

Fiederchen dieser Federn schwarz pigmentiert sind, was schon mit der Lupe zu erkennen ist. Nur hierauf beruht der Unterschied z. B. zwischen einer hellgrünen und einer dunkelgrünen Feder. Bei den hellgrünen Federn fehlt das dunkle Pigment, sie geben daher auch kein Bild auf der Platte. Die kleinsten Fiederchen der roten und gelben Federn sind entweder gar nicht oder rot bzw. gelb pigmentiert, deshalb sind diese Federn auf der Platte ganz wirkungslos. Federn mit metallischem Farbenglanz, z. B. die Pfauenfedern, sind ganz schwarz pigmentiert, ihre Wirkung auf die photographische Platte ist daher auch eine besonders kräftige. Die glänzenden grünen und blauen Farben der Pfauenfeder sind Strukturfarben, die wohl durch Interferenzwirkung zustande kommen. Eine verschiedene Dichtigkeit der schwarzen Pigmente besteht aber an denjenigen Stellen, die bei bestimmtem Lichteinfall verschiedene Farben erscheinen lassen. So kommt es, daß die Pfauenfeder auch in der Autotypie Nuancen auftreten läßt, und daß z. B. die Zeichnung des Auges zum Ausdruck kommt.

Haare verhalten sich ebenso, indem weiße und rote Haare wirkungslos sind, schwarze dagegen ein deutliches Bild auf der Platte ergeben.

Die autotypische Wirkung geht über ein gewisses Maximum, das nach 3—4 Wochen erreicht ist, nicht hinaus. Die autotypische Wirkungsfähigkeit des Objektes ist dann jedoch nicht erschöpft, denn wenn das Objekt jetzt wieder eingelegt wird, so bringt es ein Bild hervor von gleicher Stärke wie das frühere war.

Erwiderung auf Heller's Artikel „Über die Geruchstheorie von Teudt“⁽¹⁾.

Von Dr. phil. Heinrich Teudt.

Heller macht gegen meine Erklärung der Geruchserscheinungen durch Elektronenschwingungen²⁾ in erster Linie geltend, daß „eine Existenz unabhängig von den Atomen wirksamer Elektronen“ nicht anerkannt werden könne. Nun existieren allerdings solche „unabhängig von den Atomen wirksame Elektronen“ bekanntlich in den β -Strahlen. Diese haben aber mit den von mir abgeleiteten Geruchsschwingungen nichts zu tun. Letztere werden vielmehr — wie ich in inzwischen erschienenen neueren Arbeiten³⁾ abgeleitet habe —, von den Valenzelektronen ausgeführt.

1) Biol. Zentralblatt Nr. 8 (1919).

2) Biol. Zentralblatt XXX, Nr. 12 (1913) — Prometheus XXV, Nr. 34 (1914) Wochenschr. für Brauerei 1918, Nr. 15—17. — Unsere Welt 1919, Nr. 2.

3) Prometheus Nr. 1535 und 1536 (1919 Nr. 26 und 27) sowie das letzte Kapitel in meiner „Ableitung der chemischen Verwandtschaft aus der Elektronentheorie“, Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie Bd. 108, 1919, S. 137 f.

Nach der neueren Atom- und Elektronentheorie werden bekanntlich die Atome eines Moleküls durch Valenzelektronen miteinander verbunden. Aber während diese die Atome mit Hilfe der von ihnen ausgehenden elektrischen Anziehungskräfte zusammenhalten, werden sie auch umgekehrt von den zu den Atomkernen gehörenden Elektronen beeinflusst. Dabei werden dann die Valenzelektronen durch die Kreisbewegungen der zu den Atomkernen gehörenden Elektronen in Schwingungen gesetzt, wenn bestimmte Verhältnisse vorliegen, die ich in den beiden zuletzt genannten Arbeiten abgeleitet habe. Daß die dort abgeleiteten Schwingungen der Valenzelektronen tatsächlich die Entstehungsursache der Gerüche sind, geht daraus hervor, daß die verschiedenen Kategorien der chemischen Verbindungen und Elemente regelmäßig einen Geruch haben, wenn in ihren Molekülen günstige Bedingungen für die Entstehung dieser Valenzelektronenschwingungen nachweisbar waren, und daß umgekehrt diejenigen Kategorien chemischer Verbindungen und Elemente geruchlos sind, in deren Molekülen die Verhältnisse für die Entstehung der Valenzelektronenschwingungen nicht günstig sind.

