

CORAX

Veröffentlichungen der Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft
für Schleswig-Holstein und Hamburg e.V., Kiel

Band 17, Heft 1

März 1997

Einfluß von Lichtimmissionen auf den Beginn der Gesangsaktivität freilebender Singvögel

K. F. Abt

ABT, K. F. (1997): Einfluß von Lichtimmissionen auf den Beginn der Gesangsaktivität freilebender Singvögel. *Corax* 17: 1-5.

Vom 27.4. bis zum 18.5.1993 wurde im Gewerbegebiet von Albersdorf (Dithmarschen) der Einfluß von Lichtimmissionen auf den Beginn der morgendlichen Gesangsaktivität dort lebender Vogelarten untersucht. Beleuchtungseinrichtungen einer größeren Gewächshausanlage und eines Kasernengeländes strahlten hier bis in die Morgenstunden erhebliche Lichtmengen ab. Kontrollserhebungen fanden in der 10 km entfernten Ortschaft Wrohm statt. Amsel (*Turdus merula*), Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros*), Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*), Kohlmeise (*Parus major*) und Zaunkönig (*Troglodytes troglodytes*) sangen in Albersdorf jeweils zwischen 5 und 25 min früher als am Kontrollstandort, während bei Buchfink (*Fringilla coelebs*) und Zilpzalp (*Phylloscopus collybita*) kein derartiger Effekt zu erkennen war. Das je nach Art unterschiedliche Ausmaß dieser zeitlichen Verschiebung hängt offenbar mit der jeweiligen gesangsauslösenden Helligkeitsschwelle zusammen, d. h. frühaktive Arten mit entsprechend niedriger Singhelligkeitsschwelle sind am stärksten betroffen. Mögliche Effekte auf biologische Rhythmen und Brutbiologie der Vögel werden diskutiert.

Kai F. Abt, Staatliche Vogelschutzwarte Schleswig-Holstein, Olshausenstraße 40, 24118 Kiel

Einführung

Für die Orientierung von Vögeln in Raum und Zeit sind Lichtreize von überragender Bedeutung. Infolgedessen bleiben Emissionen von künstlichem Licht als Begleiterscheinung der menschlichen Zivilisation nicht ohne Auswirkungen auf die Vogelwelt. Hinreichend bekannt ist die Gefährdung von nachziehenden Vögeln durch Leuchtfeuer, Erdgasfackeln u. ä. (SCHMIDDEL 1992), die vermutlich auf physiologischer Blendung der Tiere beruht.

Neben der räumlichen Orientierung können aber auch zeitliche Aktivitätsmuster durch Kunstlicht

manipuliert werden. Beispiele hierfür liefern Vögel, die sich im Siedlungsbereich durch Beleuchtungsanlagen zu ungewöhnlichen Tages- oder Jahreszeiten zum Gesang stimulieren lassen (z. B. BRUNS 1959, IMMELMANN 1959, TENOVUO 1967). Damit in Verbindung gebracht werden gelegentlich auch jahreszeitlich verfrühte und daher wenig erfolgreiche Bruten von Stadtvögeln (SCHMIDT & STEINBACH 1983). Systematische Untersuchungen zu dieser Problematik liegen aber bislang anscheinend nicht vor.

Für die Steuerung der tages- und jahreszeitlichen Aktivitätsperiodik der Vögel ist der saisonal va-

