

Aus der Inselstation Helgoland des Instituts für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“

Der Einfluß von Störungen auf Wildtiere am Beispiel der Herzschrage rate brütender Austernfischer (*Haematopus ostralegus*)

Von Ommo Hüppop und Katja Hagen

Abstract. HÜPPOP, O., & K. HAGEN (1990): The effect of disturbances on wildlife, exemplified by the heart-beat rate of incubating Oystercatchers (*Haematopus ostralegus*). – Vogelwarte 35: 301–310.

The heart-beat rate (HR) is generally a sensible indicator of stress under various types of disturbances, which is verified here again by the results from a breeding pair of Oystercatchers on Helgoland island. In this pair HR, egg-, nest-, and air-temperatures were measured continuously over a period of 50 hours.

When rewarming a clutch or after periods of flight, the HR sometimes rose from a basal value of 152 to 168 beats/min up to more than 350 beats/min (maximum: 405 beats/min). Induced by disturbance, the registered HR was twice the basal rate at most, since birds left the nest at about 350 beats/min. Increases in HR occurred during disturbances by humans, dogs, aircrafts, kites, and Herring Gulls flying over the nest, but as well when conspecifics approached. The birds could habituate only to those kinds of human behaviour, which were predictable to them.

Key words: Oystercatcher, *Haematopus ostralegus*, heart-beat rate, disturbance, stress, incubation, egg-temperature.

Address: Inselstation Helgoland des Instituts für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, Postfach 12 20, D-2192 Helgoland, FRG

1. Einleitung

Freizeit, Mobilität und Einkommen der Menschen in Mitteleuropa und damit Ausmaß und Intensität einer Vielzahl anthropogener Störungsquellen haben in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. Für wirksame Schutzkonzepte gilt es daher, ein möglichst objektives Maß zur Abschätzung der Streßreaktion freilebender Tiere auf menschliche Aktivitäten zu finden. Störungen sind allerdings schwer zu quantifizieren und in ihren Auswirkungen, also Angst und Streß, schwer zu erfassen (GRAY 1971, BEZZEL 1982, WOLFF et al. 1982, HARLOW et al. 1987). Als mögliche – z. T. jedoch sehr unspezifische – Reaktionen auf menschliche und natürliche Störungen oder allgemein auf (psychischen) Streß im Sinne SELVES (1976) kommen in Betracht:

- Flucht- und Angriffsreaktionen in Abhängigkeit von Art und Entfernung der Störquelle (z. B. RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN 1980, GERDES & REEPMAYER 1983, HÜBNER & PUTZER 1985, DIETRICH & KOEPFF 1986 a und b, KOEPFF & DIETRICH 1986, PUTZER 1989).
- Weitere Verhaltensänderungen, wie eine Zunahme des Sicherns bei Störungen oder in allgemein stark gestörten Gebieten, oft verbunden mit einer verminderten Nahrungsaufnahmerate (z. B. OWEN 1973, DIJKSTRA & DIJKSTRA-DE VLIJGER 1977, DIETRICH & KOEPFF 1986 a und b, NEUHAUS et al. 1989), allgemeine Unruhe – gekennzeichnet durch Recken des Halses, Rufen, Umherlaufen und Flügelschlagen (KOEPFF & DIETRICH 1986), unnormale Zugbewegungen (STEIF & BAUMUNG 1988) und Schlafplatzflüge (JÄNICKE & STORK 1979) oder anderes.
- Änderungen der Herzschrage rate (s. u.) und des Blutdrucks (GRAY 1971).
- Erhöhte Konzentrationen von „Streßhormonen“, wie z. B. des Adrenalins, des ACTHs und der Glucocorticoide (GRAY 1971, HARVEY et al. 1986).
- Verschiebungen im räumlich-zeitlichen Nutzungsmuster der Lebensräume unter Störungseinflüssen, wie der Rückzug in ungestörte Gebiete oder eine Aktivitätsverlagerung in störungsarme Tageszeiten (OWEN 1973, DIJKSTRA & DIJKSTRA-DE VLIJGER 1977, BEZZEL 1982, GERDES & REEPMAYER 1983, DE ROOS 1983, GALHOFF et al. 1984, HÜBNER & PUTZER 1985, CRYER et al. 1987, FRENZEL & SCHNEIDER 1987, MAYHEW 1988, PUTZER 1989 u. a.).

- Verminderte Siedlungsdichte und Bruterfolg in gestörten Gebieten (z.B. REICHHOLF 1988, VERMEER 1970, ROBERT & RALPH 1975, ANDERSON & KEITH 1980, DE ROOS 1983, HARRIS & WANLESS 1984, VERMEER & RANKIN 1984).
- Abnahme der Körpermasse oder verlangsamtes Wachstum durch Einschränkung der Nahrungsaufnahme oder anhaltenden Streß (z.B. GRAY 1971, SELYE 1976, HARRIS & WANLESS 1984, HEISE 1987, SKOGLAND & GRØVAN 1988). Auch Flucht- oder Abwehrreaktionen (JEPPESEN 1984, HÜBNER & PUTZER 1985) und eine generelle durch Aufregung bedingte Steigerung des Energieumsatzes (bei chronischem Streß als Faustregel 25%, zeitweise sogar mehr als das Doppelte des Erhaltungsumsatzes, GEIST in JEPPESEN 1984) können zu energetischen Engpässen führen.
- Erhöhte Anfälligkeit für Krankheiten und Parasiten, geringere Lebenserwartung (z.B. GRAY 1971, OULD & WELCH 1980, HARLOW et al. 1987).

