



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

**Aspekte des zeitlichen Aktivitätsmusters beim
Turmfalken (*Falco tinnunculus*) im winterlichen Kurztag**

Verfasserin

Christine Feiertag

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, September 2013

Studienkennzahl: A444

Studienrichtung: Ökologie

Betreuer: Ao. Univ.-Prof. i. R. Dr. Gerhard Spitzer

Inhaltsverzeichnis

<i>1 Einleitung.....</i>	<i>5</i>
<i>2 Methodik.....</i>	<i>7</i>
<i>2.1 Untersuchungsgebiet.....</i>	<i>7</i>
<i>2.2 Untersuchungszeitraum.....</i>	<i>9</i>
<i>2.3 Untersuchungsparameter.....</i>	<i>9</i>
<i>3 Ergebnisse.....</i>	<i>13</i>
<i>3.1 Beginn der Tagesaktivität.....</i>	<i>13</i>
<i>3.2 Dauer der Tagesaktivität.....</i>	<i>15</i>
<i>3.3 Positionswechsel Warte auf Boden.....</i>	<i>20</i>
<i>3.4 Flugzeiten im Tagesverlauf.....</i>	<i>27</i>
<i>3.5 Abendliches Ende von Aktivitäten.....</i>	<i>31</i>
<i>4 Diskussion.....</i>	<i>33</i>
<i>5 Zusammenfassung.....</i>	<i>37</i>
<i>6 Abstract.....</i>	<i>39</i>
<i>7 Literaturverzeichnis.....</i>	<i>41</i>
<i>8 Abbildungsverzeichnis.....</i>	<i>43</i>
<i>9 Tabellenverzeichnis.....</i>	<i>44</i>
<i>Danksagung.....</i>	<i>45</i>
<i>Curriculum vitae.....</i>	<i>47</i>

1 Einleitung

Die Kenntnisse der Zeitbudgets von Tieren für Nahrungsbeschaffung, Ortswechsel und Ruhe lassen gute Einblicke in die Energiebilanzen (vgl. Goldstein 1988) unter gegebenen Umweltbedingungen zu, und führen somit zu einem besseren Verständnis der Ökologie der jeweiligen Tiere.

Für tagaktive Vögel bedeutet der kurze Tag eine Einschränkung der für die Nahrungsbeschaffung verfügbaren Zeit, und dies wird zusätzlich verschärft durch die im Winter herrschenden Witterungsbedingungen.

Bei tiefen Temperaturen und einem sich daraus ergebenden erhöhten Energieaufwand zur Aufrechterhaltung der notwendigen physiologischen Prozesse wie Basalmetabolismus und Thermoregulation kommt es zu einer Reduktion energieaufwendiger Aktivitäten, wie etwa Fliegen.

Nach Daan et al, 1989 beträgt der Energieverbrauch des Basalmetabolismus (BMR) beim Turmfalken *Falco tinnunculus* mit einem Körpergewicht von etwa 226g 0,95 Watt (vgl. Aschoff & Pohl, 1970). Der Energieaufwand beim Fliegen hingegen beträgt 14,6 Watt (Masman et al, 1987), das 16-fache des BMR.

Hieraus ergibt sich das Problem, dass der Energieverbrauch der verschiedenen Methoden der Nahrungsbeschaffung (Flugjagd, Ansitzjagd) mit deren jeweiligen Profitabilität zusammenhängt (vgl. Norberg, 1977). Für die Beschaffung eines minimalen Nahrungsbedarfs steht dem Tier nur ein bestimmtes Maß an Zeit pro Tag zur Verfügung.

Für die Untersuchungen der zeitlichen Aspekte von Aktivitätsmustern im winterlichen Kurztag bietet sich der Turmfalke aus folgenden Gründen an:

- Er zählt zu den häufigsten Greifvögeln überhaupt und ist ein Jäger offener Landschaften, wobei er keine bis niedere Vegetation für die Jagd bevorzugt.

-
- Als ausgesprochener Kulturfolger ist er im Gegensatz zu anderen Greifvogelarten dem Menschen gegenüber wenig scheu (Kostrzewa, 1993).
 - In winterlichen Situationen agiert der Vogel in relativ kleinen Aktionsräumen, die es erlauben einzelne Individuen über längere Phasen am Tag zu beobachten.
 - Bei kalten Temperaturen werden energieaufwendige Aktivitäten wie Fliegen zugunsten energiesparender wie Ansitzjagd reduziert (Masman et al, 1988).

Diese Arbeit untersucht nun wie sich die verschiedenen winterlichen Witterungsaspekte (Temperatur, Luftfeuchte, Windstärke, Bewölkung, Regen, Schneebedeckung), sowie Tageslänge und Tageszeit auf die Tagesaktivitäten von Turmfalken auswirken.

2 Methodik

2.1 Untersuchungsgebiet

Beim Untersuchungsgebiet handelt es sich um eine etwa 100 ha große, von mehreren Aussichtspunkten gut einsehbare, landwirtschaftlich intensiv genutzte Fläche mit Äckern, Wiesen, Ackerrainen, Bächen, Feldwegen und einigen wenig befahrenen Landstraßen.

Es liegt 2 km westlich von Neulengbach (E 15° 53'; N 48° 12'), Niederösterreich, östlich der westlichen Ausläufer des Wienerwaldes und nördlich des Industriegebietes von Neulengbach (siehe Abb. 1).

Zur Untersuchungszeit war die Vegetation der Raine und Wiesen niedrig (5 - 10 cm), die Äcker waren größtenteils vegetationslos (sowohl Sturzäcker als auch bereits geeggte Felder); auf einigen Flächen stand etwa 10 cm hohe Wintergerste.

An einigen Stellen der gesamten Untersuchungsfläche bilden sich nach Regen oder bei Schneeschmelze kurzfristig immer wieder einige bis zu hundert Metern Durchmesser große Lacken (siehe Abb. 2), die auch von Wintergästen wie Grau- und Silberreiher zur Futtersuche aufgesucht werden.

An den Straßenrändern befinden sich zahlreiche Obstbäume (vor allem Pyrus Arten) von 2 bis 10 m Höhe, etwa 1m hohe Straßenbegrenzungspfeiler (Leitpfosten), sowie aufgrund des Winters und möglichen Schneefalls etwa 1,5 m hohe Schneestecken, die von den Falken als Ansitzwarten genutzt werden können.

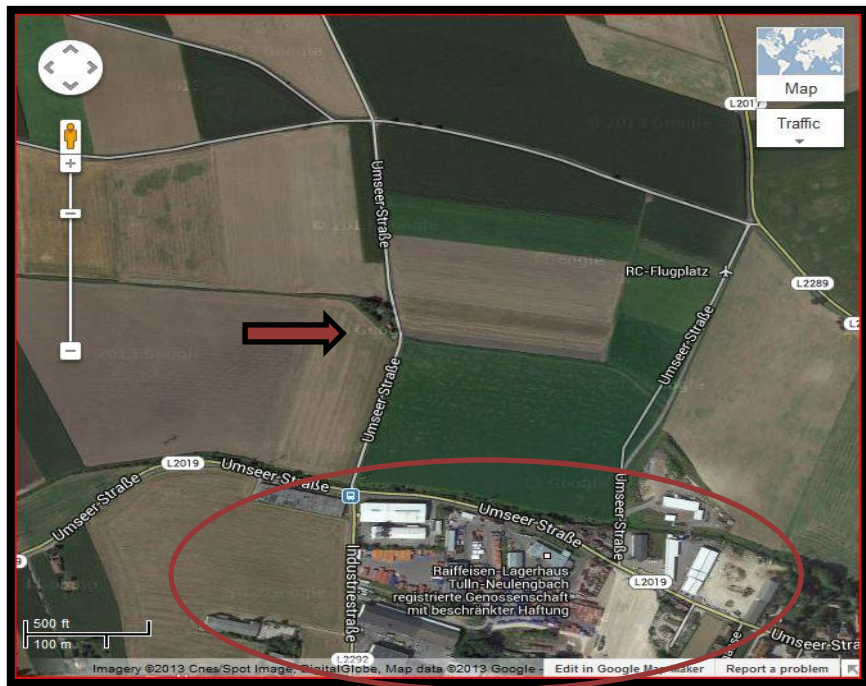


Abb. 1: Satellitenaufnahme des Untersuchungsgebiets: Industriegebiet mit hohen Silos, Industriegebäuden, Rübenabladeplatz; Pfeil: hier wurde Temperatur und Luftfeuchte gemessen.



Abb. 2: Karte des Untersuchungsgebiet: A) und B): Lackenbildung nach starkem Regen oder Schneeschmelze.

2.2 Untersuchungszeitraum

Die Untersuchungen wurden an 19 Tagen zwischen 22. Dezember 2012 und 27. Jänner 2013 in der Zeit von einer Stunde vor Sonnenaufgang bis zum Verschwinden der Falken zu ihren jeweiligen Schlafplätzen nach Sonnenuntergang durchgeführt.

Für die Beobachtungen wurde ein Fernglas Lichter Optik 10 x 50 verwendet.

Zur Bilddokumentation stand eine Kamera Canon Powershot mit 48-fachem Zoom zur Verfügung. Die individuellen Gefiederzeichnungen der Tiere (Glutz von Blotzheim, Bd. 4, 1989) haben es ermöglicht die Turmfalken voneinander zu unterscheiden.

2.3 Untersuchungsparameter

Erfassung von Umweltfaktoren & Uhrzeit

Uhrzeit:

die in Zonenzeit gemessenen Daten wurden in die wahre Lokalzeit umgerechnet (real local time, rlt).

Temperatur & Luftfeuchte:

wurden an einer Referenzstelle (Abb. 1) schattseitig an einem Baum in 2 Metern Höhe gemessen.

Windstärke (nach Beaufort Graden) & Windrichtung:

wurden an der jeweiligen Beobachtungsstelle geschätzt/bestimmt.

Bewölkungsgrad:

die Bedeckung wurde in Achteln des sichtbaren Himmelsgewölbes geschätzt (0/8 = wolkenlos bis 8/8 = 100 % des Himmelgewölbes bedeckt)

Schneebedeckung:

Die Höhe der Schneedecke wurde bestimmt (in cm) und wurde für die Auswertungen Dummy-codiert:

keine SD bzw. bis 1 cm Höhe = 0; SD 1 – 2 cm Höhe = 1; SD ab 10 cm Höhe bzw. 90 % Bodenbedeckung = 2.

Regen:

Jede Änderung der Niederschlagsverhältnisse in Form von Regen wurden notiert und zur Auswertung die Regenstärke Dummy-codiert: kein Regen = 0, leichter Regen = 1; starker Regen = 2.

