibchen sind bereits im Alter von 12 - 14 Tagen geschlechtsreif, das heißt noch während der eigenen Säuglingszeit, und werden dann auch häufig bereits begattet. Den ersten Wurf kann ein Weibchen bereits im Alter von 33 Tagen zur Welt bringen. Begattungen unmittelbar nach der Geburt der Jungen sind häufig, so dass die Weibchen unter optimalen Bedingungen ca. alle 21 Tage werfen können (Niethammer & Krapp 1982). Die höchsten Dichten treten durchschnittlich alle 3 Jahre auf (z. B. Adamczewska-Andrzejewska & Nabaglo 1977). Abhängig vom Witterungsverlauf können diese hohen Dichten auch bereits nach zwei bzw. erst nach vier Jahren auftreten (v. Wijngaarden 1957). Als besonders hohe Dichten wurden für die Feldmaus in Tschechien über 2000 Individuen / ha Grünland festgestellt (Tkadlec et al. 1999). Im Thüringer Becken wurden bereits Dichten von 300 - 750 Individuen / ha festgestellt (Jacob 1998). In den Niederlanden wurden in guten Habitaten Herbstbestände von 750 Tieren / ha beobachtet, auf Wegböschungen (sehr gute Lebensbedingungen für die Art, weil Niederschläge sehr schnell ablaufen) aber auch schon 1400 Tiere / ha. Rekorddichten für Westeuropa wurden in Brandenburg mit 3000 Tieren / ha und in Frankreich mit 4800 Tieren / ha festgestellt (alle Angaben nach Lange et al. 1994).

Die Häufungen der Kollisionseignisse von Flugzeugen mit Mäusebussarden und Turmfalken bis hin zu einer Verdoppelung beim Turmfalken sind ab dem Jahr 2007 zu verzeichnen. Dieses Jahr war nach über 30 Jahren wieder ein Jahr, in dem in NRW großflächig überdurchschnittliche Feldmausdichten erreicht wurden (Gradationsjahr), die in NRW auch zu Schäden in landwirtschaftlichen Kulturen führten (vgl. Lauenstein 2008). Bedingt durch dieses große Nahrungsangebot vermehrten sich auch alle Beutegreifer, die Feldmäuse als Nahrung nutzen, in diesem Jahr sehr gut. So kam es im Jahr 2007 nach 1982 zum ersten Mal in NRW wieder zu Bruten der Sumpfohreule (*Asio flammeus*), einer nordischen Eulenart, die invasionsartig aus Skandinavien in schneereichen Wintern einfliegt und im darauffolgenden Frühjahr in Regionen mit ausreichend hohen Wühlmausbeständen brüten kann (z. B. Hölzinger 1987).

### Ökologie und Bestandsentwicklung der Waldmaus

Waldmäuse bewohnen, anders als ihr Namen andeutet, nicht nur Wälder, sondern vor allem offene Lebensräume wie Gärten und Parklandschaften. Je nach Saison ernähren sie sich von Früchten, Nüssen, Bucheckern, Sämereien und



anderen Pflanzenteilen, aber auch von Insekten und anderen wirbellosen Tieren. Waldmäuse können im Sommerhalbjahr bis zu drei Mal werfen und dabei jeweils bis zu acht Junge zur Welt bringen (Niethammer 1978). Auch die Waldmaus kann im Herbst sehr hohe Dichten auf Grünland erreichen. Die Dichten variieren in Westeuropa normalerweise zwischen 1 und 200 Tieren / ha bei gutem Futterangebot (Lange et al. 1994).

## 2. Kleinsäugeruntersuchung 2010 bis 2013

### 2.1 Material und Methode

Im August 2010 wurde im Rahmen einer Voruntersuchung auf vier Probeflächen in zwei Teilbereichen des Köln/Bonn Airport mit Populationserhebungen begonnen. Durch einen Vergleich mit Literaturdaten und Daten aus dem Bestand der Untersucher sollte zunächst eingeschätzt werden, ob die Dichten auf den Flächen ungewöhnlich hoch oder gering waren bzw. anhand des Anteils reproduktiver Individuen zu einem bestimmten Zeitpunkt, ob sich die Population gerade im Aufbau oder im Abschwung befand.

Die Flächen wurden während eines Ortstermins ausgewählt (s. Abb. 2). Sie sollten eine unterschiedlich strukturierte Vegetationsdecke sowie unterschiedliche Grundwasserflurabstände aufweisen, da Feldmäuse Grundwasserflurabstände von mindestens 40 cm für die Anlage ihrer Nester im Boden benötigen (Niethammer & Krapp 1982).



(Quelle: Ferber, 2004)

Abb. 1: Lage der für die Kleinsäugeruntersuchungen ausgewählten Probeflächen.

Biotoptypen / Vegetationsgesellschaften der Probeflächen:

- 1 - trockene Calluna-Heide / Magerwiese;
- 2 - trockene Calluna-Heide / Magerwiese / Aufschüttung;
- 3 - ehem. Fettweide / feuchte Hochstaudenflur;
- 4 - Zwergstrauch-Feuchtheide / Pfeifengras-Feuchtheide

Fig. 2: Position of the sample plots for the small mammal investigation in the area of Köln/Bonn Airport

Die Untersuchungen zur Einschätzung der Populationsentwicklung von Kleinsäufern (insbes. der Feldmaus) auf den Flächen des Köln/Bonn Airport wurden entsprechend der „Gießener Standardmethode“ (Boye & Meinig 1996) durchgeführt. Hierbei handelt es sich um eine Untersuchung von Probeflächen mittels Lebendfallen und der Fang-Wiederauffang-Methode zur Ermittlung von Kleinsäugerdichten. Hierzu werden auf jeder Probefläche an 16 Fallenpunkten im Abstand von je 10 Metern 4 Fallen aufgebaut. Unter Berücksichtigung eines Lockeffektes von 10 Metern wird so eine

Fläche von 1/4 Hektar abgedeckt (s. Abb. 3). Die Ergebnisse können für eine Vergleichbarkeit mit Literaturdaten auf eine Fläche von 1 ha hochgerechnet werden. Die Fallen werden über 4 Tage betrieben, um über Fang-Wiederfang eine Dichteberechnung durchführen zu können. Insgesamt werden 10 Kontrollen durchgeführt (s. Abb. 3). Je Probefläche ergeben sich damit 640 potenzielle Fangereignisse. Als Köder wurden Erdnussbutter und ein Gemisch aus Haferflocken und Ölsardinen verwendet.

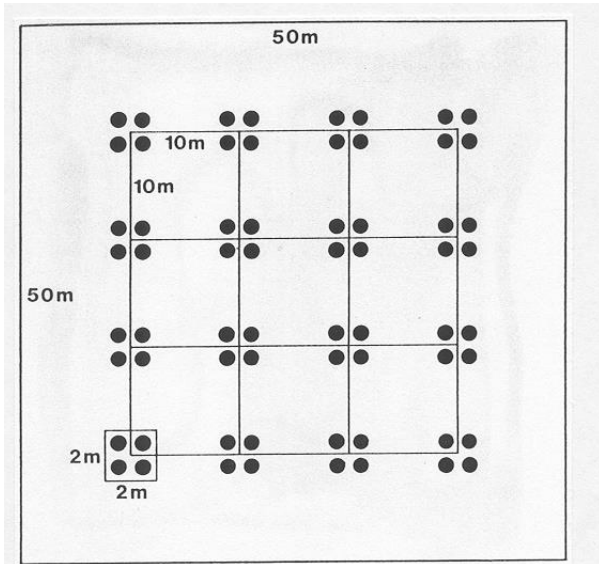


Abb. 2: Fallenschema der „Gießener Standardmethode“ zur Untersuchung von Kleinsäugerdichten auf flächigen Probeflächen

Fig 3: Trapping scheme of the „Gießener Standardmethode“ for the investigation of small mammal densities

	Uhrzeit	Tätigkeit
1. Tag	bis 12.00	Fallen aufbauen
	16.00	1. Kontrolle
	20.00	2. Kontrolle
	24.00	3. Kontrolle Fallen verschließen
2. Tag	bis 12.00	Fallen öffnen
	16.00	4. Kontrolle
	20.00	5. Kontrolle
	24.00	6. Kontrolle Fallen verschließen

	Uhrzeit	Tätigkeit
3. Tag	bis 12.00	Fallen öffnen
	16.00	7. Kontrolle
	20.00	8. Kontrolle
	24.00	9. Kontrolle
4. Tag	04.00	10. Kontrolle Fallen abbauen

Abb. 3: Zeitlicher Ablauf der Fallenkontrollen nach der „Gießener Standardmethode“

Fig. 4: Timetable for trap controls according to „Gießener Standardmethode“

Ein Kontrollrhythmus von 4 Stunden ist notwendig, um so wenige Sterbefälle wie möglich in den Fallen zu verursachen, welche das Ergebnis, insbesondere bei mehreren Durchgängen pro Jahr, hinsichtlich der Populationsentwicklung verfremden würden. Die 10. und letzte Kontrolle um 4.00 Uhr morgens ist erforderlich, damit rein dunkelaktive Arten (Arten der Gattung *Apodemus* – Waldmäuse) insbesondere in den Monaten Mai bis August während kurzer Dunkelphasen in den Fängen nicht unterrepräsentiert sind, sondern eine ähnlich hohe Fangwahrscheinlichkeit erreichen wie schwerpunktmäßig während des Tages oder sowohl tag- als auch nachtaktive Arten (nahezu alle Wühlmäuse). Wichtig ist dies auch, weil sich herausgestellt hat, dass auch die Feldmaus zur Vermeidung von Fressfeinden ihre Aktivität in die Nachtzeit verlagern kann (Jacob 2000).

Bei geringen Fangzahlen wird die Dichte mittels der „Minimal number alive Methode“ (MNA) ermittelt, bei höheren Dichten, die statistische Auswertungen ermöglichen, geschieht dies über den sogenannten Lincoln-Index. Während die MNA-Methode bei hohen Dichten zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Verhältnisse führt, schätzt der Lincoln-Index bei wenigen Fängen die tatsächliche Populationsgröße als zu hoch ein (Boye 1996, Bryja et al. 2001). Die für die individuelle Wiedererkennbarkeit notwendige individuelle Markierung wurde durch Fellschnitte vorgenommen. Die Methode ist für die Tiere nicht schmerzhaft und nicht genehmigungspflichtig.

Die Probeflächen 2 und 4 wurden in den Jahren 2011 – 2013 in den Monaten Mai, Juli und September untersucht, die Flächen 1 und 3 zum Zwecke der Arbeits- und Kostenersparnis nur jeweils im September.

Neben der reinen Artbestimmung wurden zu jedem Tier auch Daten zum Geschlecht, Alter (adult / subadult / juvenil) und Reproduktionszustand (♀♀: trächtig / säugend / perforiert, ♂♂: Hoden scrotal / abdominal) aufgenommen, um über das Geschlechterverhältnis, die sexuelle Aktivität und die Alterszusammensetzung ggf. Rückschlüsse auf die zu erwartenden Populationsentwicklungen im Folgejahr ziehen zu können.

## 2.2 Ergebnisse

Auf den Probeflächen wurden während der gesamten Untersuchungszeit nur vier Arten gefangen. Neben Feldmaus und Waldmaus traten in geringer Anzahl auch Wald- (*Sorex araneus*) und Schabrackenspitzmaus (*S. coronatus*) auf. Das Vorkommen beider nach äußerlichen Merkmalen nur schwierig differenzierbarer Arten im Bereich der Wahner Heide ist schon seit längerem bekannt (Jung 1989). Da beide Arten quantitativ kaum eine Rolle als Nahrungsgrundlage für Turmfalke und Mäusebussard spielen, werden die Fänge hier tabellarisch aufgeführt, eine Diskussion im Zusammenhang mit der Kollisionsfrequenz von Greifvögeln unterbleibt jedoch.

