

Scandinavia. Ibis 116: 522–542. • Alerstam, T., & Ulfstrand, S. (in press): Diurnal migration of passerine birds over South Sweden in relation to wind direction and topography. *Ornis Scand.* • Ashmole, M. J. (1962): The migration of European thrushes: a comparative study based on ringing recoveries. Ibis 104: 314–346, 522–559. • Edelstam, C. (1972): The visible migration of birds at Ottenby, Sweden. *Vår Fågelvärld. Supplementum* 7. • Evans, P. R. (1966): Migration and orientation of passerine night migrants in northeast England. *J. Zool., Lond.* 150: 319–369. • Gauthreaux, S. A. (1972): Behavioral responses of migrating birds to daylight and darkness: a radar and direct visual study. *Wilson Bull.* 84: 136–148. • Lack, D. (1963): Migration across the southern North Sea studied by radar. Part 4. Autumn. Ibis 105: 1–54. • Lee, S. L. B. (1963): Migration in the Outer Hebrides studied by radar. Ibis 105: 493–515. • Lennerstedt, I. (1958): Fågelsträcket vid Falsterbo år 1954. *Vår Fågelvärld* 17: 303–331. • Mork, K. (1974): Ringmerkningsresultat for raudvengtrost, *Turdus iliacus*, i Norge. *Sterna* 13: 77–107. • Myres, M. T. (1964): Dawn ascent and re-orientation of Scandinavian thrushes (*Turdus* spp.) migrating at night over the northeastern Atlantic Ocean in autumn. Ibis 106: 7–51. • Nisbet, I. C. T. & Drury, W. H. (1967): Orientation of spring migrants studied by radar. *Bird Banding* 38: 173–186. • Nordström, G. (1963): Einige Ergebnisse der Vogelberingung in Finnland in den Jahren 1913–1962. *Ornis Fenn.* 40: 81–124. • Parslow, J. L. F. (1969): The migration of passerine night migrants across the English Channel studied by radar. Ibis 111: 48–79. • Pennycuik, C. J. (1969): The mechanics of bird migration. Ibis 111: 525–556. • Perdeck, A. C. (1970): The standard direction of the Scandinavian Chaffinch during autumn migration throughout its area of passage. *Ardea* 58: 142–170. • Rabøl, J. (1970): Displacement and phaseshift experiments with nightmigrating passerines. *Ornis Scand.* 1: 27–43. • Rudebeck, G. (1950): Studies on bird migration. *Vår Fågelvärld. Suppl.* 1: 1–148.

Anschrift des Verfassers: Thomas Alerstam, Dept. of Animal Ecology, Zoological Institute, Helgonavägen 5. S-223 62 Lund, Schweden.

Die Vogelwarte 28, 1975: 17–44

Aus der Abteilung für Verhaltensforschung des Zoologischen Institutes der Universität Bern, Feldstation Röst, Norwegen

Lautäußerungen junger Trottellummen (*Uria a. aalge*) als individuelle Merkmale

Von Mathilde Schommer und Beat Tschanz¹⁾

Inhaltsverzeichnis	Seite
A. Einleitung	18
B. Tiere, Material, Methode	19
1. Tiere, Material	19
2. Methode	20
2.1. Herstellen von Tonbandaufnahmen	20
2.2. Auswerten der Tonbandaufnahmen	20
2.3. Beschreiben der Rufe	21
C. Resultate und Folgerungen	25
1. Die Ruftypen	25
2. Arttypische Merkmale der Rufe	26
2.1. Vergleich der Ruftypen	26
2.2. Variationen der Ruftypen	28
2.3. Entwicklung der Rufe	29

¹⁾ Mit Unterstützung des Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung Nr. 3.72.68 und 3.215.69.

18	M. Schommer, B. Tschanz: Lautäußerungen junger Trottellummen	Die Vogelwarte
3.	Individuelle Merkmale der Rufe	31
3.1.	Individuelle Merkmale bei den Rufen 3 bis 4 Wochen alter Küken	31
3.1.1.	Individuelle Merkmale einzelner Ruftypen	31
3.1.2.	Gemeinsame individuelle Merkmale in verschiedenartigen Ruftypen	38
3.2.	Individuelle Merkmale der Rufe jüngerer Küken	38
D.	Diskussion	40
1.	Diskussion der Resultate	40
2.	Diskussion der Methode	41
E.	Zusammenfassung	42
F.	Summary	43
G.	Literatur	43

A. Einleitung

Trottellummen (*Uria a. aalge*) brüten auf Felssimsen an den Meeresküsten der nördlichen Hemisphäre in Kolonien, und zwar oft dicht beieinander. Jedes Paar zieht ein einziges Junges auf (Abb. 1). Obschon die Küken von einem Altvogel zum andern wandern könnten, tun sie es nicht. Offenbar verhindern gewisse Isolationsmechanismen die interfamiliäre Aufzucht der Jungen (TSCHANZ 1959, 1964, 1968).

Einer dieser Mechanismen scheint bei den Trottellummen die persönliche akustische Beziehung zwischen dem Jungen und seinen Eltern zu sein: nach TSCHANZ (1964) nähern sich die Küken nur einem Lautsprecher, aus welchem der Annahmelaut (= Lockruf) einer der beiden Eltern ertönt; dem Annahmeruf fremder Trottellummen folgen sie nicht. Analog reagieren die Eltern bevorzugt auf bestimmte Rufe des eigenen Jungen, und zwar spätestens, wenn es zehn Tage alt ist (TSCHANZ mündl. Mitt.).

Die Rufe verschiedener Individuen können nur unterschieden werden, wenn sie unterschiedliche Merkmale haben. Welche Merkmale des Annahmerufes adulter Trottellummen das Küken lernt, ist von TSCHANZ (1968) untersucht worden: die Impulsfolge (Länge und Kadenz der Impulse), Klangfarbe, Tonhöhe, Lautstärke der Einzelimpulse und die Lautgestalt.

Bei anderen Arten wurden als individuelle Merkmale der Altvogelrufe ermittelt:

- Anzahl, Form, Dauer der Elemente, Dauer der Pause zwischen den Elementen, Tonhöhe und Klangfarbe als ganzes bei der Aztekenmöwe (*Larus atricilla*); BEER 1970
- Gestalt bei zwei amerikanischen Möwenarten (*Larus bulleri* und *L. delawarensis*); EVANS 1970a zit. in BEER 1970
- unter anderem Dauer, Feinstruktur, Tonhöhe, Gesamteindruck (Klangmelodie) bei der Brandseeschwalbe (*Sterna sandvicensis*); HUTCHISON, STEVENSON & THORPE 1968
- Amplitudenhülle-Veränderungen in der Zeit beim Baßtölpel (*Sula bassana*); WHITE & WHITE 1970
- Feinstruktur der Silben bei Fuchsdrosseln (*Hylocichla*); STEIN 1956 zit. in BEER 1970
- unter anderem Dauer der Krährufe, Pause dazwischen, bei der amerikanischen Krähe (*Corvus brachyrhynchos*); THOMPSON 1969 zit. in BEER 1970
- Tonhöhe, Geschwindigkeit und Details der Phrasierung beim Goldkopfwaldsänger (*Seiurus aurocapillus*); WEEDEN & FALLS 1959 zit. in MARLER & HAMILTON 1966
- absolute Tonhöhe, Tonhöhenunterschiede zwischen den Elementen, Elementenlänge, relative Lautstärke verschiedener Elemente, mittlere Elementenzahl beim Weißkehlammerfinken (*Zonotrichia albicollis*); FALLS 1969
- Frequenzmuster der Silben bei einer amerikanischen Finkenart (*Papilio fuscus*); MARLER & ISAAC 1960b zit. in BEER 1970
- Strophenlänge, Strophenzahl, Sequenz und Art der Motive beim Zebrafinken (*Taeniopygia guttata castanotis*); IMMELMANN 1969

- Struktur der Silben, die den Gesang aufbauen, beim Oregon-Junco (*Junco oregonus*); KONISHI 1964 zit. in MARLER & HAMILTON 1966
- Frequenzspektrums-Muster bei der Schwirrammer (*Spizella passerina*); MARLER & ISAAC 1960a zit. in BEER 1970

Als individuelle Merkmale bei Jungenrufen wurden festgestellt:

- bei den Gösseln von vier Gänsearten (*Anser indicus*, *A. caerulescens*, *A. albifrons* und *Branta canadensis*) die Tonhöhe und die Silbenzahl pro Laut; WÜRDINGER 1970
- bei Tordalken-Küken (*Alca torda*) hauptsächlich die unterschiedlichen Tonhöhen-schwankungen in bestimmten Rufen, und zwar spätestens vom zehnten Tage an; INGOLD 1973.

In der vorliegenden Arbeit, die wir in den beiden Sommern 1969 und 1970 auf Röst, einer der südlichsten Lofoteninseln (Norwegen), durchführten, wird untersucht, an welchen Rufmerkmalen die Trottellummenküken sich unterscheiden lassen und von welchem Alter an dies möglich ist.

Die individuellen Merkmale müssen von den arttypischen abgegrenzt werden. Zu diesem Zwecke werden die Lautäußerungen eines Einzelieres untereinander (siehe Kap. C. 1 und C. 2) und verschiedener Tiere miteinander (Kap. C. 3) verglichen. Die allein einem oder mehreren Rufen eines Einzelkükens zukommenden Merkmale sind die gesuchten individuellen Charakteristika.

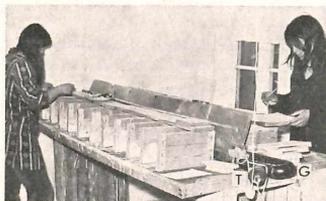


Abb. 1 (links): Sechs Tage altes Trottellummenküken.

Abb. 2a (Mitte): Gesimsekästchen mit Geberitröhren (G) und Tauchsieder (T). Masse eines Einzelkästchens: Höhe 19 cm, Breite 15 cm, Tiefe 45 cm.

Abb. 2b (rechts): Zwei Freilandgehege. Masse des Geheges links: Höhe 40 cm, Breite 50 cm, Tiefe 40 cm.

Dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung möchten wir herzlich danken für die zur Verfügung gestellten Mittel. Dank sei auch gesagt den vielen norwegischen Freunden auf Röst – besonders Herrn und Frau ROALD und KARI OLSEN und den Mitarbeitern in der Forschungsgruppe. – Fräulein ANGELIKA JENNY und den Herren Dr. PAUL INGOLD, ALEX OBERHOLZER und Dr. JÜRIG WEHRLIN – für ihre Hilfe bei der Aufzucht der Küken, beim Beobachten und beim Sammeln des Tonbandmaterials. Herzlichen Dank schulden wir auch den Herren Dr. LÖHRL, Dr. THIELCKE und WÜSTENBERG, die es ermöglichten, in der Vogelwarte Radolfzell einen Teil der Sonogramme herzustellen. Schließlich danken wir Frau MARTINA SCHARF-Hirsbrunner, Fräulein EVELINE SCHOMMER und den Herren Dr. PAUL INGOLD und PIERRE SCHOMMER für die kritische Durchsicht des Manuskriptes sowie Herrn CLIFFORD BAKER für die Hilfe beim Übersetzen der Zusammenfassung ins Englische.

B. Tiere, Material, Methode

1. Tiere, Material

26 Trottellummen wurden künstlich in einem Brutkasten „La Nationale“ bei 38,9°C erbrütet, von Hand je nach Alter in verschiedenen Halteanlagen aufgezogen (siehe unten) und im Alter von 1½ bis 2 Monaten aufs Meer ausgesetzt.

Wir fütterten tiefgefrorene Sprotten (*Sprattus sprattus* = *Clupea sprattus*).

Die 2–5 (–7) Tage alten Küken hielten wir in einer „Wärmekiste“ mit einer Bodenfläche von 40 × 83 cm und von 60 cm Höhe. Die je 14 Jungen pro Kiste waren durch 12 cm hohe Wände voneinander getrennt. Der Boden bestand, wie bei allen übrigen Halteanlagen, aus einem Gitterrost. Von der Decke her erwärmten 2 Kohlenfadenlampen die Kiste.

Die 5 (–7) –12 (–15) Tage alten Küken wurden in „Gesimsekästchen“ (Abb. 2 a) gehalten. An wassergefüllten Geberitröhrchen konnten sie sich wärmen. Das Wasser wurde durch einen Tauchsieder und Thermostaten auf 30° C gehalten.

Vom 12. (–15.) Tage an bis zur Aussetzung, aufs Meer hielten wir je etwa 6 Junge zusammen in Gehegen (Abb. 2 b). Je eine Infrarotlampe pro Gehege erwärmte die Küken.

Bei der Herstellung von Tonbandaufnahmen verwendeten wir 1 Tonbandgerät „Nagra III“ (Firma KUDELSKI, Cheseaux/Schweiz) mit Netzanschluß, 1 Sennheiser MD 21-Tauchspulmikrofon mit Windkorb, Tonbänder AGFA PE 41 mit 19 cm/sec Vorlaufgeschwindigkeit, sowie einen schallgedämpften Raum: Einen von Außenlärm gut abgeschirmten Raum kleideten wir an den Wänden und an der Decke mit Tüchern und Glasfibernmatten aus, um Widerhall zu vermeiden.

Bei der Auswertung der Tonbandaufnahmen benutzten wir zum Abhören dasselbe Tonbandgerät wie für die Herstellung, Kopfhörer und ein Musikinstrument oder einen Tongenerator; zum Kopieren: ein zweites „Nagra III“, ein Verbindungskabel und Tonbänder AGFA PE 41.

Sonagramme wurden mit Sonagrafen der Firma KAY Electric vom Typ 6061 A und B hergestellt.

