

UNTERSUCHUNG AKUSTISCHER SIGNALE ZUR VOGELVERGRÄMUNG.

(2.Teil)

von KARL J.BEUTER, Frankfurt/Main und RAINER WEISS, Frankfurt/Main.

4. Ergebnisse.

4.1. Neurophysiologie.

Bei vier Versuchstieren wurden Messungen zwischen 16 und 20 kHz durchgeführt, bei einem wurde bis 25 kHz gemessen. Dabei wurde mit Reizen bis 110 dB am Ohr des Tieres gearbeitet. Es wurde keinerlei Hörvermögen in diesem Frequenzbereich festgestellt. Somit existiert für reine Töne einer Frequenz zwischen 16 kHz und 25 kHz ein Hörvermögen der Lachmöwe, wenn überhaupt, erst bei Schalldruckpegeln über 110 dB.

An Perlhühnern wurde gezeigt, daß im Frequenzbereich von 1 bis 20 Hz eine vergleichbare Fähigkeit zur Infraschallwahrnehmung wie bei der Brieftaube vorliegt. Dieselbe Methode führte zu dem Ergebnis, daß bei den Lachmöwen eine infraschallwahrnehmung bei diesen Intensitäten jedoch nicht vorhanden ist.

Die elektrophysiologisch bestimmte Hörschwellenkurve der Lachmöwe ist in Abb. 10 dargestellt. Die Vergleichswerte zur Taube und zum Perlhuhn sind aus Abb. 11 zu entnehmen. Die Stelle empfindlichsten Hörens liegt demnach für die Lachmöwe bei 3 kHz.

Bemerkenswert ist, daß die Empfindlichkeit des Möwengehörs zu tiefen Frequenzen hin stark abnimmt und die Hörschwelle unterhalb 500 Hz mehr als 40 dB beträgt.

4.2. Unwirksame Schallsignale im Verhaltensexperiment.

Als unwirksam wurden alle Vergrämungsreize bezeichnet, bei denen die beobachtete Reaktion der Möwen in die Stufen 0 oder 1 eingeordnet wurde. Mit Infraschallreizen bei einer Frequenz von 8 Hz bzw. 10 Hz und Pegeln bis zu 85 dB konnte keine Reaktion bei den Möwen beobachtet werden. Bei Versuchen mit tieffrequenten Reintönen im Frequenzbereich 20 Hz bis 200 Hz mit 20-Meter-Pegeln von

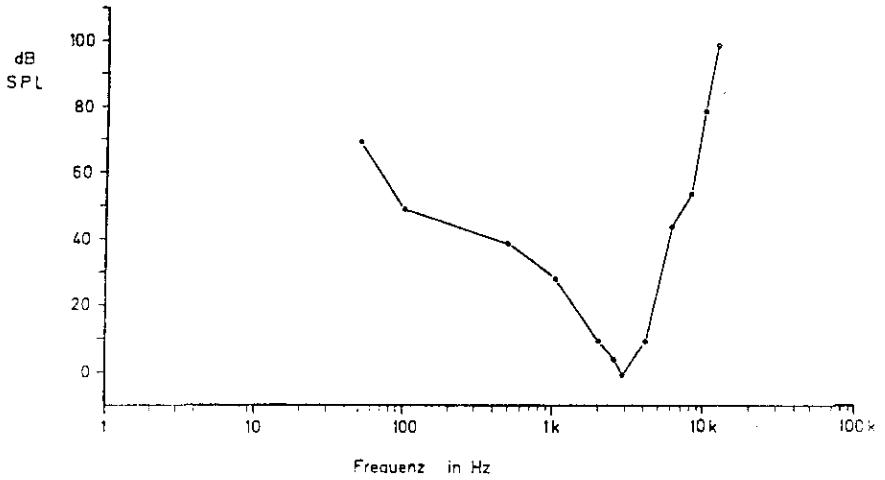


Abb.10 : Elektrophysiologisch bestimmte Hörschwellenkurve der Lachmöwe.