**Tab. 1: Anzahl während der Untersuchungsjahre 2010 – 2013 gefangener Individuen von Wald-/Schabrackenspitzmaus auf den Probeflächen (PF) 1 – 4**

**Tab. 1: Number of common and Millet's shrews trapped between 2010 and 2013 in the sample plots (PF) 1 - 4**

Jahr	PF 1	PF 2	PF 3	PF 4
2010	-	-	-	-
2011	-	1	-	2
2012	1	-	1	-
2013	-	2	1	2

## Populationsentwicklung und Dichten

Während der Untersuchungsdurchgänge 2010 bis 2013 wurden so geringe Bestände festgestellt, dass eine Dichteberechnung nach dem Lincoln-Index nicht möglich war. Alle Dichteangaben wurden daher nach der MNA-Methode ermittelt.

Zunächst ist es bemerkenswert, dass zwei der im Jahr 2010 untersuchten Probeflächen „kleinsäugerfrei“ waren (PF 1 + 4). Hier wäre nach der ersten Inaugenscheinnahme der Flächen zumindest ein geringer Besatz zu erwarten gewesen. Die auf den anderen beiden Probeflächen (PF 2 + 3) des Köln/Bonn Airport im Jahr 2010 festgestellten Kleinsäugerdichten waren sehr niedrig (Abb. 5 - 8).

Von August 2010 bis September 2011 entwickelte sich der Feldmausbesatz auf PF 1 von 0 auf 20 Ind./ha. Auf PF 2 vervierfachte sich der Bestand von 4 auf 20 Ind./ha im gleichen Zeitraum, und auf PF 3 war nahezu eine Verdopplung der Dichte von August 2010 bis Oktober 2011 von 28 auf 52 Ind./ha zu beobachten. Auffällig ist im Jahr 2011 besonders der stark schwankende Besatz von PF 4 durch die Feldmaus. Die Art konnte im August 2010 nicht auf der Fläche gefangen werden, genauso wenig wie im Mai 2011. Im Juli trat sie mit 72 Ind./ha auf. Fläche 4 war im Jahr 2010 ausgewählt worden, da sie relativ tief liegt, von allen vier PF am tiefsten. Es war zu vermuten, dass sich etwaige Schwankungen im Grundwasserstand und ihre Auswirkungen auf die Feldmaus am ehesten auf dieser Fläche würden beobachten lassen.

2011 waren im Januar und Februar starke Schnee- und Regenfälle zu verzeichnen, es fiel ca. 50 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel. Danach folgten drei Monate mit einem erheblichen Niederschlagsdefizit, in denen nur ein Viertel bis die Hälfte der normalen Regenmenge fiel. Dies führte zu fallenden Grundwasserständen und damit zu einer Vergrößerung des Grundwasserflurabstandes, was Ansiedlungen der Feldmaus begünstigt. Andererseits kann der geringe Niederschlag insbesondere in mageren Heidegebieten auch dazu führen, dass nur wenig von der Feldmaus als Nahrung nutzbare Vegetation wächst. Im Juni fielen dann wieder über die Hälfte mehr Niederschläge als im langjährigen Mittel, was die Grundwasserstände ansteigen ließ, aber gleichzeitig auch ein vermehrtes Pflanzenwachstum begünstigte. Als danach die Grundwasserstände wieder fielen, waren gute Voraussetzungen für die Ansiedlung aus anderen Teilflächen stammender Feldmäuse gegeben. Dass diese Ansiedlung der Feldmaus auf PF 4 zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht lange bestand, lässt sich auch daraus ableiten, dass nur 5 Jungtiere und keine subadulten Tiere gefangen werden konnten und 4 von 6 adulten Weibchen besäugt waren, also Nestjunge hatten, aber keines offensichtlich trüchtig war. In einer länger bestehenden Ansiedlung wäre eine stärkere Altersstrukturierung zu erwarten gewesen, genauso wie eine höhere Durchmischung von trüchtigen und säugenden bzw. frisch belegten Weibchen. Ende August stiegen die Grundwasserstände bedingt durch ergiebige Regenfälle für über eine Woche stark an. Insgesamt brachte der Monat über die Hälfte mehr an Niederschlägen als im langjährigen Mittel. Zu dieser Zeit hat die Feldmaus die Fläche wahrscheinlich wieder geräumt und danach bis Oktober trotz sinkender Grundwasserstände nicht wieder neu besiedelt. Die Waldmaus konnte 2011 auf keiner der Flächen nachgewiesen werden.

Auffällig war im Jahr 2012 auf den beiden Probeflächen 1 und 2 der starke Anstieg des Feldmausbestandes auf bis zu über 100 Ind./ha. Dagegen lagen die Fangergebnisse auf den Flächen 3 und 4 unter den maximal im Jahr 2011 erreichten Zahlen. Insgesamt auffällig war der hohe Weibchenanteil bei der Feldmaus auf den Probeflächen 1, 2 und 3. Dies deutete auf eine zunehmende Verdichtung der Bestände, d. h. auf eine bevorstehende Massenvermehrung hin, die durch aktive Männchen-Elimination (Ausschalten von für die Population nicht wichtigen Individuen) begünstigt wird (Frank 1954). Außerdem ist bemerkenswert, dass die Waldmaus wieder in den Fangergebnissen auftritt. In den Fängen des Jahres 2011 trat diese Art überhaupt nicht auf, was zunächst nicht erklärbar schien. Zurückzuführen war dies wahrscheinlich auf die überdurchschnittlich gute Bucheckern- und Eichelmast im Jahr 2011, was es für die Tiere überflüssig machte, sich außerhalb von Gehölzbeständen mit Buchen und Eichen Futter suchen zu müssen. Im Herbst des Jahres 2012 ist die Mast im Regionalraum nahezu vollständig ausgefallen (eig. Beobachtungen). Der Umstand dürfte dazu geführt haben, dass die Art bedingt durch den Futtermangel im Jahr 2012 auch wieder die Offenlandlebensräume nutzte.

Im Jahr 2013 lagen die Fangergebnisse auf allen vier PF deutlich unter denen des Jahres 2012. Nach den Fangergebnissen des Jahres 2012 mit ausgesprochen hohem Weibchenanteil bei der Feldmaus auf den Probeflächen 1, 2 und 3 im September 2012 und relativ hohen Beständen mit über 100 Ind./ha war zu vermuten, dass das Jahr 2012 im Gradationsgeschehen der Feldmaus ein Progradationsjahr war und im Jahr 2013 mit einer „Massenvermehrung“ zu rechnen war (vgl. Frank 1954). Ähnliche Prognosen ergaben sich auch im Bereich des Vogelschutzgebietes „Hellwegbörde“ auf Basis der Zählung von Mauselöchern auf landwirtschaftlichen Nutzflächen im Rahmen eines



Schutzprojektes für die Wiesenweihe (*Circus pygargus*) (H. Illner, mdl. Mitt.) sowie überregional nach einem Prognosemodell des Julius Kühn-Instituts (JKI - Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst – Wirbeltierforschung, Münster). Diese Massenvermehrung ist großräumig ausgeblieben (vgl. Jacob 2013). Im Rahmen von Feldbefliegungen wurden vom Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum in Rheinland-Pfalz deutlich weniger Flächen mit Feldmausschäden festgestellt als in den vorangegangenen Jahren. Dies wurde auf den langen Winter zurückgeführt (Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinland Pfalz 2013). Die Feldmausbestände im Jahr 2013 waren auf den PF sehr niedrig, die Waldmaus fiel wieder vollständig aus.

Die maximal erreichten Dichten der Feldmaus lagen während der Untersuchungsjahre 2010 – 2013 auf den Probeflächen 1 und 2 im Jahr 2012 bei 112 bzw. 116 Individuen / ha. Die maximal von der Waldmaus erreichte Dichte lag bei 28 Individuen / ha auf Probefläche 3, ebenfalls im Jahr 2012.

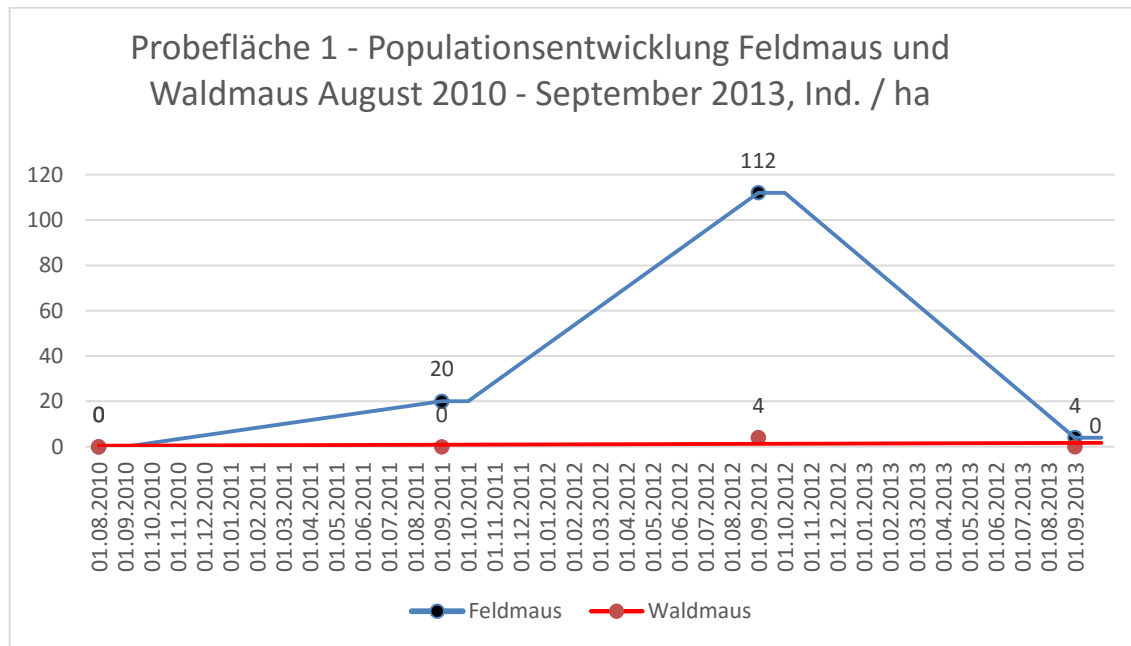


Abb. 4: Anzahl Individuen von Feld- und Waldmaus / ha auf Probefläche 1 im Zeitraum August 2010 bis September 2013

Fig. 5: Number of individuals of common vole and field mouse / ha on sample plot 1 between August 2010 - September 2013

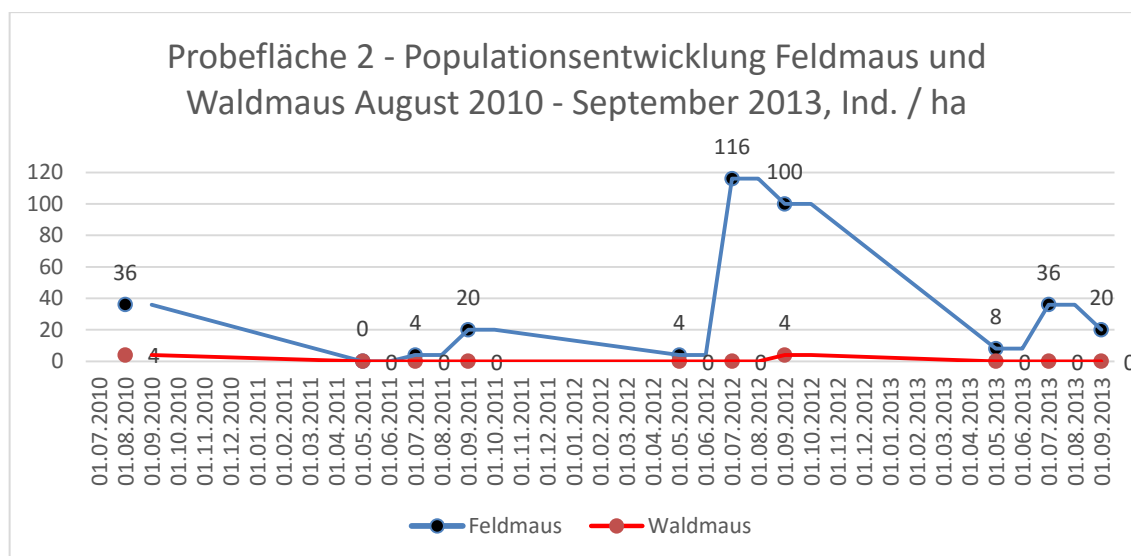


Abb. 5: Anzahl Individuen von Feld- und Waldmaus / ha auf Probefläche 2 im Zeitraum August 2010 bis September 2013