Zur Illustration der dort gemachten Ausführungen seien an dieser Stelle nur einige Beispiele wiedergegeben: Bei den Metallen läßt sich aus der Theorie der metallischen Leitung des elektrischen Stromes ableiten, daß die Elektronen an den Metallatomen weniger fest sitzen als an den Atomen der Metalloide und daraus läßt sich dann weiter ableiten, daß an den Rändern der Metallatome keine oder doch nur sehr schwache positive und negative Stellen miteinander abwechseln⁴⁾. Da zur Erzeugung der Valenzelektronenschwingungen ein derartiger Wechsel zwischen positiven und negativen Stellen nötig ist, haben die Metalle keinen oder doch nur einen schwachen Geruch.

Ebenso sind die Sauerstoff- und Schwefelverbindungen der Metalle geruchlos, weil die leicht beweglichen Elektronen an den Metallatomen durch die Abstoßungskräfte der weniger leicht beweglichen Elektronen der O- und S-Atome zurückgedrängt werden, so daß an den Rändern der Metallatome ein gleichmäßig positiv-elektrisches Feld entsteht. In dieses werden die Valenzelektronen hineingezogen und kreisen in ihm, so daß der an den O- und S-Atomen vorhandene Wechsel zwischen positiven und negativen Stellen sie nicht mehr in Geruchsschwingungen versetzen kann.

Dagegen haben die aus Metalloiden bestehenden Säureradikale gewöhnlich einen Geruch. Dieser Geruch verschwindet aber, sobald sie in Salzen als Ionen auftreten, denn dann verdeckt der am Säureradikal vorhandene Überschuß negativer Elektrizität den an den Atomrändern dieses Säureradikals vorhandenen Wechsel positiver und negativer Stellen, so daß die Valenzelektronen nicht mehr in Schwingungen versetzt werden können.

Die Zahl der in einem Molekül zwischen zwei Atomen kreisenden Valenzelektronen wird um so größer, je höher die Valenz ist, mit der sich diese beiden Atome miteinander verbunden haben. Je größer aber die Zahl der zwischen zwei Atomen kreisenden Valenzelektronen wird, desto mehr Energie wird auch erforderlich, um diese Valenzelektronen in Geruchsschwingungen zu versetzen. Daher ist bei einwertigen Verbindungen am wenigsten Energie nötig, um Geruchsschwingungen zu erzeugen. Bei diesen entsteht also am leichtesten ein Geruch. Dem entsprechend haben bei den chemischen Elementen nur die einwertigen Metalloide einen deutlich wahrnehmbaren Geruch.

Besteht ein Molekül aus einer größeren Anzahl von Atomen, zwischen denen Valenzelektronen Geruchsschwingungen ausführen, so interferieren diese miteinander

4) Vgl. Kap. 3 meiner „Ableitung des periodischen Systems aus der Elektronentheorie“, Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie 1919, Bd. 106, S. 195 und Kapitel 2 und 6 der vorhin genannten Arbeit über die chemische Verwandtschaft.

und bilden dabei Perioden, die unter Umständen so kompliziert werden, daß sie durch unsere Geruchsnerven nicht mehr wahrgenommen werden können. So erklärt sich z. B. das Verschwinden des Aldehyd- und Ketongeruches, wenn sich diese Moleküle zu Zuckermolekülen vereinigen. Ebenso verschwindet in manchen homologen Reihen ein bei den niederen und mittleren Gliedern vorhandener Geruch bei den höchsten Gliedern dieser Reihen.

Auffällig ist die Geruchlosigkeit von Methan und Äthan. Diese läßt sich mit Hilfe der Theorie der Valenzelektronenschwingungen dadurch erklären, daß die Valenzelektronen an den verschiedenen H-Atomen infolge des regelmäßigen Baues der CH^+ - und C^2H^+ -Moleküle gleich und entgegengesetzt schwingen, so daß sich ihre Geruchswirkungen gegenseitig aufheben.

