Die Mechanik des Riechens.

Vortrag,

gehalten am 27. November 1875 in der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Dresden.

Von

Dr. O. J. G. Wolff,

Director der Heilanstalt Lindenhof in Neu-Coswig bei Meißen.

Berlin SW. 1878.

Verlag von Carl Habel.

(C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.)

33. Wilhelm-Straße 33.

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Unsere Sinneswahrnehmungen beruhen auf der Uebertragung von Bewegung. Beim Sehen handelt es sich um die Uebertragung gewisser Molekularbewegungen des Aethers auf das dazu geeignete Organ, auf das Auge. Beim Hören wird die Wellenbewegung, in welche die atmosphärische Luft unter Umständen versetzt wird, auf das dieser Bewegungsform der Materie angepaßte Organ, auf das Ohr, übertragen. Beim Fühlen werden Molekularbewegungen aller drei Aggregatsformen, also von gasförmigen, flüssigen und festen Körpern, auf unser über den ganzen Körper ausgebreitetes Sinnesorgan, auf den Sensationsapparat, übertragen, und auch beim Schmecken und Riechen handelt es sich um die Uebertragung von Bewegung. Die bei den beiden letztgenannten Sinneswahrnehmungen stattfindende Bewegung ist aber eine chemische, d. h. eine Molekularbewegung, wobei sich je zwei oder mehrere verschiedenartig zusammengesetzte Moleküle derartig gegeneinander bewegen, daß sich die Atome des einen zwischen die des anderen drängen. Die zusammenstoßenden Moleküle vereinigen sich sonach mit einander auf's Innigste und verschmelzen ganz oder theilweise zu einem neuen Moleküle, das eben eine andere Atomzusammensetzung, und in Folge dessen auch andere Eigenschaften hat.

Beim Riechen handelt es sich nun, und das ist der Punkt,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

worüber man bisher im Unklaren war, um die chemische Verbindung eines Gases, eben des riechenden, mit einer Flüssigkeit. Diese Flüssigkeit benetzt beständig unsere Riechhaut, und sie wird geliefert von chemischen Werkstätten, die anatomisch längst bekannt, physiologisch aber noch gänzlich unbekannt geblieben sind, nämlich von den in die Riechhaut des Menschen und aller höheren Thiere eingebetteten Bowman'schen Drüsen.

Wie läßt sich das beweisen?

Nicht am Menschen oder an einem anderen Säuger, nicht am Vogel oder an einem anderen Wirbelthiere — da ist der Bau des Riechorganes viel zu complicirt und ist das Produkt der Bowman'schen Drüsen, wenn überhaupt, viel zu umständlich und in Folge dessen nie unverunreinigt zu erlangen; sondern wir müssen diese kostbare Flüssigkeit bei denjenigen Thieren aufsuchen, deren Riechapparat weit einfacher, verhältnißmäßig aber sehr großartig entwickelt ist. Das sind vor allen die Insekten. Damit wir jedoch nicht, wie das bei der Untersuchung höherer Thiere leider nur zu oft vorkommt, Mangel an frischem Materiale leiden, sondern beständig und in jeder beliebigen Zahl lebende Thiere erlangen können, wenden wir uns zu denjenigen scharf riechenden Insekten, welche in Massen zusammenleben und zu unseren Hausthieren gehören, ich meine zu den Bienen[1]).

Es klingt paradox, wenn behauptet wird, daß die Untersuchung eines Sinnesorganes bei einem so kleinen Thiere, wie die Biene ist, leichter sei als bei hundert anderen, die tausendmal größer sind. Aber was uns die Sache hier ganz außerordentlich bequem macht, das ist der glückliche Umstand, daß die Biene nicht, wie die Wirbelthiere, viele mikroskopisch kleine Drüsen hat, die ihr Secret auf die Riechhaut ergießen, sondern eine einzige sehr große, die man sogar mit bloßem Auge sehen kann.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Bekanntlich besitzen die Insekten keine Lungen, sondern sie ziehen ihre Athmungsluft ein durch eine bestimmte Anzahl von paarigen Oeffnungen (Stigmata) an ihrem Brust- und Hinterleibsstücke, welche in ein im ganzen Körper sich gefäßartig verbreitendes System von elastischen Luftröhren führen, in das sogenannte Tracheensystem. Folglich haben die Insekten keine Nase im eigentlichen Sinne des Wortes, d. h. kein vorspringendes Doppelsaugrohr im Gesichte, in dessen Bereiche sich die Riechhaut findet. Aber dennoch muß das Riechorgan auch bei den Insekten im Kopfe, und zwar an der Stelle liegen, die analog ist dem Sitze unseres eigenen Riechorganes — das ergiebt eine unbefangene Ueberlegung in vergleichend anatomischer und physiologischer Hinsicht ganz von selber.

Denken wir uns an dem Schädel eines Wirbelthieres die Höhlen, welche dem Athmungs- und Riechapparate angehören, zu einer einzigen Platte von oben nach unten zusammengedrückt, so daß der Gaumen mit den Nasaltheilen verschmilzt, so haben wir den Typus des betreffenden Gesichtstheiles der Insekten. Als ein Thier, welches außerordentlich viel trinkt und einen colossalen Saugrüssel besitzt, hat die Biene nun eine sehr große Mundhöhle und einen sehr großen Schlund. Der Schlund der Insekten ist aber merkwürdigerweise in fortwährender rhythmischer Bewegung, und zwar nach Art eines thätigen Blasebalges. Er ist im Ruhezustande ein weit offenstehendes, selbstverständlich stark muskulöses Rohr und hat über und unter sich je einen großen Luftsack, d. i. eine sackartige Erweiterung der obengenannten Luftröhren. Diese beiden Luftsäcke sind nun einerseits mit dem Schlunde, und andererseits mit der Innenfläche des Schädels bez. mit der Kehlhaut verwachsen. Folglich werden sie, wenn sich das Schlundrohr zusammenzieht, ausgedehnt, und wenn es wieder weit wird, zusammengepreßt. Der Schlund der Biene, sowie aller Insekten

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

überhaupt, vermittelt also dadurch, daß er sich schließt, Luftzufuhr zu den Kopftheilen, und dadurch, daß er sich wieder öffnet, Luftabfuhr aus denselben. Diese, wie schon gesagt, rhythmischen Schlundbewegungen bewirken also die Inspiration und Exspiration für den Kopf, der ja auch keine Stigmen hat, und sind isochron mit der von außen deutlich sichtbaren Abdominalrespiration dieser Thiere. Allein das ist nur die eine Folge dieser zwerchfellartigen Bewegungen; die andere muß nothwendig sein, daß der große Hohlmuskel jedesmal, wenn er sich öffnet, die äußere Luft in seine eigene Höhle hineinsaugt, und dieselbe wieder ausstößt, wenn er sich zusammenzieht. Diese letztere auf so eigenthümliche Art und nicht minder heftig als die Respiration erregte Luftbewegung ist es nun, worauf es uns hier vor allen Dingen ankommt; denn die in den Schlund stürzende Luft ist es, welche die Riechhaut trifft. Der Nachweis jener anderen Luftbewegung, die also die Kopfrespiration bewirkt, war aber ebenfalls erforderlich, weil wir das Riechorgan überall, wo es sicher nachgewiesen ist, in Verbindung sehen mit dem Respirationsapparate, d. i. mit dem Mechanismus, vermittelst dessen die um den Körper befindliche Luft mit großer Kraft in denselben eingesogen, vorher aber zur Prüfung ihrer Qualität nach der Riechhaut dirigirt wird.