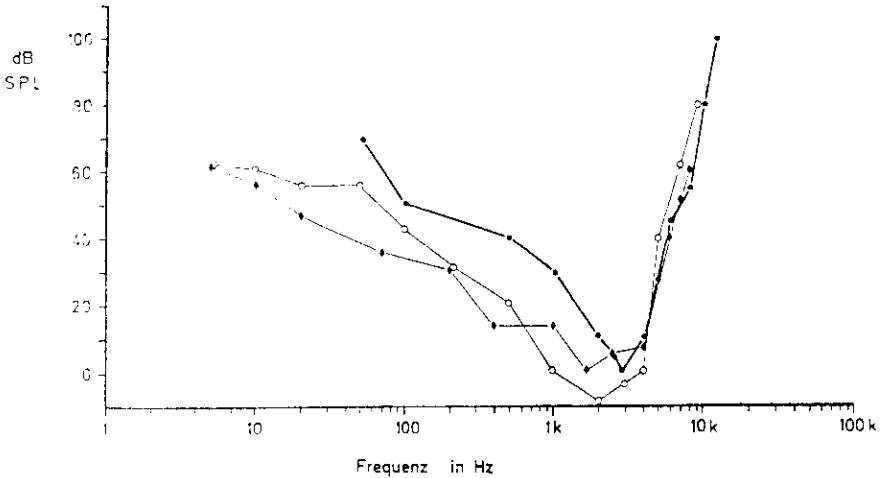


Abb.11 : Vergleich der Hörschwellenkurven von Möwe (●), Taube (●) und Perlhuhn (○).

57 dB bis 85 dB konnte keine Reaktion bei den Möwen ausgelöst werden. Ebenso negativ war das Ergebnis mit Reintönen (CF) mit Pegeln unter 100 dB, deren Frequenz zwischen 50 Hz und 6 kHz variiert wurde.

Mit beträchtlichen Ultraschallpegeln von 135 dB (1-Meter-Pegel) im Frequenzbereich zwischen 18 kHz und 50 kHz konnte keinerlei Reaktion bei den Möwen ausgelöst werden. Ebenso führten bandbegrenzte Rauschsignale (BP-Rauschen) zu keiner Reaktion bei den Möwen.

Reintöne im Hörfrequenzbereich mit Pegeln über 100 dB am Standort der Möwe lösten anfangs teilweise starke Reaktionen aus (Abb.12). Die Wirkung der Reize ließ jedoch selbst bei Frequenzänderung von Reiz zu Reiz schnell nach, so daß auch hochpegelige Reintonreize als unwirksam bezeichnet werden müssen..

Ferner wurden amplitudenmodulierte Signale (AM) mit verschiedenen Trägerfrequenzen eingesetzt, deren Modulationsfrequenz zwischen 1 und 200 Hz variierte.

Als Träger wurden 2 und 3 kHz benutzt, bei denen die stärksten Reaktionen für Reintöne aufgetreten waren. Die Möwen zeigten bestenfalls eine Reaktion der Stufe 1, so daß auch amplitudenmodulierte Signale als unwirksam bezeichnet werden müssen. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich folgende Signale als unwirksam erwiesen:

- Infraschall und tieffrequenter Schall,
- Reintöne im Hörbereich,
- Ultraschall,
- amplitudenmodulierte Reintöne,
- Rauschsignale.

4.3. Vergrämungswirksame Schallsignale.

Starke Reaktionen konnten bei Verwendung von frequenzmodulierten Signalen beobachtet werden. Die erreichbare Reaktion ist abhängig von den Signalparametern Startfrequenz, Frequenzspanne und Modulationsfrequenz.

Bei frequenzmodulierten Signalen beobachtete man, daß mit steigender Startfrequenz eine Abnahme der Reaktion bei den Möwen eintrat. Mit Signalen, deren Startfrequenz unter 300 Hz lag (und einer Frequenzspanne über 2 kHz) wurden die stärksten Reaktionen erzielt. Variierte man die modulierte Frequenzspanne, so traten die stärksten Reaktionen bei Spannen zwischen 2 kHz und 5 kHz auf.

