

### Die Elemente der Entfernungsmitteilung im Tanz der Bienen (*Apis mellifica*)

In ausführlichen Arbeiten haben sich v. FRISCH<sup>1</sup> und HERAN<sup>2</sup> mit den Elementen der Entfernungsmitteilung im Tanz der Bienen beschäftigt.

Während für Futterplatzentfernungen bis etwa 100 m die sogenannten Rund- und Sicheltänze ausgeführt

werden, deren zeitlichen Ablauf man bisher nicht genauer untersuchte, tanzen die Bienen bei Futterplatzentfernungen über 100 m den Schwänzeltanz. Dieser besteht im wesentlichen aus dem rhythmischen Durchlaufen der in Abbildung 1 gezeigten Figur. Hierbei führen sie auf der mit S bezeichneten Strecke Abdomenschwingungen (Schwänzelbewegungen) durch. v. FRISCH fand eine Relation zwischen Futterplatzentfernung und benötigter Zeit für das Durchlaufen der Strecke S + R. Darin erkannte er ein wichtiges Element der Entfernungsmitteilung. Eine genaue Analyse der Schwänzelbewegungen wurde aber noch nicht gegeben. Die Beobachtung dieser Bewegungen ist besonders schwierig, da sie eine für

<sup>1</sup> K. v. FRISCH, Öster. zool. Z. 1, 1 (1948).

<sup>2</sup> D. HERAN, Z. vergl. Physiol. 1, 2 (1956).

unser Auge hohe Frequenz von etwa 15 Hz besitzen, nicht rein periodisch sind und nicht ortsgebunden erfolgen.

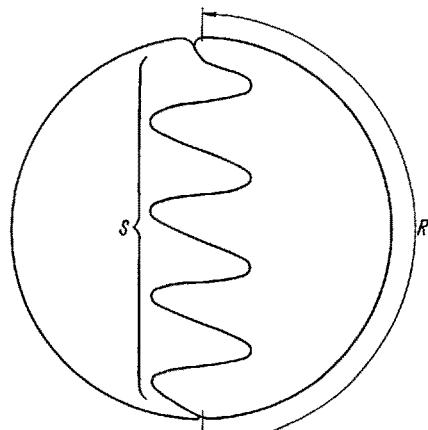


Abb. 1.

Es wurde eine Methode entwickelt<sup>3</sup>, die es erlaubt, Wendungsdauer (Zeit für das Durchlaufen der Strecke  $S + R$ ), Dauer der Schwänzelphase  $S$ , Frequenz der Schwänzelbewegungen und deren relative Amplitude mit sehr grosser Genauigkeit zu registrieren. Es kann also eine Beschreibung des zeitlichen Ablaufs aller wichtigen Bewegungen während des Schwänzeltanzes geben werden.

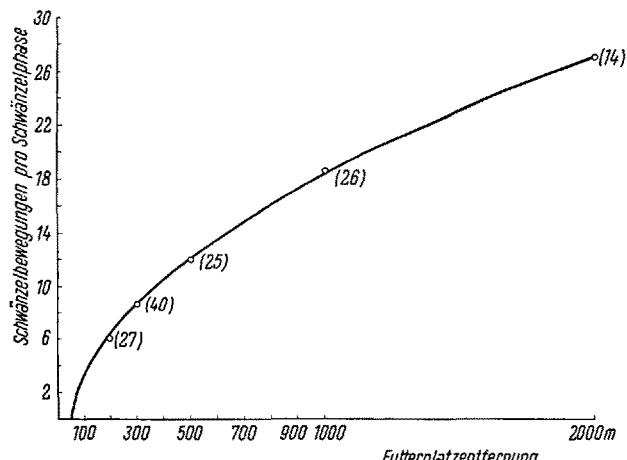


Abb. 2.

Neben der von v. FRISCH festgestellten Gesetzmässigkeit der Wendungsrhythmis zeigen die dieser Arbeit zugrunde liegenden Versuche eine offensichtliche Abhängigkeit der Anzahl der Schwänzelbewegungen pro Schwänzelphase  $S$  von der Futterplatzentfernung. Die Darstellung dieser Gesetzmässigkeit ist in Abbildung 2 wiedergegeben. Die Messungen wurden bei stufenweiser Rückdressur einer Bienenschar von 2000 auf 200 m vorgenommen. Die in der Abbildung aufgetragenen Werte sind aus der jeweils bei jedem Messpunkt angegebenen Anzahl der Messungen gemittelt. Es wurden bewusst wenig Messungen verwendet, da den Bienen schon wenige Wendungen eine ausreichende Information über die Entfernung des Futterplatzes geben. Ein wesentlicher Bestandteil der Entfernungsmitteilung muss schon aus wenigen Messungen erkennbar sein.

<sup>3</sup> H. ESCH, Naturwissenschaften 41 (9), 207 (1956).