2. Methode

2.1. Herstellen von Tonbandaufnahmen

a) Vorgehen

Küken im Ei Vom ersten Piepen an, 90–100 Stunden vor dem Schlüpfen, wurden die Rufe von zwölf Küken im Ei auf Tonband aufgenommen. Das Ei brachten wir für die Tonbandaufnahmen jeweils in den schallgedämpften Raum (siehe oben). Dort nahmen wir die Laute des Kükens im Ei auf Tonband auf, erstens während wir das Ei fünf Minuten lang vor dem Mikrofon in der Hand drehten und zweitens während es anschließend für eine Stunde auf einem feuchten Tuch vor dem Mikrofon lag. Für genügend Wärme (38,9° C) sorgte eine in der Höhe regulierbare Infrarotlampe über dem Ei und für Feuchtigkeit ein benetztes Tuch.

Geschlüpfte Küken: Bis ca. 1 Woche alte Küken brachten wir für die Tonbandaufnahmen in einer Schachtel in den schallgedämpften Raum (s. oben) auf eine Kiste von etwa 1 Meter Seitenlänge, ältere ihrer stärkeren Stimme wegen ins Freie in eine quadratische Vertiefung von ungefähr derselben Seitenlänge. Das Küken konnte sich während der Aufnahmen zeitweise frei bewegen, es wurde in der Hand eingekuschelt und wieder ausgekuschelt, es bekam etwas zum Picken (einen Finger, Fisch), und es hörte unsere Stimme, wenn wir die Situation, die Tätigkeiten und Haltungen des Kükens auf dasselbe Tonband protokollierten.

b) Anzahl

Wir stellten ca. 450 Tonbandaufnahmen her mit insgesamt mindestens 40 000 Einzelrufen. Wie häufig wir die Rufe bei jedem Küken festhielten, zeigt Tab. 1 am Beispiel des Jungen Nr. 57. Bei etwa der Hälfte der Küken fehlen „Eiaufnahmen“

2.2. Auswerten der Tonbandaufnahmen

a) Akustisch

Wir hörten uns die Tonbandaufnahmen mit den Kükenrufen und dem gesprochenen Protokoll mehrmals an und gruppierten die Rufe aufgrund ihres Zusammenhanges mit bestimmten Situationen, Aktivitäten und Haltungen und ihrer akustisch feststellbaren Merkmale (siehe S. 25). Die Rufe nummerierten wir fortlaufend, so daß die Abbildungen und die Rufe auf dem Tonband einander jederzeit eindeutig zugeordnet werden können.

Um einzelne Rufmerkmale (siehe Tab. 2) erfassen zu können, bedienten wir uns folgender Hilfsmittel: Verringerung der Bandvorlaufgeschwindigkeit, um den Tonhöhenverlauf besser verfolgen zu können, Abspielen eines Einzelrufes von einem „endlosen Band“ und gleichzeitiges Wiedergeben anderer Laute, um verschiedenartige Rufe akustisch miteinander vergleichen zu können und Vergleichen der Tonhöhe mit dem Ton eines Musikinstrumentes oder Tongenerators.

b) Optisch

Von einem Teil der auf Tonband festgehaltenen Rufe stellten wir Sonagramme her. Bei fünf Küken (Nr. 37, 57, 40, 81, 151) berücksichtigten wir dabei alle Rufotypen und Übergangsformen, bei den übrigen nur die häufigsten. Über die Zahl sonagrafierter Rufe gibt Tab. 1 am Beispiel des Kükens Nr. 57 Auskunft.

Tab. 1: Dauer der Tonbandaufnahmen, Anzahl dabei festgehaltener Rufe und Anzahl sonografierter Rufe des Kükens Nr. 57

Alter	Zustand des Eies	Dauer der Aufnahme	Anzahl Rufe in der Aufnahme	Anzahl Rufe im Sonogramm
71 Std. vor dem Schlüpfen	intakt	5 Min.	91	60
71 Std. vor dem Schlüpfen	intakt	1 Std.	13	13
57 Std. vor dem Schlüpfen	Pickloch ²⁾	1 Std.	35	31
35 Std. vor dem Schlüpfen	Atemloch ²⁾	5 Min.	72	44
35 Std. vor dem Schlüpfen	Atemloch	1 Std.	59	8
Während des Schlüpfens		2 mal 30 Min.	83	59
14 Std. nach dem Schlüpfen		10 Min.	60	43
2½ Tage		10 Min.	122	40
5½ Tage		10 Min.	94	39
10 Tage		10 Min.	131	31
14 Tage		10 Min.	236	48
18 Tage		10 Min.	338	42
23 Tage		10 Min.	175	150
26 Tage		10 Min.	274	147
30 Tage		10 Min.	169	108
34 Tage		10 Min.	195	4
39 Tage		10 Min.	276	4
45 Tage		10 Min.	393	14
52 Tage		10 Min.	275	5
Total			3091	890

²⁾ siehe TSCHANZ 1968.

Die genannten fünf Küken waren die ersten fünf, deren Rufe wir schon vor dem Schlüpfen auf Tonband aufzunehmen begonnen hatten. Wir wählten sie für die nähere Untersuchung anhand dieses Kriteriums aus, und so kann von einer zufälligen Auswahl der Tiere gesprochen werden.

Um Sonogramme herstellen zu können, überspielten wir die Rufe zum Teil vom Originalband, zum Teil von einem Kopieband auf den Sonografen.

Den Sonografen stellten wir folgendermaßen ein: Breitband-Einstellung („wide“), welche zeitlich besser auflöst (u. a. THIELCKE 1966 und 1970a), lineare Frequenzskala (wie üblich) und AGC (Automatic gain control) auf 0, was die klarste Darstellung der Obertonhöhenbänder ergibt, ohne das Grundtonhöhenband zu schwächen. Bei der Auswertung der Sonogramme wurde folgendes vorgenommen: Fotografische Verkleinerung, damit möglichst viele Sonogramme gleichzeitig überblickt und miteinander verglichen werden konnten und Vielfältigen dieser Fotografien durch Fotokopieren. Für Messungen (siehe Abb. 3a und b) benutzten wir immer die Originalsonogramme.

2.3. Beschreiben der Rufe

a) Lautmalerische Beschreibung

Wir versuchen in der lautmalerischen Beschreibung, die Gliederung, die Klangqualität und den Tonhöhenverlauf (siehe Tab. 2) der Rufe nachzuahmen (vgl. BAEUMER 1955, TSCHANZ 1968 und INGOLD 1973).

b) Definition von Laut, Ruf, Element

Wie THIELCKE (1970 und 1971) und THIELCKE & THIELCKE (1970) verwenden wir Ruf und Laut synonym. Ein Ruf (oder Laut) kann aus einem Element (einfacher Ruf) oder aus mehreren Elementen bestehen (zusammengesetzter Ruf³⁾). Unter einem Element verstehen wir analog THIELCKE (1966) beim Gesang der Singvögel „den kleinsten in der Zeit ungeteilten ‚Ton‘ einer Strophe“. Diese Definition entspricht derjenigen von MULLIGAN (1966) für „note“: „A note is a sound producing a continuous trace on the spectrogram“

³⁾ Der Begriff des zusammengesetzten Rufes entspricht demjenigen der Lautfolge bei TEMBROCK (1960).

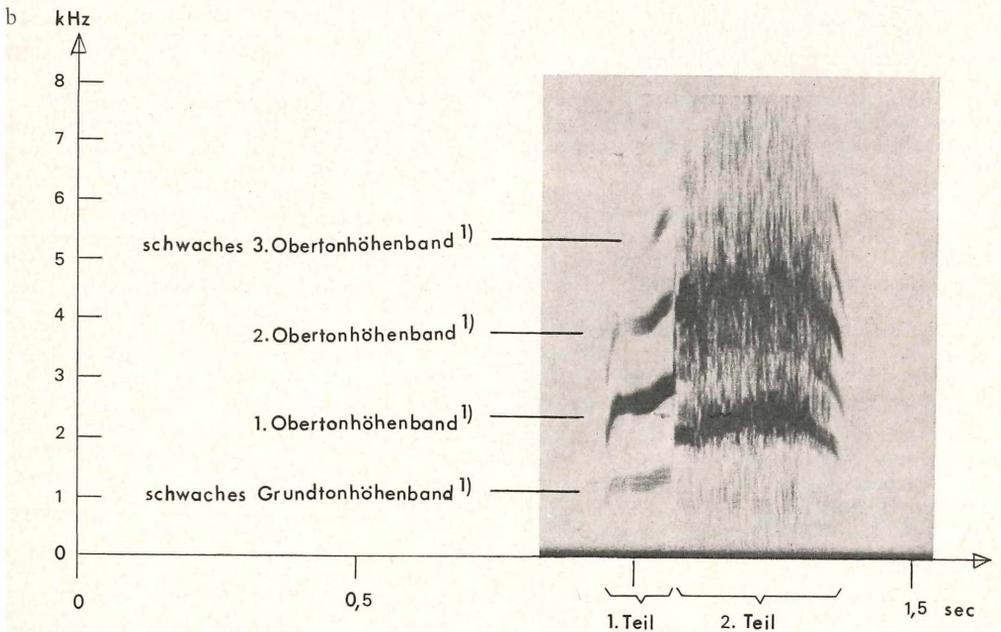
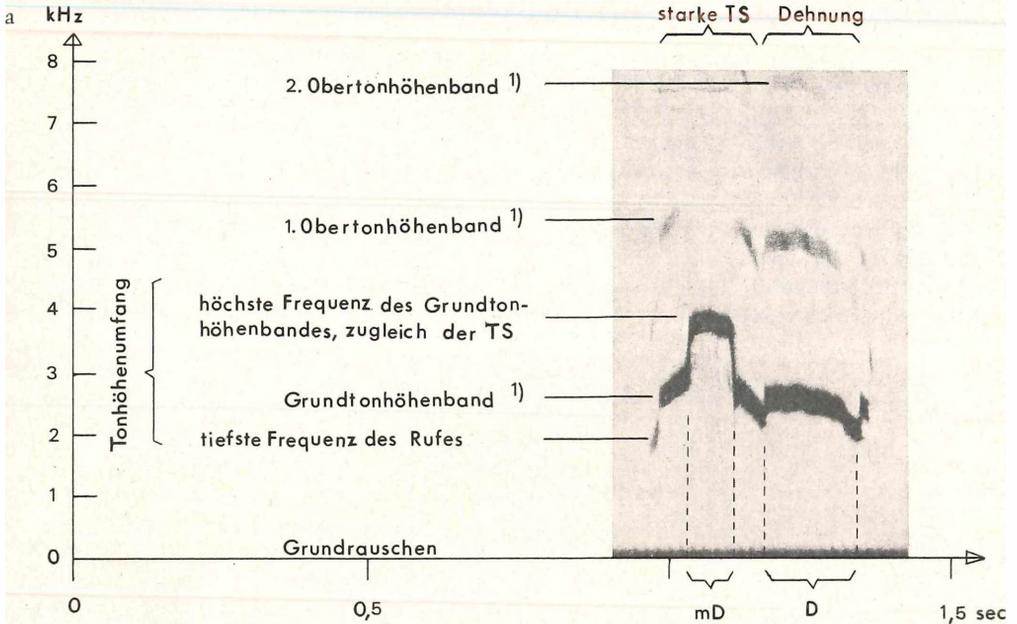


Abb. 3: Darstellung der auffälligsten und in der vorliegenden Arbeit weitgehend berücksichtigten Rufeigenschaften im Sonogramm: a Klang, b 1. Teil = Klang, 2. Teil = Geräusch. Ausführliche Angaben zum Lesen von Sonagrammen findet man u. a. bei ANDRIEU (1963) und bei THIELCKE (1966 und 1970). TS = Tonhöhenschwankung, mD = mittlere Dauer der starken TS, D = Dauer der Dehnung. ¹⁾ Im Resultatenteil beschränken wir uns auf die Beschreibung des Grundtonhöhenbandes.

c) Morphologische und physikalische Begriffe

Begriffe, welche einen Eindruck charakterisieren, nennen wir morphologische Begriffe und die Eigenschaften (Merkmale), die wir damit beschreiben, morphologische Eigenschaften. Wir benützen nach Möglichkeit solche Begriffe, die sowohl den akustischen als auch den optischen Eindruck wiedergeben wie etwa Tonhöhenschwankung, Dehnung usw. (Tab. 2, 1. und 2. Kolonne; Abb. 3a und b).

Den morphologischen Begriffen stehen die physikalischen Parameter gegenüber, die wir mit Meßwerten erfassen, wie etwa die Frequenz, Dauer usw. (Tab. 2, 3. Kolonne; zu den verschiedenen Ebenen der Beschreibung tierischer Laute siehe BROUGHTON 1963).

Tab. 2: Zusammenstellung der in der vorliegenden Arbeit zur Beschreibung der Rufe weitgehend verwendeten morphologischen und der ihnen entsprechenden physikalischen Begriffe.