Großen Einfluß auf die Reaktion der beschallten Möwen hatte die Modulations-

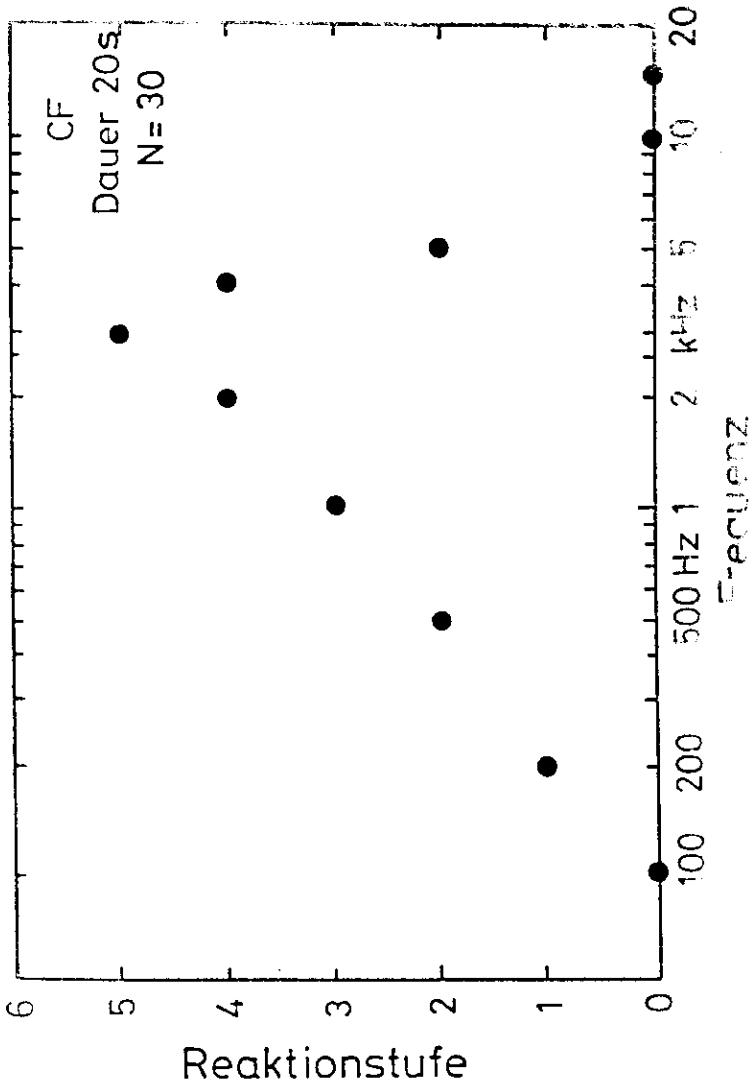


Abb.12: Reaktion der Möwen auf Reintöne (CF) der Dauer $t=20$ s bei Signalpegeln über 100 dB am Standort der Möwen. Abszisse: Tonfrequenz.

frequenz des FM-Signals. Bei gleicher Startfrequenz und gleicher Frequenzspanne stellte sich heraus, daß FM-Signale mit Modulationsfrequenzen von weniger als 0.5 Hz keine Reaktion bei den Möwen auslösten. FM-Signale mit Modulationsfrequenzen über 0.5 Hz zeigten leichte (Stufe 2) bis starke (Stufe 6) Reaktionen der Möwen.

Die Dauer des Vergrämungsreizes spielte nur eine untergeordnete Rolle. Auf Reize, welche Reaktionen der Stufe 5 oder 6 hervorriefen, reagierten die Möwen innerhalb von 2 s nach Beginn der Beschallung. Die Reaktionszeiten für Reize mit niedrigeren Reaktionsstufen 2-4 betrug bis zu 10 s. Um die Gewöhnung der Möwen an die Vergrämungssignale so gering wie möglich zu halten, wurde eine maximale Signaldauer von 20 s eingehalten. Bei einer Signaldauer von 20 s war sichergestellt, daß zurückkehrende Möwen erneut vergrämt wurden.

5. Gerätekonzept zur akustischen Vogelvergrämung.

Aus den experimentell ermittelten Schallsignalen wurde eine Gruppe frequenzmodulierter Schallsignale ausgewählt, die folgende Merkmale aufwiesen:

- Überstrichener Frequenzbereich über 4 kHz
- Modulationsfrequenz zwischen 0.5 und 20 Hz.

Diese Signale wurden über einen längeren Zeitraum auf einer Mülldeponie gegen Möwen getestet und erwiesen sich als wirksam über einen Zeitraum von mehr als einem Monat. Bei den bisher mit Laborgeräten durchgeführten Vergrämungsversuchen hatte sich bei Möwen und Staren gezeigt, daß hörbare, frequenzmodulierte akustische Signale mit einem Schalldruckpegel von 60 dB am Einwirkungsort wirksame Abschreckreize darstellen.

