

Holographische Schwingungsanalyse an Bienenwaben (*Apis mellifica* L.)

Holographic Analysis of Oscillations of Beecombs

Tonschwingungen im Frequenzbereich von 400–500 Hz werden von Bienenköniginnen in Form von «Tüt-Lauten» erzeugt. Die Arbeitsbienen perzipieren diesen Reiz über die Wabe als Substratschall, den sie mit einer Stillhalte-Reaktion beantworten^{1,2}. Es ist daher zu vermuten, dass der Stillhalte-Reaktion eine kommunikative Bedeutung zukommt.

Die Untersuchung von Verhaltensmustern bei Substratschall bestimmter Frequenzbereiche ist nur möglich, wenn die Substratamplitude, der die Tiere ausgesetzt

sind, bekannt ist. Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen wurden an Waben der Honigbiene *Apis mellifica* durchgeführt. Es war das Ziel, die absoluten Grössen der Substratamplituden einer schwingenden Bienenwabe zu bestimmen und den Einfluss der Füllung der Waben mit Honig auf die Verteilung der Amplituden zu zeigen.

Die Waben-Hologramme wurden nach dem holographischen Zeitmittelungsverfahren erstellt^{3,4}. Der Versuchsaufbau ist in der Figur 1 schematisch dargestellt. Zur Anregung der Waben wurde monochromatischer Substratschall mit einem Schwingungserreger erzeugt. Figur 2 zeigt eine eingespannte Bienenwabe, die mit Honig gefüllt und gedeckelt ist, Figur 3a ein Interferogramm dieser Honigwabe bei einer Frequenz von 450 Hz. Die auf den Interferogrammen sichtbaren Interferenzstreifen verbinden Orte mit gleicher Schwingungsamplitude. Die absolute Grösse der durch einen bestimmten Interferenzstreifen dargestellten Schwingungsamplitude ist abhängig von der Wellenlänge des verwendeten Lasers. Die Schwingungsknoten sind leicht und ohne Kenntnis von Bezugspunkten auf den Interferogrammen zu lokalisieren, da an diesen Stellen die Lichtintensität sehr viel grösser ist als in den übrigen Gebieten.

Das in Figur 3b dargestellte Interferogramm wurde bei gleicher Frequenz, aber grösserer Anregungsstärke aufgenommen. Bei wachsender Anregungsstärke nimmt die Grösse der Schwingungsknoten ab, bis schliesslich nur

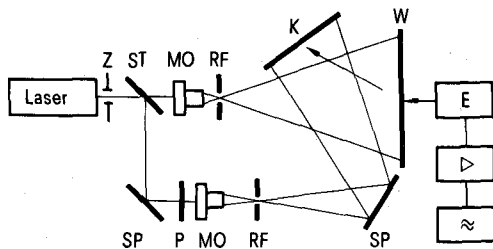


Fig. 1. Versuchsaufbau zur Aufnahme von Bienenwaben-Hologrammen nach dem Zeitmittelungsverfahren (schematisch). E, Schwingungserreger; K, Kamera; MO, Mikroskopobjektiv; P, Polarisator; RF, Raumfrequenzfilter; SP, Spiegel; ST, Strahlteiler; Z, Zentralverschluss.