Morphologische Begriffe		Entsprechende physikalische Begriffe
zum akustischen Eindruck	zum optischen Eindruck	
Dauer	Dauer	Dauer
Lautstärke	Lautstärke	Amplitude der Schallschwingungen
Tonhöhe	Tonhöhe	Frequenz (Schwingungszahl pro Zeiteinheit) in Hertz
Tonhöhenbewegungen (TRENBROCK 1959):	Tonhöhenverlauf (TRENDELENBURG 1950, THIELCKE 1970a, 1971):	Muster der Frequenzänderungen in der Zeit:
– Tonhöhenschwankung (THIELCKE 1971, INGOLD 1973)	– Tonhöhenschwankung	– relativ rasche Frequenzzu- und -abnahme
– Dehnung (INGOLD 1973)	– Dehnung	– keine oder nur langsame und geringe Frequenzzu- und / oder -abnahme
Tonintervall (TRENDELENBURG 1950): Sekunde, Terz usw.	—————	Verhältnis (Quotient) der Schwingungszahlen zweier Töne (nach TRENDELENBURG 1950)
—————	Tonhöhenumfang (THIELCKE 1966, KEAR 1968; Frequenzbereich, TRENDELENBURG 1950, WÜRDINGER 1970)	Differenz der Schwingungszahlen zweier Töne
Klangqualität: – Ton	Klangqualität: – ein einziges, diskretes Tonhöhenband (THIELCKE 1966, 1970a)	Frequenzspektrum: – sinusförmige Schallwelle (nach TRENDELENBURG 1950, SEILER & HARDMEIER 1970)
– Klang	– Tonhöhenbänder \pm diskret, harmonisch verteilt	– zeitlich periodische, aber nicht sinusförmige Schallwelle (SEILER & HARDMEIER 1970)
– Mehrstimmigkeit ⁴⁾ (SAUER 1954, THORPE 1961)	– Tonhöhenbänder \pm diskret, nicht harmonisch verteilt	– additive Mischung von zwei oder mehr periodischen Schallwellen
– Geräusch	– Tonhöhenbänder nicht diskret verteilt	– unregelmäßige Schallwellen (SEILER & HARDMEIER 1970)
Gliederung (Zeitmuster, Rhythmus)	Gliederung (Zeitmuster)	Zeitmuster aus der Dauer der Elemente und der Pausen zwischen ihnen

⁴⁾ Mehrstimmigkeit tritt in vielen Lauten der Trottellummenküken im Ei und in einzelnen Rufen älterer Küken auf und ist auch bei Singvögeln verbreitet.

Die Ruftypen (s. S. 25) und ihre situationsabhängigen Variationen (S. 28) beschreiben wir in der vorliegenden Arbeit nur morphologisch, die entwicklungsabhängigen Variationen (S. 29) und die individuellen Merkmale (S. 31) dagegen morphologisch und physikalisch.

d) Anmerkung zur Darstellung der Rufe im Sonogramm

Vergleicht man im Sonogramm die Tonhöhenbewegungen hoher und tiefer Rufe, ergeben sich, wie bereits kurz von THORPE & LADE (1961) erwähnt, bestimmte Schwierigkeiten.

Tonerzeugung und -wahrnehmung arbeiten nicht mit Frequenzdifferenzen, sondern mit Frequenzverhältnissen (TRENDELEBURG 1950, FRAUENFELDER & HUBER 1958): Wird eine Saite halbiert, so schwingt sie doppelt so schnell wie vorher, und wir hören einen um eine Oktave höheren Ton. Vierteln wir die Saite, so steigt zwar ihre Frequenz um das Vierfache, die Tonhöhe nach unserem akustischen Eindruck aber nur um zwei Oktaven. Nach dem Gehör beurteilt, wurde also der Ton zweimal um dasselbe Intervall erhöht, nach dem Sonogramm erscheint die zweite Erhöhung jedoch doppelt so groß wie die erste (Abb. 4).

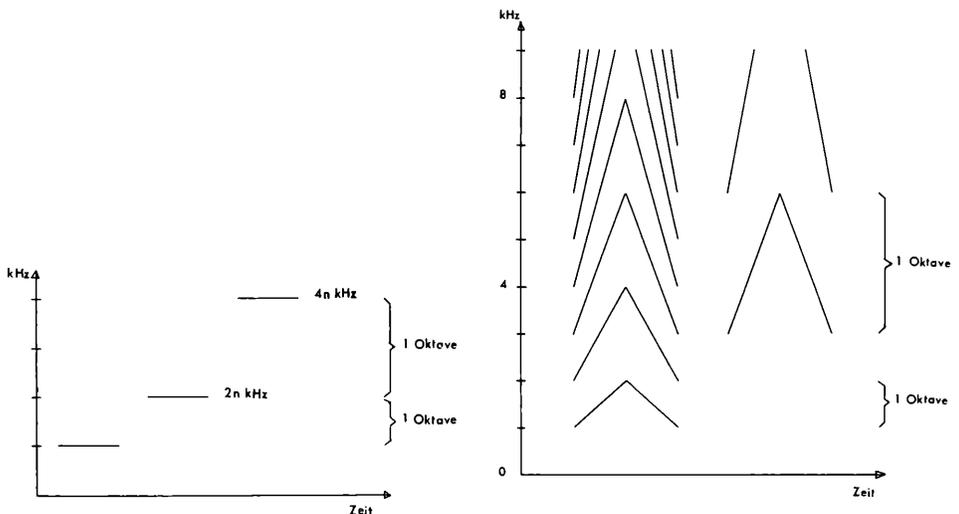


Abb. 4 (links): Drei reine Töne im Sonogramm im Abstand von je einer Oktave (Verhältnis der höchsten zur tiefsten Frequenz = 2 : 1). Für n kann eine beliebige Zahl eingesetzt werden.

Abb. 5 (rechts): Zwei gleich lange, schematisierte Rufe vom selben Tonintervall von einer Oktave (Verhältnis der höchsten zur tiefsten Frequenz = 2 : 1), der eine (a) zwischen 1 und 2, der andere (b) zwischen 3 und 6 kHz liegend: a wird mit viel kleinerem Tonhöhenumfang abgebildet als b, und die harmonischen Tonhöhenbänder laufen nicht parallel zueinander.

Dies hat zur Folge, daß zwei Rufe, von denen der eine die Transposition (im musikalischen Sinne) des andern ist, im Sonogramm nicht dieselbe Form haben. Nur indem der Quotient aus der höchsten und tiefsten Frequenz gebildet wird (SEILER & HARDMEIER 1970), kann festgestellt werden, ob etwa die beiden in Abb. 5 schematisierten Rufe dasselbe Tonintervall (Tab. 2) von einer Oktave haben.

Dieselbe Abweichung der Rufabbildung von der Ruferzeugung und -wahrnehmung bewirkt, daß die verschiedenen Tonhöhenbänder eines Lautes im Sonogramm nicht parallel laufen und daß allfällige Obertonhöhenbänder tiefer Rufe nahe beieinander, solche hoher Rufe weit auseinander liegen (Abb. 5).

Auch die logarithmische Einstellung der Tonhöhenkala beim verwendeten Sonografen erzeugt keine parallele Abbildung transponierter Rufe, bzw. der verschiedenen Tonhöhenbänder. Dazu wäre eine logarithmische Skala zur Basis 2 notwendig (TRENDELEBURG 1950).

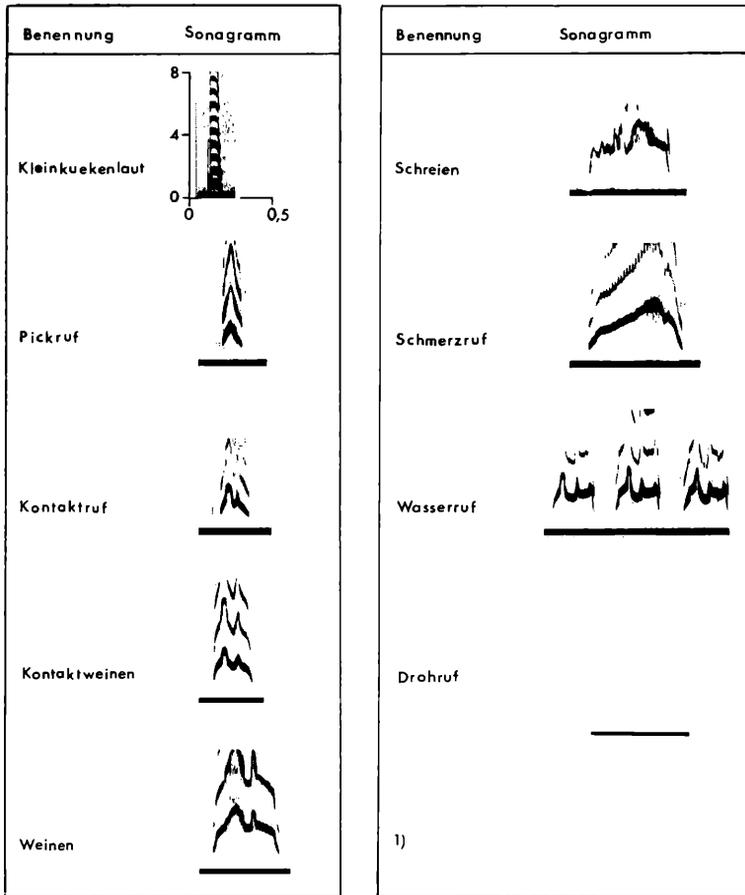


Abb. 6: Die Ruftypen der jungen Trottellummen. Sonogrammbeispiele von Küken Nr. 37: Kleinkükenlaut 2 Tage vor dem Schlüpfen, übrige Rufe Küken 3–4 Wochen alt. Drohruf von Küken 37 nicht geäußert. Skala: Abszisse: Sekunden, Ordinate: kHz. ¹⁾ Den von TSCHANZ (1968) genannten Zweifachruf haben wir nicht festgestellt.

C. Resultate und Folgerungen

1. Die Ruftypen

Auf Grund ihres Zusammenhanges mit bestimmten Situationen, Aktivitäten und Haltungen und ihrer morphologischen und physikalischen Merkmale werden die Laute der jungen Trottellummen in neun Gruppen aufgeteilt (Abb. 6). Die Nomenclatur folgt weitgehend TSCHANZ (1968) und INGOLD (1973).

Die Situationen, in welchen die Rufe häufig auftreten, und die wichtigsten Belegaktivitäten und -haltungen zeigt Tab. 3.

Im folgenden gehen wir auf die morphologischen und physikalischen Eigenschaften ein.

Tab. 3: Die Ruftypen und die häufig mit ihnen verbundenen Situationen, Aktivitäten und Haltungen bei handaufgezogenen Trottellummenküken

Benennung	Situation	Begleitende Aktivität	Begleitende Haltung
Kleinküken-laut	Küken im Ei, das nicht bewegt wird; 1–2 Tage nach dem Schlüpfen in der Hand eingekuschelt	———	———
Pickruf	Picken an Fisch, Hand, Steinchen, Halm etc., am eigenen Flügel, Fuß	Picken, Schnäbeln	gebeugt, vorgestreckt, je nachdem, was gepickt wird
Kontaktruf	gewohnte Umgebung, gewohnter Reiz wie bekannte Stimme in ungewohnter Umgebung; in Hand eingekuschelt	leichtes Kopfaufwerfen, Sichputzen	Körper nicht gestreckt
Kontaktweinen	ungewohnte Umgebung, nicht eingekuschelt	Herumschauen, Halsen, Laufen	Körper leicht gestreckt
Weinen	ungewohnte Umgebung, nicht eingekuschelt	Herumschauen, Halsen, Laufen	Körper gestreckt
Schreien	bei plötzlicher Bewegung des Beobachters, beim Angefaßtwerden	Zusammenfahren, Zurückweichen, Sichbefreien	———
Schmerzruf	nach Fressen zu großer Fische	———	Körper gestreckt, oder Küken liegend
Drohruf	wenn die Hand des Beobachters sich Tieren naht, die längere Zeit keinen Kontakt mit Menschen hatten	Schnabelvorstoßen zum Hacken gegen die Hand	geduckt, Kopf vorgestreckt
Wasserruf	in gewohnter und ungewohnter Umgebung auf bekannte Stimme hin oder ohne feststellbaren Reiz; ab ca. 3 Wochen besonders abends	Laufen, Flügeln, Sichstrecken	Körper gestreckt

2. Arttypische Merkmale der Rufe

2.1. Vergleich der Ruftypen

Unter Verwendung einiger im Sonogramm erfaßbaren und der auffälligsten akustischen Merkmale läßt sich ein Bestimmungsschlüssel für die Ruftypen aufstellen. Wir berücksichtigen dabei optisch die Dauer und Merkmale des Tonhöhenverlaufs, akustisch die Tonhöhe, die Klangfarbe und die Lautstärke der Rufe. Wie Abb. 7 für die fünf häufigsten Ruftypen zeigt, heben sich einfache Rufe (1.–4. Zeile) deutlich von zusammengesetzten (5. Zeile) ab. Innerhalb der einfachen Rufe bedarf es des Vergleichs mehrerer, verschiedenartiger Rufeigenschaften, um einen bestimmten Laut (= Ruf, siehe S. 21) einem bestimmten Typus zuordnen zu können. Dies geht aus der folgenden Charakterisierung der Typen hervor. Die Angaben gelten vor allem für neun bis zehn Tage alte oder ältere Junge. Besonderheiten der Laute jüngerer Küken finden sich auf S. 29. Eine lautmalerische Beschreibung der Rufe geben wir in Abb. 7

Einfache Rufe:

Pickruf: Meistens kürzester Ruf eines Kükens (ausgenommen Kleinkükenlaut). Klingt oft scharf, gepreßt, aber auch wohlklingend. Tonhöhenverlauf einfach: im allgemeinen eine einzige Schwankung.

