Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 40 (1967)

Heft: 6

Artikel: Neue Versuche zum Orientierungsvermögen von Brieftauben

Autor: Schmidt-Koenig, Klaus

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-561692

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Neue Versuche zum Orientierungsvermögen von Brieftauben

1. Empirische Befunde:

a) Variabilität der Orientierungsleistung

Auf den ersten Blick scheint es leicht zu sein, Orientierungsversuche mit Brieftauben zu unternehmen. Ein erheblicher Teil früherer Versuche galt daher direkt der Prüfung bestimmter Navigationshypothesen oder Teilhypothesen. Es stellt sich aber mehr und mehr heraus, dass das Heimkehrverhalten der Brieftauben enorm variabel ist und schon die Gewinnung eindeutiger und unverfälschter Ergebnisse über die Grundzüge des experimentell unbeeinflussten Heimkehrverhaltens ein Problem für sich darstellt. Wir kennen erst einen Teil der Faktoren, die die Variabilität des Heimkehrverhaltens bedingen.
Zunächst ein paar Worte zur Methodik von Heimkehrversuchen. Unsere Hauptkriterien sind die Anfangsorientierung und die Heimkehrleistung. Bei einem Heimkehrversuch lässt der Versuchsleiter Tauben einzeln von einem Platz mit allseits freier Sicht fliegen und verfolgt jede mit dem Feldstecher, bis sie am Horizont verschwindet. Der Punkt des Verschwindens wird in Grad Azimut auf der Kompaßscheibe gemessen, die Verschwindepunkte einer Auflassung werden in einem Verschwindediagramm zusammengefasst. Abflug und Ankunft jedes Tieres werden gezeitet. Aus der Heimkehrzeit kann die Heimkehrschnelligkeit (in km/h) berechnet werden. Die Heimkehrleistung eines Kollektives kann dann als relative Zahl aus den in acht Klassen eingeteilten individuellen Leistungen der Versuchsteilnehmer ermittelt werden.

Periodische Schwankungen

Jeder Brieftaubenzüchter weiss, dass seine Tauben im Sommer besser nach Hause kommen als im Winter. Wallraff hat 1959 die im Laufe mehrerer Jahre ermittelte Heimkehrleistung der Tauben des Wilhelmshavener Max-Planck-Instituts zu einer Kurve verrechnet, die die jahreszeitliche Schwankung der Heimkehrleistung widerspiegelt. Am schnellsten und vollzähligsten kommen die Tauben demnach im Juli und August nach Hause, am langsamsten und unter grossen Verlusten im Januar. Es ist bisher nicht gelungen, die Ursachen für diese Jahresperiodik zu finden. Die Aussentemperatur ist nicht dafür verantwortlich. Sie spielt wahrscheinlich im Winterhalbjahr nur insofern eine Rolle, als sie die Heimkehrleistung um so mehr drückt, je tiefer sie unter + 15 °C sinkt. In wesentlich wärmeren Klimaten, z. B. in North Carolina USA (36 °N), schwankt die Heimkehrleistung nach eigenen, noch nicht veröffentlichten Ergebnissen, etwa genauso wie in Wilhelmshaven. Auch der Fortpflanzungszyklus hat wahrscheinlich mit der jahresperiodischen Schwankung der Heimkehrleistung nichts zu tun. Zum einen erreicht die Fortpflanzung ihren Höhepunkt (April bis Juni) und ihren Tiefpunkt (Dezember) zu anderen Zeiten als die Heimkehrleistung, und zum anderen ist es bisher nicht gelungen, durch künstliches Ankurbeln der Fortpflanzung oder durch die Injektion von Sexualhormonen die Heimkehrleistung zu steigern.

