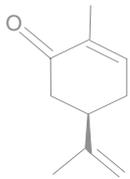

ENTWICKLUNG EINES

(R)-(-)-Carvon

Linalool

Anethol

Eugenol



OLFAKTORISCHEN

GEDÄCHTNISTESTS

Allylcapronat



FÜR

1,8-Cineol

Isoamylacetat

Amylpropionat

LABORMÄUSE

Dissertation an der Universität Hamburg

CHRISTINA FENTROP



Litis Press Publishers

Science Series

**ENTWICKLUNG EINES
OLFAKTORISCHEN GEDÄCHTNISTESTS
FÜR LABORMÄUSE**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
des Fachbereichs Biologie der Universität Hamburg

vorgelegt von
Christina Fentrop
aus Hamburg

Hamburg
2004

Entwicklung eines olfaktorischen Gedächtnistests für Labormäuse

Dissertation an der Universität Hamburg

German with English abstract

© Christina Fentrop

Email: christina@fentrop.com

Verlag: **Litis Press Publishers**, München 2004

1. Auflage 11/2004

132 Seiten, 37 s/w Abbildungen, 36 Tabellen

Email: info@litispress.com

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung auf elektronischen Systemen. Die auszugsweise Verwendung des Inhalts unter Einhaltung der korrekten Zitierung mit Autor, Titel, Erscheinungsjahr, Verlag, Ort und ISBN-Nummer ist im Rahmen von nicht kommerziellen wissenschaftlichen Arbeiten gestattet. Die elektronische Version (s.u.) kann – jedoch nur als komplette Version - vervielfältigt und weitergegeben werden.



Der deutschen **VLB** Verzeichnis Lieferbarer Bücher gemeldet

Die Deutsche Bibliothek

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Bibliographic information published by Die Deutsche Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.ddb.de>.

Information bibliographique de Die Deutsche Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek a répertorié cette publication dans la Deutsche Nationalbibliografie; les données bibliographiques détaillées peuvent être consultées sur Internet à l'adresse <http://dnb.ddb.de>.

Elektronische Version

ISBN 0-9751285-2-3



9 780975 128527

Diese **elektronische Version** mit der ISBN 0-9751285-2- ist zum Download vorhanden unter: www.fentrop.com/christina/publications. Die **Deutsche Bibliothek** hat diese elektronische Netzpublikation archiviert. Diese ist dauerhaft auf dem Archivserver Der Deutschen Bibliothek verfügbar (<http://deposit.ddb.de>). Die **gedruckte und gebundene Ausgabe** mit der **ISBN 0-9751285-3-1** (inhaltlich identisch mit der elektronischen Version) kann im Buchhandel oder direkt bei **Litis Press Publishers** vertrieb@LitisPress.com bestellt werden.

This **online version** (**ISBN 0-9751285-2-3**) may be downloaded at: www.fentrop.com/christina/publications. Die **Deutsche Bibliothek** has archived this electronic publication, which is now permanently available on the archive server of **Die Deutsche Bibliothek** (<http://deposit.ddb.de>). The **printed version** may be ordered through bookstores or directly at **Litis Press Publishers** vertrieb@LitisPress.com with **ISBN 0-9751285-3-1**

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Zusammenfassung	III
Abstract.....	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 Die Labormaus als Modell in der biomedizinischen Forschung	1
1.2 Zielsetzung, Vorgehensweise und Arbeitshypothese	4
2 Allgemeine Methoden	7
2.1 Versuchstiere und Versuchstierhaltung	7
2.2 Auswertung und Statistik.....	9
3 Ergebnisse.....	12
3.1 Testentwicklung.....	12
3.1.1 Definitiver Testaufbau und -ablauf	12
3.1.2 Versuchskäfig	16
3.1.3 Behandlung der Versuchstiere	16
3.1.4 Gefäße zur Präsentation der Duftstoffe.....	16
3.1.5 Länge der Reaktionsgefäße	17
3.1.6 Duftstofftyp.....	18
3.1.7 Duftstoffkonzentration	21
3.1.8 Duftstoffanreicherung in der Testkammerluft.....	25
3.1.9 Beleuchtung	28
3.1.10 Duftstoffpräferenzen	29
3.2 Testanwendungen	35
3.2.1 Fragestellungen	35
3.2.2 Methoden	35
3.2.3 Ergebnisse.....	37
4 Diskussion	53
4.1 Beurteilung der Leistungsfähigkeit des olfaktorischen Gedächtnistests	53
4.2 Gedächtniskonsolidierung bei <i>C57</i> und <i>CB1-wt</i> Mäusen.....	55
4.3 Olfaktorisches Gedächtnis der <i>CB1 ko</i> -Mäuse	57
5 Literaturverzeichnis	59
6 Danksagung	66

7	Anhang	67
7.1	Versuchstiere	67
7.2	Testentwicklung	70
7.2.1	Länge der Reaktionsgefäße	70
7.2.2	Duftstofftyp.....	71
7.2.3	Duftstoffkonzentration	72
7.2.4	Duftstoffe in der Testkammer	74
7.2.5	Beleuchtung	77
7.2.6	Duftstoffpräferenzen	79
7.3	Testanwendung	85
7.4	Übersicht aller Tests	116
	Bildverzeichnis	117
	Tabellenverzeichnis	119

Zusammenfassung

Die Kognitionsforschung bedient sich heute zahlreicher Methoden, mit denen das Genom der Labormaus gezielt manipuliert werden kann. Viele Forschungsprojekte befassen sich in den letzten Jahren mit *knock-out*-Mäusen, bei denen bestimmte Gene, die möglicherweise im Zusammenhang mit Gedächtnisprozessen stehen, gezielt ausgeschaltet werden. Nachdem die Genomsequenzen der Maus im Jahre 2000 komplett entschlüsselt wurden, wird die Labormaus auch künftig zu den wichtigsten Tiermodellen der biomedizinischen Forschung gehören.

Lern- und Gedächtnistests sind nur sinnvoll, wenn sie die natürlichen Verhaltensdispositionen jeder einzelnen Versuchstierart berücksichtigen. Ohne gründliche Tierkenntnisse führen Verhaltenstests allzu leicht zu Fehlinterpretationen. Deshalb versuchte ich, einen art- und verhaltensgerechten Gedächtnistest zu entwickeln, der möglichst weitgehend gegen potentielle Fehlerquellen abgesichert werden sollte.

Testentwicklung

Es wurde bewusst auf den Einsatz bestrafender Reize verzichtet, um übermäßigen Stress zu vermeiden. Da von den hier verwendeten Cannabinoid-Rezeptor 1 *knock-out*-Mäusen bekannt war, dass sie eine höhere Futterdeprivationstoleranz aufweisen als ihre Wildtyp-Geschwister, wurde auch auf Futterdeprivation und Futterbelohnungen verzichtet. Stattdessen wurde die natürliche Tendenz vieler Säugetiere genutzt, jedes neue Objekt in ihrer Umwelt ausgiebig zu inspizieren. Wird dem Tier das gleiche Objekt nach einiger Zeit erneut präsentiert, verkürzt sich die Inspektionsdauer beträchtlich. Daraus wird geschlossen, dass die Tiere sich mittels ihres Inspektionsverhaltens mit den Objekten ihrer Umwelt vertraut gemacht hatten und diese schließlich als „bekannt“ eine gewisse Zeit lang im Gedächtnis abspeicherten.

Im einzelnen wurden bei der Entwicklung des Gedächtnistests die folgenden Punkte berücksichtigt:

- Im Gegensatz zum visuellen Sinneskanal, spielt der *Geruchssinn* bei Mäusen eine herausragende Rolle in ihrer komplexen sozialen Organisation, beim Nahrungserwerb und bei der Feindvermeidung. Deshalb entschied ich mich für die Entwicklung eines olfaktorischen Gedächtnistests.
- Da Tiere unbekannte Objekte im „entspannten Feld“ intensiver erkunden, wurde die Versuchssituation so weit wie möglich *stressfrei* gestaltet.
- Es wurde geprüft, ob natürliche ätherische Öle attraktiver sind als synthetische monomolekulare Duftstoffe. Da dies nicht der Fall war, wurden künftig nur noch *monomolekulare Duftstoffe* verwendet, weil nur diese eine gleich bleibende Duftstoffqualität garantieren.

- Es wurden drei *gleichwertige Duftstoffpaare* ermittelt, die aus jeweils zwei monomolekularen Duftstoffen gleicher Attraktivität bestanden: (-)-Carvon / Isoamylacetat, Allylcapronat / Linalool und Anethol / Amylpropionat.
- Jeder einzelne Test bestand aus einer *Lernphase*, einem *Intertestintervall* (ITI) von 1 h bis maximal 72 h und der eigentlichen *Testphase*. In der Lernphase wurden der Maus zwei identische Duftstoffe in je einem 1,5 ml Reaktionsgefäß geboten. Das ITI wurde variiert, um herauszufinden, wie lange die Mäuse sich an einen Duftstoff erinnern können. In der Testphase wurden der Maus zwei verschiedene Duftstoffe geboten: Einer, der der Maus in der vorhergehenden Lernphase bereits präsentiert wurde und ein zweiter, ihr nie zuvor präsentierter Duftstoff.
- Als Maß für das Wiedererkennen des bekannten Duftstoffes wurde die *relative Inspektionsdauer* als Index ermittelt, der als Verhältnis der Inspektionsdauer an dem unbekanntem Duftstoff zur Gesamtinspektionsdauer errechnet wurde. Der Index konnte zwischen 0,0 und 1,0 variieren. War er im Median aller Mäuse signifikant größer als 0,5, wurde der unbekannte Duftstoff länger exploriert. Daraus wurde geschlossen, dass sich die Mäuse an den bekannten Duftstoff erinnerten.
- Jede Maus wurde nacheinander mit jedem der drei Duftstoffpaare und jedem Intertestintervall getestet. Die Reihenfolge der Duftstoffpaare und ITIs wurde systematisch variiert. In jedem der ITIs gab es testnaive, einmal testerfahrene und zweimal testerfahrene Mäuse.
- Da Labormäuse vorzugsweise nachtaktiv sind, wurden alle Tests in der Dunkelphase unter Infrarotlicht durchgeführt.

Testanwendung

Zwei Gedächtnistests wurden mit je 18 männlichen C57-Mäusen durchgeführt, zwei weitere mit je 9 männlichen Cannabinoid-Rezeptor 1 *knock-out*-Mäusen (CB1 *ko*) und je 9 Wildtyp-Geschwistern (CB1 *wt*) als Kontrolle. Von den CB1 *ko*-Mäusen war bereits bekannt, dass konditionierte Angstreaktionen langsamer abklingen als bei den CB1 *wt*-Geschwistern.

In den beiden Tests mit C57-Mäusen und in den Tests mit den CB1 *wt*-Mäusen wurde übereinstimmend gefunden, dass die bekannten Duftstoffe nach 1 h bzw. 3 h und 72 h wiedererkannt wurden.

Aus der Auswertung der Inspektionsdaten nach einem 24 h ITI ergab sich ein differenzierteres Bild: Nur die testnaiven Mäuse konnten sich nach 24 h an die bekannten Duftstoffe erinnern. Testerfahrene Mäuse zeigten dagegen keine Erinnerung nach 24 h.

Im Test mit den CB1 *ko*-Mäusen konnte dagegen weder nach 1 h, noch nach 24 h und 72 h ein Wiedererkennen des bekannten Duftstoffes nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der Gedächtnistests mit C57- und CB1 *wt*-Mäusen zeigen, dass der Test gut geeignet ist, zu prüfen, ob und wie lange Erfahrungen mit Geruchsreizen im Gehirn abgerufen werden können und ob dieses Erinnerungsvermögen von Vorerfahrungen abhängig ist. Die Ergebnisse konnten in wiederholten Tests reproduziert werden.

Die *ko*-Mäuse zeigten im Vergleich zu ihren *wt*-Geschwistern immer eine signifikant geringere Inspektionsdauer und zugleich eine signifikant vermehrte Ausscheidung von Feces. Daraus kann geschlossen werden, dass sie ängstlicher sind als die *wt*-Kontrolltiere. Somit befanden sich die *ko*-Mäuse in einem anderen Grundzustand als die *wt*-Kontrolltiere. Daher führte der olfaktorische Gedächtnistest mit den von mir verwendeten CB1 *ko*-Mäusen zu keinem eindeutig interpretierbaren Ergebnis.

Die fehlende Nachweisbarkeit des olfaktorischen Gedächtnisses für testerfahrende Mäuse nach 24 h spricht für ein phasisch auftretendes Gedächtnis, das auch bei anderen Tierarten gefunden worden ist. Dieser sogenannte *Kamin-Effekt* wird heute allgemein als Ausdruck von Gedächtniskonsolidierungsprozessen interpretiert. Dagegen konnten sich testnaive Mäuse auch nach 24 h an einen zuvor präsentierten Duftstoff erinnern. Dieses unerwartete Ergebnis wird in der Richtung diskutiert, dass es von der Wertigkeit des Stimulus abhängt, wann die Konsolidierung der Duftstoffreize stattfindet. Für eine testnaive Maus war die erste Begegnung mit den Duftstoffen in der Lernphase höherwertig, so dass die Erinnerung nach 24 h bereits konsolidiert und abrufbar war. Für eine testerfahrene Maus war dagegen die Lernphase vor dem 24 h ITI bereits die wiederholte Begegnung mit der Testsituation. Die Begegnung war geringerwertig und deshalb war die Erinnerung nach 24 h noch nicht konsolidiert bzw. abrufbar. Diese Interpretation unterstellt einen Anpassungswert des Zeitpunktes einer Gedächtniskonsolidierung: je höherwertig eine Begegnung (Ereignis) ist, umso früher findet die Konsolidierung statt und damit ist das Gedächtnis früher abrufbar.

Abstract

Many animal models in biomedical science are basing on laboratory mice. Cognitive sciences in recent years make increasing usage of methods that manipulate the genome of laboratory mice. For example studies on learning and memory have used knock-out mice, which had genes deleted that might be involved in memory processes.

Learning and memory tests need to take into consideration the natural behavioural pre-dispositions of the animal species used. Thus I designed a memory test which takes into account the natural behaviour of mice.

(A) Test design

Laboratory C57 mice and Cannabinoid receptor 1-knock-out (CB1-ko) mice were used in this study. Stressful negative stimuli were strongly avoided. Because CB1-ko mice have a higher threshold to food deprivation than their wild type siblings (CB1-wt), food deprivation and food rewards were not used. The test focused on the natural tendency of many mammals to inspect thoroughly new objects in their environment. If the animal is confronted with the same object again, the time of inspection is significantly shorter. Obviously the animals had made themselves familiar with objects by investigative behaviour and they had stored them in memory as „known“ for some time.

Several points were taken into account in the test design:

- In mice the sense of smell plays a more important role than the sense of vision especially in social interactions, foraging activities and anti predator behaviour. Consequently, an olfactory memory test was developed.
- Since animals inspect new objects more intensely in a relaxed situation, the experimental set-up avoided stressful situations.
- Investigations were conducted into whether natural essential oils were more attractive to mice than monomolecular odours. Because essential oils were found not to be more attractive, monomolecular odours were used, which guaranteed a constant quality over time.
- Three odour pairs were chosen. Each consisted of two monomolecular odours of equal attractiveness: (-)-Carvon / Isoamyl Acetate, Allylcapronate / Linalool and Anethol / Amyl Propionate.
- Each trial with a given mouse involved a *learning period*, an *inter-test interval* (ITI) and the actual *test period*. The odours were presented in a 1.5ml reaction tube. In the *learning period* two identical odours were introduced to the mouse. In the *test period* the mouse was confronted with the odour from the preceding *learning period* in one tube and an unknown odour in the complementary tube. In consecutive trials

with the same mouse the ITI between *learning* and *test phase* was varied. Thereby a time course of memory performance could be covered.

- The memory performance was quoted as the index of the relative inspection duration (RID), which was calculated as the ratio of the inspection duration of the unfamiliar odour to the total inspection duration. If the median of the RID over all mice was significantly greater than 0.5, then the unfamiliar odour was inspected for longer, leading to the conclusion that the mice remembered the familiar odour. Each mouse was tested with each of the three odour pairs and each of the three ITI's (systematically varied). In each of the ITI's there were test naive mice, mice tested once and mice tested twice.
- As laboratory mice tend to be nocturnal, all tests were carried out in the dark phase under infrared light.

(B) Test applications

Two memory tests were carried out, each with 18 male C57 mice, and two further tests each with 9 male CB1-ko and 9 CB1-wt controls.

The results of the memory tests with C57 and CB1-wt mice showed that the test was well suited to investigate (1) if and for how long olfactory stimuli could be recalled and (2) whether memory performance depended on earlier experiences.