Die Riechhaut der Biene und der allermeisten Insekten ist aber die hintere obere Fläche des Gaumensegels. Fast ebensowenig jedoch wie von der Kopfrespiration der Insekten wußte man von ihrem Gaumensegel. Allerdings war der betreffende Theil schon Réaumur bekannt; allein er hielt ihn irrthümlicherweise für die Zunge, obgleich seine Beschreibung dieses Gebildes [2]) klar beweist, daß der fleischige Theil, welcher wie bei uns natürlich über dem Racheneingange hängt, bei den verschiedenen Verrichtungen des Schlundes die Funktionen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

des Gaumensegels ausübt. Die Biene hat also, wie wir, eine fleischige Hautfalte, welche vom hinteren Rande des Gaumens über den Schlundeingang herabhängt und je nach Bedürfniß herab oder hinauf, nach vorn oder nach hinten gezogen wird, und die Schlundhöhle verschließt und öffnet. Diese Hautfalte zerfällt, wie bei uns, durch einen mittleren vorspringenden Theil in zwei gleiche Hälften; die hintere versteckt liegende, im Ruhezustande nach oben gewandte Fläche des Gaumensegels, die durch jenen leistenartig vorspringenden Theil ebenfalls halbirt wird, ist nun der eigentliche Sitz des Riechorganes der Biene und aller Aderflügler. Sie bildet mit der angrenzenden (hinteren oberen) Fläche des Schlundes eine tiefe, nach vorn und oben gerichtete Falte, und diese Falte ist die Riechhautfalte. Die Riechhaut der Biene participirt also an einer tiefen oberhalb des Schlundeinganges gelegenen Hauteinstülpung und ist mithin auch in dieser Hinsicht durchaus analog unserer eigenen Riechhaut. Ja noch mehr: Ebenso, wie bei uns der oberste Theil unserer Nasenhöhlenauskleidung die eigentliche Riechhaut, d. h. die Fläche ist, in welcher die Riechnerven endigen, ebenso trägt auch bei der Biene und allen Aderflüglern vorzugsweise der obere, der am weitesten versteckt liegende, der tiefste Theil der Einstülpung die Riechnervenenden, und dieses Stück ist eben der oberste oder basale Theil der Hinterfläche des Gaumensegels. Der Sitz des Riechorganes bei der Biene hinten oben am Gaumensegel hat demnach, wie sehr es auch anfänglich so scheinen mochte, durchaus nichts Absonderliches. Denn von der hinteren Fläche unseres eigenen Gaumensegels kommen wir ja ebenfalls hinauf nach unserer Riechhöhle; folglich wird der Riechnerv bei den Insekten, da sie keine Nasenhöhle haben, da es oberhalb ihres Gaumensegels nicht weiter geht, sich naturgemäßerweise hinten und oben am Gaumensegel ausbreiten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Zum genauen Verständniß der Mechanik des Riechens ist es nun erforderlich, daß wir die Endigungen und Endapparate des Riechnerven bei der zum Zwecke dieser Untersuchung so außerordentlich gut geeigneten Biene kennen lernen.

An den beiden seitlichen etwas vorgewölbten Hälften der Riechhaut der Biene fällt auf den ersten Blick auf, und zwar schon bei einer Vergrößerung von 15—20, daß sie mit je einer Gruppe von etwa hundert dunklen, unter einander fast gleich großen, etwas erhabenen Punkten oder Wärzchen besetzt sind, welche auf der Höhe der Wölbung der Riechhauthälfte am deutlichsten hervortreten und nach der Peripherie der Gruppe hin blasser, undeutlicher und ein wenig kleiner werden. Unter dem Mikroskope zeigt sich aber, daß jedes von diesen Wärzchen aus einem braunen, festen, wallartig erhabenen Chitinringelchen besteht, welches in der Tiefe ein kreisrundes, vollkommen durchsichtiges Häutchen einschließt. Die dem Beschauer gerade entgegenstehenden Wärzchen sehen daher aus wie lauter Augen oder wie wasserhelle Perlen in dunkler Fassung, sind aber ebensoviele kleine Näpfchen oder Becken und das sind die Riechbecken der Biene. Allein bei einer Vergrößerung von ungefähr 300 und beim langsamen Auf- und Abdrehen der Schraube ergiebt sich ohne Schwierigkeit, daß sich mitten aus jedem der kleinen Becken ein sehr feines, nichtsdestoweniger aber steifes Härchen erhebt, das an seiner Basis ebenso durchsichtig ist, wie der Boden des Beckens, in welchem es wurzelt, und sich ganz allmählich bis zur äußersten Feinheit, die aller mikroskopischen Vergrößerungen spottet, zuspitzt. Das sind die Riechhärchen. Wenn wir endlich das der soeben getödteten Biene ausgeschnittene Gaumensegel nur in ein Wenig destillirtes Wasser legen, die Duplicatur vorsichtig öffnen und dann die Riechhaut mit der Innenseite dem Auge zugewendet unter das Mikroskop bringen, so sehen wir, daß zu

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dem glashellen Grunde jedes einzelnen Beckens ein verhältnißmäßig sehr dicker Nerv geht, der unmittelbar unter der Basis des Riechhaares verschwindet Dieser Nerv ist, im Gegensatze zu den nur mit einer und zwar einer sehr großen Anschwellung endigenden Tastnerven der Insekten, dadurch ausgezeichnet, daß er kurz vor seiner Endigung in dem Wärzchen und kurz nach einander zwei kugelige, ungefähr gleich große Anschwellungen, also zwei Ganglien bildet, deren Durchmesser noch etwas größer als jener der Riechwärzchen ist. Demzufolge sind noch einmal so viel Ganglienkugeln als Wärzchen in dem engen Raume vorhanden, und dieser Umstand ist es, welcher die Untersuchung des einzelnen Nervenästchens, seines Verlaufes und seiner Beschaffenheit erschwert. Mehr aber noch als durch die massenhafte Anhäufung von Ganglien wird die Untersuchung dadurch schwierig, daß die letzteren sowie die Geruchsnervenzweige ganz außerordentlich zart sind, so zart, daß das feinste Deckgläschen sie schon zerdrückt, und man genöthigt ist mit Unterlage unter dasselbe zu arbeiten. Und endlich ist der Geruchsnerv der Biene auch chemisch erstaunlich empfindlich; denn um ihn im natürlichen, unveränderten Zustande beobachten zu können, darf man, soweit meine Erfahrungen reichen, ihn nur mit Wasser behandeln; was man auch anwenden mag, um das Präparat wenigstens für einige Stunden zu conserviren, es greift die Ganglien und Nervenfäden an, sie schrumpfen oder blähen sich, und wenn man sie auch auf die eine oder andere Weise erhalten kann, so sind sie dabei doch immer wesentlich verändert. Ich erwähne dies deshalb, damit die Reizung des Riechnerven durch den, wie wir später sehen werden, durch Gerüche chemisch veränderten Riechschleim um so leichter begreiflich werde, und weil die so große Empfindlichkeit und leichte Zerstörbarkeit der Riechnerven des einen Thieres wahrscheinlich machen, daß sich dies auch bei vielen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

anderen ähnlich verhalten möge, und daß die klare Darstellung der Geruchsnervenendigungen bei den höheren Thieren einschließlich des Menschen zum größten Theile darum noch nicht hat gelingen wollen, weil sie, bevor sie unter das Deckglas kommen können, schlechterdings einer für ihre zarte Constitution viel zu groben mechanischen und chemischen Behandlung ausgesetzt werden müssen. Schließlich bemerke in Bezug auf die Krönung der Riechnervenenden der Biene durch je ein Haar, daß dieses Verhalten einer allgemeinen Regel entspricht; denn auch die auf die Riechnervenenden aufgesetzten sogenannten Riechzellen des Menschen und verschiedener anderer Säuger tragen mehrere sehr feine Härchen, auch die Fasern des Gehörs-, Gesichts- und Geschmacksnerven der höheren Vertebraten endigen haarförmig, und bei den Gliederthieren laufen auch die meisten Tastnervenendigungen in ein mehr oder weniger langes Haar aus.