	Sonogramm				Optischer Eindruck Tonhöhenverlauf	Akustischer Eindruck		Laufmaterische Beschreibung			
	57	40	81	151		Dauer	Anzahl starkster Töne		Dehnung	Tonhöhe	Klangfarbe
P					im allgemeinen am	im allgemeinen					oder tschö
K								mässig tief	off etwas hell und klar		verhältnis-
Kw					2 oder gelegentlich mehr	keine oder eine kürzere als bei Weinen			meist etwas heller als		oder lau- oder läutig
W					nach länger				wohlhörend		oder läutig
Wr					Einzelemente - ie- den, ganzer Ruf am läng- sten	men, selten mehr, ganzer Ruf 2 bis mehr als 20	wie Weinen				ieden, etwa rasch

Abb. 7: Die Merkmale von Pickruf (P), Kontaktruf (K), Kontaktweinen (Kw), Weinen (W) und Wasserruf (Wr) beurteilt nach dem optischen und akustischen Eindruck, dazu von vier Küken (Nr. 57, 40, 81 und 151) je ein Beispiel eines jeden Rufftyps im Sonogramm. Küken 3-4 Wochen alt. TS = Tonhöhenchwankung. Skala: Abszisse Sekunden, Ordinate: kHz.

Kontaktruf: Dauert meist etwas länger als der Pickruf. Erinnert an das „Tschiepl“ der Spatzen. Tönt verhältnismäßig leise. Besitzt meist zwei Tonhöhenschwankungen.

Kontaktweinen: Steht in vielen Merkmalen zwischen Kontaktruf und Weinen: u. a. in der Dauer und in der Tonhöhe, hat eine, zwei oder mehrere Tonhöhenschwankungen und kann eine kurze Dehnung aufweisen. Ist meist klangvoller als der Kontaktruf.

Weinen: Außer Schreien und Schmerzruf längster und lautester einfacher Ruf. Klingt höher als Kontaktweinen. Ist dank einer breiten, starken Tonhöhenschwankung oder einer Dehnung klangvoll und oft hell und klar.

Wir verzichten auf die nähere Beschreibung von **Schreien**, **Schmerzruf** und **Droh ruf**, da sie nur in bestimmten Situationen vorkommen, die selten sind. Auf den Kleinkükenlaut gehen wir auf S. 29 kurz ein.

Zusammengesetzte Rufe:

Der Wasserruf ist der einzige zusammengesetzte Ruf. Die Pause zwischen den Elementen ist im allgemeinen beträchtlich kürzer als die Dauer der Elemente selbst und sehr viel kürzer als zwischen einfachen Rufen.

2.2. Variationen der Rufotypen

Pickruf, Kontaktruf (Abb. 13) und Weinen (Abb. 12) weisen beim einzelnen Küken im allgemeinen nur kleine Variationen in der Dauer, in der Tonhöhe und in Feinheiten des Tonhöhenverlaufes auf. Der Pickruf variiert dagegen in der Klangfarbe stark, der Wasserruf etwas in der Zahl der Elemente und im Tonhöhenverlauf des ersten Elementes (Abb. 11). Diese Variationen konnten wir nicht mit einem Situationswechsel in Verbindung setzen.

Dagegen scheint die große Variabilität beim Kontaktweinen mit der Situation zusammenzuhängen: Wird ein Küken in eine gewohnte Umgebung gebracht, so weint es. Erklängt dann eine menschliche Stimme, so wechselt es oft schlagartig in den Kontaktruf (siehe Abb. 8, Übergang von Ruf Nr. 14 zu Nr. 15). Danach geht der Kontaktruf in das Kontaktweinen und dieses oft über mehrere Varianten, die an Dauer und Tonhöhe zunehmen, allmählich wieder in Weinen über (Abb. 8, Rufe 15–23). Auch der Übergang von Weinen über Kontaktweinen in den Kontaktruf wurde beobachtet, etwa beim Nahen des Beobachters. Demnach läßt sich das Kontaktweinen als Übergangstypus zwischen Kontaktruf und Weinen einordnen. Es kann auch in selbständigen Serien gegeben werden ohne vorangehendes oder nachfolgendes Kontaktrufen und Weinen.

Möglicherweise führen auch endogene Faktoren zu Rufänderungen. Solche Faktoren zu erfassen, ist im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit nicht versucht worden. Dagegen prüften wir, wie sich die Rufe im Verlauf der Jugendentwicklung verändern.



Abb. 8: Wechsel von Weinen in Kontaktruf und Übergang des Kontaktrufes über Kontaktweinen in Weinen beim 23 Tage alten Küken Nr. 57. Rufe Nr. 13 und 14 = Weinen, 15–17 = Kontaktruf, 18 und 19 = Kontaktweinen, 20–23 = Weinen. Skala: Abszisse: Sekunden, Ordinate: kHz.

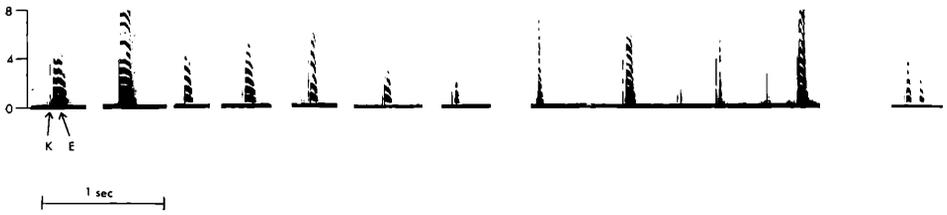


Abb. 9: Kleinkükenlaut (E) und klickendes Geräusch (K) des Kükens Nr. 37, ca. 40 Stunden vor dem Schlüpfen (mit Atemloch). Die Kleinkükenlaute sind kürzer als die übrigen Rufe, klingen „punkt-“ oder „strichförmig“ und sind selten geräuschhaft. Beim letzten Beispiel ist die Pause zwischen den beiden Kleinkükenlauten sehr kurz (Doppellaut D). Das klickende Geräusch scheint dadurch zu entstehen, daß das Küken mit dem Eizahn an die Eischale schlägt, und zwar möglicherweise passiv mit jeder Atembewegung und aktiv in rascherer Folge; vgl. dazu das atemerzeugte „Klicken“ bei KEAR (1968) und VINCE (1969).

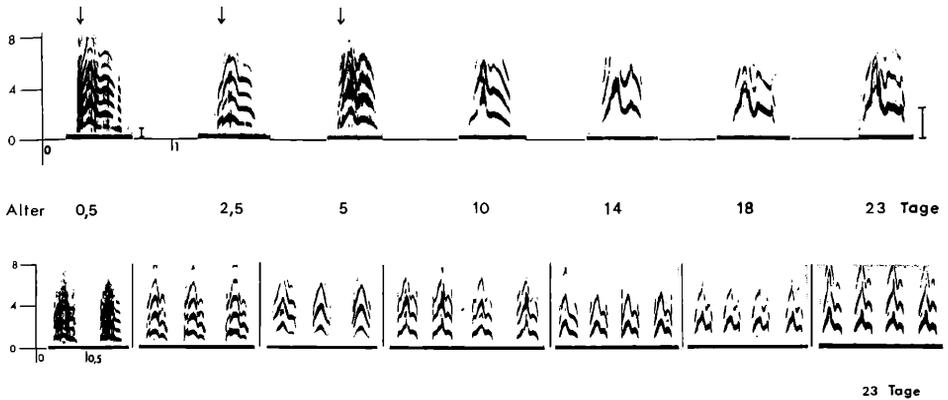


Abb. 10: Ontogenetische Reihe des Weinens (a) (oben) und des Wasserrufes (b) (unten). Küken Nr. 57 Unter dem Pfeil (\downarrow) eine kleine Tonhöenschwankung, die für die Rufe in den ersten Tagen nach dem Schlüpfen charakteristisch ist. I beim 14 Stunden und II beim 3–4 Wochen alten Küken weisen auf die unterschiedliche Tonhöhe im zweiten Rufeil hin (Dehnung). Skala: Abszisse Sekunden, Ordinate: kHz.

2.3. Entwicklung der Rufe

Ontogenetische Reihen der verschiedenen Rufotypen zeigen charakteristische Veränderungen der Rufe im Laufe der Zeit:

1. Die in Dauer und Tonhöhe stark variierenden Kleinkükenlaute (Abb. 9) verschwinden im allgemeinen 1–2 Tage nach dem Schlüpfen. Klickende Geräusche (Abb. 9) treten bei gesunden Tieren nur im Ei auf.
2. Die Lautstärke nimmt vom Schlüpfen an bis ins Alter von $2\frac{1}{2}$ –3 Wochen stark zu.
3. Auch die Tonhöhe steigt bis zum gleichen Alter an (Abb. 10 und Tab. 4 a); danach bleibt sie innerhalb der verschiedenen Rufgruppen mehr oder weniger konstant und beginnt mit 4–5 Wochen wieder anzusteigen⁵⁾.
4. Das Tonintervall nimmt bis zur dritten Woche vor allem bei den Rufen solcher Küken zu, die – wie das Weinen von Küken 57 (Abb. 10 und Tab. 4 b) – im Alter von 3–4 Wochen ein großes Tonintervall erreichen.

⁵⁾ In welchem Alter bei den Trottellummen der Stimbruch erfolgt, der zu den tiefer liegenden und anders strukturierten Altvogelrufen (vgl. TSCHANZ 1968) führt, ist uns nicht bekannt.

Tab. 4: Tonhöhe (Extremwerte der tiefsten Frequenz in kHz) (a) und Tonintervall (Extremwerte des Quotienten aus höchster und tiefster Frequenz) (b) von Weinen und Wasserruf bei drei Küken im Alter von wenigen Stunden und 3–4 Wochen.

Wie das Tonintervall berechnet wird, zeigt Tab. 5.

Anzahl gemessene Rufe: Weinen je Küken und Altersstufe 20–30, Wasserruf je Küken im Alter von wenigen Stunden 1–2 und von 3–4 Wochen 3 Rufe.

Tab. 4 a:

Ruf	Weinen			Wasserruf			
	Kükennummer	37	57	40	37	57	40
Alter							
Wenige Stunden		0,60–0,88	0,64–1,04	0,72–1,12	0,80–0,92	0,72–0,80	0,68–1,12
3–4 Wochen		1,28–1,60	1,36–1,68	1,44–1,76	1,36–1,68	1,36–1,44	1,60–1,68

Tab. 4 b:

Ruf	Weinen			Wasserruf			
	Kükennummer	37	57	40	37	57	40
Alter							
Wenige Stunden		1,4–2,8	1,7–2,8	1,4–3,3	1,6	1,6–1,9	2,0–2,4
3–4 Wochen		2,5–3,3	3,9–5,8	2,2–3,4	2,5–2,9	2,5–2,9	2,5–3,0

Tab. 5: Tiefste und höchste Frequenz sowie das aus diesen beiden Werten als Quotient berechnete Tonintervall von vier Weinlauten des wenige Std. alten Kükens 37

Ein Verhältnis der höchsten zur tiefsten Frequenz von 2 : 1 entspricht einem Intervall von genau einer Oktave, ein kleinerer Quotient einem kleineren und ein größerer einem größeren.

Rufnummer	16	17	18	19
Parameter				
Höchste Frequenz	1,48	1,92	1,76	1,72
Tiefste Frequenz	0,80	0,68	0,88	0,72
Tonintervall	1,85	2,82	2,00	2,55

- In den ersten 5–6 Tagen beginnen die Rufe (auch jedes Wasserrufelement) oft mit einer kleinen Tonhöhenschwankung (in Abb. 10 a unter den Pfeilen), die später meist verschwindet. Diese Anfangsschwankung hören wir als „harten Stimmanfang“
- Auch abgesehen von der kleinen Anfangsschwankung (siehe 5.) schwankt die Tonhöhe während der ersten Tage oft im ganzen Ruf, oder dieser klingt geräuschhaft (Abb. 10: Weinen bis zum 10. Tag mit Geräusch, Wasserruf nur am ersten Tag nach dem Schlüpfen). Somit wird der Tonhöhenverlauf mit zunehmendem Alter klarer, die Rufe gewinnen an Prägnanz. Diese Entwicklung ist spätestens mit drei Wochen abgeschlossen.
- Die Rufe der jüngsten Küken klingen alle stark nasal. Bis ins Alter von $2\frac{1}{2}$ –3 Wochen wird die Stimme allmählich heller und klarer, der nasale Klang verliert sich.
- Der Wasserruf weist in den ersten Tagen nach dem Schlüpfen höchstens drei Elemente auf; bei einzelnen Individuen kann die Zahl der Elemente zunehmen und zum vielelementigen Wasserruf führen (Abb. 10 b).

9. Die Pause zwischen den Elementen des Wasserrufes wird im Laufe der ersten zwei Wochen kürzer (Abb. 10 b).
10. Die Variabilität innerhalb der Rufgruppen nimmt ab (siehe Abb. 14 a–c und Abb. 12). Beim Küken im Ei gelten z. B. alle langen Rufe als Weinen, obschon sie einen sehr unterschiedlichen Tonhöhenverlauf haben können. Im Laufe der ersten Woche nach dem Schlüpfen nimmt diese Variabilität ab. Darauf kommen wir auf S. 38 zurück, wenn wir abklären, von welchem Alter an die Küken unterschieden werden können.

Folgerung:

Da die Rufe sich vom Schlüpfen an im Laufe der ersten 2–3 Wochen kontinuierlich verändern, können wir auch die stark von denjenigen älterer Küken abweichenden Laute frisch geschlüpfter Jungen (und zum Teil auch solcher im Ei) als Variationen innerhalb der verschiedenen Ruftypen betrachten.

3. Individuelle Merkmale der Rufe

3.1. Individuelle Merkmale bei den Rufen 3–4 Wochen alter Küken

3.1.1. Individuelle Merkmale einzelner Ruftypen

Akustisch erkennen wir die Küken ohne weiteres am Wasserruf und am Weinen, weniger sicher am Kontaktruf. Auf die übrigen Ruftypen gehen wir nicht mehr ein.

