

## Kleinere Mitteilungen.

### Über die Änderungsempfindlichkeit.

Von

E. W. SCRIPTURE,  
Yale University.

Wenn man die Intensität oder eine Qualität eines Reizes ändert, wird die Änderung erst bei einer gewissen Größe bemerkt. Wenn diese Änderung stufenweise geschieht, handelt es sich um die Bestimmung der Unterschiedsempfindlichkeit. Die stufenweise Änderung ist aber nicht die einfachste. Man denke z. B. an den Fall einer Vergleichung zweier successiver, durch ein kleines Zeitintervall getrennter Töne, um die Unterschiedsempfindlichkeit für die Tonhöhe zu bestimmen. Der erste Ton tritt allmählich ins Bewußtsein, d. h. seine Intensität steigt von Null bis zum Maximum, um dann mehr oder weniger plötzlich zu sinken; hiernach folgt Ruhe, bis der zweite Ton in ähnlicher Weise eintritt. Der Einfluß der Steilheit der Intensitätskurve, der Dauer jedes Tones, sowie der Länge des Zwischenintervalls sind noch nicht ermittelt worden. Jedenfalls ist dieses ein ganz anderer Vorgang, als eine gleichmäßige Änderung. Die Änderungsempfindlichkeit auch für regelmässige Änderungen wäre eine einfachere Bewußtseinsthatsache; die Erforschung derselben würde unmittelbar zu Bestimmungen über die Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Zeit, ferner der Ermüdung u. s. w. vorzüglich geeignet sein.

Eine regelmässige Änderung wird durch den Anfangszustand, den Endzustand und den Zeitverlauf oder die Geschwindigkeit charakterisiert. Es soll z. B. die eben merkbare Änderung der Höhe eines Tones gemessen werden. Die Schwingungszahl im gegebenen Moment sei  $n = n_0$ . Der Ton wird gemäß dem Differentialquotienten  $\frac{dn}{dt} = u$  erhöht oder erniedrigt; bei einem gewissen Wert  $n = n'$  wird die Änderung merkbar. Es wird sodann  $D' = n' - n_0$  die eben merkbare gleichmäßige Änderung für  $\frac{dn}{dt} = u$  sein. Die eben merkbare Änderung ist aber nicht nur eine Funktion von  $n_0$ , sondern auch von  $u$ ; d. h. die Größe der eben merkbaren Änderung hängt auch von der Geschwindigkeit ab, oder  $D = f\left(n_0, \frac{dn}{dt}\right)$ .

In Versuchen mit der Wellensirene kommt diese Änderungsempfindlichkeit sehr hübsch zur Beobachtung. Ich benutze die von Rudolph König gemachte Scheibe, deren Rand in Sinuskurven ausgeschnitten ist. Diese ist auf der Achse eines Elektromotors befestigt, — eine Einrichtung, welche durch Schwächung des Stromes eine Änderung der Rotationsgeschwindigkeit und daher der Tonhöhe gestattet. Ich lasse zuerst einen Strom durchfließen, der eben stark genug ist, um die gewünschte Tonhöhe hervorzubringen; dann vermindere ich die Stromstärke durch Widerstand oder Nebenschluß. Bei einer günstigen Wahl des Widerstandes sinkt die Tonhöhe zuerst annähernd gleichmäßig. Man beobachtet nun, daß bei konstanter Anfangshöhe und konstanter Intensität die eben merkbare Änderung im gleichen Sinne mit der Geschwindigkeit sich vergrößert oder verkleinert. Wenn die Änderung sehr langsam geschieht, kann man den Ton durch etwa eine ganze Tonstufe ändern, ohne daß man die Änderung bemerkt, während dagegen bei schnellerer Änderung das Ohr sehr viel empfindlicher ist. Dasselbe Gesetz gilt auch auf dem Gebiete des Temperatursinnes. Man weiß, wie empfindlich die Haut gegenüber plötzlichen Temperaturänderungen ist. In den Versuchen WEBERS und FECHNERS sinkt die Unterschiedschwelle unter  $\frac{1}{5}^{\circ}$  R. Diese Beobachter haben zwar größere Hautflächen gereizt, aber selbst für einen einzigen Temperaturpunkt wird diese Zahl nicht über einen ganzen Grad wachsen. Mit einem in *Science* 1892, XI, 258, angezeigten, aber noch nicht ausführlich beschriebenen Apparate habe ich bei langsamer Temperatursteigerung auf einem einzigen Temperaturpunkt eine eben merkbare Änderung von mehr als  $10^{\circ}$  C. gefunden. Diese Thatsache ist auf noch einfachere Weise zu zeigen. Wenn man den Finger auf eine Metallstange legt und die Stange am entfernten Ende erhitzt, so steigt die Temperatur des anderen Endes sehr langsam, und man kann auf diese Weise eine fast gefährliche Hitze ertragen, obwohl die plötzliche Auflegung eines anderen Fingers an dieselbe Stelle bedeutende Schmerzen erzeugt. Wir werden hierdurch an das langsame Kochen eines normalen Frosches in dem Experiment FRATSCHERS erinnert. Im Gebiete des Drucksinnes haben HALL und MOTORA (*Dermal sensitiveness to gradual pressure changes, Americ. Journ. of Psychol.* 1888, I, 72) entsprechende Resultate gefunden.