CB1-ko mice are known to show a higher and longer freezing reaction to conditioned aversive stimuli than their CB1-wt siblings. Hence, extended memory performance was expected.

However, no recognition of the familiar odour could be found in the CB1-ko mice after any ITI, whereas CB1-wt mice recognized the familiar odour after 1 h and 72 h.

The inspection duration of the CB1-ko mice was significantly shorter at any time compared to their wt siblings. Furthermore ko mice had a significant higher level of defecation. Both results lead to the conclusion that ko mice were more anxious than their wt controls. Ko and wt mice were in a different physiological state. Hence, the test results for the CB1-ko mice could not be interpreted clearly.

Tests with C57 and CB1-wt mice showed that the familiar odour was remembered after 1h, 3h and 72h.

The analysis of the 24 h ITI tests revealed a complex picture. Mice which were tested naïve at the start of the 24 h memory test remembered the familiar odour in the test phase, however test-experienced mice did not.

The lack of olfactory memory found for experienced mice after 24 h can be interpreted as **phasic memory**. This "Kamin effect" has also been discovered in other animal species and is commonly regarded as an expression of memory consolidation.

On the contrary to experienced mice, naïve mice memorised the previously presented odour after 24 hours. This unexpected result is discussed as suggesting that the consolidation of odour memory is dependent on the significance of the stimulus. For naïve mice their first odour encounter was impressive enough for the memory to be consolidated and recallable after 24 h. For experienced mice on the other hand, the learning phase in the 24 h test has been at least their second encounter with this test situation. It was not as impressive and therefore, the memory was not yet consolidated and recallable after 24 h. This interpretation assumes a value dependency of the time course of memory consolidation: The more significant an encounter (incident) is, the earlier the consolidation takes place and therefore the earlier the memory is recallable.

1 Einleitung

1.1 Die Labormaus als Modell in der biomedizinischen Forschung

Die heute typische Labormaus hat ihren Ursprung Anfang des 20. Jahrhunderts in Hausmäusen (Gattung *Mus*), die als Heimtiere genutzt wurden. Sie wurden in Europa und in Asien für besondere Fellfarben und Verhaltensweisen gezüchtet (Malakoff 2000). Durch die künstliche Hybridisierung besteht das Genom der heute am häufigsten verwendeten Labormäuse aus einem Mosaik von Gensegmenten der in Westeuropa und Nordafrika beheimateten westlichen Hausmaus *Mus domesticus* (SCHWARZ & SCHWARZ, 1943), der im nördlichen Teil Asiens beheimateten nördlichen Hausmaus *Mus musculus* (LINNAEUS, 1758) und zu einem geringen Anteil der südostasiatischen Hausmaus *Mus castaneus* (HODGSON, 1845) (Sage 1993; Wade et al. 2002). Die mitochondriale DNA der lang etablierten Laborstämme, wie die des *C57Bl/6J* Mausstammes, ist *Mus domesticus* (Bishop et al. 1985), das Y-Chromosom *Mus musculus* (Ferris et al. 1982) zuzuordnen.

Die Maus wurde zu einem der beliebtesten Modelle der biomedizinischen Forschung, da ihre Haltungskosten gering sind, ihre Reproduktionsrate sehr hoch ist und die Anzahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen über die Maus sehr umfangreich ist. Neunzig Prozent der in wissenschaftlichen Studien verwendeten Säugetiere sind Mäuse (Malakoff 2000). Allein der Züchter *Jackson Laboratory*, USA, führt 2500 verschiedene Mausstämme. Die weltweite Zunahme des „Mausverbrauchs“ ist insbesondere eine Folge der fast grenzenlos erscheinenden Möglichkeiten, mit gentechnischen Methoden das Genom der Maus zu manipulieren und *transgene* oder *knock-out* Mäuse zu produzieren (Malakoff 2000). Die Genomsequenzen der Maus sind seit Mai 2000 komplett entschlüsselt und über das Internet frei verfügbar¹ (Abbott 2002).

Schon in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts beschäftigten sich vergleichende Psychologen mit dem Lernen von *Rodentia*. Sie untersuchten meistens Ratten und Mäuse in speziell für diese Arten entwickelten Tests. Als die verbesserten Techniken der Molekulargenetik am Ende des 20. Jahrhunderts die Generierung einer immer größeren Anzahl von Mausmutanten ermöglichten, begannen Molekular- und Neurobiologen den Einfluss verschiedener Gene auf das Lernen bei Mäusen zu untersuchen. In diesen Studien werden bis heute sehr häufig Lerntests verwendet, die ursprünglich für Ratten entwickelt wurden. Da Lernen und Gedächtnis nicht direkt messbar sind, sondern nur auf Grund des Verhaltens darauf geschlossen werden kann, spielen verhaltens- und artgerechte Tests für die spezifische Fragestellung und damit für die Interpretation der Ergebnisse eine entscheidende Rolle (Crusio 1999). Nicht nur die gentechnischen, sondern

¹ www.ensembl.org/Mus_musculus

auch die verhaltensbiologischen Methoden sollten deshalb auf einem soliden Grund stehen (Gerlai 1999; Gerlai & Clayton 1999). Werden Verhaltenstests von Experimentatoren durchgeführt, die in der Verhaltensbiologie nicht geschult sind, steigt die Gefahr einer nicht angemessenen Anwendung von Tests (Gerlai 2001).

Mäuse und Ratten bewohnen unterschiedliche ökologische Nischen (Eibl-Eibesfeldt 1958; Sage 1981) und sind deshalb an unterschiedliche Umwelten adaptiert. Aus diesem Grund kann ein Stimulus, der für Ratten relevant ist, für die Maus irrelevant oder von anderer Relevanz sein. Wie ein nicht artgerechter Test zu einer Fehlinterpretation führen kann, zeigt eine Untersuchung von Whishaw (1995). Er verglich die Fähigkeit von Ratten und Mäusen, ein räumliches Gedächtnis zu bilden. Er testete die Tiere in einem Schwimmtest (*Morris Water Maze*). In diesem soll ein Tier mit Hilfe distaler Landmarken eine unter der Wasseroberfläche verborgene Plattform wiederholt und zunehmend schneller finden. Die Mäuse lernten diese Aufgabe langsamer als Ratten. Whishaw schloss daraus, dass Ratten den Mäusen in ihrer räumlichen Lernleistung überlegen sind. Ratten sind aber, im Gegensatz zu Mäusen, Bewohner feuchter Landschaften und deshalb besser an das Leben im Wasser adaptiert. Ein Jahr später veröffentlichte Whishaw eine weitere Studie, in der er Ratten und Mäuse in ihrer räumlichen Lernleistung in einem Trockenlabyrinth verglich. In dieser Studie unterschieden sich Ratten und Mäuse nicht mehr voneinander (Whishaw & Tomie 1996).

Spezifische sensomotorische Fähigkeiten können die Voraussetzung zur Bewältigung eines Tests sein. Viele Studien haben zu unklaren oder widersprüchlichen Ergebnissen geführt, weil sie die sensorischen und motorischen Fähigkeiten der Versuchstiere außer acht gelassen haben (Wolfer & Lipp 2000). Deshalb ist es unabdingbar, die motorischen und sensorischen Fähigkeiten der Versuchstiere vorab zu prüfen². In der Versuchsplanung sollte auch berücksichtigt werden, dass Tiere zu unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten, aber auch in unterschiedlichen Situationen verschiedene Sinneskanäle verwenden können (Vander Wall 1991).

Etliche Gedächtnistests an Mäusen werden mit einer Futterbelohnung nach vorangegangener Futterdeprivation durchgeführt. Die Futterdeprivation hat in der Regel einen fördernden Einfluss auf die Motivation der Tiere während der Tests. In der vorliegenden Arbeit wurden neben Mäusen eines Standard-Inzuchtlaborstammes auch Mäuse eines gentechnisch veränderten Mausstammes getestet. Den Mäusen des gentechnisch veränderten Mausstammes fehlt in der *knock-out*-Linie (*ko*) ubiquitär der Cannabinoid-Rezeptor 1 (CB1). Es ist bekannt, dass bei gentechnisch veränderten Mausstämmen die Stoffwechselleistung der *ko*-Mäuse im Vergleich zu Wildtyp-Mäusen (*wt*) verändert sein kann. So fand man eine höhere Futterdeprivationstoleranz bei CB1-*ko*-Mäusen im Vergleich zu den *wt*-Geschwistern. Nach einer 18stündigen Futterdeprivation fraßen die CB1-*ko*-Mäuse signifikant weniger als die CB1-*wt*-Mäuse (Di Marzo et al. 2001). Hier

² Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern, Mausstämmen (Mihalick et al. 2000a) und zwischen den Genotypen gentechnisch veränderter Mäuse und deren vermeintlichen Kontrolltieren können erheblich sein.

musste daher in Betracht gezogen werden, dass die *ko*-Mäuse futterdeprivationstoleranter sein könnten. Dadurch wären sie in dem Test weniger stark motiviert als die *wt*-Vergleichsgruppe, was das Ergebnis beeinflussen könnte. Aus diesem Grund sollte der zu entwickelnde olfaktorische Gedächtnistest ohne Futterbelohnung durchgeführt werden.

Als alternativer Motivator sollte in dem zu entwickelnden olfaktorischen Gedächtnistest der spontane Explorationsdrang bzw. die Neugier der Mäuse genutzt werden. Dieser Motivator ist a priori vermutlich schwächer als „Hunger“ nach einer Futterdeprivation. Zudem kann Angstverhalten dem Explorationsdrang, bzw. der Neugier entgegenwirken und die resultierende Exploration weiter „schwächen“. Deshalb war es besonders wichtig, für die Mäuse ein stressfreies Umfeld zu schaffen. Es ist bekannt, dass Mäuse beispielsweise auf Stress noch empfindlicher reagieren als Ratten (Crusio 1999). Hohe Stressniveaus, die durch *handling* oder "öde" Haltungsbedingungen induziert werden, können sich bei verschiedenen Mausstämmen unterschiedlich auswirken und je nach Mausstamm zu unterschiedlichen Lernleistungen führen. Besonders innerhalb gentechnisch veränderter Mausstämmen können sich Unterschiede in der Stresstoleranz von *ko*- und *wt*-Mäusen auf die Lernleistung auswirken und damit Ergebnisse nicht vergleichbar machen (Crusio 1999; Rampon et al. 2000; Olsson et al. 2003).

Bei der Entwicklung von Lerntests wird oft von der falschen Annahme ausgegangen, dass Ratten und Mäuse (wie der Mensch) vorwiegend den visuellen Sinneskanal einsetzen. Das hatte zur Folge, dass vielfach visuelle Tests unter hellem Licht durchgeführt werden. Ratten und Mäuse sind aber dämmerungs- bzw. nachtaktiv (Gerlai & Clayton 1999). Aus unterschiedlichen Gründen scheint es nicht optimal, Lern- und Gedächtnistests bei Mäusen mit Hilfe visueller Reize durchzuführen. So ist die visuelle Auflösungsqualität und die neuronale Verarbeitungskapazität visueller Eindrücke bei der Maus zehn Mal geringer als beim Menschen. Außerdem können Mäuse wahrscheinlich nicht akkomodieren (Artal et al. 1998). Auch scheint helles Licht ein Stressor zu sein. Mäuse reagieren auf verschieden helles Licht mit einem unterschiedlichen „Sicherheitsabstand“ zur Wand eines *open-field* Aufbaus, was auf einen, je nach Lichtintensität, unterschiedlich starken aversiven Einfluss des Lichtes hindeutet (Fentrop 2003, S. 132 u. 185).

Im Gegensatz zu ihren visuellen Möglichkeiten verfügen Mäuse und Ratten über hervorragende olfaktorische Fähigkeiten (Doty 1986). Diese werden erst seit 15 Jahren in verschiedenen olfaktorischen (meist räumlichen) Gedächtnistests genutzt (z.B. Terranova et al. 1996; Bodyak & Slotnick 1999; Zitat aus Gerlai & Clayton 1999; Mihalick et al. 2000b; Schellinck et al. 2001). Der Geruchssinn ist für Mäuse wahrscheinlich der wichtigste Sinneskanal. Mäuse besitzen ca. 1300 verschiedene Gene, die olfaktorische Rezeptorproteine kodieren, der Mensch nur 900. Bereinigt man die Anzahl um die Pseudogene³, besitzt die Maus ca. 1000 und der Mensch 350. Die Maus hat also ein fast

³ Das Pseudogen ist ein Gen, welches seine Funktion verloren hat und keine Proteine mehr kodieren kann.

drei Mal so großes olfaktorisches Rezeptorgenrepertoire. Die Rezeptorgenfamilie entspricht ca. 3-5 % des Mausgenoms (Zhang & Firestein 2002; Young & Trask 2002). Der Geruchssinn von Mäusen spielt vor allen Dingen in ihrer hochkomplexen sozialen Organisation eine entscheidende Rolle (Olsson et al. 2003). Mäuse nutzen den Geruchssinn außer für die Futtersuche, auch zum Erkennen von Artgenossen, von Territoriumsgrenzen, von sozialer Dominanz, von sexueller Empfänglichkeit und von Predatoren (Liebenauer & Slotnick 1996). In Experimenten kann aggressives Verhalten von männlichen Mäusen gegenüber unbekanntem Männchen durch das Auftragen von Urin von juvenilen oder ausgewachsenen Maus-Weibchen gehemmt werden (Dixon 1976; Dixon & Mackintosh 1975; Evans et al. 1978). Maus-Weibchen können am Urin von Männchen feststellen, ob es von Parasiten befallen ist, und Weibchen meiden solche Männchen (Kavaliers et al. 2003). Wird ein Maus-Weibchen nach der Paarung binnen sechs Stunden mit dem Urin eines fremden Männchens in Kontakt gebracht, kommt es in 80-90 % der Fälle zu einem Abort. Dieser kann auch ausgelöst werden, wenn das Weibchen sofort nach der Paarung von dem Männchen entfernt wird und nach ca. sechs Stunden wieder mit demselben Männchen oder dessen Urin in Kontakt kommt (z. B. Rosser & Keverne 1985). Wenn männlichen Ratten ein Duftstoff präsentiert wird, der ihnen vormals parallel mit einer Kopulation präsentiert wurde, wird bei ihnen eine andere neuronale Aktivität ausgelöst als wenn der Duftstoff einen neutralen Reiz darstellt (Kippin et al. 2003). Wird Mausmüttern während der Laktation ein Duftstoff aufgetragen, präferieren die Jungmäuse den ihnen bekannten Duftstoff gegenüber einem unbekanntem Duftstoff (Goldblatt 1978). Es reicht sogar aus, 2 - 18 Tage alten Mäusen einen Duftstoff über 1,5 Stunden zu präsentieren, damit sie diesen später einem unbekanntem Duftstoff vorziehen (Janus 1993). Aus diesen und anderen Befunden leitet sich die große Bedeutung des Geruchssinns für Mäuse her.

1.2 Zielsetzung, Vorgehensweise und Arbeitshypothese

Zielsetzung:

- (1) Hauptziel der vorgelegten Arbeit war es, einen artgemäßen Gedächtnistest für typische Labormäuse zu entwickeln, der den für Mäuse wahrscheinlich wichtigsten sensorischen Sinneskanal, den Geruchssinn, nutzt.**
- (2) Der Test sollte ohne künstliche Verstärkung⁴ in Form von Futter- oder Wasserbelohnung auskommen.**

In der Literatur findet man eine Reihe von olfaktorischen Gedächtnistests (Bodyak & Slotnick 1999; Mihalick et al. 2000b; Schellinck et al. 2001), in denen die Versuchstiere in der Regel durch eine Wasser- oder Futterbelohnung motiviert werden,

⁴ Die "künstliche Verstärkung" (Terminus aus Gerlai 1998) bezeichnet eine motivierende Komponente, die ursprünglich nicht mit dem wieder zu erkennenden Objekt/Geruch verbunden ist, wie z.B. Futter oder Wasser.

sich an bestimmte Duftstoffe oder Duftstoffkonzentrationen zu erinnern. Da Unterschiede in der Reaktion auf eine Futterdeprivation zwischen den *ko*- und *wt*-Mäusen nicht ausgeschlossen werden konnten, sollte der Test ohne vorherige Futterdeprivation der Mäuse durchgeführt werden. Er sollte vielmehr der natürliche Explorationsdrang der Versuchstiere genutzt werden.

(3) Der Test sollte wegen der präziseren Interpretationsmöglichkeiten auf einem Intratest-Vergleich der Exploration basieren.