Die erfassten Aktivitäten der Turmfalken

Fliegen:

als Fliegen wurden alle Flugbewegungen (auch Gleiten, Rütteln) zwischen 2 Örtlichkeiten protokolliert

Rütteln:

bei Turmfalken typische Jagdmethode, die es ihnen erlaubt in einer „stehenden“ Flugposition in etwa 20 m Höhe den Boden abzusuchen (da es kaum zu Beobachtungen von Rüttelflügen gekommen ist, wurden die Rüttelzeiten für die Auswertungen mit den Flugzeiten summiert)

Sitzen auf Warten:

alles Sitzen auf erhöhten Stellen wie Bäumen, Schneestecken, Straßenbegrenzungspfählen etc. über 0,5 m Höhe

Sitzen:

entweder auf dem Boden oder auf erhöhten Positionen bis max. 0,5 m über dem Boden

Handling der Beute:

der gesamte Verhaltensablauf ab dem Zeitpunkt des Erbeutens bis zum Abschlucken

Erfassung der individuellen Zeitaufwendungen

Flugdauer:

diese wurde in Sekunden gestoppt und protokolliert

Sitzen:

die Dauer wurde auf halbe Minuten gerundet

Zeitpunkt des Erscheinens der Falken am Morgen vor Sonnenaufgang (SA), die *letzte Sichtung nach Sonnenuntergang* (SU), sowie die

Zeitpunkte von möglichen Angriffsflügen mit oder ohne Erfolg:

auf halbe Minuten gerundet (wurden ausgewertet, Ergebnisse nicht in die Arbeit aufgenommen)

Uhrzeit des Wechsels der Ansitzwarten und jede Änderung der Aktivitäten wurden protokollmäßig erfasst.

Alle als Warten verwendeten Strukturen wurden kartiert und deren Höhe vermessen.

Statistische Datenauswertung

Insgesamt wurden 95 Stunden an Beobachtungen von 4 verschiedenen Turmfalken (1 ♂, 3 ♀) zur Auswertung herangezogen.

Die Datenauswertung wurde mit Hilfe von Excel (Datenanalysetool) bzw. teilweise von Hand berechnet. Für die Auswertung wurde die Signifikanzschranke bei $p < 0,05$ festgesetzt. Die p-Werte wurden den Tabellen von „Grundriß der biologischen Statistik“, Erna Weber, Urban & Fischer, München, 9. Auflage (1991) entnommen.

3 Ergebnisse

3.1 Beginn der Tagesaktivität

Insgesamt wurde im Winter 2012/2013 an 14 Tagen die Uhrzeit des Aktivitätsbeginns (AB) der Turmfalken (TF) vor Sonnenaufgang (SA) erfasst, wobei hier der Aktivitätsbeginn als der Zeitpunkt des Erscheinens am Morgen im Untersuchungsgebiet definiert wird.

Die *Range* des täglichen Aktivitätsbeginns liegt zwischen 10 und 34 min. vor Sonnenaufgang (Tab.1).

Tab. 1: Sonnenaufgang, Zeitpunkt des Aktivitätsbeginns und Erscheinen in Minuten vor Sonnenaufgang

Datum	Sonnenaufgang	Aktivitätsbeginn	Erscheinen vor SA
23.12.12	07:45	07:29	16
25.12.12	07:46	07:31	15
26.12.12	07:46	07:26	20
28.12.12	07:47	07:23	24
29.12.12	07:47	07:22	25
30.12.12	07:47	07:13	34
31.12.12	07:47	07:15	32
01.01.13	07:47	07:32	15
05.01.13	07:47	07:31	16
06.01.13	07:46	07:36	10
12.01.13	07:44	07:20	24
13.01.13	07:43	07:22	21
20.01.13	07:38	07:22	16
27.01.13	07:31	07:08	23

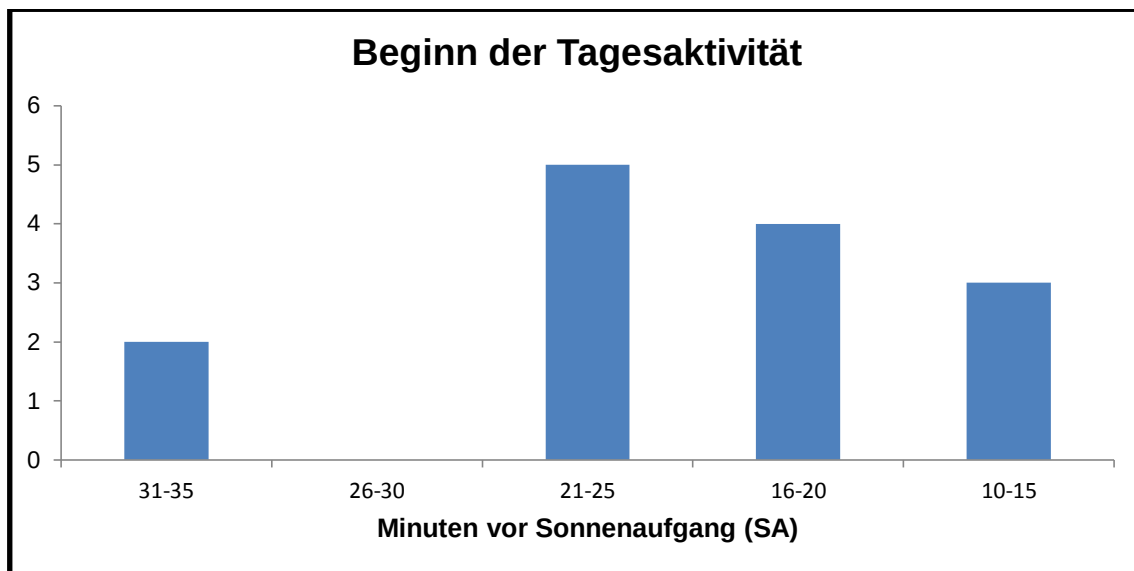


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung des Erscheinens der Turmfalke in Minuten vor Sonnenaufgang. Im Mittel erschienen die Turmfalke 21 Minuten vor Sonnenaufgang.

Einfluss von Witterungsfaktoren auf den Beginn der Tagesaktivität

Es konnten keine Abhängigkeiten des Zeitpunkts des Erscheinens der Turmfalke vor Sonnenaufgang von den Faktoren Temperatur, Luftfeuchte und Windstärke (in Beaufort) gefunden werden (jeweils $n = 14$).

Zwischen der Bewölkung am Morgen und dem Erscheinen der Turmfalke vor Sonnenaufgang besteht ein negativer Zusammenhang ($r = -0,799$; $n = 14$; $p < 0,001$). Bei einem Bestimmtheitsmaß von $B = 0,638$ bedeutet das, dass 63,8 % der Varianz des Erscheinens der Vögel vor Sonnenaufgang durch die Wirkung der Bewölkung zu erklären ist (Abb. 4).

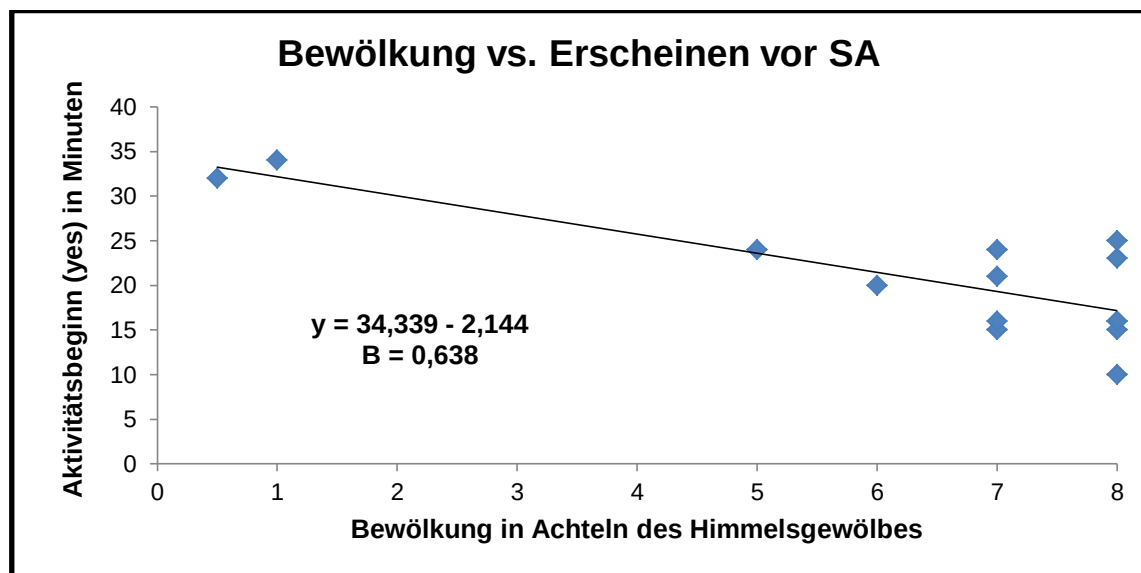


Abb. 4: Abhängigkeit des morgendlichen Aktivitätsbeginns (y_{es} in Minuten) von Turmfalken vor Sonnenaufgang (SA) von der Bewölkung (x_b): $y_{es} = 34,339 - 2,144 \cdot x_b$

Einfluss der Tageslänge auf den täglichen Aktivitätsbeginn

Die Tageslänge hat keinen Einfluss auf den Zeitpunkt des Erscheinens der Turmfalken vor Sonnenaufgang ($n = 14$; $r = -0,055$; n.s.).

3.2 Dauer der Tagesaktivität

Zwischen 22. Dezember 2012 und 27. Jänner 2013 ändert sich die Länge des Lichttages von 8 h 19 Min. auf 9 h 15 Min.

Die *Range* der Dauer der Tagesaktivität in dieser Zeitspanne liegt zwischen 8 h 59 Min. und 10 h 06 Min. (Tab. 2). Die Turmfalken waren zwischen 28 Min. und 68 Min. länger aktiv als die Länge des Lichttages ausmachte (Abb. 5).

Tab. 2: Tageslänge und Länge der Tagesaktivität (in hh:mm) der TF im Untersuchungszeitraum

Datum	Tageslänge	Tagesaktivität
25.12.2012	8:20	9:12
26.12.2012	8:21	9:15
28.12.2012	8:21	9:18
29.12.2012	8:22	9:11
30.12.2012	8:23	9:31
31.12.2012	8:24	9:23
01.01.2013	8:25	9:06
05.01.2013	8:29	9:05
06.01.2013	8:31	8:59
12.01.2013	8:40	9:28
13.01.2013	8:43	9:35
20.01.2013	8:58	9:39
27.01.2013	9:15	10:06

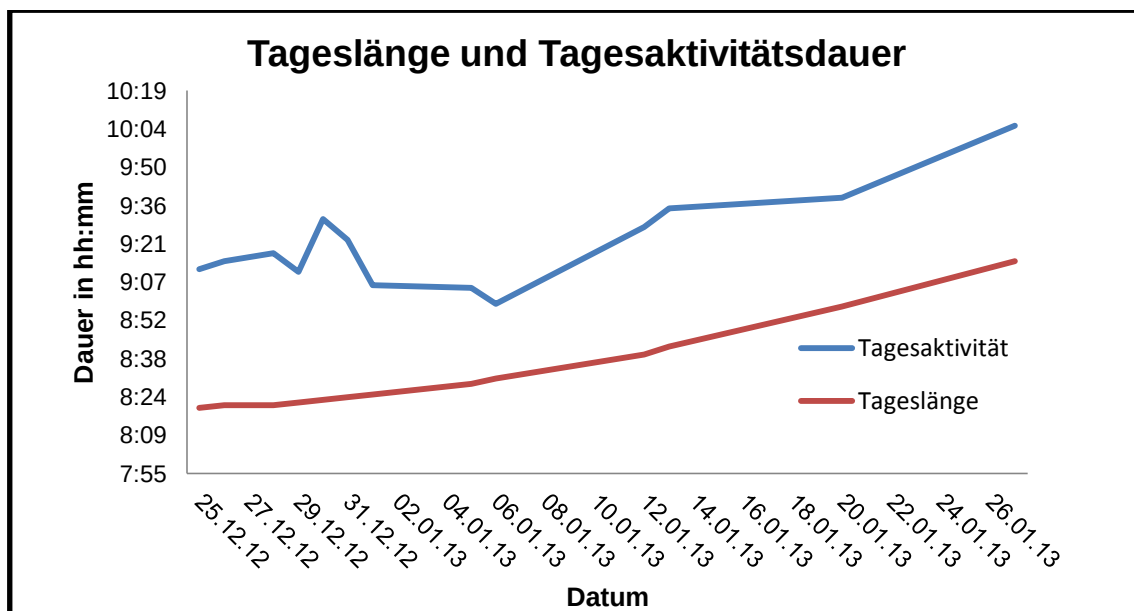


Abb. 5: Änderung von Tageslänge und Tagesaktivitätsdauer der Turmfalken im Untersuchungszeitraum (in hh:mm).