Fig. 6: Number of individuals of common vole and field mouse / ha on sample plot 2 between August 2010 - September 2013

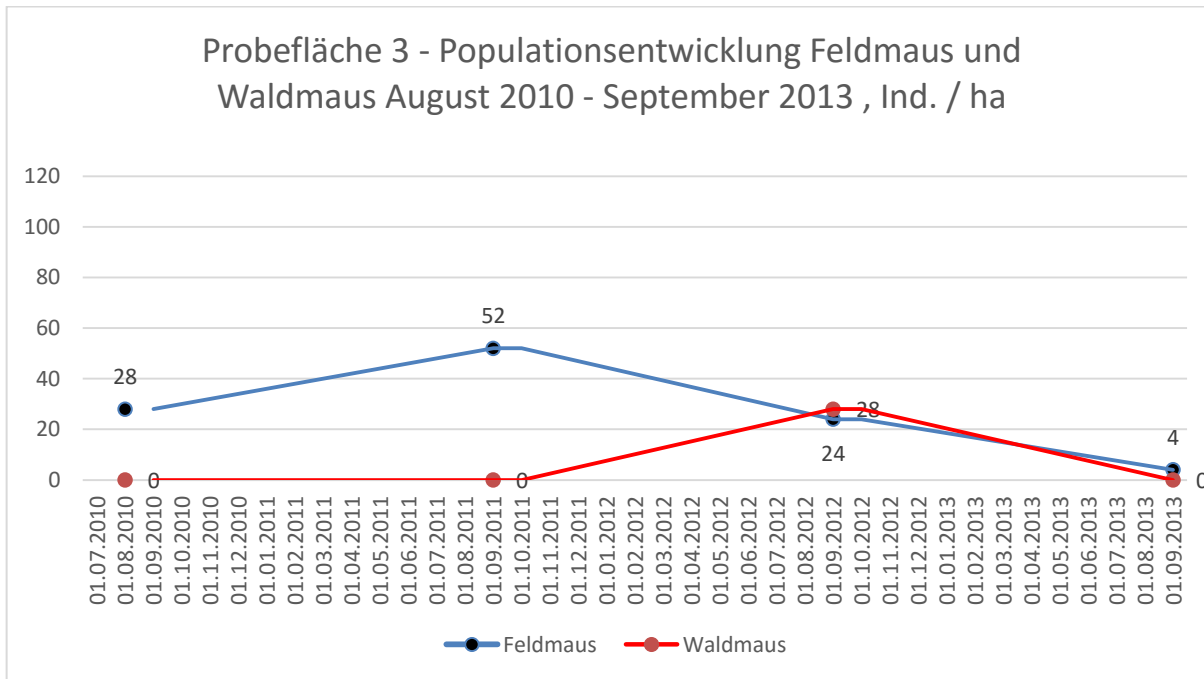


Abb. 6: Anzahl Individuen von Feld- und Waldmaus / ha auf Probefläche 3 im Zeitraum August 2010 bis September 2013

Fig. 7: Number of individuals of common vole and field mouse / ha on sample plot 3 between August 2010 - September 2013

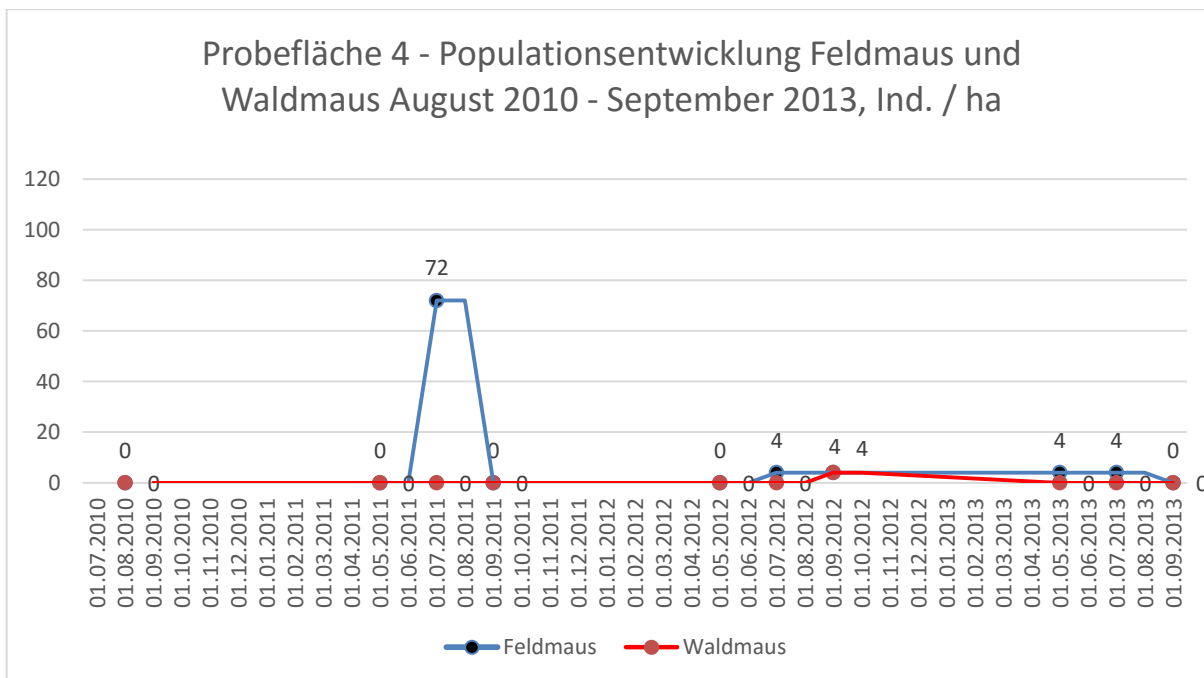


Abb. 7: Anzahl Individuen von Feld- und Waldmaus / ha auf Probefläche 4 im Zeitraum August 2010 bis September 2013

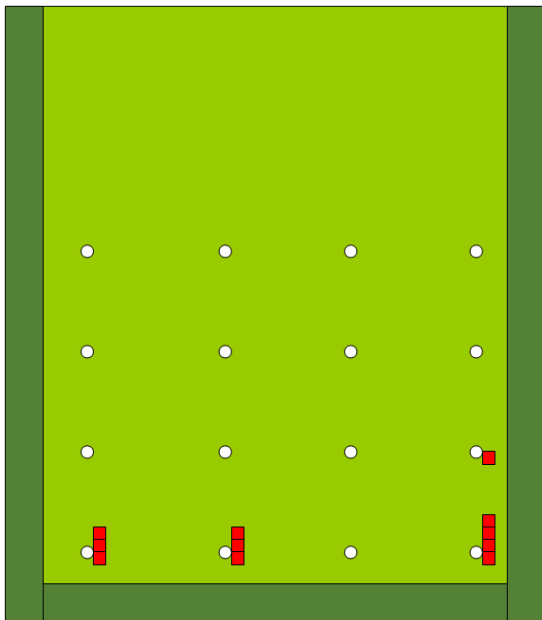
Fig. 8: Number of individuals of common vole and field mouse / ha on sample plot 4 between August 2010 - September 2013

## Raumnutzung

Feldmäuse und auch andere Kleinsäugerarten treten i. d. R. nicht gleichmäßig verteilt in einem Lebensraum auf, sondern „geklumpt“. Dies hängt sowohl mit der sozialen Organisation der Tiere als auch dem u. a. durch den Stoffumsatz der Tiere selbst bedingten unterschiedlichen Nährstoffgehalt einzelner Teilflächen zusammen.

Bei der Analyse der Fänge auf Probestfläche 1 ist in den Jahren 2011 und 2012 auffällig, dass die Tiere die zentralen Teile der Fläche kaum nutzen, sondern ausschließlich im bzw. am gemähten Randbereich auftreten (Abb. 9 + 10). Dies ist zunächst deshalb erstaunlich, weil Feldmäuse eigentlich die direkte Randlage insbesondere in der Nähe zu Gehölzstrukturen meiden, da diese von Beutegreifern als Ansitz genutzt werden können (Delattre et al. 2009).

Eine solche Situation ist auf der östlichen Seite der Probestfläche durch die Gehölze außerhalb des Flughafengeländes gegeben (Abb. 11). Es scheint aber so zu sein, dass diese Randlagen die einzigen von den Feldmäusen nutzbaren Mikrohabitate darstellen, denn durch die regelmäßige Mahd weisen diese eine andere Struktur und Pflanzen-Artenszusammensetzung auf als die zentralen, meist mit harten und häufig verholzten Pflanzenarten bewachsenen Magerrasen, die von Feldmäusen kaum verwertbar sind.



**Abb. 8:** Räumliche Verteilung der Fänge der Feldmaus im September 2011 auf PF1.

Die Fallengruppen sind durch weiße Kreise symbolisiert, die Anzahl Fänge (inkl. Wiederfänge) durch rote Kästchen. Der innere, nicht gemähte Bereich ist hellgrün dargestellt, der äußere gemähte Bereich dunkelgrün.

**Fig. 9:** Spatial distribution of catches of the common vole in September 2011 in sample plot 1.

The trapping sites are symbolized by white circles, the number of catches (incl. recatches) by red little boxes. The inner, not mown areas are drawn in light green, the outer mown areas in dark green.

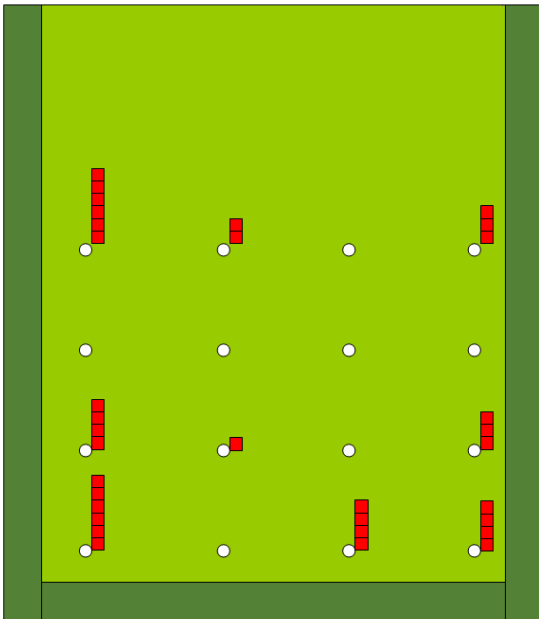


Abb. 9: Räumliche Verteilung der Fänge der Feldmaus im September 2012. Die Fallengruppen sind durch weiße Kreise symbolisiert, die Anzahl Fänge (inkl. Wiederfänge) durch rote Kästchen. Der innere, nicht gemähte Bereich ist hellgrün dargestellt, der äußere gemähte Bereich dunkelgrün.

Fig. 10: Spatial distribution of catches of the common vole in September 2012 in sample plot 1. The trapping sites are symbolized by white circles, the number of catches (incl. recatches) by red little boxes. The inner, not mown areas are drawn in light green, the outer mown areas in dark green.