Grundsätzlich kommen in der Literatur zwei Testabläufe zur Anwendung. Erstens werden in sogenannten Habituationstests die **Intertest**-Explorationsdauern des gleichen Objektes zu zwei verschiedenen Zeitpunkten miteinander verglichen. Eine Abnahme der Explorationsdauer wird als Habituation (und somit als Wiedererkennen) interpretiert (Schellinck et al. 1995; Rochefort et al. 2002; Fletcher & Wilson 2002; Cleland et al. 2002). Dabei wird unterstellt, dass das Tier zu beiden Zeitpunkten dieselbe Explorationsmotivation besitzt. Das ist aber allein schon auf Grund der tageszeitlichen Rhythmik eines Tieres unwahrscheinlich (Wainwright 1999). Zweitens werden Gedächtnistests durchgeführt, in denen die **Intratest**-Explorationsdauern von zwei gleichzeitig präsentierten Objekten miteinander verglichen werden, von denen eines bekannt und ein anderes unbekannt ist (Ennaceur & Delacour 1988; Slane McQuade et al. 2002). Diese Herangehensweise ist unabhängig von einer unterschiedlichen Motivation des Tieres zwischen Lern- und Testphase. Explorieren die Tiere das bekannte Objekt kürzer als das unbekannte, wird dieses als Wiedererkennen des bekannten Objektes und damit als Erinnerung interpretiert.

(4) Es sollten Abstände zwischen den Lern- und Testphasen [Intertestintervalle (ITI)] gefunden werden, nach denen sich Mäuse an einen einmalig explorierten Duftstoff erinnern und ebenso Intervalle, nach denen sie sich nicht mehr erinnern können.

Typischerweise werden Gedächtnisinhalte in visuellen Gedächtnistests mit **Intratest**-Vergleich und ohne künstliche Verstärkung nicht später als 24 Stunden nach der Lernphase abgefragt (Ennaceur & Delacour 1988; Mansuy et al. 1998; Slane McQuade et al. 2002). Je nach genetischem Hintergrund der Tiere und Testprotokoll können sich Mäuse nach 24 h an ein bekanntes Objekt erinnern (Mansuy et al. 1998) bzw. nicht erinnern (Slane McQuade et al. 2002). Auf Grund von Literaturangaben über verwendete ITIs bei visuellen und olfaktorischen Gedächtnistests (Reibaud et al. 1999; Rochefort et al. 2002) und auf Grund von eigenen Voruntersuchungen erschien ein kurzes ITI von 1 oder 3 Stunden (potentiell Erinnern), ein mittleres ITI von 24 Stunden und ein langes ITI von 72 Stunden (potentiell nicht Erinnern) sinnvoll.

- (5) **Für die Validierung sollte der neu entwickelte Test mit einer repräsentativen Anzahl von Mäusen eines typischen Labormausstammes (*C57Bl/6J OlaHsd*) durchgeführt werden.**
- (6) **Gentechnisch veränderte Mäuse, denen der Cannabinoid-Rezeptor 1 ubiquitär fehlt, (*CB1 ko*-Mäuse), sollten auf eine mögliche Veränderung ihrer Gedächtnisfunktion hin überprüft werden.**

Es gab Hinweise auf eine Beteiligung des Cannabinoid-Rezeptors 1 an Lern- und Gedächtnisprozessen (Terranova et al. 1996; Reibaud et al. 1999; Marsicano et al. 2002).

Vorgehen:

Es mussten (1) Objekte gefunden werden, die den Duftstoff enthielten und über einen gewissen Zeitraum abgaben, (2) geeignete Duftstoffe in geeigneten Konzentrationen gefunden werden, (3) sichergestellt werden, dass keiner der verwendeten Duftstoffe aversiv oder übermäßig attraktiv für die Mäuse war und (4) ein Umfeld für die Mäuse geschaffen werden, das ihren Explorationsdrang durch aversive äußere Einflüsse nicht zu stark hemmt. Sollte die Inspektionsdauer an den Objekten auf Grund von aversiven äußeren Einflüssen zu gering ausfallen, würde die manuell durchgeführte Auswertung der Inspektionen durch die kurzen Sequenzen an den Objekten nicht mehr verlässlich sein.

Hypothesen:

1.) *C57Bl/6J OlaHsd* Mäuse

Auf Grund von Ergebnissen aus visuellen Gedächtnistests, die ohne künstliche Verstärkung durchgeführt wurden, wurde erwartet, dass Mäuse des Labormausstammes *C57Bl/6J OlaHsd* sich an den einmalig präsentierten Duftstoff nach einigen Stunden erinnern können, aber nicht nach einigen Tagen (z.B. Ennaceur & Delacour 1988; Mansuy et al. 1998; Reibaud et al. 1999; Rochefort et al. 2002; Slane McQuade et al. 2002 und eigene Untersuchungen).

2.) *CB1 knock-out* Mäuse

Auf Grund anderer Studien mit *CB1* Mäusen, in denen sich die Mäuse mit fehlendem *CB1*-Rezeptor länger an einen Stimulus erinnern konnten, als Kontrollmäuse mit intaktem *CB1* Rezeptor (Terranova et al. 1996; Reibaud et al. 1999; Marsicano et al. 2002) wurde erwartet, dass sich die *CB1 knock-out*-Mäuse noch nach einem längeren ITI an die bekannten Duftstoffe erinnern können als ihre Wildtyp-Geschwister.

2 Allgemeine Methoden

2.1 Versuchstiere und Versuchstierhaltung

C57Bl/6JolaHsd Mäuse

Die von mir verwendeten männlichen *C57Bl/6JolaHsd* Mäuse (n = 126) wurden in einem Alter von 8-9 Wochen vom Züchter *Harlan Winkelmann* NL⁵ bezogen. Die Mäuse wurden in 10er-Gruppen geliefert und nach Ankunft sofort einzeln in Käfige gesetzt. Die Mäuse waren bei der Lieferung ca. 25 g schwer.

Der *C57Bl* Mausstamm ist ein Inzuchtstamm, der durch fortlaufende Geschwisterverpaarung aufrecht erhalten wird. Die Folge ist eine 98,4%ige Homozygotie aller Genorte (Zutphen van et al. 1995, S. 118). Der Stamm wurde 1921 in den USA begründet, aus ihm ging 1935 der */6* Stamm hervor. Der *C57Bl/6* Mausstamm ist heute der am häufigsten verwendete Inzuchtstamm (Malakoff 2000). Sublinien werden etabliert, wenn die Stämme in zwölf oder mehr Generationen in Inzucht im gleichen Labor oder beim Züchter fortgeführt werden, da sich durch Mutationen und genetische Drift ihre physiologischen Eigenschaften und ihr Verhalten im Vergleich zum Ausgangsstamm sukzessive verändert. Die 1952 veröffentlichte Standardisierung der Nomenklatur für Inzuchtstämme ermöglicht Rückschlüsse über die Herkunft der Tiere (Dunn et al. 1952). Steht hinter */6* ein *J*, wurde der Stamm von dem Züchter *Jackson Laboratory* USA gezüchtet. Mit Mäusen dieses Stammes (*C57Bl/6J*) wurde beim Züchter *Harlan Winkelmann* UK (früher OLAC) weitergezüchtet, deshalb wurde ein *Ola* angehängt. *Harlan Winkelmann* NL⁵ (früher *Harlan Sparque Dawley*) hat mit diesem Stamm weitergezüchtet und kennzeichnet das mit der Abkürzung *Hsd* (*C57Bl/6JolaHsd*).

CB1 knock-out Mäuse

In der vorliegenden Arbeit wurden auch gentechnisch veränderte Mäuse eingesetzt. In der *knock-out* Linie (n = 18) fehlte den Mäusen im gesamten Gehirn (Marsicano & Lutz 1999) und im restlichen Körper (Marsicano et al. 2002) während der gesamten Ontogenese der Cannabinoid-Rezeptor 1 (*CB1 ko*). Bei den Wildtyp-Nestgeschwistern (n = 18) ist dagegen der *CB1*-Rezeptor vorhanden (*CB1 wt*). Bei den gentechnisch veränderten Mäusen handelte es sich um „konventionelle“ *ko*-Mäuse. Sie hatten ihren genetischen Defekt (1) nicht nur in einem bestimmten Gewebe, sondern ubiquitär, und (2) zeitlich unspezifisch, also ab der Zygote. Die *CB1* Mäuse wurden über mindestens fünf Generationen mit *C57Bl/6NCrlBR*⁶ Mäusen zurückgekreuzt, bevor die *ko*- und *wt*-

⁵ Kreuzelweg 53, Postbus 61 74, NL-5960 AD Horst

⁶ Züchter der Tiere: Charles River Deutschland, Stolzenseeweg 32-36, 88353 Kisslegg. Ursprung der Tiere: ab 1948 *Jackson Lab.*, ab 1951 *National Institut of Health*, USA (NIH), ab 1975 *Charles River*

Nachkommen in den Verhaltenstests verwendet wurden. Durch Verpaarung heterozygoter Mäuse (CB1^{+/-}) wurden in einem Wurf CB1 *ko*- und *wt*-Mäuse geboren. Alle Versuchstiere wurden vor und nach den Experimenten mit Hilfe von Polymerase-Kettenreaktion (*PCR*) (siehe Anhang Tabelle 7.1, S. 67) genotypisiert, um den Genotyp festzustellen bzw. zu überprüfen. Das Fehlen oder Vorhandensein des CB1-Rezeptors in den Körpergeweben wurde in *In situ* Hybridisierungen von *mRNA* in Hirnschnitten und in *Southern blot* Analysen bei nicht in diesen Versuchen verwendeten Tieren nachgewiesen (pers. Mitt., MTA Barbara Wölfel⁷). Die Daten der Versuchstiere, wie Tiernummer, Geburtsdatum, Genotyp, usw. sind im Anhang in Tabelle 7.2, S. 69 aufgelistet.

Die Generierung und Zucht der Mäuse wurde von Dr. Giovanni Marsicano⁸ durchgeführt und überwacht. Die Haltung und Zucht der Mäuse fand in dem Tierstall der GSF⁹ unter *specific pathogen free* (SPF) Bedingungen statt. Im Alter von ca. acht Wochen wurden die Mäuse in Nestgeschwistergruppen in den Tierstall des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie⁸ überführt.

Haltungsbedingungen

Die *C57Bl/6JOLA^{Hsd}* (*C57*) Mäuse wurden sofort nach der Lieferung einzeln in einen Polycarbonkäfig (*Macrolon* Typ II) mit der Grundfläche von 16cm x 22cm umgesetzt und in den Test- und Haltungsraum gebracht. Die CB1 *ko*- und *wt*-Mäuse für den Gedächtnistest G2 wurden ebenfalls sofort einzeln gesetzt. Die *ko*- und *wt*-Mäuse für den Gedächtnistest G3 wurden zunächst in Geschwistergruppen von ein bis fünf Tieren in den Haupttierstall des MPI⁸ gebracht und nach ca. 11 Tagen in den Test- und Haltungsraum überführt und einzeln gesetzt.

In einer Raufe wurden Wasser in einer Flasche und Futter¹⁰ *ad libitum* zur Verfügung gestellt. Einmal pro Woche, nachdem die wöchentlichen Tests abgeschlossen waren, wurden Käfig und Einstreu¹¹ gewechselt. Um den Tieren eine stressreduzierte Umgebung zu bieten (Van de Weerd 1998), wurde jedem Käfig Zellstoff (aus dem Klinikbereich) für den Nestbau hinzugefügt. Die Käfige befanden sich in einem fahrbaren Tierregal für Mäuse.

Neonleuchtstoffkästen mit jeweils zwei Leuchtstoffröhren hingen senkrecht mittig vor und hinter dem Tierregal von der Decke. Das Licht wurde so eingestellt, dass alle Käfige mit einer Helligkeit von 30 – 60 Lux (vom äußeren Rand des Regals bis zur Mitte) beleuchtet wurden. Das Licht wurde ohne Dämmerungsphase über eine Zeitschaltuhr um 20:00 Uhr ein- und um 8:00 Uhr ausgeschaltet. Zwischen 8:00 Uhr und 20:00 Uhr

⁷ AG Lutz, Max-Planck-Institut für Psychiatrie, Kraepelinstr. 2-10, 80804 München

⁸ Max-Planck-Institut für Psychiatrie, Kraepelinstr. 2-10, 80804 München

⁹ Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, IngoLstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg

¹⁰ Zuchtfutter 1314, Fa. Altromin

¹¹ Tiereinstreu Sägemehl, Fa. Altromin

wurden bei Bedarf an der Decke hängende Rotlichtneonleuchten und mit Rotlicht bestückte Schreibtischlampen eingeschaltet. Die Mäuse reagieren mit ihrer Lokomotion auf rotes Licht wie unter sehr schwacher Beleuchtung, vermutlich können sie rotes Licht nicht oder kaum wahrnehmen (Fentrop 2003 und unveröffentlichte Daten).

Tierhaltung und Tests fanden im selben Raum statt. Der Raum wurde über eine zentrale Hausklimaanlage versorgt. Die Temperatur variierte zwischen 21°C und 24°C, die Luftfeuchtigkeit zwischen 20% und 50% und der Luftdruck zwischen 944 mbar und 967 mbar.

2.2 Auswertung und Statistik

Statistische Testverfahren

Da nicht davon ausgegangen wurde, dass die Verhaltensdaten normalverteilt waren, wurden sie mit nicht-parametrischen Tests auf Signifikanz geprüft (Ausnahme siehe unten). Beim Vergleich zweier Gruppen wurde für unabhängige Daten der *Mann-Whitney U-Test* und für abhängige Daten der *Wilcoxon Signed Rank-Test*, jeweils für zweiseitige Fragestellungen, verwendet.

Für den Vergleich von mehr als zwei Gruppen wurde der *Friedman-Test* für nicht-parametrische Daten herangezogen. Abweichend zu der üblichen Vorgehensweise wurde im Präferenztest P1 und P2 an Stelle eines *Friedman-Tests* eine 1-Weg *ANOVA* mit anschließendem *ANOVA Post-hoc* Test gewählt. In den Präferenztests war es wichtig, potentiell attraktive oder aversive Duftstoffe zu erkennen und von nachfolgenden Tests auszuschließen. Dies ließe sich mit der größeren "Power" der *ANOVA* bei der Detektion von Gruppenunterschieden eher erreichen.

Für den gleichzeitigen Einfluss zweier Faktoren wurde die 2-Weg *ANOVA (MANOVA)* angewendet, da kein adäquater Test für nicht-parametrische Daten zur Verfügung steht. Entgegen langläufiger Meinung ist die mit einer *ANOVA* verwendete *F-Statistik* relativ robust gegenüber einer Abweichung von der Normalverteilung und kann bei eingipfelig verteilten Daten problemlos angewendet werden (pers. Mitt., K. Hechenbichler¹²). In diesem Fall habe ich jedoch auf die Analyse mit *ANOVA Post-hoc* Tests verzichtet, da diese auf *t-Tests (t-Statistik)* beruhen, die im Gegensatz zur *F-Statistik* ungeeignet für nicht-normalverteilte Daten sind.

Bei der Berechnung der Signifikanz in den *ANOVA/MANOVA* Tests wurden die Daten mit Hilfe des *Mauchly Tests* auf Sphärizität geprüft. War das Signifikanzniveau > 0.05 wurde Sphärizität angenommen, lag es < 0.05 wurden die Ergebnisse mittels *Greenhouse-Geisser* sowie *Huynh-Feldt* korrigiert und das mittlere Signifikanzniveau verwendet.

Für die Grafiken und die statistische Auswertung der Ergebnisse mit einem *Mann-Whitney U-Test* und *Wilcoxon Signed Rank-Test* habe ich das Computer Programm

¹² Statistikabteilung, MPI für Psychiatrie, Kraepelinstr. 2-10, 80804 München

Graphpad Prism für Windows, Version 3.03 und Version 4.01, Graphpad Software Inc., San Diego, Ca 92121 USA genutzt.

Für die statistische Auswertung mit einer *ANOVA/MANOVA* wurde das Computerprogramm *SPSS* für Windows, Release 11.0.1 (15.11.01) *SPSS Inc. Headquarters, Chicago Illinois 60606 USA*, verwendet.

Darstellung der Daten

Die meisten Daten wurden mit Hilfe eines *box plot* dargestellt. Der Balken in dem Kasten kennzeichnet den Median. Die untere Grenze des Kastens kennzeichnet das 1. Quartil, die obere das 3. Quartil. Die Enden der senkrecht nach oben und unten weisenden Balken kennzeichnen den höchsten und den niedrigsten Wert.

Einige Daten wurden im Zeitverlauf dargestellt. Ein Datenpunkt stellt den Mittelwert, die Balken den Standardfehler (SEM) dar. Die einzelnen Werte der Mäuse werden im Anhang aufgelistet.