Erfahrung und Auslese

Wiederum weiss jeder Brieftaubenzüchter, dass die Leistung einer Taube — bis zu einem gewissen Grad — um so besser wird, je mehr Übungsflüge sie absolviert hat. Wie bei den jahresperiodischen Schwankungen müssen wir aber auch hier quantitative Vorstellungen vom Einfluss der Erfahrung haben, wenn wir verhindern wollen, dass andere Versuchsergebnisse von ungewollten Einflüssen überlagert werden. Versuche zeigen, wie sich die Anfangsorientierung und wie sich die Heimkehrleistung von Brieftauben mit der Zahl geflogener Auflassungen verbessert. Die Verbesserung kommt dadurch zustande, dass sowohl mangelhaft begabte Tiere ausbleiben, als auch dadurch, dass die übrigen mit jedem Flug dazulernen, wie man rascher nach Hause findet. Was sie dabei im einzelnen lernen, wissen wir aber nicht; wir können nur ausschliessen, dass sich die Tauben Landschaft und auffällige Marken einprägen, wovon im einzelnen später noch gesprochen wird. Wenn wir also einen kritischen Versuch durchführen, müssen wir sorgfältig darauf achten, ihn mit Tauben gleichen Erfahrungsgrades (auf Grund unserer Flugkartei) zu bestreiten, da wir sonst unterschiedliche oder stark gestreute Ergebnisse bekommen, die durch die erfahrungsbedingten Unterschiede zustande gekommen sind.

Grossräumige geographische Faktoren

In den letzten Jahren ist an mehreren Orten über das Heimkehrproblem der Brieftaube gearbeitet worden, z. B. in Wilhelmshaven (mit Zweigschlägen in Osnabrück und Freiburg), Cambridge/England und an mehreren Stellen in den USA (Californien, Iowa, Ohio, North Carolina). Verschiedene Autoren haben darauf hingewiesen, dass die an verschiedenen Orten angesiedelten Tauben Ungleiches leisten. Es wäre zweifellos von grosser Wichtigkeit, zu wissen, ob womöglich die geographische Breite, klimatische Faktoren, das allgemeine Landschaftsbild, z. B. Seen, Wälder, Gebirge, Ebenen usw., dafür verantwortlich sein können. Leider sind aber die Versuche meistens unter so verschiedenen methodischen Voraussetzungen durchgeführt worden, dass man in erster Linie an unterschiedliche Qualitäten des Versuchsmaterials, an unterschiedliche Auslese, Erfahrungsgrade, Jahreszeiten, Wetterbedingungen, Auflassentfernungen usw. zur Erklärung der

Offizielles Organ des Eidg. Verbandes der Uebermittlungstruppen (EVU) und der Vereinigung Schweiz. Feldtelegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere. Organe officiel de l'Association fédérale des Troupes de Transmission et de l'Association suisse des Officiers et Sous-officiers du Télégraphe de campagne. Redaktion: Erwin Schöni, Hauptstrasse 50, 4528 Zuchwil, Telephon (065) 2 23 14. Postcheckkonto der Redaktion: 80-15666. Druck und Administration: Fabag, Fachschriften-Verlag und Buchdruckerei AG, Zürich. Erscheint am Anfang des Monats. Abonnementsbestellungen sind an die Redaktion zu richten.

beobachteten Unterschiede denken muss. In einigen Fällen sind Tauben von einem Standort (z. B. von Wilhelmshaven nach Durham) umgesiedelt und die Leistung der Nachkommen dann am selben Standort (Durham) direkt verglichen worden. Dabei stellte sich heraus, dass die anfänglich grosse Unterlegenheit der Durhamer gegenüber den importierten Wilhelmshavener Tauben schliesslich verschwand, nachdem die Tauben beider Stämme durch viele Übungsflüge gleich scharf ausgelesen worden waren. — Wir wissen also im Moment nicht, ob es überhaupt geographisch bedingte Leistungsunterschiede gibt.