Was wir nun bisher über das Riechorgan der Biene kennen gelernt haben, das sind die beiden ersten Haupterfordernisse für die Mechanik des Riechens überhaupt, nämlich: Eine vorn im Kopfe geschützt liegende Fläche, worauf sich der Riechnerv ausbreitet, und ein Saug- und Druckwerk, welches die riechenden Gase an die Riechhaut heransaugt oder von derselben fortstößt. Es giebt aber noch ein drittes Erforderniß, das zum Riechen ganz ebenso unbedingt vorhanden sein muß, wie jedes der beiden ersten, und das ist es, wovon man sich bisher eine nur sehr ungenügende, in Wahrheit aber gar keine Vorstellung machen konnte; diese dritte Conditio sine qua non besteht darin, daß die Riechhaut fortwährend befeuchtet wird mit einer gegen riechende Gase chemisch sehr empfindlichen Flüssigkeit, so daß die plötzliche chemische Veränderung des Flüssigkeits-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

überzuges der Riechnervenenden auf dieselbe als Reiz wirkt; mit andern Worten, daß die plötzlich veränderte Molekularbeschaffenheit und Molekularbewegung in der unmittelbarsten Umgebung der Riechnervenenden auf die Endapparate der Riechnerven übertragen und in ihrer Weise rückwärts im Riechnervenmarke dem Gehirne zugeleitet wird. Ebenso also, wie die Glasplatte des Photographen erst durch ihren Jodsilberüberzug gegen das Licht empfindlich wird, ebenso wird es erst die Riechhaut durch ihren Flüssigkeitsüberzug gegen riechende Gase. Die Sache ist mithin so einfach, daß man glauben könnte, sie sei selbstverständlich; und doch war eine lange Reihe von anatomischen und physiologischen, scheinbar sehr abliegenden Untersuchungen erforderlich, ehe sie nur vermuthet, geschweige zur völligen Klarheit und Gewißheit gebracht werden konnte. Nachdem ich nämlich im Jahre 1872 in Bezug auf den Abdominalrespirationsmechanismus der Insekten neue und überraschende Thatsachen gefunden, weiter zu meinem nicht geringen Erstaunen beobachtet hatte, daß die Biene vermittelst ihrer oben beschriebenen rhythmischen Schlundcontraktionen, wie wenn wir mit offenem Munde athmen, Luft in die Mundhöhle einsaugt; nachdem ich ferner ermittelt hatte, daß jenes eigenthümliche Gebilde vor dem Schlundeingange, welches sich bei jeder Inspiration hebt und bei jeder Exspiration senkt, das Gaumensegel sei, daß dieses auf seiner Rückseite eigenthümliche Wärzchen trage, welche die Endapparate von eigenthümlichen Nerven seien, die weder Tast- noch Geschmacksnerven sein konnten, und endlich, da mir die Verlegung des Riechorganes der Insekten in ihre Fühler, also in äußerlich völlig trockene und zu der Respiration in gar keiner Beziehung stehende Organe, (die ich übrigens als das mit unzähligen Trommelfellchen und Paukenhöhlen versehene Gehörsorgan der Gliederthiere kennen gelernt

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

hatte) trotz der wiederholten Behauptung neuerer Forscher als ein physiologisches Unding erschien: So vermuthete ich zunächst, daß jene Nerven die Geruchsnerven sein möchten, weil sie von der in die Rachenhöhle eingesogenen Luft beständig angeweht würden. Bei dem Gedanken, daß diese Riechhaut aber trocken wäre, erinnerte ich mich nun, daß mir früher bei Gelegenheit der Speicheldrüsenuntersuchung der Biene zufällig ein mir unbekanntes drüsiges Organ vorgekommen sei, welches am ausgerissenem Oberkiefer der Biene hängen blieb, woran sich ja, wie bei uns, das Gaumensegel, also auch die vermuthliche Riechhaut, mitbefestigt. Alsbald gelang es mir denn auch jenes drüsige Organ wiederzufinden, und das war ein merkwürdigerweise allen Forschern unbekannt gebliebener großer, weißglänzender, strotzend gefüllter Drüsensack, der an der Basis des Oberkiefers ausmündet, also in der unmittelbarsten Nähe jener Nervenhaut, die wahrscheinlich die Riechhaut war. Nun galt es zu prüfen, ob der Inhalt dieser Drüse chemisch sehr empfindlich, und zwar sehr empfindlich gegen riechende Stoffe, also gegen Gase sei. Das war eine lange, lange Untersuchung, und Tausende von Bienen haben dabei ihr Leben eingebüßt. Aber das Resultat war ein überaus lohnendes und erfreuliches.

In dem hohlen Schädelfortsatze zwischen dem großen Netzauge und der Oberkieferwurzel liegt also bei der Biene, und ich füge hinzu bei allen größeren Aderflüglern, jederseits zwischen den Sehnen, womit sich die beiden Kaumuskeln an der Oberkieferwurzel ansetzen, eine umfangreiche, sackförmige Drüse, welche in der Gelenkhaut zwischen Oberkiefer und Schädel ausmündet, so daß ihr Secret durch die Oertlichkeit genöthigt ist, sich über die Rückseite des Gaumensegels, die oben als Riechhaut beschrieben wurde, zu ergießen. Sie ist sehr leicht zu belangen, ja man kann sie

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ohne Mühe und gleichsam auf's Schönste präparirt erhalten, wenn man der Biene einen Oberkiefer mit der Pincette einfach ausreißt; denn sie bleibt als ein milchweißes Beutelchen von der Größe eines kleinen Stecknadelkopfes an dem Oberkiefer fast immer hängen. Sie enthält meist in sehr reichlicher Menge ein gegen Gase sehr empfindliches und auch sonst sehr eigenthümlich beschaffenes Secret. Ich nenne dies Secret kurzweg den Riechschleim, und die Drüse selber die Riechschleimdrüse. Den Riechschleim der Biene müssen wir aber näher betrachten.

Schneidet man in den aus dem Kopfe einer lebenden Biene soeben herausgenommenen Riechschleimdrüsensack irgendwo ein, so stürzt schneller als man den Hergang verfolgen kann, eine äußerst leicht bewegliche, aus unzähligen ungleich großen Kügelchen bestehende Flüssigkeit heraus, welche bei auffallendem Lichte milchartig weiß aussieht, einen Augenblick stark aromatisch riecht, deutlich scharf schmeckt, Lackmuspapier intensiv röthet, sich unendlich leicht verflüchtigt und das Secret der dicken Drüsensackwandung ist, deren große Zellen, wie das bei verschiedenen Drüsen der Insekten vorkommt, mit je einem langen Ausführungsgange die Intima des Drüsensackes durchbohren und den letzteren auf diese Weise füllen. Bei stärkerer, etwa 200facher Vergrößerung zeigt sich nun, daß es wirklich Millionen von verschieden großen, zum Theil äußerst kleinen Kügelchen sind, woraus der Riechschleim besteht, und daß sie sämmtlich wie Fetttröpfchen aussehen. Das sind die Riechschleimtröpfchen. Die kleinsten haben einen Durchmesser von 0·0005—0·0008 Mm., die meisten aber doch ca. 0·005—0·01 Mm., und finden sich nach aufwärts alle möglichen Größen, jedoch so, daß die Zahl um so geringer wird, je mehr ihre Größe zunimmt. Diese Riechschleimtröpfchen schwimmen aber in einer völlig durchsichtigen, farblosen, äußerst leicht beweglichen Flüssigkeit, die bei Entleerung des Riechschleimes

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

aus der Drüse den Tröpfchen blitzschnell vorauseilt und das Riechschleimserum heißen mag.

Nun handelt es sich darum zu untersuchen, wie sich dieser Riechschleim gegen Gase verhält.

Daß er sich an der atmosphärischen Luft sehr leicht verflüchtigt, wurde schon vorher angedeutet, und ich füge hinzu, daß es vor allem das Riechschleimserum ist, welches bei gewöhnlicher Zimmertemperatur in weniger als ½ Minute verdunstet ist, so daß die Riechschleimtröpfchen, wenn man eben anfangen will sie unter'm Mikroskope genauer zu betrachten, am Rande der Riechschleimmasse schon sämmtlich aufgetrocknet, flach und fast unsichtbar geworden sind. Man muß daher zu diesem Zweck in einem Raume von niedriger Temperatur, etwa bei 6—8° R. arbeiten. Läßt man zu dem eingetrockneten Riechschleime aber ein Wenig Wasser fließen, so schwellen die Tröpfchen sofort wieder auf und bewegen sich so leicht wie zuvor. Diese beiden Eigenschaften des Riechschleimes sind von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit. Denn wäre der Riechschleim nicht so leicht flüchtig, so würde er sich auf der Riechhaut sehr leicht anhäufen und dadurch die Uebertragung der Molekularbewegung der Gase auf die Riechnervenenden erschweren. Ließen sich seine angetrockneten Tröpfchen aber nicht durch Wasser wieder aufschlämmen, so würde die Riechhaut, was gewiß sehr nothwendig ist, nicht rein gewaschen werden können. Daß aber unser eigenes Riechorgan mit einer complicirten Einrichtung versehen ist, wodurch die Riechhaut ebenso wie unsere Hornhaut rhythmisch abgewaschen wird, werden wir später sehen. Die Hauptsache bildet jedoch das Verhalten des Riechschleimes gegen riechende Gase.