Ferner schreibt Heller: „Beruht das Riechen auf elektrischen Vorgängen, so müssen irgendwie unmittelbare Beziehungen zwischen elektrischen Strom und Geruchserlebnis nachweisbar sein.“ Dieser Schluß ist deshalb nicht richtig, weil der Geruch nicht durch den elektrischen Strom als solchen sondern nur durch bestimmte elektrische Schwingungen mit bestimmten Perioden verursacht wird. — Die dann weiter von Heller gemachte Behauptung, daß alle Versuche, z. B. von Volta, Pfaff, Fowler, von Humboldt und anderen, durch elektrische Ströme Geruchsempfindungen hervorzurufen, negativ ausgefallen seien, ist irreführend. An der von Heller selbst zitierten Stelle⁵⁾ nennt Henning außer den eben von Heller wiedergegebenen Namen von Forschern, welche keinen Geruch bemerkten, noch andere Forscher (Ritter, Cavallo, Baumann, Johannes Müller, Althaus, Aronsohn), welche bei derartigen Versuchen einen Geruch oder Ocho so was ähnliches empfunden haben. Diese Geruchserlebnisse sind dort durch Ozonbildung erklärt. Diese Erklärung lag nahe, weil man weiß, daß beim Durchleiten eines elektrischen Stromes durch Wasser Ozon entsteht. Nun war aber die Nase mit Flüssigkeit gefüllt, in welcher sich etwa bildendes Ozon auflösen mußte. Im Wasser gelöste Stoffe rufen aber, wie Henning selbst an anderer Stelle seines Buches festgestellt hat⁶⁾, keine Geruchsempfindungen hervor. Ferner entstehen die Geruchsempfindungen beim Öffnen und Schließen des Stromes, also in Zeitpunkten, in denen noch kein Ozon gebildet ist, oder die Bildung von Ozon aufhört. Die Bildung von Ozon kann also unmöglich die Ursache der Geruchsempfindung gewesen sein, und es liegt die Tatsache vor, daß ein Teil der Forscher so etwas wie eine Geruchsempfindung oder eine „Stüchempfindung wie beim Riechen von Ammoniak“, ein anderer Teil der Forscher dagegen keinen Geruch bemerkt hat. Diese einander scheinbar widersprechenden Resultate lassen sich vielleicht dadurch erklären, daß zwar nicht bei allen, wohl aber bei einigen dieser Versuche die Verhältnisse im Stromkreis derartig waren, daß beim Öffnen oder Schließen des Stromes elektrische Schwingungen auftraten, deren Perioden geeignet waren, in einigen der Geruchsnerven Resonanzwirkungen hervorzurufen.

Daß sonst Beziehungen zwischen Elektrizität und Geruch bestehen, wird durch meine oben genannte Arbeit über die chemische Verwandtschaft bewiesen, in der abgeleitet wird, daß dieselben elektrischen Felder an den Grenzen der Atome, welche die Größe der chemischen Verwandtschaft der Elemente zueinander regeln, auch das Auftreten oder Ausbleiben eines Geruches bestimmen.

Heller, der diese Ableitung einer Beziehung zwischen Geruch und Elektrizität am Schluß der erst eben erschienenen Arbeit über die chemische Verwandtschaft noch nicht gekannt hat, fährt dann weiter fort:

„Sieht man von der Unmöglichkeit des Nachweises elektrischer Beziehungen beim Riechen ab, so scheint andererseits eine starke Stütze der Theorie zu sein, „daß die in die

5) Henning, „Der Geruch“ Leipzig 1916, S. 371.

6) a. a. O. S. 362.

Nase gezogenen riechenden Körperchen gar nicht mit den Riechnerven in Berührung kommen.“ Diese von älteren Autoren übernommene Behauptung ist irreführend. Unmittelbar zwar gelangen die Duftpartikel nicht an die Nerven, wohl aber mittelbar (durch Absorption durch das Nasensekret) an die Riechschleimhaut. Und in dieser sind die Riechzellen eingebettet“.

Ich weiß nicht, weshalb Heller diesen von mir bereits in der ersten Veröffentlichung meiner Theorie widerlegten Einwand einer „mittelbaren Berührung“ hier nochmals wiederholt, ohne dabei auf meine Widerlegung⁷⁾ dieses naheliegenden Einwandes einzugehen. Wenn nämlich die Entstehung einer Geruchsempfindung von dem Zustandekommen einer derartigen mittelbaren Berührung abhängig wäre, so könnte ein Geruch erst empfunden werden, nachdem die Riechkörperchen zur Riechschleimhaut gelangt sind, nicht aber schon vorher, wenn die Riechkörperchen erst in die Nase hineingezogen werden. — Wenn man mit einem riechenden Gase z. B. mit Leuchtgas vermischte Luft einatmet und bald nach Beginn des Atemzuges die Luft anhält, so ist die Nase mit Riechpartikelchen gefüllt. Diese hätten dann also andauernd Gelegenheit an die Riechschleimhaut zu gelangen und es müßte daher so lange ein Geruch empfunden werden, als die Nase mit Duftpartikelchen gefüllt ist, wenn wirklich eine Geruchsempfindung durch Berührung hervorgebracht würde. Da aber trotz des Vorhandenseins der vielen Duftpartikel in möglichst größter Nähe der Riechnerven keinerlei Geruchsempfindung entsteht, so ist das ein Beweis dafür, daß die Geruchsempfindungen nicht durch Berührung hervorgebracht werden.