Abb. 10: Probefläche 1 im September 2011

Fig. 11: Sample plot 1 in September 2011



### 2.3 Diskussion Kleinsäugeruntersuchung

Aus verschiedenen mitteleuropäischen Habitattypen liegen Untersuchungen zu maximal erreichbaren Dichten von Feld- und Waldmaus vor (s. o.), jedoch nicht von Heidestandorten, wie sie auf dem Flughafen Köln/Bonn prägend sind. Dies dürfte darin begründet sein, dass es in diesen Lebensräumen durch hohe Kleinsäugerdichten nicht zu wirtschaftlichen Schäden kommt, Untersuchungen also ausschließlich aus wissenschaftlichem Interesse durchgeführt worden wären. Ein erster Hinweis auf die Bedeutung von Heidestandorten für Kleinsäuger lässt sich aus den Untersuchungen von Brockmann & Rohloff (1999) auf dem Flughafen Hannover-Langenhagen ableiten. Während die Autoren bei umfangreichen Untersuchungen in verschiedenen Habitattypen (Intensiv-Grünland, mesophiles Grünland, Neueinsaaten und Pfeifengras / Binsenriede) Kleinsäuger in sehr geringen bis hohen Dichten nachweisen konnten, gelangen auf Heidestandorten keine Kleinsäugerfänge. Als Maximalbestand wurden auf dem Köln/Bonn Airport im Juli 2012 116 Feldmäuse / ha ermittelt.

Als Vergleich herangezogen werden können Ergebnisse von Untersuchungen, die mit der gleichen Methodik wie auf dem Köln/Bonn Airport auf dem nur wenige Kilometer nördlich gelegenen Monheimer Rheinbogen (Kreis Mettmann) im gleichen Landschaftsraum auf extensiv bewirtschaftetem, zweischürigem Grünland, durchgeführt wurden (Meinig 2004). Die Feldmaus war hier die dominante Art. Während sie im September des Jahres 2000 eine Dichte von 277 Ind./ha erreichte, brach die Population zum Jahr 2001 in Folge geringer Grundwasserflurabstände (ausgelöst durch Deichbauarbeiten) zusammen. Als Maximalbestand wurden im September 2001 16 Ind./ha beobachtet. Im Jahr 2004 dagegen erreichte die Feldmaus im Juli wieder 224 Ind./ha und die Waldmaus 20 Ind./ha, obwohl davon ausgegangen werden muss, dass zu Beginn der Vegetationsperiode 2004 der Monheimer Rheinbogen in Folge des Hochwassers zum Jahreswechsel 2003/2004, das den gesamten Rheinbogen für mehrere Tage flächendeckend überflutete, das gesamte Gebiet nahezu kleinsäugerfrei war. Die Feldmaus kann im Landschaftsraum bei weitem höhere Dichten erreichen als auf dem Flughafen Köln/Bonn. Heidestandorte stellen für Kleinsäuger keine Optimallebensräume dar.

Durch Analyse der von den kleinräumigen Boden- und Feuchteverhältnissen abhängigen Pflanzengesellschaften lassen sich Bereiche, die keine hohe Bedeutung für die Vermehrung der Feldmaus haben, von solchen differenzieren, die Kernräume für die Vermehrung darstellen und von denen aus Besiedlungswellen in temporär weniger geeignete Bereiche ausgehen können. So weisen die in ihrem Feldmausbesatz sich stark unterscheidenden PF 2 und 4 erheblich voneinander abweichende Feuchtezahlen auf. Fläche 2 mit einem hohen Besatz hat eine Feuchtezahl von 3,75, wohingegen die kaum dauerhaft in größeren Zahlen von der Feldmaus besiedelbare Fläche 4 eine Feuchtezahl von 6,4 aufweist. Die mit hohen Flächenanteilen auf dem Flughafen Köln/Bonn vorhandenen Feuchtheiden (vgl. Abb. 1) stellen für Kleinsäuger nur nach längeren Trockenperioden und in geringem Umfang nutzbare Lebensräume dar.

**Tab. 2: Charakteristische Pflanzenarten auf der Fläche 2 (Mai und Juli 2012), Feuchtezahl<sup>1</sup> nach Ellenberg et al. 1992**

**Tab. 2: Plant species characteristic for sample plot 2 (May and June 2012), "index of humidity" according to Ellenberg et al. 1992**

Art	wiss. Name	Feuchtezahl
Feldthymian	<i>Thymus pulegioides</i>	4
Heidenelke	<i>Dianthus deltoides</i>	3
Zypressenwolfsmilch	<i>Euphorbia cyparissias</i>	3
Heidekraut	<i>Calluna vulgaris</i>	indiff.
Reitgras	<i>Calamagrostis epigejos</i>	indiff.
Rainfarn	<i>Chrysanthemum vulgare</i>	5

Art	wiss. Name	Feuchtezahl
Kanad. Goldrute	<i>Solidago canadensis</i>	indiff.
Brombeere	<i>Rubus spec.</i>	k. A., Artenkomplex
	<b>Σ</b>	<b>15</b>
	<b>ø</b>	<b>3,75</b>

<sup>1</sup>Skala : 1 („Starktrockenzeiger“) – 12 („Unterwasserpflanze“ – (fast) ständig untergetaucht)

Tab. 3: Charakteristische Pflanzenarten auf der Fläche 4 (Mai u. Juli 2012), Feuchtezahl<sup>1</sup> nach Ellenberg et al. 1992

Tab. 3: Plant species characteristic for sample plot 4 (May and June 2012), “index of humidity” according to Ellenberg et al. 1992

Art	wiss. Name	Feuchtezahl
Sumpfhornklee	<i>Lotus uliginosus</i>	8
Kriech-Weide	<i>Salix repens</i>	7
Hasenbrot-Simse	<i>Luzula campestris</i>	4
Sumpfbeide	<i>Erica tetralix</i>	8
Blutwurz	<i>Potentilla erecta</i>	indiff.
Wiesenflockenblume	<i>Centaurea jacea</i>	indiff.
Großes Zweiblatt	<i>Listera ovata</i>	6
Waldläusekraut	<i>Pedicularis sylvatica</i>	8
Ginster	<i>Genista anglica</i>	5
Hundsveilchen	<i>Viola canina</i>	4
Geflecktes Knabenkraut	<i>Dactylorhiza maculata</i>	8
	<b>Σ</b>	<b>58</b>
	<b>ø</b>	<b>6,4</b>

<sup>1</sup>Skala : 1 („Starktrockenzeiger“) – 12 („Unterwasserpflanze“ – (fast) ständig untergetaucht)

### 3. Entwicklung des Vogelschlages 2010 bis 2014

Für die Jahre 2010 – 2014 war eine Verringerung von Kollisionen mit dem Mäusebussard zu beobachten, während die Anzahl von Kollisionen mit dem Turmfalke nach einer starken Abnahme im Jahr 2010 in den Jahren 2011 – 2013 anstieg und im Jahr 2013 einen Höchststand erreichte. Die Entwicklung der Kollisionsraten beider Arten folgte nicht mehr dem gleichen Trend. Während der Trend der Kollisionsrate beim Mäusebussard sank, stieg er beim Turmfalke an (Abb. 12). Um die Gründe für diese unterschiedliche Entwicklung zu verstehen, wurden ab dem Jahr 2012 die verunfallten Vögel untersucht.

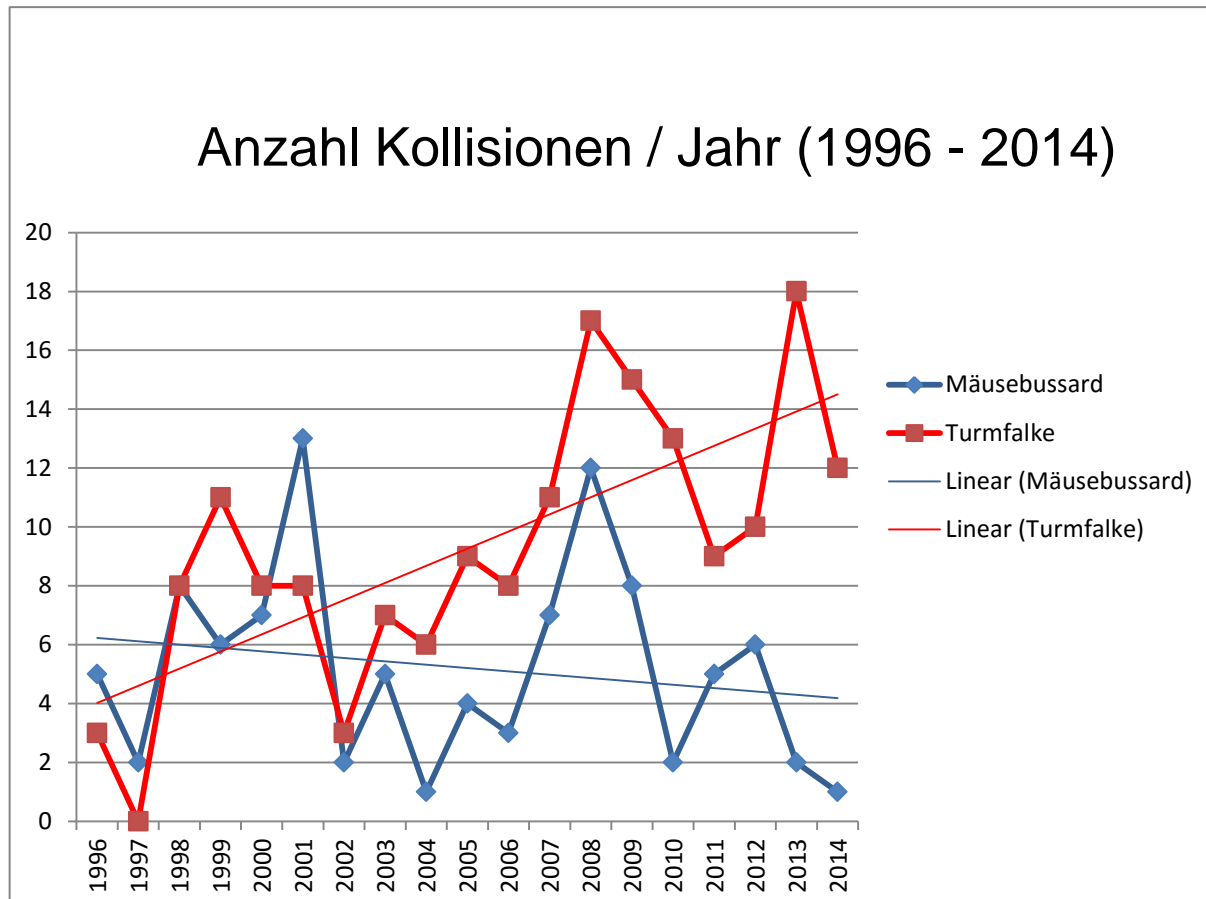


Abb. 11: Anzahl von Vogelschlägen durch die Arten Turmfalke und Mäusebussard im Zeitraum 1996 bis 2014

Fig. 12: Number of bird strikes of kestrel and common buzzard during the period 1996 - 2014

### 4. Totfundanalyse Greifvögel

Ab dem Jahr 2012 wurden die durch Kollisionen oder durch Wirbelschleppen getöteten (Barotrauma) tot aufgefundenen Turmfalken hinsichtlich ihres Magen- und Kropfinhaltes untersucht, ab dem Jahr 2013 auch die verunfallten Mäusebussarde. Neben der Untersuchung des Mageninhaltes wurden bei den Tieren soweit möglich auch das Alter und das Geschlecht bestimmt.

#### 4.1 Material und Methode

Für die Nahrungsanalysen wurde der Magen bzw. Kropf den Kadavern entnommen und der Inhalt in einem Sieb (Maschenweite 0,5 mm) unter fließendem Wasser ausgewaschen und nachfolgend soweit möglich bis auf Artniveau bestimmt. Magen und Kropfinhalte wurden genau wie die Vögel zur Dokumentation fotografiert.