Oeffnet man eine frische Riechschleimdrüse auf dem trockenen Objectglase, taucht rasch ein anatomisches Messer in ein wohlriechendes aetherisches Oel, z. B. in Bergamottöl und bringt die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

nunmehr duftende Messerklinge unter der Lupe in die Nähe des soeben entleerten Riechschleimes, so gerathen die kleinen und kleinsten Riechschleimtröpfchen merkwürdigerweise augenblicklich in heftige Bewegung, und wird andererseits das Eintrocknen des Riechschleimserums dabei sichtlich aufgehalten. Die Art der Bewegung besteht darin, daß die Riechschleimtröpfchen vor der riechenden Substanz fliehen, daß sie sich in derselben Richtung, in welcher man das riechende Instrument nähert, blitzschnell fortbewegen, um nur dann erst zur Ruhe zu kommen, wenn man sie nicht weiter verfolgt.

Wie vorauszusehen war, ist die Größe der Einwirkung, welche die Dämpfe verschiedener aetherischer Oele und anderer riechender Stoffe auf den Riechschleim ausüben, sehr verschieden. Allen gemeinsam ist aber Eines, nämlich daß die Bewegung der Tröpfchen um so heftiger wird, je mehr man ihnen die Geruchsquelle nähert. Das ist sehr wichtig; denn es steht damit im Einklange, daß Thier und Menschen sich ja ebenfalls dem zu riechenden Objecte möglichst nähern, wenn sie schärfer riechen wollen. Die verschiedene Einwirkungsweise der riechenden Gase zeigt sich nun zunächst darin, daß die Entfernung, von welcher an sie die Riechschleimtröpfchen in Bewegung setzen, bei verschieden riechenden Gasen verschieden groß ist. Wir nennen diese Entfernung den Erregungsabstand. So hat das Bergamottöl einen Erregungsabstand von ca. 8 Mm., die meisten anderen ätherischen Oele wirken aber erst aus einer geringeren Entfernung ein. Weingeistdampf hat einen Erregungsabstand von 6 Mm., der Schwefeläther wirkt jedoch schon aus der doppelten Entfernung; Chloroform erregt die Riechschleimtröpfchen bereits aus einer Entfernung von 15 Mm. und das Ammoniakgas sogar schon bei 30 Mm. Abstand.

In zweiter Linie unterscheidet sich die Einwirkung riechender Gase auf den Riechschleim durch die verschiedene Art, auf welche sich das Riechschleimserum und die Tröpf-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

chen, während sie von den Gasen in Bewegung gesetzt werden, verändern.

1) Färben sie sich, und zwar meistens gelblichbraun, 2) gewahrt man, daß das Riechschleimserum nicht nur nicht verdunstet, sondern im Gegentheil sogar an Volumen zunimmt. Endlich sieht man 3) daß die größeren Riechschleimtropfen, wenn man der Riechschleimmasse, damit sie sich länger hält, ein Wenig Wasser zusetzt, eine enorme Menge von unmeßbar kleinen Kügelchen enthalten; ferner eine kaum minder große Menge von solchen, deren Durchmesser doch ca. 0·0005 Mm. beträgt, die aber nicht immer völlig kugelrund sind; endlich bisweilen auch mehrere wesentlich größere Kügelchen. Alle diese verschieden großen Kügelchen im Innern der Riechschleimtropfen sind aber nicht ruhig, sondern in äußerst geschwinder kreisender Bewegung begriffen. Das alles sind unzweideutige Beweise davon, daß die Moleküle des applicirten Dampfes sowohl in das Riechschleimserum als auch in die Riechschleimtröpfchen eingedrungen sind, daß ihnen dies in einer gegebenen Zeit an verschiedenen Orten in verschiedenem Grade gelang, daß sich die anstürmenden Gasmoleküle im Innern der Riechschleimtropfen zu Flüssigkeitsmolekülen verdichteten, daß sich dieselben hierauf zu mehr oder weniger großen Tröpfchen vereinigten, daß sich die letzteren mit dem Inhalte der Riechschleimtropfen aber nicht blos mechanisch vermischten, sondern daß sie im Innern der Tropfen heftigen Einwirkungen, nämlich, wie wir alsbald sehen werden, chemischen Einwirkungen ausgesetzt sind; sonst würden sie sich auch nicht so rasend bewegen[3]). Die Einwirkung des Ammoniakgases auf den Riechschleim muß ich aber, da sie gar so auffallend ist, etwas genauer angeben. Kaum hat man das in die Ammoniaklösung getauchte Instrument in den Bereich seines Erregungsabstandes gebracht, so zucken die Tröpfchen nur ein einziges Mal zurück, und im Momente sind

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

auch schon die allermeisten von ihnen, nämlich die kleinen, verschwunden. Versucht man das Gas aber auch nur einen Augenblick aus möglichster Nähe einwirken zu lassen, so ist schon im nächsten Momente von sämmtlichen Tröpfchen und Tropfen unter der Lupe keine Spur mehr zu sehen. Nur wenn man das Ammoniak nach der schwächsten Einwirkung sofort zurückzieht, gelingt es an den übrig gebliebenen größeren Tropfen unter dem Mikroskope zu sehen, daß sie sich einen Augenblick allseitig blähen, im nächsten Augenblick aber runzlig werden, sich schmutzig röthlich färben und dann unaufhaltsam und stätig von allen Seiten her kleiner und kleiner werden, bis auch die letzte Spur von ihnen in der Riechschleimflüssigkeit untergegangen ist. Setzt man aber die nun entstandene homogene, übrigens dicklich gewordene Flüssigkeit auch noch der intensiven Einwirkung des Ammoniakgases aus, indem man ihr also das Ammoniakgas entsendende Instrument möglichst nähert, so sieht man diese Flüssigkeit an 20, 30 und mehr Stellen zugleich und an wieder anderen im nächsten Augenblicke, durchstampft und durchbohrt, wie wenn man gegen jede dieser Stellen mit größter Gewalt einen Strahl gerichtet hätte, der ebenso plötzlich wieder abbricht, wie er einfällt, um anderswo sofort von Neuem einzufallen. Allein, ein paar Secunden, und alles ist trotzdem, daß man das Ammoniak noch nicht weggenommen hat, so ruhig, als ob sich die Fläche dieses klaren See's nie getrübt hätte, geschweige daß man glauben solle, er habe einige Augenblicke vorher förmlich gekocht.

Was geschieht nun hierbei und bei allen den Einwirkungen riechender Gase auf dem Riechschleim der Biene?

Die Moleküle des Gases fliegen mit großer Gewalt gegen die Riechschleimmasse, prallen von da aber nicht ab, sondern dringen in dieselbe ein und verbinden sich mit deren Molekülen zu neuen andersartigen

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

Molekülen, so daß der Riechschleim nunmehr andere Eigenschaften hat, d. h. sich zu anderen Körpern anders als vorher verhält. Mit kurzen Worten: Gas und Riechschleim verbinden sich mit einander chemisch.

Was erstens die große Gewalt anlangt, womit die Dampfmoleküle gegen den Riechschleim unter den gegebenen Verhältnissen anstürmen, so wird sie schon durch die Erscheinung bewiesen, daß die Riechschleimtröpfchen vor dem riechenden Instrumente gleichsam fliehen. Folgender Controlversuch vervollständigt aber den Beweis. Wenn man auf ein Objectglas ein Wenig Wasser träufelt und seinem Rande ein mit einem ätherischen Oele benetztes Messer unter der Lupe bis auf etwa 0·2 Mm. nähert, so sieht man, daß der kleine Wasserberg fast augenblicklich etwas fortgetrieben wird, und daß er an seinen alten Platz wieder zurückweicht, wenn man die Dampfquelle entfernt. Nimmt man anstatt des ätherischen Oeles Weingeist und nähert ihn einem etwa nur $\frac{1}{2}$ Q.-Mm. großen Wassertropfen, so kann man den letzteren hierdurch beliebig, wie durch starkes Blasen, von einer Seite nach der anderen hin schnellen, je nachdem man die Dampfquelle gegen die Wassermenge richtet. Läßt man aber ein ätherisches Oel gegen eine sehr große Wassermenge wirken, so ist der Effect zwar auch Bewegung, aber nicht Locomotion, sondern Wärme. Man sieht nämlich unter diesen Umständen nach Ablauf von etwa $\frac{1}{4}$ Minute, daß der Wasserberg auf der dem Messer zugewendeten Seite eine schwache, aber sehr rasch zunehmende Trübung bekommt, die je näher der Dampfquelle um so eher zu stetig wachsenden Tröpfchen wird. Die Oeldampfmoleküle wurden nämlich fortwährend und so heftig, weil aus sehr großer Nähe, gegen den Wasserberg geschleudert, zurück nach dem Messer geworfen und wieder hingepeitscht, daß sie sich stark erwärmen, mithin schmelzen und Flüssigkeitsmoleküle werden mußten, die in

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dieser Klemme miteinander rasch zusammenfließen, bis sie auf der Wasseroberfläche endlich als kleine Tröpfchen sichtbar werden, die aber rasch in's Riesenhafte wachsen. Entfernt man das Messer nun, so sind die erzwungenen Oeltröpfchen von dem gewaltigen Gasdrucke befreit und verdampfen wieder fast im Nu.