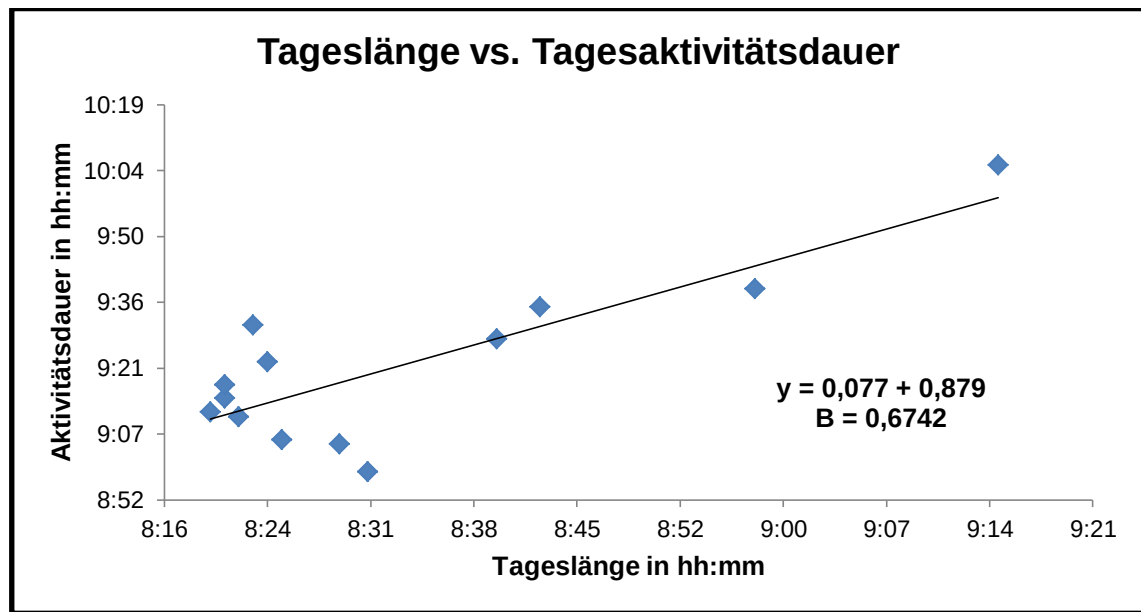


Abb. 6: Lineare Regression der Tageslänge mit der Tagesaktivitätsdauer in hh:mm ($y_{akt} = 0,077 + 0,879 * x_d$). Die Tagesaktivitätsdauer der Turmfalken ist mit der Länge des Tages korreliert ($r = 0,821$; $n = 13$; $p < 0,001$).

Einfluss von Witterungsfaktoren auf die Tagesaktivitätsdauer

Die Schätzungen von Tagesmittelwerten der Windstärke (in Beaufort-Graden), Temperatur (°C), Bewölkung (Wolkendeckung in Achteln des Himmelsgewölbes) und relative Luftfeuchte (in %) beeinflussen die Tagesaktivitätsdauer der Turmfalken wie folgt (Tab. 3):

Tab. 3: Einfache und partielle Korrelation der Wirkung von Windstärke (x_W), Temperatur (x_T), Bewölkung (x_B) und Luftfeuchte (x_L) auf die Tagesaktivitätsdauer (y_{akt}).

$r_{x_W y_{akt}}$	-0,35	$r_{x_W y_{akt} \cdot x_T}$	0,014	$r_{x_W y_{akt} \cdot x_T x_B}$	0,139		
	n.s.	$r_{x_W y_{akt} \cdot x_B}$	-0,412	$r_{x_W y_{akt} \cdot x_B x_L}$	-0,396		
		$r_{x_W y_{akt} \cdot x_L}$	-0,382	$r_{x_W y_{akt} \cdot x_T x_L}$	0,053	$r_{x_W y_{akt} \cdot x_T x_B x_L}$	-0,06
							n.s.
$r_{x_T y_{akt}}$	-0,644	$r_{x_T y_{akt} \cdot x_W}$	-0,616	$r_{x_T y_{akt} \cdot x_B x_L}$	-0,654		
	p<0,01	$r_{x_T y_{akt} \cdot x_B}$	-0,647	$r_{x_T y_{akt} \cdot x_W x_L}$	-0,646		
		$r_{x_T y_{akt} \cdot x_L}$	-0,664	$r_{x_T y_{akt} \cdot x_W x_B}$	-0,645	$r_{x_T y_{akt} \cdot x_W x_B x_L}$	-0,691
							p<0,01
$r_{x_B y_{akt}}$	0,071	$r_{x_B y_{akt} \cdot x_W}$	0,26	$r_{x_B y_{akt} \cdot x_T x_L}$	0,126		
	n.s.	$r_{x_B y_{akt} \cdot x_T}$	-0,1	$r_{x_B y_{akt} \cdot x_W x_L}$	0,486		
		$r_{x_B y_{akt} \cdot x_L}$	0,207	$r_{x_B y_{akt} \cdot x_W x_T}$	-0,361	$r_{x_B y_{akt} \cdot x_W x_T x_L}$	-0,137
							n.s.
$r_{x_L y_{akt}}$	-0,456	$r_{x_L y_{akt} \cdot x_W}$	-0,479	$r_{x_L y_{akt} \cdot x_W x_T}$	-0,658		
	p=0,05	$r_{x_L y_{akt} \cdot x_T}$	-0,629	$r_{x_L y_{akt} \cdot x_T x_B}$	-0,632		
		$r_{x_L y_{akt} \cdot x_B}$	-0,487	$r_{x_L y_{akt} \cdot x_W x_B}$	-0,59	$r_{x_L y_{akt} \cdot x_W x_T x_B}$	-0,555
							p<0,05

Die einfachen Korrelationen der jeweiligen Dauer der Tagesaktivität mit den Umweltparametern Windstärke, Bewölkung & Luftfeuchte zeigen keinen signifikanten Zusammenhang.

Eine Abhängigkeit der Dauer der Tagesaktivität von der Temperatur besteht ($r = -0,644$; $n = 18$; $p < 0,01$): Je niedriger die Temperaturen, desto länger sind die Turmfalken aktiv.

Nach Auspartialisieren der Windstärke, Bewölkung und der Luftfeuchte verstärkt sich dieser Zusammenhang nur noch unwesentlich ($r = -0,691$; $n = 18$; $p < 0,01$).

Auch die negative Wirkung der Luftfeuchte auf die Dauer der Aktivität verstärkt sich unter Abwesenheit der anderen Parameter von $r = -0,456$ ($p = 0,05$; $n = 18$) auf $r = 0,555$ ($p < 0,05$; $n = 18$).

Die Windstärke und die Bewölkung beeinflussen die Aktivitätsdauer der Turmfalken nicht signifikant.

Die Regression (Abb. 7) des Logarithmus der Tagesmitteltemperatur ($^{\circ}\text{C}$) + 9°C mit der Länge der Tagesaktivität zeigt die Abhängigkeit der Tagesaktivitätsdauer (y_{akt}) von der Temperatur (x_T).

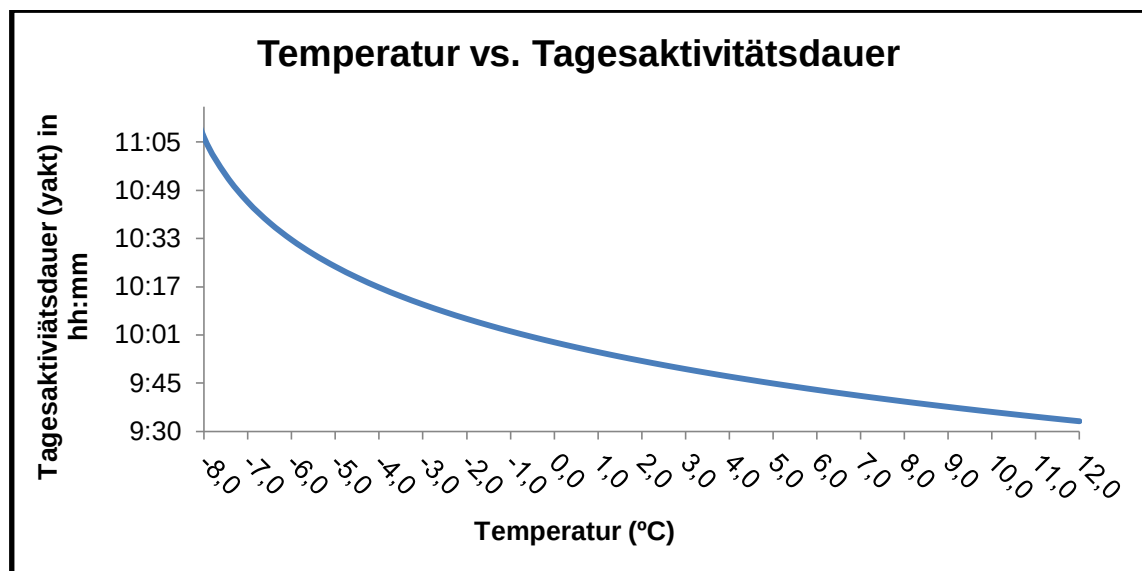


Abb. 7: Zusammenhang der Tagesmitteltemperatur ($\log(x_T \text{ in } ^{\circ}\text{C} + 9)$) mit der Tagesaktivitätsdauer:
 $y_{\text{akt}} = 0,436 - 0,049 * \log(x_T + 9)$.