Landmarken

Immer wieder heisst es, das Heimfindevermögen der Brieftauben beruhe darauf, dass sie sich auf ihren Flügen Landmarken — also z. B. Baumgruppen, Häuser, Städte, Berge, Gewässer usw. — einprägen. Diese Art des «Pilotierens» über kürzere Strecken wird vor allem als Ergänzung der (hypothetischen) Navigation nach Gestirnen gefordert, die ja auf kurzen Strecken versagen muss. Zweifellos wird eine heimkehrende Taube schliesslich ihren Schlag, vielleicht auch erst eine Landmarke, in seiner unmittelbaren Umgebung erkennen und ansteuern. Wir wissen bereits, dass die kritische Entfernung, bei der die Taube zu pilotieren beginnt, wahrscheinlich bei etwa 2 km liegt. Man kann nämlich die Tauben durch Verstellen ihrer inneren Uhr in die Irre leiten. Bei 2 km gelingt das noch, nach Graue aber nur dann, wenn zum Beispiel Bäume die direkte Sicht auf den Schlag verwehren. Gegen das Erkennen von Landmarken spricht auch die Beobachtung, dass normale — d. h. nicht experimentell beeinflusste — Tauben fast nie und nirgends, auch nicht bei wiederholter Auflassung, genau in die Heimrichtung abfliegen und dass es diese «lokalen Abweichungen» von der Heimrichtung auch bei sehr erfahrenen Tauben gibt. Offenbar gelten hier keine menschlichen Maßstäbe.
Wenn Landmarken nicht zur Orientierung herangezogen werden, ist es wenig wahrscheinlich, dass sie — wie ebenfalls häufig vermutet wird — zur Variabilität der Orientierung etwa dadurch beitragen, dass die Tauben bekannt erscheinende Landmarken irrtümlich ansteuern und so von der wahren Heimrichtung abgelenkt werden.

Bewölkung

Man liest immer wieder, bei bedecktem Himmel breche die Anfangsorientierung zusammen, die Tauben flögen dann fehlgerichtet oder sehr weit gestreut ab, die Heimkehrzeiten seien länger und die Verluste höher als bei sonnigem Wetter. Es handelt sich dabei aber vorwiegend um Zufallsbeobachtungen, systematische Versuche sind bisher nicht durchgeführt worden. Es ist tatsächlich schwierig sicherzustellen, dass ein Heimkehrversuch, der sich ja stets über einige Entfernung ausdehnt, bei lückenlos geschlossener Wolkendecke stattgefunden hat.
Dazu kommt, dass Änderungen der Vorzugsrichtung und der Streuung auch an sonnigen Tagen zu beobachten sind. Es ist wahrscheinlich nicht abwegig, bis zum Beweis des Gegenteils anzunehmen, dass die Tauben notfalls auch ohne Hilfe der Sonne heimfinden.

Richtung und Ort der Auflassung

Mehrere Autoren beobachteten, dass Tauben aus verschiedenen Himmelsrichtungen unterschiedlich gut heimkehrten. Kramer, Pratt und St. Paul fanden diesen «Richtungseffekt» bei Durham/N. C. und Wilhelmshaven, Hoffmann beschreibt ihn für Cambridge/England, Graue und Pratt für Kalifornien und Iowa/USA. «Gute» und «schlechte» Richtungen waren aber nicht überall dieselben. So kamen z. B. Wilhelmshavener Tauben durchwegs aus Süden am besten nach Hause. An den anderen Orten fand man Anhaltspunkte, dass es sich vielleicht weniger um die allgemeine Richtung handelte, sondern dass die Orientierungsqualität von Auflassplatz zu Auflassplatz verschieden war. Genauere Untersuchungen der Anfangsorientierung im Wilhelmshavener Raum führten dann zur Prägung der Begriffe «Ortseffekt» und «lokale Missweisung». Es gibt Hinweise dafür, dass Ausmass und Spezifität der «lokalen Missweisung» von der Auflassentfernung und von einem mit dem Heimatschlag selbst zusammenhängenden Faktor beeinflusst werden.