Eine Alters- und Geschlechtsbestimmung ließ sich bei den Turmfalken-Kadavern nicht in allen Fällen durchführen, was teilweise mit dem unfall- und verwesungsbedingten Zustand des Materials zusammenhing. Außerdem ist die individuelle Variation der Gefiederfärbung beim Turmfalken so groß, dass nach der Jugendmauser keine sichere Altersbestimmung mehr möglich ist (vgl. Piechocki 1991, Village 1990). Einen Hinweis auf das Alter liefert dann nur noch die "Weichheit", bzw. "Härte" des Kleingefieders. Die Anwendung dieses Merkmals ist aber nur bei Vögeln mit trockenem Gefieder möglich. Beim vorliegenden Fall wurde soweit möglich die Altersbestimmung anhand des Abnutzungsgrades des Großgefieders und des Fortschritts der Großgefiedermauser durchgeführt. Jungvögel weisen im Herbst nur eine geringe Abnutzung der Federränder des Großgefieders auf und mausern keine Flügel- oder Schwanzschwingen. Altvögel hingegen weisen nach der Brutsaison ein abgenutztes Großgefieder auf und mausern ab Juli meist auch einzelne Großfedern, adulte Weibchen lassen häufig noch Reste des Brutflecks erkennen. Die Größe kann im Gegensatz zu den Verhältnissen bei anderen Greifvögeln, bei denen die Weibchen bis zu 30 % größer sind als die Männchen, nicht zur Geschlechtsbestimmung herangezogen werden, die durchschnittliche Größendifferenz liegt beim Turmfalken bei nur 4 % (Piechocki 1991). Da die Jugendfärbung des Turmfalken weitestgehend der Weibchenfärbung entspricht, waren nur Tiere sicher einem Geschlecht zuzuordnen, deren Alter auch bestimmt werden konnte. Für eines der Kollisionsopfer konnte die getroffene Alterseinschätzung „diesjährig“ bestätigt werden. Der Vogel war nestjung am 25.06.2013 nordöstlich von Antwerpen (Belgien) in einer Entfernung von 176 km beringt worden, bevor er am 06.08.2013 auf dem Köln/Bonn Airport verunfallte.

Beim Mäusebussard erfolgte die Geschlechtsunterscheidung über die stark unterschiedliche Größe von ♂♂ und ♀♀ (vgl. Melde 1983). Für die Altersbestimmung wurden die gleichen Kriterien herangezogen wie beim Turmfalken.

#### 4.2 Ergebnisse

Die monatliche Verteilung von 36 Kollisionsopfern des Turmfalken aus den Jahren 2012 bis 2014 zeigt Abb. 13. Von den 36 Tieren ließen sich 15 als adult, 15 als diesjährig ansprechen. Bei 6 Individuen war eine Alterseinschätzung nicht möglich.

Die prozentuale Nahrungszusammensetzung der aufgefundenen Turmfalken während der Jahre 2012 bis 2014 zeigen die Abb. 14 bis 16.

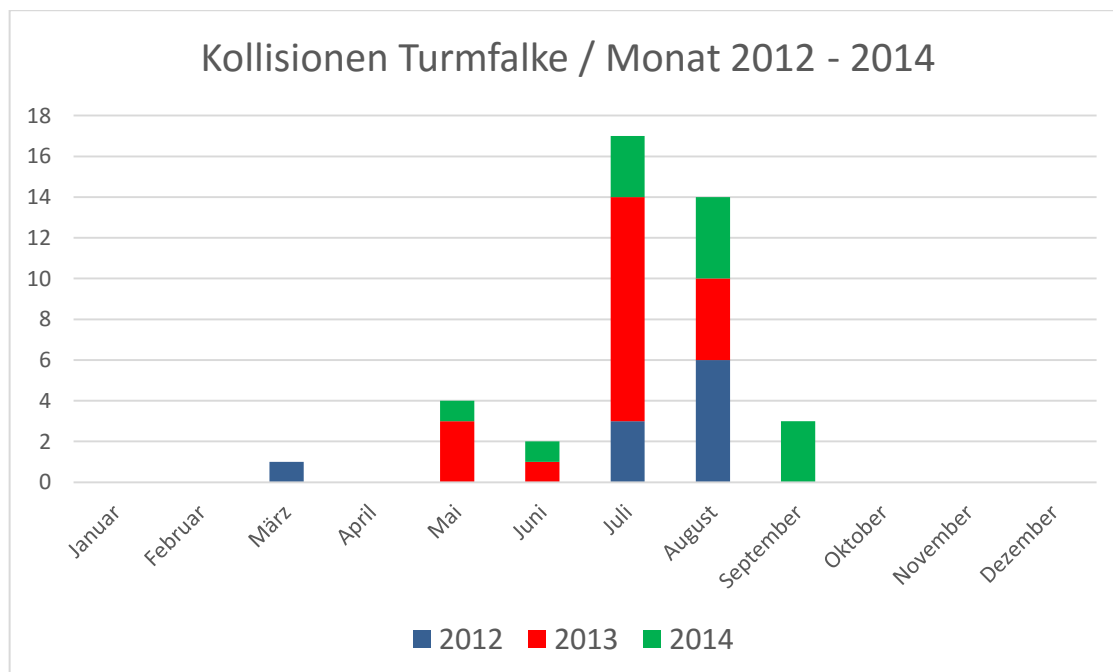


Abb. 12: Monatliche Verteilung von Kollisionsopfern des Turmfalken (n= 36) auf dem Köln/Bonn Airport während der Jahre 2012 bis 2014

Fig. 13: Monthly occurrence of collisions of kestrels (n= 36) on Köln/Bonn Airport between 2012 - 2014



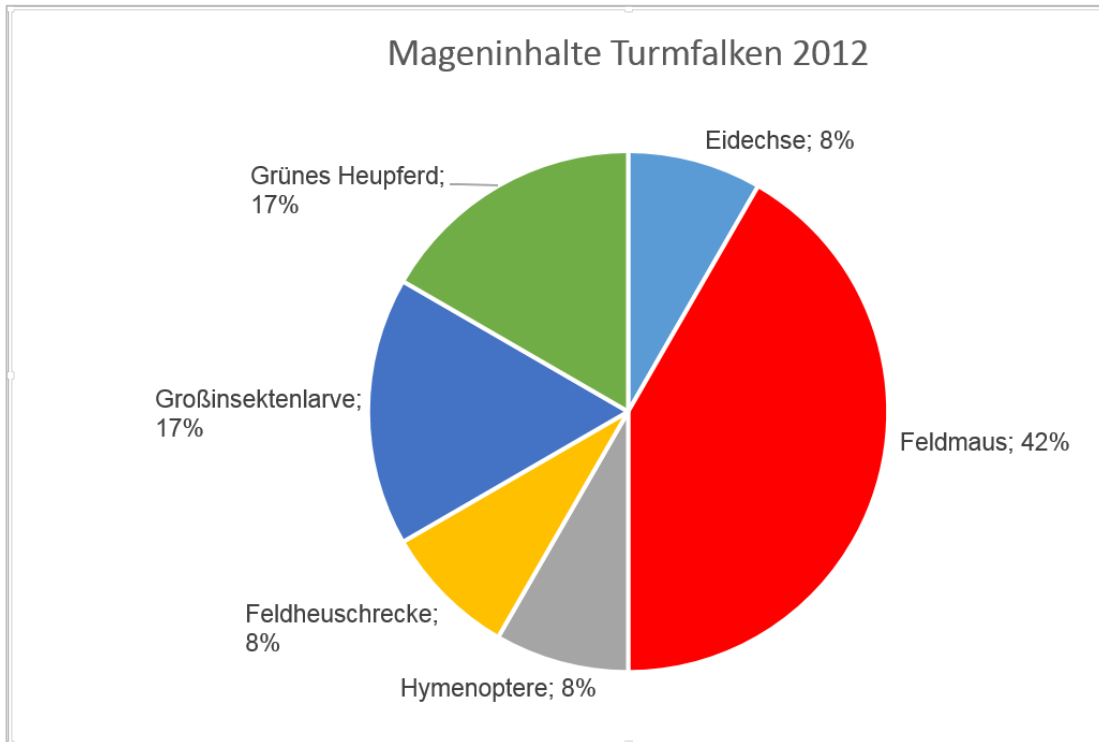


Abb. 13: Prozentuale quantitative Zusammensetzung von 12 Beutetieren aus Magen- und Kropfinhalten von 10 Turmfalken aus dem Jahr 2012

Fig. 14: Species composition of 12 prey items from stomachs and goiters of 10 kestrels from 2012

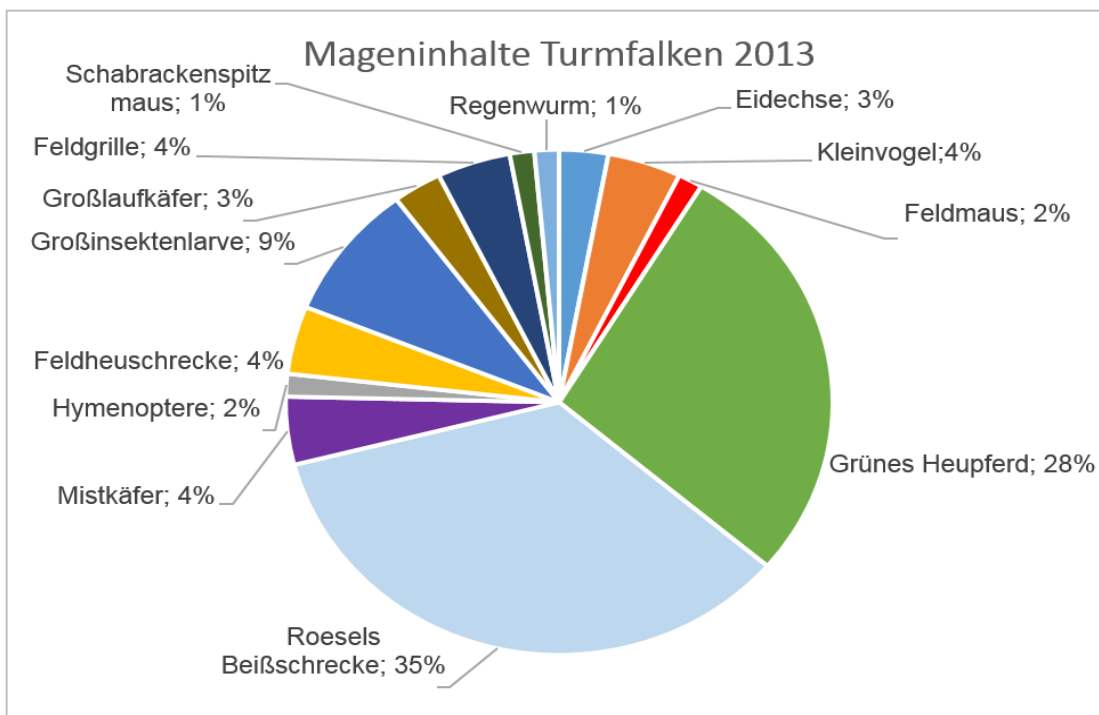
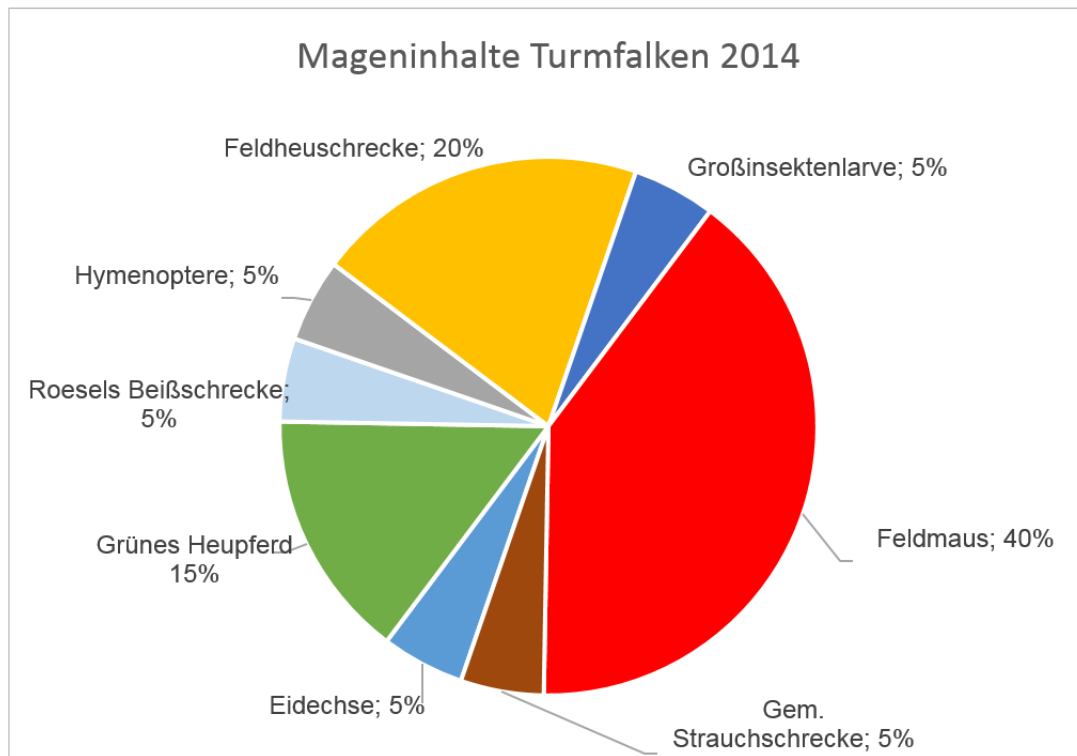