Wir stellen zwischen den Rufen verschiedener Küken Unterschiede fest in der Klangfarbe, im Tonhöhenverlauf und in der Gliederung beim Wasserruf, in der Klangfarbe und im Tonhöhenverlauf beim Weinen und zum Teil in der Klangfarbe beim Kontaktruf. Im folgenden prüfen wir, ob sich die Jungen an den drei genannten Rufen auch anhand von Sonagrammen unterscheiden lassen und wenn ja, welche Merkmale dies ermöglichen. Wir gehen dabei folgendermaßen vor: Zuerst untersuchen wir, welche Variationen in den Wasserrufen eines Einzelkükens auftreten und welches die gemeinsamen Eigenschaften in diesen Varianten sind. Danach vergleichen wir die Wasserrufeigenschaften verschiedener Einzelküken miteinander. Eigenschaften (oder Eigenschaftskombinationen), die wir nur bei einem einzigen Küken finden, sind seine individuellen Merkmale (a). Dieses Verfahren wiederholen wir für das Weinen (b) und für den Kontaktruf (c).

a) Individuelle Merkmale beim Wasserruf

Wir beachten bei jedem Küken folgende Merkmale der Gliederung und des Tonhöhenverlaufs des Wasserrufes: Dauer der Einzelelemente, Dauer einer allfälligen Dehnung in den einzelnen Elementen, Anzahl starker Tonhöhenschwankungen über den ganzen Wasserruf und im Einzelelement höchste Frequenz der ersten Tonhöhenschwankung in jedem Element. (Zu den Begriffen siehe Tab. 2.)

Wie diese Eigenschaften bei vier Varianten des Wasserrufes der fünf Jungen 37, 57, 40, 81 und 151 aussehen, zeigen die Sonagramme, und wie einige Meßwerte streuen, die grafischen Darstellungen in Abb. 11. In Tab. 6 fassen wir die individuellen Wasserrufeigenschaften der fünf Küken zusammen. Beim Vergleich der Rufcharakteristika der verschiedenen Jungen zeigte sich, daß zwei Küken sich anhand eines Einzelmerkmals voneinander und von den übrigen unterscheiden lassen, nämlich Nr. 81 am Fehlen einer Dehnung und 151 an den zahlreichen starken Tonhöhenschwankungen über den ganzen Wasserruf (tönt daher trillerartig). Die übrigen drei Jungen unterscheiden wir anhand von Merkmalskombinationen: 37 z. B. an der kurzen Dehnung in langen Elementen, 57 an der kurzen Dehnung in kurzen Elementen, 40 an der langen Dehnung in langen Elementen.

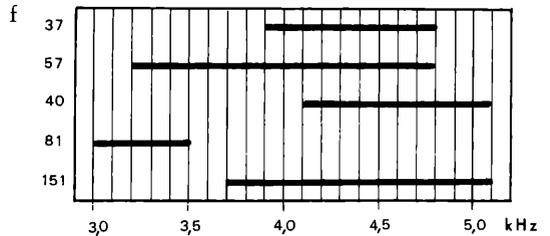
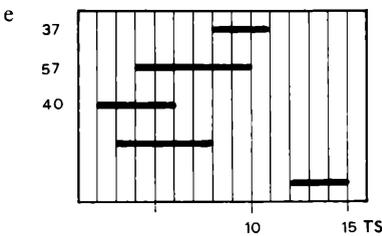
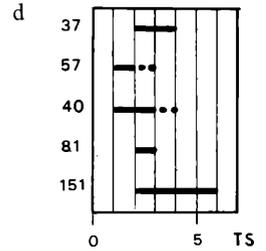
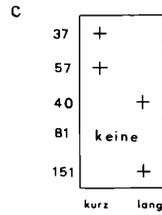
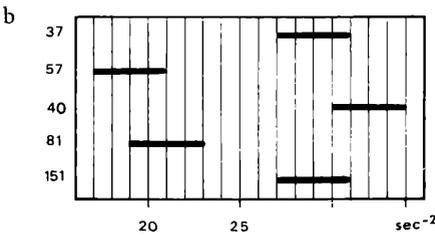
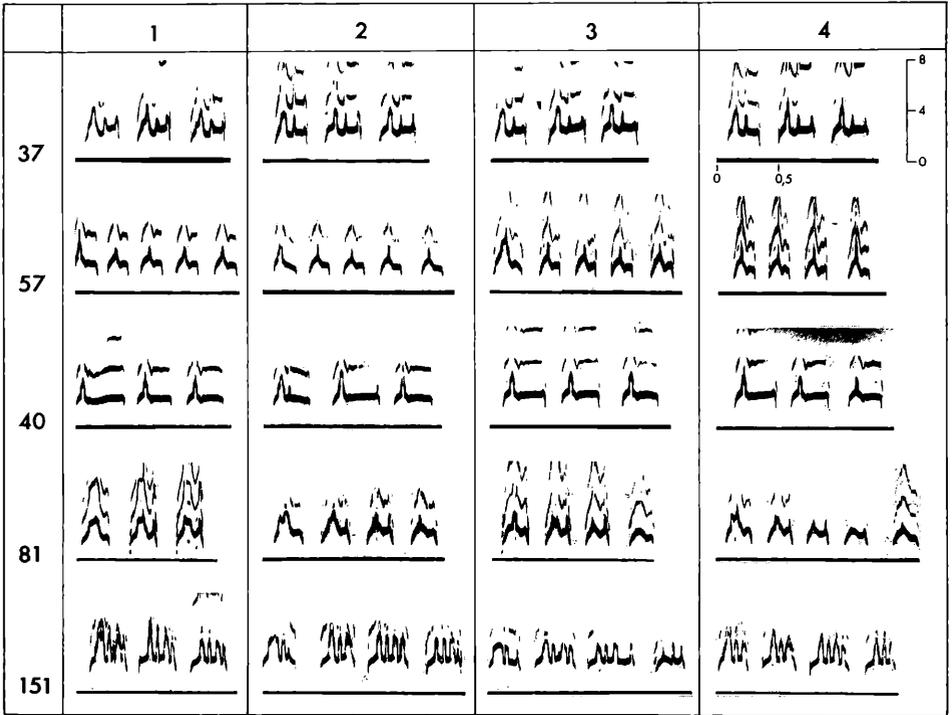


Abb. 11: Variationen des Wasserrufes bei fünf 3-4 Wochen alten Küken (Nr. 37, 57, 40, 81 und 151): im Sonagramm (a) und einiger physikalischen Eigenschaften (Abb. b-f). Skala in Abb. a: Abszisse Sekunden, Ordinate: kHz; 1-4: 4 Varianten.

Abb. 11 b (links): Dauer eines Elementes, c (Mitte): Dauer der Dehnung nach der ersten (Küken 57 und 40) und nach der zweiten starken Tonhöenschwankung eines jeden Elementes (Küken 37 und 151), d (rechts): Anzahl starker Tonhöenschwankungen (TS) pro Element.

Abb. 11 e (links): Anzahl starker Tonhöenschwankungen (TS) über den ganzen Wasserruf, f (rechts): Höchste Frequenz der ersten starken Tonhöenschwankung eines jeden Elementes.

Tab. 6: Übersicht über die Merkmale des Wasserrufes bei fünf Küken.

Merkmal Küken Nr.	Dauer eines Elementes	Dauer der Dehnung nach der ersten oder zweiten starken Tonhöhenschwankung eines jeden Elementes	Anzahl starker Tonhöhenschwankungen über den ganzen Ruf	Anzahl starker Tonhöhenschwankungen pro Element	Höchste Frequenz der ersten starken Tonhöhenschwankung eines jeden Elementes
37	lang	kurz	8–10	2 oder 3	mittel
57	kurz	kurz	4–8	1	niedrig bis mittel
40	lang	lang	2–5	1 oder 2	mittel bis ziemlich hoch
81	kurz	keine	3–7	2	niedrig
151	lang	wenn Dehnung vorhanden, dann kurz	12–14	2–5	mittel bis ziemlich hoch

Drei Eigenschaften des Wasserrufes genügen also, damit wir die fünf betrachteten Küken an diesem Ruf optisch erkennen können: Die Tonhöhenschwankungszahl über den ganzen Ruf, die Dauer der Elemente und die Dauer der Dehnungen, und zwar zum Teil kombiniert miteinander. Die Jungen unterscheiden sich aber auch in Kombinationen weiterer Merkmale (Tab. 6).

b) Individuelle Merkmale beim Weinen

Bei dieser Rufgruppe achten wir auf folgende Merkmale des Tonhöhenverlaufs: Dauer der Dehnung nach der ersten oder zweiten starken Tonhöhenschwankung, Vorhandensein einer Dehnung vor der ersten starken Tonhöhenschwankung, Anzahl solcher Schwankungen. Höhe und Breite der ersten starken Tonhöhenschwankung, Tonintervall zwischen der höchsten Frequenz der ersten und derjenigen der zweiten starken Tonhöhenschwankung.

Abb. 12 zeigt vier Varianten des Weinens bei den Küken 37, 57, 40, 81 und 151, sowie die Streuung einiger Meßwerte.

In Tab. 7 fassen wir die Eigenschaften des Weinens der fünf Küken zusammen. Der Vergleich dieser Rufeigenschaften ergibt, daß sich wie beim Wasserruf zwei Küken anhand eines Einzelmerkmals voneinander und von den übrigen Jungen unterschei-

Tab. 7: Übersicht über die Merkmale des Weinens bei fünf Küken.

Merkmal Küken Nr.	Dauer der Dehnung nach der ersten starken Tonhöhenschwankung	Vorhandensein einer Dehnung vor der ersten starken Tonhöhenschwankung	Anzahl starker Tonhöhenschwankungen	Höchste Frequenz der ersten Tonhöhenschwankung	Dauer der ersten starken Tonhöhenschwankung	Tonintervall zwischen der ersten und der zweiten starken Tonhöhenschwankung
37	kurz bis mittel	keine	2	niedrig	kurz oder lang	klein bis mittel
57	kurz bis mittel	keine	1	sehr hoch	kurz	—
40	mittel bis lang	vorhanden	1–2	niedrig	kurz oder lang	mittel bis groß
81	keine	keine	2, selten 1	niedrig	lang bis sehr lang	mittel bis groß
151	keine	keine	2, selten 3	niedrig	lang bis sehr lang	klein

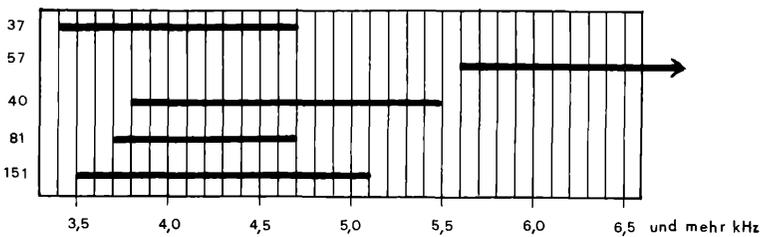
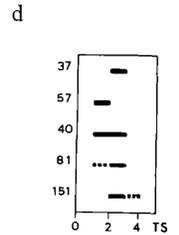
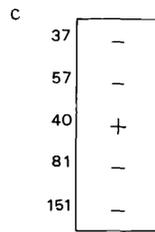
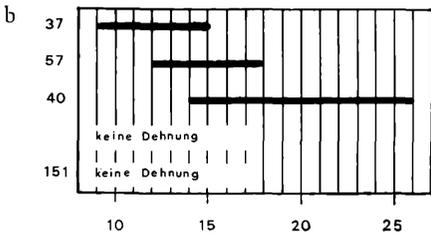
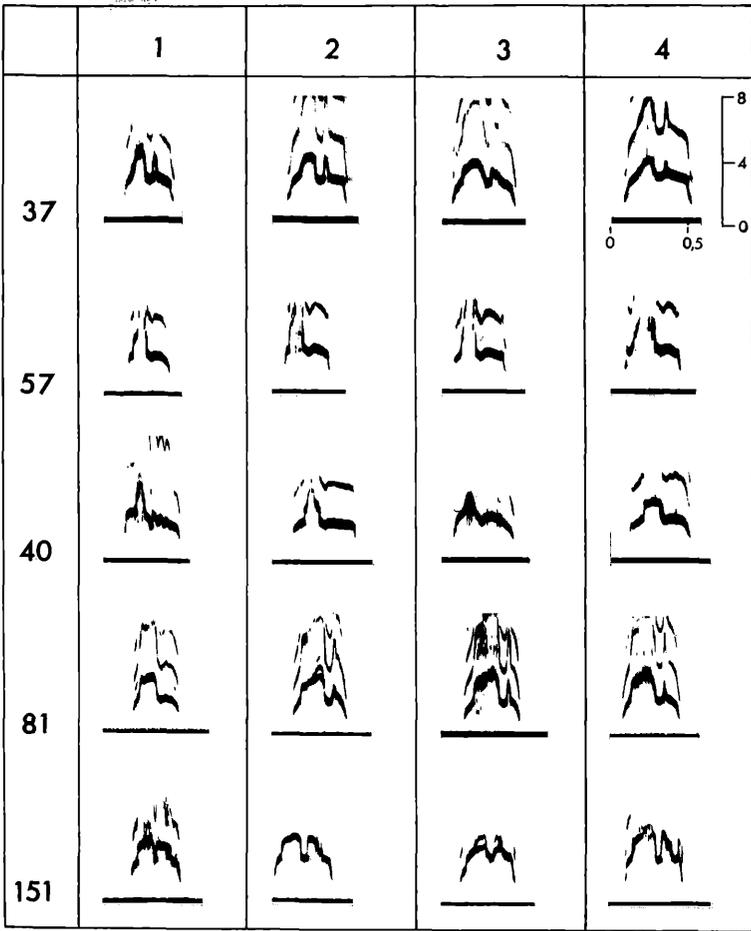




Abb. 12: Variationen des Weinens bei fünf 3–4 Wochen alten Küken (Nr. 37, 57, 40, 81 und 151): im Sonogramm (a) und einiger physikalischen Eigenschaften (Abb. 12 b–g). Skala in Abb. a: Abszisse: Sekunden, Ordinate: kHz; 1–4: 4 Varianten.

Abb. 12 b (links): Dauer der Dehnung nach der ersten starken Tönhöenschwankung, c (Mitte): Vorhandensein einer Dehnung vor der ersten starken Tönhöenschwankung, d (rechts): Anzahl starker Tönhöenschwankungen (TS).

Abb. 12 e: Höchste Frequenz der ersten starken Tönhöenschwankung.

Abb. 12 f (links): Dauer der ersten starken Tönhöenschwankung, g (rechts): Tonintervall zwischen der ersten und der zweiten starken Tönhöenschwankung (= Quotient aus der höchsten Frequenz der ersten und derjenigen der zweiten Tönhöenschwankung; 2,0 = 1 Oktave).

den lassen: 57 anhand der einzigen, besonders hohen Tönhöenschwankung und 40 anhand einer kurzen Dehnung vor der (ersten) starken Tönhöenschwankung. Um die übrigen Küken voneinander unterscheiden zu können, brauchen wir wiederum Merkmalskombinationen: 37 hat eine Dehnung nach der zweiten starken Tönhöenschwankung, 81 und 151 haben keine und 81 unterscheidet sich von 151 durch das relativ große Tonintervall zwischen der höchsten Frequenz der ersten und derjenigen der zweiten starken Tönhöenschwankung. Bei 151 sind die beiden starken Tönhöenschwankungen fast oder genau gleich hoch.

Wir benötigen also beim Weinen vier Merkmale, um die fünf Küken voneinander zu unterscheiden. Weitere Merkmale erlauben ebenfalls, in Kombination die Jungen zu unterscheiden (Tab. 7).

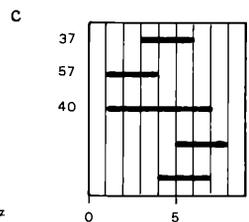
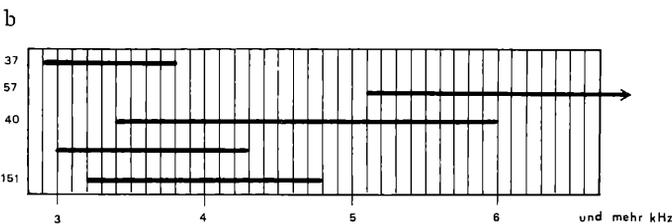
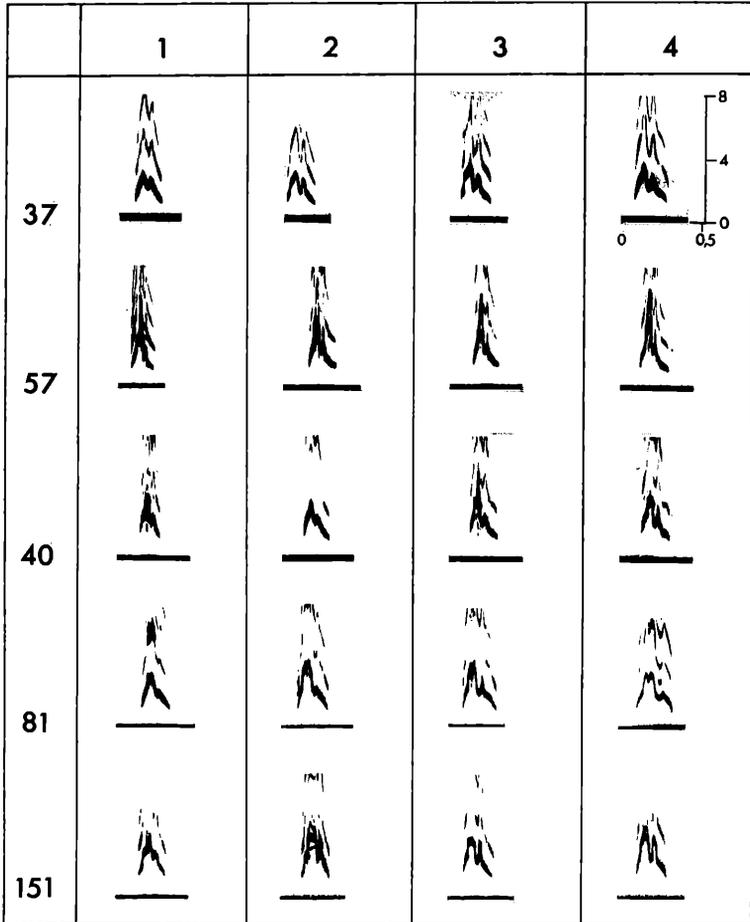
c) Individuelle Merkmale beim Kontakttruf

Wir vergleichen die folgenden Eigenschaften des Tonhöhenverlaufs des Kontakttrufes verschiedener Küken miteinander: Höchste Frequenz und Dauer der ersten starken Tönhöenschwankung, Dauer der zweiten starken Tönhöenschwankung, Tonintervall zwischen der höchsten Frequenz der ersten und derjenigen der zweiten starken Tönhöenschwankung.

Tab. 8: Übersicht über die Merkmale des Kontakttrufes bei fünf Küken.

Merkm. Küken Nr.	Höchste Frequenz der ersten starken Tönhöen- schwankung	Dauer der ersten starken Tönhöen- schwankung	Dauer der zweiten starken Tönhöen- schwankung	Tonintervall zwi- schen der ersten und der zweiten starken Tönhöen- schwankung
37	niedrig	mittel	kurz bis mittel	klein bis ziemlich klein
57	hoch bis sehr hoch	kurz bis mittel	kurz	ziemlich groß bis sehr groß
40	niedrig bis hoch	kurz bis lang	kurz bis lang	klein bis groß
81	niedrig bis mittel	lang	lang	ziemlich klein bis ziemlich groß
151	niedrig bis mittel	lang	kurz bis lang	klein bis mittel

Abb. 13 zeigt vier Varianten des Kontaktrufes bei den fünf betrachteten Jungen, sowie die Streuung einiger Meßwerte. In Tab. 8 fassen wir die Eigenschaften des Kontaktrufes der fünf Küken zusammen. Aus dem Vergleich dieser Kennzeichen geht hervor, daß kein Merkmal für sich allein genügt, um den Kontaktruf eines Einzelkükens von demjenigen der übrigen Jungen zu unterscheiden. Aber auch Merkmalskombinationen erlauben dies nicht. Nur einzelne Kükenpaare lassen sich unterscheiden: etwa 37 und 57 an der unterschiedlichen Höhe der ersten Tonhöhen-schwankung oder 57 und 81 an der Dauer der ersten Tonhöhen-schwankung.



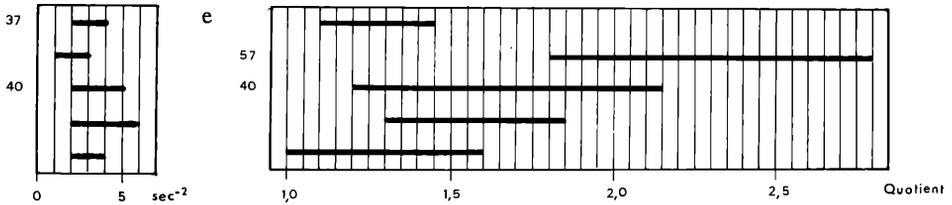


Abb. 13: Variationen des Kontaktrufes bei fünf 3–4 Wochen alten Küken (Nr. 37, 57, 40, 81 und 151): im Sonagramm (a) und einiger physikalischen Eigenschaften (Abb. 13 b–e). Skala in Abb. a: Abszisse Sekunden, Ordinate: kHz; 1–4: 4 Varianten.

Abb. 13 b (links): Höchste Frequenz der ersten starken Tonhöenschwankung, c (rechts): Dauer der ersten starken Tonhöenschwankung.

Abb. 13 d (links): Dauer der zweiten starken Tonhöenschwankung, e (rechts): Tonintervall zwischen der ersten und der zweiten starken Tonhöenschwankung (= Quotient aus der höchsten Frequenz der ersten und derjenigen der zweiten Tonhöenschwankung; 2,0 = 1 Oktave).

d) Zusammenfassung und Folgerung

Anhand optisch feststellbarer Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen des Tonhöhenverlaufes lassen sich alle Wasser- und Weindrufe einem der fünf verglichenen Jungen zuordnen. Dagegen können wir nicht alle Kontaktrufe eines Einzelküken von denjenigen der übrigen unterscheiden, selbst nicht anhand von Kombinationen aller betrachteten Merkmale.

Der Wasserruf ist ein relativ langer, zusammengesetzter Ruf und kann damit merkmalsreicher sein als der viel kürzere, einfachere Wein- und Kontaktruf. So bietet er die beste Möglichkeit, verschiedene Individuen voneinander zu unterscheiden (THORPE 1961). In Abb. 14 zeigen wir den Wasserruf weiterer sechs Küken.

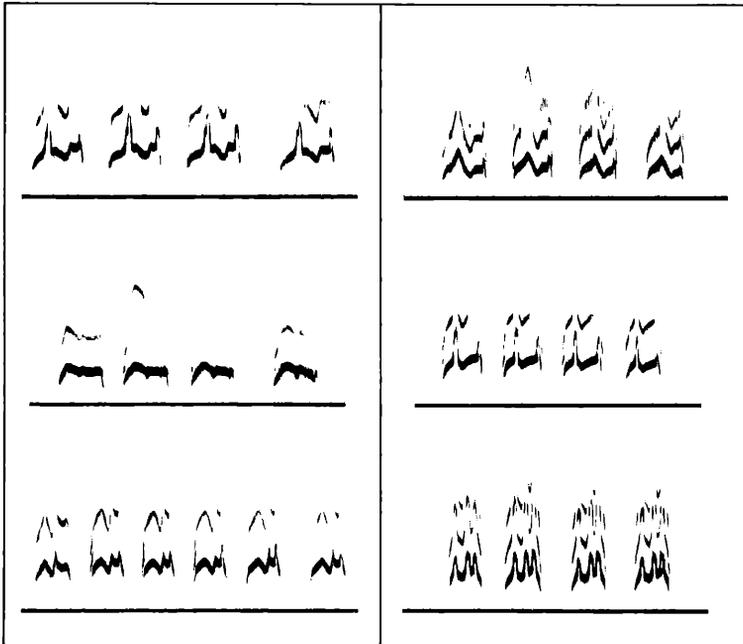


Abb. 14: Der Wasserruf der 3–4 Wochen alten Küken Nr. 50, 61, 94, 53, 49 und 31.

Wir haben in diesem Kapitel geprüft, welches die individuellen Merkmale in einzelnen Rufgruppen sind. Nun könnten das Weinen und der Wasserruf, die sich beim einzelnen und bei verschiedenen Küken gut unterscheiden, gemeinsame individuelle Merkmale besitzen. Dieser Frage gehen wir im folgenden nach.

3.1.2. Gemeinsame individuelle Merkmale in verschiedenartigen Ruftypen

Wir suchen nach gemeinsamen, optisch feststellbaren individuellen Merkmalen im Wasserruf und im Weinen der Küken 37, 57, 40, 81 und 151 und stellen fest (Tab. 6 und 7):

Küken 37: Die relativ kurze Dehnung ist das einzige Merkmal, das sowohl dem Weinen als auch dem einzelnen Wasserrufelement zukommt.

Küken 57: Das Weinen und jedes Wasserrufelement weisen beide eine einzige, relativ schmale starke Tonhöenschwankung auf und eine kurze Dehnung. Insgesamt sieht ein einzelnes Wasserrufelement wie ein verkleinerter Weinruf aus.

Küken 40: Sowohl das Weinen als auch der Wasserruf besitzen eine meist auffällig lange Dehnung, die beim Weinen in der Variante 2 (Abb. 12) besonders deutlich ist.

Küken 81: Beim Weinen und beim einzelnen Wasserrufelement ist die erste starke Tonhöenschwankung im Verhältnis zum ganzen Ruf breit. Wie beim Küken 57 wirkt auch hier ein Wasserrufelement wie ein verkleinerter Weinruf.

Küken 151: Die beiden verglichenen Rufe weisen bei diesem Küken kein gemeinsames individuelles Merkmal auf.

Zu beachten ist, daß bei einzelnen Küken das Weinen und der Kontaktruf (bei 57 in der besonders hohen ersten Tonhöenschwankung) oder der Wasserruf und der Kontaktruf (bei 81 in der meist mit zwei zusätzlichen kleinen Schwankungen versehenen ersten Tonhöenschwankung) ein gemeinsames individuelles Merkmal haben.

Folgerung und Ergänzung:

Bei vier der untersuchten Küken (37, 57, 40 und 81) haben Weinen und Wasserruf gemeinsame individuelle Merkmale, und bei einem (151) haben sie keine. Weinen und Kontaktruf besitzen allein bei einem Jungen (57) ein gemeinsames individuelles Merkmal und Wasserruf und Kontaktruf einzig bei 81.

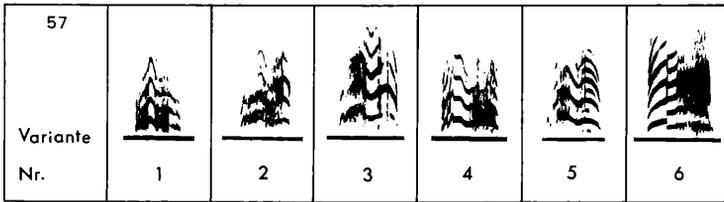
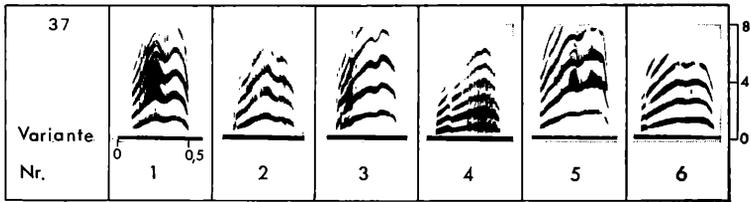
Das Weinen und der Wasserruf haben also oft verschiedene individuelle Merkmale.

Akustisch kennen wir die Küken zum Teil an der individuellen, allen Ruftypen gemeinsamen Klangfarbe, zum Teil jedoch wie in den Sonagrammen an den Merkmalen jedes Einzeltypus' (am Kontaktruf beschränkt, siehe S. 36).

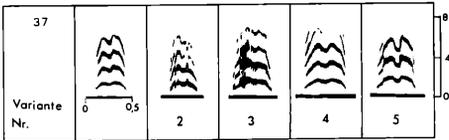
3.2. Individuelle Merkmale der Rufe jüngerer Küken

Da die Altvögel ihr Küken spätestens am 10. Tag nach dem Schlüpfen an bestimmten Rufen von anderen unterscheiden können (siehe S. 18), müssen die Laute in diesem Alter individuelle Merkmale besitzen. Es könnten bereits diejenigen sein, die sich mit 3–4 Wochen mindestens beim Weinen und beim Wasserruf ausbilden (S. 31) oder solche, die jüngerer Küken eigen sind. Was zutrifft, prüfen wir im folgenden morphologisch anhand von Sonagrammen bei wenige Stunden, 4–5 und 9–10 Tage alten Jungen.

Wie wir bereits S. 31 erwähnt haben, ist beim wenige Stunden alten Küken die Variabilität beim Weinen noch groß (Abb. 15 a). Nur ein Teil der Rufe kann schon einem Einzelküken zugeordnet werden. So sehen die Variante Nr. 4 von Küken 37 (Abb. 15 a, 1. Zeile) und die Variante Nr. 6 von Küken 57 (2. Zeile) ähnlich aus. Die



b



c

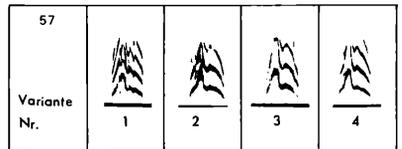
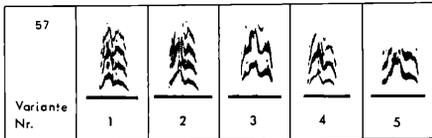
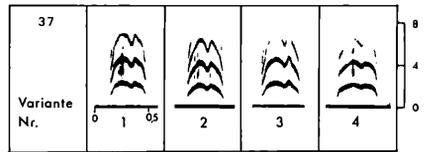


Abb. 15: Variationsbreite des Weinens verschieden alter Küken. Skala: Abszisse : kHz, Ordinate : Sekunden. Obere Reihe Küken Nr. 37, untere Reihe Küken Nr. 57 a: Weinen bei 2–14 Stunden alten Küken.

Abb. 15 b (links): Weinen bei 4–5½ Tage alten Küken, c (rechts): Weinen bei 9–10 Tage alten Küken.

übrigen Rufe unterscheiden sich bei den verschiedenen Individuen, und zwar weisen sie vereinzelt die individuellen Merkmale der 3–4 Wochen alten Jungen andeutungsweise auf, z. B. Variante 3 von Küken 57 (Abb. 15 a, 2. Zeile): die im Verhältnis zum ganzen Rufe hohe, einzige Tonhöhenchwankung (die noch geräuschhaft ist) und die anschließende Dehnung. Beim Wasserruf können wir über die Variabilität nichts aussagen, da wir von dieser Altersstufe pro Küken nur 1–3 solche Rufe auf Tonband aufnehmen konnten. Die Wasserrufe verschiedener Individuen unterscheiden sich bereits deutlich voneinander, und die späteren individuellen Merkmale deuten sich an: z. B. haben später kurzelementige Wasserrufe schon beim wenige Stunden alten Küken relativ kurze Elemente (vgl. Abb. 10).

Beim 4–5 Tage alten Küken ist die Variabilität beim Weinen kleiner als beim wenige Stunden alten (Abb. 15b). Die individuellen Merkmale oder Merkmalskombinationen des 3–4 Wochen alten Jungen sind ausgeprägter, und die meisten Laute lassen sich einem bestimmten Tier zuordnen. Auch der Wasserruf verschiedener Küken läßt sich anhand der späteren individuellen Merkmale besser unterscheiden.

Beim 9–10 Tage alten Küken schließlich sind die individuellen Merkmale oder Merkmalskombinationen sowohl beim Weinen als auch beim Wasserruf noch stärker ausgeprägt, wenn sie auch noch nicht die hohe Prägnanz der Rufe der 3–4 Wochen alten Jungen erreichen (Abb. 15 c).

Zusammenfassung und Ergänzung:

Individuelle Merkmale treten bereits bei den wenigen Stunden alten Küken in einzelnen Rufen auf, und zwar sind es vereinzelt schon diejenigen, die wir bei den älteren Küken festgestellt haben, wenn auch schwach ausgeprägt. Im Laufe der Ontogenese wird die Prägnanz der individuellen Merkmale (wie der arttypischen, siehe S. 30) größer; vom 9.–10. Tag an findet man individuelle Kennzeichen in allen Wein- und Wasserrufen, und bis zur 3. Woche haben sie eine hohe Prägnanz erreicht.

Auch akustisch können wir die verschiedenen, wenigen Stunden alten Küken an ihren Rufen unterscheiden; dabei hilft uns die im Sonagramm nicht unterschiedene Klangfarbe.

D. Diskussion

1. Diskussion der Resultate

In der vorliegenden Arbeit zeigten wir erstens, was für Rufe die Trottellummenküken äußern (S. 25) und mit welchen Situationen, Aktivitäten und Haltungen die verschiedenen Rufe häufig verbunden sind (S. 26). Variationen beim Kontaktweinen brachten wir mit einer Situationsänderung in Zusammenhang (S. 28). Variationen bei Pickruf, Kontaktruf, Weinen und Wasserruf eines Einzelkükens konnten wir in der durchgeführten Untersuchung nicht mit Änderungen in der Situation erklären, vermuten aber, daß dies nach detailliertem Protokollieren möglich wäre.

Als zweites fragten wir, an welchen Rufmerkmalen sich die Jungen unterscheiden lassen (S. 31). Individuelle Merkmale fanden wir beim Wasserruf und beim Weinen nicht aber beim Kontaktruf. Obwohl nicht versucht wurde, individuelle Merkmale beim Kontaktweinen festzustellen, ist anzunehmen, daß sie bei verschiedenen Individuen um so deutlicher auftreten, je stärker der Anteil des Weinens in den Kontaktweinlauten ist.

Allein für den Wasserruf ist experimentell nachgewiesen worden, daß die Altvögel ihr Küken an diesem Ruf kennen, und zwar in der Absprungsituation (TSCHANZ 1959; INGOLD 1973 bei Tordalken *Alca torda*): Mit drei bis vier Wochen springen die noch nicht flugfähigen Jungen vom Brutfelsen und müssen dann oft vom Fuße der Felswand aus eine beträchtliche Strecke zurücklegen, bis sie das Meer erreichen, wo die Altvögel auf sie warten. Auf ihrer Wanderung äußern die Küken fast ununterbrochen den Wasserruf. Die familieneigenen Jung- und Altvögel finden einander auf Grund dieses Rufes wieder, und schwimmen danach gemeinsam aufs offene Meer hinaus. Dies haben die Versuche von TSCHANZ gezeigt, in welchen die markierten Eltern ihr in einem Versteck mit andern zusammen ständig „wasserrufendes“ Junges ohne weiteres wiederfanden. Mit dieser Funktion des Wasserrufes, nämlich Küken und Elter(n) nach dem Absprung vom Brutfelsen wieder zusammenzuführen, können wir seine besonderen Eigenschaften (S. 28) in Zusammenhang bringen: Seine große Lautstärke, Klarheit und Gliederung machen ihn weit hörbar, letztere auch leicht lokalisierbar (vgl. dazu HALL-CRAGGS 1969); sein Merkmalsreichtum ermöglicht jene Vielfalt individueller Unterschiede, welche Voraussetzung für die Identifikation der Einzeltiere ist, wenn eine große Anzahl Küken den Brutfelsen gleichzeitig verläßt. Wie lange die Familien nach dem Verlassen des Brutfelses zusammenbleiben und welche Rolle die Rufe dann noch spielen, ist nicht bekannt. Bei den Dickschnabellummen (*Uria lomvia*) dürfte es sich um mehrere Wochen handeln (USPENSKI 1956, zit. in KARTASCHEW 1960).

Außer an den Abenden, die dem Absprung vorangehen, ertönt der Wasserruf auf dem Brutfelsen relativ selten (nach eigenen, mit denjenigen von TSCHANZ 1959, und von JENNY, nach mündlicher Mitteilung, übereinstimmenden Beobachtungen). Deshalb genügt er kaum zum Knüpfen und Aufrechterhalten der persönlichen akustischen Beziehung zwischen dem Jungen und seinem Elter auf dem Brutfelsen. Weitere Beobachtungen von TSCHANZ und JENNY (nach mündlicher Mitteilung) sprechen dafür, daß die Altvögel ihr Junges auch am Weinen erkennen: Der anwesende Elter antwortet häufig auf das Weinen und möglicherweise auf das Kontaktweinen des eigenen Kükens mit dem Annahmelaut. Ob er auch auf den Kontaktruf reagiert, geht aus den Beobachtungen nicht hervor. Die Lautsprecherexperimente von TSCHANZ (1964; siehe S. 18 der vorliegenden Arbeit) geben nicht Auskunft darüber, an welchen Rufen der Altvogel auf dem Felsen sein Junges erkennt: Da es in jenen Versuchen darum ging, nachzuweisen, daß der Elter sein Küken überhaupt an seinen Lauten von anderen unterscheidet, wurden ihm verschiedenartige Rufe seines Jungen vorgespielt (Wasserruf, Weinen, Kontaktweinen und Kontaktruf). Dabei wurde nicht festgestellt, auf welche Rufe er reagiert hatte. INGOLD (1973) führte bei Tordalken ähnliche Lautsprecherexperimente durch und stellte fest, daß die Altvögel den Wasserruf ihres Kükens mit zehn Tagen kennen (vgl. S. 19).

Individuelle Merkmale, die dem Weinen und dem Wasserruf gemeinsam sind und die dem Altvogel erlauben würden, sich diese statt jeden Ruftyp einzeln zu merken, konnten wir nur bei einzelnen Küken ermitteln (S. 38). Bei anderen Jungen besitzen beide Ruftypen völlig verschiedene individuelle Merkmale. Damit müssen wir annehmen, daß die Altvögel die beiden (und eventuell andere) Rufe je für sich lernen, wenn nicht weitere Merkmale wie die Klangfarbe, die Amplitudenhülle (WHITE & WHITE 1970; vgl. S. 18 der vorliegenden Arbeit) oder Feinheiten des Tonhöhenverlaufs, auf die wir nicht eingegangen sind, als individuelle Merkmale den beiden Ruftypen Weinen und Wasserruf gemeinsam sind und die Eltern sich diese einprägen.

Drittens fragten wir, von welchem Alter an eine Unterscheidung der Küken möglich ist. Wir stellten fest, daß vom vierten bis fünften Tage an die meisten Weinrufe und Wasserrufe bereits die späteren individuellen Merkmale aufweisen (S. 31). Damit können die Altvögel schon früh die individuellen Kennzeichen mindestens des Weinens und des Wasserrufes ihres Kükens lernen. Falls sie sich noch weitere Lautmerkmale merken, müssen sie sich an die während der Entwicklung eintretenden Veränderungen der Rufe (S. 29) laufend gewöhnen.

Daß auch die Tordalkenrufe sich in den ersten Wochen kontinuierlich verändern, stellte INGOLD (1973) fest.

Diese kontinuierlich erfolgenden Rufveränderungen könnten den Eltern unter Umständen helfen, ihr Junges von anderen zu unterscheiden: Die Küken schlüpfen oft im Abstand von einigen Tagen (z. B. am 3., 9., 12., 12. und 13. Juli bei fünf 1970 von JENNY beobachteten, benachbarten Familien). Da wir das Alter der Küken dank den genannten Veränderungen der Rufe bestimmen können, ergibt sich aus den unterschiedlichen Entwicklungsstadien benachbarter Jungen möglicherweise auch für die Altvögel ein zusätzliches Unterscheidungsmerkmal. Wenn etwa ein Küken von wenigen Tagen noch stark nasale Laute von sich gibt, haben die unter Umständen älteren Nachbarküken bereits klarere Rufe.

2. Diskussion der Methode

Bei der Zuordnung der Rufe zu bestimmten Typen arbeiteten wir in der vorliegenden Arbeit weitgehend akustisch. Erst die Analyse der Rufe der verschiedenen Typen, Altersstufen und Individuen erfolgte anhand von Sonagrammen. Unser Ohr bleibt bei Rufuntersuchungen an erster Stelle, denn:

- Tonbandaufnahmen können im allgemeinen wegen des hohen Preises von Tonbändern und der zur Auswertung erfordernten Zeit nur während einer beschränkten Zeitdauer gemacht werden; wann wir „genug“ aufgenommen haben, darüber entscheidet unser Ohr.
- Auch die Herstellung von Sonagrammen ist teuer und zeitraubend, und es müssen Rufe akustisch aus den Tonbandaufnahmen ausgewählt werden.
- Einzelne Parameter lassen sich akustisch am sichersten und raschesten erfassen, etwa die Klangfarbe und zum Teil die Tonhöhe.

Die akustische Beurteilung von Rufen ist subjektiv. Um eine weniger subjektive Aussage über den akustischen Eindruck zu erhalten, spielten wir jeweils mehreren Personen dieselbe Serie verschiedenartiger Rufe vor. Sie unterschieden die Rufe im wesentlichen auf dieselbe Art wie wir selbst.

Eine grafische Darstellung der zu analysierenden Rufe ist dennoch unerlässlich:

- Eine objektive Aussage kann nur anhand einer grafischen Darstellung gemacht werden (TSCHANZ 1968).
- Sonagramme lehren genau auf Einzelheiten der Rufe zu hören. Zudem nähert sich das Bild möglicherweise mehr dem, was Vögel hören, als unser eigener akustischer Eindruck es tut, da Vögel zeitliche Veränderungen besser auflösen als wir (PUMPHREY 1961, SCHWARTZKOPFF 1962, GREENWALT 1968; alle zit. in BEER 1970).

Bei der Auflösung der Sonagramme in einzelne physikalische Parameter geht ein bedeutendes Unterscheidungskriterium für Rufe verloren, nämlich die „Gestalt“ (BEER 1970). Dies hat unsere Untersuchung über die individuellen Merkmale der Rufe junger Trottellummenküken gezeigt: Einzelmerkmale genügten nicht immer zur Unterscheidung der Laute verschiedener Individuen, vielmehr mußten Merkmalskombinationen zu Hilfe genommen werden, z. B. S. 33 der vorliegenden Arbeit. HUTCHISON, STEVENSON & THORPE (1968) vermuten, daß die Brandseeschwalbe *Sterna sandvicensis* sich eher die Gesamtheit der individuellen Rufmerkmale merkt als einzelne von den Autoren ermittelte Rufparameter, und auch TSCHANZ (1968) nennt die Rufe adulter Trottellummen „merkmalsreiche Lautgestalten“, aus denen die Küken allerdings einzelne Parameter herauszuhören imstande sind.

E. Zusammenfassung

1. Bei den oft sehr dicht beieinander brütenden Trottellummen zieht jedes Paar ein einziges Küken auf. Eine persönliche, u. a. akustische Beziehung zwischen dem Jungen und seinen Eltern scheint die Familienglieder zusammenzuhalten und eine Vermischung der verschiedenen Familien zu verhindern. Persönliches Kennen an Rufen bedingt, daß die Laute verschiedener Individuen verschiedene Rufmerkmale haben. In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, was für Laute die Küken äußern, an welchen Merkmalen die verschiedenen Jungen unterschieden werden können und von welchem Alter an dies möglich ist (S. 18).
2. 26 Trottellummenküken wurden für die Untersuchung künstlich erbrütet, von Hand aufgezogen und ihre Lautäußerungen auf Tonband festgehalten und akustisch und anhand von Sonagrammen analysiert (S. 19).
3. Die Rufe ordnen wir neun Typen zu, die häufig im Zusammenhang mit bestimmten Situationen, Aktivitäten und Haltungen auftreten (S. 25). Die häufigsten Rufe (Pickruf, Kontaktruf, Kontaktweinen, Weinen und Wasserruf) werden mittels Dauer, Tonhöhenverlauf, Tonhöhe, Klangfarbe, Lautstärke und Gliederung, sowie lautmalerisch beschrieben (S. 26).
4. Variationen des Kontaktweinens können wir mit der Situation, in welcher sich das Küken befindet, in Zusammenhang bringen (S. 28).
5. Alle Ruftypen verändern sich im Laufe der Ontogenese (S. 29).
6. Kontaktruf, Weinen und Wasserruf untersuchen wir auf individuelle Merkmale hin: Das Weinen und vor allem der Wasserruf besitzen beim 3–4 Wochen alten Jungen ausgeprägte individuelle Merkmale im Tonhöhenverlauf, der Wasserruf zum Teil auch im Zeitmuster (S. 31). Der Kontaktruf eignet sich dagegen kaum zur Jungenidentifikation, da er sich bei

- verschiedenen Einzelküken wenig unterscheidet (S. 35). Gemeinsame individuelle Merkmale bei verschiedenartigen Rufgruppen konnten nicht für alle Küken festgestellt werden (S. 38).
- 7 Die Unterscheidung der Individuen anhand des Weinens und des Wasserrufes ist möglich ab 4.–5. Tag nach dem Schlüpfen, und zwar können wir bereits die späteren individuellen Merkmale erkennen, wenngleich sie weniger prägnant sind als beim 3–4 Wochen alten Jungen (S. 38).
 8. Wir vergleichen unsere Ergebnisse mit Experimenten und Beobachtungen im Freiland (S. 40) und diskutieren die akustische und die optische Auswertungsmethode (S. 41).

F. Summary

Calls of young Guillemots as individual characteristics

1. Guillemots typically breed in close proximity, each pair raising a single chick. This physical setting makes recognition between the parent birds and the chick important for successful rearing. Individual variations in calls can clearly be significant in allowing recognition to take place. The objective of this paper is to investigate the different calls of the Guillemot chick, to determine the features of the calls which identify individuals and to note when such individual variation begins.
2. Twenty six Guillemot chicks were hatched in an incubator and reared by hand for the investigation, their calls were recorded on tape and sonagrams were made.
3. The investigation identified nine types of call in relation to defined situations, activities or postures of the chick. The most frequent calls (the pecking call, the contact call, the contact-weeping call, the weeping call and the water call) were described by means of their length, the pitch, the change of pitch, the timbre, the intensity, the pattern of syllables, and onomatopoeically.
4. The contact-weeping call of a single individual varies according to the situation of the calling chick.
5. All calls change during ontogeny.
6. A comparison between individuals was made for three calls: the contact call, the weeping call, and the water call. A strong individual feature especially in the water call, but also in the weeping call is the change in pitch. The pattern of syllables in the water call is also highly individual. However the individuals can hardly be distinguished by their contact call since this is similar in all chicks. Not all chicks display the same individual characteristics in both the weeping call and the water call, but some do.
- 7 The individuals can be discriminated by their weeping and their water call from the fourth or fifth day after hatching. At this age the calls contain the same individual characteristics that are found in the three to four week old chicks, but they are not yet as pronounced.
8. The results are compared with those coming from observations and experiments on Guillemots living in the wild. Finally the analysis of calls by tape recordings or by sonagrams is discussed.

G. Literatur

- Andrieu, A. J. (1963): Techniques used for the physical study of acoustic signals of animal origin. In: Busnel (Ed.), Acoustic behaviour of animals. Amsterdam. • Baumer, E. (1955): Lebensart des Haushuhns III. Z. Tierpsychol. 19, 394–416. • Beer, C. G. (1970): Individual recognition of voice in the social behavior of birds. In: Lehmann et al. (Ed.), Advances in the study of behavior 3. New York und London. • Broughton, W. B. (1963): Method in bio-acoustic terminology. In: Busnel (Ed.), Acoustic behaviour of animals. Amsterdam. • Falls, J. B. (1969): Functions of territorial song in the white-throated sparrow. In: Hinde (Ed.), Bird vocalizations. Cambridge. • Frauenfelder, P., & Huber, P. (1958): Einführung in die Physik, 2. Band: Elektrizitätslehre, Wellenlehre, Akustik, Optik. Basel. • Hall-Craggs, J. (1969): The aesthetic content of bird song. In: Hinde (Ed.), Bird vocalizations. Cambridge. • Hutchison, R. E., Stevenson, J. G., & Thorpe, W. H. (1968): The basis for individual recognition by voice in the sandwich tern (*Sterna sandvicensis*). Behaviour 32, 150–157. • Immelmann, K. (1969): Song development in the zebra finch and other estrildid finches. In: Hinde (Ed.), Bird vocalizations. Cambridge. • Ingold, P. (1973): Zur lautlichen Beziehung des Elters zu seinem Küken bei Tordalken (*Alca torda*). Behaviour 45, 154–190. • Kartaschew, N. N. (1960): Die Alkenvögel des Nordatlantiks. Neue Brehmbücherei. Wittenberg Lutherstadt. • Kear, J. (1968): The calls of very young Anatidae. Beihefte zur Vogelwelt, 1, 93–114. • Marler, P., & Hammlton, W. J. III (1966): Mechanisms of animal behavior. New York. • Mulligan, J. A. (1966): Singing behavior and its development in the song sparrow (*Melospiza melodia*).

University of California Publ. Zool. 81, 1–76. • Sauer, F. (1954): Die Entwicklung der Lautäußerungen vom Ei ab schalldicht gehaltener Dorngrasmücken (*Sylvia c. communis* LATHAM) mit später isolierten und mit wildlebenden Artgenossen. Z. Tierpsychol. 11, 10–93. • Seiler, U., & Hardmeier, W. (1970): Lehrbuch der Physik, 1. Teil: Mechanik und Akustik. Zürich. • Tembrock, G. (1959): Tierstimmen. Neue Brehmbücherei. Wittenberg Lutherstadt. • Ders. (1960): Verhaltensforschung. Jena. • Thielcke, G. (1966): Die Auswertung von Vogelstimmen nach Tonbandaufnahmen. Die Vogelwelt 87, 1–14. • Ders. (1970): Vogelstimmen. Berlin, Heidelberg, New York. • Ders. (1971): Versuche zur Kommunikation und Evolution der Angst-, Alarm- und Rivalenlaute des Waldbaumläufers (*Certhia familiaris*). Z. Tierpsychol. 28, 505–516. • Thielcke, G., & H. (1970): Die sozialen Funktionen verschiedener Gesangsformen des Sonnenvogels (*Leiothrix lutea*). Z. Tierpsychol. 27, 177–185. • Thorpe, G. (1961): Bird song. Cambridge. • Thorpe, G., & Lade, B. I. (1961): The songs of some families of the Passeriformes. I. Introduction: The analysis of bird songs and their expression in graphic notation. Ibis 103a, 231–245. • Trendelenburg, F. (1950): Einführung in die Akustik. Berlin, Göttingen, Heidelberg. • Tschanz, B. (1959): Zur Brutbiologie der Trottellumme (*Uria a. aalge* PONT). Behaviour 14, 2–100. • Ders. (1964): Beobachtungen und Experimente zur Entstehung der „persönlichen“ Beziehung zwischen Jungvogel und Eltern bei Trottellummen. Verh. schweiz. naturf. Ges., Zürich: 211–216. • Ders. (1968): Trottellummen. Z. Tierpsychol., Beiheft 4. • Vince, M. A. (1969): Embryonic communication, respiration and the synchronization of hatching. In: Hinde (Ed.), Bird vocalizations. Cambridge. • White, S. J., & White, R. E. C. (1970): Individual voice production in gannets. Behaviour 37, 40–54. • Würdinger, I. (1970): Erzeugung, Ontogenie und Funktion der Lautäußerungen bei vier Gänsearten (*Anser indicus*, *A. caerulescens*, *A. albifrons* und *Branta canadensis*). Z. Tierpsychol. 27, 257–302.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Mathilde Schommer, Department of Psychology, University, GB-Leicester

Prof. Dr. Beat Tschanz, Ethologische Station Hasli, Wohlenstraße 50a, CH-3032 Hinterkappelen.

Die Vogelwarte 28, 1975: 44–61

Über Altersaufbau, Reifealter und Ansiedlung beim Weißstorch (*C. ciconia*) im Nordsee-Küstenbereich *

Von Ewald Meybohm und Gert Dahms

1. Einleitung

Diese Arbeit sucht nach Ablesungen von 1001 freilebenden Weißstörchen (und unter Einbeziehung von 29 Ringfundmeldungen) einige populationsdynamische Punkte auf den neuesten Stand zu bringen. Wie ist die Altersschichtung einer Population, wann wird das Reifealter erreicht und wie wirken sich Ansiedlung und Umsiedlung auf den Populationsaufbau aus? Frühere Untersuchungen in Ostpreußen und SW-Deutschland bzw. im Elsaß ergaben gewisse gebietsmäßige Unterschiede. Für NW-Deutschland fehlte trotz zahlreicher Beringungen eine Vergleichsmöglichkeit, da das Ablesen der Ringinschriften bei beringten Brutvögeln nicht mit gleicher Intensität erfolgte war.

Der Zufall wollte es, daß die Verf. fast gleichzeitig im Elbe-Weser-Winkel die „Jagd“ mit starken Fernrohren begannen. So lag es nahe, die Arbeit zu koordinieren und das Arbeitsgebiet zu erweitern. Allein so konnten wir das uns gesteckte Ziel in begrenzter Zeit erreichen. — Das lange Zögern im Nordwesten mag zunächst bedauerlich erscheinen; tatsächlich erweist es sich jedoch als großer Vorteil: Von Anfang an standen uns Ringträger in allen möglichen Altersstufen zur Verfügung! Auch die Gebietsgröße sichert einen stichhaltigen Querschnitt. Nach Süden schien uns allerdings in Anbetracht der Nähe des Zugscheidengrats (siehe Karte SCHÜZ 1964) eine Begrenzung angebracht: *Wir beschränkten*

* Diese Arbeit und die folgende Arbeit wurden nochmals von E. SCHÜZ redigiert.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [28_1975](#)

Autor(en)/Author(s): Schommer Mathilde, Tschanz Beat

Artikel/Article: [Lautäußerungen junger Trottellummen \(Uria a. aalge\) als individuelle Merkmale 17-44](#)