Hiernach wird es also wohl nicht zweifelhaft sein, daß die gegen den Riechschleim hin in der angegebenen Weise gerichteten Dämpfe sich mit großer Gewalt gegen denselben bewegen. Und diese Voraussetzung muß in erster Linie erfüllt sein, wenn wir beweisen wollen, daß sich die Moleküle des einen Körpers, des Gases, in die Moleküle des anderen, des Riechschleimes, derartig drängen, daß wenigstens ein Theil von beiden Körpern zu neuen Molekülen wird, deren Atome also zum Theil aus Atomen der Gasmoleküle und zum anderen Theile aus Atomen der Riechschleimmoleküle bestehen. Die heftige Gegeneinanderbewegung der Moleküle zweier miteinander chemisch zu vereinigenden Körper ist aber zum Zwecke der chemischen Verbindung ganz unbedingt nothwendig, und ganz gewöhnlich ist es ja die Wärme oder der Druck, also immer Bewegung, wodurch die chemische Verbindung rascher oder einzig und allein hergestellt wird.

Nun handelt es sich in zweiter Linie, und das ist für den Chemiker ja das allein Wichtige, um den Beweis, daß der Riechschleim nach Einwirkung der riechenden Gase andere Eigenschaften bekommen hat, also ganz oder theilweise zu einem neuen Körper geworden ist. Dies bis zu dem erforderlichen Grade zu beweisen, ist nicht so schwer.

Wenn man über eine auf dem trockenen Objectglase geöffnete Riechschleimdrüse rasch ein Deckgläschen legt und unter dasselbe ein Wenig von einem ätherischen Oele, Weingeist, Ammoniaklösung und dergleichen langsam fließen läßt, so vergrößert sich das Riechschleimserum, wenn sich der Strom jener Flüssig-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

keit dem Riechschleime bis zu einem gewissen Grade genähert hat, plötzlich nach den verschiedensten Richtungen hin, als wenn es explodire, während das Riechschleimserum vollkommen ruhig bleibt, wenn man ihm in ähnlicher Weise eine nicht riechende Flüssigkeit nahe bringt. Diese merkwürdige Erscheinung kann auf nichts Anderem beruhen, als darauf, daß die Moleküle des vorauseilenden Dampfes der zugesetzten Flüssigkeit zwischen die des Riechschleimserums plötzlich und massenhaft eindringen, wie denn auch das Serum anschwoll, wenn man dem Riechschleime das in ein ätherisches Oel getauchte Messer näherte. Aber diese Gasaufnahme kann keine einfache Absorption, keine mechanische Mischung sein. Denn das Ammoniakgas, welches ja vom Wasser und wässerigen Flüssigkeiten, wie es das Riechschleimserum in hohem Grade ist, in ungeheuerer Menge absorbirt wird, und den größten Erregungsabstand hat, vergrößert das Riechschleimserum unter dem Deckglase nur wenig, viel weniger als die Dämpfe der ätherischen Oele, welche von wässerigen Flüssigkeiten bekanntlich fast gar nicht absorbirt werden. Es muß hier also etwas anderes, als bloße Absorption vor sich gehen, und dies beweist sich auf's Schönste dadurch, daß sich die Riechschleimtröpfchen in dem vom Ammoniak angegriffenen Serum auflösen, wenn man etwas mehr als die unendlich geringe Menge Gas, die unter dem Deckglase einwirken kann, einwirken läßt. Riechschleimtröpfchen und Riechschleimserum haben also ihr Verhalten zu einander total geändert, sie sind beide andere Körper geworden und haben sich ebenso chemisch umgestaltet, wie es unser Blut sein würde, wenn sich die Blutkörperchen im Blutserum plötzlich auflösten.

Etwas umständlicher ist die Beweisführung bei den Dämpfen der ätherischen Oele. Das Endresultat ist aber erstens, daß sich die, wie oben erwähnt, von so unendlich kleinen Kügelchen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

erfüllten Tröpfchen des mit den Dämpfen behandelten Riechschleimes bei Annäherung von Ammoniak nicht, wie ohne jene Einwirkung, blitzschnell, sondern nur sehr langsam auflösen; und zweitens, daß sich auch ein eigenthümlicher, bräunlicher Beschlag, welcher sich nach Einwirkung der Oeldämpfe auf der Oberfläche der Riechschleimmasse zeigt, und den man geneigt sein könnte, für einen reinen Oelniederschlag zu halten, bei Anwendung von Ammoniakgas vollkommen auflöst. Dies weist also unzweifelhaft darauf hin, daß wir es hier mit verändertem und zwar mit chemisch verändertem Riechschleime zu thun haben, nämlich mit einer chemischen Verbindung des applicirten Gases und des Riechschleimes. Denn die Tröpfchen von reinen ätherischen Oelen werden von dem Ammoniakgase unter gewöhnlichen Verhältnissen ja durchaus nicht sichtbar verändert. Folglich müssen die Oeltropfen, die wir im Innern der Riechschleimtropfen, und diejenigen, die wir auf der Oberfläche der Riechschleimmasse sehen, bei Berührung mit dem Riechschleime eine andere Atomzusammensetzung bekommen haben, sich eben chemisch verändert haben, weil sie sich nunmehr bei Einwirkung des Ammoniakgases im Riechschleimserum auflösen.

Wenn es nun feststeht, daß der Riechschleim außerhalb des Organismus chemisch verändert wird in dem Falle, daß ihm der Dampf von riechenden Flüssigkeiten in der Weise genähert wird, daß ihn die Dampfmoleküle mit großer Geschwindigkeit treffen müssen, so wird seine Veränderung auch im Organismus geschehen, wo ihm die riechende Dampfquelle zwar nicht immer sehr nahe liegt, dafür aber unmittelbar hinter der mit Riechschleim befeuchteten Riechhaut ein Mechanismus thätig ist, welcher die vor der Riechhaut befindliche Luft mit ungeheuerer Kraft an sich reißt. Das ist bei der Biene der Fall, und ist bei allen Geschöpfen der Fall, die riechen können; und so sehen wir mit einem Male den Grund ein, warum das

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Riechorgan überall und allenthalben mit dem Respirationsapparate in unzertrennlicher Verbindung steht. Die Thätigkeit des Respirationsapparates ist eben die treibende Kraft bei der Mechanik des Riechens. Wie groß aber die Gewalt ist, womit wir die Gase vermittelst der Inspiration an uns reißen, lehrt die einfache Thatsache, daß unser inspiratorischer Muskelapparat weit mehr entwickelt ist, als unser exspiratorischer, und wie würde auch der chemische Prozeß, welcher zwischen dem Inhalte des Bronchien- und Capillarsystemes in jeder Secunde vor sich geht, so prompt und vollkommen geschehen können, wenn der Durchgang der Gase durch die doppelten Häute nicht durch die Gewalt eines Saug- und Druckwerkes vermittelt würde?