Hiermit zusammenhängend ist die Thatsache, daß die Reizschwelle für die Intensität eines Tones höher oder tiefer liegt, je nachdem die Schwingungsenergie von Null aus schneller oder langsamer wächst (*On the faintest perceptible sound, Americ. Journ. of Psychol.* 1892, VI, 580).

Bei der Gewinnung gleichmäßiger Geschwindigkeiten habe ich viele Schwierigkeiten zu überwinden gehabt. Dies hat mich aber auf eine sehr interessante psychologische Größe aufmerksam gemacht. Wir können nämlich nicht nur eine regelmäßige Reizänderung wahrnehmen, sondern auch eine Änderung der Geschwindigkeit, mit welcher der Reiz sich ändert. Wir nehmen also eine Beschleunigung der Änderungsgeschwindigkeit wahr. Machen wir z. B. den Versuch mit der Wellensirene wieder; aber, während die Tonhöhe sinkt, schalten wir etwas mehr Widerstand in die Stromleitung. Diese bewirkt eine Beschleunigung der Tonänderung, und diese Beschleunigung hat auch ihre Schwelle. Die eben merkbare Be-

schleunigung hängt von dem zweiten Differentialquotienten der Änderung in Bezug auf die Zeit ab. Wenn wir unter  $A$  die eben merkbare Beschleunigung verstehen, so ist  $A = f\left(n_0, \frac{dn}{dt}, \frac{d^2n}{dt^2}\right)$ .

Die zwei Arten der Änderungsempfindlichkeit kann man zur Unterscheidung von der Unterschiedsempfindlichkeit vielleicht die Geschwindigkeits- und die Beschleunigungsempfindlichkeit nennen. Ihre Existenz kann man leicht demonstrieren; beim Versuche, genaue Messungen auszuführen, stößt man auf große Schwierigkeiten. Es hat zwei Monate Arbeit gekostet, den Luftstrom der Wellensirene auf einen hohen Grad der Konstanz zu bringen. Als ich nach sechs Monaten wegen Ortsänderung meine Untersuchungen abrechnen mußte, war es mir noch nicht gelungen, hinreichende Genauigkeit bei der Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit und daher der Tonhöhe in jedem Zeitmomente zu erreichen.

## Geschichtliche Notiz über den Fächer im Auge der Vögel.

Von

C. ZIEM-Danzig.

Mit litterarischen Studien über Anatomie des Gehirns beschäftigt, bin ich von dem Bibliothekar unserer Naturforschenden Gesellschaft, Herrn Astronomen Kayser, auf die in mancher Beziehung noch heute interessanten und wertvollen Untersuchungen über den Bau und die Funktionen des Gehirns und der Sinneswerkzeuge der Thiere aufmerksam gemacht worden, welche G. R. TREVIRANUS, weiland Professor in Bremen, im Jahre 1820 veröffentlicht hat. Es finden sich hier auch ein paar interessante Bemerkungen über den Fächer des Auges der Vögel. TREVIRANUS glaubt, daß der Fächer vor dem hinteren Teile der Netzhaut einen Schleier bilde, durch welchen die ihm gegenüberliegenden Gegenstände noch wahrgenommen werden können, wenn die übrige Retina durch zu heftiges Licht geblendet sei. Er scheine auch vermöge seiner zahlreichen Blutgefäße und seiner gefalteten Bildung einer Anschwellung und Entfaltung fähig zu sein, die sich, wie bei der Iris, nach der Stärke des einfallenden Lichtes richte. Finde eine solche Turgescenz nicht statt, so sei nicht einzusehen, wie der Adler der Sonne entgegenzufliegen vermöge, denn unaufgeschwollen liege der Fächer so, daß er nur wenige Lichtstrahlen auffangen könne . . .“ (S. 164). TREVIRANUS ist also wohl der erste, der von einer Erektilität des Fächers gesprochen hat. Hätte ich vor zwei Jahren, als ich das Anschwellen des letzteren mittelst des Augenspiegels nachweisen konnte, Kenntnis von der Schrift des TREVIRANUS gehabt, so würde ich sie natürlich erwähnt haben, dem Andenken eines Mannes zu Ehren, der während seines Lebens nicht viel Anerkennung gefunden zu haben scheint (Vorrede S. IV).