Da aber die Düfte in den duftenden Molekülen durch Elektronenschwingungen, also durch elektrische Schwingungen, hervorgerufen werden, erscheint die Annahme berechtigt, daß diese elektrischen Schwingungen Induktionswirkungen hervorrufen können, die zwar zu schwach sind, um mit gewöhnlichen Mitteln erkannt zu werden, die aber ausreichen, um andere in den Riechnerven vorhandene Schwingungen durch Resonanzwirkung⁸⁾ zu verstärken. Durch diese Verstärkungen entstehen dann Geruchsempfindungen. Infolgedessen entsteht auch eine Geruchsempfindung nur während des Einatmens, weil sich dabei die Schwingungen in unseren Geruchsnerven durch Resonanz- und Induktionswirkung verstärken, nicht aber wenn die Nase nach vollendeter Einatmung mit Duftpartikeln gefüllt ist, denn dann hört die elektrische Induktionswirkung auf, welche durch die Annäherung der Duftkörper an die Riechnerven hervorgerufen wird. Beim verstärkten Einatmen (beim Schnüffeln, Spüren) werden die Geruchsempfindungen stärker, weil die Verstärkung der Schwingungen in den Riechnerven schneller und impulsiver vor sich geht infolge der größeren Geschwindigkeit, mit der sich die Duftpartikelchen auf die Riechnerven zu bewegen. Dieses Stärkerwerden der Geruchsempfindung suchte die

7) Biol. Zentralblatt 1913, S. 718, Zeile 27—39.

8) Betreffs der Bedeutung dieser Resonanzwirkung sei auf meine oben genannten früheren Arbeiten verwiesen.

9) Henning, „Der Geruch“, S. 373.

bisher herrschende Theorie dadurch zu erklären, daß infolge des stärkeren Einatmens mehr Duftpartikelchen zu den Riechnerven gelangen sollten. Aber die Atemluft wird nicht in die Riechschleimhaut hinein, sondern an derselben vorbeigezogen; und je größer die Geschwindigkeit ist, mit der sie vorbeigezogen wird, desto weniger können die in ihr enthaltenen Duftkörperchen absorbiert werden. Die durch verstärktes Atmen bewirkte größere Geschwindigkeit der eingeatmeten Duftkörperchen bewirkt daher keine vermehrte Berührung mit den Riechnerven, wohl aber eine verstärkte Induktionswirkung.

Der Geruchsapparat der im Wasser riechenden Wasserkäfer ist durch eine ganz dünne wasserdichte Chitinhaut geschützt⁹⁾. Diese macht eine Berührung mit den im Wasser suspendierten Duftstoffen unmöglich, dagegen verhindert sie nicht die Erzeugung von Geruchsempfindungen durch Induktionswirkung. Sobald also der Wasserkäfer in eine gewisse Nähe eines Duftkörpers kommt, werden die Schwingungen in seinem Geruchsapparat durch Resonanz- und Induktionswirkung verstärkt, so daß eine Geruchswirkung bei ihm ausgelöst wird. Je näher er an den betreffenden Duftkörper herankommt, desto stärker wird diese Induktions- und Resonanzwirkung und desto stärker wird daher auch die Geruchsempfindung.

Heller macht noch geltend, daß eine Induktionswirkung doch auch beim Ausatmen und bei einem Schnupfen eintreten und Geruchsempfindungen hervorrufen müßte. Beim Ausatmen empfinden wir deshalb kein Gerucherlebnis, weil nur eine Verstärkung nicht aber eine Abschwächung der in den Riechnerven vorhandenen Schwingungen als Geruch empfunden wird. Daß beim Schnupfen keine Geruchsempfindungen auftreten, kommt daher, daß die Riechnerven infolge der von den krankhaften Ausscheidungen ausgeübten Reizungen unempfindlich werden.