Fragt man sich nun weiter, wie die durch die riechenden Gase hervorgebrachten Veränderungen des Riechschleimes der Biene auf die Endapparate des Geruchsnerven übertragen werden, so ist das, was sich aus den gegebenen Verhältnissen unmittelbar ableiten läßt, kurz Folgendes. Der Endapparat eines Geruchsnervenzweiges der Biene und sämmtlicher scharf riechender Insekten war ein Becken, aus dessen wasserhellem, außerordentlich durchsichtigem Boden sich ein äußerst fein endigendes Haar erhebt, welches in dem Becken aber feststeht und jedenfalls einem Luftstrome Widerstand leistet. Bei der Kleinheit der Verhältnisse werden aber Riechhaare und Riechbecken von dem Riechschleime vermöge der Adhäsion beständig feucht erhalten werden, wenn von dem letzteren nur häufig ein Wenig auf die Riechhaut gelangen kann. Und dies geschieht wunderbarerweise bei jeder gewöhnlichen Schlundschließung, also bei jeder Einathmung, durch den Schlundkopfschließer, durch den unserem Constrictor isthmi faucium entsprechenden Muskel, durch dessen Contraction die Gelenkhaut zwischen Oberkiefer und Schädel derartig gespannt wird, daß sich die Klappe, welche den Ausführungsgang der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Riechschleimdrüse verschließt, mehr oder weniger öffnet. Da nun das fortwährend von Riechschleim befeuchtete Riechhaar frei steht und sehr dünn ausläuft, so daß es von einem ankommenden Luftstrome fast von allen Seiten zugleich getroffen werden muß, weil an dem Haare als solchem aber zweifellos nur wenig Tröpfchen hängen bleiben werden, dieses vielmehr vom Riechschleimserum beständig feucht erhalten wird, so ergiebt sich, daß sich auf der Oberfläche der Riechhaare zunächst die Veränderungen vollziehen müssen, welche das Riechschleimserum erfährt, wenn es mit der atmosphärischen Luft und riechenden Gasen in Berührung kommt. Diese Veränderungen, welche, wie wir nachzuweisen suchten, auf veränderter Molekularbewegung und veränderter Molekularzusammensetzung beruhen, werden sich dem Riechhaare natürlich da am stärksten mittheilen, wo dieses am meisten exponirt und am feinsten ist, also an seinem Ende. Je feiner das Riechhaar ausläuft, je durchlässiger und zarter seine Substanz am Ende ist, um so leichter werden die Millionen Stöße, welche es von den neuen, in heftiger Bewegung begriffenen Molekülen empfängt, die sich eben durch die chemische Verbindung des riechenden Gases mit dem Riechschleime gebildet haben, auf seine eigenen Moleküle übertragen werden, und um so rascher und tiefer werden die durch die Gewalt des erneuerten oder immer tiefer werdenden Saugaktes gegen die Oberfläche des Haarschaftes gepeitschten und gepreßten Gas-Riechschleimmoleküle zwischen jene des Riechhaares eindringen, deren Zusammensetzung und Dichtigkeit verändern und ihnen eine andere Bewegung ertheilen, d. h. sie in größere oder kleinere, schnellere oder langsamere, so oder anders gerichtete Schwingungen versetzen. Einmal in das Innere des Haares gelangt, wird sich die centripetale Bewegung aber alsbald viel rascher und leichter fortpflanzen, weil sie ähnlich wie das Licht, nachdem es die starre

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Hornhaut durchdrungen hat, nun ein viel leichter durchdringbares, weil mehr weniger flüssiges Medium, nämlich das Nervenmark selber zu passiren hat, dessen außerordentliche Empfindlichkeit für veränderte Molekularbewegung und Molekularzusammensetzung sich dem Anatomen wie dem Physiologen und Pathologen auf Schritt und Tritt zu erkennen giebt. Unverzüglich wird sich die chemische Veränderung des Riechschleimserums am Riechhaare aber auch dem Serum im Riechbecken mittheilen, und hier sind die Bedingungen für die Uebertragung der molekularen Veränderung seiner Umgebung auf den Nerven, eben für die Ueberleitung der als chemische Verbindung des Gases mit dem Riechschleime mit einem Worte bezeichneten veränderten Molekularbewegung und Molekularzusammensetzung in die direkt und ausschließlich zum Gehirne führende Bahn, offenbar wieder sehr günstig. Denn der dünne völlig durchsichtige Grund des Riechbeckens kann unstreitig sehr leicht durchschritten werden, wenn eine vis a tergo, also die Gewalt des Gasdruckes, welchen das Saugwerk im Moment des Riechens herbeiführt, vorhanden ist. Allein das Riechbecken wird so recht eigentlich die Stätte sein, von wo aus der Riechnerv diejenigen Reize empfängt, welche besonders durch die Einwirkung des Gases auf die Riechschleimtröpfchen erzeugt werden, weil die verhältnißmäßig großen Riechschleimkügelchen hier im Riechbecken ja unzweifelhaft zu allermeist liegen bleiben. —

Hat denn aber auch der Mensch und haben die höheren Thiere überhaupt auch wirklich Riechschleim?

Wie schon eingangs erwähnt, befindet sich in unserer Riechhaut und in der Riechhaut sämmtlicher höherer Wirbelthiere eine sehr große Menge von mikroskopisch kleinen sackförmigen Drüsen, die nach dem Entdecker genannten Bowman'schen Drüsen, die keine Schleimdrüsen sind und deren Nutzen allen Forschern bis-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

her ein Räthsel war. Wenn nun ein Unterschied zwischen diesen Drüsen und der Riechschleimdrüse der Biene besteht, insofern dort bei den Wirbelthieren statt einer einzigen sehr großen Drüse eben unzählige mikroskopisch kleine vorhanden sind, und insofern die Bowman'schen Drüsen in der Riechhaut selber liegen, während die Riechschleimdrüse der Biene nur am Rande der Riechhaut ausmündet, so sehen wir diese Verschiedenheiten doch schon bei den Käfern völlig aufgehoben; denn sie besitzen, wie wir, sehr zahlreiche Einzeldrüsen, die in der Riechhaut selber, zwischen den haarförmigen Riechnervenendigungen ausmünden und dort offenbar ganz denselben Zweck haben, wie eine große Einzeldrüse in der Nähe jener. Daß das Secret der Bowman'schen Drüsen sich ähnlich gegen riechende Gase verhält, wie der Riechschleim der Biene, zu dieser Annahme berechtigt uns aber die große Uebereinstimmung, welche uns überall bei der Vergleichung eines Sinnesorganes an den verschiedenen Thieren entgegentritt.

Alles was sich bei der Mechanik des Riechens als wesentlich ergeben hat, sehen wir nun in ganz exquisiter Weise im Prinzip wiederholt bei der Mechanik des Schmeckens, und insofern der Geschmackssinn mit dem Geruchssinne anerkanntermaßen auf's Innigste verwandt ist, so daß ein Fortschritt in der Lehre von dem einen dieser beiden Sinne die Frage nach dem bezüglichen Verhalten des anderen unwillkürlich anregt, so sei es erlaubt, noch eine kurze Parallele zwischen der Mechanik des Geruchs- und Geschmackssinnes hinzuzufügen.

Beim Schmecken machen wir zunächst die Zunge breit, pressen ihre vordere Hälfte energisch und luftdicht an den Gaumen und ziehen nun, wie wir deutlich fühlen und zischen hören, Speichel hinein in einen zwischen dem nicht anliegenden Theile

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Zunge und dem Gaumen bleibenden Zwischenraum. Auf diesen Zug und auf diesen Zwischenraum kommt es zuvörderst an. Wir ziehen nämlich die Zunge, deren Rücken ja für gewöhnlich unmittelbar am Gaumen anliegt, in ihrem mittleren Theile eben so kräftig herab, und in ihrem hinteren nach oben und vorn, wie wir ihr vorderes Ende fest an den vorderen Theil des Gaumens pressen. Da sich nun auch die seitlichen Theile der Zunge, wie wir ebenfalls fühlen können, innig an die absteigenden Wände des Gaumengewölbes anlegen, so folgt, daß die Zunge durch diese ihre Arbeit sich mehrweniger hohl macht und zwischen sich und dem Gaumen einen leeren Raum herzustellen bestrebt ist, dessen Umfang sich natürlich nach dem Umfange der Masse richten wird, welche die Zunge auf sich genommen hat. Haben wir nun z. B. ein Stückchen Frucht auf der Zunge, so wird dieses durch die angedeutete Arbeit der letzteren förmlich ausgesogen, und zwar umsomehr, als namentlich der vordere Theil der Zunge den Bissen in dem Maße, als er durch die Saugbewegung ihres mittleren Theiles kleiner wird, an den Gaumen andrückt. Hiernach ist beim Schmecken, wie beim Riechen, ein Druck- und Saugwerk thätig, nur, daß dort beim Riechen Druck- und Saugwerk nicht gleichzeitig, sondern das eine oder das andere thätig ist. Beide, der mechanische Druck, den die Zunge gegen den Gaumen bez. den Bissen ausübt, und die Saugbewegungen der Zunge arbeiten aber auf dasselbe Ziel hin. Sie treiben die Flüssigkeit, die der Bissen von Hause aus oder durch seine Benetzung bez. Vermengung mit Speichel enthält, aus ihm heraus. Da nun der Zug von unten und hinten her, und der Druck von vornher und nach oben erfolgt, so muß die ausgetriebene Flüssigkeit vorzugsweise gegen den hinteren Theil der Zungenoberfläche andrängen. Hier aber liegen, wie wir wissen, unsere Geschmacksbecher, unsere