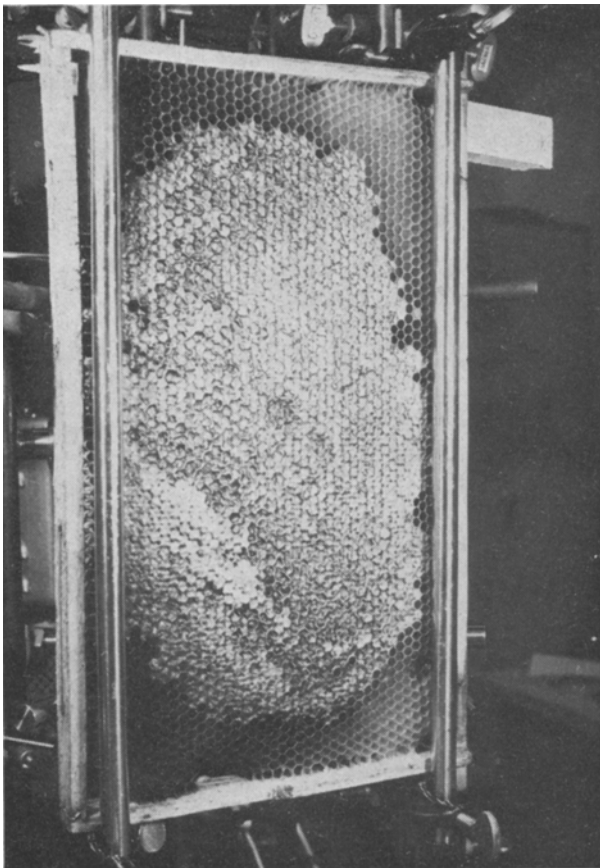


Fig. 2. Mit Honig gefüllte Bienenwabe (23 × 37 cm), in Ruhe.

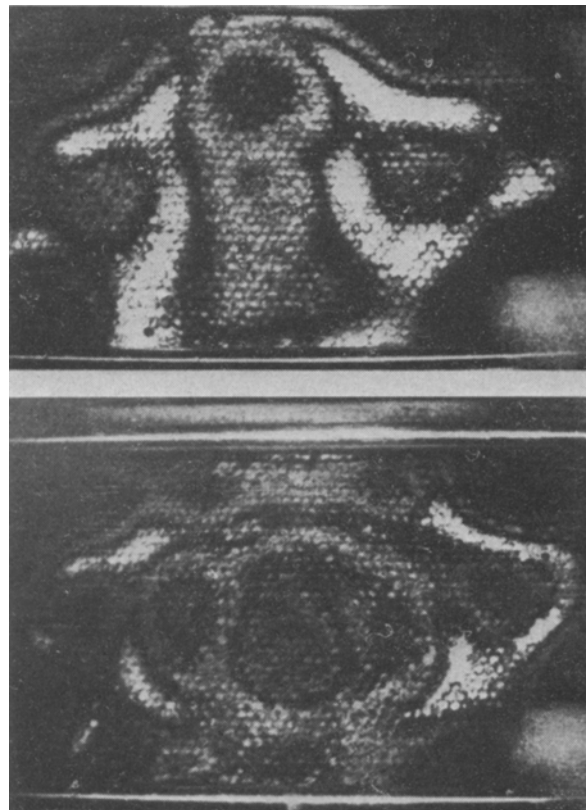


Fig. 3. Mit Honig gefüllte, schwingende Bienenwabe bei einer Anregungsfrequenz von 450 Hz und unterschiedlicher Anregungsstärke. a) Amplitude des 1. Interferenzstreifens (vom Schwingungsknoten ausgehend) 121 nm. b) Amplitude des 2. Interferenzstreifens = 278 nm.

noch einzelne Punkte vorhanden sind, in denen sich die Wabenoberfläche in Ruhe befindet. Es tritt also der Effekt auf, dass sich die Schwingungsfigur bei wachsender Anregungsstärke ändert, obwohl die Frequenz konstant gehalten wird. Dieses visko-elastische Verhalten der Honigwabe steht im Gegensatz zu einer leeren Wabe, die bei nicht allzu hoher Anregungsstärke als elastisches System betrachtet werden kann.

¹ H. F. LITTLE, Anat. Rec. 134, 6011 (1959).

² A. HANSSON, Opusc. ent. Suppl. 6 (1945).

³ G. M. BROWN, R. M. GRANT und G. W. STROKE, J. opt. Soc. Am. 45, 1166 (1969).

⁴ R. L. POWELL und K. A. STETSON, J. opt. Soc. Am. 55, 1593 (1965).

⁵ Herrn Prof. Dr. E. HÄUSLER danken wir für seine Mitarbeit.

Summary. A new method permitting the registration of absolute amplitudes of oscillating becombs is being introduced. The method depends upon the holographic interferometry and is applied to becombs being stimulated by frequencies responded to by the stopping-reaction of the bees. The influence of honey filled in the combs is discussed.

R. PAUL und W. GEBHARDT⁵

Zoologisches Institut und Institut für Angewandte Physik und Elektrotechnik der Universität des Saarlandes, D-66 Saarbrücken 11

(Bundesrepublik Deutschland, BRD), 17. Februar 1975.