Selbst ein so großer Anhänger der Kontakttheorie, wie Henning, zieht die Folgerung, daß eine dauernde Anhäufung der Riechmoleküle in unserer Geruchschleimhaut ausgeschlossen ist¹⁰⁾. Henning nimmt daher an, daß die Riechmoleküle in der Geruchsschleimhaut eine Spaltung ihrer innermolekularen Geruchsbindung erleiden, daß dabei aber Spaltungsprodukte entstehen müssen, die selbst keinen Geruch mehr haben dürfen. Wodurch sollte es aber bewirkt werden, daß einerseits sauerstoffhaltige Riechkörper reduziert und andererseits die riechenden Moleküle der Kohlenwasserstoffe oxydiert werden, und in was für geruchlose Spaltungsprodukte sollten z. B. Chlor, Jodoform u. s. w. zerlegt werden können? Man sieht, daß die alte, zur Zeit noch herrschende Berührungstheorie auch nach dieser Richtung hin zu unmöglichen Folgerungen führt.

Was nun ferner die Erklärung der Weiterverbreitung der Gerüche durch die Luft anbetrifft, so tut Heller in seiner Kritik meiner Geruchstheorie so, als ob ich behauptet hätte, für einen Duftstoff gelte nicht, „was für jeden Stoff als selbstverständlich gilt, daß er nämlich mehr oder weniger langsam verdampft“. Derartiges habe ich nicht behauptet, sondern ich habe lediglich die Tatsache hervorgehoben, daß ganz winzig kleine und überhaupt nicht mehr wägbare Mengen mancher Riechstoffe einen nahezu unglaublich großen Raum mit ihren Geruch ausfüllen¹¹⁾.

Aber dies ist nicht die einzige Tatsache, die dagegen spricht, daß die Verdampfung oder Verflüchtigung der Duftkörper selbst die Hauptursache der Weiterverbreitung der Gerüche ist. Denn wenn letzteres der Fall wäre, so müßte der Geruch eines Körpers um so stärker verbreitet

10) a. a. O. S. 370/71.

11) Biol. Zentralbl. 1913, S. 723, Abs. 2.

werden, je flüchtiger der betreffende Körper ist. Die Erfahrung lehrt aber, daß manchmal gerade das Gegenteil hiervon eintritt. Chloroform — Jodoform; Methylester — Amylester; die Reihe Ameisen-, Essig-, Propion- und Buttersäure liefern Beispiele, bei denen bei gleichartigem Aufbau der Moleküle mit abnehmender Verdunstungsfähigkeit die Stärke der Verbreitung des Geruches zunimmt, d. h. bei welchen die Menge, die durch den Duft noch wahrgenommen werden kann, um so kleiner wird, je schwerer verdunstbar der den Geruch aussendende Körper wird.

Die Verdunstung geht ferner in warmer trockener Luft leichter von statten als in kühlerer feuchterer Luft. Wenn der Duft lediglich durch Verdunstung der Duftkörper weiter verbreitet würde, so müßten sämtliche Duftkörper an heißen trockenen Sommertagen am stärksten duften. Dies ist aber nur teilweise, z. B. bei den Düften einer Kloake oder eines Misthaufens der Fall. Aber bei anderen Düften tritt häufig gerade das Umgekehrte ein. So versagen die Jagdhunde auf der Hühnerjagd oft an heißen trockenen Sommertagen¹²⁾, weil sie nicht mehr wittern können, aber abends, wenn es wieder kühler wird, so daß also eine eventuell vorhandene Verdunstung der Duftkörper schwächer werden muß, kann der Jagdhund wieder wittern, d. h. die betreffenden Düfte werden wieder durch die Luft weiter verbreitet.