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Geschmacksnervenendigungen; folglich wird die aus dem Bissen gedrückte und gesogene Flüssigkeit, die wir eben schmecken wollen, gerade gegen diese Theile drücken, und werden die Moleküle der ersteren zwischen die der letzteren mehr oder weniger eindringen. Gleichzeitig muß aber durch die beim Schmecken ausgeführten Saugbewegungen der Zunge das chemisch zwar noch nicht genügend untersuchte, keinesfalls aber indifferente, sondern alkalische Secret der so sehr zahlreichen sogenannten Schleimdrüsen, die sich hinten auf der Zunge und über derselben am harten und weichen Gaumen befinden, aus ihren steifen weiten Ausführungsgängen herausgesogen werden. Wir hören es deutlich zischen, wenn wir in der beschriebenen Weise, auch ohne etwas auf der Zunge zu haben, anziehen, und fühlen deutlich, daß sich sofort eine Menge Flüssigkeit ansammelt, die wir, wenn die Druck- und Saugarbeit der Zunge unterbrochen wird, alsbald das Bedürfniß haben hinunterzuschlucken. Folglich wird dieser Speichel oder Schleim in die ausgepreßte und ausgesogene Flüssigkeit des Bissens von allen Seiten her hineinstürzen, sich mit ihr auf's Innigste vermischen, werden die Moleküle beider Flüssigkeiten auf's Heftigste gegeneinander bewegt und wenigstens theilweise in neue, andersartig zusammengesetzte Moleküle umgewandelt werden, mithin chemische Verbindungen in ähnlicher Weise entstehen können, wie beim Riechen, wo die im Riechschleime verflüssigten Gasmoleküle mehr oder weniger vollständig in die von jenem gedrängt wurden. Es müssen also hier wie dort Moleküle, die eine andere Atomzusammensetzung und andere Bewegungsverhältnisse haben, in die Endigungen der Sinnesnerven mehrweniger eindringen, deren Molekularzusammensetzung und die Molekularbewegung in ihren Röhren ändern, sie mit einem Worte reizen und so die spezifische Empfindung hervorbringen, die wir riechen und schmecken nennen. Was aber

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

für den feuchten Bissen gilt, gilt mutatis mutandis auch für die Geschmacksprüfung von Flüssigkeiten. Demnach ist der beschriebene künstlich herstellbare Zwischenraum zwischen Zunge und Gaumen der Wirbelthiere als Geschmackshöhle aufzufassen und ist es im Beihalt einer Menge anderer hier nicht näher aufzuführender Gründe nicht zweifelhaft, daß die Schleimdrüsen an den Wänden der Geschmackshöhle die eigentlichen Geschmacksdrüsen, d. h. die Producenten derjenigen Flüssigkeit sind, welche auf die zu schmeckende Substanz chemisch einwirkt.

So ist das Geschmacksorgan also mit einem ähnlichen Motor für die Bewegung der Moleküle gegen seine Nervenenden ausgerüstet, wie das Riechorgan. Und wie groß die Kraft unseres Saug- und Druckwerkes beim intensiven Schmecken ist, beweist der laute Schall, der entsteht, wenn wir, uns im Genuße des Wohlgeschmackes vergessend, die Zunge plötzlich vom Gaumen lösen, wenn wir, wie man zu sagen pflegt, schnalzen oder schmatzen. Wie unentbehrlich aber die Mitwirkung unseres mechanischen Motors beim Schmecken ist, beweist die einfache Thatsache, daß wir z. B. von einem Tropfen Chininlösung fast gar nichts schmecken, wenn er blos auf die Zunge, und wäre es auch ganz nahe der Geschmacksregion, gebracht wird. Drücken wir aber die Zunge an den Gaumen und ziehen nun in der beschriebenen und wohl erlernten Weise an, oder berühren nur ein Minimum von jener Flüssigkeit mit der Zungenspitze und fangen nun an zu saugen, so ist der bittere Geschmack sofort da, und kann man förmlich fühlen, wie sich die probirte Flüssigkeit blitzschnell in der Geschmackshöhle ausbreitet. Analog verhält sich bekanntlich die Sache beim Riechen; denn wir riechen selbst von stark riechenden Körpern nichts, wenn wir den Athem anhalten, wenn wir also die betreffenden Gase nicht in unsere Riechhöhle mit einer gewissen Geschwindigkeit hineinbewegen. Ebenso ferner,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wie der Motor für die Gasmoleküle dieselben aus der Nasen- bez. Riechhöhle wieder herausschleudern kann, wie wir übelriechende Gase durch eine kräftige Exspiration von uns fortstoßen und wir gleichzeitig auch — es wird sich alsbald zeigen auf welche Weise — die Riechhaut wieder zu reinigen, gleichsam wieder abzuwaschen im Stande sind: Ebenso kann auch unser Motor für die Flüssigkeitsmoleküle beim Schmecken umgekehrt arbeiten und übelschmeckende Flüssigkeiten, nachdem sie durch das Secret der großen Speicheldrüsenpaare voluminöser gemacht, verdünnt und abgemildert worden sind, mit rapider Schnelligkeit und großer Kraft aus der Mundhöhle ausstoßen.

Die Uebereinstimmung der Geruchs- und Geschmacksmechanik ist also außerordentlich groß: Hier wie dort 1) eine Höhle, in welcher chemische Processe vor sich gehen; 2) eine mechanische Kraft, welche das Material für dieselben hereinholt und die Producte wieder wegschaffen kann; und 3) in der Höhle die nöthigen Apparate und Substanzen zur Behandlung des gebotenen Materiales.

Durch das Vorhandensein einer mechanischen Kraft, welche die zu prüfenden Objecte erst an den Ort ihrer Prüfung heranbewegt, unterscheidet sich der Geruchs- und Geschmackssinn ziemlich scharf von den übrigen Sinnen; allein dadurch, daß wir vermöge nervöser selbstständiger Bewegungscentren mehrweniger regelmäßig athmen und schlucken müssen, sind wir fast ebenso beständig in der Lage riechen und schmecken zu können, wie wir durch die übrigen Sinnesorgane schon vermöge ihrer Construction und physikalischen Beschaffenheit fast unausgesetzt Wahrnehmungen machen. —

Nach dieser in mehrfacher Hinsicht gebotenen Diversion kehren wir wieder zu unserem eigentlichen Thema zurück und

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

untersuchen noch den in der Mechanik des Riechens bei den höheren Thieren einschließlich des Menschen eine sehr wichtige Rolle spielenden Umstand, daß die Riechhaut daselbst in einer Nebenhöhle des Saugrohres verborgen liegt.

Das Saugrohr wird bekanntlich gebildet von dem unteren und mittleren Nasenwege, und es muß zuvörderst auffallen, warum sich in diesem Kanale zwei so eigenthümliche, zu dem Riechorgane größtentheils nicht in Beziehung stehende Gebilde befinden, wie es die beiden unteren Nasenmuscheln sind. Bei näherer Ueberlegung ergiebt sich aber, daß dieselben offenbar den mechanischen Zweck haben, das Saugrohr zu verengern. Denn wenn die untere und mittlere Nasenmuschel nicht vorhanden wäre, so würde der vordere Theil des Ansatzrohres der Pumpe viel weiter sein, als der hintere, als die Luftröhre, und das wäre ja, wie die Mechanik lehrt, äußerst unpraktisch. Sollte nun die angesogene Luft im Ansatzrohre des Pumpwerkes nicht vorerst noch zu einem anderen Zwecke als dem der Sauerstoffzufuhr verwandt werden, so würde das Ansatzrohr ohne Zweifel gleich so eng als nöthig angelegt worden sein und keine Verengerungsmittel haben. So aber soll das angesogene Gas, bevor es an den Ort seiner Bestimmung gelangt, erst chemisch untersucht werden; folglich muß das Ansatzrohr des Pumpwerkes mit dem Gaslaboratorium communiciren, und, damit die chemische Untersuchung rasch und in großem Maßstabe geschehen kann, muß das chemische Laboratorium, also die Regio olfactoria, der Raum über und unmittelbar unter der oberen Nasenmuschel, nach dem Zuleitungsrohre zu möglichst weit offen stehen. Daher der lange Spalt, mittelst welchem die unteren Nasenwege auf ihrer inneren Seite mit dem oberen Nasenwege zusammenhängen. Die Zweckmäßigkeit der abgesonderten Lage des chemischen Laboratoriums liegt aber auf der Hand: Die feinen Apparate darin