Meistens wurde die **relative** Inspektionsdauer ($A/A+B$ oder $A/A+B+C$) errechnet. Sie gibt das Verhältnis der Inspektionsdauer an einem Reaktionsgefäß zu der Gesamtinspektionsdauer an allen Reaktionsgefäßen an. Nur die relative Inspektionsdauer spiegelt die Präferenz einer einzelnen Maus wider. Die Werte der einzelnen Mäuse lassen sich so optimal vergleichen. Die **absolute** Inspektionsdauer kann von Maus zu Maus individuell stark variieren, womit sich die Varianz der Gruppe erhöht. Sie wurde in den Präferenztests nur als Referenz für das generelle Explorationsverhalten der Mäuse im Anhang dargestellt.

Zusammenfassung von Daten

Die Daten der Gedächtnistests G1 und G4 sowie die Daten der *wt*-Mäuse der Gedächtnistests G2 und G3 wurden in einer abschließenden Auswertung zusammengefasst, um einen größeren Stichprobenumfang zu erreichen. Das ist laut Hechenbichler¹² zulässig, da die Ergebnisse jedes einzelnen Tests gleich ausgefallen sind und auf Grund der genetischen Ähnlichkeit der zusammengefassten Mausstämme kein Effekt durch die beiden Mausstämme zu erwarten ist (Faktor Herkunft). Die Tests fanden zudem relativ gleich verteilt über das Jahr statt; nämlich im Frühjahr, Sommer, Herbst und frühen Winter, so dass sich etwaige jahreszeitliche Effekte ausgleichen sollten. Die 1 h und 3 h Werte wurden zusammengefasst, weil der Vergleich beider Datensätze keinen signifikanten Unterschied ergab (siehe Bild 7.6, S. 87).

Detailanalysen der 60 s-Intervalle

Nach Zusammenstellung der Ergebnisse aller Tests wurde für den zeitlichen Verlauf der Inspektionsdauer von unbekanntem und bekanntem Duftstoff in der Testphase (5 min) eine zusätzliche Varianzanalyse in fünf 60 s Intervallen durchgeführt. Sie diente der Detektion des für das Ergebnis verantwortlichen Intervalls. Wurde ein Unterschied zwi-

schen den beiden Verläufen über den gesamten Zeitraum gefunden, wurden die letzten vier Intervalle separat in einer Varianzanalyse untersucht. Wurde in diesen kein Effekt mehr gefunden, wurde daraus geschlossen, dass der gefundene Effekt nur auf das erste Zeitintervall zurückzuführen war (Hechenbichler¹²).

3 Ergebnisse

3.1 Testentwicklung

Eine Übersicht über die im Laufe der Testentwicklung durchgeführten Tests ergibt sich aus Bild 3.1. In der Grafik werden zwei Phasen illustriert:

- (1) die Testentwicklung, in der die Bedingungen der Tests verändert wurden (E 1-7), einschließlich Präferenztests (P 1-2), die Aufschluss über die geeigneten Duftstoffpaare geben sollten.
- (2) die Testanwendung (G 1-4).

In den grau unterlegten Rechtecken sind die Testnummern angegeben. Darunter sind im Pfeil die jeweiligen Testbedingungen beschrieben. Der Wechsel zwischen zwei Pfeilen dokumentiert den Wechsel der Versuchsbedingungen. Ab Test P1 wurden keine Veränderungen der Testbedingungen mehr vorgenommen (siehe auch Liste aller Test in Tabelle 7.31, S. 116 im Anhang).

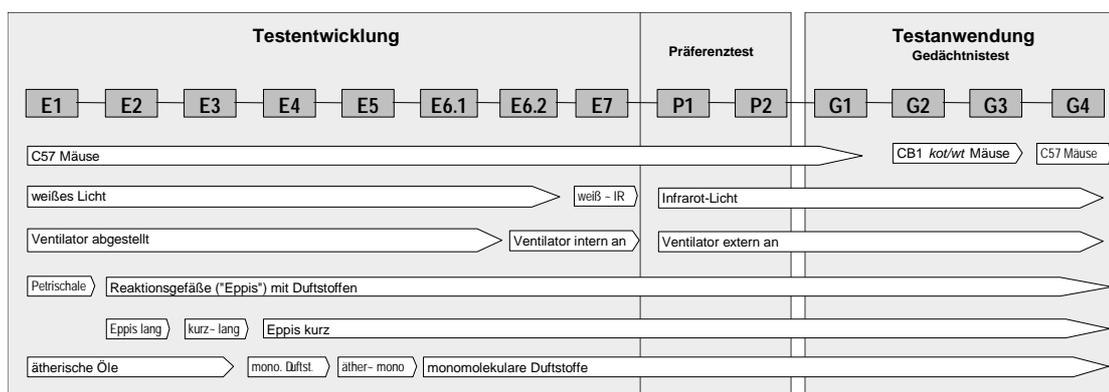


Bild 3.1: Übersicht der Testentwicklung

Übersicht der sukzessiven Weiterentwicklung des Testaufbaus. In den grau unterlegten Rechtecken sind die Testnummern verzeichnet, darunter in den Pfeilen die Testbedingungen zum Zeitpunkt des Tests. Endet ein Pfeil, so haben sich die Testbedingungen geändert. IR = Infrarot, „Eppi“ = 1,5 ml Reaktionsgefäß.

3.1.1 Definitiver Testaufbau und -ablauf

Für das leichtere Verständnis der nachfolgenden Kapitel wird vorab der definitive **Testaufbau** und **-ablauf** beschrieben, wie er ab dem Präferenztest (P1) Gültigkeit hatte. Die Entwicklung bis zu diesen Testbedingungen wird gesondert in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben, und es wird dort auf die Abweichung von den hier beschriebenen Bedingungen hingewiesen.

Testaufbau

Alle Tests wurden in der Aktivitätsphase (Dunkelphase) der Versuchstiere durchgeführt. Zur Beleuchtung des Raumes während der Tests wurden rote Deckenlampen und eine mit Rotlicht bestückte Schreibtischlampe eingeschaltet. Links neben der Testkammer (Bild 3.2) stand ein Fernsehbildschirm und ein Videorecorder.

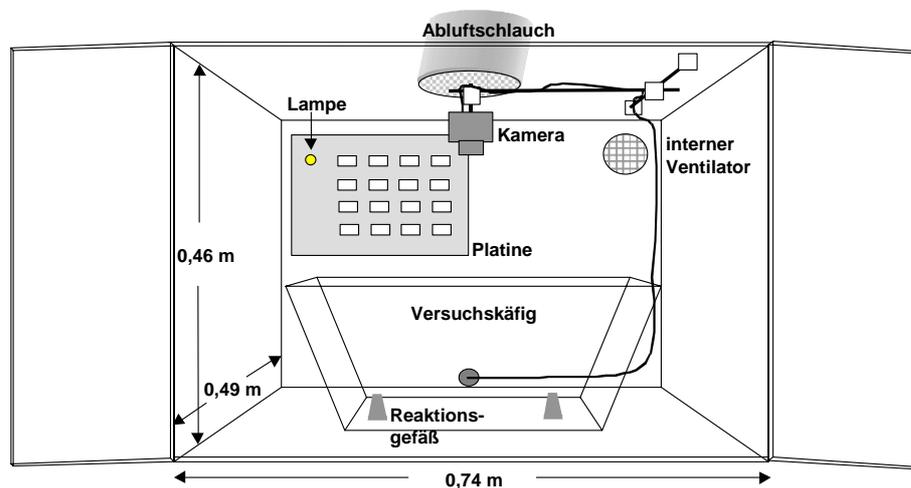


Bild 3.2: Ausstattung der Testkammer
Innenausstattung einer Testkammer ab dem Präferenztest (P1).

Die Wände der Testkammer waren mit ca. 2 cm starken Styroporplatten isoliert. Die Flügeltüren öffneten nach außen. An der Rückwand befand sich links oben eine 14 x 27 cm große Platine mit Steckern und einer Glühlampe und rechts oben ein Ventilator. Beide Anbauten waren nicht eingeschaltet.

An die Testkammerdecke wurde eine dreidimensional verschiebbare Kamerahalterung mit Kamera und Gehäuse¹³ montiert. Die Kamera erfasste den mittig auf dem Boden stehenden Versuchskäfig total. Die Kabel wurden über ein an der Rückwand liegendes Loch nach außen geführt. Zusätzlich wurde sie mit einem externen Ventilator der Firma *OBI*¹⁴ ausgestattet. Ein dafür mittig in die Decke gefrästes ca. 11 cm rundes Loch wurde mit einem weißen Plastikgitter von innen verschlossen. Ein flexibler Entlüftungsschlauch führte von der Decke der Kammer zu dem etwa drei Meter entfernten, an der Wand unter der zentralen Klimaanlage hängenden Ventilator. Auf dem Boden der Testkammer wurden Plexiglasstreifen für die fixe Position der Versuchskäfige angebracht.

¹³ Kamera-Modul s/w, Modellnummer: S386(3.7)-C mit Infrarotlicht und passendes Gehäuse, Modellnummer: cCam; Conrad Elektronik, München

¹⁴ Badentlüfter Fa. Marley, Förderleistung 130 m³/h

Testablauf

- Vorbehandlung der Mäuse

Vor den Tests wurden die Mäuse mindestens zwei Wochen in dem unter Kapitel 2.1 (S. 8) beschriebenen Raum an die Testumgebung und an den inversen Lichtrhythmus gewöhnt. Außerdem wurden die Mäuse fünf Tage lang an die Anwesenheit der Experimentatorin und an das allgemeine *handling* habituiert. Dazu wurden sie ca. 5 min lang gewogen und zwischen Waage und Heimkäfig am Schwanz 10 – 20 mal hin und hergetragen. Waage und Heimkäfig standen nebeneinander. Das Gewicht wurde notiert.

- Habituation an die Testkammer

Jede Maus wurde einen Tag vor ihrem Teststart 30 min lang an die Testkammer habituiert. Die Mäuse wurden in den Testkammern in gereinigte und mit unbedufteten 1,5 ml Reaktionsgefäßen¹⁵ ausgestattete Versuchskäfige gesetzt. Die Türen der Testkammern wurden geschlossen und die Mäuse wurden über den Fernschirmschirm beobachtet. Sprang eine Maus aus dem Versuchskäfig heraus, wurde sie am Schwanz zurückgesetzt. Nach Ablauf von 15 min wurden die Spitzen der Reaktionsgefäße ca. 7 mm lang abgeschnitten und die Mäuse weitere 15 min über den Fernschirmschirm beobachtet. Danach wurden die Mäuse in das Tierregal zurückgesetzt.

- Präferenztest und Testanwendungen

Alle Tätigkeiten wurden mit Latexhandschuhen ausgeführt um zu vermeiden, dass humane Geruchsinformationen auf den Versuchsobjekten haften blieben. Allein die Mäuse wurden ohne Handschuhe angefasst, weil sie so besser greifbar waren. Zu Beginn eines jeden Testtages wurden die benötigten Duftstoffe mit Diethylphthalat verdünnt und in verschraubbaren 15 ml Plastikgefäßen aufbewahrt. Eine vorbereitete Petrischale enthielt eine für den Testtag ausreichende Anzahl von 4 mm runden, mit einem Bürolocher ausgestanzte Filterpapiere¹⁶.

In einem gegenüberliegenden Labor wurden die Versuchskäfige vorbereitet. Kurz vor jedem Lauf¹⁷ wurden 2 µl der im Protokoll bestimmten Duftstoffverdünnung auf die Filterpapiere pipettiert. Diese wurden vorher in den Deckel eines 1,5 ml Reaktionsgefäßes gelegt. Der Deckel wurde geschlossen und das Reaktionsgefäß mit der Spitze voran von unten durch ein Loch im Boden eines gereinigten Versuchskäfigs gedrückt. Der Versuchskäfig wurde in den Testraum getragen und so in die Testkammer gestellt, dass die lange Seite des Versuchskäfigs in Richtung Rückwand wies. Die Reaktionsgefäße wurden mit den Orientierungen rechts, links und ggf. Mitte vom Betrachter aus bezeichnet (siehe auch Bild 3.2, S. 13 und Bild 3.3, S. 16).

¹⁵ Reaktionsgefäße sind konisch zulaufende Plastikbehälter mit Deckel, die z.B. in der Molekularbiologie für Reagenzien verwendet werden.

¹⁶ Satorius, mittelschnell filtrierend nach DIN 53137.

¹⁷ Ein Lauf ist der 5 minütige Test einer Maus.

Kurz vor Beginn des ersten Laufs wurde eine Videoaufnahme gestartet. Vor jedem Lauf wurden testrelevante Daten wie Testnummer, Mausnummer, Datum und Testzeit auf Band aufgezeichnet. Die zu startende Maus wurde im offenen Heimkäfig zur Testkammer getragen, am Schwanz heraus gehoben und in die Mitte des Versuchskäfigs gesetzt. Sodann wurden die Flügeltüren der Testkammer geschlossen und die Uhr auf fünf Minuten eingestellt.

Währenddessen wurde ein Versuchskäfig mit heißem Wasser vorgespült, mit geruchsneutralem Universalreiniger¹⁸ und einem („gelb/grünen“) Topfschwamm ausgerieben, gründlich mit heißem Wasser nachgespült und nach Abtropfen mit Zellstoff getrocknet.

Kurz nach Ablauf der ersten fünf Minuten (**Eingewöhnungsphase**) wurden die Flügeltüren der Testkammer geöffnet und die Spitzen der Reaktionsgefäße mit einer Rosenschere ca. 7 mm lang abgeschnitten. Der Duftstoff konnte nunmehr in den Raum verdampfen. Nach Verschließen der Flügeltüren wurde die Maus solange über den Fernsehbildschirm beobachtet, bis sie sich das erste Mal mit der Schnauze direkt an dem Reaktionsgefäß befand. Dies war der Startzeitpunkt für weitere fünf Minuten, dem eigentlichen Versuchszeitraum (**Lern- oder Testphase**).

Währenddessen wurde ein gereinigter Versuchskäfig für den nachfolgenden Versuch mit Reaktionsgefäßen bestückt. Nach Ablauf der fünf Minuten wurden die Flügeltüren der Testkammer weit geöffnet, die Maus mitsamt Versuchskäfig entfernt, am Schwanz in ihren Heimkäfig zurückgesetzt und in das Tierregal zurückgestellt. Nach ca. zwei Minuten, in denen die Testkammer lüften konnte, begann das Prozedere für die nachfolgende Maus von vorne. Ich hielt mich, außer für die o.g. Tätigkeiten im Testraum, immer außerhalb dieses Raumes auf.

- Datenauswertung

Sämtliche Versuche wurden auf VHS Video aufgenommen und in der Regel drei bis vier Tage später mit Hilfe eines Ereigniskodierungsprogramms¹⁹ manuell ausgewertet. Die Lern- oder Testphase begann, sobald die Maus sich das erste Mal mit der Schnauze an einem abgeschnittenen Reaktionsgefäß befand. In den 5 min wurden nur solche Inspektionen gewertet, bei denen sich die Maus direkt mit der Schnauze an dem Reaktionsgefäß befand. Es wurden die Dauer und die Anzahl der Inspektionen pro Reaktionsgefäß erfasst. Die Daten der Lern- oder Testphase wurden in fünf 60 s-Intervallen und in einem 180 s Intervall (0 - 180 s) mit dem Programm Excel weiterverarbeitet und nach Individuen, Mäusegruppen, Testbedingungen und Duftstoffen gruppiert. Hauptauswertzeitraum waren die ersten 180 s einer Lern- oder Testphase.

¹⁸ hepta, flüssige Schmierseife, H. Hahner GmbH & Co, 72250 Freudenstadt

¹⁹ EVENTLOG Event Recorder, Version 1.0, Oktober 1986, von Robert Henderson

3.1.2 Versuchskäfig

Der Versuchskäfig sollte tragbar und einfach zu reinigen sein. Ein Polycarbonatkäfig (*Macrolon* Typ III) mit einer Bodenfläche von 38 cm x 21 cm und einer Höhe von 19 cm schien ideal. Dieser Käfigtyp wird in fast allen Labors für die Haltung von Ratten und Mäusen verwendet. Er ist leicht verfügbar und die Tiere sind mit dem Material vertraut.

In den Boden der Versuchskäfige wurden zwei oder drei Löcher gebohrt, die sich jeweils mittig ca. 5 cm von der Wand entfernt befanden. In diese wurden von unten die Reaktionsgefäße gesteckt (Bild 3.3).