Die eben angegebenen Fälle beweisen, daß die Weiterverbreitung der Gerüche und Düfte noch eine andere Ursache haben muß als die Verflüchtigung der duftenden Körper selbst. Da nun das Vorhandensein eines Geruches nach dem Vorhergehenden eine Folge von Elektronenschwingungen also von elektrischen Vorgängen ist, so ist nicht einzusehen, weshalb die den Geruch verursachenden elektrischen Vorgänge sich nicht ebensogut auf andere Körper durch Influenz oder Induktion übertragen können, wie es andere elektrische oder magnetische Vorgänge tun. Doch können sich die einen Geruch hervorruhenden Elektronenschwingungen nur auf solche Moleküle übertragen, in denen die Valenzelektronen zwischen den Atomen genügend Bewegungsfreiheit haben, um dort die betreffenden Geruchsschwingungen ausführen zu können. Die Bewegungsfreiheit der Valenzelektronen ist aber um so größer je geringer die Zahl der übrigen zu den Atomen des betreffenden Moleküls gehörenden Elektronen ist, durch welche die Bewegungsfreiheit der Valenzelektronen eingeengt wird. Da die Zahl dieser Elektronen in den Sauerstoff- und Stickstoffmolekülen nur gering ist, hatte ich in meinen früheren Arbeiten angenommen, daß sich die Schwingungen der weiterverbreitenden Düfte von den Molekülen der sich nicht verflüchtenden Duftkörper auf die Valenzelektronen der O- oder N-Moleküle in der Luft übertragen, so daß die Düfte dann mit diesen durch Luftströmungen weiter getragen werden. Eine weitere Betrachtung zeigt aber, daß die H²O-Moleküle noch mehr geeignet sind, diese Geruchsschwingungen der verschiedenen Düfte anzunehmen, weil ein in ein Molekül eingetretenes H-Atom überhaupt kein Elektronensystem mehr besitzt¹³⁾, das die Bewegungsfreiheit der dieses H-Atom im Molekül festhaltenden Valenzelektronen beeinflußt und dieselben gegen äußere Einflüsse, wie sie von den Geruchsschwingungen anderer Duftkörper ausgehen, abschließt. Diese Geruchsschwingungen können sich daher am leichtesten auf die Valenzelektronen der in der Luft vorhandenen H²O-Moleküle übertragen, so daß diese zu Trägern der Gerüche und Düfte werden, die sich auf diesem Wege in der Luft weiter verbreiten.

Je größer die lebendige Kraft dieser Geruchselektronenschwingungen ist, desto leichter können sie sich auf die Valenzelektronen der H²O-Moleküle übertragen. In schwereren und größeren Molekülen kann die lebendige Kraft dieser Geruchselektronenschwingungen größer werden als in kleineren und leichteren Molekülen, daher kommt es, daß sich die Düfte der schwereren und weniger flüchtigen Körper oft stärker weiter

12) Zell, „Der Polizeihund“, Berlin 1909, S. 125.

13) Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie Bd. 108, S. 154.

verbreiten als die Däfte leichter und flüchtiger Moleküle gleicher Bauart (vergl. die oben angeführten Beispiele Chloroform, Jodoform u. s. w.). Ebenso erklärt sich das erwähnte Versagen des witternden Jagdhundes durch das Fehlen einer genügend großen Anzahl H_2O -Moleküle, welche diese Däfte annehmen und weitertragen können. Dagegen wird die Weiterverbreitung der von Kloaken, Misthaufen u. dgl. ausgehenden Däfte durch warmes trockenes Wetter verstärkt, weil bei diesen Kloaken u. s. w. genügend H_2O -Moleküle vorhanden sind, deren Verdunstung durch trockene Hitze vermehrt wird.

Bei wissenschaftlichen Versuchen über Geruchserscheinungen ließen sich die Forscher bisher von dem Glauben leiten, daß die Weiterverbreitung der Gerüche lediglich durch Verflüchtigung der duftenden Körper erfolge und sahen sich deshalb nicht veranlaßt, auch den Feuchtigkeitsgrad der Luft, in der sie ihre Versuche anstellten, entsprechend in Rechnung zu ziehen. Hierin liegt wahrscheinlich der Grund dafür, daß diese Versuche oft so wenig übereinstimmende Resultate gegeben haben.

Gegen diese Übertragung der Geruchsschwingungen von den Molekülen der Duftkörper auf andere in der Luft vorhandene Moleküle macht Heller geltend, daß zwar oft licherlich geringe Mengen stark duftender Stoffe auch beim Menschen Geruchserleben zu erregen vermögen, daß aber der Duft doch immer an die Anwesenheit des duftenden Stoffes selbst gebunden sei. — Diese Tatsache steht aber nicht im Widerspruch mit der hier entwickelten Erklärung der Weiterverbreitung der Gerüche durch die Luft. Denn sobald die H_2O - oder sonstigen in der Luft vorhandenen Moleküle, auf welche die betreffenden Geruchsschwingungen übertragen sind, aus dem Einfluß des duftenden Stoffes herauskommen, verlieren sich die ihnen induzierten Geruchsschwingungen allmählich wieder, weil sie nicht (wie in den Molekülen der eigentlichen Duftkörper) durch die Konstitution des H_2O -Moleküls bedingt werden, sondern nur durch äußere Einflüsse dessen Valenzelektronen aufgedrängt sind. Daher werden die den H_2O -Molekülen induzierten fremden Geruchsschwingungen sich um so schneller wieder verlieren, je weniger ihre Perioden mit den in den H_2O -Molekülen ursprünglich vorhandenen Elektronenbewegungen im Einklang stehen. Außerdem wird aber auch die Zeit, in welcher die Valenzelektronen in den H_2O -Molekülen nach der Entfernung vom Duftkörper dessen Duftschwingungen noch beibehalten, davon abhängig sein, ob diese H_2O -Moleküle sich ruhig verhalten oder häufiger erschüttert werden. Ähnlich wie Eisen den ihm mitgeteilten Magnetismus um so schneller wieder verliert je öfter es erschüttert wird, ebenso verlieren auch die H_2O -Moleküle die in ihnen hervorgerufenen fremden Geruchsschwingungen um so schneller, je öfter sie durch Zusammenstoßen mit anderen Molekülen erschüttert werden. Die in bewegten Luftschichten weitergeführten Däfte verschwinden daher relativ schnell wieder. Wenn die Moleküle aber in Kleiderstoffen, an Wänden u. s. w. in ruhiger Lage, wo sie keinen Stößen ausgesetzt sind, gehalten werden, dann können die in ihnen erregten Geruchsschwingungen oft sehr lange bestehen bleiben.