riierende Hell-Dunkel-Rhythmus verantwortlich (ASCHOFF & WEVER 1962, GWINNER 1986). Bekanntermaßen wird während der Morgendämmerung jede Vogelart bei einer bestimmten Helligkeit aktiv (im folgenden als „Singhelligkeit“ bezeichnet), um abends bei einer etwas größeren, ebenfalls spezifischen Helligkeit zur Ruhe zu gehen (Regel 1a von ASCHOFF & WEVER). Anschaulich demonstriert dies die morgendliche Abfolge der Arten im Beginn der Gesangsaktivität, die sogenannte „Vogeluhr“, wobei zwischen Aufwachen und Gesangsbeginn einige Minuten vergehen können (SCHEER 1951). Aktivitätsbeginn und -ende stehen daher zeitlich in – allerdings nicht völlig konstanter – Beziehung zu den Sonnenauf- und -untergangszeiten (SCHEER 1952, ASCHOFF & WEVER 1962). Auch für die innere Jahresperiodik der Vögel sind die Phasen der Morgen- und Abenddämmerung ausschlaggebend. Sie stellen die Bezugspunkte zur Messung der Tageslänge dar (BÜNNING 1977), deren Jahresgang die zeitgerechte hormonelle Einstimmung der Vögel auf Zug, Brut und Mauser steuert (GWINNER 1986). In welchem Ausmaß anthropogene Lichtimmissionen die Aktivitätsperiodik einiger Vogelarten beeinflussen, wurde am Fallbeispiel eines Gewerbegebietes in einer norddeutschen Ortschaft un-

tersucht. Als Meßkriterium diente hierbei der zeitliche Beginn der Gesangsaktivität am Morgen.
Die Studie wurde in Auftrag gegeben und finanziell gefördert durch das Ministerium für Natur, Umwelt und Landesentwicklung des Landes Schleswig-Holstein.
Material und Methode
Die Untersuchung wurde im Frühjahr 1993 in zwei Orten des Kreises Dithmarschen, im Westen Schleswig-Holsteins, durchgeführt. Der beleuchtete Standort befand sich in dem Gewerbegebiet am westlichen Ortsrand von Albersdorf. Eine 12.000 m² große Gewächshausanlage, bestückt mit 2000 Natrium-Hochdrucklampen von je 400 Watt, sowie eine Anzahl von Halogenlampen auf einem benachbarten Kasernengelände strahlten gewöhnlich die ganze Nacht über erhebliche Lichtmengen ab. Messungen der Lichtintensität wurden nicht durchgeführt, da dies nur unmittelbar an den Ruheplätzen der Vögel sinnvoll gewesen wäre. Kontrolldaten wurden am unbeleuchteten nordwestlichen Ortsrand der 10 km entfernten Gemeinde Wrohm erhoben.
Beide Standorte wurden vom 27.4. bis zum 18.5. abwechselnd vor Beginn der morgendlichen Ge-

Tab. 1: Zeitlicher Beginn der Gesangsaktivität von 7 Vogelarten unter Einfluß von Lichtimmissionen (Albersdorf) und am Kontrollstandort (Wrohm) in Minuten vor Sonnenaufgang; SD: Standardabweichung, SE: Standardfehler
*) Anzahl Tage zwischen dem 6. Mai 1993 (mittlerer Termin des Untersuchungszeitraums) und dem Datum, an dem der am 6. Mai in Albersdorf registrierte Zeitpunkt des Gesangsbeginns der Vogelart entsprechend der zeitlichen Verschiebung des Sonnenaufgangs normalerweise zu erwarten gewesen wäre
Table 1: Time of the start of bird song in minutes before sunrise in 7 species with (Albersdorf) and without (Wrohm) influence of light immission; SD: standard deviation, SE: standard error
*) number of days between May 6th 1993 (mean day of study period) and date when the start of song observed in Albersdorf on May 6th would have been expected according to the seasonal shift in the timing of sunrise

Art	Kürzel	Albersdorf			Wrohm			Differenz			U-Test	Potentielle Verschiebung*
		[min vor SA]			[min vor SA]			[min]			p	[Tage]
		$\bar{x}$	SD	n	$\bar{x}$	SD	n	$\bar{x}$	„SD“	„SE“		
Amsel												
<i>Turdus merula</i>	A	90,3	9,4	6	69,2	11,6	6	21,2	14,9	6,1	0,006	11,5
Hausrotschwanz												
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Hrs	84,5	10,6	6	59,2	5,7	6	25,3	12,1	4,9	0,004	14,5
Rotkehlchen												
<i>Erithacus rubecula</i>	R	71,8	8,3	4	58,0	5,3	5	13,8	9,9	4,8	0,025	8
Kohlmeise												
<i>Parus major</i>	Km	44,0	6,7	6	39,0	8,1	6	5,0	10,5	4,3	0,520	2,5
Zaunkönig												
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Z	44,7	7,2	6	37,2	8,5	6	7,5	11,1	4,5	0,125	4
Buchfink												
<i>Fringilla coelebs</i>	B	32,5	4,9	6	33,0	5,3	6	-0,5	7,2	2,9	0,745	–
Zilpzalp												
<i>Phylloscopus collybita</i>	Zz	25,8	12,1	4	29,3	10,1	6	-3,6	15,8	7,3	0,748	–