Aus dieser Vielzahl von Parametern erlauben außerhalb des Labors in der Regel allein die Herzschlagrate (HR) sowie Flucht-, Angriffs- und Schreckreaktionen die Erkennung eines unmittelbaren Zusammenhanges zwischen Störungsursache und -wirkung. Die HR gestattet darüber hinaus Aussagen über eine mögliche chronische Streßbelastung (z.B. GEIST et al. 1985). Auf die Nutzung der HR als Streßindikator soll hier näher eingegangen werden. Beim Menschen wurde spätestens um die Jahrhundertwende erkannt, daß die HR als Maß für psychische Belastung dienen kann (Übersicht bei BASTIAN 1984). Es verwundert daher nicht, daß auch Vögel auf Schreckreize mit Änderungen der HR reagieren, meistens mit einer Erhöhung (Tachycardie), seltener auch einer Erniedrigung (Bradycardie) der HR (z.B. VON FRISCH 1966, GABRIELSEN et al. 1977, KANWISHER et al. 1977, KNEIS & KÖHLER 1977 und 1980, JUNGUS & HIRSCH 1979, BALL & AMLANER 1980, DUNCAN & FILSHIE 1980, STOUT & SCHWAB 1980, DIEHL & HELB 1987, HEISE 1987 und 1989, HÜPPOP 1987, GEBAUER et al. 1989, ČULIK et al. im Druck). Vor allem JUNGUS & HIRSCH (1979) verdeutlichten mit ihren HR-Messungen an brütenden Seevögeln in Schutzgebieten auf Galapagos, daß menschliche Störungen anhand von Verhaltensbeobachtungen allein häufig nicht erfaßt werden können. Die von ihnen untersuchten Vögel zeigten als Ausdruck des Stresses zwar starke Tachycardien, aber keine oder nur wenige äußerlich erkennbare Reaktionen. Ähnliche Beobachtungen machten z.B. auch KNEIS & KÖHLER (1977), DIEHL & HELB (1987), GEBAUER et al. (1989) und ČULIK et al. (im Druck) an Möwen, Amseln (*Turdus merula*), Seeschwalben und Pinguinen.

Im Rahmen der vom Umweltbundesamt und vom Land Schleswig-Holstein finanzierten „Ökosystemforschung Wattenmeer“ (vgl. LEUSCHNER & SCHERER 1989) soll u.a. der Einfluß verschiedenartiger Störungen auf Brut- und Rastvögel im schleswig-holsteinischen Wattenmeer beurteilt werden. Eine Methode soll dabei die Erfassung von HR-Veränderungen sein. Deshalb wurde zunächst in einer Vorstudie an einem Austernfischer-Brutpaar (also an einer als wenig empfindlich geltenden Art) an einem stark gestörten Strand auf Helgoland geprüft, ob die HR ein geeigneter Indikator ist und ob sie mit vertretbarem technischen Aufwand im Felde über längere Zeiträume erfaßt werden kann. Die Technik und die Ergebnisse dieser Voruntersuchungen sollen vorgestellt werden.

2. Material und Methode

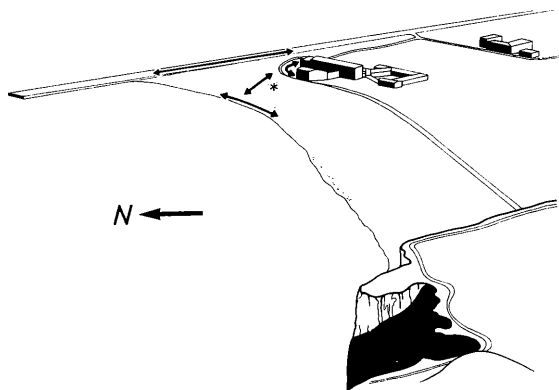
Zur Erfassung der Herztöne wurde ein Stethoskop als Körperschall-Mikrophon verwendet, in dessen auf etwa 5 cm verkürzten Schallschlauch ein Electret-Mikrophon mit integriertem Vorverstärker (6,5 mm Ø × 5,5 mm) als Schalldruck-Sensor eingebaut wurde. Diese Stethoskop-Mikrophon-Einheit wurde so in

den Boden eines Austernfischer-Nestes eingearbeitet, daß möglichst immer ein Ei auf der Mitte der Stethoskop-Membran lag. Die Signale können mit (möglichst abgeschirmten) Kabeln über mindestens 200 m übertragen werden. Mit einem geringfügig veränderten Verstärker und Equalizer nach WIRSUM (1986: 46–49) wurden sie soweit verstärkt und gefiltert, daß sie direkt mit einem hochohmigen (Impedanz 600 Ω oder mehr) Kopfhörer abgehört bzw. über den Phonoingang eines Tonbandgerätes aufgezeichnet werden konnten. Wir verwendeten ein Uher 4400 Report Monitor Stereo-Gerät mit einer Bandlaufgeschwindigkeit von 4,7 cm/s und nutzten den zweiten Kanal zum synchronen Aufsprechen des Beobachtungsprotokolls. Mit dem über zwei 9 V-Batterien oder -Akkus versorgten Equalizer ließen sich Frequenzabschnitte mit den Mittenfrequenzen 25, 34, 100, 500 und 1000 Hz beliebig anheben oder absenken, um möglichst selektiv die Herztöne zu übertragen und Störgeräusche wie Wind, Flugzeuglärm oder laute Stimmen herauszufiltern. Die beste Übertragung erfolgte gemeinsam über die 34 und 100 Hz-Stufen, da bei den Herztönen Frequenzanteile um 75 Hz überwiegen. Allerdings machten sehr laute Störgeräusche (Hubschrauber, Düsenjet) eine Auswertung der Herztöne selbst bei den niedrigen Frequenzstufen unmöglich.

