Zeitschrift: Acta Tropica

Herausgeber: Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)

Band: 13 (1956)

Heft: 4

Artikel: Untersuchungen über natürliche und synthetische Geruchstoffe, die bei Ratten und Mäusen eine stimulierende Wirkung auslösen

Autor: Reiff, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-310612

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Forschungslaboratorien für Schädlingsbekämpfung, Abteilung Biologie,
J. R. Geigy A.G., Basel, Schweiz.

Untersuchungen über natürliche und synthetische Geruchstoffe, die bei Ratten und Mäusen eine stimulierende Wirkung auslösen.

Von M. Reiff.

1. *Einführung.*

In manchen Arbeiten über die Praxis der Nagetierbekämpfung ist seit Jahrzehnten immer wieder der Wunsch nach «Lockmitteln» oder «Anlockstoffen» ausgesprochen worden. Solche Stoffe sollten die Eigenschaft besitzen, durch ihren Geruch Ratten und Mäuse zu sicherer und guter Annahme z. B. von Giftködern zu veranlassen. Seit 1950, der Einführung von Antikoagulantien als Rodentizide, ist dank der günstigen Qualitäten dieser Giftstoffe die ganze Problematik nicht mehr so aktuell. Trotzdem besteht die wissenschaftliche und praktische Bedeutung für Stoffe mit stimulierender Geruchswirkung zur gezielten Beeinflussung von schädlichen Nagern weiter. Außer einigen empirischen Feststellungen aus der Bekämpfungspraxis sind bisher nur wenige experimentelle Studien über die Wirkung verschiedener Gruppen von Geruchstoffen durchgeführt worden.

Die folgenden Ausführungen umfassen eine Stellungnahme zu diesen Problemen, wobei ein in den letzten Jahren erarbeitetes, ziemlich umfangreiches Beobachtungsmaterial verwendet wurde. Die Arbeit hat ihre Ausgangspunkte in der Grundlagenforschung der Nagetieroekologie, insbesondere in der Untersuchung der Wechselmarkierungen bei Ratten und Mäusen. Von dieser Basis aus wurden die verschiedensten Gruppen natürlicher und synthetischer Geruchstoffe in die Versuche einbezogen. Die Resultate ermöglichen, abschließend ein Schema über die wichtigsten natürlichen Geruchsfelder im Territorium der Nager zu geben und den Einsatz von verschiedenen Duftstoffen in ihrer Beziehung zur Bekämpfungspraxis aufzuzeigen.

2. *Chemorezeptorische Leistung und Reizbeantwortung.*

Die bei Wirbeltieren in Nase und Mundhöhle lokalisierten Rezeptoren für Geruchs- und Geschmackswahrnehmungen antworten auf chemische Reize, sind also chemorezeptorisch funktionierende Systeme. Über die kausalen Vorgänge der olfaktorischen und

gustatorischen Empfindung sind allgemein noch wenig gesicherte Kenntnisse vorhanden (30, 31). In Anlehnung an neuere histochemische Untersuchungen der Sinnesepithelien (5, 11, 15) und Modellversuche (12) wird den biochemisch erklärbaren Vorgängen bei der Chemorezeptorenreizung immer mehr Bedeutung beigemessen. Die auf rein physikalischen Vorstellungen beruhenden Theorien (Infrarottheorie 15, 23, 32, Raman-Effekt 15, 64) können zu einem besseren Verständnis keinen Beitrag leisten. In Arbeiten von GEREBTZOFF (15) und LE MAGNEN (27) sind die bis 1953 geltenden Ansichten über die Geruchsphysiologie kritisch zusammengefaßt.

Studien über die elektrische Aktivität im Riechhirn (1), über die anatomischen Verhältnisse der zum Zentrum führenden Neuronen (18) sowie die von NEUHAUS (45, 46, 48) erarbeiteten Resultate über Schwellenreize als monomolekulare Vorgänge einzelner Riechzellen beim Hund deuten darauf hin, daß spezifisch gestaltete Rezeptoren (37) vorliegen könnten. Die Leistung bei Makrosmaten wäre somit so zu verstehen, daß sich spezifischen Geruchstoffmolekülen entsprechende Muster von Chemorezeptoren zuordnen lassen. Andere Stoffe würden mehrere Rezeptorenklassen reizen und eine weniger scharfe Erkennung ermöglichen.

Nach NEUHAUS (43, 45, 47) beruht die gute Geruchsleistung der Ratten und Mäuse besonders auf der Wahrnehmung von Geruchskomplexen und auf der Erkennung (dem Herausriechen) charakteristischer Komponenten aus den Gemischen. Diese Tiere sind Makrosmaten, ihre Riechschärfe ist aber nicht ganz so groß wie diejenige des Hundes. Überdies besitzt jede Tierart einen spezifischen Bereich von «biologisch wichtigen» Gerüchen, auf die sie besonders gut anspricht.

Geruchsreize sind einerseits abhängig von der Ausgangssituation des Tieres. So ist z. B. die Geruchsempfindlichkeit auf bestimmte Stoffe verschieden, je nach Hungerzustand oder Sexualzyklus (26); durch Kastration erleiden Geruch- und Geschmacksinn eine Leistungsverminderung (2). Andererseits vermögen chemorezeptorische Reize plötzliche Stimmungsänderungen auszulösen, da jede Wahrnehmung sofort von einem Gefühlston begleitet ist (nach HESS, 22, eine «untere Stufe des ästhetischen Empfindens»), der automatisch zu einer aktiven, individuellen Stellungnahme zur Reizquelle führt. Es tritt also eine momentane, meistens recht klar erkennbare Äußerung im Tierverhalten ein. Somit bestehen ganz ähnliche Verhältnisse, wie sie als Korrelate zwischen optischen Reizen und zugehörigen Reaktionen mit «Auslöser» und «angeborenen auslösenden Mechanismen» bezeichnet werden (28).

3. Terminologie.

Für die experimentelle Prüfung der Wirkung von verschiedenen Stoffen ist es zweckmäßig, 3 Arten von chemorezeptorischen Reizungen zu unterscheiden: *Nasales Riechen,* die reine Geruchswahrnehmung, als typischer Fernsinn entwickelt. *Gustatorisches Riechen,* wobei nach Aufnahme in die Mundhöhle Duftmoleküle durch die Choanen an die Riechschleimhaut übertreten. Es resultieren daraus neue Nuancen, die mit der *Geschmackswahrnehmung* zuzusammen die Erkennung des stoffspezifischen «Aromas» gestalten.

Für die folgenden Resultate sind als wichtige Begriffe zu nennen:

Geruchstoffe: Natürliche oder synthetische, zusammengesetzte oder reine Stoffe, die durch ihre Geruchswirkung eine im Tierverhalten sich äußernde Reaktion ausüben.

Duftstoffe: Als Untergruppe von Geruchstoffen solche Körper, die eine spezifisch positive Reaktion im Sinne einer Interesseauslösung oder Stimulation bewirken, da sie für irgendeine Sphäre der Nagerbiologie wichtig sind.

Chemorezeptorische Wirkung: Umfaßt eine Gesamtbeurteilung der Wirkung eines Stoffes in seiner Beziehung zu Geruch, Geschmack und gustatorischem Riechen. Für die praktische Brauchbarkeit eines Duftstoffes sind alle Reaktionen dieser 3 Empfindungsstufen zu berücksichtigen.

Stimulierende Wirkung: Bezeichnung für Reaktionen, die von gut wirksamen Duftstoffen ausgehen. Die Tiere nehmen den Geruch auf Distanz wahr, interessieren sich dafür und nähern sich der Duftquelle, belecken oder fressen das beduftete Substrat und bevorzugen es gegenüber anderem Material.

4. Methodik.

Da im gesamten über 400 Stoffe auf ihre stimulierende Wirkung geprüft wurden, mußten einfache und rasch auszuführende Testverfahren für die Ausscheidung der unwesentlichen Präparate gewählt werden. Stets kamen die einzelnen Muster in mehreren Wiederholungen zur Prüfung, um die Streuung der Einzelresultate zu erkennen.

Als Versuchstiere dienten für die primären Untersuchungen weiße Ratten und Mäuse. Interessante Präparate wurden sodann bei immer wieder frisch eingefangenen Exemplaren der 5 für die Praxis wichtigsten Nagerarten weiter geprüft: *Epimys rattus rattus* (Hausratte), *E. rattus norvegicus* (Wanderratte), *Mus musculus* (Hausmaus), *Microtus arvalis* (Feldmaus) und *Arvicola terrestris* (große Wühlmaus). Um möglichst natürliche Reaktionen auf die

dargebotenen Reize zu erhalten, mußte eine Dressur der Tiere (Lernfähigkeit) durch häufigen Wechsel der Individuen verhindert werden. Es wurden auch stets mehrere Ratten- oder Mauspaare zusammen in den Käfigen (Drahtgitter, Blechwannen, Holzkisten mit Blech ausgeschlagen, Terrarien; jeweils mit Gitterdeckel und einem Raum von mindestens 40 × 80 cm Bodenfläche) gehalten und die Versuche vielfach in diesen bewohnten Räumen durchgeführt.

Die Testvariationen bezogen sich auf verschiedene Versuchsanordnungen und innerhalb derselben Methode auf den Wechsel von einander konkurrenzierenden Geruchsfeldern. Hierbei wurden meistens 2 oder 4 Stoffe gleichzeitig zur Auswahl vorgesetzt und bei jeder Wiederholung in neuer Kombination mit veränderter Platzstellung geprüft. Es wurde also immer das *Prinzip der Auswahlversuche* eingehalten.

Als Übersichtsteste für vorläufige Abklärungen dienten Prüfungen mit Duftströmen (Druckluft über Duftstofflösung geleitet), mit Duftmarken im oder in der Nähe des Käfigs sowie mit imprägnierten Holzstäbchen, Stoffstücken, Cellophan- oder Agarstreifen. Die letzteren Hilfsmittel dienten auch sehr gut bei Wildratten, indem sie vom Gitterdeckel aus über Nacht in den Käfig eingesteckt wurden. Die Stärke der Nage- oder Fraßspuren erlaubte eine klassenmäßige Bewertung. Kurzfristige Trink- und Fraßteste orientierten über die gesamte chemorezeptorische Wirkung.

Für eine zahlenmäßige Bewertung der stimulierenden Wirkung von Duftstoffen wurde der *Dufttest* durchgeführt, bei dem das Annähern der Versuchstiere an die Geruchsquelle registriert wurde. In einer schwach beleuchteten «Arena» von 1½ × 3 m Bodenfläche, die durch einen 40 cm hohen Bretterrahmen begrenzt war, wurden 10 Paar weiße Ratten oder Mäuse gehalten. Im Mittelteil wurden mit je ca. 60 cm Abstand 4 kleine Glasfläschchen aufgestellt, in denen jeweils 20 mm^3 Geruchstofflösung auf Watte deponiert war. Registrierte man nun während 5—10 Minuten, wie stark die einzelnen Muster frequentiert wurden, so konnte aus der Totalfrequenz der ganzen Serie für jeden Einzelstoff der entsprechende Prozentwert bestimmt werden. Alle Geruchstoffe kamen mehrmals in neuen Gruppenzusammenstellungen zur Prüfung, interessante Präparate erhielten bis zu 30 und mehr Wiederholungen. Die für den Einzelstoff ermittelten Durchschnittswerte wurden mit 4 multipliziert. Es entspricht somit ein Wert von 100 Punkten der theoretischen Erwartung, wenn 4 gleich starke Duftstoffe in Konkurrenz gestanden hätten und gleiche Frequenzen aufgetreten wären. Zahlen bis 95 Punkte sprechen für schwache Geruchswirkung, 95—105 Punkte für mäßige und über 105 Punkte für gute Stimu-

lationswirkung. Als Test für die Stabilitätsprüfung der Geruchstoffe dienten Musterserien, bei denen die Fläschchen 1 Woche vorher vorbereitet und offen an der Luft stehengelassen wurden.

Fraß- und Trinkversuche, die sich jeweils über mehrere Tage ausdehnten, erlaubten die Abklärung über die gesamte chemorezeptorische Wirkung und zeigten auch, ob bei dauernder Reizung durch die Duftstoffe eine Überdrüssigkeit entstehen kann (Abnahme der Fraß- und Trinkmengen bei längerer Versuchsdauer). Auch hier wurde durch Vorsetzen von gleichzeitig 3—5 Mustern das Auswahlprinzip durchgeführt und jeden Tag die Platzstellungen der einzelnen Futter- oder Wasserbehälter gewechselt. Fraßversuch: Geruchstoff 0,1—5% in Talkum und Stärke aufgezogen, Haferflocken mit 2½—5% dieser Puder gemischt. Je 200 g behandeltes Futter eines Musters pro Tag 8—10 weißen Ratten vorgesetzt, alle 24 Stunden erneuert und die Fraßmengen ausgewogen (Trinkwasser unbeduftet). Trinkversuch: Geruchstoff 1% in Wasser oder Alkohol gelöst. 1—5% dieser Lösung dem Trinkwasser zugesetzt. Je 100—150 cm^3 beduftetes Wasser von 3—5 Mustern 8—10 Ratten in offenen Trinkschalen vorgesetzt, täglich erneuert und Trinkmengen ausgemessen (Futter unbeduftet). Berechnung der Duftstoffwirkung auf theoretisch 100 Punkte wie im Dufttest.