Auf dieser Basis wurde ein Gerätekonzept erarbeitet, das folgende Eigenschaften aufweist:

- netzunabhängig mit geringem Stromverbrauch
- automatische und manuelle Auslösung
- einfache Schaltung
- kostengünstige Realisierung und Nachbaumöglichkeit
- automatische Variation der Vergrämungslaute
- prinzipiell anpaßbar an verschiedene Vogelarten
- nachrüstbar mit intelligenten Auslösern

Es besteht aus den Funktionsblöcken Ablaufsteuerung, Stromversorgung, Signal-

generator und Wiedergabeeinheit.

Das Gerät ist in einem kompakten Gehäuse zusammengefaßt und strahlt den Schall über einen eigenen Lautsprecher mit Prallplatte und entsprechender Rundumcharakteristik oder über aufgesetzte Hornlautsprecher ab.

Mit diesem Gerät wurden weitere Versuche auf einer Mülldeponie durchgeführt. Daraus ergaben sich folgende Beobachtungen:

- Bei hohem Betriebslärm von 85 dB (A) und großer Vogelzahl (5000 Tiere) blieb die Reaktion der Möwen nach der sechsten Versuchswoche auf einen Radius von etwa 30 m beschränkt.
- Bei geringem Betriebslärm unter 75 dB (A) und großer Vogelzahl ist eine starke Fluchtreaktion auch noch in der zehnten Versuchswoche zu beobachten. Die Rückkehrdauer betrug je nach Fraßdruck 30 Sekunden bis 10 Minuten.
- Bei geringer Vogelzahl (250 Stück) kann man während der gesamten Versuchsdauer eine starke Vergrämungswirkung beobachten. Die Rückkehrdauer beträgt im Durchschnitt 1 Stunde.
- Wenn man die Vögel beim Anflug des Freßplatzes beschallt, zeigen sie deutliche Reaktionen. Je nach Fraßdruck liegt zwischen aufeinanderfolgenden Anflügen eine Zeitspanne von 20 Sekunden bis 15 Minuten.
- Sehr starke Reaktionen der Möwen auf die Vergrämungssignale erzielt man bei Beschallung der Ruheplätze der Vögel. Die Rückkehrdauer beträgt hier im Durchschnitt eineinhalb Stunden.

Während der Erprobung der Geräte wurden keine negativen Auswirkungen auf andere Tiere, speziell Hunde, Kühe und Rehe beobachtet. Das Arbeitspersonal fühlte sich durch die Vergrämungslaute im Hörfrequenzbereich (250 Hz bis 5000 Hz, Pegel 90 dB(A) in 10 m Entfernung, nicht belästigt.

5. Schlußfolgerungen.

Durch systematische Untersuchungen des Vogelgehörs wurde festgestellt, daß für den Menschen unhörbarer Schall, das heißt Ultraschall und Infrachall für die Vogelvergrämung ungeeignet und unwirksam ist.

Zur Beurteilung der Hörbarkeit von Schallsignalen hat sich die Hörschwellenkurve der Vögel als geeignet erwiesen.

Auf der Grundlage von Verhaltenstests wurde eine Gruppe von hochwirksamen Schallsignalen identifiziert, die bei ruhiger Umgebung schon bei Pegeln von über 60 dB am Einwirkungsort bei ruhenden Vögeln Fluchtreaktionen auslösen. Bei höheren Umgebungsgerauschen muß der Pegel des Vergrämungssignals deutlich (etwa 6 dB) über dem Störgeräuschpegel liegen.

Die Vergrämungssignale wurden speziell für Möwen ausgelegt. Man konnte dabei aber auch eine stark abschreckende Wirkung auf einfliegende Starenschwärme feststellen.

Zur weiteren Verbesserung der Vergrämungswirkung ist es notwendig, die Vergrämungssignale gezielt auszulösen. Dies kann durch Funkauslösung von einem Beobachter erfolgen oder durch einen intelligenten Auslöser, der jeweils ein Signal beim Anflug von Vögeln auslöst.

Als Dauer der Schallsignale haben sich 20 Sekunden mit einer Einschaltpause von 5 Minuten bewährt.

Das Gerät, das aufgrund systematischer Versuche entwickelt wurde, muß derzeit noch im Dauereinsatz seine Wirksamkeit erweisen und wird nach erfolgreicher Erprobung in Serie hergestellt werden. Dabei sollen verschiedene Ausführungen für die wichtigsten Anwendungsgebiete angeboten werden.