Mit dieser Technik wurde der Herzschlag eines Austernfischer-Paares am Helgoländer Nordost-Strand Mitte Juni 1989 kontinuierlich über 50 h aufgezeichnet. Das Nest befand sich nur etwa 50 m von einer Jugendherberge entfernt, also in einem stark von Menschen besuchten Bereich (Abb. 1). Um den Tagesgang der HR zu erfassen, wurde alle 5 min die für jeweils 100 Herzschläge benötigte Zeit gestoppt und der Verhaltensstatus notiert. Lediglich bei weniger als 5% aller Zählversuche war die Übertragung der Herztöne für ein Auszählen zu leise bzw. von Störungen überlagert. Gleichzeitig wurde mit Thermistoren (10 k Ω bei 25 °C) und einem Digital-Multimeter die Ei-, Nest- und Lufttemperatur gemessen. Aus Schutzgründen wurden geringfügig größere, bemalte Hühnereier untergeschoben. Die Austernfischer-Eier wurden währenddessen künstlich bebrütet.

Abb. 1.: Der Nordost-Strand der Insel Helgoland. * zeigt die Lage des Austernfischer-Nestes, die Pfeile häufig benutzte Spazierroutes.

Fig. 1: The northeastern beach on Helgoland island. * marks the position of the Oyster-catcher nest, arrows indicate frequently used walking routes.



Zur Auswertung der auf Tonband aufgezeichneten Signale bei Störungseinflüssen wurden – falls notwendig bei halbiert Bandgeschwindigkeit – die einzelnen Herzschläge mittels einer Morsetaste in einen Frequenz-Spannungswandler (vgl. HÜPPOP 1987) eingegeben. Diese Art der Aufzeichnung ist zwar sehr unempfindlich gegen Störgeräusche, aber enorm zeitaufwendig und deshalb verbesserungsbedürftig. Die frequenzanaloge Spannung konnte in frei wählbaren Intervallen über einen Analog-Digital-Wandler (CA 3162 von RCA) mit einem Microcomputer erfaßt und abgespeichert werden. Zusätzlich konnten Ereignismarken gesetzt werden.

KARL WAGENER (Köln) gestattete uns in selbstloser Weise den Nachbau des von ihm entwickelten Selbstbau-Kröperschallmikrophons, auf das uns Dr. KATHARINA DIETRICH (Wilhelmshaven) aufmerksam machte. Beiden danken wir ebenso herzlich wie den Helfern bei den Freilandaufzeichnungen (SONIA BULUSCHEK, KATHRIN HÜPPOP, HEIKE KÖHLER und REINER KÖSTER).

3. Ergebnisse

Die beobachteten HR bewegen sich in einem Bereich von 144 bis 405 Schlägen/min (Abb. 2a). Als Grundwerte können 152 bis 168 Schläge/min angenommen werden (Tab.). Steigerungen der HR treten erwartungsgemäß mit zunehmendem Energieumsatz und bei Erregung auf (vgl. auch BASTIAN 1984, HÜPPOP 1987 und 1988). Der Tagesgang der HR verdeutlicht den Zusammenhang zwischen hohen HR und niedrigen Luft- und Nest-Temperaturen während der Nacht- und Morgenstunden, d. h. bei einem großen Wärmefluß vom Vogel durch das Gelege an die Umgebung (Abb. 2). Neben der Bebrütungswärme dürften die Vögel keinerlei Energie für Thermoregulation aufgewendet haben, da die Luft- und Boden-Temperaturen stets über der unteren kritischen Temperatur von etwa 9°C (KERSTEN & PIERSMA 1987) lagen. Die Ei-

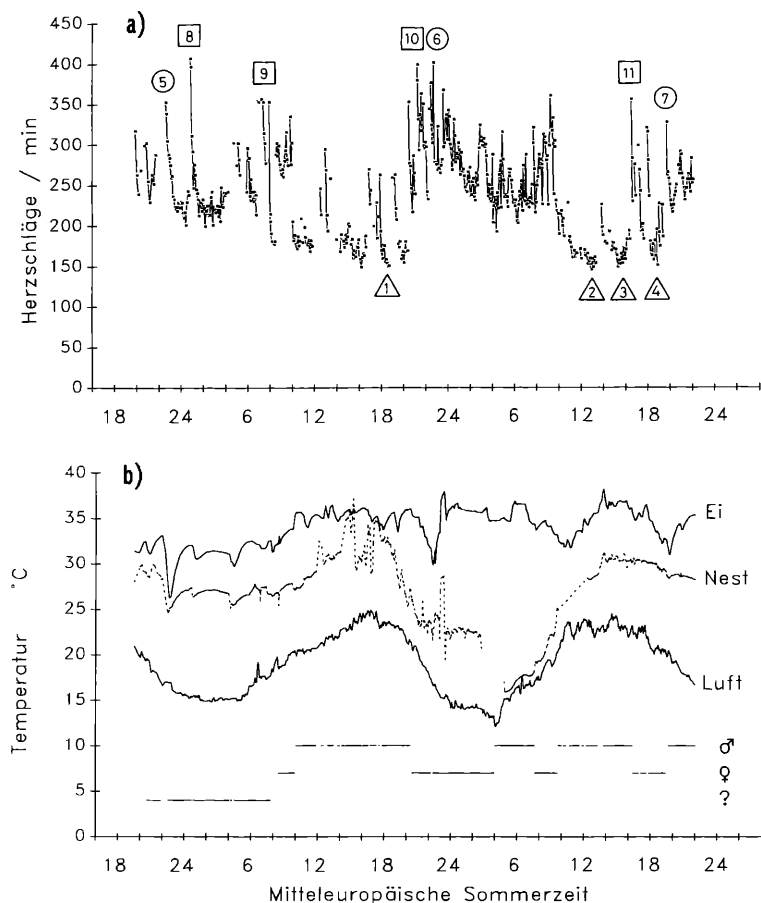


Abb. 2: Herzschlagraten (a), Anwesenheit brütender Altvögel, Ei-, Nest- und Luft-Temperaturen (b) während der fünfzigstündigen Messung. Die Nummern in a) beziehen sich auf den Text: Dreiecke kennzeichnen Grund-Herzschlagraten, Kreise Wiedererwärmung des Geleges und Quadrate Perioden nach Flugphasen.