Einfluss des Schlages und der Auflassentfernung

Im «Kreuzschlagversuch» waren in der Nähe von Durham/N. C. fünf Schläge in Form eines grossen Kreuzes mit 7 bis 14 km Entfernung zwischen den Schlägen angeordnet. Tauben aus allen fünf Schlägen wurden von Plätzen in der Verlängerung der Achsen des Kreuzes aufgelassen. Vor allem von den Plätzen nahe am Kreuz flogen die Tauben je nach Schlagzugehörigkeit («schlagspezifisch») in ganz unterschiedliche Richtungen, obwohl ihre Schläge in der gleichen allgemeinen Richtung lagen. Das Ergebnis spricht dafür, dass die «lokalen Missweisungen» auch auf Faktoren zurückgehen, die mit dem Schlag oder seiner unmittelbaren Umgebung in bisher nicht näher bekannter Weise zusammenhängen.
Schon dieser «Kreuzschlagversuch» hatte Hinweise auf eine Rolle der Entfernung gegeben; schlagspezifische Unterschiede der Anfangsorientierung waren an den weiter entfernt gelegenen Plätzen weitgehend verringert, und die Abflüge wichen nicht mehr in so grober Weise von der Heimrichtung ab, wie das bei den Kurzstrecken der Fall gewesen war. Eine weitere Versuchsserie schloss Auflassentfernungen bis zu 400 km ein. Sie brachte eine recht klare Beziehung zwischen der Genauigkeit der Anfangsorientierung und der Auflassentfernung: Bis etwa 25 km und auch oberhalb von etwa 120 km sind die Abflüge besser heimbezogen als in einer Art «toten Zone» zwischen 25 und 120 km. Dieser Befund ist erstens aus methodischen Gründen wichtig. Wenn wir z. B. durch irgendwelche experimentellen Eingriffe versuchen wollen, die Anfangsorientierung der Tauben zu verbessern, dann empfiehlt sich für die Auflassungen der Bereich, in dem die Anfangsorientierung normalerweise besonders schlecht ist. Diesen Bereich muss man aber meiden, wenn man aus anderen experimentellen Gründen möglichst gute Anfangsorientierung (z. B. zu Kontrollzwecken) braucht. Zweitens aber kann man der Entdeckung eines solchen entfernungsabhängigen Orientierungsmusters theoretische Bedeutung beimessen. Es enthält wahrscheinlich konkrete Hinweise auf die Art des Navigationsmechanismus bzw. grenzt die Möglichkeiten theoretisch denkbarer Mechanismen ein. — Bevor solche Folgerungen und Verallgemeinerungen wirklich

Gewicht bekommen, muss im Hinblick auf den «Schlageffekt» geprüft werden, ob an anderen Orten ein ähnliches, entfernungsabhängiges Muster der Anfangsorientierung existiert. Bisher eignen sich aus methodischen Gründen nur einige Daten, die von Matthews in England gesammelt worden sind, zum Vergleich. Leider sind sie sehr lückenhaft geblieben; es scheint sich aber ein ähnliches Muster abzuzeichnen.

b) Die Anfangsorientierung als experimentelles Kriterium

Die in den beiden voranstehenden Kapiteln besprochenen Ergebnisse haben noch weitere Konsequenzen. Man war bislang vielfach der Meinung, die Anfangsorientierung der Tauben sei, von Ausnahmen abgesehen, im wesentlichen heimgerichtet, d. h. Verschwindediagramme stellten erfolgreich vollzogene Heimorientierung dar. So hatten z. B. Kramer und St. Paul bei den ersten Fernauflassungen Wilhelmshavener Tauben aus Süden durchweg nach Norden zielende Abflüge beobachtet. Dieser Erfolg bedeutete, historisch gesehen, einen enormen Gewinn gegenüber den die wissenschaftliche Meinung beherrschenden Befunden von Heinroth und Heinroth. Ihre Tauben waren zu einer regelrechten Navigation nicht fähig; sie suchten einigermassen wahllos nach bekannten Landmarken, um heimzufinden. Heute wissen wir, dass die Heinroths keine Brieftauben, sondern Feldflüchter benutzt hatten, die tatsächlich nicht navigieren. Eine Reihe von Kramer entworfener, sogenannter Zwei-Richtungs-Versuche schien zunächst die Ansicht zu bestätigen, dass die Tauben vom Auflassort «heimgerichtet» abfliegen. In diesen Versuchen wurden Tauben von zwei weit auseinanderliegenden Schlägen von einem Platz aufgelassen, der zwischen diesen Schlägen liegt. In mehreren derartigen Versuchen in Westdeutschland verschwanden die Tauben tatsächlich vorwiegend in ihrer jeweilig heimzugewandten Hälfte des Kreises. Das bedeutet aber nicht, wie wir heute berechnen können, signifikante «Heimgerichtetheit» im statistischen Sinne. Ausserdem flogen in anderen Zwei-Richtungs-Auflassungen in Deutschland und North Carolina die Tauben vielfach so weit gestreut ab, dass eine Vorzugsrichtung, geschweige denn eine Übereinstimmung mit der Heimrichtung, überhaupt nicht festzustellen war.