In den Praxisversuchen mit freilebenden Ratten und Mäusen wurden behandelte Haferflocken (Typus Fraßversuch) verwendet. Meistens wurden 2 ausgewogene Proben in unmittelbarer Nähe voneinander deponiert und auf diese Art verschiedene Stellen im Territorium bedient. Bei den Kontrollen erfolgte eine Auswägung oder eine kategoriemäßige Abschätzung der Fraßmengen. Bei Wühlmäusen sind Störungen an den unterirdischen Gangsystemen möglichst zu vermeiden. Mit Erfolg wurden mit Duftstofflösung imprägnierte Stoffbänder (1,5 × 6 cm) verwendet, die, an 50 cm Zwirn gebunden, mit einem Holzstab in die oberflächlich verlaufenden Gänge gestoßen wurden. Der Faden wurde lose auf die Erde gelegt und sein Ende mit einer Stecketikette neben dem Gang im Boden befestigt. Positiv wirkende Geruchstoffe konnten durch Benagen des Stoffes und Einziehen desselben gegen das Nest erkannt werden.

5. *Die geruchliche Markierung der Nagetier-Territorien.*

Ratten- und Mäusebiotope liegen stets im Wirkungsbereich des Menschen, sei es in und um die Behausungen oder in den Kulturflächen des Feldbaues. Die Tiere sind deshalb meistens periodischen und oft stetigen Veränderungen der Raumsituation ausgesetzt. Diese Verschiedenheit der ortspezifischen Verhältnisse und die Beziehungen Nager-Mensch führen zu einem feingestuften Dif-

ferenzierungsgeschehen, das sich im Vorhandensein oekologisch verschiedener Typen und Rassen äußert (55, 56). Aus diesen Tatsachen wird auch die Bedeutung einer sicher funktionierenden Raumorientierung verständlich.

Trotz den Fähigkeiten eines optischen Erfassens der Raumsituation (20), eines guten Lernvermögens (3), eines Erkennens von Richtungsfeldern (42), einer Emission und Perzeption von Tönen hoher Frequenz, möglicherweise für eine Echolotung (4, 24), sind, nach eingehenden Beobachtungen, die Riechleistungen für die Orientierung m. E. am wichtigsten. Auch die vorherrschend nächtliche Hauptaktivität und die weitgehende Ortstreue sowie tierpsychologische Merkmale deuten auf die geruchliche Orientierung. Außer *Arvicola terrestris* leben Ratten und Mäuse meistens in Familiengemeinschaften, in Rudeln oder Sippen. Sie bewohnen ein von ihnen gestaltetes Territorium, verteidigen es gegen sippenfremde Individuen (7, 61, 63) und erkennen sich vermutlich an ihrem sippenspezifischen Körpergeruch (52). Innerhalb einer größeren Population verhalten sich die Rudel also als Einheiten mit einem System von Bindungen und Ordnungsbeziehungen in ein räumlich-zeitliches Gefüge, wie es von HEDIGER (21) für wildlebende Tiere beschrieben wurde.

In früheren Arbeiten (25, 35, 52, 56, 63) ist bereits bekanntgegeben worden, daß freilebende Ratten und Mäuse die wichtigsten Punkte ihres Raumsystems (Futterplätze, Tränkestellen, Nester, Unterschlüpfe etc.) durch eigens angelegte Wechsel verbinden. Auf diesen Wechseln werden von den Tieren *Markierungspolster* angebracht. Diese braunschwarzen, schmierig-fettartigen Beläge sind besonders auffallend bei Nesteingängen, Bodenerhebungen, Absprungstellen und Richtungsänderungen des Wechsels ausgebildet. Von KLEINSCHMIDT (25) wurden sie als Schmutzspuren bezeichnet. Da sie jedoch den spezifisch scharfen Geruch aufweisen, wie er auch dem Nestmaterial oder gestandenem Harn von Ratten und Mäusen eigen ist, handelt es sich bei den Polstern nicht nur um zufällig entstandene Gebilde, sondern auch um aktiv angebrachte Marken, die ihre Aufgabe als Geruchsfelder bei der Orientierung der Tiere im Teritorium zu erfüllen haben. Auf Hausrattenwechseln sind die Markierungspolster am auffälligsten ausgebildet und oft 3—5 mm dick. Wanderratten-Polster sind weniger stark ausgeprägt und von hellerer Farbe. Hausmäuse bilden wieder sehr dunkle Beläge. Feld- und Wühlmäuse markieren auch, die Beläge sind aber auf der Erde nur in ganz frischem Zustand erkennbar (Abb. 2, S. 297).

Zur Schaffung eines natürlichen Ausgangspunktes für die Geruchstoffuntersuchungen war es wichtig, die stimulierende Wir-

kung der Markierungen genauer zu untersuchen. Die Bildung der Markierungspolster geht von Ausscheidungen des Urogenitalsystems von Männchen und Weibchen aus. Es läßt sich immer wieder beobachten, wie Ratten und Mäuse das Genitalfeld auf den Markierungsstellen abstreichen, eine deutliche Schleimspur hinterlassen und auch oft kleine Harntropfen abgeben. Bei dieser Tätigkeit vermischen sich die verschiedenen Ausscheidungen mit Hautschuppen, Haaren und Talg (Talgdrüsen am Schwanzansatz, 58) sowie mit diversen Verunreinigungen. Der ganze Komplex von Proteinen, Mucinen, Fettsäuren usw. erfährt sehr bald Veränderungen durch oxydative Umsetzungen und bakterielle Abbauvorgänge.

Polstermaterial fluoresziert im UV sehr deutlich. Im Papierchromatogramm sind mehrere fluoreszierende Zonen festzustellen. Es ist durchaus möglich, daß Ratten und Mäuse die Fluoreszenz ihrer Markierungen wahrnehmen können und damit bei günstigen Strahlungsverhältnissen eine partielle optische Orientierung im Territorium erreichen.

Sichergestellt ist jedoch die auffallend starke Geruchswirkung des Polstermaterials. Der Duft von kleinen Mengen des vom Wechsel entfernten Belages wird von gefangengehaltenen Wildratten oder von Albinotieren auf Distanzen von 2—3 Metern sehr bald wahrgenommen, und die Tiere bringen ihm sofort großes Interesse entgegen. Werden in einem Gehege mit aufgelöstem Markierungspolster künstliche Wechselmarken angebracht, so verfolgen die nachher eingesetzten Ratten diese Duftspuren, und oft markieren die Versuchstiere die künstlichen Marken von neuem. Auch bei der Wiederbesiedlung eines freigewordenen Territoriums durch neue Ratten oder Mäuse benutzen die zugewanderten Tiere mehrheitlich die schon bestehenden Wechsel und markieren sie wieder frisch.

Über die Natur der im Markierungspolster vorhandenen Duftstoffe sind noch wenig Tatsachen bekannt. Es fehlt vor allem noch die Abklärung, ob besondere Duftkomponenten, z. B. spezifische Sexualduftstoffe, beteiligt sind. Obwohl Ratten im Körpergeruch zwischen männlichem und weiblichem Duft zu unterscheiden vermögen (26, 27) und männliche Tiere oft die ganz frischen Geruchspuren der Weibchen am Boden verfolgen, ist vermutlich im Polster diese Nuancierung nicht so bedeutend.

Vermutlich sind im Markierungspolster Sippengeruchsmerkmale beteiligt, wahrscheinlich aber nur im frischen Belag, denn die Polster werden stets intensiv erneuert. In diesen Fällen dürfte speziell die Kennzeichnung der Territoriumsgrenzen wichtig sein, denn es gibt Biotope, wo z. B. für verschiedene Rudel ein gemeinsamer Fraßplatz vorhanden ist, zu dem getrennte, sippeneigene Wechsel führen. Innerhalb des Territoriums dienen die Polster sicher zur

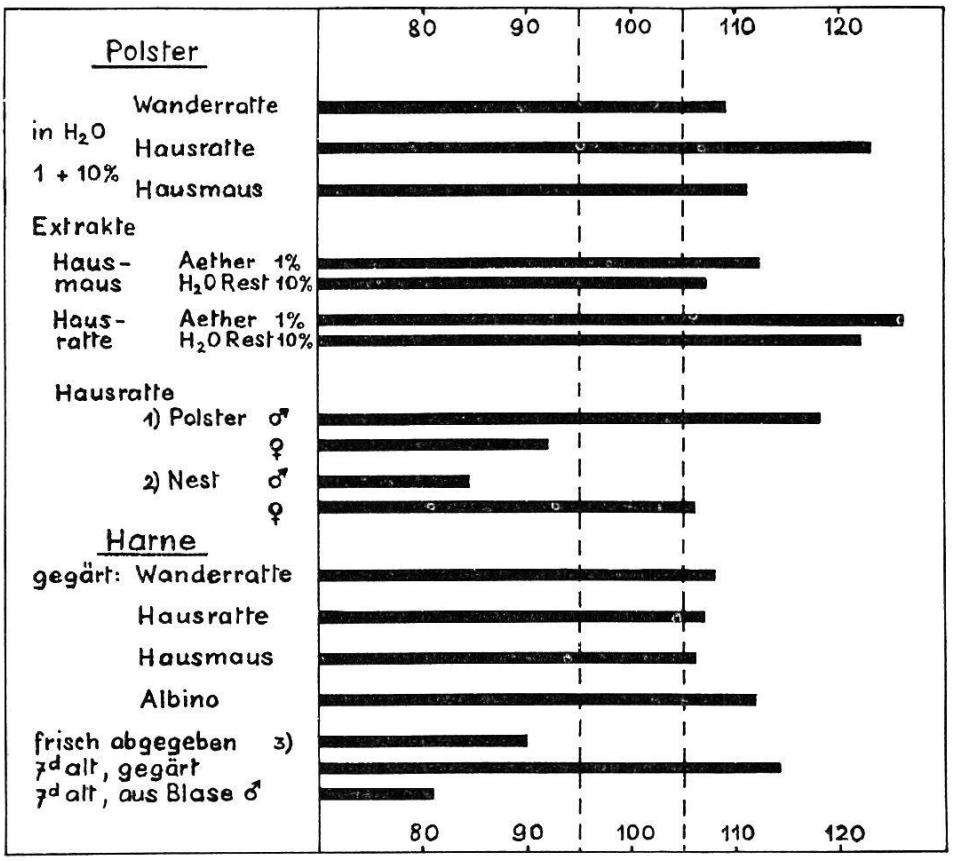
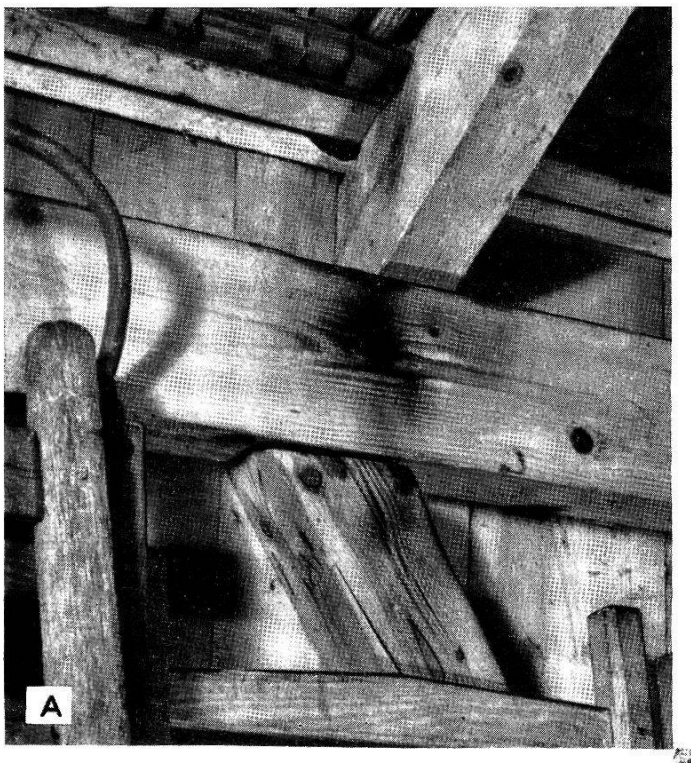


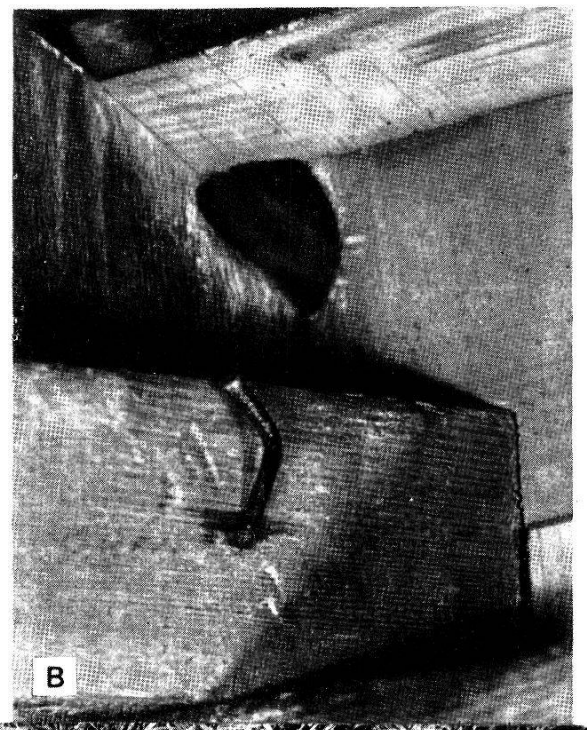
Abb. 1. Duftwirkung von Markierungspolster und Harn. Durchschnittswerte aus Dufttest-Versuchen: unter 95 Punkte = keine Wirkung, über 105 Punkte = Stimulation. 1. Extraktkombination (Äther, Aceton, Methanol, Wasser, 1% in Talkum) von Markierungspolster Hausratte; ♂ = Wirkung bei männlichen, ♀ = Wirkung bei weiblichen Albinoratten. 2. Extraktkombination wie oben, jedoch aus Nestmaterial von Hausratten. 3. Harn von Albinoratten.

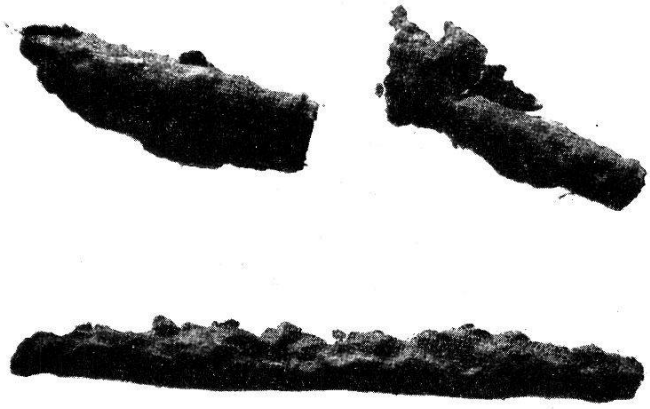
Hauptsache der eigenen Raumorientierung. Der bei der Markierung abgegebene Harn liefert wichtige Anteile zum ganzen Geruchskomplex. Seine Beteiligung kann auch als Sippenspezifikum dienen, wenn man die Gewohnheiten der Nahrungswahl der einzelnen Rudel (8, 63) und die dadurch bedingten möglichen Nuancen des Harngeruches berücksichtigt.

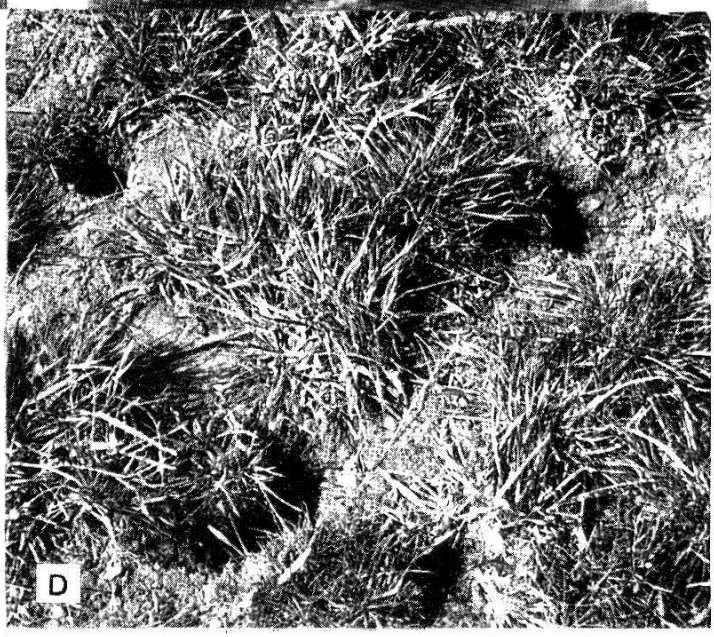
Eine Mitbeteiligung von Kot für die Wechselmarkierung (35, 36) kann ich nicht bestätigen. Sofern vereinzelte Kotbrocken zufällig an einer Markierungsstelle mit eingefügt werden, würden sie eine untergeordnete Bedeutung haben, denn im Vergleich zur Geruchswirkung des Harnes ist diejenige des Kotes wesentlich geringer. STEINIGER (62) berichtet von Wanderratten, die mit Kot

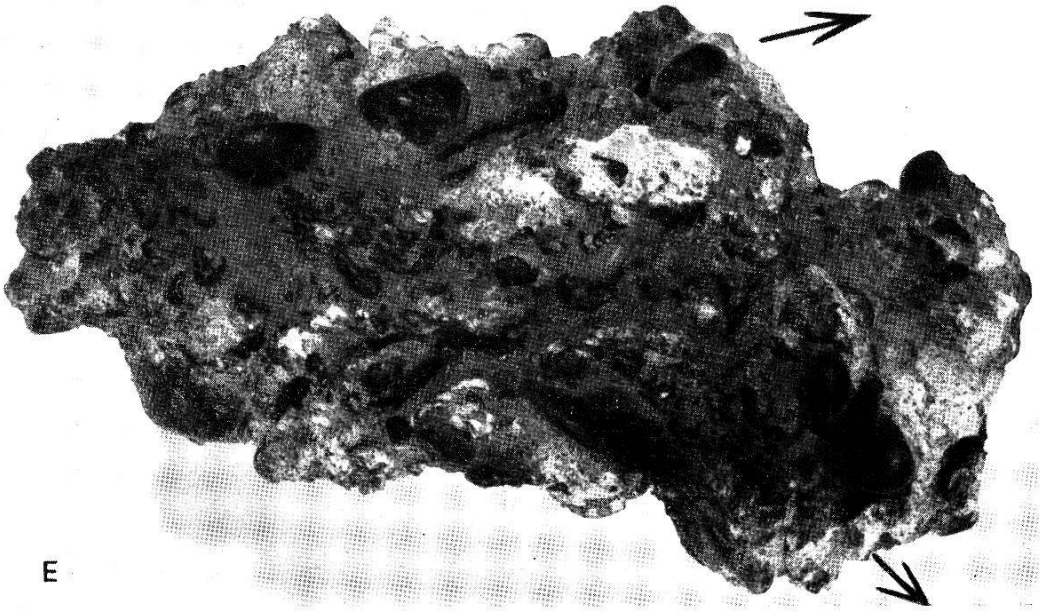
Abb. 2. Markierungsbeläge auf Wechseln. A. Hausrattenwechsel, dunkle Polster an Dachbalken. B. Hausrattenwechsel, Nagel besonders stark markiert. C. Abgelöste Stücke eines Markierungspolsters von Hausratten. D. Wechsel von Feldmäusen. E. Markierungen von Hausmäusen bei der Gabelung eines Wechsels (Pfeile), isoliertes Stück aus einer Stallmauer.


A


B


C


D


E

eine Markierung zum Zwecke einer «negativen Tönung» bei verdächtig erscheinenden Futterbrocken anbringen, während im Normalfall verstreute Kotdepots eher als Mittel zur Territoriumskennzeichnung zu deuten sind.

In Abb. 1 ist im obern Teil eine Auswahl der beim Dufttest erhaltenen Durchschnittswerte von Markierungspolstern (unverdünnt und 10% in Wasser) dargestellt. Versuche mit Fraktionierungen der Duftgemische ergaben keine klaren Ergebnisse für das Abfassen der Hauptkomponenten in bestimmten Lösungsmitteln. Wird Polster 10%ig in Wasser aufgeschwemmt und mit gleichem Volumen Äther ausgeschüttelt, so sind in der Äther- und in der Wasserfraktion Anteile mit guten Stimulationswirkungen vorhanden. In weiteren Serien wurden mehrere Extraktionsmittel nacheinander verwendet, in der Reihenfolge Äther — Aceton — Methanol — Wasser. Die entsprechenden Duftwerte für Polsterextrakte von Hausratten sind 107 — 107 — 90 — 101, für Nestextrakte von Hausratten 100 — 99 — 94 — 113. Bei gleicher Aufarbeitung von Hausmaus- und Wühlmausnest zeigte sich ebenfalls, daß die olfaktorisch aktiven Prinzipien nicht einheitlich zu fassen sind, daß also die Zusammensetzung der Geruchskomponenten äußerst vielgestaltig ist.

Aus Abb. 2 ist ferner zu entnehmen, daß die Stimulationswerte von Polster- und Nestmaterial für männliche und weibliche Testtiere verschieden sind. Für Männchen wirken Duftstoffe aus Markierungspolstern stärker, für Weibchen eher diejenigen aus Nestmaterial (Resultat aus Extraktkombination).

6. Der Harn als wichtige Komponente für das Markierungssystem.

Da bei der Territoriumsmarkierung stets Harn abgegeben wird, wurden die Bedeutung dieser Duftkomponenten und die Gründe für die Geruchsänderung bei der Alterung des Harnes näher untersucht.

Die aus dem Dufttest ermittelten Werte von gestandenen Harnproben verschiedener Nagerarten (Abb. 2) zeigen, daß der Harngeruch attraktiv wirkt. Frisch abgegebener Harn von Albinoratten beiderlei Geschlechts ist bei der Prüfung gegenüber 7 Tage altem, gärendem Harn viel weniger interessant. Wird der Harn direkt aus der Blase (Männchen) entnommen, dann ebenfalls der Alterung überlassen, so reagieren die Testtiere nur ganz schwach darauf. Harnstoff und Harnsäure besitzen gar keine und der bei der Harngärung entstehende Ammoniak nur eine schwache Geruchswirkung.

In Tab. 1 sind Versuche zusammengestellt, die erkennen lassen, daß gegärter Rattenharn geschlechtsspezifische Stimulationen aus-

TABELLE 1.

Geschlechtsspezifität bei der Geruchswirkung von ♂ und ♀ Harn.

	Duftwerte von gegärtem Harn					
	Albinoratten		Wanderratten		Hausratten	
	♂	♀	♂	♂	♂	♀
Test mit ♂	110	128	96	118	91	97
Albinoratten ♀	125	86	109	96	99	91

löst. Harn von weiblichen Tieren wirkt besonders auf männliche Testratten, Weibchen interessieren sich stärker für Männchenharn. Diese Eigenart zeigt sich jedoch nur bei gegärtem Harn von geschlechtsreifen Tieren.

Wie bei den Markierungspolstern wurde auch bei verschiedenen Harnmustern versucht, die Duftstoffe mit Lösungsmitteln zu extrahieren. Die Ergebnisse waren aber ebenfalls unklar. Zudem zeigten sich sehr wechselnde Werte, zum Teil abhängig von der momentanen Ernährung und zum Teil vom Grad des Gärungszustandes.

Diese Eigentümlichkeiten der Harnqualitäten konnten erst richtig verstanden werden, als die Gärungsprozesse genauer untersucht wurden. Einige vorläufige Ergebnisse, die allerdings noch einer genaueren Bearbeitung bedürfen, seien hier vermerkt.

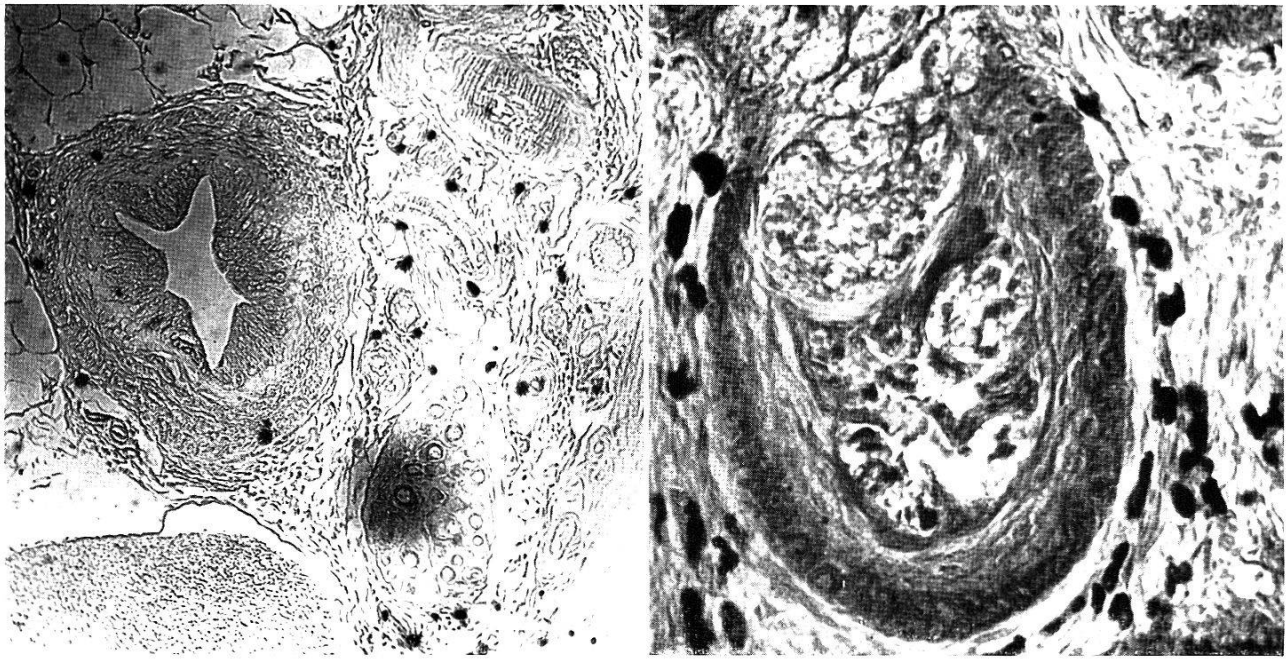


Abb. 3. Bakterienkolonien im Zwischengewebe des Harntraktes (dunkle Punkte). A. Querschnitt durch Ureter, kurz vor Einmündung in Blase, Albinoratte ♀. Vergr. ca. 100×. B. Schnitt durch Glandulae bulbourethrales, Albinoratte ♂. Vergr. ca. 400×. Fix. Bouin, Färbg. Karbolfuchsin.

In Ausstrichpräparaten von Harnsedimenten gelang der Nachweis von starken Ansammlungen kleiner kokkenähnlicher Bakterien. Daß diese Mikroorganismen nicht zufällig in die gestandenen Harnproben gelangt waren, konnte durch Sedimentausstriche aus frisch abgegebenem zentrifugiertem Harn (Tiere mit CO_2 zur Harnabgabe gereizt) und histologische Untersuchungen des Harntraktus belegt werden. Die Schnittpräparate wurden mit Karbolfuchsin oder Karbolmethylviolett gefärbt und in essigsaurem Alkohol differenziert. Die Farbstoffe werden dabei fast total aus dem Gewebe ausgewaschen, aber die Bakterien bleiben stark gefärbt. Wie aus Abb. 3 zu entnehmen ist, sind mit dieser Methode im Zwischengewebe des Urogenitaltraktes intercellulär gelagerte *Bakterienkolonien* nachzuweisen, besonders im lockeren Binde- und Fettgewebe. Bei weiblichen Tieren sind vor allem die Regionen um die Blase, speziell die Zwischengewebsverbindungen von Urethra mit Vagina, sowie von Blase und unteren Ureterteilen mit Uterus, stark mit Kolonien beladen. Im unteren Teil der Harnröhre nimmt die Häufigkeit ab. Beim Männchen sind in der Blasengegend weniger Bakterienansammlungen vorhanden, dafür sind sie besonders im oberen Teil der Pars cavernosa der Harnröhre angereichert und liegen hier häufig zwischen den Drüsenkammern der Glandulae bulbourethrales und Glandulae urethrales. Die großen Sekretdrüsen des ♂ Genitalsystems besitzen im Umhüllungsgewebe nur sehr wenig oder gar keine Kolonien.

Einige Schnittbilder lassen vermuten, daß die Bakterien wahrscheinlich einerseits beim Abschelfern von Epithelzellen aus dem für den Harnweg typischen Übergangsepithel (10), andererseits mit der Sekretproduktion der Urethraldrüsen in den Harnweg gelangen. Die feineren Strukturen der Umhüllungs- und Zwischengewebe sind jedoch noch wenig untersucht; im allgemeinen wird nur lockeres Bindegewebe und Fett beschrieben (17, 60). Es müssen daher die Untersuchungen über Lokalisation, Abgabe und biologische Bedeutung dieser «symbiontenartig» gelagerten Bakterien noch weitergeführt werden. Ferner sind auch eventuelle Beziehungen zur Coecotrophie (19) abzuklären.

Aus einigen Versuchsergebnissen kann ersehen werden, daß diese Bakterien eine große Bedeutung für spezifische Vorgänge bei der Harngärung und bei der Entstehung der charakteristischen Duftstoffe haben. Wird frisch abgegebener Rattenharn sofort zentrifugiert, so bildet sich der typische Geruch bei der Alterung nicht, und die Werte im Dufttest sind gering. Sobald aber mit Bakterien inkubiert wird, erscheinen wieder normale Verhältnisse.

Die aus frischem Harn oder aus Harnröhrenhomogenaten isolierten Bakterien ließen sich in Peptonagar mit Zusätzen von Harn-

stoff und Harnsäure züchten, zeigten aber Formveränderungen. Weitere Untersuchungen sind noch in Bearbeitung. Aus den bisherigen Kulturversuchen hat sich gezeigt: Es ist eine starke Urease- und Proteinaseaktivität vorhanden. Die durch den fermentativen Abbau der Harnbestandteile entstehenden Intermediärstoffe besitzen zum Teil deutliche Stimulationswirkungen. Wurde zum Beispiel eine Lösung von 2% Harnstoff + 1% Mucin mit Bakterien aus Wander- oder Hausrattenharn geimpft, so lauteten nach einer Inkubationszeit von 5—7 Tagen die Werte im Dufttest: Lösung ohne Bakterien 78%; Lösung inkubiert mit Bakterien aus ♂ Wanderrattenharn 98%, ♀ 108%; aus ♂ Hausrattenharn 99%, ♀ 105%.

Aus Untersuchungen über den Verlauf der Harngärung mit Hilfe der Papierchromatographie (Papier SS 2043 b, aufsteigend in Butanol-Essigsäure oder Aethanol-Ammoniak) konnte erkannt werden, daß nach ca. 1 Woche die stärkste Anreicherung an ninhydrinpositiven Komponenten von Proteinabkömmlingen vorliegt. Zu dieser Zeit besitzt der Harn auch die stärksten Attraktivwirkungen. Als Begleitstoffe des Urins, die ebenfalls fermentativ zerlegt werden, besitzen wohl die Schleimabsonderungen der Urethraldrüsen und der accessorischen Geschlechtsdrüsen ihre besondere Bedeutung für die Verschiedenheit der Geruchskomplexe.

Bedingt durch die Mannigfaltigkeit der Ergebnisse, ist es außerordentlich schwierig, die Gründe für eine Art-, Sippen- und Geschlechtsspezifität des Nagetierharns exakt zu untersuchen. Stets sind die Geruchskomplexe von einer Kombinationswirkung mehrerer Faktoren abhängig. Unter natürlichen Verhältnissen ist nun der Harn bei der Territoriumsmarkierung wesentlich mitbeteiligt. In den Markierungspolstern spielen sich vermutlich sehr ähnliche Vorgänge ab, so daß der Mechanismus der Duftbildung — stark vereinfacht — in folgender Weise verstanden werden könnte: Die Bakterien verändern durch ihre fermentative Tätigkeit die Stoffwechselprodukte im Harn sowie die zugeführten Sekrete aus den Urogenitaldrüsen und die Substanzen der Hautdrüsenausscheidungen in spezifischer Art. Die daraus entstehenden Intermediärprodukte weisen charakteristische Geruchskomponenten auf, die im Unterschied zu den andern, im Territorium vorhandenen Geruchsfeldern erkennbar sind.

7. *Die Duftwirkung von Harn anderer Tierarten.*

Es wurde versucht, durch Prüfungen mit Harn verschiedener Tierarten die Vorstellungen über die aktiven Duftfelder im Biotop der Nager zu erweitern. Durch das freundliche Entgegenkommen der Direktion des Zoologischen Gartens Basel erhielt ich Muster

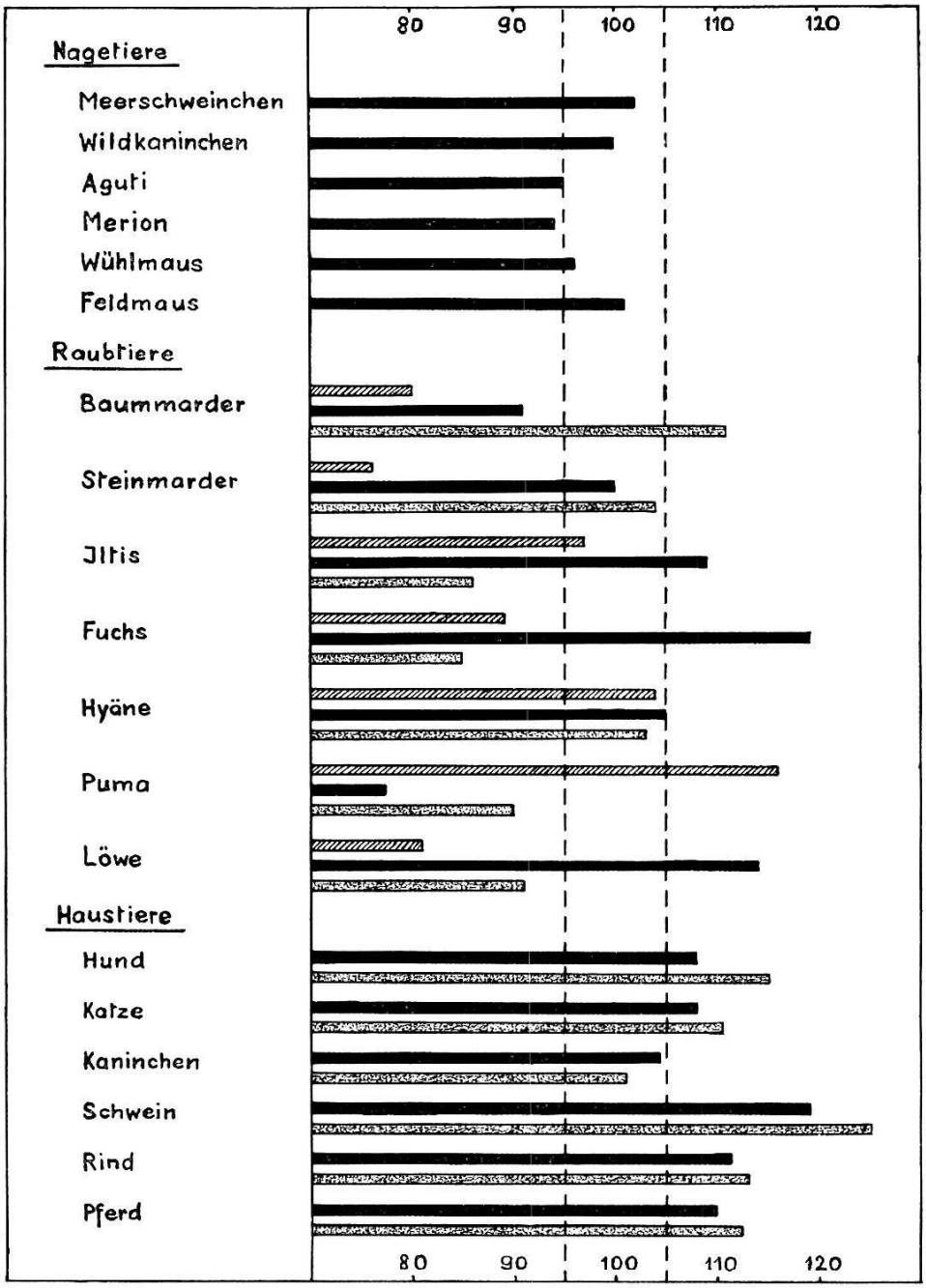


Abb. 4. Geruchswirkung von Harn verschiedener Tierarten. Werte über 105 Punkte deuten auf Stimulationswirkung. Säulen schwarz = Harn gegärt, 1—2 Wochen alt; Säulen gestrichelt = Harn frisch, 1—3 Tage alt; Säulen punktiert = Duftmarken von gegärtem Harn, vor dem Test eine Woche offen stehen gelassen.

von diversen Raubtierharnen. Ferner wurden Harnproben von anderen Nagetieren und von Haustieren in die Versuche einbezogen. In Abb. 4 sind die Werte aus den Dufttesten zusammengestellt.

Die Gruppe der Nagetierharne zeigt für Ratten keine guten Stimulationswirkungen. Es sind alles oekologisch und ernährungsgemäß fernerstehende Arten. Wird aber Feldmaus- oder Wühlmausharn mit Wühlmäusen getestet, so ist ebenfalls eine Stimulation zu erkennen. Die Raubtierharne wurden in frischem Zustand, als ver-

gorene Muster (6—8 Tage alt) und als alte Duftmarken (1 Woche vorher vorbereitet) geprüft. Beim Vergleich dieser 3 Werte zeigten sich die Wandlungen der Duftgemische besonders gut. In dieser Gruppe von Geruchstesten waren auch Verhaltensweisen der Tiere zu bemerken, wie sie sonst nicht auffielen. Meistens gingen die Testtiere nur sehr zögernd an die Geruchsmarken der frischen Harne heran. Am auffallendsten äußerten sich diese Reaktionen bei Versuchen mit Marderharn. Die Ratten nahmen den Duft auf Distanz wahr, schlichen sich in geduckter Stellung gegen die Geruchsquellen hin und wagten nur selten die volle Annäherung. Es war also nicht ein Mangel an Interesseauslösung, sondern eher eine Äußerung von Angst. Man darf daher vermuten, daß im frischen Harngeruch eine Art Feinderkennung im Sinne von angeborenen Mechanismen vorliegt. Nach erfolgter Alterung der Harne sind diese Verhaltensweisen von Furcht und Vorsicht nicht mehr festzustellen. Alte Duftmarken sind meistens uninteressant für die Ratten.

Man könnte vermuten, daß Hunde- und Katzenharn ebenfalls negative Geruchswirkungen ausüben. Mit den zur Verfügung stehenden Proben konnte dies aber selbst bei frischem Harn nicht belegt werden.

Berücksichtigt man die Duftgemische der Haustierharne, so sind sehr deutlich Stimulationen festzustellen, die durch den Geruch von Schweine-, Kuh- und Pferdeurin bedingt sind. Ohne Wertung von weiteren Geruchsfaktoren ist demnach allein schon vom Harngeruch aus zu verstehen, daß die Großviehhaltung starke Attraktiveigenschaften für Ratten und Mäuse besitzt, daß also jene Orte dauernd als Befallszentren zu taxieren sind.

8. *Bedeutung der Geruchskomponenten, die von Nahrungsstoffen ausgehen.*

Die in der Folge kurz zusammengefaßten Überblicke über die chemorezeptorischen Wirkungen von Naturstoffen und synthetischen Präparaten sind von biologischen Richtlinien aus gegliedert. Die Fraßtätigkeit der schädlichen Nager belegt direkt, welche Güter im Zusammenhang mit interesseauslösenden Duftfeldern stehen. Vielfach ist es aber schwierig, die wirklichen Gründe für die Bevorzugung einer bestimmten Nahrungssorte zu finden. Hier manifestiert sich das Zusammenspiel von hochentwickeltem Geruch- und Geschmackssinn mit physiologischem Zustand, Grundstimmung, Rassen- und Sippeneigenschaften und traditionsmäßigem ortsgebundenem Verhalten. Aus diesen Gründen sind auch die Empfehlungen für die praktische Anwendung von «Lockspeisen» als Ködergrundlage nur beschränkt gültig.

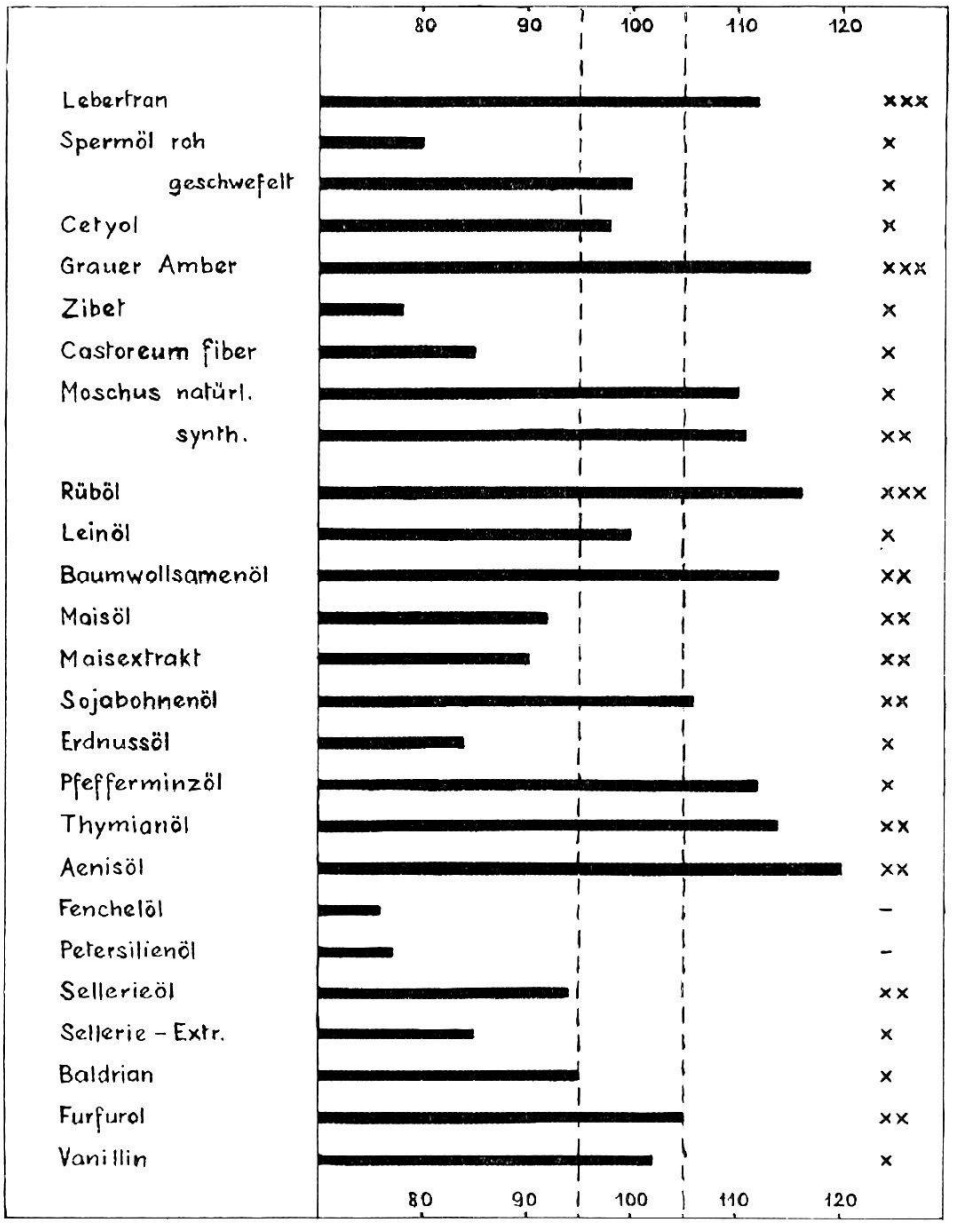


Abb. 5. Chemorezeptorische Wirkung von tierischen und pflanzlichen Ölen und Extrakten (0,1—0,5%). Auswahl von Resultaten aus Dufttesten (schwarze Säulen) und Fraßversuchen (X bis XXX geben die Stärke der Stimulation an).

In sämtlichen den Nagern als Nahrungsmittel dienenden Pflanzen- und Tierprodukten sind komplexe Duftgemische vorhanden. Durch Extraktion oder durch modellmäßige Wahl von Stoffen, deren Beteiligung man kennt oder vermutet, kann ein tieferer Einblick in die Komponenten der Geruchswirkung gewonnen werden. Nach solchen Grundsätzen wurden die Untersuchungen ausgerichtet (Abb. 5).

Von tierischen Stoffen wirken hauptsächlich Trane in Konzentrationen von 0,3—1% für Ratten, weniger für Wühlmäuse, stimulierend. Der vom Pottwal gewonnene graue Amber ist in Verdünnungen von 0,01—0,1% recht günstig, auch als Zusatz zur Nahrung. Bekannte Erregungsstoffe, wie Moschus oder Zibet, sprechen auf

Ratten nicht stark an und wirken als Futterzusätze nicht stimulierend.

Von pflanzlichen Stoffen ausgehend, sind vor allem einige Öle (Rüböl, Baumwollsamenöl, Pfefferminzöl, Thymianöl und Änisöl) mit deutlich positiver Wirkung hervorgetreten. In den Fraßversuchen (0,02—0,1%) sind die besten Erfahrungen mit Rüböl gemacht worden, da auch bei mehrtägiger Einwirkung keine Überdrüssigkeit auftrat. In verschiedenen Fällen hat sich gezeigt, daß Stoffe, die aus dem gesamten Geruchskomplex (z. B. Sellerie) isoliert sind, keine Stimulation auslösen.

Versuche mit Fettsäuren sind in Tab. 2 zusammengestellt. Niedere Fettsäuren haben zu keinen guten Resultaten geführt. Der Buttersäure kommt wohl eine Geruchswirkung zu, aber im Fraßversuch vermag sie keine gute Stimulation zu erzeugen. Bessere Ergebnisse konnten mit natürlichen Fettsäuregemischen erzielt werden (0,1—0,2%). Synthetische Derivate von natürlichen Fettsäuregemischen waren wieder schlechter wirksam. Da rohe Extrakte aus Kruziferensamen, die relativ reich an Senfölen sind, günstige Vorresultate ergaben, wurden einige einfache, chemisch reine Senföle geprüft (0,01—0,1%). Aber auch hier zeigte sich, daß die Isolierung aus dem gesamten natürlichen Geruchsgemisch einen starken Wirkungsverlust mit sich bringt. Bei Nahrungsmitteln sind offenbar die Geruchskomplexe am wirkungsvollsten, d. h. sie sind biologisch wichtig, währenddem einzelne isolierte Stoffe im natürlichen Zustand der Duftfelder eines Biotops fehlen und daher auch im Experiment nicht zur Geltung kommen.

TABELLE 2.

Geruchswirkung von verschiedenen Stoffen, die als Komponenten von Duftgemischen in Frage kommen können. Zahlen = Durchschnittswerte aus dem Dufttest. X,XX = schwache, mäßige Stimulation im Fraßversuch. Herstellung der Präparate Dr. W. G. Stoll.

Niedere Fettsäuren		*Natürliche Fettsäurengemische*	
Buttersäure	108,X	Fischöl-Fettsäure	98
Isovaleriansäure	95	Leinöl-Fettsäure	118,XX
Capronsäure	90	Sojaöl-Fettsäure	109,XX
Crotonsäure	85	Rüböl-Fettsäure	92
Milchsäure	85	α-Elaiostearinsäure	114,XX
Senföle		*Synthetische Derivate*	
Methylsenföl	94,X	*natürlicher Fettsäurengemische*	
Aethylsenföl	86	Methylester d. Rüböl-fettsäure	85
n-Propylsenföl	100,XX	Methylester d. Erucasäure	92
n-Butylsenföl	98	Aethylester d. Leinölfettsäure	103,X
Allylsenföl	98	Aethylester d. Ricinolsäure	89

9. Chemorezeptorische Wirkung von Aminen.

Die obige Äußerung gilt auch bei Stoffen, die von Nahrungsmitteln unabhängig sind. In mehreren Versuchsreihen mit geruchlich gut wahrnehmbaren Chemikalien haben nur diejenigen eine Stimulation ausgelöst, die irgendeine Beziehung zu natürlichen Geruchsfeldern hatten.

In vielen Beobachtungen aus den Grundlagenversuchen wurde immer wieder erkannt, daß gewisse Amine, die beim Abbau von Eiweißkörpern entstehen, gute Stimulationswirkungen ausüben. In enger Zusammenarbeit mit Dr. W. G. STOLL (präparative Bearbeitung) wurden sodann annähernd 200 Verbindungen in ausführlichen Testserien geprüft. Im folgenden wird nur eine Zusammenstellung der Hauptresultate gegeben. In den Vortesten wurden die Präparate in Konzentrationen von 10% (Geruch) und 1% (Fraß), in den Hauptserien 1—0,1% (Dufttest) und 0,1—0,01% (Fraß- und Trinkversuch) geprüft. Bei der Bezeichnung der einzelnen Präparate sind in Klammern mit einer Zahl die Geruchswerte, mit Kreuzen die Klassifizierungen aus den Fraß- und Trinkversuchen und mit W+ die positiven Resultate bei Wühlmäusen angegeben.

a) Primäre sowie symmetrische sekundäre und tertiäre Amine.

Unter den primären Aminen ($R—NH_2$) haben die Substituenten Oxaethyl— (103,XX), Benzyl— (96,X) günstigere Wirkungen erzeugt als Allyl—, Amyl—, Heptyl— und Octadecyl—. Bei sekundären Aminen mit 2 gleichen Gruppen (R, R—NH) verbessern die Substitutionen Dioxaethyl— (104,XXX), Diisobutyl— (105,X,W++) und Dibenzyl— (104,XX,W+) die allgemeine chemorezeptorische Wirkung. Die symmetrischen tertiären Amine (R,R,R—N), Trioxaethyl— (95,XX), Trioxyisopropyl— (95,XX) und Triisobutyl— (84,X) sind ihrerseits den entsprechenden sekundären Aminen deutlich unterlegen.

Für die Besprechung der Wirkungsqualitäten von asymmetrischen Aminen werden in den beiden nächsten Abschnitten die Ausgangspunkte Diisobutyl—, Dibenzyl— und Dioxaethyl— weiter verfolgt.

b) Asymmetrische sekundäre Amine.

Aus dem Wechsel der Substituenten und den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten von R_1 und R_2 wurde versucht, günstige olfaktorisch wirksame Gruppen aufzufinden und, innerhalb von vergleichbaren Reihen der Radikale, mögliche Beziehungen zur Wirkungsstärke zu erkennen. Wie aus den Beispielen in Tab. 3 hervorgeht, ging dieser Wunsch nicht in Erfüllung. Einzelne Verbin-

TABELLE 3.

R_1-NH-R_2 Chemorezeptorische Wirkung einiger Gruppen von *asymmetrischen sekundären Aminen.*

Zahlen beziehen sich auf Geruchsprüfung, X auf Stimulationswirkung im Fraß- und Trinkversuch, W auf Resultate bei Wühlmäusen.

R_1-Hauptsubstituent	Wechsel des R_2-Substituenten positive Wirkung		ohne Wirkung
Benzyl-	Oxaethyl-	(101,X)	Methyl-, Aethyl-, Allyl-, Butyl-, Hexyl-, Heptyl-, Octyl-, Dodecyl-, Cyclopropyl-, Cyclohexyl-.
	Propyl-	(104,X,W++)	
	Isobutyl-	(102,XXX)	
	Methylnaphthalin	(106,X,W++)	
Oxaethyl-	Methyl-	(112,XX)	Aethyl-, Cyclohexyl-, o-,m-,p-Chlorbenzyl-, Anilin-, o-Toluidin-, o-,m-Anisidin-.
	2-4-Dichlorbenzyl	(120,XX,W+)	
	m-Toluidin-	(110,XX,W+)	
	p-Toluidin-	(108,XX,W+)	
Methyl-Naphthalin-	Methyl-	(110,X,W+)	Oxaethyl-, Propyl-, Cyclopropyl-, Dodecyl-.
	Aethyl-	(102,X,W—)	
	Isopropyl-	(101,XXX,W++)	
	n-Butyl-	(105,X,W++)	
	sek. Butyl-	(116,X,W+)	
	Allyl-	(105,X)	

dungen zeigen recht gute Stimulationswerte, aber es kann keine allgemein gültige Linie festgestellt werden.

c) Asymmetrische tertiäre Amine.

Aus der Gruppe der Amine mit 3 verschiedenen Substituenten sind folgende Verbindungen mit günstigen Geruchswerten, aber schwachen Fraßwerten zu nennen: Methyl-isopropyl-benzylamin (106,X,W++), Methyl-butyl-naphthylmethylamin (106,XX), Methyl-butyl-oxaethylamin (107,X,W+++), Hexyl-benzyl-oxaethylamin (110,X). Bessere Resultate wurden im allgemeinen mit tertiären Aminen erhalten, bei denen 2 gleiche Substituenten vorhanden sind; nach der Formel $R_1,R_1,N—R_2$. Zur Übersicht für einige Gruppen solcher Amine dient Tab. 4.

d) Diamine und Triamine.

Das Einführen der bisher berücksichtigten Gruppen in mehrwertige Amine ergab bei folgenden Präparaten günstige Resultate: Dimethylaminoaethyl-benzylamin (113,XX,W+), Oxaethyl-dimethylaminoaethyl-benzylamin (104,XX,W+), Dimethylaminopro-

TABELLE 4.

$R_1 \rangle N-R_2$ Chemorezeptorische Wirkung einiger Gruppen von *asymmetrischen tertiären Aminen* mit zwei gleichen Substituenten.

R_1

Zahlen beziehen sich auf Geruchsprüfung, X auf Stimulationswirkung im Fraß- und Trinkversuch, W auf Wühlmäuse.

R_1, R_1-Substituenten	Wechsel des R_2-Substituenten positive Wirkung		ohne Wirkung
Diaethyl-	Oxaethyl-	(106,XX)	Benzyl-,
	Methylnaphthalin	(108,X,W—)	
Dibutyl-	Oxypropyl-	(120,X)	Oxaethyl-,
	Benzyl-	(100,XXX)	
	Methylnaphthalin	(113,XXX,W+++)	
Diisobutyl-	sek. Butyl-	(107,XX,W+)	Methyl-, Aethyl-,
	Amyl-	(109,X,W+)	Allyl-, n-Butyl-,
	Hexyl-	(104,XX)	Dodecyl-,
	Benzyl-	(119,XX,W+++)	Cyclopentyl-,
	Methylnaphthalin	(101,XXX,W+++)	Benzhydryl-, Oxaethyl-,
Dioxaethyl-	Aethyl-	(105,XX,W—)	Methyl-, Propyl-,
	n-Butyl-	(122,XX,W+)	Allyl-, Isobutyl-,
	Cyclohexyl-	(111,X,W+)	sek. Butyl-,
	Phenyl-	(120,XXX,W+++)	Amyl-, Hexyl-,
	p-Chlorphenyl-	(107,X,W+++)	m-,p-Chlorbenzyl-,
	Benzyl-	(116,XXX,W++)	m-,p-Tolyl-,
	o-Chlorbenzyl-	(111,X,W+)	m-,p-Anisyl-,
	p-Methylbenzyl-	(104,X)	
	2-4-Dimethylbenzyl	(107,X)	
	p-Methoxybenzyl-	(114,XXX,W+)	
	o-Tolyl-	(107,X,W—)	
	o-Anisyl-	(109,X,W++)	
	Methylnaphthalin	(104,XX)	

pyl-benzylamin (108,XXX,W++), Diaethylentriamin (92,X), Benzyl-diaethylentriamin (109,X,W+++), Methylnaphthalin-diaethylentriamin (102,XX).

e) Diskussion der Ergebnisse.

Die Resultate in den Abschnitten a) bis d) beziehen sich auf Albinoratten und -mäuse. Fortlaufende Nachprüfungen haben jedoch ergeben, daß die gut wirksamen Verbindungen auch bei Wildratten

chemorezeptorische Stimulation auslösen, meistens in ähnlicher Größenordnung wie bei Labortieren. Besondere Freude bereiteten auch die Ergebnisse aus den Freilandversuchen mit Wühlmäusen, da verschiedene Präparate auch bei dieser Nagerart (parallel dazu ebenfalls bei Feldmäusen) gute chemorezeptorische Wirkung zeigten.

Neuerdings ist nachgewiesen worden, daß im Rattenharn deutliche Mengen Aethanolamin ausgeschieden werden (29). Der Anteil an Aethanolamin ist bei Ratten bedeutend größer als z. B. im Katzen- oder Hundeurin. Der Stoff wird als Abkömmling von der Aminosäure Serin betrachtet.

Aethanolamin (β-Oxaethyl-amin, Colamin) verzeichnet eine mäßige Stimulationswirkung, könnte also bereits in dem allerdings noch geringen Geruchswert des frischen Rattenharns mitspielen. Über die durch den Alterungsprozeß und besonders durch die bakteriellen Einflüsse im Rattenharn entstandenen Amine sind keine direkten Nachweise bekannt. Aus den Eiweißkomponenten der abgeschiedenen Epithelzellen und den Mucinen werden aber Amine als Zwischenstufen des Abbaus entstehen. Da bei verschiedenen Bakterien Mono- und Diamin-Oxydasen vorhanden sind (57), werden vermutlich auch im alten Harn und im Markierungspolster Desaminierungsvorgänge einsetzen und dadurch Aldehyde und Fettsäuren als weitere Abbaustufen entstehen.

Ob nun die chemorezeptorisch gut wirksamen synthetisch hergestellten Amine auch in den natürlichen Abbauvorgängen auftreten, ist nicht abgeklärt worden. Die Resultate, die mit den günstigsten Verbindungen erhalten werden, können aber als Anhaltspunkte dienen, daß verschiedene der synthetischen Amine zum mindesten in der Reizwirkung gewissen natürlichen Ausscheidungs- und biogen enstandenen Abbauprodukten sehr nahe kommen. Ratten und Mäuse verhalten sich diesen Stoffen gegenüber so, als hätten sie völlig bekannte und vertraute Geruchsfelder vor sich. Man kann ja bei eingehenden Beobachtungen stets feststellen, daß Ratten eine Abneigung oder ein Mißtrauen gegenüber allem Neuen zeigen. Dieser «Misoneismus» oder diese «Neophobie» (63) äußert sich sehr deutlich im Verhalten und wird durch die Eigenschaften der Ratten als traditionsgebundene Tiere noch verstärkt. Wenn synthetische Präparate bei Ratten vertraute chemorezeptorische Wirkungen auszulösen vermögen, dann müssen sie also täuschend ähnlich sein gewissen Stoffen, die normalerweise in ihrem Territorium vorhanden sind.

Die endgültige Auswahl des Dioxaethyl-phenyl-amins (β,β'-Dioxaethyl-anilin) für die praktische Anwendung in der Rattenbekämpfung war außer der guten biologischen Wirkung noch durch

die chemischen und physikalischen Qualitäten mitbedingt. Die Verbindung ist fest, kristallin, wasserlöslich und reagiert schwach alkalisch. Für den Menschen besitzt sie fast keinen Geruch, auch Insekten (Fliegen, Ameisen, Küchenschaben, Kornkäfer) sowie Hunde und Katzen zeigen kein Interesse.

10. Duftstoffe und Nagetierbekämpfung.

Obwohl die Untersuchungen für eine Gesamtbeurteilung der chemorezeptorisch wichtigen Stoffe für die Oekologie und die Bekämpfung der schädlichen Nagetiere noch nicht umfangreich genug sind, können mit den vorliegenden Ergebnissen doch einige Grundzüge bereits erfaßt werden. In Abb. 6 ist versucht worden, einige Merkmale in einem Schema darzustellen.

In den Biotopen der verschiedenen Nagerarten und in den Territorien der einzelnen Sippen stehen normalerweise mindestens 2 Kategorien von Geruchsfeldern in wechselseitigen Beziehungen: Einerseits sind es die von den Nagern geschaffenen Duftspuren (A) und andererseits die vom Wirkungskreis des Menschen ausgehenden, speziell an tierisches und pflanzliches Material gebundenen Geruchsfelder (B). Als grundsätzliches Merkmal darf angenommen werden, daß die heterogen zusammengesetzten Duftgemische stimulierend wirken. Da die Makrosmaten aber Einzelkomponen-

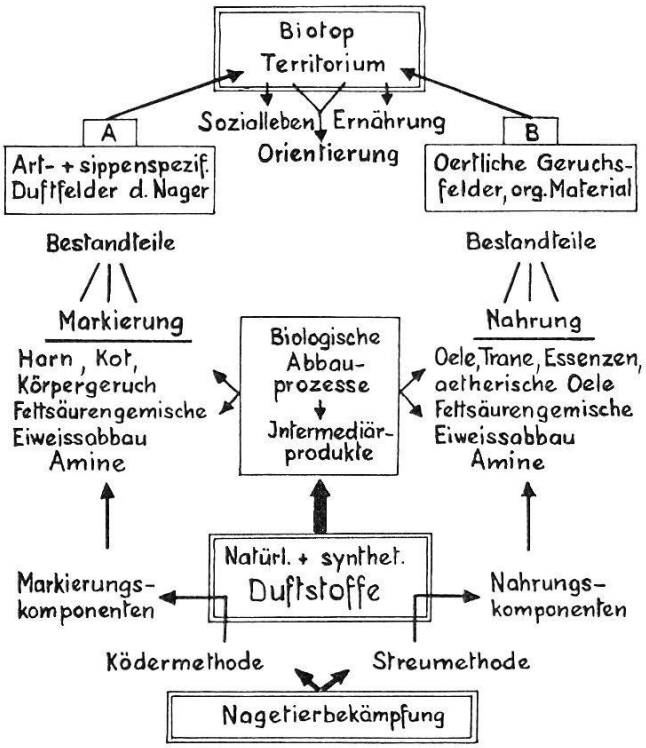


Abb. 6. Schema über die wichtigsten Geruchsfelder in den Territorien der schädlichen Nagetiere und über die Möglichkeiten des Einsatzes von Duftstoffen als Zusätze zu Rodentiziden.

ten aus Geruchskomplexen erkennen können, kommt den möglichen Bestandteilen der Duftfelder auch große Bedeutung zu. Bei diesen Komponenten dürfte es sich hauptsächlich um biologisch wichtige Geruchstoffe handeln, die also in irgendeine vitale Interessensphäre eingreifen.

Die in Gruppe A wirksamen Bestandteile beziehen sich vorherrschend auf die Markierungen, wobei vermutlich Fettsäuren und Amine eine wichtige Rolle spielen. Die Duftmarken haben eine besondere Bedeutung für die Orientierung im Territorium und für das Sozialleben. Die bei Gruppe B wichtigen Anteile sind Öle und natürliche höhere Fettsäuregemische, ferner verschiedene aetherische Stoffe und tierische Ausscheidungsprodukte (z. B. Haustierharne). Sie dienen vor allem dem Aufsuchen von günstigen Ernährungsbedingungen und in geringerem Maße auch für die Raumorientierung.

In diesem Gefüge treten zudem biologische Abbauvorgänge auf. Die daraus hervorgehenden Intermediärprodukte sind oft geruchlich sehr aktiv, währenddem die späteren Abbaustufen wieder wenig Interesse auslösen. Saure Gärungen, Fäulnisvorgänge oder Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen führen meistens zu Geruchskörpern, die eher eine abweisende Wirkung auf Ratten und Mäuse ausüben. Nach den bisherigen Erfahrungen scheinen die durch den enzymatischen Eiweißabbau als Zwischenglieder entstehenden Körper die höchsten Stimulationswerte zu besitzen. Eine der dabei möglichen Körperklassen, diejenige der Amine, ist etwas eingehender untersucht worden. Vermutlich würde sich auch die Bearbeitung anderer Gruppen von Eiweißabbaustoffen für die Probleme der angewandten Zoologie lohnen. Es sei in diesem Zusammenhang nur kurz auf die attraktive Wirkung von Proteinhydrolysaten und von bakteriell abgebauten Proteinen für die Köderung der Mittelmeerfruchtfliege (16) oder für die geruchliche Orientierung verschiedener anderer Insekten (13) hingewiesen.

Die Praxis der Nagetierbekämpfung hat seit dem 2. Weltkrieg große Wandlungen durchgemacht. Abgesehen von den besseren Kenntnissen über die Biologie der Nager und dem Auffinden von wirkungsvolleren Rodentiziden (besonders Antikoagulantien), ist es die Berücksichtigung der chemorezeptorischen Wirkungen, die zu einer Verbesserung der Erfolge mithilft.

Wenn eine Bekämpfungsaktion gegen schädliche Nager durchgeführt wird, gelangen auf jeden Fall neue Geruchskomponenten in das vorher ausgeglichen gewesene System des Territoriums. Der Giftstoff muß mit irgendeinem Trägermaterial (Nahrungsmittel oder Inertstoff) den Schädlingen zugeführt werden und wirkt sich oft als Fremdkörper im Territorium aus. Es hat sich nun in aus-

gedehnten Versuchen gezeigt, daß diese Störungen am wenigsten ausgeprägt sind, wenn die neuen Körper möglichst wenig nagerfremde Geruchseigenschaften besitzen. Somit haben also Duftstoffe als Zusätze in vielen Fällen eine wichtige Aufgabe.

In der Anwendungsform der Rodentizide sind prinzipiell zwei verschiedene Möglichkeiten — die Ködermethode und die Streumittelmethode — mit ihrer Bedeutung der Duftstoffzusätze zu berücksichtigen. Bei der stark verbreiteten *Ködermethode* werden Nahrungsbrocken mit dem Rodentizid gemischt. In den letzten Jahren hat sich die Anwendung von Trockenködern auf der ganzen Welt immer mehr durchgesetzt. Man verwendet dafür Getreidekörner und -schrot diverser Sorten oder grobe Haferflocken (14, 33).

Wie bereits erwähnt, ist die Annahme und Auswahl der Nahrung sehr stark von schwer kontrollierbaren Einflüssen abhängig (33, 41). Werden nun die Ködergrundstoffe noch durch spezifische Zusätze mit Geruchskomponenten von Nahrungsmitteln verstärkt, so ergibt sich daraus nur in wenigen Fällen eine verbesserte Aufnahme. Daher sind auch mit Änis-, Fenchel-, Kümmel-, Thymian-, Pfefferminzöl (6, 59) keine guten Erfolge erzielt worden. Aber auch mit im Verhältnis zur Nahrung stark gegensätzlichen Duftstoffen, wie Moschus (59), n-Butylmercaptan (6), Pyridin, Diacetyl (38, 39) ergab sich keine Verbesserung.

Wesentlich günstiger, aber für die Praxis nicht voll befriedigend, verliefen die Versuche mit Buttersäure (38, 39, 43, 44). Da sehr bald eine Überdrüssigkeit entsteht, ist anzunehmen, daß die niederen Fettsäuren für Nagetiere weniger bedeutend sind als z. B. für Hunde. Bessere Erfahrungen haben wir mit natürlichen höheren Fettsäuregemischen gemacht, die vermutlich als Komplexe chemorezeptorisch stimulierend wirken.

Die auffallende Verteilung der Rattenpopulationen auf bestimmte Befallszentren (9, 49, 50, 51, 63), wie Stellen mit Viehhaltung, Nahrungsmittellager, Industrien mit Naturstoffverarbeitung etc., zeigt zudem, daß stets eine Bevorzugung von Mischgerüchen (besonders Eiweißabbauprodukte) vorhanden ist. Mit den beschriebenen Aminen als Köderzusatz kann eine Angleichung der Geruchstönung an die bereits herrschenden Düfte erreicht werden. Es sind also keine «Lockmittel» im strengen Sinne des Wortes. Sie haben aber die günstigen und bisher von anderen Zusätzen nicht erreichten Eigenschaften, daß sie das Ködermaterial den Nagern als vertraut und genießbar erscheinen lassen (Duftstoffkonzentration 0,025—0,05%). Für die Praxis bedeutet dies, daß die vielfach übliche Methode des Vorköderns mit unvergifteter Nahrung nicht mehr nötig ist und daß sich keine Köderscheu entwickelt. Da diese Amine nicht nur bei Ratten und Hausmäusen, sondern auch bei

Feld- und Wühlmäusen, selbst bei Maulwürfen, zu den gewünschten Reaktionen führen, ist anzunehmen, daß es sich um biologisch wichtige Duftstoffe handeln muß, die für mehrere Arten gemeinsame Geltung haben. Die schwer durchführbare Bekämpfung von Wühlmaus (34) und Maulwurf (40) wird dadurch etwas erleichtert.

Bei der zweiten Art der Rodentizidanwendung, der *Streumittelmethode,* werden die Präparate auf die Wechsel und in die Schlupflöcher der Ratten und Mäuse ausgestreut, sowie in die unterirdischen Gangsysteme der freilebenden schädlichen Nager eingeblasen. Die Tiere nehmen während ihrer Aktivitätszeit das Rodentizid am Pelz auf und lecken es bei der Körperreinigung ab. Bei diesen Mitteln spielen die Geruchskomponenten keine so bedeutende Rolle wie bei den Ködern, da bei sorgfältiger Herstellung und sinnvoller Anwendung des Streupräparates die Duftspuren des Markierungssystems nur unwesentlich beeinflußt werden. Immerhin haben sich Zusätze von Fettsäuregemischen natürlicher Öle als sehr wertvoll erwiesen. Auch die gut wirksamen Amine sind geeignet, gelangen aber nicht zu ihrer vollen Geltung wie bei den Giftködern.

In Abb. 6 unten ist die bisher festgestellte Schlußfolgerung eingetragen worden: Giftköder werden vorzugsweise mit Stoffen beduftet, die denen der Markierungskomponenten ähnlich sind, Streumittel mit solchen, die aus Nahrungskomponenten stammen. Diese Aussage soll nicht als allgemeine Formel gelten, sie hat sich aber für die hier dokumentierten Ergebnisse bestätigt und zeigt, wie durch die Anwendung von Duftzusätzen zu Rodentiziden ein erster Schritt zu einer gezielten Beeinflussung der Nager in der Bekämpfungspraxis möglich geworden ist.

Literatur.

1. Adrian, E. D. (1953). Sensory messages and sensation. The response of the olfactory organ to different smells. — Acta physiol. scand. *29,* 5. Ref. in Ber. wiss. Biol. *92,* 1954, 217.
2. Allara, E. (1952). Sull'influenza esercitata dagli ormoni sessuali sulla struttura delle formazioni gustative di Mus rattus albinus. — Riv. Biol. *44,* 209. Ref. in Ber. wiss. Biol. *88,* 1954, 99.
3. Anderson, E. E. The interrelationship of drives in the male albino rat. — Ref. in Ber. wiss. Biol. *45,* 1938, 448 und *47,* 1938, 473.
4. Anderson, J. W. (1954). The production of ultrasonic sounds by laboratory rats and other mammals. — Science *119,* 808.
5. Baradi, A. F. & Bourne, G. H. (1951). Localisation of gustatory and olfactory enzymes in the rabbit, and the problems of taste and smell. — Nature *168,* 977.
6. Barnett, S. A. & Spencer, M. M. (1953). Responses of wild rats to offensive smells and tastes. — Brit. J. An. Behav. *1,* 32. Ref. in Ztschr. Angew. Zool. *1,* 1954, 106.
7. Barnett, S. A. (1955). Competitions among wild rats. — Nature *175,* 126.

8. BECKER, K. (1950). Ernährungsstudien an Wanderratten und Hausratten. — Schädlingsbek. *42,* 115.
9. BECKER, K. (1953). Über die Organisation öffentlicher Rattenbekämpfungen. — Schädlingsbek. *45,* 85.
10. BENNINGHOFF, A. (1948). Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 2.
11. BOURNE, G. H. (1948). Alkaline Phosphatase in taste buds and nasal mucosa. — Nature *161,* 445.
12. DAVIES, J. R. & TAYLOR, F. H. (1954). A model system for the olfactory membrane. — Nature *174,* 693.
13. DETHIER, V. G. (1947). Chemical insect attractants and repellents. — Philadelphia: Blackiston Co.
14. DOTY, R. E. (1945). Rat control on Hawaiian sugar cane plantations. — Hawaiian Plant. Rec. *49,* 71.
15. GEREBTZOFF, M. A. (1953). L'olfaction. Structure de l'organe olfactif et mécanisme de l'olfaction. — J. Physiol. *45,* 247.
16. GOW, P. L. (1954). Proteinaceous bait for the oriental fruit fly. — J. econ. Ent. *47,* 153.
17. GREENE, E. C. (1935). Anatomy of the Rat. — Trans. Amer. Phil. Soc. Philadelphia.
18. HAINER, R. H., EMSLIE, A. G. & JACOBSON, A. (1954). An information theory of olfaction. — Ann. N.Y. Acad. Sci. *58,* 158. Ref. in Ber. wiss. Biol. *92,* 1954, 219.
19. HARDER, W. (1949). Zur Morphologie und Physiologie des Blinddarmes der Nagetiere. — Verh. dtsch. zool. Ges. *43,* 95.
20. HEBB, D. O. (1938). Behavior of the rat in the field orientation. — J. comp. Psychol. *25,* 333. Ref. in Ber. wiss. Biol. *47,* 1938, 567.
21. HEDIGER, H. (1942). Wildtiere in Gefangenschaft. — Basel: Benno Schwabe & Co.
22. HESS, W. R. (1952). Physiologische Grundlagen der Ästhetik. — Helv. Physiol. Acta *10,* 462.
23. JOHNSTON, J. W. (1953). Infrared loss theory of olfaction untenable. — Physiol. Zool. *26,* 266. Ref. in Ber. wiss. Biol. *88,* 1954, 105.
24. KAHMANN, H. & OSTERMANN, K. (1951). Wahrnehmen und Hervorbringen hoher Töne bei kleinen Säugetieren. — Exper. *7,* 268.
25. KLEINSCHMIDT, A. (1950). Beobachtungen und Zuchterfahrungen an der wilden Hausratte. — Schädlingsbek. *42,* 138.
26. LE MAGNEN, J. (1951). Etude des phénomènes olfacto-sexuels chez le rat blanc. a) Méthode de détermination de la réponse de l'animal aux odeurs biologiques du mâle et de la femelle. — C. R. Soc. Biol. *145,* 851.
b) Variations de l'odeur biologique de la femelle avec son état sexuel et la discrimination de ses odeurs par le mâle adulte. — L. c. p. 854.
c) Variations avec leur état sexuel de la réponse des mâles à l'odeur de la femelle et réponse des femelles à l'odeur du mâle. — L. c. p. 857.
d) Variation de sensibilité olfactive absolue du mâle et de la femelle en fonction de leur état hormonal sexuel. — L. c. p. 1636.
27. LE MAGNEN, J. (1953). L'olfaction. Le fonctionnement olfactif et son intervention dans les régulations psychophysiologiques. — J. Physiol. *45,* 285.
28. LORENZ, K. (1951). Ausdrucksbewegungen höherer Tiere. — Naturwiss. *38,* 113.
29. LUCK, J. M. & WILCOX, A. (1953). On the determination of ethanolamine in urine and the factors affecting its daily output. — J. Biol. Chem. *205,* 859.
30. MEETING-REPORT. (1953). Lack of basic knowledge bars formation of odour theory. — Agric. & Food Chem. *1,* 288.

31. MEETING-REPORT. (1954). Basic research on odour. — Nature *174,* 303.
32. MEETING-REPORT. (1954). Science of smells. — Chem. & Eng. News *32,* 2199.
33. MEHL, S. (1950). Merkblätter des amtl. Pflanzenschutzdienstes. — München.
34. MEHL, S. (1953). Die Bekämpfung der Wühlmaus. — Prakt Desinfekt. *45,* 177.
35. MEYER, E. (1953). Beobachtungen an Hausratten-Populationen. — Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem H. 75, 191.
36. MEYER, E. (1953). Die Hausratte und ihre Bekämpfung. — Prakt. Desinfekt. *45,* 163.
37. MONCRIEFF, R. W. (1951). The chemical senses. — London.
38. MÜLLER, F. (1951). Anlockversuche mit freilebenden Ratten. — Anz. Schädlingsk. *24,* 184.
39. MÜLLER, F. (1953). Weitere Versuche mit Zusätzen zu Rattenködern. — Anz. Schädlingsk. *26,* 140.
40. NAGGIAR, M. H. (1954). Mole control is a cinch. — Pest control *22,* Nr. 8.
41. NEUHAUS, W. (1949). Beobachtungen über das Verhalten von Wanderratten gegenüber Umweltfaktoren. — Nachr.-Bl. Biol. Zentralanst. Braunschweig *1,* 26.
42. NEUHAUS, W. (1950). Versuche über die Richtungsorientierung mit normalen und blinden Mäusen. — Ztschr. Tierpsych. *7,* 380.
43. NEUHAUS, W. (1950). Über das Riechvermögen der Ratten. — Schädlingsbek. *42,* 108.
44. NEUHAUS, W. (1952). Zur Frage der Duftanlockung der Ratten. — Anz. Schädlingsk. *25,* 87.
45. NEUHAUS, W. (1953). Über die Riechschärfe des Hundes für Fettsäuren. — Ztschr. vgl. Physiol. *35,* 527.
46. NEUHAUS, W. (1954). Die Riechschwellen des Hundes für Jonon und Aethylmercaptan und ihr Verhältnis zu anderen Riechschwellen bei Hund und Mensch. — Naturforschg. *9b,* 560.
47. NEUHAUS, W. (1954). Mündliche Mitteilungen, Oktober.
48. NEUHAUS, W. & MÜLLER, A. (1954). Das Verhältnis der Riechzellenzahl zur Riechschwelle beim Hund. — Naturwiss. *41,* 237.
49. PETERS, H. (1948). Ergebnisse der Rattenbekämpfung in Stuttgart 1944 bis 1948. — Stuttgart: Marquardt.
50. PETERS, H. (1949). Katzenhaltung als «Funktion» des Ratten- & Mäusebefalls einer Siedlung. — Schädlingsbek. *41,* 201.
51. PETERS, H. (1950). Zur Verbreitung der Ratten auf dem Dorfe. — Praxis & Wissensch. der Schädlingsbek. Stuttgart.
52. REIFF, M. & WIESMANN, R. (1951). Untersuchungen über ein neues Rodentizid mit kumulativer Wirkung auf Basis der Cumarin-Derivate. — Acta tropica *8,* 97.
53. REIFF, M. (1952). Antikoagulantien als Rodentizide. — Chem. Rundschau *5,* Nr. 1.
54. REIFF, M. (1951). Über Territoriumsmarkierungen bei Hausratten und Hausmäusen. — Verhandl. Schweiz. Naturforsch. Ges. Luzern p. 150.
55. REIFF, M. (1953). Differenzierungen im ökologischen Verhalten bei Wanderrattenpopulationen. — Rev. Suisse Zool. *60,* 447.
56. REIFF, M., BUXTORF, A. & VILA, J. P. (1954). Versuche zur Bekämpfung von Wanderratten in den Reisfeldern von Valencia (Spanien), ein Beitrag zur Prophylaxe der Leptospirose. — Informat. J. R. Geigy A.-G., Basel.
57. SATAKE, K., ANDO, S. & FUJITA, H. (1953). Bacterial oxidation of some primary amines. — J. Biochem. *40,* 299.

58. SCHAFFER, J. (1940). Hautdrüsenorgane der Säugetiere. — Berlin-Wien.
59. SCHANDER, R. & GOETZE, R. (1930). Über Ratten und Rattenbekämpfung. — Ztbl. Bakter. II, *81*, 260/335/481.
60. SNELL, G. D. (1941). Biology of the laboratory mouse. — Philadelphia: Jackson Laboratory.
61. STEINIGER, F. (1950). Beiträge zur Soziologie und sonstigen Biologie der Wanderratten. — Ztschr. Tierpsych. *7*, 356.
62. STEINIGER, F. (1950). Über Duftmarkierung bei der Wanderratte. — Ztschr. hyg. Zool. & Schädlingsbek. *38*, 357.
63. STEINIGER, F. (1952). Rattenbiologie und Rattenbekämpfung. — Stuttgart: Verlag Enke.
64. WRIGHT, R. H. (1954). Odour and chemical constitution. — Nature *173*, 831.

Résumé.

1° Les processus fondamentaux de la réceptivité olfactive ne sont pas encore bien connus. La zoologie appliquée ne peut dès lors que tirer des conclusions pratiques à partir des réactions et du comportement des animaux d'expérience. Les rats et les souris sont des macrosmates et possèdent une sensibilité olfactive particulière qui leur permet de reconnaître les complexes aromatiques stimulants. Il était nécessaire d'effectuer une recherche de base sur les champs olfactifs ayant une importante action stimulante dans les biotopes des rongeurs nuisibles. Partant de ces expériences nous avons examiné différents groupes de produits naturels et synthétiques quant à leurs propriétés odorantes, afin de trouver des corps olfacto-stimulants pouvant être ajoutés aux rodenticides.

2° Ces essais furent conduits selon une méthode simple, basée sur le principe fondamental du choix. Les résultats rendent compte de la valeur de la stimulation olfactive et de l'effet chimiorécepteur total (sensation nasale et rétronasale et gustation).

3° Afin de pouvoir s'orienter dans leur territoire par l'odorat, les rongeurs établissent un système de marquage étendu et constamment entretenu. Ces dépôts de marquage, dont la stimulation olfactive est très efficace, sont formés de sécrétion du système uro-génital, l'urine y jouant un rôle important.

4° L'urine de rat en fermentation exerce une activité stimulatrice nettement supérieure à celle provoquée par l'urine fraîche. Des bactéries sont responsables de la fermentation et de la formation de produits de dégradation spécifiques qui agissent sur les organes chimiorécepteurs. Les bactéries sont rassemblées en colonies intercellulaires dans le tissu conjonctif du tractus uro-génital (phénomène ayant un aspect de symbiose) ; elles parviennent très probablement dans l'épithélium de la vessie et des urètres et sont évacuées avec l'urine.

5° Les urines de rongeurs écologiquement plus éloignés ont une action stimulante moindre qu'une urine fermentée de rats ou de souris. Il en est de même de l'urine de carnivores. La réaction vis-à-vis de l'urine fraîche de martre laisse supposer qu'une détection de l'ennemi est possible. L'urine de vache, de cheval et de porc provoque une forte attraction (centre de rassemblement des rats).

6° Parmi les huiles et extraits animaux et végétaux expérimentés, l'huile de foie de morue, l'huile de colza, l'huile de semences de coton et l'huile d'anis ont provoqué une bonne stimulation. Les mélanges naturels d'acides gras supérieurs doivent également être considérés comme des corps avantageux. Cette action stimulante est la résultante de tout le complexe d'odeurs présentes dans ces mélanges. Quelques éléments isolés de ces complexes odorants, tels que

certains acides gras inférieurs, essences de moutarde (sénévols), huiles essentielles et esters d'acides gras, ne montrent qu'une faible activité.

7o Partant des observations que beaucoup de produits de dégradation naturels des protéines stimulent efficacement les organes chimiorécepteurs, nous avons étudié un grand nombre d'amines. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec les amines tertiaires asymétriques et particulièrement avec la dihydroxyéthylaniline, la dihydroxyéthylbenzylamine, puis la di-isobutylbenzylamine et la di-isobutyl-naphtylméthylamine. Ceci est dû au fait que ces substances confèrent aux appâts empoisonnés un parfum que les rats trouvent familier. Ils n'éprouvent pas la crainte qu'ils ont généralement devant des corps étrangers. De plus, les ingestions répétées de ces appâts ne leur causent aucun dégoût.

8o L'utilisation de corps odorants dans la lutte contre les rongeurs est résumée dans un schéma (fig. 6). D'après les connaissances actuelles, il semble particulièrement indiqué d'ajouter aux appâts, les amines dont nous avons parlé plus haut, et aux poudres toxiques pour l'épandage, les mélanges naturels d'acides gras supérieurs. Un premier pas est ainsi rendu possible vers une action nettement dirigée dans l'application pratique des rodenticides.

Summary.

1. Little is known about the fundamental process of olfactive receptivity. Practical conclusions in applied zoology can therefore only be derived from the reactions and behaviour of test animals. Rats and mice are macrosmatic mammals and have a special olfactive sensitivity thanks to which they can detect stimulating aromatic complexes. It was necessary to make basic research on the olfactive fields that have a strong stimulating action in the biotopes of destructive rodents. These experiments led us to examine the odoriferous properties of groups of natural and synthetic substances in order to find olfactive stimulant chemicals that could be admixed to rodenticides.

2. These tests were made according to a simple method based on the fundamental principle of free choice. The results give a measure of the intensity of the olfactive stimulation and of the total chemo-receptive effect (nasal and retronasal sensitivity, and gustation).

3. In order to find their way within their territory by the sense of smell, the rodents establish a wide and constantly renewed system of marks. These odoriferous deposits have a strong stimulating action and are constituted by secretions of the uro-genital tract, urine playing an important part.

4. The fermenting urine of rats has a much stronger stimulating action than fresh urine. Bacteria are responsible for the fermentation and the formation of degradation products that act favourably on the chemo-receptive organs. These bacteria live in colonies in the intercellular spaces of the connective tissue of the uro-genital tract (a phenomenon similar to symbiosis); they probably reach the epithelium of the bladder and urethrae and are evacuated with the urine.

5. The urine of rodents that are ecologically more distant has less stimulating action than fermented urine of rats and mice. The same applies to the urine of Carnivora. The reaction of rats and mice to fresh urine of the mint suggests that these rodents are able to detect their enemy. The urine of cows, horses, and pigs has a very strong attraction for rats (rallying centre).

6. Amongst the oils and various animal and plant extracts that were tested, cod-liver oil, rape oil, cottonseed oil, and aniseed oil gave a good stimulation. Mixtures of natural superior fatty acids are also attractive. This stimulating action results from the total scent complex of these mixtures. Some isolated

elements of these scent complexes, such as certain inferior fatty acids, mustard oil, essential oils, and fatty acid esters, only have a slight activity.

7. We studied a large number of amines, starting from observations showing that many natural degradation products of proteins have a stimulating effect on the chemo-receptive organs. The best results were obtained with the asymmetric tertiary amines and particularly with dihydroxy-ethyl-aniline, dihydroxy-ethyl-benzylamine, diisobutylbenzylamine, and diisobutylnaphthyl-methylamine.

This is due to the fact that these chemicals give a certain scent to poisoned baits, this scent appearing to be familiar to rats. The rats do not show their usual shyness for strange objects. Moreover, repeated ingestion of scented baits does not deter the rats.

8. The use of odoriferous substances in rat control is summarized in a graph (Fig. 6). According to our present knowledge, it seems to be a good practice to admix the amines mentioned above to the baits and mixtures of natural superior fatty acids to toxic sprinkling powders. This is a first step towards well-planned practical rat control.