3.3 Positionswechsel Warte auf Boden

Tageszeitliche Verteilung der Positionswechsel

Da es bei den Beobachtungen der Flugaktivitäten zu Schwierigkeiten bei der Unterscheidung zwischen einfachem Ortswechsel auf den Boden oder richtigem Angriffsverhalten kommen kann, wurden alle Flugaktivitäten mit Bodenberührung, außer der offensichtlichen Ansitzwartewechsel, die einen möglichen Angriff auf Beutetiere darstellen könnten, als Positionswechsel (PW) auf den Boden erfasst.

Die Anzahl der PW wurden über den Tagesverlauf in 15 Min.-Schritten erfasst und pro 45 Min.-Phase ausgewertet, wobei die Mitte der jeweiligen Dreiviertelstunde als Referenzzeit verwendet wird.

Die beobachtete zahlenmäßige Verteilung der Positionswechsel wurde auf Korrelationen mit Schwingungsvorgängen über die Aktivitätszeit geprüft.

Es wurden folgende 3 Schwingungen, jeweils über 24 Stunden, der Analyse zu Grunde gelegt (Abb. 8 – 10):

$$2\text{-phasige Schwingung} = \sin(30 * (t - 12))$$

$$3\text{-phasige Schwingung} = \sin(45 * (t - 10))$$

$$4\text{-phasige Schwingung} = \sin(60 * (t - 7,5))$$

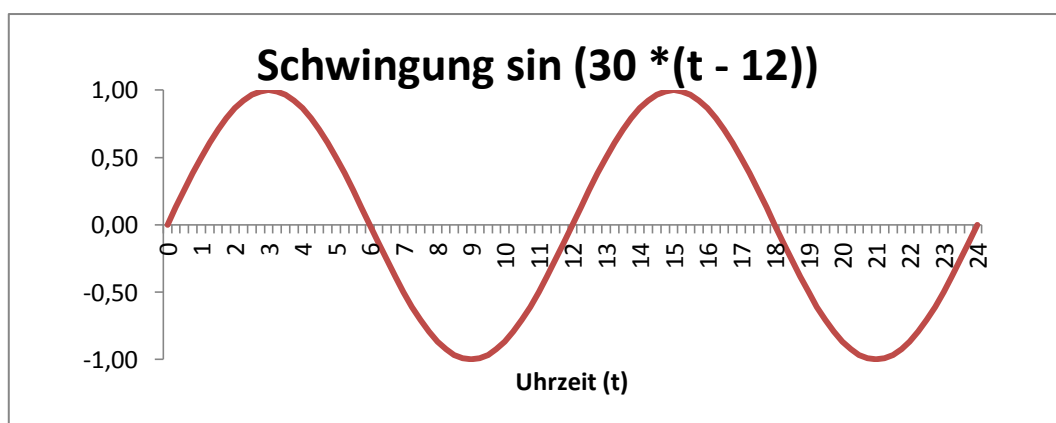


Abb. 8: Zweiphasige Schwingung (2) mit den beiden Gipfeln bei 3 Uhr und 15 Uhr

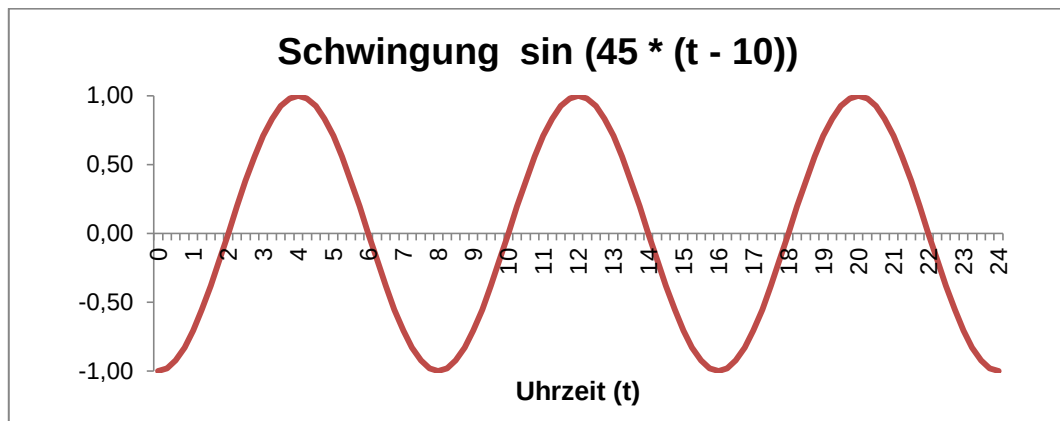


Abb. 9: Dreiphasige Schwingung (3) mit den Gipfeln bei 4 Uhr, 12 Uhr und 20 Uhr

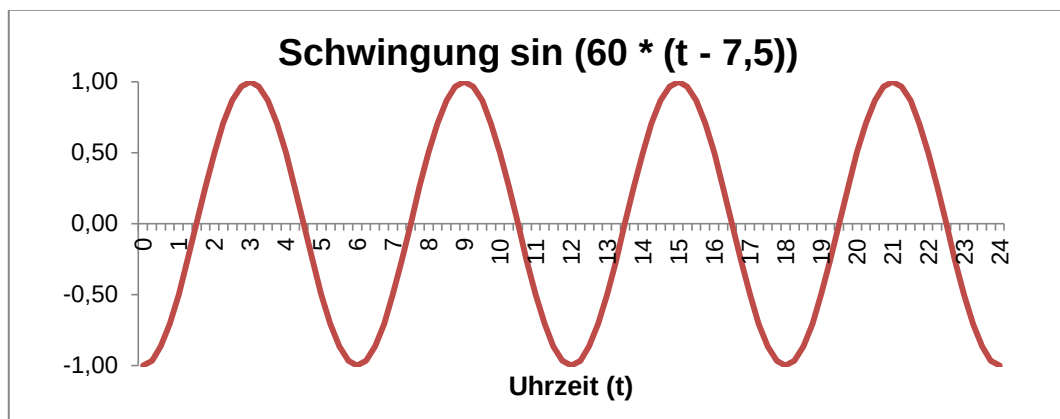


Abb. 10: Vierphasige Schwingung (4) mit Gipfeln bei 3, 9, 15 und 21 Uhr

Es liegen 303 protokollierte Positionswechsel/45 Minuten vor (Abb. 11).

Zwischen der Verteilung der Positionswechsel/45 Min. im Tagesverlauf und der 2-phasigen Schwingung konnte ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden ($r_{X_2Y_{PW}} = 0,182$; $p < 0,001$) (Tab. 4). Dieser bleibt auch nach Ausschluss der beiden anderen Schwingungen erhalten ($r_{X_2Y_{PW.X_3X_4}} = 0,183$; $p < 0,001$).

Aufgrund eines geringen, wenn auch nicht signifikanten, Einflusses der 3-phasigen und der 4-phasigen Schwingung wurden diese in die Berechnungen miteinbezogen (Abb. 12).

Tab. 4: Die partiellen Korrelationskoeffizienten der PW (y_{PW}) in Abhängigkeit von einer der Schwingungen und unter Ausschluss von einer und der beiden anderen Schwingungen (x_2 = 2-phasige Schw., x_3 = 3-phasige Schw., x_4 = 4-phasige Schw.)

$r_{x_2 y_{PW}}$	0,182	$r_{x_2 y_{PW} \cdot x_3}$	0,186		
	p < 0,001	$r_{x_2 y_{PW} \cdot x_4}$	0,182	$r_{x_2 y_{PW} \cdot x_3 x_4}$	0,183
					p < 0,001
$r_{x_3 y_{PW}}$	0,080	$r_{x_3 y_{PW} \cdot x_2}$	0,087		
	n.s.	$r_{x_3 y_{PW} \cdot x_4}$	0,003	$r_{x_3 y_{PW} \cdot x_2 x_4}$	0,018
					n.s.
$r_{x_4 y_{PW}}$	-0,092	$r_{x_4 y_{PW} \cdot x_2}$	-0,092		
	n.s.	$r_{x_4 y_{PW} \cdot x_3}$	-0,047	$r_{x_4 y_{PW} \cdot x_2 x_3}$	-0,033
					n.s.

Die multiple Regression der 3 Schwingungen beschreibt gut den Verlauf der Positionswechsel im Tagesverlauf:

$$y_{PW} = 1,464 + 0,229 \sin(30(t-12)) - 0,024 \sin(45(t-10)) + 0,314 \sin(60(t-7,5))$$

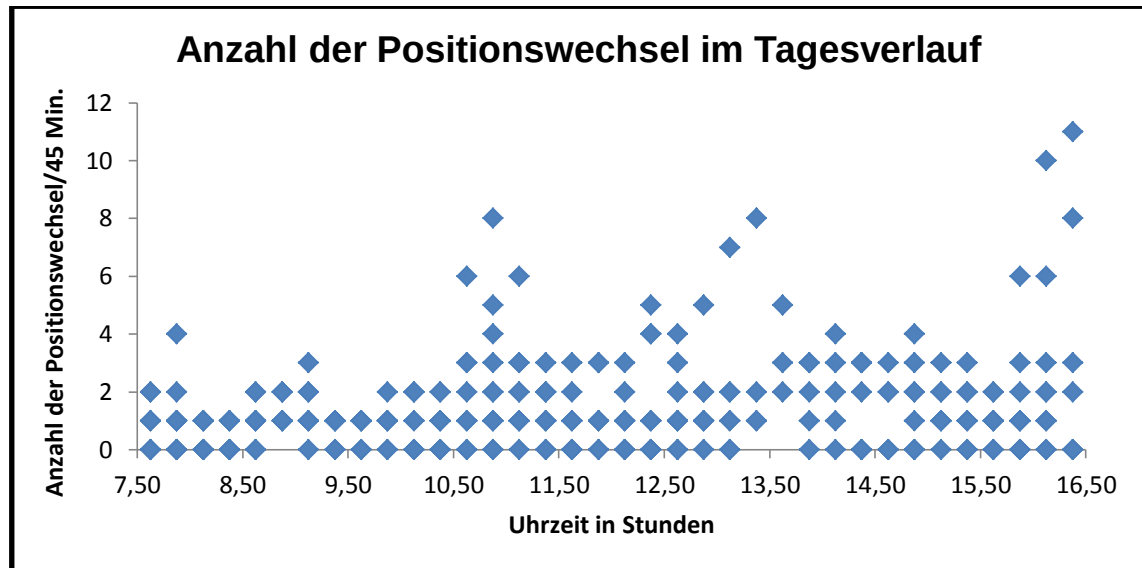


Abb. 11: Die beobachtete Anzahl der Positionswechsel (y_{PW}) im Tagesverlauf.