Abb. 14: Prozentuale quantitative Verteilung von 69 Beutetieren aus Magen- und Kropfinhalten von 15 Turmfalken aus dem Jahr 2013

Fig. 15: Species composition of 69 prey items from stomachs and goiters of 15 kestrels from 2013



**Abb. 15: Prozentuale quantitative Verteilung von 20 Beutetieren aus Magen- und Kropfinhalten von 11 Turmfalken aus dem Jahr 2014**

**Fig. 16: Species composition of 20 prey items from stomachs and goiters of 11 kestrels from 2014**

Während sich die prozentuale Nahrungszusammensetzung des Turmfalken während der Jahre 2012 und 2014 mit einem Feldmausanteil von 42 bzw. 40 % sehr ähneln, macht die Feldmaus in den Ergebnissen des Jahres 2013 nur 2 % aus. Der nahezu vollständige Ausfall der Feldmaus wird nicht durch andere Wirbeltiere (Eidechsen, Spitzmäuse, Kleinvögel) als Beute ausgeglichen, ihr Anteil bleibt während der drei Untersuchungsjahre relativ konstant (8 %, 9 %, 5 %).

Im „feldmaus-armen“ Jahr 2013 (s. o) wird der Ausfall der Feldmaus als Nahrungsbasis durch erhöhte Anteile von Großinsekten, insbesondere den Laubheuschreckenarten Grünes Heupferd (*Tettigonia viridissima*) (Abb. 17) und Roesels Beißschrecke (*Metrioptera roeselii*) kompensiert. Bemerkenswert ist das Vorkommen der Raupen des Labkrautschwärmers (*Hyles gallii*) in den Nahrungsanalysen der Jahre 2013 (bis zu vier Individuen in einem Turmfalken) und 2014, einer in NRW stark gefährdeten (RL Kat. 2, Schumacher 2011) Nachtfalterart.

Eine erhöhte Diversität in der Nahrungszusammensetzung bei geringen Feldmausbeständen lässt sich auch bei den ebenfalls in Mitteleuropa auf die Feldmaus als Nahrung spezialisierten nachtaktiven Arten Waldohreule (*Asio otus*) und Schleiereule (*Tyto alba*) beobachten (Tulis et al. 2015, Wuntke et al. 1998).



Abb. 17: Männlicher Turmfalke mit Grünem Heupferd (Foto: U. Muuß)

Fig. 17: Male kestrel with a great green bush-cricket (photo: U. Muuß)

Die Befunde der Kropf- und Magenanalysen der drei während der Jahre 2013 und 2014 aufgefundenen Mäusebussarde zeigt Tab. 4.

Tab. 4: Kropf- und Mageninhalte dreier Mäusebussarde aus den Jahren 2013 und 2014

Tab. 4: Contents of guitres and stomachs of three common buzzards from the years 2013 and 2014

Mb-Nr.	Sex	Alter	Kropfinhalt	Mageninhalt
<b>1-2013</b> <b>05.03.2013</b>	♂	nicht diesjährig	leer	1 Waldeidechse ( <i>Zootoca vivipara</i> )
<b>2-2013</b> <b>27.05.2013</b>	♀	vorjährig	Kopfbereich Turmfalke ( <i>Falco tinnunculus</i> ) (Kollisionsoffer vom gleichen Tag),  Regenwürmer ( <i>Lumbricus spec.</i> )	1 Insektenlarve,  kleine Federn (Turmfalke)
<b>1-2014</b> <b>13.06.2014</b>	♀	adult	leer	leer

### 4.3 Diskussion Totfundanalyse

Der Turmfalke ernährt sich im Frühjahr (März / April) und im Sommer (Juli bis September) zu einem relativ hohen Anteil von Insekten (Piechocki 1991). Während des Sommers, in der Nachbrutzeit, jagen die Vögel zum überwiegenden Teil sehr energieaufwändig aus der Luft, während sie zu anderen Jahreszeiten die energiesparendere Jagd von Ansitzwarten aus bevorzugen (Village 1990). Ausgelöst wird dies wahrscheinlich durch die meist hochgewachsenen Vegetationsbestände während des Sommerendes, die keine ausreichende Nahrungsversorgung durch Ansitzjagd zu dieser Jahreszeit zulässt. Dies ist auch die Jahreszeit, in der sich die Kollisionen von Turmfalken auf dem Köln/Bonn Airport häufen (Abb. 13). Der Anstieg der Kollisionsraten beim Turmfalken im Sommer fällt auch mit dem Auftreten adulter und damit großer Heuschrecken zusammen.

Turmfalken weisen während der Nachbrutzeit einen Energiebedarf von ca. 300 kJ/Tag auf (Village 1990). Im Sommer wiegen Feldmäuse zwischen 9 g (Jungtiere, die erste Ausflüge außerhalb des Nestes unternehmen) und 36,5 g (trächtige Weibchen kurz vor der Geburt) (eigene Daten). Durchschnittlich kann von einem Gewicht von ca. 18 g ausgegangen werden. Ausgewachsene Weibchen des Grünen Heupferds weisen Durchschnittsgewichte von ca. 2,5 g auf (eigene Daten). Obwohl der Energiegehalt des Grünen Heupferds mit ca. 22,8 kJ/g Trockengewicht (Cummins & Wuycheck 1971) um ca. 5 % höher liegt als der der Feldmaus mit ca. 21,4 kJ/g Trockengewicht (Masmann et al. 1986), benötigt ein Turmfalke weniger Beutetiere um seinen Nahrungsbedarf zu decken, wenn in ausreichendem Maße Feldmäuse zur Verfügung stehen, als wenn er sich von Großinsekten ernähren muss. D. h., dass das Kollisionsrisiko auf dem Köln/Bonn Airport für Turmfalken geringer ist, wenn ausreichend Feldmäuse als Nahrung zur Verfügung stehen, denn dann müssen die Vögel kürzere Zeit jagen und fliegen, um satt zu werden.

Obwohl davon ausgegangen werden kann, dass im Sommer der Anteil diesjähriger Individuen in den Populationen höher ist als der adulter, mehrjähriger Vögel, lässt sich dies bei den vorliegenden Kollisionsopfern nicht nachvollziehen, das Verhältnis beider Altersgruppen ist ausgeglichen. Das bedeutet, dass der Köln/Bonn Airport nicht nur von umherstreifenden Jungvögeln zur Nahrungssuche aufgesucht wird, sondern auch für adulte Individuen während der Nachbrutzeit im Verhältnis zur umgebenden Normallandschaft ein attraktives Nahrungshabitat darstellt.

Der allgemeine im Jahr 2013 herrschende Nahrungsmangel für Greifvögel in der offenen Agrarlandschaft durch die geringen Bestände der Feldmaus hat offensichtlich trotz geringerer Reproduktionsraten gegenüber Normaljahren zu einem verstärkten Einflug von Turmfalken auf den Köln/Bonn Airport geführt. Durch die intensiven landwirtschaftlichen Produktionsmethoden mit geringen Saatreihenabständen und intensiver Anwendung von Bioziden (vgl. Jahn et al. 2014) treten Großinsekten im Offenland nur noch in geringeren Dichten auf, als es bis in die 2. Hälfte des letzten Jahrhunderts normal war (vgl. Schuch et al. 2010, Sorg et al. 2013). Daher weisen viele insektenfressende Vogelarten des Offenlandes einen negativen Bestandstrend auf (Jahn et al. 2014, Sudfeldt et al. 2012). Auf dem Köln/Bonn Airport ist die Ressource "(Groß-)Insekten" aber weiterhin verfügbar, da hier keine Düngungen vorgenommen werden und keine Insektizide zum Einsatz kommen. Dies lässt sich auch an den Brutbeständen von Arten wie Feldlerche (*Alauda arvensis*) und Neuntöter (*Lanius collurio*) ablesen, die sich ebenfalls von Insekten und anderen Arthropoden ernähren und auf landwirtschaftlichen Nutzflächen erhebliche Bestandseinbußen haben hinnehmen müssen (vgl. z.B. Flade & Schwarz 2013), auf dem Köln/Bonn Airport aber stabile bis steigende Bestände aufweisen (vgl. Hauth & Skibbe 2010).

Die wenigen bisher vorliegenden Kropf- und Magenanalysen des Mäusebussards lassen noch keine weitergehenden Schlüsse zu, außer dass diese Art offensichtlich beim Ausfall der Feldmaus als Nahrung auf dem Köln/Bonn Airport nur in geringem Umfang alternative Nahrungsquellen nutzen kann und die Anzahl von Kollisionen in Folge geringer Individuendichte bei niedrigen Feldmausbeständen zurückgeht.

## 5. Schlussfolgerungen

### 5.1 Einfluss der Greifvogelbestände und Kleinsäugerdichten auf die Anzahl der Kollisionen

Die im Zeitraum 2007 – 2009 stark ansteigende Rate von Greifvogelkollisionen kann nicht allein auf die Nahrungsverfügbarkeit auf dem Flughafen Köln/Bonn zurückgeführt werden, sondern ist zu einem großen Teil auch abhängig von großräumigen Veränderungen in der landwirtschaftlichen Landnutzung. Die Waldmaus spielt auf Grund ihrer Dunkelaktivität wahrscheinlich nur eine untergeordnete Rolle als Beutetier für die Taggreifvögel Turmfalke und Mäusebussard, für beide Vogelarten ist die Feldmaus jedoch eine bedeutsame Nahrungsressource (s. o.).



Nach den außergewöhnlich hohen Feldmausbeständen im Jahr 2007 (s. o.) wurde im Erntejahr 2008 die seit 1988/89 geltende EU-Bracheverordnung, durch die zwischen 10 % und 13 % der Anbaufläche aus der intensiven Nutzung genommen und als Brache betrieben wurden, erstmals ausgesetzt und zum Erntejahr 2009 ganz abgeschafft, um Anbauflächen für die Erzeugung sogenannter Bio-Energie frei zu geben.

Ein Effekt dieser Aufhebung ist die nahezu 100%ige Nutzung der zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Produktionsflächen mittels intensivster Produktionsmethoden. Damit verringert sich auch der Lebensraum, der dauerhaft von Feldmäusen, der Hauptbeutetierart der Greifvögel Mäusebussard und Turmfalke, besiedelt und zur Reproduktion genutzt werden kann (vgl. Boye 2003, Meinig et al. 2009). Die Auswirkungen der Aufhebung der EU-Bracheverordnung lassen sich auch beim Bruterfolg der ebenfalls weitgehend auf die Feldmaus als Nahrung spezialisierten Schleiereule (*Tyto alba*) in Ostwestfalen nachvollziehen (Abb. 18).

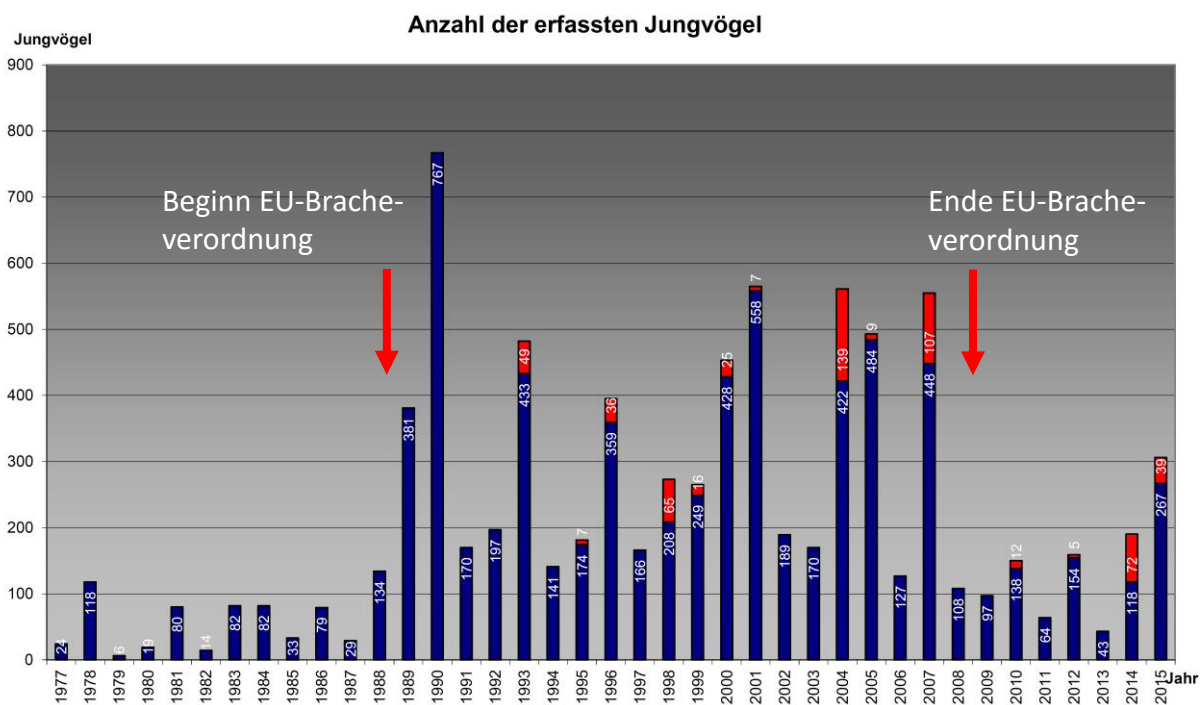


Abb. 18: Entwicklung des Bruterfolges der Schleiereule im Altkreis Minden 1977 bis 2015 und Beginn und Ende der EU-Bracheverordnung (blau = Jungvögel aus Erstbruten, rot = Jungvögel aus Zweitbruten). (Quelle: <http://home.teleos-web.de/bkies/schleiereule/BrutStatistik77.html>, verändert)

Fig. 18: Development of breeding success of the barn owl in the area of Minden and beginning and ending of EU fallow land regulation (blue – chicks from 1<sup>st</sup> broods, red – chicks from 2<sup>nd</sup> broods). (Source: <http://home.teleos-web.de/bkies/schleiereule/BrutStatistik77.html>, changed)

Aufgrund der hohen Reproduktionserfolge des Jahres 2007 waren sehr hohe Beutegreifer-Bestände zu verzeichnen, denen dann ab 2008 großflächig die Nahrungsgrundlage entzogen wurde. Der Effekt war eine Konzentration der Beutegreifer in Landschaftsräumen, in denen noch „normale“ Beutetierdichten erreicht wurden. Dies dürfte auch auf dem Gelände des Köln/Bonn Airport im Verhältnis zu Offenlandlebensräumen außerhalb des Flughafens der Fall gewesen sein.

In einer während drei Jahren in unterschiedlich strukturierten und genutzten Landschaftsräumen in Westfrankreich durchgeführten Studie an den beiden Arten Mäusebussard und Turmfalke kamen Butet et al. (2010) zu folgendem Ergebnis: Beide Arten reagieren negativ auf die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung und dem damit einhergehenden Rückgang von Kleinsäuger-Beständen. Der Bestand des Mäusebussards nimmt dabei signifikant mit der Reduzierung von Hecken, Feldgehölzen und Wiesen sowie der damit einhergehenden Verringerung seiner Beutetiere im Landschaftsraum ab.

Der Rückgang des Turmfalken ist weniger stark und signifikant. Dies wird darauf zurückgeführt, dass der Turmfalke zum einen besser an anthropogen überformte Lebensräume angepasst ist, zum anderen aber auch darauf, dass er besser in der Lage ist, auch verstreut liegende Jagdhabitats mit weiter verbreiteten, aber in geringeren Dichten vorkommenden Beutetierarten nutzen zu können.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen weisen nach, dass die erhöhten Kollisionszahlen von Greifvögeln auf dem Köln/Bonn Airport nicht ausschließlich auf das Vorkommen von Kleinsäugetieren zurückgeführt werden können. Die relativ niedrigen Fangergebnisse von Kleinsäugetieren der Jahre 2010 - 2013 deuten außerdem darauf hin, dass eine Reduzierung ihrer Bestände nicht maßgeblich die Kollisionshäufigkeit an diesem Standort würde reduzieren können.

## 5.2 Einfluss des Insektenangebotes auf die Anzahl der Greifvogelkollisionen

Der allgemeine im Jahr 2013 herrschende Nahrungsmangel für Greifvögel in der offenen Agrarlandschaft durch die geringen Bestände der Feldmaus hat offensichtlich trotz geringerer Reproduktionsraten gegenüber Normaljahren zu einem verstärkten Einflug von Turmfalken auf den Köln/Bonn Airport geführt. Durch die intensiven landwirtschaftlichen Produktionsmethoden mit geringen Saatzeilenabständen und intensiver Anwendung von Bioziden (vgl. Jahn et al. 2014) treten Großinsekten im Offenland nur noch in geringeren Dichten auf, als es bis in die 2. Hälfte des letzten Jahrhunderts normal war (vgl. Schuch et al. 2010, Sorg et al. 2013). Daher weisen viele insektenfressende Vogelarten des Offenlandes einen negativen Bestandstrend auf (Jahn et al. 2014, Sudfeldt et al. 2012). Auf dem Köln/Bonn Airport ist die Ressource "(Groß-)Insekten" aber weiterhin verfügbar, da hier keine Düngungen vorgenommen werden und keine Insektizide zum Einsatz kommen. Dies lässt sich auch an den Brutbeständen von Arten wie Feldlerche (*Alauda arvensis*) und Neuntöter (*Lanius collurio*) ablesen, die sich ebenfalls von Insekten und anderen Arthropoden ernähren und auf landwirtschaftlichen Nutzflächen erhebliche Bestandseinbußen haben hinnehmen müssen (vgl. z.B. Flade & Schwarz 2013), auf dem Köln/Bonn Airport aber stabile bis steigende Bestände aufweisen (vgl. Hauth & Skibbe 2010).

## 5.3 Empfohlene Maßnahmen

Um vermehrte Kollisionen mit den Arten Turmfalke und Mäusebussard vorzubeugen, sollte versucht werden, ein großräumiges Mahdschema zu entwickeln, welches geeignet ist, die Großvögel in möglichst weiter Entfernung zu den Start-/Landebahnen zu halten. Ein denkbare Vorgehen wäre es, rollbahnferne Flächen immer gleichzeitig mit rollbahnnahen Flächen zu mähen, um die Attraktivität entfernt gelegener Flächen als Nahrungshabitat zu der Zeit zu erhöhen, in der die Attraktivität sensibler Bereiche durch die Schaffung kurzrasiger Bereiche mit hoher Beuteverfügbarkeit infolge der Mahd ebenfalls erhöht ist. Zusätzlich könnten in diesen Alternativbereichen zur Attraktivitätssteigerung auch Greifvogelkruken aufgestellt werden.

Balliertes Heu sollte möglichst schnell aus den rollbahnnahen Teilflächen abtransportiert werden, um zu vermeiden, dass es von Greifvögeln als Ansitz genutzt wird. Zeitweise können die Ballen auch in Bereiche verbracht werden, in denen Greifvögel geduldet werden können, um sie so aus dem Gefahrenbereich zu locken.

Im Jahr 2013 war es der relative hohe (aber natürliche) Besatz (im Verhältnis zu intensiv genutzten landwirtschaftlichen Nutzflächen) der Flächen mit Großinsekten, der den Flughafen attraktiv für den Turmfalken gemacht hat. Die außerhalb des Flughafens herrschenden Gegebenheiten in der Landwirtschaft können nicht beeinflusst werden. Der Köln/Bonn Airport liegt inmitten eines Naturschutz-, Vogelschutz- und FFH-Gebietes. Daher sollte der Insektenreichtum auf den Nebenbetriebsflächen unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkten nicht reduziert werden, zumal davon neben vielen Vogelarten auch selbst landesweit gefährdete Insektenarten betroffen wären. Es wird empfohlen, während der Hauptkollisionszeit im Juli und August einfliegende Turmfalken schonend lebend zu fangen, zu beringen (evtl. auch mit Farbringen) und in andere, entfernte Landschaftsräume zu verbringen. Neben der Reduzierung des Unfallrisikos für den Flugverkehr und der Berücksichtigung von Tierschutzaspekten würde dies auch die unvermeidbare Anzahl von Kollisionsopfern von Individuen einer streng geschützten Art vermindern.