Fig. 2: Heart-beat rates (a), presence of incubating adults, egg-, nest- and air-temperatures (b) during the 50 hours of measurement. Numbers in a) refer to the text: Triangles mark basal heart-beat rates, circles mark rewarming of the clutch, and squares mark periods after flights. Time scale: Central European Summertime.

Tab. Grund-Herzschlagraten brütender Austernfischer.
Table Basal heart-beat rates in incubating Oystercatchers.

Phase in Abb. 2a	Geschlecht sex	$\bar{x} \pm \text{SD}$	n
1	♂	159 $\pm$ 10,4	9
2	♂	152 $\pm$ 5,5	9
3	♂	159 $\pm$ 8,5	11
4	♀	168 $\pm$ 9,9	7

n gibt die Zahl der Einzelzählungen im 5 min Abstand an

n is the number of single counts in 5 min intervals

Temperatur bleibt mit 26,2 bis 38,3 °C ($\bar{x} \pm \text{Stdabw.} = 34,0 \pm 2,07$ °C) dagegen erstaunlich konstant und läßt keinen Tagesgang erkennen. Als „Solltemperatur“ können etwa 35 °C angenommen werden (Abb. 2b). Extrem hohe HR mit z. T. 350 und mehr Schlägen/min über mehrere Minuten werden jedoch bei unterkühltem Gelege nach Bebrütungspausen registriert (z. B. in den Phasen 5, 6 und 7, vgl. Abb. 2a). Ebenfalls mehr als 350 Schläge/min werden nach Flugphasen erreicht (Nr. 8 bis 11 in Abb. 2a).

Die Mehrzahl der restlichen in Abb. 2a dargestellten HR-Erhöhungen ist auf Erregung, in der Regel durch menschliche Störungen, zurückzuführen. Dementsprechend ist die Varia-

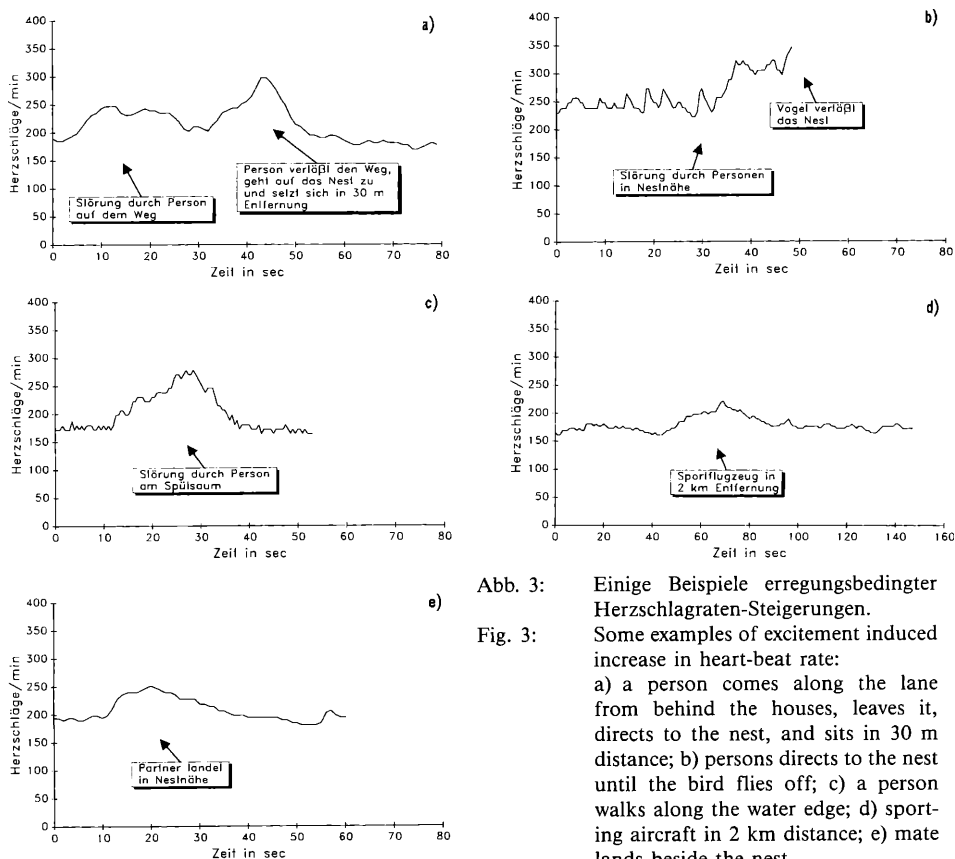


Abb. 3:

Fig. 3:

Einige Beispiele erregungsbedingter Herzschlagraten-Steigerungen.

Some examples of excitement induced increase in heart-beat rate:

a) a person comes along the lane from behind the houses, leaves it, directs to the nest, and sits in 30 m distance; b) persons directs to the nest until the bird flies off; c) a person walks along the water edge; d) sporting aircraft in 2 km distance; e) mate lands beside the nest