sangsaktivität aufgesucht. Für jede Vogelart wurde diejenige Tageszeit notiert, zu der erstmals arttypischer Gesang zu hören war, d. h. nur das jeweils am frühesten aktive Individuum wurde berücksichtigt. Durch Subtraktion der Sonnenaufgangszeiten für Cuxhaven (BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE 1993) wurden die Werte in „min vor Sonnenaufgang (SA)“ umgerechnet. Streng genommen verringert sich die Zeitspanne zwischen Gesangsbeginn und Sonnenaufgang im Laufe des Frühjahres etwas, da in dieser Periode sowohl die artspezifische gesangsauslösende Helligkeitsschwelle absinkt (SCHEER 1952, BLASE 1971), als auch die aufgehende Sonne eine immer steilere Bahn beschreibt. Dieser Umstand wurde jedoch vernachlässigt und je Art lediglich die mittlere Zeitspanne zwischen Gesangsbeginn und SA errechnet. Nur Arten, die im Nahbereich der Beleuchtungsanlagen in Albersdorf (< 100 m Entfernung) vorkamen und die je Standort mindestens 4 Daten lieferten, werden im folgenden behandelt.

Ergebnisse

Von 8 Singvogelarten liegen hinreichend viele Daten vor. Die Reihenfolge der Arten stimmte an beiden Orten prinzipiell überein, wobei die längste Zeitspanne zwischen SA und Gesangsbeginn bei der Amsel (*Turdus merula*) und die kürzeste beim Zilpzalp (*Phylloscopus collybita*) auf-

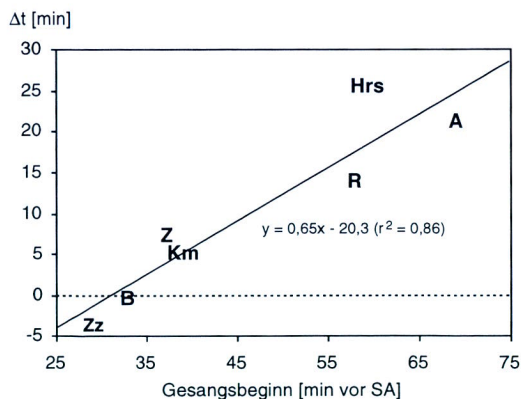


Abb. 1: Beziehung zwischen Zeit des Gesangsbeginns in min vor SA (Bezugsort: Wrohm) und der Differenz dieser Größe zwischen Albersdorf und Wrohm bei 8 Singvogelarten; Kürzel s. Tab. 1.

Fig. 1: Relation between time of the start of bird song in minutes before sunrise (established in Wrohm) and the difference of this parameter between Albersdorf and Wrohm in 8 songbird species; abbreviations see Table 1.