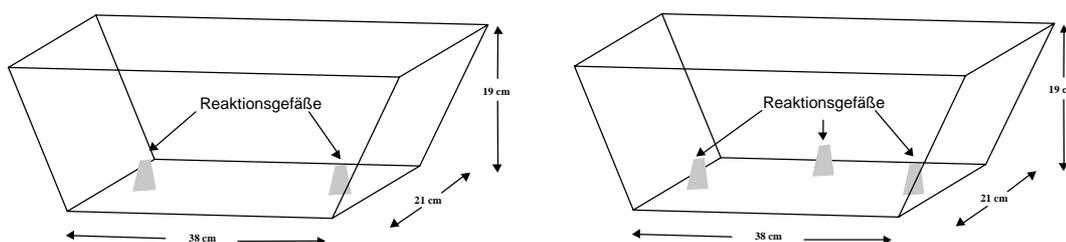


Bild 3.3: Versuchskäfige mit zwei bzw. drei Reaktionsgefäßen

3.1.3 Behandlung der Versuchstiere

Ab Test E2 wurden die Versuchstiere einen Tag vor dem Teststart an die Testbedingungen gewöhnt. Sie saßen 30 min lang in dem mit leeren Reaktionsgefäßen bestückten Versuchskäfig, der in der Testkammer stand. Ab Test P1 wurden die Reaktionsgefäße nach 15 min um 7 mm gekürzt. Ab Test E4 wurden die Versuchstiere an drei Tagen vor ihrer Habituation an die Testkammer im Heimkäfig eingefangen, am Schwanz zur Waage getragen und gewogen. Das wurde ca. 10 - 20 mal wiederholt und dauerte ca. fünf Minuten. Waage und Heimkäfig befanden sich auf einer Arbeitsplatte nebeneinander. Ab Test E6 wurden die Versuchstiere an fünf Tagen vor der Habituation an die Testkammer gewogen (siehe auch Tabelle Tabelle 7.31, S. 116).

3.1.4 Gefäße zur Präsentation der Duftstoffe

Zu Beginn der Testentwicklung (E1) wurden mittig in jede Hälfte des Versuchskäfigs 60 mm große offene Petrischalen (Merck) gestellt und mit rundem 55 mm großen Filterpapier²⁰ ausgelegt. Darauf wurden die Duftstoffe pipettiert. Es zeigte sich, dass die Tiere die Petrischalen verschieben konnten und mit den Pfoten auf das Filterpapier traten. Dadurch hatten sie den Duftstoff vermutlich an den Pfoten. Um eine feste Position der bedufteten Objekte sicherzustellen und eine Kontamination des Versuchstieres mit den Duftstoffen auszuschließen, verwendete ich ab Test E2 nur noch 1,5 ml Reaktionsgefäße (Merck). Diese steckte ich in passend gebohrte Löcher mit der Spitze voran von unten durch den Boden des Versuchskäfigs. Die zwei Bodenlöcher befanden sich für die

²⁰ Satorius, mittelschnell filtrierend nach DIN 53137

Gedächtnistests an den schmalen Seiten ca. 5 cm von der Wand entfernt (Bild 3.3 links, S.16), für den Präferenztest befand sich ein weiteres Loch an der langen Seite (Bild 3.3 rechts, S.16). In die Deckel der Reaktionsgefäße konnte ein mit Duftstoff versetztes rundes 4 mm großes Filterpapier²⁰ gelegt werden. Jedes Reaktionsgefäß wurde nur einmal verwendet.

3.1.5 Länge der Reaktionsgefäße

Im Test E3 wurde untersucht, ob die Restlänge des Reaktionsgefäßes (nach dem Abknipsen der Spitze) einen Einfluss auf die Inspektionsdauer hatte. Es wurden drei Reaktionsgefäße eingesetzt. Zwei der Reaktionsgefäße enthielten den gleichen Duftstoff und das dritte Reaktionsgefäß blieb unbeduftet. Sechs verschiedene ätherische Öle²¹ wurden verwendet. Am Tag vor dem Test wurden jeweils 1 μ l ätherisches Öl auf ein 4 mm rundes Filterpapier pipettiert, dieses konnte 24 h ausdampfen. Die Position des unbedufteten Reaktionsgefäßes im Testkäfig wurde bei jedem nachfolgenden Lauf um eine Position nach rechts verschoben; befand es sich ganz rechts, wurde es das nächste mal ganz links eingesetzt. Das beduftete Reaktionsgefäß, welches um ca. 7 mm gekürzt wurde, befand sich abwechselnd links oder rechts von dem Reaktionsgefäß, das um ca. 3 mm gekürzt wurde. Mit Hilfe dieser Versuchsanordnung sollten mögliche Seitenpräferenzen der Mäuse ausgeschlossen werden²². Das unbeduftete Reaktionsgefäß wurde um ca. 3 mm gekürzt. Zehn testerfahrene²³ männliche C57 Mäuse wurden eingesetzt. Keine der Mäuse kannte den Duftstoff, den es präsentiert bekam. Nach einer fünfminütigen Eingewöhnungszeit wurden die Spitzen der Reaktionsgefäße abgeschnitten (Versuchsprotokoll im Anhang Tabelle 7.3, S. 70). Abweichend von dem definitiven Versuchsablauf (Kapitel 3.1.1, S. 12) wurden die Tiere vor Testbeginn nicht gewogen und während der Habituation die Reaktionsgefäße nicht gekürzt. Es wurde weißes Licht und kein Ventilator in der Testkammer eingeschaltet (siehe Liste aller Test in Tabelle 7.31, S. 116 im Anhang).

Es wurde die relative²⁴ Inspektionsdauer an den drei Reaktionsgefäßen ermittelt.

²¹ Pfefferminzöl, haltbar bis 05/2003; Eukalyptusöl, haltbar bis 02/2002; Latschenkieferöl, haltbar bis 05/2002; Zitronenöl, haltbar bis 05/2002; alles Krankenhausapotheke Schwabinger Krankenhaus München; Melissenöl, CH.B.Nr: 51001114BAO90451, Taoasis GmbH, 32657 Lemgo; Thymianöl, CH.B.Nr: 05154490, Caesa & Loret GmbH, 40721 Hilden.

²² Dieser Wechsel der Reaktionsgefäßpositionen wurde in allen folgenden Tests mit drei Reaktionsgefäßen beibehalten und wird dort als „rotierten“ von Reaktionsgefäßen beschrieben.

²³ Eine Liste mit Versuchsnummern und Testabfolge ist im Anhang unter Tabelle 7.31 S. 116 zu finden.

²⁴ Die relative Inspektionsdauer errechnet sich aus dem Verhältnis der Inspektionsdauer an einem Reaktionsgefäß zu der Gesamtinspektionsdauer an allen Reaktionsgefäßen.

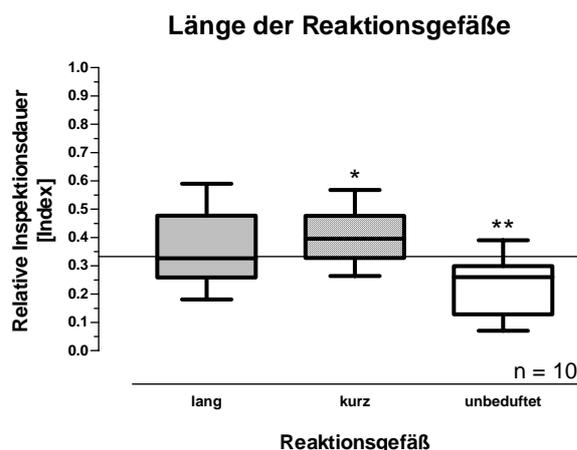


Bild 3.4: Einfluss der Länge der Reaktionsgefäße im Test E3

Die horizontal aufgetragene Linie bezeichnete die bei zufälliger Verteilung zu erwartende Inspektionsdauer an jedem Reaktionsgefäß (0.33 oder 33%). War der Medianwert > 0.33 wurde das entsprechende Reaktionsgefäß länger exploriert. Die Bezeichnung "lang" beschreibt das um ca. 3 mm gekürzte Reaktionsgefäß, "kurz" das um ca. 7 mm gekürzte Reaktionsgefäß und "unbeduftet" das ohne ätherisches Öl eingesetzte Reaktionsgefäß, das um ca. 3 mm gekürzt wurde. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, jeweils gegen den Index 0.33 geprüft.

An dem kurzen Reaktionsgefäß war die Abweichung von der Zufallsverteilung (0.33), signifikant erhöht (*Wilcoxon Signed Rank Test*: $W = 33$, $n = 10$, $p = 0.027$), und an dem unbedufteten Reaktionsgefäß signifikant erniedrigt ($W = -49$, $n = 10$, $p = 0.005$). An dem langen Reaktionsgefäß war keine statistisch nachweisbare Abweichung von der Zufallsverteilung zu messen ($W = 10$, $n = 10$, $p = n.s.$).

Alle nachfolgenden Testreihen wurden daraufhin nur noch mit um ca. 7 mm gekürzten Reaktionsgefäßen durchgeführt.

3.1.6 Duftstofftyp

In der Literatur findet man diverse Duftstoffe die für **belohntes** Geruchslernen bei *Rodentia* verwendet wurden. So zum Beispiel *Futter- oder Lebensmittel, ätherische Öle, künstliche Aromastoffe*, aber auch *monomolekulare Duftstoffe* (Carlson & Vallante 1974; Youngentob et al. 1990; Youngentob et al. 1991; Tabuchi et al. 1991; Lu et al. 1993; Staubli et al. 1995; Kay et al. 1996; Deiss & Baudoin 1997; Doty et al. 1998; Michalick et al. 2000b; Forestell et al. 2001; Wiltrout et al. 2003). Für **nicht belohntes** Habituationlernen wurden monomolekulare Duftstoffe eingesetzt (Linster & Hasselmo 1999; Fletcher & Wilson 2002).

Zu Beginn der Testentwicklung verwendete ich ätherische Öle. Es waren Pfefferminzöl, Eukalyptusöl, Lavendelöl, Bergamottöl, Latschenkieferöl, Melissenöl, Thymianöl und Zitronenöl. Ätherische Öle bestehen aus einer Vielzahl unterschiedlicher Inhaltsstoffe in unterschiedlichen Konzentrationen. Diese können je nach Anbaugbiet, klimatischen Bedingungen, Alter, Erntezeitpunkt (Ahmed et al. 1994; Ahmed et al. 2001; Carrubba et al. 2002), Aufbereitung (Pfannkuche 2000, z.B. S. 52 Pfefferminzöl), oder Frische (Tava 2002) in ihrer Zusammensetzung und Konzentration variieren. Auf Grund der

unterschiedlichen Dampfdruckeigenschaften der Inhaltsstoffe können ätherische Öle bei verschiedenen Temperaturen oder Luftdruck zu unterschiedlichen Zeiten verdampfen. Daher kann bei Verwendung von ätherischen Ölen nicht sichergestellt werden, dass die Versuchstiere in unterschiedlichen Phasen innerhalb eines Tests und zwischen verschiedenen Tests dieselbe Geruchsqualität erhalten.

Da es bei ätherischen Ölen unmöglich war, die verschiedenen Einflussgrößen zu erkennen, zu messen oder zu kontrollieren, um einen standardisierten Versuchsablauf zu ermöglichen, zog ich monomolekulare Duftstoffe in Erwägung. Sie bestehen aus nur einem Duftstoffmolekül. Ihre Zusammensetzung kann sich durch differenzielle Verdampfung nicht ändern. Verdünnt man die monomolekularen Duftstoffe, wird sich eventuell bei unterschiedlichen Verdampfungseigenschaften des Duftstoffes und seines Verdünnungsmittels eine Konzentrationsverschiebung einstellen.

Bei den Tests kam es entscheidend darauf an, dass die Mäuse die Duftstoffe belohnungsfrei akzeptieren und explorieren. Im Test E5 prüfte ich, ob zur Verfügung stehende ätherische Öle oder monomolekulare Duftstoffe insgesamt unterschiedlich lang exploriert werden. Der Test wurde mit drei Reaktionsgefäßen durchgeführt. Ein Gefäß wurde mit einem monomolekularen Duftstoff bestückt, ein weiteres mit einem ätherischen Öl und das dritte blieb leer. Am Tag vor dem Test wurde $1\mu\text{l}$ ätherisches Öl auf ein 4 mm rundes Filterpapier pipettiert und 24 h ausgedampft. Sechs verschiedene ätherische Öle²⁵ wurden verwendet. Acht verschiedene monomolekulare Duftstoffe²⁶ wurden am Tag des Tests in Konzentration 1 und Konzentration 2 (Tabelle 3.2, S. 22) mit Diethylphthalat angesetzt. Kurz vor dem jeweiligen Lauf wurden davon $2\mu\text{l}$ auf ein Filterpapier pipettiert. Die Position der Reaktionsgefäße rotierte, um mögliche Seitenpräferenzen auszuschließen.

Es wurden zwei Gruppen mit jeweils sechs testerfahrenen²⁷ männlichen C57 Mäusen eingesetzt. Eine Gruppe bekam die höhere Konzentration 1, die andere die niedrigere Konzentration 2 präsentiert. Keine der Mäuse war mit dem monomolekularen Duftstoff oder dem ätherischen Öl, mit dem sie getestet wurde, vertraut. Nach einer fünfminütigen Eingewöhnungszeit wurden die Spitzen der Reaktionsgefäße abgeschnitten (Testprotokoll im Anhang Tabelle 7.5, S. 71). Abweichend von dem definitiven Versuchsablauf (Kapitel 3.1.1, S. 12), war das weiße Licht in der Testkammer an und es wurde kein Ventilator eingeschaltet (siehe Anhang Tabelle 7.31, S. 116).

²⁵ Pfefferminzöl, Eukalyptusöl, Latschenkieferöl, Zitronenöl, Melissenöl, Thymianöl (siehe auch ²¹).

²⁶ (-)-Carvon, Isoamlyacetat, Anethol, Amylpropionat, Cineol, Allylcapronat, Eugenol und Linalool.

²⁷ Eine Liste mit Versuchsnummern und Testabfolge ist im Anhang unter Tabelle 7.31 S. 116 zu finden.

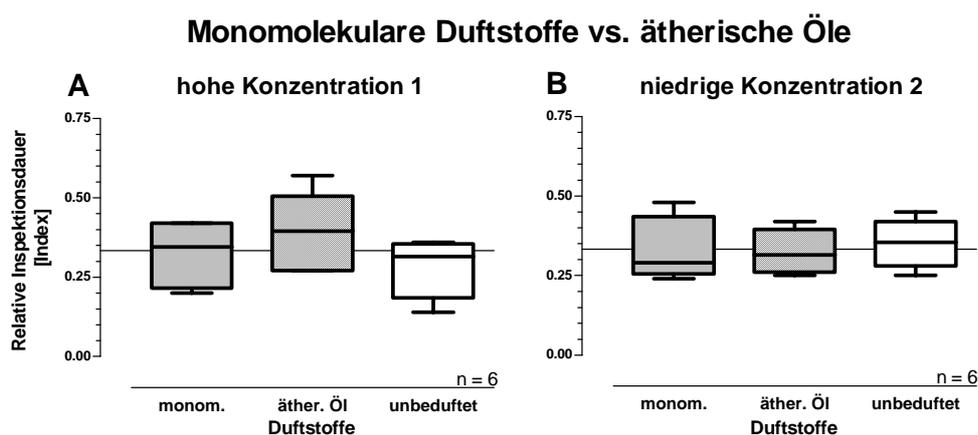


Bild 3.5: Test auf etwaige Bevorzungen monomolekularer Duftstoffe, versus ätherische Öle (Test E5)
 Es sollte ermittelt werden, ob Mäuse ätherische Öle oder monomolekulare Duftstoffe bevorzugen. Zwei verschiedene Konzentrationen von monomolekularen Duftstoffen wurden eingesetzt. War der Medianwert > 0.33 wurde das entsprechende Reaktionsgefäß länger exploriert. Mit "monom." wird der monomolekulare Duftstoff, mit "äther. Öl" das ätherische Öl abgekürzt.

Die Abweichungen der relativen Inspektionsdauer von der Zufallsverteilung (33%), waren nicht signifikant. **(A) Monomolekulare Duftstoffe** (*Wilcoxon Signed Rank Test*: $W = -3$, $n = 10$, $p = \text{n.s.}$), **ätherische Öle** ($W = 11$, $n = 10$, $p = \text{n.s.}$) **unbeduftetes Reaktionsgefäß** ($W = -9$, $n = 10$, $p = \text{n.s.}$). **(B). Monomolekulare Duftstoffe** ($W = -5$, $n = 10$, $p = \text{n.s.}$), **ätherische Öle** ($W = -3$, $n = 10$, $p = \text{n.s.}$) **unbeduftetes Reaktionsgefäß** ($W = 7$, $n = 10$, $p = \text{n.s.}$).

Obwohl monomolekulare Duftstoffe und ätherische Öle gleich gut exploriert wurden, habe ich wegen der grundsätzlich besser kontrollierbaren Zusammensetzung der monomolekularen Duftstoffe nur noch diese verwendet.