tionsbreite der HR tagsüber weit höher als während der Nacht. Einige Beispiele erregungsbedingter HR-Erhöhungen sind in Abb. 3 exemplarisch zusammengefaßt. Ausmaß und Dauer der Tachycardie können allerdings auch bei zunächst sehr ähnlich wirkenden Reizen recht unterschiedlich ausfallen: Personen, die vom unteren Bildrand der Abb. 1 kommend auf den Gebäudekomplex der Jugendherberge zugehen, lösen nur dann eine Reaktion aus, wenn sie sich in Nestnähe vom Weg entfernen. Andererseits erhöht sich die HR fast immer, wenn Personen auf dem Weg hinter den Gebäuden hervorkommen. Sie fällt erst dann ab, wenn für die Vögel ersichtlich wird, daß die Personen auf dem Weg bleiben. Verlassen sie dagegen den Weg in Richtung Strand, erhöht sich die HR weiter (Abb. 3a). Ebenfalls mit Tachycardie reagieren die Vögel, wenn Personen am Strand auf das Nest zukommen. Wird der Abstand zu gering (je nach Gegebenheit nur etwa 5 bis 30 m) steigt die HR noch weiter, bis der Vogel schließlich das Gelege verläßt (Abb. 3b). Menschen, die dem Spülsaum folgen, bewirken in aller Regel ebenfalls eine HR-Steigerung, da sie häufig den Spülsaum in Höhe des Neststandortes verlassen, den Strand zur Jugendherberge hinaufgehen (vgl. Pfeil in Abb. 1) und dabei unter Umständen sehr dicht an das Nest herankommen. Die HR sinkt jedoch, wenn die Personen die Höhe des Nestes passiert haben und am Spülsaum bleiben (Abb. 3c). Menschen auf der Mole am hinteren Bildrand bleiben immer unbeachtet.

Weiterhin bewirken auch Hunde, Flugzeuge aller Art (selbst Sportflugzeuge in 2 km Entfernung über der Helgoländer Düne, Abb. 3d), Spielzeug-Drachen, überfliegende Silbermöwen und Artgenossen in Nestnähe (Abb. 3e) Tachycardien. Für verallgemeinernde Aussagen hierzu liegt allerdings noch zu wenig Material vor.

Die HR steigt bei allen Störungen kaum über 300 Schläge/min an, was etwa eine Verdoppelung der Grund-HR bedeutet. Bei etwa 350 Schlägen/min verlassen die von uns beobachteten Vögel bereits das Nest. Äußerlich war den Vögeln die durch HR-Steigerungen nachweisbare Erregung in der Regel erst unmittelbar vor dem Auffliegen am Recken des Halses anzusehen.

4. Diskussion

Durch Erfassung physiologischer Meßgrößen können oftmals ergänzende oder weiterführende Erkenntnisse als durch reine Verhaltensbeobachtung gewonnen werden. Wie auch schon von anderen Autoren bemerkt (vgl. Einleitung), zeigen z. B. unsere Ergebnisse von brütenden Austernfischern deutlich, daß die HR ein weit empfindlicherer Streßindikator ist als das äußerlich wahrnehmbare Verhalten. Die mit verhältnismäßig einfacher Technik erfaßbare HR kann also vielfach weit detailliertere und vor allem störungsspezifischere Informationen über Stressoren liefern als die meisten anderen eingangs erwähnten Indikatoren (vgl. z. B. auch GEIST et al. 1985). Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß die HR auch durch erhöhten Sauerstoffbedarf, z. B. zur Thermoregulation oder für körperliche Aktivitäten, ansteigt (HÜPPOP 1988 u. a.). Dies wird auch an unseren Aufzeichnungen deutlich. Unter Umständen ist vor allem eine Trennung zwischen den HR-Effekten von Thermoregulation und chronischem Streß schwierig, da beide zu lang anhaltenden Tachycardien führen können. Niedrige Temperaturen dürften z. B. die Ursache für die relativ hohe „Grund“-HR sein, die GEBAUER et al. (1989) an brütenden Antarktiseeschwalben (*Sterna vittata*) fanden. Möglicherweise wurden dadurch Störungseffekte teilweise maskiert. Akuter Streß bei Tieren ohne Bewegungsaktivität ist dagegen fast immer an der spontanen HR-Änderung erkennbar, besonders dann, wenn sie vorher annähernd Grund-HR zeigten (wie in den Abb. 3a, c, d und e).

Die von uns ermittelten Grund-HR entsprechen nur rund 70 bis 80% des nach GRUBB (1983) für einen 500 g schweren Vogel berechneten Wertes (217 Schläge/min). Eine durch höheren Energiebedarf bedingte Steigerung der HR auf 350 Schläge/min, wie wir sie mehrfach bei

der Wiedererwärmung des Geleges bzw. nach Flugphasen beobachteten, entspricht einer Steigerung des Energieumsatzes auf etwa das 2,7-fache des Grundumsatzes (HAGEN, HÜPPOP und KERSTEN unveröff.). GABRIELSEN & UNANDER (1987) fanden bei freilebenden Moorschneehühnern (*Lagopus l. lagopus*) sogar eine Zunahme der HR von 138 auf 534 Schläge/min bei der Bebrütung abgekühlter Eier. Für Alpenschneehühner (*Lagopus mutus hyperboreus*) in Gefangenschaft bestimmten sie entsprechend 400 gegenüber 200 Schlägen/min und eine Verdoppelung des Ruhe-Energieumsatzes. Der Zusammenhang zwischen HR und Wärmefluß soll in einer gesonderten Arbeit noch ausführlicher dargestellt werden.

Die beobachtete maximale HR brütender Austernfischer unter Störungsbedingungen liegt noch deutlich unter den von uns an Volierentieren bei sehr starkem Streß häufig ermittelten 500 bis 600 Schlägen/min (unveröffentlicht), da die Freilandvögel bereits bei etwa 350 Schlägen/min das Nest verließen. Eine anschließende weitere Steigerung der HR ist daher zu erwarten. Auch bei vergleichbaren Untersuchungen von JUNGUIS & HIRSCH (1979) an brütenden Seevögeln auf Galapagos war eine störungsbedingte Verdoppelung der HR die Regel, bevor der Vogel aufstand. In Einzelfällen konnten sie allerdings Steigerungen bis auf das Vierfache des Normalwertes messen.