trat (Tab. 1). Von den mittleren Zeitabständen wichen die Einzeldaten durchschnittlich jeweils 5-12 min ab (Standardabweichung). Mit Ausnahme von Buchfink (*Fringilla coelebs*) und Zilpzalp (*Phylloscopus collybita*) sangen die Vögel in Albersdorf früher als in Wrohm. Die größten – und statistisch signifikanten (U-Test) – Standortunterschiede wurden bei Amsel mit 21 min, Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros*) mit 25 min und Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*) mit 14 min gefunden. Kohlmeise (*Parus major*) und Zaunkönig (*Troglodytes troglodytes*) zeigten mit 5 bzw. 7,5 min geringere, nicht abgesicherte Effekte. Die in Tab. 1 angegebenen Standardabweichungen und Standardfehler für die Standortdifferenzen wurden unter der Annahme errechnet, daß die Werte an beiden Orten unabhängig voneinander streuen, d. h. vornehmlich aufgrund von „Unpünktlichkeit“ der Vögel bzw. methodischen Fehlern. Denkbar sind jedoch auch weitgehend parallele, namentlich durch wetterbedingte Helligkeitsänderungen induzierte zeitliche Schwankungen des Gesangsbeginns. In diesem Fall würden Standort-Paardifferenzen, die aufgrund der Beobachtungsmethode (alternierend an beiden Orten) nicht verfügbar sind, u. U. erheblich konstanter ausfallen. Um diese Möglichkeit zumindest indirekt zu prüfen, wurde für zeitlich benachbarte Paare verschiedener Arten je Standort die mittlere Paardifferenz samt Standardabweichung berechnet (Tab. 2). Laut F-Test auf Varianzgleichheit (LozÁN 1992) ist die Streuung dieser Arten-Paardifferenz in keinem der Fälle signifikant geringer (5%-Niveau, einseitige Fragestellung) als die – unter der Annahme unabhängiger Varianzen an beiden Orten berechneten – Streuungen der Standortdifferenzen für die beiden betreffenden Arten.

Tab. 2: Mittlere Paardifferenzen des Gesangsbeginns bei zeitlich benachbarten Arten; SD: Standardabweichung

Table 2: Mean pair differences of the start of song in pairs of species with similar values; SD: standard deviation

Artenpaar	Paardifferenzen					
	Albersdorf			Wrohm		
	$\bar{x}$	SD	n	$\bar{x}$	SD	n
Amsel – Hausrotschwanz	0,0	8,1	6	10,0	9,6	6
Hausrotschwanz – Rotkehlchen	17,8	12,0	4	2,6	5,7	5
Kohlmeise – Zaunkönig	-0,7	9,7	6	1,8	7,6	6
Buchfink – Zilpzalp	6,5	14,7	4	3,7	9,5	6

Um welche Zeitspanne der Gesangsbeginn in Albersdorf gegenüber dem Kontrollstandort vorverlegt wurde, hing offensichtlich davon ab, wie lange vor SA der Gesang der betreffenden Vogelart normalerweise einsetzte (Bezugsort: Wrohm; $p < 0,005$). Die frühaktiven Arten, also die drei Drosselverwandten, reagierten am stärksten auf das Kunstlicht (Abb. 1).

Diskussion

Beträchtliche Lichtemissionen induzierten im Gewerbegebiet von Albersdorf bei 5 Vogelarten einen früheren Aktivitätsbeginn als am Kontrollstandort. Dieser Effekt ließ sich an 3 Arten trotz alternierender – anstatt paralleler – Datenerhebung statistisch absichern. Die bei 5-12 min liegende Tagesvariabilität des Gesangsbeginns konnte nicht, wie vermutet (vgl. SCHEER 1952, BLASE 1971), vornehmlich auf wetterbedingte Helligkeitsschwankungen zurückgeführt werden. Der mangelnde Synchronismus im Gesangsbeginn verschiedener Arten am selben Standort

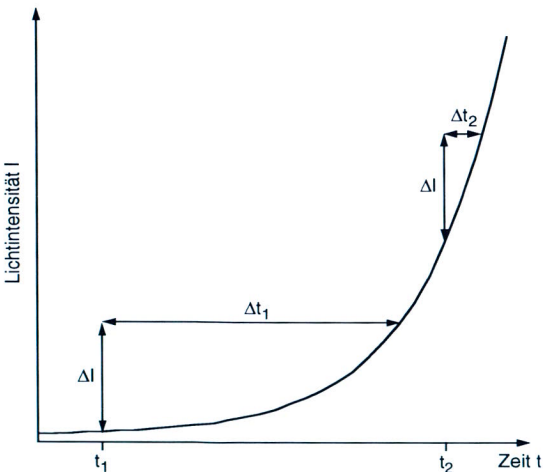


Abb. 2: Simulierende Wirkung einer zusätzlichen Lichtmenge ΔI während der Dämmerung zu unterschiedlichen Zeitpunkten; die stark ausgezogene Kurve gibt den natürlichen Helligkeitsverlauf wieder; zum Zeitpunkt t_1 wird durch ΔI ein Helligkeitswert erreicht, der normalerweise um den Zeitbetrag Δt_1 später auftritt; bei fortgeschrittener Dämmerung zum späteren Zeitpunkt t_2 wird durch dieselbe Lichtmenge ΔI hingegen nur der wesentlich kleinere Zeitbetrag Δt_2 überbrückt.