Extrapoliert man die in Abbildung 2 gezeigte Kurve für niedrigere Entfernungen als 200 m, so gelangt man zu einem Schnittpunkt der Kurve mit der Entfernungsachse bei ungefähr 50 m. Hier werden keine Schwänzelbewegungen mehr ausgeführt. Der Verständigung mit Hilfe der Schwänzelbewegungen ist eine begreifliche Grenze nach unten gesetzt. Die Sicheltänze<sup>4</sup> sind als Grenzwert der Schwänzeltänze aufzufassen. Die ruckartigen Wendungen an den Sichel spitzen haben die Bedeutung «eine» Schwänzelbewegung. Das langsame Anwachsen der Schwänzelbewegungen mit zunehmender Entfernung bei nahe gelegenen Futterplätzen wurde schon von TSCHUMI in der oben angeführten Arbeit beschrieben.

Der Verlauf der in Abbildung 2 gezeigten Kurve ist temperaturabhängig. Die Versuche wurden bei einer Durchschnittstemperatur von 20°C aufgenommen. Für höhere Temperaturen verschiebt sich die Kurve gegen den Nullpunkt.

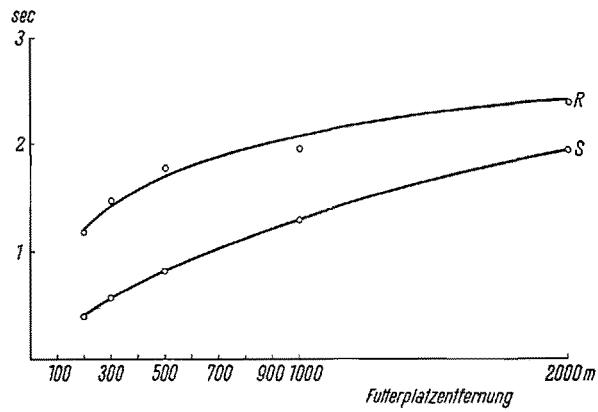


Abb. 3.

Die Frequenz der Schwänzelbewegungen beträgt durchschnittlich 15 Hz. Die einzelnen Schwingungen sind aber untereinander hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufes nicht genau gleich, ausserdem sind sie von Schwingungen höherer Frequenz überlagert.

Berechnet man die Streuung der mitgeteilten Entfernung nach der Rhythmis der Wendungen und aus den gleichen Messungen die Streuung aus der Anzahl der Schwänzelbewegungen, so kommt man zu den in der Tabelle dargestellten Ergebnissen. Daraus lässt sich nicht mit Sicherheit erkennen, welcher Teil des Schwänzeltanzes die Futterplatzentfernung zuverlässiger weisen kann. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass beide Gesetzmässigkeiten einen wichtigen Teil der Entfernungsmitteilung darstellen. Eine mathematische Beschreibung des gesamten Tanzgeschehens, die im Augenblick durchgeführt wird und an anderer Stelle veröffentlicht werden soll, bringt einen einleuchtenden Zusammenhang zwischen diesen beiden Elementen der Entfernungsmitteilung.

Die verhältnismässig grosse Streuung findet in den Stufenversuchen v. FRISCHS eine Erklärung. Es hat sich gezeigt, dass nicht alle Bienen genau den Futterplatz anfliegen, sondern in einer Zone um den Futterplatz suchen, welche etwa mit dem von uns berechneten Streubereich zusammenfällt. Man darf daher annehmen, dass die Entfernungsmitteilungen sehr genau verstanden werden.

In Abbildung 3 wurden die für das Durchlaufen der Strecke  $S$  und  $R$  benötigten Zeiten aufgenommen.  $S$  und

<sup>4</sup> D. TSCHUMI, Schweiz. Bienenztg. 73 (3) (1950). – G. HEIN, Exper. 6, 142 (1950).

Die Streuung der Entfernungsweisung		
bei	durch	
Futterplatzentfernung m	Wendungsrhythmus m	Schwänzeltbewegung m
200	± 55	± 55
300	± 79	± 100
500	± 232	± 130
1000	± 314	± 295
2000	± 1400	± 670

*R* stehen in keinem konstanten Verhältnis zueinander. Es zeigte sich, dass das Verhältnis *S:R* für kleine Entferungen  $< 1$  ist, während es sich für grosse Entfernungen dem Werte 1 nähert.

Die verschiedenen Bewegungsformen während des Schwänzeltanzes sind als die Elemente der Entfernungsweisung anzusehen. Eine genaue Beschreibung ihres zeitlichen Ablaufes wurde gegeben.

H. ESCH

Bonn, den 19. Juli 1956.

#### Summary

The exact description of the temporal functions of all important movements during the wagtail-dance of bees is given.

The frequency of the wagtail-movements amounts to 15 Hz. Their number per cycle depends upon the distance between bee-hive and feeding place.

With the same accuracy the a.m. distance is shown either by the rhythm of cycle or by the number of wagtail-movements per cycle.