Wir müssen wahrscheinlich darauf verzichten, von der von uns am Verschwindepunkt gemessenen Abflugrichtung zu erwarten, sie sei normalerweise heimgerichtet. Man wird also stets die Leistung von Versuchstauben mit der Leistung von Kontrolltauben vergleichen müssen und kann die Heimrichtung nicht als Bezugsgrösse verwenden. Da sich aber die Anfangsorientierung der Tauben mit zunehmender Flugerfahrung zur Heimrichtung hin verbessert und da sie andererseits entfernungsunabhängig mehr oder minder gut heimgerichtet ist, können wir auf eine wenigstens indirekte Beziehung zwischen Anfangsorientierung und Heimrichtung schliessen. Offenbar leistet die Taube einen erheblichen Teil der Orientierungsarbeit unterwegs: Sie korrigiert den anfänglich nicht nach Hause gerichteten Kurs. Wie und wann sie das tut, ist nicht bekannt.

Es sind jetzt in den USA und in Deutschland Versuche im Gange, in denen Brieftauben entweder mit Radargeräten verfolgt werden oder in denen den Tauben Miniatursender angeheftet werden, so dass ihre Position während des Heimfluges mit Peilantennen bestimmt werden kann. Auf die eine oder andere Weise können wir vielleicht Auskunft darüber bekommen, auf welche Weise die Tauben nach Hause fliegen. Es sind aber vorerst noch grössere Schwierigkeiten zu meistern.

2. Experimentelle Eingriffe

Da schon das Heimkehrverhalten experimentell nicht beeinflusster Tauben sehr variabel ist und wir über die Grundzüge des Orientierungsverhaltens recht unvollständig unterrichtet sind, haben bisher nur wenige Versuche, auf experimentellem Wege direkten Einblick in das Orientierungsgeschehen zu erlangen, Erfolg gehabt.

a) Verstellen der inneren Uhr

Verstellt man die innere Uhr bei Brieftauben — indem man sie für mehrere Tage in einer Kammer einem künstlichen Tag-Nacht-Wechsel aussetzt, der im Vergleich zum natürlichen Tag-Nacht-Wechsel um die gewünschte Zahl von Stunden vor- oder nachgeht —, so fliegen sie um einen voraussagbaren Winkelbetrag anders ab als Kontrolltauben. Zum Beispiel bewirkt eine Verstellung um 6 Stunden im Uhrzeigersinn eine Abweichung um etwa 90° nach links, eine Verstellung um 6 Stunden gegen den Uhrzeigersinn um eine Abweichung um etwa 90° nach rechts; eine Verstellung um 12 Stunden lässt die Versuchstauben etwa entgegengesetzt zu Kontrolltauben abfliegen. Die Ablenkung entspricht der Wanderung der Sonne in der gleichen Zeit. Aus diesen Befunden kann man schliessen, dass die Brieftaube bei der Anfangsorientierung den Sonnenkompass benutzt.

b) Aufzucht unter Sichtbehinderung

Wachsen Brieftauben in einer Volière mit ungehinderter Sicht, aber ohne Freiflug, auf, dann sind sie fähig, sich heimwärts zu orientieren. Wachsen sie aber in einer allseits verschalten «Palisade» auf, die nur den Himmel bis herab zu 3° über dem Horizont freilässt, dann fehlt jede Fähigkeit zur Heimorientierung. Leider ist es bisher nicht gelungen, diese Befunde zu erklären.