Verwendete monomolekulare Duftstoffe

Für die in dieser Arbeit vorgestellten Tests wurden die in Tabelle 3.1 aufgeführten monomolekularen Duftstoffe verwendet (Strukturformeln Bild 7.1, S. 72).

Tabelle 3.1: Chemische Eigenschaften der verwendeten monomolekularen Duftstoffe

Name	Geruch	Summenformel	Siedepunkt [°C]	Molare Masse [g/mol]	Lieferant
Diethylphthalat	geruchlos	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	296-298	222,24	Merck Eurolab GmbH Fraunhoferstr. 7 85737 Ismaning
(R)-(-)-Carvon	Spearmint	C ₁₀ H ₁₄ O	230-231	150,22	
Linalool	Maiglöckchen	C ₁₀ H ₁₈ O	198-200	154,25	
Anethol	Anis	C ₁₀ H ₁₂ O	235-237	148,21	
Eugenol	Nelke	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	255	164,20	
1,8-Cineol	Eukalyptus	C ₁₀ H ₁₈ O	174-177	154,30	
Isoamylacetat	Banane	C ₇ H ₁₄ O ₂	141	130,19	Sigma-Aldrich Eschenstr. 5 82024 Taufkirchen
Allylcapronat	Intensiv süßlich	C ₉ H ₁₆ O ₂	187	156,22	Grau Aromatics GmbH & Co. KG Postfach 1368 73503 Schwäbisch Gmünd
Amylpropionat	frisch-fruchtig	C ₈ H ₁₆ O ₂	168	144,21	

3.1.7 Duftstoffkonzentration

Je nach Testart und Fragestellung wurden bislang mehr oder minder niedrige oder hohe Duftstoffkonzentrationen verwendet (Walker & O'Connell 1986; Tabuchi et al. 1991; Berger-Sweeney et al. 1998; Doty et al. 1998; Bodyak & Slotnick 1999; Mihalick et al. 2000a; Hubener & Laska 2001; Schellinck et al. 2001). Die Tiere wurden in diesen Tests in der Regel futter- oder wasserdepriviert und erhielten bei richtiger Duftstoffwahl eine Futter- oder Wasserbelohnung. Es konnte in einer Studie an Mäusen gezeigt werden, dass in einer Trainingsphase sowohl futterdeprivierte als auch nicht-futterdeprivierte Mäuse in der Lage sind, eine Duftstoff-Diskriminationsaufgabe zu erlernen. Allerdings zeigten nur die zu dem Zeitpunkt der **Testphase** futterdeprivierten Mäuse eine Präferenz für den vorher mit Futter gepaarten Duftstoff (Forestell et al. 2001).

Ich bemühte mich, die Konzentration der monomolekularen Duftstoffe so zu wählen, dass sie von den Tieren wahrgenommen wurde, ohne aber aversiv zu wirken. Aus diesem Grund führte ich die Tests mit zwei bedufteten Reaktionsgefäßen und einem unbedufteten Reaktionsgefäß als Kontrolle durch. Wäre die Inspektionsdauer an den bedufteten Reaktionsgefäßen gleich lang oder länger als an dem unbedufteten Reaktionsgefäß, sollte kein aversiver Stimulus von ihnen ausgehen.

Die monomolekularen Duftstoffe wurden mit Diethylphthalat verdünnt (Tabelle 3.2, S. 22). Eine Liste geeigneter Duftstoffe und die anfängliche Verdünnungsstufe erhielt ich von Fabienne Hübener²⁸ (Hubener & Laska 1998; Laska & Hubener 2001).

Tabelle 3.2: Verdünnungsstufen der in den Tests verwendeten monomolekularen Duftstoffe
Die Duftstoffe wurden jeweils am Tag vor Beginn der Tests mit Diethylphthalat verdünnt und jeweils in einem 15 ml Reaktionsgefäß mit verschlossenem Deckel aufbewahrt.

Duftstoff	Konzentration 1	Konzentration 2
	Verdünnung	Verdünnung
(-)-Carvon (Spearmint)	1:20	1:200
Isoamyl Acetat (Banane)	1:200	1:2000
Anethol (Anis)	1:100	1:1000
Amylpropionat (frisch-fruchtig)	1:400	1:4000
Cineol (Eukalyptus)	1:40	1:400
Allylcapronat (intensiv süßlich)	1:400	1:4000
Eugenol (Gewürznelke)	1:25	1:200
Linalool (Maiglöckchen)	1:10	1:100

Konzentrationstest E4

In diesem ursprünglich als Präferenztest konzipierten Test sollte überprüft werden, ob die Mäuse für einen der Duftstoffe eines Duftstoffpaares eine Präferenz zeigten. Am ersten Tag des auf vier Tage ausgelegten Präferenztests wurde deutlich, dass die Mäuse die Objekte zu kurz explorierten. Der Test wurde daher nach dem ersten Tag abgebrochen. Es wurde jedoch analysiert, ob die bedufteten Reaktionsgefäße mit der Konzentration 1 (Tabelle 3.2, S. 22) länger oder kürzer als die unbedufteten Reaktionsgefäße *exploriert* wurden. Damit sollte abgeschätzt werden, ob die Konzentration 1 aversiv wirkte.

Der Test E4 wurde mit 20 testnaiven männlichen C57 Mäusen durchgeführt. Insgesamt wurden acht Duftstoffe²⁹ in vier festen Paaren getestet. In jedem Lauf wurden zwei unterschiedlich beduftete und ein unbeduftetes Reaktionsgefäß verwendet. Die Position der Reaktionsgefäße rotierte, um mögliche Seitenpräferenzen zu vermeiden. Jede Maus wurde einmal getestet. Jeweils fünf Mäuse erhielten die gleichen Duftstoffpaare, wobei die Position der Duftstoffe innerhalb der Paare bis auf eine Ausnahme unterschiedlich war (Testprotokoll im Anhang Tabelle 7.7, S. 72). Abweichend von dem definitiven Versuchsablauf (Kapitel 3.1.1, S. 12) wurden die Tiere vor Testbeginn an drei Tagen gewogen und während der Habituation die Reaktionsgefäße nicht gekürzt. Das weiße Licht in der Testkammer war an und es wurde kein Ventilator eingeschaltet (siehe Tabelle 7.31, S. 116 im Anhang).

²⁸ Institut für Medizinische Psychologie, Ludwig-Maximilians Universität, Goethestraße 31, 80336 München

²⁹ (-)-Carvon : Isoamlyacetat; Anethol : Amylpropionat; Cineol : Allylcapronat; Eugenol : Linalool

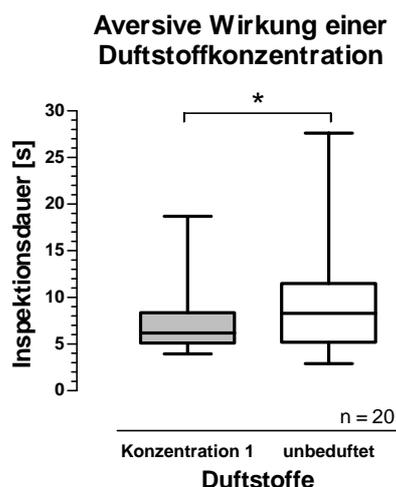


Bild 3.6: Aversive Wirkung der Duftstoffkonzentration 1 im Test E4

Die Inspektionsdauer an den unterschiedlich bedufteten Reaktionsgefäßen wurde für jede Maus zu einem Mittelwert zusammengezogen. * $p < 0.05$.

Die bedufteten Reaktionsgefäße wurden signifikant kürzer als die unbedufteten Reaktionsgefäße *exploriert*. *Wilcoxon Signed Rank Test*: $W = -120$, $n = 20$, $p = 0.026$.

Daraus wurde geschlossen, dass die Duftstoffe in der Konzentration 1 aversiv wirkten und die Mäuse aus diesem Grund die unbedufteten Reaktionsgefäße den bedufteten Reaktionsgefäßen signifikant vorzogen.

Konzentrationstest E5

Im Test E5 wurde zusätzlich zur Konzentration 1 die noch einmal um eine Zehnerpotenz geringere Konzentration 2 (Tabelle 3.2, S. 22) verwendet³⁰.

In diesem Test konnte kein signifikanter Unterschied der relativen Inspektionsdauer zwischen dem unbedufteten Reaktionsgefäß und jeweils den Konzentrationen 1 oder 2 gefunden werden. Auch wichen die relative Inspektionsdauern jeweils nicht signifikant von der Zufallsverteilung ab (Bild 3.5 und Statistik S. 20).

Da jedoch im Test E4 die Konzentration 1 eindeutig aversiv wirkte, verwendete ich künftig nur noch die Konzentration 2. Die Duftstoffe in dieser neuen Konzentration 2 waren von Laborkollegen und mir immer noch eindeutig zu riechen.

Wahrnehmbarkeitstest E6

Da im Test E5 kein signifikanter Unterschied in der Inspektionsdauer zwischen unbedufteten und bedufteten Reaktionsgefäßen gefunden wurde, prüfte ich, ob die Mäuse auch in der Lage waren, die Duftstoffe in der Konzentration 2 (Tabelle 3.2, S. 22) überhaupt wahrzunehmen. Deshalb wurde ein Gedächtnistest mit drei monomolekularen

³⁰ Gleichzeitig wurde überprüft, ob die Mäuse ätherische Öle oder monomolekulare Duftstoffen vorzogen. Unter diesem Aspekt wurde dieser Test mit Ergebnissen schon unter Kapitel 3.1.6 in Bild 3.5, S. 20 vorgestellt.

Duftstoffen³¹ in der Konzentration 2 durchgeführt. Es wurden 20 testnaive männliche C57 Mäuse, 10 ohne Ventilatorbetrieb (E6.1) und 10 mit Ventilatorbetrieb (E6.2) getestet. In der Lernphase wurden den Tieren zwei gleiche Duftstoffe präsentiert. Eine Stunde später, in der Testphase, wurde der bekannte³² plus ein unbekannter Duftstoff angeboten. Im anderen Zusammenhang wurde nach 24 h noch eine zweite Testphase abgeschlossen (siehe 3.1.8, S. 25). Der unbekannte Duftstoff wurde bei der Hälfte der Mäuse auf der rechten, der anderen Hälfte auf der linken Seite präsentiert. Sämtliche möglichen Duftstoffpaarungen wurden dabei eingesetzt (Versuchsprotokoll im Anhang Tabelle 7.9, S. 70). Abweichend von dem definitiven Versuchsablauf (Kapitel 3.1.1, S. 12), wurden während der Habituation die Reaktionsgefäße nicht gekürzt. Die Testkammer war mit weißem Licht beleuchtet.

Sollten die Mäuse in der Lage sein einen bekannten Duftstoff wiederzuerkennen, dann sollten sie in der Testphase relativ mehr Zeit an dem unbekanntem Duftstoff verbringen. Dagegen sollte jede Maus in der Lernphase gleich viel Zeit an jedem der beiden Reaktionsgefäße verbringen.

Es wurde die relative Inspektionsdauer der 300 s an den zwei Reaktionsgefäßen in der Lernphase und in der ersten Testphase (+1 h) ermittelt.

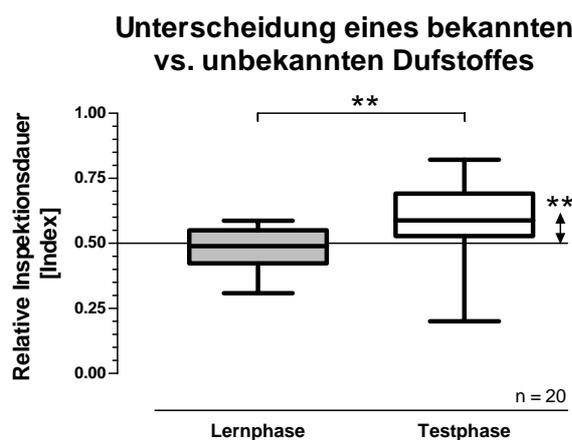


Bild 3.7: Wiedererkennen eines bekannten Duftstoffes in der Testphase von Test E6

In der Lernphase wurden zwei gleiche Duftstoffe geboten, in der Testphase ein Duftstoff aus der Lernphase und ein neuer Duftstoff. War der Medianwert > 0.50 explorierten die Mäuse den unbekanntem Duftstoff länger als den bekannten. ** $p < 0.01$.

In der Lernphase war keine signifikante Abweichung vom Zufallswert 0.50 nachweisbar (*Wilcoxon Signed Rank Test*: $W = -50$, $n = 20$, $p = \text{n.s.}$). Beide Reaktionsgefäße wurden also gleich lang exploriert.

³¹ Anethol, Cineol und (-)-Carvon

³² Zur sprachlichen Vereinfachung wird von „bekanntem“ und „unbekanntem“ Duftstoffen gesprochen, obwohl eben dieser Gedächtnisinhalt bei den Mäusen erst festgestellt werden soll.

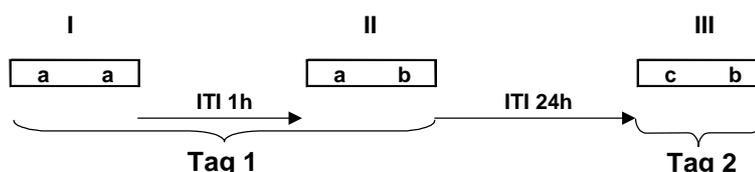
In der Testphase war dagegen eine signifikante Abweichung vom Zufallswert 0.50 nachweisbar ($W = 142$, $n = 20$, $p = 0.0042$). Der unbekannte Duftstoff wurde erwartungsgemäß signifikant länger exploriert als der bekannte Duftstoff.

Die Indexwerte der relativen Inspektionsdauer waren zwischen Lernphase und Testphase signifikant unterschiedlich ($W = -156$, $n = 20$, $p = 0.0038$).

Aus diesen Ergebnissen wurde geschlossen, dass die Tiere in der Lage waren, die Duftstoffe in der Konzentration 2 wahrzunehmen und voneinander zu unterscheiden. Alle weiteren Versuche wurden mit der Duftstoffkonzentration 2 durchgeführt.

3.1.8 Duftstoffanreicherung in der Testkammerluft

An einigen Testtagen roch die Luft in der Testkammer nach einem 10-minütigen Lauf stark nach Urin, Kot sowie Duftstoffen. Die Testkammern wurden bis zum Test E6.1 ohne Ventilator betrieben. Ab Test E6.2 wurde versucht, mit dem Einsatz eines Ventilators eine Luftverbesserung zu erreichen. Der vom Hersteller der Testkammern eingebaute Ventilator, befand sich rechts oben an der Rückwand der Testkammer (Bild 3.2, S. 13). Damit die Luft zentral an der Decke über dem Versuchskäfig abgezogen werden konnte, wurde eine Abzugskonstruktion von der zentralen Position über der Kamera zum Ventilator hin gebaut. Im Test E6.1 und E6.2 wurde untersucht, ob die Gesamtinspektionsdauer durch den Einsatz eines Ventilators erhöht werden kann. In diesem Gedächtnistest (siehe auch 3.1.7, S. 21) wurden über zwei aufeinander folgende Tage 20 testnaive männliche *C57* Mäuse getestet. Den Mäusen wurden am ersten Tag der Testreihe zwei gleiche Duftstoffe (a,a) präsentiert (I) und eine Stunde später der nun bekannte Duftstoff (a) und zusätzlich ein unbekannter Duftstoff (b) (II). Am zweiten Tag, 24 Stunden nach dem ersten Testlauf, wurde der vormals unbekannte Duftstoff (b) aus dem ersten Testlauf und ein neuer (unbekannter) Duftstoff (c) (III) präsentiert.



Bekannte und unbekannte Duftstoffe kamen jeweils gleich häufig auf beiden Seiten vor. Bei der einzelnen Maus stand der unbekannte Duftstoff bei beiden Tests (II und III) nicht auf derselben Seite. Insgesamt wurden drei verschiedene mit Diethylphthalat verdünnte Duftstoffe eingesetzt³³. Es wurde jede mögliche Duftstoffpaarung verwendet (Testprotokoll im Anhang Tabelle 7.9, S. 70).

Die Inspektionsdauer wurde innerhalb von 300 s Testdauer an beiden Reaktionsgefäßen ermittelt.