Der Austernfischer gehört zu den wenig störungsempfindlichen Limikolenarten (FURNESS 1973, WOLFF et al. 1982, DE ROOS 1983, KOEPPF & DIETRICH 1986), die auch in unmittelbarer Nähe des Menschen erfolgreich brüten können. Umso bemerkenswerter sind die an den HR-Reaktionen erkennbaren häufigen Erregungen auch bei ganz alltäglichen Störungen, die den Ergebnissen von JUNGUIS & HIRSCH (1979) an ebenfalls äußerlich ruhig wirkenden Seevögeln sehr ähneln. Viele Tierarten und Individuen können sich an für sie berechenbare Störungen in gewissem Umfang gewöhnen. Dies ist durch etliche Beispiele belegt: So bemerkten GERDES & REEPMAYER (1983), daß Gänse auf einen Beobachter stärker reagierten als auf einen mit Pflegemaßnahmen beschäftigten Arbeiter. Möwen lernen sehr schnell, ihnen gefährliche von ungefährlichen Personen und Situationen zu unterscheiden, und reagieren entsprechend unterschiedlich in Verhalten und HR (DROST 1968, HÜPPOP unveröff.). Nach JUNGUIS & HIRSCH (1979) sind störungsbedingte HR-Erhöhungen bei Seevögeln auf Galapagos bei Individuen, die dicht an den Besucherpfaden brüten, niedriger als bei solchen weitab der Wege. Boote und Surfer beunruhigen Vögel mehr, wenn sie – bei jeweils etwa gleicher Entfernung – auf die Tiere zufahren als wenn sie voraussichtlich an ihnen vorbeifahren, bzw. sich ohnehin auf bekannten, für die Vögel „ungefährlichen“ Routen bewegen (KOEPPF & DIETRICH 1986, PUTZER 1989). Entsprechend fanden GEIST et al. (1985) bei Dickhornschafen (*Ovis canadensis*) und NEUHAUS et al. (1989) bei Murmeltieren (*Marmota marmota*) eine stärkere HR-Erhöhung bzw. größere Fluchtdistanzen, wenn Menschen die den Tieren vertrauten Wege verließen. Eine Gewöhnung z. B. an Modellflugzeuge mit ihren rasanten – für die Tiere nicht vorhersehbaren – Flugmanövern ist dagegen kaum möglich (PUTZER 1989). Die von uns untersuchten Austernfischer gerieten ebenfalls vor allem dann in eine Streßsituation, wenn die störenden Personen einen vertrauten Weg verließen, direkt auf das Nest zugingen oder der weitere Wegverlauf für die Vögel noch unklar war. Es zählt also die Fortbewegungsrichtung einer Person viel mehr als deren Entfernung. Schon die Tatsache, daß sie zu einer Gefahr werden könnte, führt zu einer Streßsituation – lange bevor eine akute Bedrohung des Nestes besteht.

Eine beschränkte Gewöhnung an den Menschen bedeutet nicht, daß scheinbar vertraute Tiere nicht trotzdem gestört würden. Chronische Effekte äußern sich z. B. in anhaltend höheren HR bei Dickhornschafen in Straßennähe gegenüber der HR weiter entfernter Artgenossen (GEIST et al. 1985) oder in einer Verlagerung der Aktivität von Murmeltieren in wegferne Gebiete zu den Tageszeiten mit der größten Wandererdichte (NEUHAUS et al. 1989). Langfristig führt Dauerstreß zu Krankheiten und verringerter Lebenserwartung (GRAY 1971, SELYE 1976). Chronischer Streß mag auch bei dem von uns untersuchten Austernfischer-♀ dafür verant-

wortlich gewesen sein, daß seine HR innerhalb des Gesamtzeitraums nur einmal auf den Grundwert von etwa 170 Schlägen/min absank. Angesichts dieser Beobachtungen und der Ergebnisse unserer HR-Messungen verwundert es nicht mehr, daß DE ROOS (1983) beim relativ „zahmen“ Austernfischer eine 1,2- bis 4,1-fache Zunahme der Nestzahl fand, nachdem Brutgebiete für die Öffentlichkeit gesperrt wurden. Entsprechend wird auch der Schlüpfertfolg stark durch menschliche Störungen beeinflusst: Durch sie sind bis 9% (Insel Mellum) oder gar bis fast 25% (britische Inseln) aller Eiverluste zu erklären (GLUTZ VON BLITZHEIM et al. 1975). Von einem häufig zu hörenden „ungestörtem Miteinander von Küstenvogelbruten und Tourismus“ kann also selbst beim Austernfischer nicht die Rede sein. Dies gilt für störungsempfindlichere Arten sicher in weit stärkerem Maße und ist bei Schutzkonzepten entsprechend zu berücksichtigen. Die Erfassung der HR kann dabei ein wichtiges Hilfsmittel sein.

5. Zusammenfassung

Die Herzschlagrate (HR) ist in der Regel ein empfindlicher Streßindikator bei verschiedenartigsten Störungen. Dies belegen auch die hier vorgestellten Messungen an einem Austernfischer-Brutpaar auf Helgoland, bei dem HR, Ei-, Nest- und Luft-Temperaturen kontinuierlich über 50 Stunden gemessen wurden.

Bei der Wiedererwärmung des Geleges oder nach Flugphasen stieg die HR vom Grundwert (152 bis 168 Schläge/min) z. T. bis auf über 350 Schläge/min (max. 405 Schläge/min). Störungsbedingung war maximal eine Verdoppelung des Grundwertes zu beobachten, da die Vögel bereits bei etwa 350 Schlägen/min das Nest verließen. HR-Erhöhungen traten bei Störungen durch Personen, Hunde, Flugzeuge, Spielzeug-Drachen und überfliegende Silbermöwen, aber auch bei Annäherung eines Artgenossen auf. Eine Habituation war nur an Verhaltensformen von Personen möglich, die für die Vögel vorhersehbar waren.