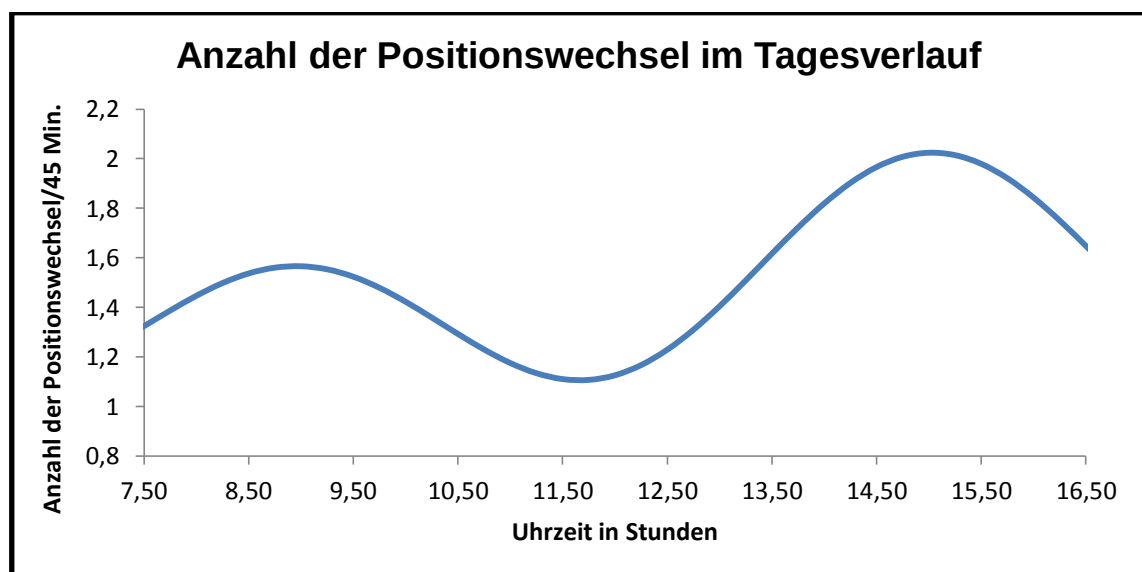


Abb. 12: Die erwartete Anzahl der Positionswechsel (y_{PW}) im Tagesverlauf als Summationskurve der 2-phasigen (x_2), der 3-phasigen (x_3) und der 4-phasigen (x_4) Schwingung.

Einfluss von Witterungsfaktoren auf die Positionswechsel

Um den Einfluss von Bewölkung und Windstärke auf die Positionswechsel zu untersuchen, wurde aus den jeweiligen Situationen zu den verschiedenen Tageszeiten ein Tagesindex ermittelt.

Regen und Schneebedeckung wurden Dummy-codiert:

- kein Regen bzw. keine Schneedecke = 0
- leichter Regen bzw. Schneedecke von 1 – 2 cm (nicht deckend) = 1
- starker Regen bzw. Schneedecke ab 10 cm (ab 90 % deckend) = 2

Die Entwicklung der Korrelationskoeffizienten im Verlauf des sukzessiven Ausschlusses der Wirkungen der jeweils anderen Faktoren ist in Tabelle 5 dargestellt.

Obwohl es bei einfacher Korrelation scheinbar keinen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Positionswechsel und dem Regen gibt, ergibt der Ausschluss der Wirkung der Schneebedeckung, der Temperatur und der Windstärke ein signifikantes Ergebnis ($r_{X_{RYPW} \cdot X_{SD} \cdot X_{TW}} = -0,239$; $n = 303$; $p < 0,001$). Wobei hier vor allem die Abwesenheit der Temperatur zu einer höheren Korrelation führt:

Je stärker der Regen, desto weniger oft wurde von den Turmfalken die Position gewechselt bzw. desto weniger oft wurde Angriffsverhalten festgestellt.

Die Schneebedeckung scheint mit der Anzahl der Positionswechsel korreliert zu sein, jedoch bereits nach Ausschalten der Temperatur verringert sich diese und bricht dann nach Ausschalten der Wirkung von Regen und Windstärke vollkommen zusammen ($r_{X_{SD} \cdot Y_{PW} \cdot X_{R} \cdot X_{TW}} = -0,067$; n.s.). Somit zeigt sich dass die Schneebedeckung die Positionswechsel der Falken nicht beeinflusst.

Tab. 5: Einfache und partielle Korrelationskoeffizienten der Anzahl der PW/ 45 Min in Abhängigkeit der einzelnen Umweltparameter nach Ausschluss einer, zweier oder der drei jeweiligen anderen Variablen (x_R = Regen, x_{SD} = Schneedecke, x_T = Temperatur, x_W = Windstärke, y_{pw} = Anzahl der PW pro Dreiviertelstunde)

$r_{x_R y_{pw}}$	-0,084	$r_{x_R y_{pw}.x_{SD}}$	-0,138	$r_{x_R y_{pw}.x_{SD}x_T}$	-0,239		
	n.s.	$r_{x_R y_{pw}.x_T}$	-0,252	$r_{x_R y_{pw}.x_Tx_W}$	-0,25		
		$r_{x_R y_{pw}.x_W}$	-0,088	$r_{x_R y_{pw}.x_{SD}x_W}$	-0,145	$r_{x_R y_{pw}.x_{SD}x_Tx_W}$	-0,239
							p < 0,001
$r_{x_{SD} y_{pw}}$	-0,348	$r_{x_{SD} y_{pw}.x_R}$	-0,363	$r_{x_{SD} y_{pw}.x_Tx_W}$	-0,102		
	p < 0,001	$r_{x_{SD} y_{pw}.x_T}$	-0,107	$r_{x_{SD} y_{pw}.x_Rx_W}$	-0,366		
		$r_{x_{SD} y_{pw}.x_W}$	-0,35	$r_{x_{SD} y_{pw}.x_Rx_T}$	-0,069	$r_{x_{SD} y_{pw}.x_Rx_Tx_W}$	-0,067
							n.s.
$r_{x_T y_{pw}}$	0,396	$r_{x_T y_{pw}.x_R}$	0,452	$r_{x_T y_{pw}.x_{SD}x_W}$	0,224		
	p < 0,001	$r_{x_T y_{pw}.x_{SD}}$	0,227	$r_{x_T y_{pw}.x_Rx_W}$	0,452		
		$r_{x_T y_{pw}.x_W}$	0,397	$r_{x_T y_{pw}.x_Rx_{SD}}$	0,297	$r_{x_T y_{pw}.x_Rx_{SD}x_W}$	0,292
							p < 0,001
$r_{x_W y_{pw}}$	0,021	$r_{x_W y_{pw}.x_R}$	0,032	$r_{x_W y_{pw}.x_Rx_{SD}}$	0,059		
	n.s.	$r_{x_W y_{pw}.x_{SD}}$	0,04	$r_{x_W y_{pw}.x_{SD}x_T}$	-0,015		
		$r_{x_W y_{pw}.x_T}$	-0,036	$r_{x_W y_{pw}.x_Rx_T}$	-0,015	$r_{x_W y_{pw}.x_Rx_{SD}x_T}$	-0,002
							n.s.

Zwischen Temperatur und den Positionswechseln besteht ein signifikanter Zusammenhang ($r_{x_T y_{pw}} = 0,396$; $n = 303$; $p < 0,001$). Dieser bleibt auch nach Auspartialisieren der drei anderen Faktoren erhalten ($r_{x_T y_{pw}.x_Rx_{SD}x_W} = 0,292$; $n = 303$; $p < 0,001$).

Die Windstärke zeigt keine Wirkung auf die Anzahl der Positionswechsel.

Einfluss der Tageslänge auf die Anzahl der Positionswechsel

Der Einfluss der Tageslänge (TL) auf die tageszeitliche Veränderung der Anzahl der Positionswechsel/45 Min. zeigt einen signifikanten negativen Zusammenhang ($r = -0,434$; $n = 303$; $p < 0,001$) (Abb. 13). Je länger der Tag desto weniger Angriffe pro Zeiteinheit (45 Minuten) (Abb. 14).

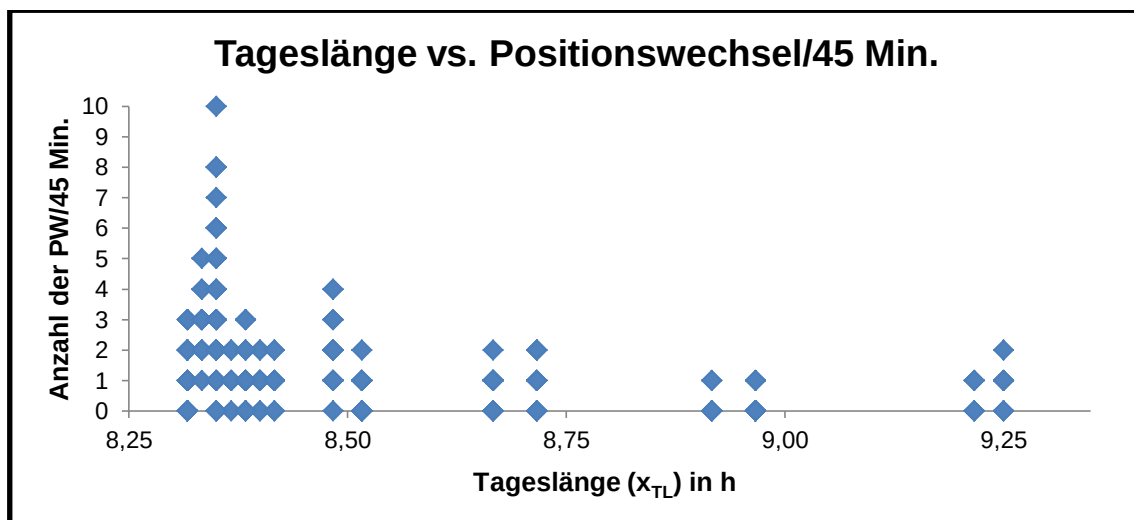


Abb. 13: Die beobachtete Anzahl der Positionswechsel/45 Min. in Abhängigkeit der Tageslänge.

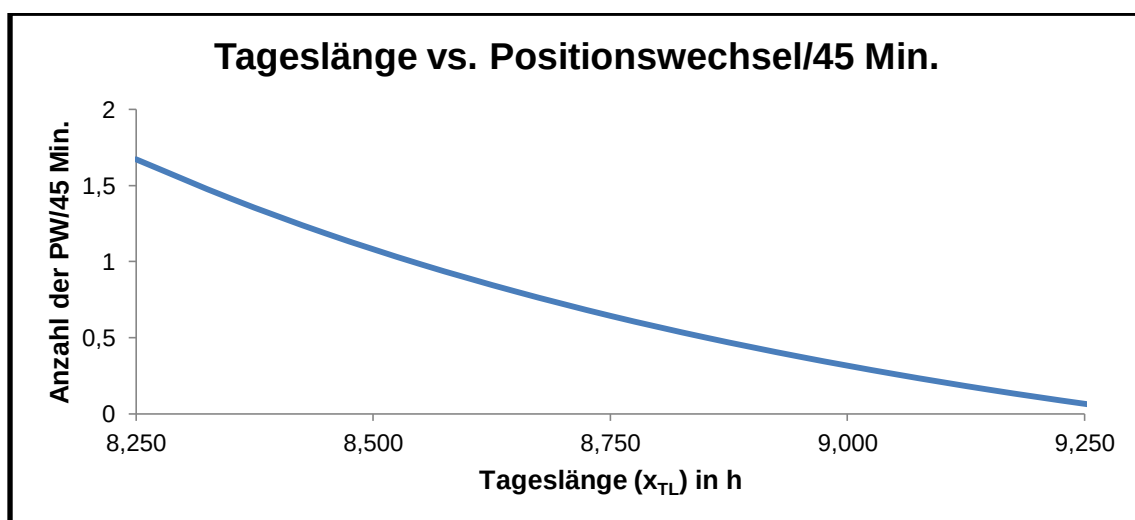


Abb. 14: Zusammenhang der Positionswechsel (y_{PW}) mit der Tageslänge (x_{TL}):

$$y_{PW} = (10^{-3,264 + 30,45 \cdot 1/x_{TL}}) - 1$$

3.4 Flugzeiten im Tagesverlauf

Die Flugzeiten (FZ) wurden pro Viertelstunde sekundengenau erfasst. Als Flüge wurden sowohl Wartewechsel, Positionswechsel (bzw. Angriffe auf Beute) als auch Rüttelflug gewertet.