## 8. Literatur

- ADAMCZEWSKA-ANDRZEJEWSKA, K. A.; NABAGLO, L. (1977): Demographic parameters and variations in numbers of the common vole. – Acta Theriologica, 22: 431 – 457.
- BAUER, H.-G.; BEZZEL, E.; FIEDLER, W. (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. – 2. Auflage, Aula-Verlag, Wiebelsheim, 3 Bände.
- BOYE, P. (1996): Formeln zur Berechnung der Populationsgröße aufgrund von Fang-Wiederfang-Studien: Eine Übersicht für Einsteiger. – In: BOYE, P.; KUGELSCHAFTER, K.; MEINIG, H.; PELZ, H.-J. (Hrsg.): Säugetiere in der Landschaftsplanung. Standardmethoden und Mindestanforderungen für säugetierkundliche Beiträge zu Umwelt- u. Naturschutzplanungen. – Schriftenr. Landschaftspflege u. Naturschutz, 46: 173 – 179.
- BOYE, P. (2003): Nagetiere in der Agrarlandschaft. – Ökologie der Säugetiere, 1: 158 S.
- BOYE, P.; MEINIG, H. (1996): Flächenbezogene Erfassung von Spitzmäusen und Mäusen. – In: BOYE, P.; KUGELSCHAFTER, K.; MEINIG, H.; PELZ, H.-J. (Hrsg.): Säugetiere in der Landschaftsplanung. Standardmethoden und Mindestanforderungen für säugetierkundliche Beiträge zu Umwelt- und Naturschutzplanungen. – Schriftenr. Landschaftspflege u. Naturschutz, 46: 45 – 54.
- BROCKMANN, J.; ROHLOFF, B. (1999): Zusammenhänge zwischen der Grünlandbewirtschaftung, der Bestandsentwicklung von Feldmäusen (*Microtus arvalis*) und dem Auftreten von Greifvögeln auf dem Flughafen Hannover-Langenhagen.- Vogel u. Luftverkehr, 19: 53 – 61.
- BRYJA, J. ; TKADLEC, E.; NESVADBOVA, J. GAISLER, J.; ZEJDA, J. (2001): Comparison of enumeration and Jolly-Seber estimation of population size in the common vole *Microtus arvalis*. – Acta Theriologica, 46: 279 – 285.
- BUTET, A.; MICHEL, N.; RANTIER, Y; COMOR, V.; HUBERT-MOY, L.; NABUCET, J.; DELETTRE, Y. (2010): Responses of common buzzard (*Buteo buteo*) and Eurasian kestrel (*Falco tinnunculus*) to land use changes in agricultural landscapes in Western France.- Agriculture, Ecosystems & Environment, 138: 152 – 159.
- CUMMINS, K. W.; WUYCHECK, J. C. (1971): Caloric Equivalents for Investigations in Ecological Energetics.- Intern. Ver. theor. u. angewandte Limnologie, Hf. 18: 158 S.
- DELATTRE P., MORELLET N., CODREANU P., MIOT S., QUERE J.-P., SENNETOT F. UND BAUDRY J. (2009): Influence of edge effect on common vole population abundance in an agricultural landscape of eastern France.- Acta Theriologica 54: 51 – 60.
- ELLENBERG, H.; WEBER, H.E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULIßEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa.- Scr. Geobot., 18: 258 S.
- FLADE, M.; SCHWARZ, J. (2013): Bestandsentwicklung von Vogelarten der Agrarlandschaft in Deutschland 1991 - 2010 und Schlüsselfaktoren.- Fachgespräch „Agrarvögel – ökologische Bewertungsgrundlage für Biodiversitätsziele in Ackerbaugebieten“ 01.-02. März 2013, Kleinmachnow.- Julius Kühn-Inst., Bundesforschungsinst. für Kulturpflanzen, Bd. 442, Quedlinburg: 8 – 17
- FRANK, F. (1954): Die Kausalität der Nagetier-Zyklen im Lichte neuer populationsdynamischer Untersuchungen an deutschen Microtinen.- Z. Morph. U. Ökol. Tiere, 43: 321 – 356.
- GEDEON, K.; GRÜNEBERG, C.; MITSCHKE, A.; SUDFELDT, C.; EIKHORST, W.; FISCHER, S.; FLADE, M.; FRICK, S.; GEIERSBERGER, I.; KOOP, B.; KRAMER, M.; KRÜGER, T.; ROTH, N.; RYSLAWY, T.; STÜBING, S.; SUDMANN, S. R.; STEFFENS, R.; VÖKLER, F.; WITT, K. (2014): Atlas Deutscher Brutvogelarten.- Münster: 800 S.
- HÄMKER, S.; BORSTEL, K. (2003): Langzeituntersuchung über den Zusammenhang zwischen Kleinsäugerbestand und Anzahl der Greifvögel auf dem Flughafen Bremen unter Berücksichtigung der veränderten Grünlandbewirtschaftung. – Vogel und Luftverkehr, 23: 31 – 45.
- HAUTH, E. & A. SKIBBE (2010): Die Brutvögel der Wahner Heide. Erfassungszeitraum 1989-2008. Beitr. Avifauna Nordrhein-Westfalens, Bd. 38. NIBUK, Ruppichterath: 254 S.

- HÖLZINGER, J. (1987): Sumpfohreule – *Asio flammeus* (Pontopiddan, 1763).- In: HÖLZINGER, J. (Hrsg.): Die Vögel Baden-Württembergs, Verlag E. Ulmer, Stuttgart, Bd. 1.2: 1095 – 1101.
- JACOB, J. (1998): Gibt es in Thüringen 1998 eine Feldmausgradation? – Die Auswirkungen von Extensivierung auf die Bestandsentwicklung. – Landschaftspflege und Naturschutz Thüringen, 35: 55 – 57.
- JACOB, J. (2000): Populationsökologische Untersuchungen an Kleinnagern auf unterschiedlich bewirtschafteten Flächen der Unstrut-Aue.- Dissertation Univ. Jena: 103 S.
- JACOB, J. (2013): Das Feldmaus-Modell lag im Frühjahr 2013 falsch - warum?- Protokoll 2. Treffen der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Feldmaus-Management“, Julius Kühn-Institut (JKI), Münster: 6 S.
- JAHN, T.; HÖTKER, H.; OPPERMANN, R.; BLEIL, R.; & VELE, L. (2014): Das Schutzgut Biodiversität in der Umweltbewertung von Stoffen – Konzept für das Management des Risikos für freilebende Vögel und Säuger aus der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unter Berücksichtigung indirekter Wirkung (Nahrungsnetz-Effekte) und besonders geschützter Arten. Kurzfassung des Projektberichts. – Michael-Otto-Institut im NABU und Institut für Agrarökologie und Biodiversität, Bergenhusen/Mannheim: 19 S.
- JUNG, P. (1989): Kleinsäuger.- In: Interkommunaler Arbeitskreis (Hrsg.): Die Wahner Heide. Eine rheinische Landschaft im Spannungsfeld der Interessen.- Köln: 201 – 207.
- KOSTRZEWA, R.; KOSTRZEWA, A. (1991): Winter Weather, spring and summer density, and subsequent breeding success of Eurasian Kestrels, Common Buzzards, and Northern Goshawks. – *The Auk*, 108: 342 – 347.
- KOSTRZEWA, A.; SPEER, G. (2001): Greifvögel in Deutschland.- 2. Aufl., Aula-Verlag Wiesbaden: 141 S.
- LANGE, R.; TWISK, P.; WINDEN, A. v.; DIEPENBEEK, A. v. (1994): Zoogdieren van West-Europa. – Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuur-historische Vereniging, Utrecht: 400.
- LAUENSTEIN, G. (2008): Feldmäuse machen Probleme.- Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe, Nr. 5: 26-27.
- MASMAN, D.; GORDILN, M.; DAAN, S.; DIJKSTRA, C. (1986): Bionenergetics of the kestrel, *Falco tinnunculus*: the variability of natural intake rates.- *Ardea*, 74: 24 – 38.
- MEINIG, H. (2004): Untersuchung zur Entwicklung von Kleinsäugerdichten ausgewählter Probeflächen im Ausdeichungsbereich des Monheimer Rheinbogens.- unveröff. Gutachten i.A. der Biol. St. „Urdenbacher Kämpe“: 28 S. + Anhänge.MEINIG, H.; BOYE, P.; HUTTERER, R. (2009): Rote Liste und Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Deutschlands.- *Natursch. u. Biol. Vielfalt*, 70 (1): 115 – 153.
- MELDE, M. (1983): Der Mäusebussard *Buteo buteo*.- Neue Brehm Bücherei, Bd. 185, (4. überarb. Aufl.), A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt: 104 S.
- MORGENROTH, C. (2007): Der Einfluss von Feldmäusen auf das Vogelschlaggeschehen an Flughäfen.- *Vogel und Luftverkehr*, 27 (Hf. 1): 46 – 49.
- NIETHAMMER, J. (1978): *Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758) – Waldmaus.- In: NIETHAMMER, J.; KRAPP, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas.- Nagetiere I – Rodentia I (Muridae), Akadem. Verlagsgesellschaft, Wiesbaden: 337 - 358.
- NIETHAMMER, J.; KRAPP, F. (1982): *Microtus arvalis* – Feldmaus.- In: NIETHAMMER, J.; KRAPP, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas.- Nagetiere II – Rodentia II (Cricetidae, Arvicolidae, Zapodidae, Spalacidae, Hystricidae, Capromyidae), Akadem. Verlagsgesellschaft, Wiesbaden: 261 – 318.
- NWO (HRSG.) (2002): Die Vögel Westfalens.- Ein Atlas der Brutvögel von 1989 bis 1994.- Beitr. z. Avifauna Nordrhein-Westfalens, Bd. 37: 397 S.
- PIECHOCKI, R. (1991): Der Turmfalke - *Falco tinnunculus*.- Neue Brehm Bücherei 116 (7. erw. Auflage), A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt: 164 S.



- SCHUCH, S.; BOCK J.; WESCHE K.; SCHAEFER, M. (2010): Entwicklung der Biodiversität Deutschlands innerhalb der letzten 50 Jahre: Zikaden, Wanzen und Heuschrecken.– Treffpunkt Biologische Vielfalt IX - BFN-Skripten 265: 115-119.
- SCHUMACHER, H. (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Schmetterlinge – Lepidoptera – in Nordrhein-Westfalen.- In: LANUV (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 4. Fassung, 2011 - LANUV-Fachbericht 36, Bd. 2, Recklinghausen: S. 241 – 332.
- SORG, M., SCHWAN, H., STENMANS, W.; MÜLLER, A. (2013): Ermittlung der Biomassen flugaktiver Insekten im NSG Orbroicher Bruch mit Malaise Fallen in den Jahren 1989 und 2013.- Mitt. Entom. Ver. Krefeld, 1:1-5.
- SUDFELDT, C.; BAIRLEIN, F.; DRÖSCHMEISTER, R; KÖNIG, C. ; LANGGEMACH, T.; WAHL, J. (2012): Vögel in Deutschland – 2012. DDA, BfN, LAG VSW, Münster: 60 S.
- SUDMANN, S. R.; GRÜNEBERG, C.; HEGEMANN, A.; HERHAUS, F.; MÖLLE, J.; NOTTMEYER-LINDEN, K.; SCHUBERT, W.; VON DEWITZ, W.; JÖBGES, M.; WEISS, J. (2008): Rote Liste der gefährdeten Brutvogelarten Nordrhein-Westfalens.- 5. Fassung - LANUV-Fachbericht 36, Band 2, S. 79 - 158.
- TKADLEC, E.; NESVADBOA, J.; ZEJDA, J.; BRYIA, J.; HEROLDOVA, M.; RYCHNOWSKY, B. (1999): Summer decline in a central European population of the common vole.- Proc. 3rd Europ. Congr. Mammalogy, Jyväskylä, Finland: 224.
- TULIS, F.; BALÁŽ, M.; OBUCH, J.; ŠOTNÁR, K. (2015): Responses of the long-eared owl *Asio otus* diet and the numbers of wintering individuals to changing abundance of the common vole *Microtus arvalis*.- Biologia, 70 (5): 667—673.
- VILLAGE, A. (1990): The Kestrel.- T. & A. D. Poyser, London: 352 S.
- WIJNGAARDEN, A. V. (1957): De periodiciteit in de populatie maxima van de veldmuis, *Microtus arvalis* Pallas, in Nederland, 1806 – 1956.- Vakblad Biologen, 37: 1 – 8.
- WINK, M.; DIETZEN, C.; GIEßING, B. (2005): Die Vögel des Rheinlandes (Nordrhein). Ein Atlas der Brut- und Wintervogelverbreitung 1990 – 2000.- Beitr. z. Avifauna Nordrhein-Westfalens, 36: 419 S..
- WUNTKE, B.; LUDWIG, I.; PRIBBERNOW, M. (1998): Regionale und saisonale Unterschiede im Beutetierspektrum brandenburgischer Schleiereulen.- Schriftenr. f. Naturschutz u. Landschaftspflege Brandenburg, 7: 108 - 110.

### Anschriften der Verfasser:

Holger Meinig, Hansastr. 91, 42107 Wuppertal, Email: holger.meinig@t-online.de

Meike Hötzel, Hörder Str. 499, 58454 Witten, Email: m-hoetzel@web.de

Ulf Muuß, Flughafen Köln Bonn GmbH, Postfach 98 01 20, D-51129 Köln, Email: Ulf.Muuss@koeln-bonn-airport.de

Achim Hopp, Flughafen Köln Bonn GmbH, Postfach 98 01 20, D-51129 Köln, Email: achim.hopp@koeln-bonn-airport.de

Hartwig Mertens, Flughafen Köln Bonn GmbH, Postfach 98 01 20, D-51129 Köln, Email: hartwig.mertens@koeln-bonn-airport.de