c) Nachtflüge

Da Brieftauben rein hell-aktive Tiere sind und sich freiwillig bei Nacht nicht von ihren Sitzstangen rühren, könnte man Nachtflüge zu den experimentellen Eingriffen rechnen. Inzwischen ist aber bekannt geworden, dass die Brieftaubenzüchter der Hawaiischen Inseln ihre Wettbewerbe regelmässig bei Nacht veranstalten. Der amerikanische Reisetaubenverband verteilt regelmässig Preise für die Gewinner. St. Paul hat inzwischen mit Wilhelmshavener Tauben bei Nacht fast ebenso gute Heimkehrerfolge erzielt wie bei Tage. Allerdings müssen die Tauben sehr sorgfältig für Nachtflüge geübt werden. Wir wissen also einerseits durch die Versuche mit Verstellen der inneren Uhr, dass die Taube den Sonnenkompass zur Anfangsorientierung benutzt, andererseits beweisen die Nachtflüge, dass Heimfinden auch ohne Sonne möglich ist.

3. Hypothesen

In den letzten Jahren sind von Matthews und Pennycuick Hypothesen entwickelt worden, die das Heimfinden von Brieftauben mit Sonnennavigation erklären. Dabei sollten die Tauben z. B. ein beobachtetes Stückchen Sonnenbahn zur Mittagshöhe extrapolieren und aus dem Vergleich mit der von zu Hause erinnerten Mittagshöhe auf eine Nord- oder Südverfrachtung schliessen können (Matthews), oder z. B. aus der momentan beobachteten Sonnenhöhe und dem Vergleich mit der entsprechenden Höhe vom Heimatort (Pennycuick) Schlüsse über eine Nord- oder Südverfrachtung ziehen können. Aus ähnlichen anderen Messungen sollte die Taube Ost- oder Westverfrachtung bestimmen. Es hat sich leider herausgestellt, dass diese Hypothesen entweder schon theoretisch unhaltbar sind, z. B. weil ein fliegender Vogel bestimmte Messungen gar nicht durchführen kann, oder von der Taube Sinnesleistungen erfordern, die zwar theoretisch möglich wären, von denen wir aber bisher nicht wissen, ob die Taube tatsächlich über die notwendigen Fähigkeiten verfügt.
Pennycuicks Hypothese ist experimentell nicht geprüft worden. Eine Reihe von Versuchen, die Matthews zur Prüfung seiner Hypothese durchführte, hatte zunächst der Hypothese günstig scheinende Ergebnisse. In Wiederholungen konnten sie aber nicht bestätigt werden, und es fehlt im Moment jegliche Grundlage dafür, irgendeine Art von Sonnennavigation* für wahrscheinlich zu halten.
Es sind erst wenige Versuche unternommen worden, die Sehleistungen von Tauben genau zu untersuchen. Bis jetzt können aber Schlüsse auf die Möglichkeit (oder Unmöglichkeit) astronomischer Navigation irgendwelcher Art nicht gezogen werden. Eine weitere Hypothese versucht, das Heimfindevermögen von Brieftauben (und anderen Tieren) mit der Verrechnung von Trägheitskräften zu erklären. Der Vestibularapparat der Taube soll sämtliche bei der Verfrachtung auftretenden Winkelbeschleunigungen und -geschwindigkeiten registrieren und daraus ständig die Heimrichtung extrapolieren. Raketen, Flugzeuge und Schiffe werden heute von ähnlichen, von Ingenieuren gebauten Systemen gesteuert. Wir wissen aber bis jetzt nicht, ob der Vestibularapparat der Tiere die erforderlichen Sinnes- und Rechenleistungen vollbringen kann. Diese Hypothese ist bisher weder widerlegt noch bewiesen.