Für die Häufigkeitsverteilungen der Flugzeiten (in Minuten/15 Minuten) für jeweils eine Stunde wurden die jeweiligen Medianwerte ermittelt und in Beziehung zur Tageszeit (in Stunden) gesetzt ($r = 0,949$; $n = 10$; $p < 0,001$).

Es besteht ein linearer Zusammenhang der Medianwerte der Gesamtflugzeiten/15 Min. und der Tageszeit (x_t):

$$y_{FZ} = -0,1915 + 0,0539 * x_t$$

Die Flugzeiten steigen linear im Tagesverlauf, je später am Tag desto mehr Zeit wird in Flugaktivitäten investiert (Abb. 15).

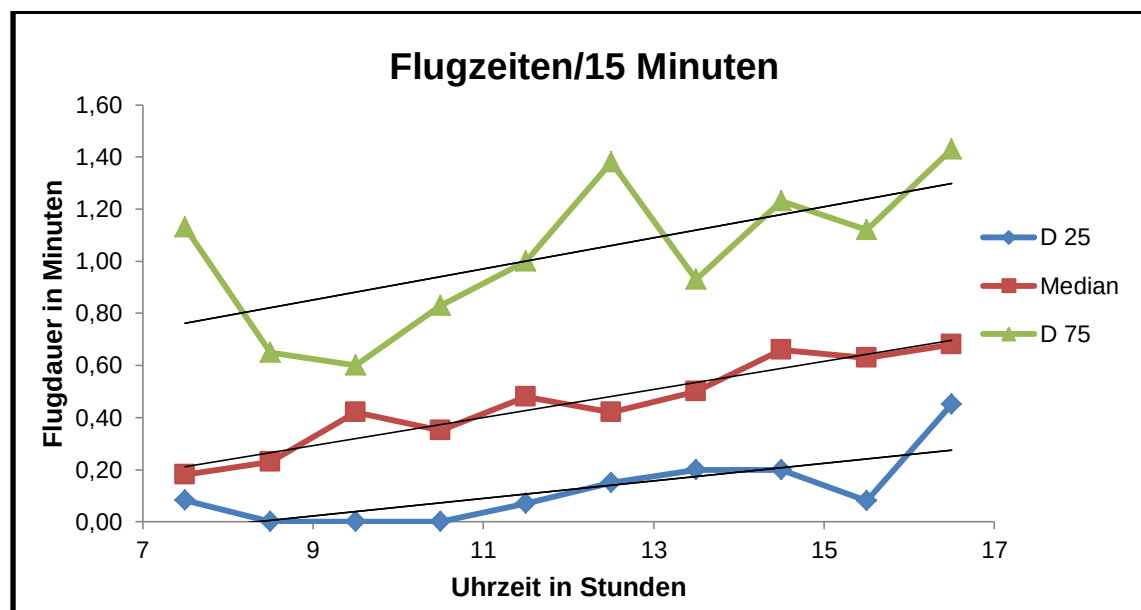


Abb. 15: Die Flugzeiten/15 Minuten in Abhängigkeit der Tageszeit, diese zeigen durchgehend eine linksschiefe Verteilung. D25 und D75: Dezillen für jeweils 25 % (blau) bzw. 75 % (grün) der Fälle.

Einfluss von Witterungsverhältnissen auf die Flugzeiten

Die Entwicklung der Flugzeiten (in Min./45 Min. wurden über den Tagesverlauf erfasst und in Beziehung möglicher Einflüsse von Regen (x_R), Schneebedeckung (x_{SD}), Temperatur (x_T) und Windstärke (x_W) gesetzt (Tab. 6).

Tab. 6: Einfache und partielle Korrelationskoeffizienten der Flugzeiten/15 Min. (y_{FZ}) mit den Tagesindices von Regen (x_R), Schneebedeckung (x_{SD}), Temperatur (x_T) und Windstärke (x_W).

$r_{x_R y_{FZ}}$	-0,022	$r_{x_R y_{FZ} \cdot x_{SD}}$	-0,056	$r_{x_R y_{FZ} \cdot x_{SD} x_T}$	-0,098		
	n.s.	$r_{x_R y_{FZ} \cdot x_T}$	-0,106	$r_{x_R y_{FZ} \cdot x_T x_W}$	-0,077		
		$r_{x_R y_{FZ} \cdot x_W}$	-0,03	$r_{x_R y_{FZ} \cdot x_{SD} x_W}$	-0,067	$r_{x_R y_{FZ} \cdot x_{SD} x_T x_W}$	-0,081
							n.s.
$r_{x_{SD} y_{FZ}}$	-0,177	$r_{x_{SD} y_{FZ} \cdot x_R}$	-0,184	$r_{x_{SD} y_{FZ} \cdot x_T x_W}$	-0,044		
	p < 0,001	$r_{x_{SD} y_{FZ} \cdot x_T}$	-0,069	$r_{x_{SD} y_{FZ} \cdot x_R x_W}$	-0,186		
		$r_{x_{SD} y_{FZ} \cdot x_W}$	-0,177	$r_{x_{SD} y_{FZ} \cdot x_R x_T}$	-0,056	$r_{x_{SD} y_{FZ} \cdot x_R x_T x_W}$	-0,048
							n.s.
$r_{x_T y_{FZ}}$	0,187	$r_{x_T y_{FZ} \cdot x_R}$	0,212	$r_{x_T y_{FZ} \cdot x_{SD} x_W}$	0,108		
	p < 0,001	$r_{x_T y_{FZ} \cdot x_{SD}}$	0,092	$r_{x_T y_{FZ} \cdot x_R x_W}$	0,214		
		$r_{x_T y_{FZ} \cdot x_W}$	0,201	$r_{x_T y_{FZ} \cdot x_R x_{SD}}$	0,122	$r_{x_T y_{FZ} \cdot x_R x_{SD} x_W}$	0,117
							p < 0,05
$r_{x_W y_{FZ}}$	0,005	$r_{x_W y_{FZ} \cdot x_R}$	0,021	$r_{x_W y_{FZ} \cdot x_R x_{SD}}$	0,038		
	n.s.	$r_{x_W y_{FZ} \cdot x_{SD}}$	0	$r_{x_W y_{FZ} \cdot x_{SD} x_T}$	-0,056		
		$r_{x_W y_{FZ} \cdot x_T}$	-0,077	$r_{x_W y_{FZ} \cdot x_R x_T}$	-0,031	$r_{x_W y_{FZ} \cdot x_R x_{SD} x_T}$	-0,013
							n.s.

Der Regen hat auch nach konstant halten der anderen Parameter keinen Einfluss darauf wie viel Zeit die Turmfalken in Flugaktivitäten investieren.

Die Schneebedeckung hat nach einfacher Korrelation scheinbar einen Zusammenhang ($r = -0,177$; $p < 0,001$; $n = 318$) mit den Flugzeiten, dieser ist auch nach Ausschluss von Regen oder/und der Windstärke gegeben. Diese Korrelation bricht allerdings nach *Auspartialisieren* aller 3 anderen Variablen komplett zusammen, ausschlaggebend hierfür ist der Einfluss der Temperatur auf die Schneebedeckung.

Die Windstärke spielt keine Rolle bei den Flugzeiten/15 Minuten.

Nur für die Temperatur ist ein Einfluss auf die Flugzeiten gegeben ($r = 0,187$; $p < 0,001$; $n = 318$). Dieser Zusammenhang wird allerdings nach Ausschluss der Wirkung der Schneebedeckung abgeschwächt, da die Schneebedeckung mit der Temperatur korreliert ($r_{x_{TY_{FZ}} \cdot x_{RX_{SD}} x_W} = 0,117$; $p < 0,05$; $n = 318$).

Einfluss der Tageslänge auf die Flugzeiten/15 Minuten

Zwischen Tageslänge und den Flugzeiten/15 Minuten besteht ein signifikanter negativer Zusammenhang ($r = -0,290$; $n = 318$; $p < 0,001$) (Abb. 16).

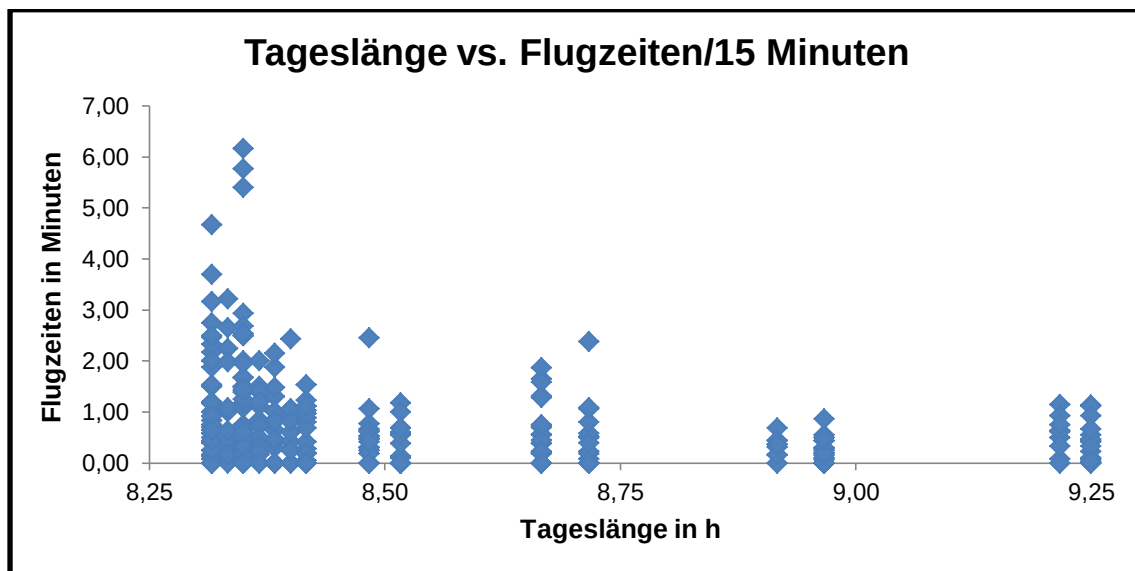


Abb. 16: Abhängigkeit der Flugzeiten von der Tageslänge.