³³ Cineol, Anethol und (-)-Carvon

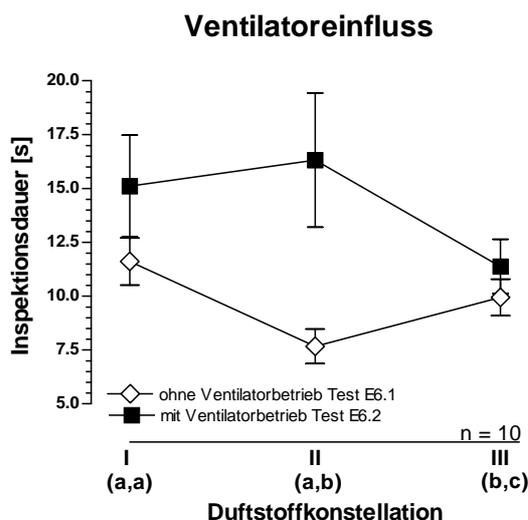


Bild 3.8: Einfluss eines internen Ventilators auf die Inspektionsdauer im Gedächtnistest E6

Es wird der Einfluss des Betriebes eines internen Ventilators auf die Inspektionsdauer bei Mäusen dargestellt. Die Konstellationen der Duftstoffe zu den verschiedenen Testzeitpunkten waren (I) zwei gleiche Duftstoffe (a,a), (II) nach einer Stunde Pause ein bekannter Duftstoff (a) aus Test I plus ein unbekannter Duftstoff (b) und (III) 24 Stunden nach Test II, der vormals unbekannte Duftstoff (b) aus Test II, plus ein unbekannter Duftstoff (c). Die Datenpunkte sind Mittelwerte mit Standardfehler (SEM).

Sowohl die Konstellation der Duftstoffe (I, II, III) als auch der Ventilatorbetrieb (aus/ein) können die Gesamtinspektionsdauer beeinflusst haben. Ebenso kann sich die Duftstoffkonstellation je nach Ventilatorbetrieb (aus/ein) unterschiedlich auswirken (Interaktion). Daher wurde mit einer 2-Weg ANOVA geprüft, ob die Testbedingungen (I, II, III) bzw. die Bedingung Ventilatorbetrieb (aus/ein) einen signifikanten Einfluss auf die Gesamtinspektionsdauer genommen haben.

Die Duftstoffkonstellation (I, II, III) hatte einen tendenziellen Einfluss auf die Gesamtinspektionsdauer ($F_{2,36} = 2.96$, $p = 0.064$, $n = 10$). In Abhängigkeit von der Testaufgabe veränderte sich die Gesamtinspektionsdauer tendenziell.

Ebenso wurde die Gesamtinspektionsdauer tendenziell vom Betrieb des Ventilators beeinflusst ($F_{1,36} = 4.25$, $p = 0.054$, $n = 10$), und zwar mit Ventilator eine tendenziell verlängerte Inspektionsdauer.

Die Inspektionsdauern der Mäuse im Test mit bzw. ohne Ventilator entwickelten sich signifikant unterschiedlich voneinander ($F_{2,36} = 5.59$, $p = 0.008$, $n = 10$). Es kam zu einer Interaktion zwischen Duftstoffkonstellation und Ventilatorbetrieb.

Da wahrscheinlich das Explorationsverhalten der Mäuse unter Testbedingung II für die signifikante Interaktion zwischen den Variablen Testbedingung und Ventilatorbetrieb verantwortlich war, wurde eine weitere statistische Analyse der Testbedingung II vorgenommen.

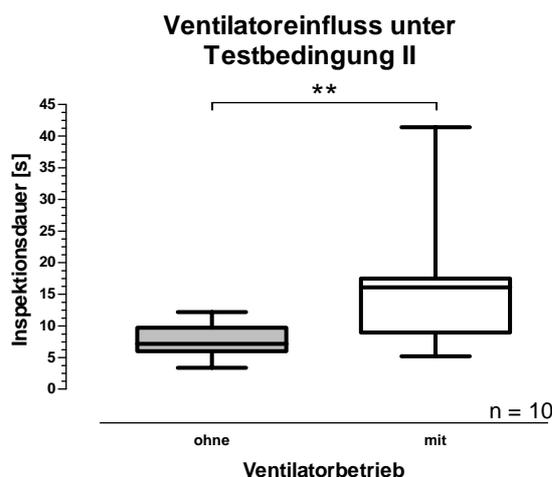


Bild 3.9: Einfluss des Ventilators auf die Inspektionsdauer bei Duftstoffkonstellation II im Gedächtnistest E6

In der Duftstoffkonstellation II wurden den Tieren ein bekannter und ein unbekannter Duftstoff präsentiert. ** $p < 0.01$.

Zum Zeitpunkt der Testbedingung II, *explorierten* die Mäuse den Duftstoff mit Ventilatorbetrieb signifikant länger als ohne Ventilatorbetrieb (*Mann-Whitney U-Test*: $n_1 = n_2 = 10$; $U = 15.5$, $p = 0.007$).

Am Testtag ohne Ventilatoreinsatz hatte ich den Eindruck, dass bereits vor den Läufen die Luft in dem Tierhaltungs- und Testraum stärker geruchsbelastet war als üblich. Dieses schien am Testtag mit Ventilatorbetrieb nicht der Fall gewesen zu sein.

Auf Grund der Ergebnisse wurde für nachfolgende Tests der Ventilator eingeschaltet. Erst nach dem Test E7 wurde festgestellt, dass der verwendete interne Ventilator Außenluft in die Testkammer und nicht Testkammerluft nach außen transportierte. Dies führte zwar auch zu einem Luftaustausch in der Testkammer, war aber keine optimale Lösung. Zudem war der interne Ventilator nicht zentral in der Testkammer lokalisiert, so dass die optischen oder akustischen Signale des sichtbaren und hörbaren Ventilators eine Seitenpräferenz der Mäuse herbeiführen könnten. Aus diesen Gründen wurde ab Test P1 ein externer Ventilator in der Testkammer installiert. Direkt über der Kamera und damit zentral in die Decke, wurde eine 11 cm große Anschlussöffnung für die Aufnahme des drei Meter langen Abluftschlauches gebohrt. Das Loch wurde von innen mit einem weißen Plastikgitter verschlossen. Der Ventilatormotor wurde am Ende des Abluftschlauches ca. drei Meter entfernt in der Nähe der Abluftöffnung der zentralen Hausklimaanlage an der Wand befestigt. Aufsteigende Duftstoffe wurden nun zentral aus der Testkammer abgesaugt und über die Hausklimaanlage aus dem Versuchs- und Tierhaltungsraum abtransportiert. Der Ventilator der Fa. Marley hatte eine Leistung von $130 \text{ m}^3/\text{h}$.

3.1.9 Beleuchtung

Die Lichtverhältnisse sind für Mäuse in ihrer natürlichen Umwelt von großer Bedeutung. Mäuse zeigen ein polyphasisches Aktivitätsmuster mit einer erhöhten Aktivität während der Dämmerungs- und Dunkelphasen (Mackintosh 1981) und dieses Aktivitätsmuster kann jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen (Eibl-Eibesfeldt 1958). Mäuse sind an die Orientierung im Dunkeln angepasst. Die Testreihen wurden bis zum Ende des Tests E6 bei schwachen Licht durchgeführt (Bild 3.1, S. 12). Die Glühlampe (1 Watt 28 Volt) befand sich links oben an der Rückwand der Testkammer (Bild 3.2, S. 13). Diese hätte eine Seitenpräferenz erzeugen können. Zudem flackerte sie unregelmäßig. Da die Kameras mit Infrarotleuchtdioden ausgestattet waren und unter Infrarotlicht aufzeichnen konnten, wurde im Test E7 mit 20 testerfahrenen³⁴ männlichen C57 Mäusen (aus E6) überprüft, ob die Mäuse auch unter Dunkelheit eine ausreichende Exploration an den Reaktionsgefäßen zeigten. Zehn Mäuse wurden in einem Gedächtnistest unter Infrarotlicht und 10 andere Mäuse unter weißem Licht (interne Glühlampe) getestet. Eine Stunde nach Präsentation zweier gleicher Duftstoffe wurde der bekannte und ein unbekannter Duftstoff präsentiert. Die Positionen der bekannten und unbekannt Duftstoffe wurde gleichmäßig auf beide Seiten verteilt. Insgesamt wurden drei verschiedene mit Diethylphthalat verdünnte Duftstoffe eingesetzt³⁵. Es wurde jede mögliche Duftstoffpaarung verwendet. Die eingesetzten Duftstoffe waren den Mäusen nicht bekannt (Testprotokoll im Anhang Tabelle 7.12, S. 77).

Die Gesamtinspektionsdauer der ersten 180 s an beiden Reaktionsgefäßen wurde bei der Präsentation von (A) zwei gleichen und (B) einem bekannten und unbekannt Duftstoff ermittelt und statistisch auf einen Unterschied hin untersucht.

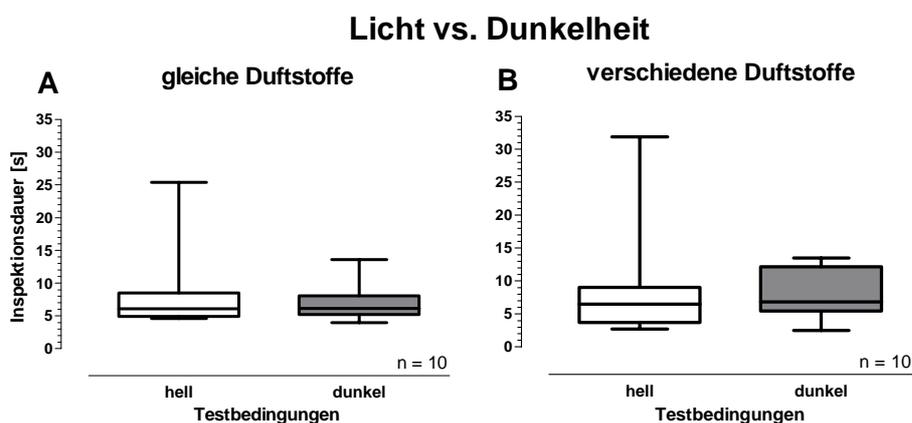


Bild 3.10: Einfluss von Licht auf die Gesamtinspektionsdauer an Duftstoffen im Gedächtnistest E7

Es wurde geprüft, ob Licht einen Einfluss auf die Gesamtinspektionsdauer bei der Präsentation zweier gleicher Duftstoffe (A) bzw. eines bekannten und eines unbekannt Duftstoffes (B) hatte.

³⁴ Eine Liste mit Versuchsnummern und Testabfolgen ist im Anhang unter Tabelle 7.31 S. 116 zu finden.

³⁵ Cineol, Anethol und (-)-Carvon

Die Summe der Inspektionsdauer an zwei gleichen Duftstoffen (**A**) war unter weißem oder Infrarotlicht nicht signifikant verschieden (*Mann-Whitney U-Test*: $n_1 = n_2 = 10$; $U = 48$, $p = \text{n.s.}$). Bei der Präsentation eines bekannten und eines unbekanntes Duftstoffes (**B**) wurde ebenfalls kein Unterschied zwischen weißem Licht bzw. Infrarotlicht gefunden ($n_1 = n_2 = 10$; $U = 40.5$, $p = \text{n.s.}$).

Es konnte nicht nachgewiesen werden, dass die Explorationsdauer der Mäuse an den Reaktionsgefäßen von der Beleuchtung der Testkammer abhing. Da die Lichtquelle jedoch flackerte, wurden alle nachfolgenden Tests vorbeugend unter Infrarotlicht durchgeführt.

3.1.10 Duftstoffpräferenzen

Bevor die potentiellen Duftstoffe zum Einsatz kamen, überprüfte ich sie in einem Präferenztest auf ihre Gleichwertigkeit hin. Es sollte vermieden werden, dass bereits vorher bestehende Präferenzen das Ergebnis des olfaktorischen Gedächtnistests beeinflussten. Ferner sollte ein verbindliches Auswertintervall festgelegt werden. Vorab wurde zunächst festgelegt, dass die Mäuse während eines Laufes fünf Minuten lang den Duftstoffen ausgesetzt sein sollten. Dann wurde versucht, einen Zeitraum zu finden, in dem eine möglichst starke Inspektionstätigkeit stattfindet. Weiterhin wurde geprüft, ob sich Mäuse über vier Testtage einsetzen lassen, ohne dass die Gesamtinspektionszeiten zu stark abfallen.

Methoden

Der **Testaufbau** der Präferenztests entsprach der Beschreibung in Kapitel 3.1.1, S. 12. Für die Tests wurden Versuchskäfige mit drei Reaktionsgefäßen verwendet (Bild 3.3 rechts, S.16); zwei Reaktionsgefäße waren beduftet, das dritte unbeduftet.

Der **Testablauf** entsprach ebenfalls der Beschreibung in Kapitel 3.1.1, S. 12. Es wurden zwei Präferenztests (P1 und P2) mit jeweils zwanzig 13 Wochen alten testnaiven männlichen C57 Mäusen durchgeführt.

Alle Tests fanden zwischen 10:00 Uhr und 12:45 Uhr bzw. zwischen 14:00 Uhr und 16:30 Uhr in der Aktivitätsphase (Dunkelphase) der Mäuse statt.

Definitionen:	Lauf	=	5 minütiger Test einer Maus
	Testtag	=	Tag der Läufe

Präferenztest P1

Acht Duftstoffe wurden zu festen Paaren zusammengefasst (Tabelle 3.4, S. 30). Die Duftstoffe wurden an jedem Testtag frisch mit Diethylphthalat verdünnt.

Der Präferenztest lief über vier nicht aufeinanderfolgende Tage. An jedem Testtag wurden alle 20 Mäuse auf mögliche Präferenzen getestet. Jeweils 5 der 20 Mäuse wurde ein anderes der 4 Duftstoffpaare angeboten, d.h. alle vier Duftstoffpaare kamen an jedem

der vier Testtage zum Einsatz. Jede Duftstoffpaargruppe von je fünf Mäusen erhielt an jedem der vier Testtage eine weitere neue unbekannte Duftstoffpaarung. Jedes Versuchstier wurde daher im Laufe der vier Tage mit jedem der vier Duftstoffpaare getestet.

Alle Reaktionsgefäße wurden vor jedem neuerlichen Lauf um eine Position im Uhrzeigersinn verschoben. Die Position der bedufteten Reaktionsgefäße wurde zusätzlich gegeneinander getauscht. Diese Vorgehensweise war wichtig, um eventuelle Seitenpräferenzen auszuschließen. Nur zwei Mäuse einer Duftstoffpaargruppe eines Testtages bekamen genau die gleichen Duftstoffpositionen präsentiert.

Außerdem wurden nie gleiche Duftstoffpaare direkt aufeinanderfolgend getestet. Eventuell noch in der Testkammer vorhandene Geruchsinformationen aus dem vorangegangenen Lauf könnten eine Maus in den ersten fünf Minuten habituieren. An den direkt folgenden identischen Testduftstoffen könnte sie in einem solchen Fall kein Interesse mehr zeigen. Nach vier Duftstoffpaarungen wurde wieder die erste Paarung eingesetzt. Daraus ergab sich folgende Abfolge der Testläufe (von links nach rechts):

*Tabelle 3.3: Abfolge der Duftstoffpaarungen im Duftstoffpräferenztest P1
Jeder Buchstabe steht für einen Duftstoff, „X“ für das unbeduftete Reaktionsgefäß, die Position im Trio der Reaktionsgefäße steht für die Raumposition im Testkäfig.*

X/A/B	C/X/D	E/F/X	X/G/H
A/X/B	D/C/X	X/F/E	H/X/G
B/A/X	X/D/C	E/X/F	G/H/X
X/A/B	C/X/D	E/F/X	X/H/G
B/X/A	D/C/X	X/F/E	H/X/G

Es wurde zudem sichergestellt, dass eine Maus nicht an jedem Tag zur gleichen Uhrzeit getestet wurde. Die Testzeitpunkte der Mäuse verschoben sich an allen Testtagen um fünf Positionen. Das Testergebnis sollte durch eine mögliche tageszeitliche Variation nicht in eine Richtung beeinflusst werden (Wainwright 1999). So starteten z.B. die fünf Mäuse, die an dem ersten Testtag als die ersten fünf getestet wurden, am nächsten Testtag erst an 6. bis 10. Position.

In Test P1 wurden die folgenden Duftstoffpaare in den Verdünnungen verwendet:

Tabelle 3.4: Duftstoffpaarungen und Verdünnungsstufen des Präferenztests P1

Duftstoffpaare	Verdünnung mit Diethylphthalat
(-)-Carvon / Isoamylacetat	1 : 200 / 1 : 2000
Anethol / Amylpropionat	1 : 1000 / 1 : 4000
Cineol / Allylcapronat	1 : 400 / 1 : 4000
Eugenol / Linalool	1 : 200 / 1 : 100

Die Präferenztests wurden mit zwei bedufteten und einem unbedufteten Reaktionsgefäß als Kontrolle durchgeführt. Sollte einer der bedufteten Reaktionsgefäße vom Zufallni-

veau abweichend signifikant länger oder kürzer *exploriert* werden, wäre dieser Duftstoff auszuschließen. Sollte das unbeduftete Reaktionsgefäß vom Zufallsniveau abweichend signifikant länger *exploriert* werden als die bedufteten Reaktionsgefäße, wären beide Duftstoffe auszuschließen.