---

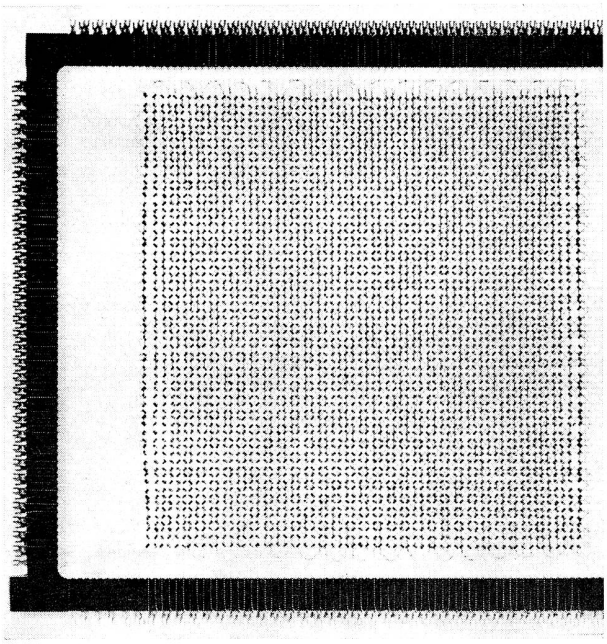
* Beim Sonnenkompass benutzt das Tier lediglich die Richtung des Sonnenstandes (also das Azimut) als Bezugspunkt für andere Himmelsrichtungen, so wie das ein Pfadfinder bei einem Geländemarsch tut. — Wenn die Sonne aber zum Navigieren benutzt würde, müsste das Tier auch noch andere Variable der Sonnenbahn, wie z. B. Sonnenhöhe, Höhenänderung in der Zeit, Bahnwinkel usw., messen und daraus Schlüsse über seinen Standort ziehen, ähnlich wie das der Navigator eines Schiffes tut. Für die unter 2a) beschriebenen Versuche mit Verstellen der inneren Uhr können verschiedene, sich gegenseitig ausschliessende Ergebnisse vorausgesagt werden, je nachdem ob die Sonne als Kompass oder zum Navigieren benutzt wird. Die für den Sonnenkompass vorausgesagten Ergebnisse sind eingetroffen.

Dr. Klaus Schmidt-Koenig

(Erschienen in der Zeitschrift «Umschau in Wissenschaft und Technik», 16/1965, Frankfurt a. M.)

Alte Kerzenmachertechnik ermöglicht die Herstellung von Miniatur Computer-Speichern

Dem internen Speicher kommt in jedem elektronischen Computer eine zentrale Bedeutung zu. In ihm werden die sogenannten Programme gespeichert, also die detaillierten Arbeitsinstruktionen, die der Maschine genau sagen, was sie wann und wie zu tun hat. Ebenfalls im Speicher werden demnächst zu verarbeitende Informationen, Zwischenresultate, Konstante, Tabellen usw. aufbewahrt.
Die Speicherung erfolgt in den weitaus meisten Fällen magnetisch. Die Informationen z. B. Dezimalzahlen oder Buchstaben, werden in der Maschine durch einen Code, aus Binärzahlen, der aus 0 und 1 besteht, dargestellt. Zur Speicherung werden dann magnetische Elemente entsprechend positiv (= 1) oder negativ (= 0) magnetisiert. Als magnetische Elemente kommen für die internen Speicher vor allem Magnetkerne in Betracht, kleine Ringlein aus magnetisierbarem Metall, durch die eine Anzahl Drähte geführt werden, um die gewünschte Magnetisierung (beim Speichern) herstellen zu können, oder den Magnetisierungs-Zustand (beim Lesen aus dem Speicher) abfühlen zu können.
Je kleiner diese Ringlein sind, umso schneller können sie von einem Zustand in den andern ummagnetisiert werden und umso schneller arbeitet auch der Computer. Moderne Rechenanlagen benötigen für die Ummagnetisierung nur eine Zeit in der Grössenordnung einer Millionstelsekunde. Die Magnetkerne haben dabei einen Durchmesser von etwa 1—2 Millimeter. Für den Kernspeicher einer leistungsfähigen Anlage sind mehrere Hunderttausend bis Millionen solcher Ringlein



Noch kleiner, noch schneller

Teilansicht des Kernspeichers eines modernen Computers. Jedes der Ringlein kann positiv oder negativ magnetisiert werden und damit eine Zahl, 0 oder 1, darstellen. Mit einem Code aus solchen 0 und 1 werden in der Maschine die normalen Dezimalzahlen und Buchstaben dargestellt. Im Speicher eines IBM 360 Computers sind mehrere Hunderttausend solcher Magnetkerne vorhanden. Ein Ringlein hat einen Aussendurchmesser von ca. 1,5 mm.