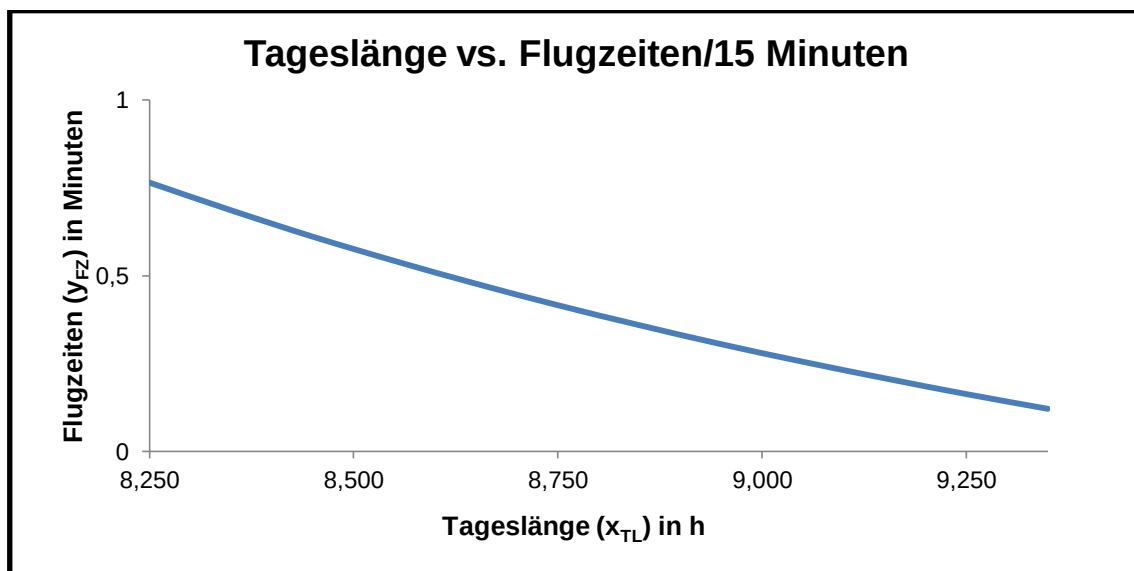


Abb. 17: Zusammenhang zwischen den Flugzeiten/15 Minuten (y_{FZ}) und der Tageslänge (x_{TL}):

$$y_{FZ} = (10^{-1,43 + 13,834 \cdot 1/x_{TL}}) - 1$$

3.5 Abendliches Ende von Aktivitäten

An 18 Wintertagen konnte das Ende der Tagesaktivitäten (AE) erfasst werden. Die Turmfalke suchten im Dezember 2012 und im Jänner 2013 zwischen 14 und 46 Minuten nach Sonnenuntergang ihre jeweiligen Schlafplätze auf (Tab. 7).

Tab. 7: Sonnenuntergang (SU) und Zeitpunkt des Aktivitätsendes (AE) nach Sonnenuntergang in Min.

Datum	Sonnenuntergang	Aktivitätsende	AE nach SU
22.12.12	16:04	16:18	14
24.12.12	16:05	16:33	28
25.12.12	16:06	16:43	37
26.12.12	16:07	16:41	34
27.12.12	16:07	16:53	46
28.12.12	16:08	16:41	33
29.12.12	16:09	16:33	24
30.12.12	16:10	16:44	34
31.12.12	16:11	16:38	27
01.01.13	16:12	16:38	26
05.01.13	16:16	16:36	20
06.01.13	16:17	16:35	18
12.01.13	16:24	16:48	24
13.01.13	16:26	16:57	31
19.01.13	16:34	17:04	30
20.01.13	16:36	17:01	25
26.01.13	16:45	17:13	28
27.01.13	16:46	17:14	28

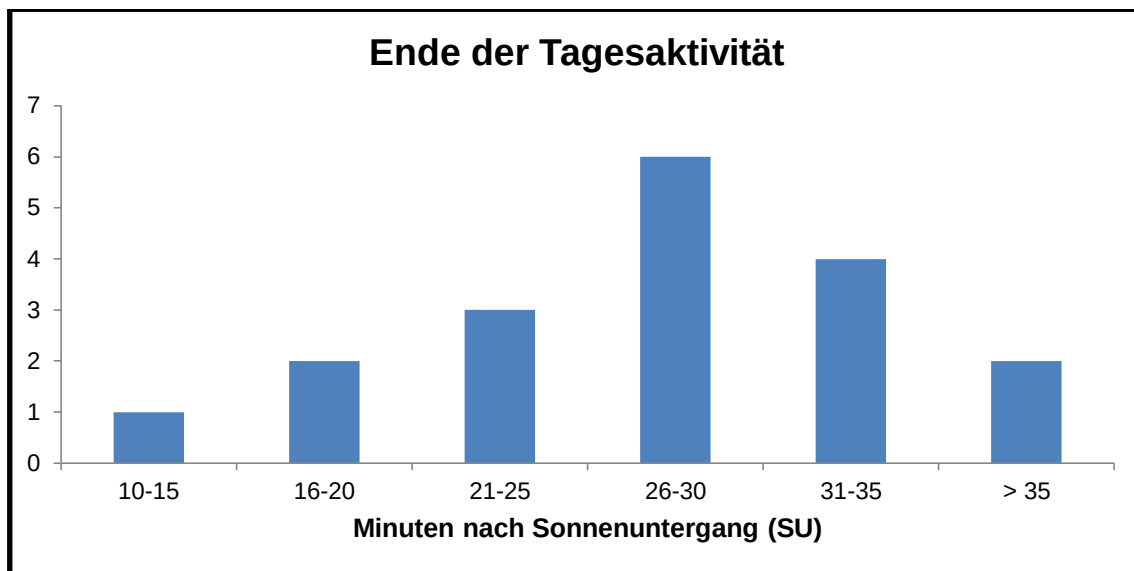


Abb. 18: Häufigkeitsverteilung des Tagesaktivitätsendes in Minuten nach Sonnenuntergang.
Im Mittel suchen die Turmfalken 28 Minuten nach Sonnenuntergang ihre jeweiligen Schlafplätze auf.

Es lassen sich keine Wirkungen von Bewölkung, Temperatur, Luftfeuchte, Windstärke, Regen oder Schneedecke auf den Zeitpunkt des Aktivitätsendes der Turmfalken nachweisen.

Auch besteht keine Korrelation zwischen Tageslänge und dem Zeitpunkt des Tagesaktivitätsendes nach Sonnenuntergang.

4 Diskussion

Beginn der Tagesaktivität

Die Turmfalken erscheinen zwischen 10 und 24 Minuten vor Sonnenaufgang in ihrem winterlichen „Jagdrevier“.

Von den untersuchten Parametern hat einzig die Bewölkung am Morgen einen Einfluss auf den Aktivitätsbeginn der Vögel. An klaren Tagen sind die Falken signifikant früher aktiv als an stark bewölkten. Es ist somit die Helligkeit der ultimative „Zeitgeber“ (vgl. Aschoff, 1954), der die Tiere zum Verlassen des Schlafplatzes veranlasst.

Dauer der Tagesaktivität

Während die Temperatur das Erscheinen am Morgen nicht beeinflusst, so wirkt sie auf die tägliche Aktivitätsdauer. Bei niederen Temperaturen sind die Falken signifikant länger aktiv in ihrem winterlichen „Jagdrevier“. Die Gründe hierfür liegen darin, dass sie bei kalten Temperaturen durch Thermoregulation und einer daraus resultierenden höheren BMR (Basale Metabolismus Rate) versuchen Energie zu sparen in dem sie die Flugaktivitäten minimieren und für die Nahrungsbeschaffung die Jagd aus dem Ansitz bevorzugen. Die Ansitzjagd spart hier Energie, ist aber weniger ergiebig als die Flugjagd oder die Jagd aus dem Rüttelflug (Masman et al, 1988; Videler et al, 1991). Die Falken vermeiden somit also einen durch Fliegen erhöhten Energieaufwand und damit auch höheren Nahrungsbedarf, die Profitabilität des Beuteerwerbs wird aber dadurch verringert. Die erforderliche Beutemenge ist nur mit höherem Zeitaufwand zu gewinnen.

Die Luftfeuchte ist negativ mit der Aktivitätsdauer korreliert. Die Tiere sind signifikant kürzer aktiv bei hoher Luftfeuchte, also bei Regen oder Nebel.

Positionswechsel Warte auf Boden

Die Positionswechsel/45 Min. folgen einer Summationskurve aus einer 2-phasigen, einer 3-phasigen und einer 4-phasigen Schwingung. Ab dem Erscheinen der Turmfalken vor Sonnenaufgang nehmen die Positionswechsel bis etwa 8 Uhr zu, zwischen 11 Uhr und 12 Uhr 30 finden die wenigsten Positionswechsel statt. Es folgt dann ein Anstieg der Positionswechsel mit einem Höhepunkt zwischen 15 Uhr und 16 Uhr 30.

Der Gipfel am Morgen deutet darauf hin, dass die Turmfalken in der Früh aufgrund der vergangenen langen Winternacht möglichst schnell wieder Energie aufnehmen müssen und somit die Anzahl der Positionswechsel und mögliche Angriffe auf Beute erhöhen. Nach erfolgter Nahrungsaufnahme wechseln die Vögel auf eine low-cost/low-profit Strategie, die Ansitzjagd. Gegen Abend sind die Falken gezwungen noch eine Maus für die bevorstehende Nacht zu erbeuten. Dieser Druck führte in einem Fall sogar dazu, dass ein Tier, schon weit in der Dunkelheit, Mäuse aus einem Versteck, wo er diese am Tag gehortet hatte, geholt und gefressen hat (vgl. Rinjndorp, 1981).

Bei Regen werden von den Turmfalken signifikant weniger Positionswechsel gemacht, als an Tagen ohne Niederschlag.

Die Temperatur wirkt sich ebenfalls auf die möglichen Angriffsversuche aus. Auch hier versuchen die Vögel zu sparen und führen möglichst nur lohnende Angriffsversuche aus.

An den kürzesten Tagen im Winter machen Turmfalken signifikant mehr Positionswechsel/Zeiteinheit als an den bereits längeren Tagen im Jänner.

Flugzeiten/15 Minuten

Die Medianwerte der Flugdauer/15 Min. sind signifikant mit der Tageszeit korreliert und zeigen eine linksschiefe Verteilung. Je später am Tag desto mehr Zeit wird von den Turmfalken in Flugaktivitäten (z. B. Jagdflüge) investiert. Somit steigt nicht nur die Anzahl der Angriffe, sondern die Turmfalken investieren außerdem auch noch mehr Zeit in die Jagd, was noch stärker den Druck unterstreicht, dem die Vögel gegen Abend hin ausgesetzt sind, noch eine weitere Maus zu erbeuten.

Weder Regen, Schneebedeckung noch Windstärke haben Wirkungen auf die Flugdauer.

Wie auch bei den Positionswechseln zeigt die Temperatur einen signifikanten negativen Zusammenhang mit der Flugdauer: Bei niederen Temperaturen sinkt nicht nur die Anzahl der Angriffe, sondern es wird weniger Zeit mit Fliegen verbracht.

Abendliches Ende der Aktivitäten

Keiner der Witterungsparameter (Regen, Schneebedeckung, Bewölkung, Luftfeuchte, Windstärke, Temperatur) und auch nicht die Länge des Lichttages wirken sich auf den Zeitpunkt des Aufsuchens der Schlafplätze aus.