Heller führt dann ferner noch an, daß ein Hund in einer Badeanstalt seinen Herren bedeutend schwieriger als auf der Straße am Duft seiner Spur erkennt. Obgleich

Heller keinerlei Belege für diese mir bisher unbekannte Beobachtung angibt, scheint mir die Richtigkeit derselben nicht zweifelhaft, weil man auch sonst beobachtet hat, daß Hunde die Spuren barfuß gehender Personen schwerer verfolgen als die Spuren mit Schuhen bekleideter Personen, z. B. bei der Verfolgung entlaufener Sträflinge und Sklaven in Amerika durch Bluthunde¹⁴⁾ sowie auch bei neueren Versuchen von Romanes¹⁵⁾. Den Fall in der Badeanstalt erklärt Heller dadurch, „daß Duftmoleküle vom Körper des Herren sich zwar im Bad reichlicher niederschlagen, daß sie daselbst aber auch weit reichlicher von anderen Personen beim Darübergehen absorbiert, also weggeführt werden“. Dieser Erklärungsversuch versagt aber bei den Bluthundverfolgungen und bei den Versuchen von Romanes. Dagegen erklären sich mit Hilfe meiner Theorie der Geruchsschwingungen sämtliche drei Fälle dadurch, daß die in den betreffenden Menschen vorhandenen Geruchsschwingungen sich allmählich auf die Valenzelektronen, die in den Molekülen der Stiefelsohlen vorhanden sind, übertragen, so daß die ganzen Sohlen, nachdem sie eine gewisse Zeit getragen sind, mit derartigen Geruchsschwingungen erfüllt werden. Von diesen Schuhsohlen lösen sich dann die mit solchen Geruchsschwingungen erfüllten H₂O-Moleküle leichter ab und bleiben an den Fußspuren reichhaltiger hängen als sie sich von der Haut des Fußes ablösen, wenn der betreffende Mensch barfuß geht. Ging Romanes aber bei seinen Versuchen in Strümpfen, so nahm der Hund seine Spur überhaupt nicht auf, was dadurch erklärt wird, daß die mit dem Duft geschwängerten H₂O-Moleküle von den Strümpfen fester gehalten werden als von den Füßen und von den Schuhsohlen. Von den Strümpfen gelangt daher der Duft des Menschen in der kurzen Zeit, während welcher die Füße den Erdboden berühren, nicht auf die Fußspuren. Dagegen kann der Duft des Menschen durch die Strümpfe hindurch in die Schuhsohlen gelangen, weil die H₂O-Moleküle in den Strümpfen, nachdem sie die Duftschwingungen des Menschen angenommen haben, diese allmählich weiter auf die Valenzelektronen der in den Schuhsohlen enthaltenen H₂O-Moleküle induzieren.

Es wäre unmöglich, daß die Duftkörper, welche sich nach der jetzt herrschenden Theorie vom menschlichen Körper loslösen und an den Fußspuren haften bleiben sollen, überhaupt nur zu den Stiefelsohlen gelangen, wenn sie nicht durch die Strümpfe hindurchkönnen. Allerdings hat man angenommen, daß der Hund sich nicht von dem Geruch seines Herren sondern von dem Geruch der Stiefel leiten läßt, von denen er weiß, daß sie seinem Herren gehören. Dem steht aber entgegen, daß der Polizeihund die Spur eines ihm fremden Menschen verfolgen kann, auch wenn er seine Witterung nicht von den Stiefeln dieses Menschen sondern von ganz anderen Teilen desselben erhalten hat.