### Dimethyltryptamin: Its Metabolism in Man; the Relation of its Psychotic Effect to the Serotonin Metabolism

We tested dimethyltryptamin (DMT) in man, and found it to have a psychotic effect partially similar to that caused by meskalin or LSD-25<sup>1</sup>. The main symptoms are: visual hallucinations and illusions, distortion of the spatial perception and body image, disturbances of the thought and speech, euphoria. Sympathicomimetic signs, such as mydriasis, elevation of the blood-pressure, etc., can also be found. This model psychosis differs, however, from those hitherto known in some respects; the most striking difference is that the psychic symptoms appear in 3-5 min after the injection, and pass away within 1 h. This mode of action suggested the direct connection of the psychosis with the introduced DMT. Therefore it seemed to be of great interest to investigate DMT-metabolism in man.

We have synthesized DMT by the method of SPEETER and ANTHONY<sup>2</sup>. The aqueous solution of its hydrochloric salt has been administered intramuscularly to 20 normal volunteers in doses ranging from 0.7 to 1.1 mg/kg body weight. The urines were collected before and after the injection, and were analyzed for indolic compounds by paper chromatography and by colorimetry.

<sup>1</sup> ST. SZÁRA, A. SAI-HALÁSZ, G. BRUNECKER, and Z. BÖSZÖR-MÉNYI, Lancet 1956, in press.

<sup>2</sup> M. E. SPEETER and W. C. ANTHONY, J. Amer. chem. Soc. 76, 6209 (1954).

The metabolites of DMT have been studied in rats by ERSPAMER<sup>3</sup>. He has found that 3-indoleacetic-acid (3-IAA) and 3-indole-aceturic acid are the main breakdown products excreted by the urine. We have worked with a different method to that of ERSPAMER, namely the urine samples were extracted with peroxide-free ether four times at pH 2-3; then with *n*-butanol four times at the same pH and at pH 12. The extracts were then evaporated *in vacuo* to dryness and the residue redissolved in 50 per cent ethanol. Paper chromatographic analysis was performed in Schleicher-Schüll 2043 paper two-dimensionally, ascending with *n*-butanol saturated with 10 per cent aqueous ammonia in the first, and *n*-butanol: acetic acid: water (4:1:5) in the second dimension. Standards of DMT, 3-IAA and 5-hydroxy-IAA (5-HIAA) were made for each chromatogram. To develop the indole spots, chromatograms were sprayed with 2 per cent *p*-dimethylamino-benzaldehyde in 1.2 N HCl and were allowed to stand at room temperature for 1 h<sup>4</sup>. The quantitative determination of 3-IAA was carried out from an aliquot of the ethereal extract colorimetrically with *p*-dimethylamino-benzaldehyde and sulfuric acid in the presence of Fe<sup>+++</sup> ions. The quantity of the other components was estimated by comparing the spots to the known standards in the chromatograms. The results are as follows:

(1) Only 3-IAA can be extracted from the urine by ether as could be demonstrated by paper chromatography. Quantitative determinations have shown that by that method 96% could be recovered from the given 3-IAA.

(2) Free 3-IAA could be demonstrated in the urine collected 6 h after the administration of DMT; the amount of 3-IAA was 8.3%, calculated as equivalent to the given DMT (average of 6 cases).

(3) When the urine samples were alkalized with KOH to pH 11-12 and allowed to stand at room temperature for 4-6 h, the amount of the extractable 3-IAA was found to be 24.9%, calculated as above.

(4) Urine of normal control subjects, collected over a 24 h period, contains 1.5-3.0 mg 3-IAA after the above mentioned alkaline hydrolysis.

(5) After DMT experiments, we could not demonstrate unchanged DMT in the alkaline butanol extracts of urine.

(6) 2-4 times more 5-HIAA could be found in the excreted urine after the administration of DMT than before. We obtained these results with the acidic butanol extraction method.

The above-outlined data show that the main metabolite of DMT in man is 3-IAA; two-thirds of it is bound in alkalizable form.

The lack of unchanged DMT in the urine suggests that the breakdown process in man is similarly rapid as has been shown in rats<sup>5</sup>. The very rapid metabolism of DMT may be the explanation for the short duration of the psychosis. The quick onset and the above-mentioned short duration is a new feature in contrast to the hitherto used psychotics as meskalin, LSD-25, etc. These latter substances produce their psychotic effect only 1-2 h after the administration<sup>6</sup>.

The enrichment of the excreted urine in 5-HIAA after the administration of DMT is a very interesting fact.

<sup>3</sup> V. ERSPAMER, J. Physiol. 127, 118 (1955).

<sup>4</sup> B. M. TWAROG and I. PAGE, Amer. J. Physiol. 175, 157 (1953).

<sup>5</sup> V. ERSPAMER, J. Physiol. 127, 118 (1955). - M. S. FISH, N. M. JOHNSON, E. P. LAWRENCE, and E. C. HORNING, Biochim. biophys. Acta 18, 564 (1955).

<sup>6</sup> W. BLOCK, Z. physiol. Chem. 294, 1 (1953).