6. Literatur

- Anderson, D.W., & J.O. Keith (1980): The human influence on seabird nesting success: conservation implications. *Biol. Conserv.* 18: 65–80. * Ball, N., & C.J. Amlaner (1980): Changing heart rates of Herring Gulls when approached by humans. In: C. J. Amlaner & D. W. Macdonald (eds.): *A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*, 589–594. Pergamon, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt. * Bastian, H.-V. (1984): Die Änderung der Herzfrequenz als Maß der Erregung – eine Literaturübersicht. *Vogelwarte* 32: 226–233. * BEZZEL, E. (1982): Vögel in der Kulturlandschaft. Ulmer, Stuttgart. * Cryer, M., N.W. Linley, R. M. Ward, J.O. Stratford & P.F. Randerson (1987): Disturbance of overwintering wildfowl by anglers at two reservoir sites in South Wales. *Bird Study* 34: 191–199. * Čulík, B., D. Adelung & A.J. Woakes (im Druck): The effect of disturbance on the heart rate and behaviour of Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*) during the breeding season. In: K. N. Keny (ed.): *Proc. 5th SCAR on Antarctic Biol.*, Hobart, Australia 1988. * Diehl, P., & H.-W. Helb (1987): Heart rate of songbirds: radiotelemetric measurement during playback experiments. *Biotelemetry* 9: 335–338. * Dietrich, K., & C. Koepff (1986 a): Wassersport im Wattenmeer als Störfaktor für brütende und rastende Vögel. *Natur und Landschaft* 61: 220–225. * Dies. (1986 b): Erholungsnutzung des Wattenmeeres als Störfaktor für Seehunde. *Natur und Landschaft* 61: 290–292. * Dijkstra, L., & R. Dijkstra-de Vlieger (1977): Voedseloecologie van de rotgans. Diss., Groningen. * DROST, R. (1968): Dressur von Silbermöwen, *Larus argentatus*, auf akustische Signale. *Vogelwarte* 24: 185–187. * Duncan, I.J.H., & J.H. Filshie (1980): The use of radio telemetry devices to measure temperature and heart rate in domestic fowl. In: C.J. Amlaner & D.W. Macdonald (eds.): *A handbook on Biotelemetry and Radio Tracking*, 579–588. Pergamon, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt. * Frenzel, P., & M. Schneider (1987): Ökologische Untersuchungen an überwinternden Wasservögeln im Ermatinger Becken (Bodensee): Die Auswirkungen von Jagd, Schifffahrt und Freizeitaktivitäten. *Orn. Jh. Bad.-Württ.* 3: 53–79. * Frisch, O. v. (1966): Herzfrequenzänderungen bei Drückreaktionen junger Nestflüchter. *Z. Tierpsychol.* 23: 497–500. * Furness, R.W. (1973): Wader populations at Musselburgh. *Scott. Birds* 7: 275–281. * Galhoff, H., M. Sell & M. Abs (1984): Aktivitätsrhythmus, Verteilungsmuster und Ausweichflüge von Tafelenten *Aythya ferina* L. in einem nordwestdeutschen Überwinterungsquartier (Ruhrstausee Kemnade). *Anz. orn. Ges. Bayern* 23: 133–147.