Schließlich macht Heller noch geltend, daß es bei den nach meiner Theorie vorhandenen Geruchsschwingungen nicht möglich sein würde, daß der vermehrte Duft einzelner Individuen den vielleicht schwächeren Duft der vom Hunde gesuchten Spur seines Herren übertönte.

Ein derartiges Übertönen des Duftes einer Fußspur durch andere Fußspuren ist aber auch nirgends beobachtet worden. Bei einem der von Romanes angestellten Versuche wurde dessen Spur anfangs von elf, später von fünf Spuren anderer Menschen überdeckt, die alle so gegangen waren, daß jeder in die Spuren seines Vordermannes getreten war. Der

14) Zell, „Der Polizeihund“, Berlin 1909, S. 120.

15) Des Jägers Monatsblatt und „Unsere Welt“ 1915, Spalte 362/63.

Hund folgte dieser Spur schnell, schoß an der Trennungsstelle über die Spur hinaus, besann sich aber augenblicklich und lief ohne Zögern seinem Herrn nach. Der Duft der ersten Spur war also nicht durch die folgenden elf bzw. fünf anderen Spuren übertönt. Auch dem Menschen ist es möglich, z. B. aus dem in einer Küche herrschenden Mischgeruch die Düfte einzelner Speisen herauszuriechen. Doch gibt es auch Mischgerüche, bei denen es nahezu oder gänzlich unmöglich ist, die einzelnen Komponenten wieder zu erkennen. So wird z. B. bei den von einer Zitrone ausgehenden Mischgeruch wohl niemand herausriechen können, daß in ihm die Gerüche von Pinen, Citral, Geraniol, Terpeneol u. s. w. enthalten sind.

Das verschiedene Verhalten dieser beiden Arten von Mischgerüchen läßt sich mit Hilfe der von mir abgeleiteten Schwingungstheorie in folgender Weise erklären:

Der Mischgeruch der Küche entsteht dadurch, daß in die Nase verschiedene Duftmoleküle nebeneinander eingezogen werden, von denen einige die Duftschwingungen des Fleisches, andere die Duftschwingungen bratenden Fettes, andere wieder die Duftschwingungen einer Kohlart haben u. s. w. Alle diese Duftschwingungen wirken gleichzeitig nebeneinander auf die Riechnerven ein. Der Mischgeruch der Küche ist daher zu vergleichen mit einem Stimmengemisch, das von einer größeren Gesellschaft durcheinander redender Personen ausgeht. Ebenso wie wir eine uns bekannte Stimme in einem derartigen Stimmengemisch leicht heraushören und von den anderen Stimmen unterscheiden können, können wir auch einen bekannten Geruch aus den auf unser Geruchsorgan nebeneinander einwirkenden verschiedenen Geruchsschwingungen des in der Küche vorhandenen Mischgeruches herausriechen.

Von dem eben besprochenen Mischgeruch der Küche unterscheidet sich nun der von einer Zitrone ausgehende Mischgeruch dadurch, daß die einzelnen diesen Mischgeruch verursachenden Duftkörper in der Zitronenschale zusammengehalten werden und daß auch eine Verflüchtigung, bei der sie wieder voneinander getrennt werden, nicht oder doch nur in einem ganz geringen Maße stattfindet. Infolgedessen geschieht die Übertragung ihrer Geruchsschwingungen auf die Valenzelektronen der in ihrer unmittelbaren Nähe befindlichen Luft- oder H_2O -Moleküle nicht in der Weise, daß einige dieser Moleküle den Geruch von z. B. Citral, andere den Geruch von Geraniol u. s. w. annehmen; sondern in jedem der betreffenden H_2O -Moleküle erhalten die Valenzelektronen eine Schwingung, welche durch Interferenz der verschiedenen Geruchsschwingungen der in der Zitrone enthaltenen Duftkörper gebildet wird. Wenn dann diese Moleküle mit der Atemluft in die Nase gezogen werden, so haben dieselben nur diese durch Interferenz gebildete neue Geruchsschwingung, nicht aber die verschiedenen Geruchsschwingungen der einzelnen Duftkörper, wie es bei dem Mischgeruch in der Küche der Fall war. Daher können wir die einzelnen Komponenten nicht bei dem Mischgeruch der Zitrone, wohl aber bei dem Mischgeruch der Küche voneinander unterscheiden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Teudt Heinrich

Artikel/Article: [Erwiderung auf Heller's Artikel „Über die Geruchstheorie von Teudt“ 259-267](#)