A Possible Age-Related Decrement in the Conduction Velocity of *Aplysia* Neuron R2

Unidentified bodies, which appear in the neuronal somata of large *Aplysia* but not immature ones, have been described in two separate anatomical studies^{1,2}. It was speculated¹ that the anomalous bodies might be foreign and that they might be involved in aging. However, previously, there has not been any published suggestion of an age-related physiological deterioration of these neurons. The present paper describes a large interspecimen variation in the conduction velocity of the right giant neuron, R2³ and relates this variability to the season of dissection and relative ages of the specimens.

Methods. Dr. R. FAY (Pacific Bio-Marine Supply Company, P.O. Box 536, Venice Ca. 90291, USA)⁴ was the supplier of *A. californica* used in this study, and his extended observations of the specimen indicate that it is an annual (personal communication). There is a seasonal relationship between size and age in the general population, which is to say that in the spring, most of the supplied animals are small and immature, while in the fall and winter, most are large and sexually adult. The size of specimens, however, does not necessarily reflect their ages, and the basis for dichotomizing the animals discussed here (Figure 2) is their sexual maturity, as judged by visual inspection of the gonads.

The freshly dissected abdominal ganglion was pinned out in a seawater bath, and the right pleuro-visceral connective was stretched beyond the point where the bundled axons could be seen to uncoil within the connective sheath and lie in a straight line. All velocity measurements were made at $14 \pm 1^\circ\text{C}$. Intracellular recordings were made using either K_2SO_4 - or KCl -filled pipets (2-10 Mohm). An extracellular record was also obtained from the anterior, cut end of the right connective, but velocity was normally determined from intracellular latencies consisting of the time between the stimulus artifact and the onset of positive deflection of the trace, associated with the antidromic spike.

Stimulation was accomplished by bringing the cathodal member of a pair of fine, Teflon-coated, silver wires into contact with the right pleuro-visceral connective at the desired distance from the centre of the R2 soma. Distance was determined by looking at the preparation through a measuring eyepiece in the dissecting microscope, the scale being graduated in 100-micron steps. The stimulating electrode was micromanipulated to at least 4 different sites on the right connective, and the latency-distance co-ordinates were recorded for subsequent analysis on Wang programmable calculator. A least-squares, linear regression analysis was performed on the data from each experiment; standard error terms were obtained, but these were always extremely low, and hence, are omitted.

Results and discussion. The discrepancies in velocity measurements are well illustrated by Figure 1, where the data from a fast, a medium and a slow axon have been plotted on the same graph. The slopes of the two most similar lines shown are 9 standard errors apart, and it is apparent that there exists great variability, across animals, in the conduction velocity of this neuron. Of the 8 fastest neurons examined, 7 were from immature *Aplysia*; and a 2-tailed *t*-test (mature vs immature) showed that the axon was faster in immature animals ($p < 0.001$). However a more careful scrutiny of the relationships among conduction velocity, season of

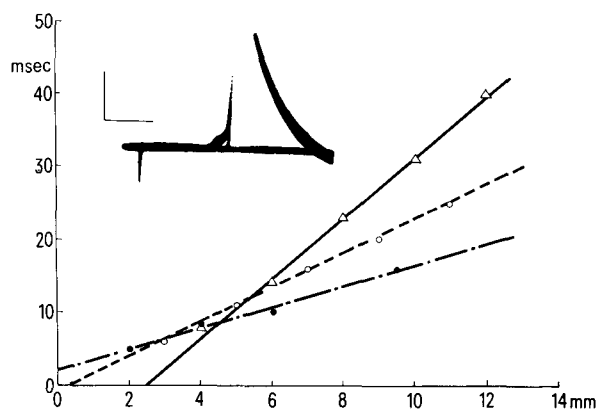


Fig. 1. The latency-distance plots for 3 experiments done in November, January and February; the velocities are respectively 0.24, 0.43 and 0.69 m/sec. The inset shows an EPSP arriving at the intracellular electrode before the very slow antidromic spike in the November experiment. Calibration: 4 mV, 40 msec.

¹ S. K. MALHOTRA and B. W. BERNSTEIN, in *Invertebrate Nervous Systems* (Ed. C.A.G. WIERSMA; University of Chicago Press, Chicago 1967), p. 87.

² R. E. COGGESHALL, J. Neurophysiol. 30, 1263 (1967).

³ W. T. FRAZIER, E. R. KANDEL, I. KUPFERMANN, R. WAZIRI and R. E. COGGESHALL, J. Neurophysiol. 30, 1288 (1967).

⁴ R. E. FAY, personal communication (1974).