- * Gabrielsen, G., J. Kanwisher & J.B. Steen (1977): „Emotional“ bradycardia: a telemetry study on incubating Willow Grouse (*Lagopus lagopus*). Acta physiol. scand. 100: 255–257. * Gabrielsen, G.W., & S. Unander (1987): Energy costs during incubation in Svalbard and Willow Ptarmigan hens. Polar Res. 5 n.s.: 59–69. * Gebauer, A., M. Kaiser & H. U. Peter (1989): Der Einfluß der Vigilanz und verschiedener Erregungszustände auf die Herzrate brütender Antarktiseseeschwalben. Falke 36: 331–337. * Geist, V., R.E. Stemp & R.H. Johnston (1985): Heart-rate telemetry of Bighorn Sheep as a means to investigate disturbances. In: N. G. Bayfield & G. C. Barrow (eds.): The ecological impacts of outdoor recreation on mountain areas in Europe and North America. Recreational Ecology Research Group Rep. 9, 92–99. Wye College, Wye, England. * Gerdes, K., & H. Reepmeyer (1983): Zur räumlichen Verteilung überwinternder Saat- und Bleßgänse (*Anser fabalis* und *A. albifrons*) in Abhängigkeit von naturschutzschädlichen und fördernden Einflüssen. Vogelwelt 104: 54–67. * Glutz von Blotzheim, U.N., K.M. Bauer & E. Bezzel (1975): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. Charadriiformes (I. Teil). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. * Gray, J.A. (1971): Angst und Streß. Kindler, München. * Grubb, B. (1983): Allometric relations of cardiovascular function in birds. Am. J. Physiol. 245 (Heart Circ. Physiol. 14): H567–H572. * Harlow, H.J., E.T. Thorne, E.S. Williams, E.L. Belden & W.A. Gern (1987): Cardiac frequency: a potential predictor of blood cortisol levels during acute and chronic stress exposure in Rocky Mountain bighorn sheep (*Ovis canadensis canadensis*). Can. J. Zool. 65: 2028–2034. * Harris, M.P., & S. Wanless (1984): The effects of disturbance on survival, age and weight of young Guillemots *Uria aalge*. Seabird 7: 42–46. * Harvey, S., C.G. Scanes & K.I. Brown (1986): Adrenals. In: P.D. Sturkie (ed.): Avian physiology, 4th edn., 479–493. Springer, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo. * Heise, M. (1987): Messung der Streßbelastung von Stockenten (*Anas platyrhynchos*) in Abhängigkeit von der Gewöhnung an den Menschen bzw. an die Hälterungsbedingungen. Diplomarbeit, Univ. Kiel. * Dies. (1989): Human-induced tachycardia in wild and tame Mallard (*Anas platyrhynchos*). Comp. Biochem. Physiol. 92A: 125–128. * Hübner, T., & D. Putzer (1985): Störungsökologische Untersuchungen rastender Kormorane an niederrheinischen Kieselseen bei Störungen durch Kiestransport, Segel-, Surf- und Angelsport. Seevögel 6, Sonderbd.: 122–126. * Hüppop, O. (1987): Der Einfluß vom Wachstum, Thermoregulation und Verhalten auf den Energiehaushalt der Silbermöwe (*Larus argentatus* Pontoppidan, 1763). Diss., Univ. Hamburg. * Ders. (1988): Aktivität und Energieumsatz bei Vögeln: Methoden und Ergebnisse. Seevögel 9, Sonderbd.: 95–106. * Jänicke, B., & H.-J. Stork (1979): Großräumige Umlenkung der Schlafplatzflüge von Krähen durch Silvesterlärm. J. Orn. 120: 326–327. * Jeppesen, J. L. (1984): Human disturbance of Roe Deer and Red Deer: Preliminary results. Commun. Inst. For. Fenn. 120: 113–118. * Jungius, H., & U. Hirsch (1979): Herzfrequenzänderungen bei Brutvögeln in Galapagos als Folge von Störungen durch Besucher. J. Orn. 120: 299–310. * Kanwisher, J.W., T.C. Williams, J.M. Teal, & K.O. Lawson (1978): Radiotelemetry of heart rates from free-ranging gulls. Auk 95: 288–293. * Kersten, M., & T. Pierma (1987): High levels of energy expenditure in shorebirds: metabolic adaptations to an energetically expensive way of life. Ardea 75: 175–187. * Kneis, P., & D. Köhler (1977): Freilandmethode zur Erfassung der Herzschlagrate brütender Vögel. Biol. Rdsch. 15: 66–69. * Dies. (1980): Messungen zur Abhängigkeit der Herzrate vom Verhaltensstatus und zum Einfluß der Umgebungstemperatur auf die Eitemperatur bei brütenden Lachmöwen (*Larus ridibundus*). Zool. Jb. Physiol. 84: 396–400. * Koepff, C., & K. Dietrich (1986): Störungen von Küstenvögeln durch Wasserfahrzeuge. Vogelwarte 33: 232–248. * Leuschner, C., & B. Scherer (1989): Fundamentals of an applied ecosystem research project in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein. Helgoländer Meeresunters. 43: 565–574. * Mayhew, P.W. (1988): The daily energy intake of European Wigeon in Winter. Ornis Scand. 19: 217–223. * Neuhaus, P., B. Mainini & P. Ingold (1989): Concerning the influence of hikers on the behaviour of the Alpine Marmot (*Marmota marmota* L.). Acta biol. mont. 9: 107–114. * Ould, P., & H. E. Welch (1980): The effect of stress on the parasitism of Mallard ducklings by *Echinuria uncinata* (Nematoda: Spiruridae). Can. J. Zool. 58: 228–234. * Owen, M. (1973): The management of grassland areas for wintering geese. Wildfowl 24: 123–130. * Putzer, D. (1989): Wirkung und Wirkung menschlicher Anwesenheit und Störung am Beispiel bestandsbedrohter, an Feuchtgebiete gebundener Vogelarten. Schr.-R. Landschaftspflege Naturschutz 29: 169–194. * Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1980): Umweltprobleme der Nordsee. Sondergutachten Juni 1980. Kohlhammer, Stuttgart und Mainz. * Reichholf, J. (1988): Auswirkungen des Angels auf die Brutbestände von Wasservögeln im Feuchtgebiet von Internationaler Bedeutung „Unterer Inn“. Vogelwelt 109: 206–221. * Robert, H.C., & C.J. Ralph (1975): Effects of human disturbance on the breeding success of gulls.

Condor 77: 495–499. * Roos, G.Th. de (1983): Tourism and recreation in the Wadden Sea area. In: M. F. Mörzer Bruyns & W. J. Wolff (eds.): Nature conservation, nature management and physical planning in the Wadden Sea area. Report 11 of the Wadden Sea Working Group, 97–106. Leiden. * Selye, H. (1976): Stress in health and disease. Butterworth, Boston & London. * Skogland, T., & B. Grøvan (1988): The effects of human disturbance on the activity of wild reindeer in different physical conditions. Rangifer 8: 11–19. * Steiof, C., & S. Baumung (1988): Beeinflussung des Zugverhaltens beim Kormoran (*Phalacrocorax carbo*) durch Störungen in Rastgebieten. Vogelwelt 109: 31–33. * Stout, J. F., & E. R. Schwab (1980): Telemetry of heart rate as a measure of the effectiveness of dispersal inducing stimuli in seagulls. In: C. J. Amlaner & D. W. Macdonald (eds.): A Handbook on Biotelemetry and Radio Tracking, 603–610. Pergamon, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt. * Vermeer, K. (1970): Breeding biology of California and Ring-billed Gulls: a study of ecological adaptation to the inland habitat. Can Wildl. Serv. Rep. Ser. 12: 1–52. * Vermeer, K., & L. Rankin (1984): Influence of habitat destruction and disturbance on nesting seabirds. ICBP Techn. Publ. 2: 723–736. * Wirsum, S. (1986): Verstärkerbau mit integrierten Schaltungen. Franzis, München. * Wolff, W. J., P. J. Reijnders & J. C. Smit (1982): The effects of recreation on the Wadden Sea ecosystem: many questions, but few answers. In: Ecological effects of tourism in the Wadden Sea. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 275: 85–107.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 1989/90

Band/Volume: [35_1989](#)

Autor(en)/Author(s): Hüppop Ommo, Hagen Katja

Artikel/Article: [Der Einfluß von Störungen auf Wildtiere am Beispiel der Herzschlagrate brütender Austernfischer \(Haematopus ostralegus\) 301-310](#)