7. Literatur.

- BRAND, A.R. und KELLOG, P.P. (1939) : Auditory responses of starlings, English sparrows, and domestic pigeons. *Wilson Bull.* 51: 38-41.
- DOOLING, R.J., S.R. : Auditory sensitivity, equal loudness, temporal resolving power and vocalizations in the house finch (*Carpodacus mexicanus*). *J.Comp.Physiol.Psychol.* 92:767-876.
- RAYLIS (1978)
- EDWARDS, E.P. (1943) : Hearing ranges of four species of birds. *Auk.* 60: 239-241.
- GAUDIN, E.P. (1968) : On the middle ear of birds. *Acta Oto-laryngologica* 65: 316-326.
- GAY, W.L. (Ed.) (1973) : *Methods of animal experimentation.* Academic Press. New York.
- GREENEWALT, C.J. (1968) : *Bird song: acoustics and physiology.* Washington: Smithsonian Institut.
- HERBERTZ, J. und K. GRÜTTER (1981) : Untersuchungen zur hörkurvenmäßigen Bewertung von Ultraschall in Luft. In: *Fortschritte der Akustik, DAGA 81,* 509-512.
- HILL, J. (1970) : Vögel auf Flugplätzen (Biologische Untersuchung, Bekämpfungs- und Vergrämungsmaßnahmen). Merkheft 1, Amt für Wehrgeophysik.
- KEIL, W. (1965) : Erfahrungen zur phonoakustischen Vertreibung von Starren (*Sturnus vulgaris*) aus ihren Schlafplätzen. *Luscinia* 38: 78-85.
- KNECHT, R. (1940) : Über den Gehörsinn und die Musikalität der Vögel. *Z. vergl.Physiol.* 27: 169-232.

- MANLEY,G.A. (1971) : Some aspects of the evolution of hearing in vertebrates. *Nature* (London) 230: 506-509.
- MARKL,H. und G. HEFFNER (1973) : Die Hörschwelle der Maus (*Mus musculus*). Eine kritische Wertung der Methoden zur Bestimmung der Hörschwelle eines Säugetiers. *Z.Tierpsychol.* 33: 274-286.
- MARSHALL,A.J.(ed.) (1961) : *Biology and comparative anatomy of birds*. Academic Press.
- MASTERTON,B., H. HEFFNER und R.RAVIZZA (1969) : The evolution of human hearing. *J.Acoust.Soc.Am.*45: 966-985.
- POPPER,A. und R.FAY (Eds.)(1980) : *Comparative studies of hearing in vertebrates*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 261-288.
- SACHS,M.B., J.M.SINNOTT und R.D.HIENZ (1978) : Behavioral and physiological studies of hearing in birds. *Fed.Proc.*37: 2329-2335.
- SCHWARTZKOPF,J. (1959) : Ausgestrahlte Starenschreckrufe als schonendes Mittel im Konkurrenzkampf zwischen Mensch und Kulturfolger. *Orion* 14: 884-886.
- SCHWARTZKOPF,J. (1968) : Structure and function of the ear and of the auditory brain areas in birds. In: A.V.S.De Renck +Julie Knight (Eds.). *Hearing mechanisms in vertebrates*. Boston.
- TAKASAKA,T. und C.A. SMITH (1971) : The structure and innervation of the pigeon's basilar papilla. *J.Ultrastruct. Res.*35: 20-65.
- VAN TYNE,J. und A.J. BERGER (1971) : *Fundamentals of ornithology*. New York: Dover.

Anmerkung der Redaktion .

Die in dem Beitrag von Dr.Beuter und R.Weiss geschilderten positiven Erfahrungen mit frequenzmodulierten Schallsignalen zur Vogelvergrämung konnten bei der praktischen Erprobung auf einem Flugplatz der Bundeswehr nicht bestätigt werden. Über die Ergebnisse sowie die grundsätzlichen Probleme beim Einsatz von pyro- und elektroakustischen Vergrämungsanlagen wird in Vogel und Luftverkehr 8 (1) 1988 berichtet werden.

Anschrift der Verfasser:

Dr.Karl Beuter/Dipl.Ing.Rainer Weiss
 Battelle Institut e.V.
 Am Römerhof 35
 6000 Frankfurt/Main 90