Der einzige Parameter, der auf das Tagesaktivitätsende wirkt, scheint der physiologische Zustand des Tieres zu sein. Offensichtlich bestimmt ein früheres oder späteres Erbeuten noch einer Maus über früheres oder späteres Aufsuchen des Schlafplatzes.

Aspekte des zeitlichen Aktivitätsmusters beim Turmfalken (*Falco tinnunculus*) im winterlichen Kurztag

5 Zusammenfassung

Key words: Turmfalke, Falco tinnunculus, Tagesaktivitäten, Winter, Kurztag

Von 22. Dezember 2012 bis 27. Jänner 2013 wurden an 19 Tagen die Aktivitäten von vier Turmfalken und die jeweiligen herrschenden Witterungsverhältnisse, die Tageslängen und Tageszeiten an einem Überwinterungsplatz erfasst.

Der tägliche Aktivitätsbeginn der Turmfalken im Winter ist negativ mit der morgendlichen Bewölkung korreliert. Bei stärkerer Bewölkung verlassen die Vögel später ihre Schlafplätze.

Die Tagesaktivitätsdauer hängt mit der Länge des Lichttages, mit der Temperatur und der Luftfeuchte (Regen, Nebel) zusammen. Je länger der Tag, je niedriger die Temperaturen und je geringer die Luftfeuchte, desto länger sind die Vögel aktiv.

Die Positionswechsel/Zeiteinheit bzw. Angriffe folgen einer Summationskurve aus einer 2-phasigen, einer 3-phasigen und einer 4-phasigen Schwingung mit einem Gipfel zwischen 7 Uhr 30 und 10 Uhr und einem zweiten zwischen 15 Uhr und 16 Uhr 30. Je niedriger die Temperaturen und je höher die Luftfeuchte desto weniger oft finden Positionswechsel statt. Außerdem sinkt die Häufigkeit der Angriffe mit den länger werdenden Lichttagen.

Die ins Fliegen investierte Zeit/15 Min. steigt linear im Tagesverlauf. Gegen Abend wird mehr Zeit in Angriffsflüge investiert als in der Früh. Auch bei höheren Temperaturen steigt die Flugdauer. Wie bei den Positionswechseln sinkt auch die Flugdauer mit der Länge des Lichttages.

Der Zeitpunkt der abendlichen Rückkehr zu den Schlafplätzen findet unabhängig von den Witterungsverhältnissen und von der Tageslänge statt: Die Turmfalken

suchen erst nach Erbeuten einer „späten“ Maus als Energiereserve für die bevorstehende lange Winternacht ihre Schlafplätze auf.

Some aspects regarding temporal activity patterns of kestrels (*Falco tinnunculus*) in wintery short-days

6 Abstract

Key words: *kestrel, Falco tinnunculus, daily activities, winter, short-day*

The daily activity patterns of four kestrels and the prevailing weather conditions were studied on their wintering site for 22 days. This study was carried out between 22nd December 2012 and 27th January 2013.

The onset of kestrels daily activities in winter are reversely correlated with cloudiness. The more cloud in the morning, the later the birds would leave their roost sites.

The duration of daily activities varies with day length, temperature and humidity: The longer the day and the lower the temperatures and the air humidity, the longer the kestrels are active on their “foraging grounds”.

The number of possible attacks per unit of time follows a summation of a 2-phase, a 3-phase and a 4-phase oscillation with one first peak between 7:00 and 10:30 a.m. and a second between 3:00 and 4:30 p.m.

When it comes to weather conditions, only the temperature and the humidity affect the number of attacks: with lower temperatures or higher relative air humidity less attacks take place. In addition, the frequency of position changes decreases with the duration of the light-day.

Total flight duration per unit of time linearly increases in the course of the day. Towards evening more time is spent in flights and thus more potential attacks.

With warmer temperatures the flight duration rises. Just like the position changes, the flight duration decreases with the day length.

Neither weather conditions, nor day length influence the time when kestrels are returning to their roost sites in the evening.

The results of this study suggest that physiological factors determine when the birds end their daily activities: in winter the kestrels leave their “hunting grounds” in the evening when they have taken enough supplies (“one last mouse”) for the upcoming long winter night.

7 Literaturverzeichnis

Aschoff J., (1954): Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik. *Naturwissenschaften* 42: 49 – 56.

Aschoff J., Pohl H. (1970): Der Ruheumsatz von Vögeln als Funktion der Tageszeit und der Körpergröße. *Journal für Ornithologie* 111, 38 – 47.

Daan, S. et al (1989): Intraspecific Allometry of Basal Metabolic Rate: Relations with Body Size, Temperature, Composition, and Circadian Phase in the Kestrel *Falco tinnunculus*. *Journal of biological Rhythms*, Vol. 4, No. 2: 267 – 283.

Glutz von Blotzheim, U. N., Bauer, K. M. & Bezzel E. (1989): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 4: Falconiformes. Aula-Verlag, Wiesbaden.

Goldstein D. L. (1988): Estimates of Daily Energy Expenditure in Birds: The Time-Energy Budget as an Integrator of Laboratory and Field Studies. *American Zoologist*, 28: 829 – 844.

Kostrzewa R, Kostrzewa A. (1993): Der Turmfalke: Überlebensstrategien eines Greifvogels. Aula-Verlag, Wiesbaden.

Masman, D. & Klaassen M. (1987): Energy expenditure during free flight in trained and free-living Eurasian kestrels (*Falco tinnunculus*). *The Auk* 104: 603-616.

Masman, D. et al (1988): Time allocation in the kestrel (*Falco tinnunculus*), and the principle of energy minimization. *Journal of Animal Ecology* 57, 411 - 432.

Norberg R. A. (1977), An ecological theory on foraging time and energetics and choice of optimal food-searching method, *Journal of Animal Ecology* 46: 511 – 529.

Rijnsdorp A. et al (1981): Hunting in the Kestrel, *Falco tinnunculus*, and the Adaptive Significance of Daily Habits. *Oecologia* 50: 391 – 406

Videler, J. & Groenewold A. (1991): Field measurements of hanging flight aerodynamics in the kestrel *Falco tinnunculus*. *Journal of Experimental Biology* 155: 519 – 530.

Verwendete Statistik-Literatur:

Sachs L. (1999): Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden.
9. Auflage. Springer, Berlin

Weber E. (1986): Grundriss biologischer Statistik: Anwendungen der mathematischen Statistik in Forschung, Lehre und Praxis. 9. Auflage. Fischer, Stuttgart.

8 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Satellitenaufnahme des Untersuchungsgebiets.....	8
Abb. 2: Karte des Untersuchungsgebiets	8
Abb. 3: Beginn der Tagesaktivität	14
Abb. 4: Abhängigkeit des Aktivitätsbeginns von der Bewölkung	15
Abb. 5: Tageslänge und Tagesaktivitätsdauer.....	16
Abb. 6: Tageslänge vs. Tagesaktivitätsdauer	17
Abb. 7: Zusammenhang Tagesmitteltemperatur und Aktivitätsdauer.....	19
Abb. 8: Zweiphasige Schwingung	20
Abb. 9: Dreiphasige Schwingung	21
Abb. 10: Vierphasige Schwingung.....	21
Abb. 11: Die beobachtete Anzahl der Positionswechsel.....	23
Abb. 12: Summationskurve der Anzahl der Positionswechsel.....	23
Abb. 13: Tageslänge versus Positionswechsel	26
Abb. 14: Zusammenhang der Tageslänge mit den Positionswechseln.....	26
Abb. 15: Flugzeiten in Abhängigkeit der Tageszeit.....	27
Abb. 16: Abhängigkeit der Flugzeiten von der Tageslänge.....	30
Abb. 17: Zusammenhang zwischen Flugzeiten und der Tageslänge	30
Abb. 18: Häufigkeitsverteilung des Tagesaktivitätsendes.....	32

.

9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Erscheinen in Min. vor Sonnenaufgang	13
Tab. 2: Länge der Tagesaktivität	16
Tab. 3: Partielle Korrelation von Umweltfaktoren und Tagesaktivitätsdauer	18
Tab. 4: Partielle Korrelation der Positionswechsel mit der 2-phasigen, 3-phasigen & 4-phasigen Schwingung	22
Tab. 5: Partielle Korrelation der Positionswechsel mit Umweltparametern	25
Tab. 6: Partielle Korrelation der Flugzeiten mit Umweltparametern.....	28
Tab. 7: Zeitpunkt des Aktivitätsendes	31

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung an mich.

Ich danke meiner Familie, allen voran meinen Eltern Veronika & Johann, deren Unterstützung es mir überhaupt erst ermöglicht hat mein Studium der Biologie zu beginnen.

Bei Herrn Professor i. R. Dr. Gerhard Spitzer bedanke ich mich für die Betreuung der Arbeit, sowie für die Hilfe bei den statistischen Auswertungen und vor allem für die Zeit die er sich für alle seine Diplomandinnen und Diplomanden nimmt.

Nicht zuletzt gilt mein Dank meinen Freunden: Zafer Cetin für die Bereitstellung der Kamera für die Fotoaufnahmen der Falken, Katharina Gschwantner für das Korrekturlesen der Arbeit und Robert Rauch für das Korrigieren des englischen Textes, sowie all jenen die durch ihre Worte & Handlungen - auch unwissentlich - dazu beigetragen haben mein Studium weiter zu verfolgen und zu beenden.

Curriculum vitae

Name	Christine Feiertag
Geburtsdatum	20. März 1976
Staatsbürgerschaft	Österreich
Hauptwohnsitz	Hornbostelgasse 8-10/3/30 1060 Wien
e-mail	christine.feiertag@drei.at

Ausbildung

1995 - laufend	Studium der Biologie an der Universität Wien Studienzweig Ökologie
1990 - 1995	Höhere Bundeslehranstalt für wirtschaftliche Berufe, St. Pölten; Abschluss mit Matura
1982 - 1990	Volksschule & Hauptschule, Neulengbach

Berufserfahrung

2010 – laufend	<i>Assistentin Controlling/Buchhaltung</i> BBRZ Reha GmbH, 1110 Wien
2009 – 2010	<i>Callcenter</i> Makam Market Research, 1130 Wien & Report Verlag, 1170 Wien Projekt „ebiz egovernment award“ <i>Assistentin der Geschäftsführung</i> Heurigen-Restaurant „Zum Martin Sepp“, 1190 Wien <i>Empfang & Service</i> „Das Turm“ – Restaurant, 1100 Wien
2002 – 2008	<i>Kaufmännische Mitarbeiterin (Einkauf/Verkauf/Buchhaltung)</i> holzeis (Kellereibedarf Knopf GmbH), 1140 Wien
2006	<i>Mitarbeiterin Labor</i> EU-Projekt „cropgen“, Institut für Angewandte Mikrobiologie, Universität für Bodenkultur, 1190 Wien
2000 – 2002	<i>EDV-Sachbearbeiterin</i> Cards & Systems EDV-DienstleistungsgmbH, 1030 Wien Abteilung ÖBB Vorteilscard