Fig. 2: Simulating effect of an additional amount of light ΔI during dawn; the bold curve gives the natural progress of light intensity; at time t_1 ΔI increases light intensity to a level that would have normally occurred at a later time t_1 plus Δt_1 ; as dawn has progressed, at t_2 , the addition of the same amount of light ΔI increases light intensity to a level naturally occurring at t_2 plus the shorter time period Δt_2 .

(Tab. 2) deutet vielmehr darauf hin, daß nicht näher bestimmte individuelle Faktoren beträchtlichen Einfluß darauf haben, wann genau ein Vogel zu singen beginnt. Demzufolge hätte auch die parallele Erhebung bei gegebener Datenmenge keinen signifikanten Vorteil gebracht. Unberücksichtigt blieb die individuelle bzw. innerartliche Variabilität des Gesangsbeginns, die durch Registrierung des jeweils ersten Sängers aber zumindest teilweise ausgeklammert wurde.

Im übrigen werden die Standorteffekte durch ihren signifikanten Zusammenhang mit dem Zeitpunkt des Gesangsbeginns indirekt bestätigt (Abb. 1). Frühsingende Vogelarten wie Amsel, Rotkehlchen und Hausrotschwanz reagieren demnach stärker auf die Lichtimmission als später aktive. Zweifellos steht dahinter ein Zusammenhang mit der jeweiligen Singhelligkeit, die bei den frühaktiven Arten geringer ist. Dies leuchtet zunächst intuitiv ein, da man geneigt ist, den Effekt einer Lichtquelle umgekehrt proportional zur Umgebungshelligkeit einzuschätzen. Der zugrundeliegende Sachverhalt dürfte aber komplizierter sein. Ausschlaggebend ist vermutlich der Umstand, daß die Lichtintensität während der durch Helligkeitswerte zwischen ca. 1 und 10 Lux charakterisierten „bürgerlichen Dämmerung“ in etwa exponentiell ansteigt (BÜNNING 1977). Stellt man sich vor, daß eine bestimmte zusätzliche Lichtmenge unter diesen Bedingungen gewissermaßen in jedem Moment einen späteren Zeitpunkt simuliert, so ist dieser Effekt am frühen Morgen, bei geringen Lichtstärken und flachem Lichtgradienten, am größten. Gegen Ende der Dämmerung dagegen, wenn die Helligkeitszunahme erheblich schneller voranschreitet, wird durch die gleiche Menge Zusatzlicht einem ansonsten nur wenig später auftretenden Helligkeitsniveau vorgegriffen (Abb. 2). Dieses vereinfachte Modell gibt die realen Verhältnisse natürlich allenfalls sehr grob wieder.

Von größtem Interesse ist die Frage, inwieweit mit dem Einfluß von Lichtimmissionen auf den diurnalen Aktivitätsrhythmus auch Auswirkungen auf die Jahresperiodik, und damit auf die Brutbiologie, verbunden sind. Zeitgeber für die Synchronisation des circannualen Rhythmus des Vogels ist der Jahresgang der Tageslänge (GWINNER 1986). Bezugspunkte für die Messung der letzteren sind die rund $1/2$ Std. vor Sonnenauf- bzw. nach Sonnenuntergang gelegenen Phasen der bürgerlichen Dämmerung. Tägliche wetter-