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dürfen nicht gleich dem ganzen gewaltigen Luftzuge und nicht der mit allerlei Staub verunreinigten Luft ausgesetzt werden, worin wir uns so häufig befinden. Und diese der chemischen Prüfung nothwendigerweise vorausgehende Reinigung der Luft geschieht außerordentlich vollkommen durch die unteren Nasenmuschelpaare. Wenn man einem scharf riechenden Säugethiere nach irgend einer Richtung hin den Nasentheil durchschneidet, so erstaunt man nicht wenig über die complicirte und feine Faltung der unteren Muschelpaare, noch mehr aber darüber, wie eng die Klüfte sind, durch welche die eingesogene Luft streichen muß, um nach der Riechhöhle zu gelangen. Die Klüfte sind oft so eng, daß man sie mit der dünnsten Messerklinge nicht sondiren kann, sondern Papierstreifen nehmen muß, um zwischen die einzelnen, übrigens meist gebogenen Blätter zu gelangen. Demnach wird die für die Riechhöhle bestimmte Luft in zwar sehr vielen, aber auch sehr dünnen Schichten nach der letzteren geleitet, und diese Einrichtung hat keinen anderen Zweck als den in möglichst dünne Lamellen getheilten Luftstrom unterwegs von seinen mechanischen Beimengungen zu befreien. Denn die ganze große Schleimhautauskleidung des Vorhofes der Riechhöhle trieft ja von klebrigem Schleime, den die gerade nur bis zur Regio olfactoria hinauf reichenden massenhaft vorhandenen Schleimdrüsen so sehr reichlich liefern. Was würde aus unserem Riechorgane werden, und wie bald würde auch unsere Lunge ruinirt sein, wenn die Ladung Staub und Ruß, die wir in unsere Nase bekommen, wenn wir z. B. nur ein paar Stunden auf der Eisenbahn fahren, mit in die Riechhöhle und in die Lunge saugen müßten, und wie wäre es möglich, daß die mit der Nase wühlenden und sich mit der Nase den Weg zu ihrer Nahrung durch Staub und Erde, durch Schlamm und Moder bahnenden Thiere ihr Leben lang so unbeschreiblich fein riechen können, wenn die hochgradig verunreinigte

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Luft, die sie ansaugen müssen, nicht vorher auf einem langen und breiten und darum vielfach getheilten Wege geläutert, d. h. von nicht gasförmigen Beimischungen gereinigt würde? So sehen wir also auch hier wieder eine Einrichtung des Organismus, die merkwürdigen unteren Nasenmuscheln, nicht blos einem, sondern einem doppelten und dreifachen Zwecke dienen.

Aber, o Wunder, durch ebendieselbe Einrichtung, vermöge deren der Riech- und Athmungshöhle gereinigte Luft zugeführt wird, wird auch zugleich erreicht, daß die Zufuhr der Luft zur Riechhöhle, trotz ihrer versteckten Lage, fast ohne Zeitverlust geschieht.

Denn der im unteren und zum Theil ja auch im mittleren Nasenwege dahin jagende Inspirationsluftstrom erzeugt in den über ihnen gelegenen Hohlräumen Luftverdünnung, so daß ein Theil des angesogenen Gases augenblicklich hinauf schießen muß. Folglich muß auch die Luft, welche sich in den so merkwürdigen sechs Nebenhöhlen der Nase, die ja sämmtlich hoch oben in die eigentliche Riechhöhle einmünden und ihre Oeffnungen gegen die Ausbreitungen der Riechnerven kehren, befindet, in ähnlicher Weise herausgesogen werden, wie der Wasserdampf des Inhalationsapparates die Luft aus dem Steigerohre herausholt. Wenn wir nun anziehen und riechen wollen, so wird unsere Riechhöhle in Folge der darin entstehenden Luftverdünnung auch zugleich abgekühlt. Wir brauchen nur einmal tief zu inspiriren und wir fühlen die Kühle in den oberen Nasenräumen. Da nun aber die Luft in den Nebenhöhlen der Nase sehr wasserhaltig ist, weil sie am Ende der Exspiration, also in der Respirationspause wieder gefüllt werden, so werden die Wasserdämpfe der bei der Inspiration aus den Nebenhöhlen herausgesogenen Luft, wenn sie in die abgekühlte Riechhöhle stürzt, sich an den Wänden der letzteren niederschlagen, also einestheils

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den Riechschleim bei dem gewaltigen Luftzuge vor Verdampfung schützen, und anderntheils das riechende Gas auf der Riechhaut fixiren helfen.

Allein ebenso, wie die warme feuchte Luft aus den Nebenhöhlen der Nase in die Riechhöhle beim Einathmen von allen Seiten herangesogen wird, ebenso stürzt sie beim Ausathmen, wenn wir übelriechende Gase von uns weisen wollen und den Luftstrom in umgekehrter Richtung gehen lassen, in die bereits mehrweniger entleerte Riechhöhle hinein. In diesem Falle hilft also die aus den Nebenhöhlen herausgerissene Luft die in die Riechhöhle eingedrungene verabscheute Luft hinaustreiben, und nicht blos dieses, sondern sie wird auch, weil eben sehr wasserhaltig, den zersetzten Riechschleim abspülen, die Riechhaut somit mechanisch reinigen und den Riechnerven in der Respirationspause nach jeder Exspiration diejenige Erfrischung und Ruhe verschaffen, welche ja für alle Nerven so unbedingt nothwendig ist, wenn sie ihren Dienst lange Zeit thun sollen.

Fassen wir nun das, was sich für die Mechanik des Riechens aus dem Vorhergehenden ergiebt, kurz zusammen, so lautet es:

Die Riechhöhle ist der Recipient für die Gase, welche in einem Laboratorium chemisch untersucht werden sollen. Die Wände des Gasrecipienten sind mit dem Reagens für die zu prüfenden Gase benetzt, und diese werden vermittelst eines verhältnißmäßig ungeheuer großen, äußerst kraftvollen Gebläses in den Gasrecipienten getrieben, folglich auch in das Reagens und in die Nervenenden auf den Recipientenwandungen. Vermittelst eines verhältnißmäßig kleinen Nebengebläses wird aber in den Gasrecipienten gleichzeitig von allen übrigen Seiten her Wasser-

Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

dampf gesendet, welcher sich in dem durch die Arbeit des Hauptgebläses zugleich abgekühlten Raume niederschlägt, so daß das Reagens nicht zu leicht verdunsten kann, und die zu prüfenden Gase auf den Recipientenwandungen besser fixirt werden. Und endlich, damit nach Belieben neues Gas der Prüfung unterworfen werden kann, wird vermittelst Contre-Dampfes von Seiten des Hauptgebläses das vorhandene Gas periodisch oder auch augenblicklich wieder ausgestoßen, und dabei zugleich durch die Arbeit des Nebengebläses das an den Wänden des Gasrecipienten haftende mehrweniger zersetzte Reagens abgewaschen, um dem neu hervorquellenden Platz zu machen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Anmerkungen.

1) Man vergleiche meine Abhandlung über Das Riechorgan der Biene ꝛc. Nova Acta der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Bd. XXXVIII., Nr. 1. Dresden 1875.

2) Réaumur, Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes, Paris 1734—1743. T. V., 6 und 8.

3) Nichts ist in Bezug auf die Aneignung und Sicherstellung klarer Vorstellungen und Begriffe von den molekularen Vorgängen der Materie empfehlenswerther und fesselnder als das Studium des überaus compendiösen und verhältnißmäßig leicht faßlich geschriebenen Werkchens von Heinrich Schramm: Die allgemeine Bewegung der Materie als Grundursache aller Naturerscheinungen. Wien 1872. Wilhelm Braumüller. Hier findet man die beste Aufklärung über das Wesen der chemischen Verbindungen und die lohnendste Unterweisung in sämmtlichen Fragen, welche sich an die Begriffe von den Molekülen und Atomen knüpfen, die ja die Grundlage für das Verständniß aller Naturerscheinungen bilden.

Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm) in Berlin, Schönebergerstraße 17a.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf