

Zoology. — *Over het oriëntatieprobleem bij vogels* ¹⁾. (Preliminary communication.) By S. DIJKGRAAF. (Communicated by Prof. W. H. ARISZ.)

(Communicated at the meeting of April 27, 1946.)

Inleiding.

Het is bekend, dat vogels over merkwaardige oriëntatievermogens beschikken. Dit volgt zoowel uit het gedrag van trekvogels, als uit transportproeven met postduiven en in het wild levende vogelsoorten. In het laatste geval werden de dieren meestal in den broedtijd gevangen, zoo snel mogelijk naar elders vervoerd, geringd en weer vrijgelaten. Een zeker percentage van de vogels bleek dan op het nest terug te keeren („homing”), ook in die gevallen, waarin het als vrijwel zeker kon worden beschouwd, dat de dieren het gebied van vrijlating tevoren nooit hadden bezocht. De vraag dringt zich op: hoe weet een vogel vanaf een willekeurig punt in *onbekend* terrein zijn nest terug te vinden?

Er doen zich ter verklaring drie mogelijkheden voor:

1. De vogel vliegt zoolang zoekend rond, tot hij — al of niet — ergens zijn „woongebied” raakt (het gebied dus, dat hem door ervaring bekend is), waarna hij verder rechtstreeks naar het nest kan terugkeeren.

2. De vogel kent het gebied van vrijlating weliswaar niet door individuele ervaring, doch bezit er een zekere *aangeboren* kennis van.

3. De vogel richt zich op den terugweg naar prikkels, die op den heenweg, tijdens het transport naar het punt van vrijlating, op hem inwerkten.

Wat de eerste mogelijkheid betreft kan men zeggen, dat terugkeer wel in *vele* gevallen op deze wijze tot stand kan zijn gekomen, echter *niet in alle*. Het percentage terugkeerende vogels is vaak zóó hoog, de tijd tusschen vrijlating en aankomst op het nest zóó kort, dat men wel genoodzaakt is een min of meer rechtstreeks naar het woon- of broedgebied gerichte vlucht aan te nemen. Deze opvatting wordt bevestigd door het feit, dat *alle* vindplaatsen van vogels, die op den terugweg verongelukten, in de buurt van de rechte verbindingslijn bleken te liggen.

De tweede mogelijkheid doet aan als een uit de lucht gegrepen veronderstelling. Toch is iets dergelijks bij trekvogels gerealiseerd. Wanneer in sommige gevallen de jonge vogels zonder geleide van oudere soortgenooten voor de eerste maal trekken en daarbij een voor de soort specifieke route volgen is het duidelijk, dat de dieren een zekere aangeboren „kennis” van den te volgen weg en zijn kenmerken moeten bezitten. Bij „homing”-proeven met

1) “On the Orientation Problem in Birds.” With a summary in English, French and German.

trekvoegels werd intusschen ook dan vaak terugkeer op het nest geconstateerd, wanneer het gebied van vrijlating ver buiten de normale trekroute lag. Dat ook in deze gevallen en bij de transportproeven met standvogels een aangeboren kennis van het terrein een rol zou hebben gespeeld, lijkt weinig waarschijnlijk ²⁾).

Tenslotte de derde mogelijkheid: oriëntatie tijdens het transport. In de meeste gevallen werden de dieren op zoodanige wijze vervoerd, dat visuele oriëntatie — bij vogels ongetwijfeld van overheerschend belang — reeds bij voorbaat uitgeschakeld was. Een normaal functionneeren van den zgn. draaiingszin (gelocaliseerd in de booggangen van het labyrint) werd in vele gevallen opzettelijk verhinderd, doordat men de vogels tijdens het vervoer liet roteeren. Het terugkeerpercentage werd daardoor niet beïnvloed. Evenmin was dat het geval, wanneer de vogels op de heenreis in narcose werden gehouden (KLUYVER 1935).

Van de drie genoemde mogelijkheden ter verklaring van „homing” vanuit onbekend gebied blijkt dus de eerste slechts in een deel der gevallen in aanmerking te komen, terwijl voor de tweede vermoedelijk hetzelfde geldt; de derde mogelijkheid is in geen enkel geval gerealiseerd. Dit leidt ertoe, een vierde mogelijkheid te overwegen: het bestaan van speciale, „onbekende” zintuigelijke vermogens.

Onder den indruk van de verrassende „homing”-prestaties van wilde vogelsoorten en het gedrag van trekvoegels onder bepaalde omstandigheden (gericht vliegen bij duisternis, in dichte mist, boven open zee) waren de meeste ornithologen reeds lang tot de overtuiging gekomen, dat de oriëntatie van vogels op grond van de bekende zintuigen alléén niet bevredigend verklaard kan worden (STRESEMANN 1935, RÜPPELL 1936/1937, VAN OORDT 1936/1943, KNIERIEM 1942 e.a.). Het phenomeen werd op verschillende wijze aangeduid. SCHÜZ (1931) sprak van „Empfindung für die geographische Lage”, BIERENS DE HAAN (1934) onderscheidt „kompaszin” en „plaatszin” (waarvan hij alleen de eerste gerealiseerd acht), VAN OORDT (1943) spreekt van „richtingszin” (bij trek) en „oriëntatiezin” (bij „homing”). Wij kunnen hier op deze termen en hun beteekenis niet nader ingaan.

Het vraagstuk boeit behalve de ornithologen uiteraard ook de zintuigphysiologen. Zij zijn over het algemeen minder geneigd het bestaan van nieuwe, „onbekende” zintuigvermogens aan te nemen (zie b.v. KOEHLER 1942; GRIFFIN 1944). Niettemin staan ook zij voor de moeilijkheid, het gedrag van de vogels bevredigend te verklaren. Tot dusver is er ondanks een groot aantal experimenteele gegevens nog geen algemeen aanvaarde oplossing van het „oriëntatieprobleem” gevonden. Dit is voornamelijk een

²⁾ Het blijft niettemin denkbaar, en men heeft deze verklaringmogelijkheid dan ook m.i. ten onrechte tot dusver geheel buiten beschouwing gelaten. Evenals bij trekvoegels de trekroute, zouden bij standvogels bepaalde (constante) kenmerken van het landschap, waarin de soort voorkomt, de dieren aangeboren „bekend” kunnen zijn (b.v. bergketens, groote rivieren, kustlijnen, vegetatietypen enz.).

gevolg van het feit, dat bij proeven en waarnemingen in de vrije natuur allerlei niet of moeilijk te controleeren factoren een rol kunnen spelen, zoodat het gedrag van de vogels verschillend kan worden uitgelegd en het trekken van scherp bepaalde conclusies meestal onmogelijk wordt gemaakt.

Een en ander bracht mij op het denkbeeld, het probleem langs geheel anderen weg te benaderen, namelijk door een onderzoek in het laboratorium, waarbij men de experimenteele omstandigheden volkomen beheerscht. De hieronder beschreven proeven vormen een eerste poging in

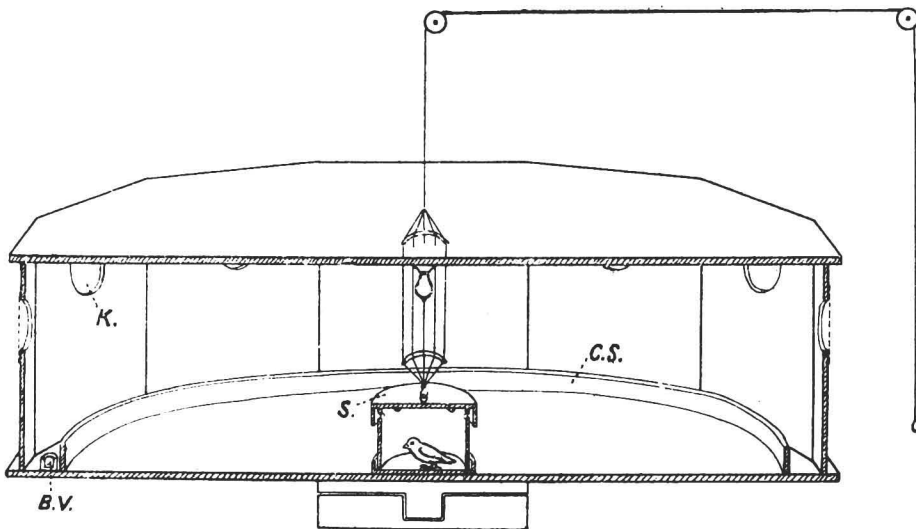


Fig. 1. Toestel voor de richtingdressuur. Het toestel is mediaan doorgesneden; slechts één helft is afgebeeld. De middellijn van het bodemvlak bedroeg 120 cm. B.V. bakje met voedsel; C.S. cirkelvormig schot (reep linoleum); K. kijkgat; S. stolp.

deze richting. Er werd getracht het bestaan van den zoo vaak gepostuleerden „richtingszin” met behulp van de dressuurmethode exact aan te toonen. Een positief resultaat leek nauwelijks te verwachten, zou echter omgekeerd van zoo groot belang zijn en zóóveel perspectieven openen voor een voortgezette analyse, dat de poging mij wel gerechtvaardigd scheen. De proeven werden verricht gedurende de maanden November 1941—Maart 1942, waarna het onderzoek ten gevolge van de tijdsomstandigheden vóórtijdig moest worden afgebroken. Daar het onzeker is, wanneer hervatting mogelijk zal zijn, worden de verkregen gegevens hieronder voorloopig medegedeeld.

Methode van onderzoek.

Het voor de richtingdressuur ontworpen toestel bestond uit een draaibaar opgestelde twaalfzijdige kist, die van binnen homogeen grijs was geverfd, teneinde visuele oriëntatie tegen te gaan (fig. 1). Het toestel was in een donkere kamer opgesteld, die tevens vrij goed tegen geluiden van buiten af geïsoleerd was. Het werd van binnen belicht door een melkglasbol (40 W),

die in het midden van de bovenzijde was gemonteerd. In de twaalf zijwanden waren door vitragestof afgesloten kijkgaten aangebracht, waardoorheen het dier ongemerkt kon worden gadeslagen. De vogels werden één voor één in het proeftoestel gebracht en na de dressuurvoeding weer in hun eigen kooi teruggezet. Tijdens de overbrenging werd de vogel door een stolp met luchtsluis omgeven, zodat hij ongestoord kon ademen, doch niet naar buiten kon kijken. Deze stolp werd midden op de bodem van het dressuurtoestel geplaatst, het toestel gesloten, waarna de stolp van buiten af door middel van een dun touw omhoog kon worden geheschen (vgl. fig. 1). De vogel kreeg daardoor gelegenheid, zich naar den wand van het toestel te begeven, waar een bakje met het begeerde voedsel was opgesteld, voor de vogel verborgen achter een 4 cm hoog, cirkelvormig rondom de bodem loopend schot. Het bakje werd steeds aan de zuidzijde van het toestel geplaatst en nu nagegaan, of de proefvogel zou leeren, vanaf het centrum ineens de juiste richting — het Zuiden — te kiezen.

Het dressuurtoestel was optisch zooveel mogelijk homogeen gehouden; teneinde visuele oriëntatie volkomen uit te schakelen werd het toestel tusschen twee dressuurvoedingen telkens in een anderen stand gebracht, zoodat op onregelmatig wisselende wijze beurtelings alle twaalf zijwanden de zuidzijde vormden en eventueele optische kenmerken het dier niet van nut konden zijn. Ook de plaats van den waarnemer werd met het oog op mogelijke geluidsprikkels (ritselen van kleding e.d.) op onregelmatige wijze gevarieerd. Tenslotte werd de vogel tijdens het transport van zijn kooi naar het proeftoestel (een weg van ± 20 m door het gebouw) opzettelijk willekeurig gedraaid.

Als proefdieren fungeerden een groenling (*Chloris chloris* L.), een sijsje (*Chrysomitris spinus* L.) en — met het oog op de proeven van RÜPPELL — een spreeuw (*Sturnus vulgaris* L.)³⁾. Het voedsel bestond bij de dressuurvoedingen, die meestal tweemaal daags plaats vonden, uit de resp. lievelingskostjes (hennepzaad, koolzaad en meelwormen). Er werd verder voor gezorgd, dat de dieren bij de proeven voldoende hongerig waren.

Resultaat der dressuurproeven.

1. Om de dieren aan de situatie in het proeftoestel te wennen, werd het cirkelvormige schot aanvankelijk weggelaten, zoodat het bakje met voedsel zichtbaar was. De dieren gingen dan steeds rechtstreeks op het voedsel af. Zij deden dit ook na plaatsing van een schot van 1 of 2 cm hoogte, waarachter het bakje nog gedeeltelijk zichtbaar was. Zoodra door gebruik van een hooger schot het bakje geheel aan het gezicht onttrokken was liepen de vogels naar een willekeurig punt van het schot en gluurden er overheen, gingen er vervolgens opzitten en bewogen zich huppend in één richting op het schot voort, tot zij het bakje in het oog kregen. Vanaf het begin van

³⁾ De groenling werd bij een Groninger vogelhandelaar gekocht. Sijs en spreeuw waren in October 1941 op den herfsttrek in Zuid-Holland gevangen en mij door vriendelijke bemiddeling van den Heer L. TINBERGEN toegezonden.

de proeven bleek daarbij elk van de drie vogels een vaste gewoonte te volgen: de groenling wendde zich bij het bereiken van het schot steeds naar rechts, sijs en spreeuw naar links. Bereikte het sijsje het schot b.v. aan de zuidoostelijke zijde, dan volgde het den geheelen cirkel en kwam via oost-, noord- en westzijde bij het bakje met voedsel terecht.

Het gedrag van de dieren bleef bij voortzetting van de proeven ongewijzigd. Er was na resp. 39, 29 en 40 dressuurvoedingen met groenling, sijs en spreeuw nog geen spoor van voorkeur voor de juiste richting of zelfs maar voor de zuidelijke helft van het toestel te bekennen.

2. Teneinde de storende gewoonte van de vogels, zich eerst naar het schot en dan daarop naar het voedsel te begeven tegen te gaan, werd er een viertal radiaal geplaatste, verticale schotten in het toestel aangebracht (fig. 2). De schotten reikten van bodem tot bovenzijde en van den wand

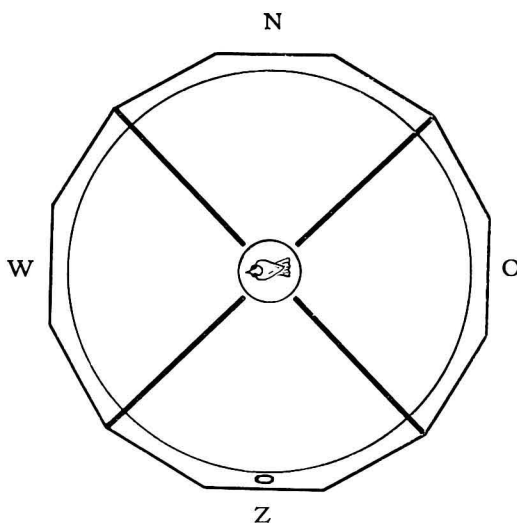


Fig. 2. Het proeftoestel van boven gezien (bovenzijde weggenomen) met de vier radiaal geplaatste schotten.

van het toestel tot dicht bij de stolp in het centrum. Het inwendige van het dressuurtoestel was zodoende in vier vakken verdeeld, die slechts centraal met elkaar communiceerden. — Ondanks dezen maatregel bleef het gedrag van de dieren in wezen gelijk: een vak werd geïnspecteerd, en indien er geen voedsel in werd aangetroffen volgden één voor één de overige vakken, wederom in een vaste volgorde. Opmerkelijk was hierbij slechts, dat zowel groenling als sijs thans een richting volgden, tegengesteld aan die van de eerste proefreeks. De spreeuw daarentegen koos nog steeds de volgorde $O \rightarrow N \rightarrow W \rightarrow Z$.

Het aantal proeven met groenling, sijs en spreeuw bedroeg resp. 53, 42 en 78; in resp. 17, 11 en 18 van deze gevallen werd dadelijk het juiste vak (zuidzijde) gekozen. Het percentage „goede” keuzen ten bedrage van resp. 32, 26 en 23 % wijkt dus nauwelijks af van hetgeen bij een zuiver toevallige verdeling te verwachten ware (25 %).

3. In verband met de veel besproken mogelijkheid van magnetische invloeden werden alle ijzeren onderdelen van het proeftoestel vervangen door indifferent materiaal en het geheele toestel buiten de stad in een schuur op het platteland opgesteld. De verdeeling in vakken door middel van de vier verticale schotten werd ditmaal achterwege gelaten. — De spreeuw koos in 55 proeven 15 maal, d.w.z. in 27 % der gevallen, den zuidelijken sector (begrensd door drie van de twaalf zijwanden). Ook onder deze omstandigheden kon dus geen voorkeur voor de dressuurrichting worden geconstateerd.

4. In de volgende serie proeven (weer in het laboratorium) werd ook het cirkelvormige schot weggelaten, daar het de dieren steeds sterk aantrok, hen tot optische inspectie prikkelde en daardoor mogelijk de aandacht van eventuele richtingsprikkels afgeleid hield. Onderin elk der twaalf zijwanden was een deurtje aangebracht in den vorm van een hangend klapluikje, dat naar buiten toe kon worden opengeduwd (in fig. 1 niet weergegeven). Het bakje met voedsel was thans buiten het toestel geplaatst, vlak achter een der deurtjes.

Een inleidende reeks proeven diende om de dresseerbaarheid van het proefdier (spreeuw) onder deze omstandigheden na te gaan. Het dier werd daartoe op een geluidsprikkel gedresseerd, namelijk licht krabben aan den buitenwand van het toestel, vlak naast een der deurtjes. Reeds na 6 à 8 voedingen traden de eerste positieve reacties op: het in of bij het centrum staande of loopende dier wendde zich, zoodra er gekrabd werd, meteen rechtstreeks naar het juiste deurtje en pikte er tegenaan. In het vervolg bleek, dat de spreeuw het geluid verrassend goed wist te localiseeren. De belichting in het toestel werd door middel van weerstanden geleidelijk verzwakt en tenslotte geheel uitgeschakeld. Ook in volslagen duisternis kwam de vogel soms snel en zeker op de geluidsbron af en pikte aan het juiste deurtje ⁴⁾).

Nadat uit deze proeven de dresseerbaarheid van het dier was gebleken werd opnieuw getracht een richtingdressuur te verwezenlijken. Daartoe werden alle deurtjes van buiten gegrendeld, met uitzondering van het aan de zuidzijde gelegen deurtje, waarachter het bakje met voedsel was geplaatst. Na het opheffen van de stolp werd de vogel, nadat hij eenigen tijd „besluiteloos” had rondgelopen, door wat krabgeluid naar het zuidelijke deurtje geleid. Bij herhaling van de proef bleef het gedrag van het dier echter ongewijzigd. Indien de spreeuw erg hongerig of „ongeduldig” was, pikte hij ook wel aan de deurtjes vóór er gekrabd werd; van eenige voorkeur voor de zuidzijde was daarbij echter geen sprake (30 proeven).

Het voornemen, deze proefreeks met uitgeschakelde belichting te herhalen kon niet meer ten uitvoer worden gebracht.

5. Hetzelfde geldt van voorgenomen proeven, waarbij de spreeuw in

⁴⁾ Dit werd door beluisteren vastgesteld. — Over het vermogen tot geluidslocalisatie bij vogels is nog weinig bekend. Het was tot dusver slechts aangetoond bij de kip (ENGELMANN 1928).

plaats van door geluid, door optische bakens in de juiste richting zou worden geleid. De bakens zouden dan *geleidelijk* verkleind of de belichting verzwakt kunnen worden, teneinde een eventueele richtingszin naar voren te doen komen.

Als inleiding hiertoe werd de vogel gedresseerd op een met de vulpen op een der deurtjes aangebrachte stip van $1\frac{1}{2}$ mm middellijn. Hoewel het dier reeds bij de derde voeding het gemerkte deurtje koos, duurde het nog tot de 24ste proef, voor de dressuur volledig gelukt was, d.w.z. steeds ineens juist gekozen werd. Tot mijn verrassing bleek, dat het dier ook na verwijdering van de stip nog juist bleef kiezen. Het had zich bij zijn keuze blijkbaar minder naar de voor een menschenlijken waarnemer zoo opvallende stip gericht, dan naar andere (minimale) kenmerken van het deurtje of de omgeving.

Discussie.

Naar reeds in de inleiding werd uiteengezet heeft men om twee redenen aangenomen, dat er behalve de gewone zintuigen bij vogels nog een soort „richtingszin” moet voorkomen: a) „homing” vanuit onbekend gebied; b) gerichte vlucht bij trekvogels, ook waar de mogelijkheid tot visuele oriëntatie schijnbaar ontbreekt.

Geen der beide redenen blijkt bij nadere beschouwing steekhoudend. Zoo weet men bij „homing”-proeven met wilde vogels nooit *volkomen* zeker, of het gebied van vrijlating de dieren onbekend is. In gevangenschap in een ruime kooi opgekweekte en daar nestelende spreeuwen keerden na transport over 114 km niet op hun nest terug, in tegenstelling met de in het wild opgegroeide en daarna even lang in dezelfde kooi gevangen gehouden controle-spreeuwen (RÜPPELL en SCHEIN 1941). — Bij proeven met postduiven worden in den regel vele dieren gelijktijdig losgelaten; de vogels voor wie het terrein onbekend is zouden zich naar de ervaren duiven kunnen richten. Toen de dieren één voor één in onbekend gebied werden vrijgelaten was het resultaat dan ook volkomen negatief (HEINROTH 1941).

Bij trekvogels is het de vraag, of de mogelijkheid tot optische oriëntatie ooit *volkomen* uitgesloten is. Boven open zee b.v. zou de richting van de golven het dier als bakens kunnen dienen. Dat trekvogels in sommige gevallen inderdaad een bepaalde kompasrichting schijnen te volgen is o.a. gebleken uit de proeven van SCHÜZ (1934) met ooievaars. Hij bracht een groot aantal jonge ooievaars uit Oost-Pruisen over naar West-Duitschland. De hoofdmassa van deze dieren, die in Oost-Pruisen ZO-waarts (naar den Bosphorus) zouden zijn getrokken, bleek ook thans ZO-waarts te trekken (een deel vloog over de Alpen naar Noord-Italië), ondanks het geheel verschillende terrein en in tegenstelling met de gewoonte van West-Duitsche ooievaars, die ZW-waarts (naar Gibraltar) plegen te trekken. De dieren wisten de hun blijkbaar aangeboren trekrichting dus onafhankelijk van de kenmerken van het landschap te bepalen. Op welke wijze dit geschiedde is

een open vraag. Men kan er een aanwijzing voor het bestaan van een „richtingszin” in zien; het ligt echter meer voor de hand aan oriëntatie ten opzichte van den zonnestand e.d. te denken.

Ook onze dressuurproeven hadden tot dusver een negatief resultaat, hetgeen uiteraard de mogelijkheid van het bestaan van een richtingszin onaangetast laat. In dit verband zij aan de „homing”-prestaties van visschen en vleermuizen herinnerd, waar zich een soortgelijk probleem voordoet. Wellicht zal een onderzoek naar vermogen en reikwijdte van de *bekende* zintuigen — in menig opzicht nog terra incognita — veel ophelderen, van wat thans onverklaarbaar schijnt.

Samenvatting.

De stand van het oriëntatieprobleem bij vogels wordt besproken. De kernvraag luidt: zijn de bekende zintuigen toereikend om het gedrag van de dieren in alle gevallen bevredigend te verklaren? Vele ornithologen zijn overtuigd van het bestaan van een „richtingszin”, zonder dat deze opvatting tot dusver strikt bewezen kon worden. Met het oog hierop werd een poging ondernomen, vogels in een speciaal daartoe geconstrueerd toestel op een bepaalde kompasrichting te dresseeren. Eenige voorkeur voor de dressuurrichting kon tot dusver niet worden vastgesteld, hoewel dressuren op acustische en optische prikkels in hetzelfde toestel gemakkelijk gelukten. Het onderzoek is nog niet afgesloten. Als bijkomstig resultaat kan worden vermeld, dat een spreekw geluiden uitstekend wist te localiseeren.

Zusammenfassung.

Der Stand des Problems der Fernorientierung bei Vögeln wird besprochen. Die Kernfrage lautet: reichen die bekannten Sinne aus um das Verhalten der Tiere in allen Fällen befriedigend zu erklären? Viele Ornithologen sind von der Existenz eines „Richtungssinnes” überzeugt, obwohl ein strikter Nachweis für diese Auffassung bisher nicht erbracht werden konnte. Im Hinblick darauf wurde der Versuch unternommen, Vögel in einem speziell zu diesem Zweck konstruierten Apparat auf eine bestimmte Kompassrichtung zu dressieren. Irgendeine Bevorzugung der Dressurrichtung konnte bisher nicht festgestellt werden, obwohl Dressuren auf akustische und optische Reize im gleichen Apparat leicht gelangen. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen. Nebenbei ergab sich, dass ein Star Geräusche ausgezeichnet zu lokalisieren verstand.

Summary.

The present state of our knowledge of the orientation problem with birds is discussed. The main question is whether it is possible to explain the behaviour of birds in all circumstances on the basis of the known senses only. Many ornithologists are convinced of the existence of a “sense of direction”, though this opinion is not yet strictly proved. Therefore an

attempt was made to train birds to choose an appointed direction by putting them in a special apparatus. So far no preference for the training direction could be stated, though training on acoustic and optic stimuli in the same apparatus succeeded well. The experiments are not yet finished. As an accessory result it can be stated that a starling could locate sounds very well.

Résumé.

L'Etat actuel du problème de l'orientation lointaine chez les oiseaux est discuté. Il s'agit principalement de la question s'il est possible d'expliquer la conduite des oiseaux par les sens connus seuls. Bien des ornithologistes sont convaincus de l'existence d'un „sens de la direction”, quoiqu'il en manque jusqu'ici la preuve stricte. En vue de cette question un appareil spécial fut construit, dans lequel les oiseaux furent dressés à choisir une certaine direction. Jusqu'ici aucune préférence de la direction a pu être constatée, quoiqu'il était simple de dresser un oiseau à des stimulants acoustiques ou optiques dans le même appareil. Les expériences ne sont pas encore terminées. Comme résultat accessoire soit mentionné, qu'un sansonnet pouvait très bien localiser des sons.

LITERATUUR.

- BIERENS DE HAAN, J. A.: Enkele opmerkingen over „kompaszin”, „plaatszin” en visueele oriëntatie bij vogels. *Ardea* **23**, 78—82 (1934).
- ENGELMANN, W.: Untersuchungen über die Schallokalisierung bei Tieren. *Z. f. Psychol.* **105**, 317—370 (1928).
- GRIFFIN, D. R.: The sensory basis of bird navigation. *Quart. Rev. Biol.* **19**, 15—31 (1944).
- HEINROTH, O. und K.: Das Heimfindervermögen der Brieftauben. *J. f. Ornithol.* **89**, 213—256 (1941).
- KLUYVER, H. N.: Ergebnisse eines Versuches über das Heimfindervermögen von Staren. *Ardea* **24**, 227—239 (1935).
- KNIERIEM, H.: Voraussetzungen für schnelles Heimfinden der Brieftauben bei geringen Verlusten auf den Reisen. *Z. f. Tierpsychol.* **5**, 131—152 (1942).
- KOEHLER, O.: Zum Heimfinden der Tiere. *Z. f. Tierpsychol.* **5**, 152—181 (1942).
- OORDT, G. J. v.: Vogeltrek. Leiden, 1936. Tweede druk 1943.
- RÜPPELL, W.: Heimfinderversuche mit Staren und Schwalben 1935. *J. f. Ornithol.* **84**, 180—198 (1936).
- , Heimfinderversuche mit Staren, Rauchschwalben, Wendehälsen, Rotrückengewürgern und Habichten (1936). *J. f. Ornithol.* **85**, 120—135 (1937).
- und W. SCHEIN: Ueber das Heimfinden freilebender Stare bei Verfrachtung nach einjähriger Freiheitsentziehung am Heimatort. *Der Vogelzug* **12**, 49—56 (1941).
- SCHÜZ, E.: Alte und neue Versuche über das Sich-Zurechtfinden der Vögel. *Der Vogelzug* **2**, 19—28 (1931).
- , Vom Storchversuch 1933 der Vogelwarte Rossitten. *Der Vogelzug* **5**, 21—24 (1934).
- STRESEMANN, E.: Haben die Vögel einen Ortssinn? *Ardea* **24**, 213—226 (1935).