bedingte Schwankungen der Helligkeit sind hier verglichen mit anderen Tageszeiten minimal (BÜNNING 1977). Auch der Gesangsbeginn der meisten Vogelarten fällt etwa in diesen Zeit- bzw. Helligkeitsbereich (SCHEER 1952, BLASE 1971). Geht man von einer engen Verknüpfung der Tageslängenmessung mit den Aufwach- bzw. Singhelligkeitsschwellen aus, so würde ein aufgrund von Lichtimmissionen vorgeschobener Gesangsbeginn eines Vogels einen verfrühten jahresperiodischen Zustand anzeigen. Demnach wäre ein am 6. Mai 25 min früher als normal singender Hausrotschwanz entsprechend dem Jahresgang der Sonnenaufgangszeit physiologisch etwa 14,5 Tage zu früh „eingestellt“ (siehe Tab. 1). Diese Überlegung, ebenso wie weitergehende Erwägungen über die Fortpflanzungschancen eines solchen Vogels, bleiben aber rein spekulativ, solange nicht der Einfluß von Lichtimmissionen auf jahresperiodische Phänomene wie Gonadenwachstum und Fortpflanzungsverhalten nachgewiesen ist. Es wird deshalb empfohlen, weitere Untersuchungen zum Einfluß von Lichtimmissionen auf die Aktivitätsperiodik von Vögeln vorzunehmen, wobei sicherlich auch experimentelle Ansätze erforderlich sind.

Summary: The impact of light immission on the start of song in free-ranging songbirds

Between 27.4. and 18.5.1993 the impact of light immission on the beginning of bird song was studied in the industrial area at Albersdorf (Dithmarschen). Illuminants of both a major greenhouse and neighbouring barracks emitted considerable amounts of light throughout the night. Control observations were made in the 10 km distant village of Wrohm. Blackbird (*Turdus merula*), Black Redstart (*Phoenicurus ochruros*), Robin (*Erithacus rubecula*), Great Tit (*Parus major*) and Wren (*Troglodytes troglodytes*) began their song between 5 and 25 minutes earlier in Albersdorf than in Wrohm, while no similar effect could be found in the Chaffinch (*Fringilla coelebs*) and the Chiffchaff (*Phylloscopus collybita*). The species-related impact of light immission on the start of song apparently depends on the specific threshold of song-releasing brightness, i. e. early singing birds in which song-releasing brightness is low were affected to a greater extent than species with a high threshold of song-releasing brightness. Possible effects on biological rhythms and breeding biology are discussed.

Schrifttum

- ASCHOFF, J. & R. WEVER (1962): Beginn und Ende der täglichen Aktivität freilebender Vögel. J. Orn. 103: 2-27.
 BLASE, B. (1971): Zum Beginn und Ende der täglichen Aktivität der Goldammer. Falke 18: 228-241.
 BRUNS, H. (1959): Singende Amsel im November. Orn. Mitt. 11: 11.
 BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (1993): Gezeitenkalender 1993. Hamburg.
 BÜNNING, E. (1977): Die physiologische Uhr, 3. Aufl. Springer, Berlin.
 GWINNER, E. (1986): Circannual rhythms. Springer, Berlin.
 LOZÁN, J. L. (1992): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. Parey, Berlin und Hamburg.
 IMMELMANN, K. (1959): Singende Amsel (*Turdus merula*) im Dezember. Orn. Mitt. 11: 93.
 SCHEER, G. (1951): Über die zeitliche Differenz zwischen Erwachen und Gesangsbeginn. Vogelwarte 16: 13-15.
 SCHEER, G. (1952): Beobachtungen und Untersuchungen über die Abhängigkeit des Frühgesangs der Vögel von inneren und äußeren Faktoren. Biol. Abh. 3/4: 1-68.
 SCHMIEDEL, J. (1992): Auswirkungen von künstlichen Lichtquellen auf die wildlebende Tierwelt. Diplomarbeit, Univ. Hannover.
 SCHMIDT, K. H. & J. STEINBACH (1983): Niedriger Bruterfolg der Kohlmeise (*Parus major*) in städtischen Parks und Friedhöfen. J. Orn. 124: 81-83.
 STEPHAN, B. (1985): Die Amsel. A. Ziemsen, Wittenberg.
 TENOVUO, R. (1967): Zur Urbanisierung der Vögel in Finnland. Ann. Zool. Fenn. 4: 33-44.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Corax](#)

Jahr/Year: 1997-99

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Abt Kai F.

Artikel/Article: [Einfluß von Lichtimmissionen auf den Beginn der Gesangsaktivität freilebender Singvögel 1-5](#)