- Habituation der Inspektionen

Die Gesamtinspektionsdauer eines Laufs an allen drei Reaktionsgefäßen wurde in fünf mal 60 s Intervallen ausgewertet. Es wurde ein Abfall der Inspektionsdauer beobachtet (Habituation). Der Zeitraum vor dem asymptotischen Erreichen des unteren Kurvenverlaufs wurde als geeigneter Auswertzeitraum betrachtet.

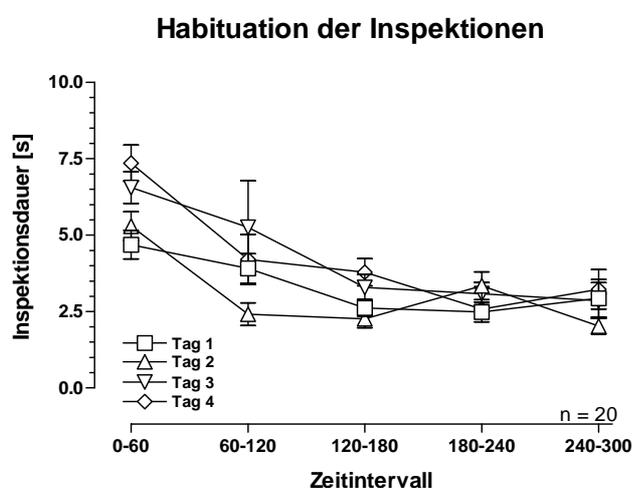


Bild 3.11: Zeitlicher Verlauf der Inspektionsdauer im Präferenztest P1

Dargestellt sind die Mittelwerte \pm Standardfehler (SEM) der Inspektionsdauer an allen drei Reaktionsgefäßen.

Habituation im Verlaufe der Läufe

An allen vier Testtagen, nahm die Inspektionsdauer über die Zeit (0-300 s) signifikant ab (2-Weg ANOVA, $F_{4,76} = 30.32$, $n = 20$; $p < 0.0001$). Das asymptotische Erreichen eines Minimalniveaus der Inspektionen wurde nach visueller Inspektion der Kurvenverläufe für alle vier Testtage bei 180 s festgelegt (Bild 3.11). In allen nachfolgenden Tests wurden deshalb ausschließlich die ersten 180 s ausgewertet.

Habituation im Verlaufe der Testtage

Unabhängig vom Verlauf der Kurven, war die durchschnittliche Höhe (Mittelwerte) der Inspektionsdauer der Einzelläufe zwischen den vier Testtagen signifikant unterschiedlich (2-Weg ANOVA, $F_{3,57} = 5.92$, $n = 20$; $p = 0.001$). An keinem der vier Tage war jedoch die durchschnittliche Inspektionsdauer extrem niedrig. Eine Abnahme der durchschnittlichen Inspektionsdauer von Tag 1 zu Tag 4 war nicht nachweisbar. Nach visueller Inspektion des ersten 60 s Intervalls, schien sogar eine Zunahme der Inspektionsdauer stattzufinden. Da die Mäuse über die vier Testtage nicht habituierten, schien das wiederholte Testen der Tiere ohne Einschränkung möglich zu sein.

Wechselwirkungen zwischen dem Tagesverlauf der Inspektion und den Testtagen

Es ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Kurvenverläufen der Inspektionsdauer und den vier Testtagen nachweisen (2-Weg ANOVA, $F_{12,228} = 1.81$, $n = 20$; $p = \text{n.s.}$). Somit scheint an jedem Testtag ein gleichmäßig typischer Verlauf der Inspektionsdauer vorhanden zu sein.

- Relative Inspektionsdauer im Präferenztest P1

Um etwaige Präferenzen für einzelne Duftstoffe in den vier Duftstoffpaaren festzustellen, wurden die relativen Inspektionsdauern an den Duftstoffen miteinander verglichen. Obwohl davon ausgegangen wurde dass die Daten nicht normalverteilt waren, wurde für die statistische Analyse eine 1-Weg ANOVA³⁶ verwendet. Als *Post-Test* wurde der *Bonferroni Multiple Comparison* Test, ein klassischer *t-Test* mit Berücksichtigung der Testwiederholungen, verwendet (siehe Kapitel 2.2, S. 9).

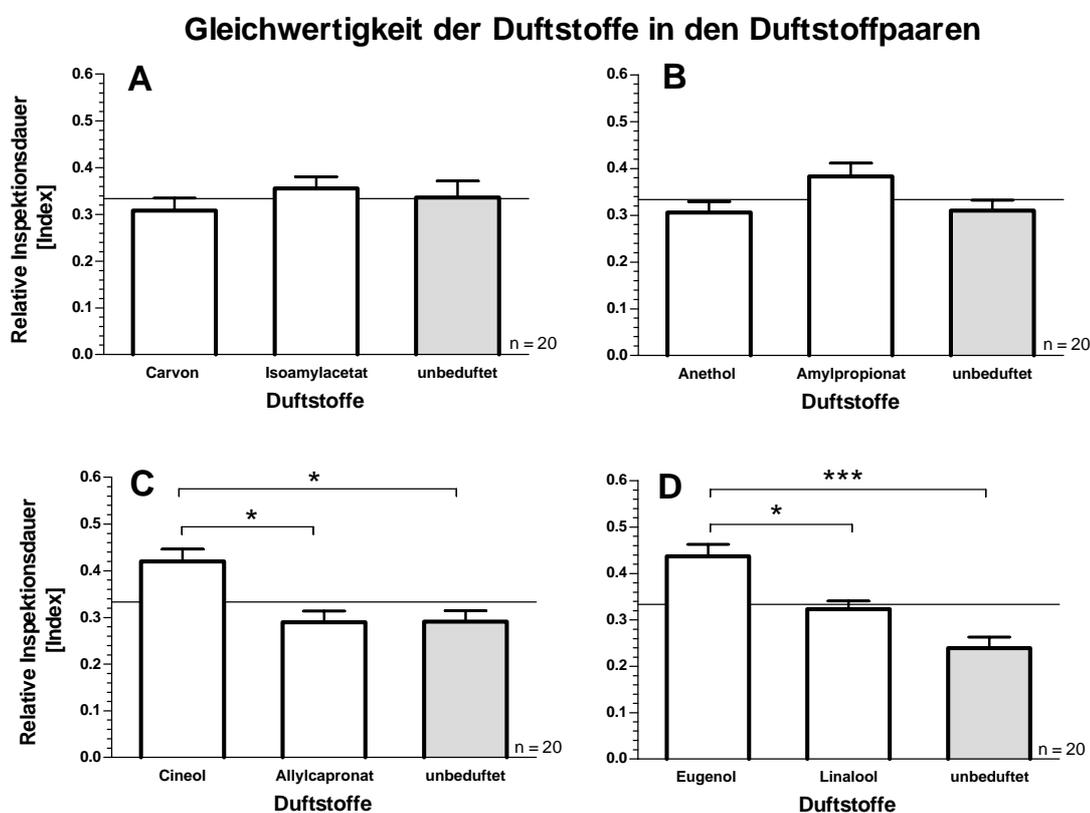


Bild 3.12: Relative Inspektionsdauer der einzelnen Duftstoffe in den vier verschiedenen Duftstoffpaaren im Präferenztest P1

Für jedes Duftstoffpaar (A), (B), (C), (D) wurde die relative Inspektionsdauer (Mittelwerte + Standardfehler) an jedem Reaktionsgefäß getrennt dargestellt. War der Mittelwert >0.33 wurde das entsprechende Reaktionsgefäß länger als theoretisch zu erwarten war, exploriert. * $p < 0.05$; *** $p < 0.001$.

³⁶ Analysiert man die Daten mit dem *Friedman-Test*, unterscheidet sich nur die Paarung Eugenol und Linalool signifikant voneinander, aber nicht die Paarung Cineol und Allylcapronat, wie bei der Analyse mit einer 1-Weg ANOVA.

(A) (-)-Carvon, Isoamylacetat und das unbeduftete Reaktionsgefäß wurden nicht signifikant unterschiedlich lang exploriert (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 0.464$, $n = 20$; $p = \text{n.s.}$).

(B) Anethol, Amylpropionat und das unbeduftete Reaktionsgefäß wurden nicht signifikant unterschiedlich lang exploriert (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 2.084$, $n = 20$; $p = \text{n.s.}$).

(C) Die relative Inspektionsdauer war zwischen Cineol, Allylcapronat und dem unbedufteten Reaktionsgefäß signifikant unterschiedlich lang (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 6.248$, $n = 20$, $p = 0.005$). Die anschließende Analyse mit einem *Bonferroni's Multiple Comparison Test* zeigte, dass Cineol signifikant länger als Allylcapronat ($t = 3.079$, $n = 20$, $p < 0.05$) und dass Cineol signifikant länger als das unbeduftete Reaktionsgefäß exploriert wurde ($t = 3.043$, $n = 20$, $p < 0.05$). Es gab keinen signifikanten Unterschied in der Inspektionsdauer zwischen Allylcapronat und dem unbedufteten Reaktionsgefäß ($t = 0.036$, $n = 20$, $p = \text{n.s.}$).

(D) Die relative Inspektionsdauer war zwischen Eugenol, Linalool und dem unbedufteten Reaktionsgefäß signifikant unterschiedlich lang (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 13.03$, $n = 20$; $p < 0.0001$). Die anschließende Analyse mit einem *Bonferroni's Multiple Comparison Test* zeigte, dass Eugenol signifikant länger als Linalool ($t = 2.923$, $n = 20$, $p < 0.05$) und Linalool signifikant länger als das unbedufteten Reaktionsgefäß exploriert wurde ($t = 5.086$, $n = 20$, $p < 0.001$). Es gab keinen signifikanten Unterschied in der Inspektionsdauer zwischen Linalool und dem unbedufteten Reaktionsgefäß ($t = 2.163$, $n = 20$, $p = \text{n.s.}$).

Die absolute Inspektionsdauer wurde im Anhang Bild 7.2, S. 82 dargestellt.

Präferenztest P2

Da die Duftstoffe Cineol und Eugenol im Präferenztest P1 bevorzugt wurden, führte ich einen weiteren Präferenztest mit zwei neu kombinierten Duftstoffpaaren mit 20 testnaiven männlichen C57 Mäusen durch (Tabelle 3.5).

Tabelle 3.5: Duftstoffpaarungen mit Verdünnungsstufen für Präferenztest P2

Duftstoffpaar	Verdünnung mit Diethylphthalat
Allylcapronat / Linalool	1 :4000 / 1 : 100
Cineol / Eugenol	1 : 400 / 1 :200

Dieser Präferenztest lief über zwei nicht aufeinanderfolgende Tage und es wurden jeweils alle 20 Mäuse getestet. Beide Duftstoffpaare kamen an beiden Testtagen zum Einsatz. Jedes Versuchstier wurde mit jedem Duftstoffpaar getestet. Nach jedem Lauf wechselte die Duftstoffpaarung.

Wie im vorangegangenen Präferenztest, wurden die Positionen der bedufteten und des unbedufteten Reaktionsgefäße verändert, und die Mäuse wurden an den beiden Testtagen zu unterschiedlichen Zeiten getestet (Testprotokoll Tabelle 7.17, S. 83).

- Relative Inspektionsdauer im Präferenztest P2

Für jedes der beiden Duftstoffpaare wurde die relative Inspektionsdauer getrennt dargestellt.

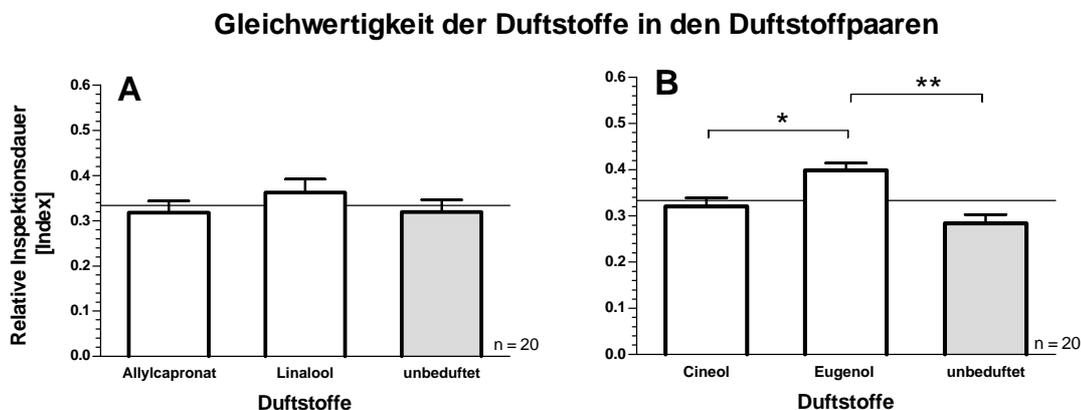


Bild 3.13: Relative Inspektionsdauer der einzelnen Duftstoffe in den zwei verschiedenen Duftstoffpaaren im Präferenztest P2

Für jedes Duftstoffpaar (A und B) wurde die relative Inspektionsdauer an jedem Reaktionsgefäß getrennt dargestellt. Weitere Erklärungen siehe Bild 3.12, S. 32.

(A) Allylcapronat, Linalool und das unbeduftete Reaktionsgefäß wurden nicht signifikant unterschiedlich lang exploriert (1-Weg ANOVA, $F_{2,32} = 0.785$, $n = 20$; $p = \text{n.s.}$).

(B) Die relative Inspektionsdauer war zwischen Cineol, Eugenol und dem unbedufteten Reaktionsgefäß signifikant unterschiedlich lang (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 7.547$, $n = 20$; $p = 0.0017$). Die anschließende Analyse mit einem *Bonferroni's Multiple Comparison* Test ergab eine signifikant kürzere Inspektionsdauer an Cineol als an Eugenol ($t = 2.572$, $n = 20$, $p < 0.05$). Eugenol wurde signifikant länger als das unbeduftete Reaktionsgefäß exploriert ($t = 3.808$, $n = 20$, $p < 0.01$). Es gab keinen signifikanten Unterschied in der Inspektionsdauer zwischen Cineol und dem unbedufteten Reaktionsgefäß ($t = 1.236$, $n = 20$, $p = \text{n.s.}$).

Die absolute Inspektionsdauer wurde im Anhang Bild 7.3, S. 85 dargestellt.

Ermittelte Duftstoffpaare

Auf Grund der Ergebnisse aus den Präferenztests P1 und P2 wurden für die weiteren Untersuchungen nur noch die nachfolgenden Duftstoffpaare verwendet. Die Partner in den Duftstoffpaaren unterschieden sich bezüglich der Inspektionsdauer statistisch nicht voneinander.

(-)-Carvon	:	Isoamylacetat
Anethol	:	Amylpropionat
Allylcapronat	:	Linalool

3.2 Testanwendungen

Olfaktorische Gedächtnisleistungen von C57 Mäusen sowie Cannabinoid-Rezeptor 1 *knock-out*-Mäusen im Vergleich zu ihren Wildtyp-Geschwistern

3.2.1 Fragestellungen

Es sollte ermittelt werden, nach welchem Intertestintervall (ITI) sich C57 Mäuse an einen bekannten Duftstoff erinnern und nach welchem nicht mehr. Ferner sollte geprüft werden, ob sich Cannabinoid-Rezeptor 1 *ko*-Mäuse hinsichtlich ihrer olfaktorischen Gedächtnisleistungen von ihren *wt*-Geschwistern unterscheiden.

3.2.2 Methoden

Der **Testaufbau** und **-ablauf** entsprach der Beschreibung unter Kapitel 3.1, S. 12. Es wurden Versuchskäfige mit zwei Löchern im Boden für die Reaktionsgefäße verwendet (Bild 3.3 links, S.16). Die drei Duftstoffpaare [1. (-)-Carvon / Isoamylacetat; 2. Anethol / Amylpropionat; 3. Allylcapronat / Linalool], die sich in den Präferenztests als gleichwertig herausgestellt hatten, wurden verwendet (Kapitel 3.1.10, S. 29). Die Läufe fanden zwischen 10:00 Uhr und 13:45 Uhr in der Aktivitätsphase (Dunkelphase) der Mäuse statt. Jeder Test erstreckte sich über 3 ½ Wochen, zuzüglich der vorher erfolgten Eingewöhnungsphase.

Es wurden vier olfaktorische Gedächtnistests mit jeweils 18 Mäusen durchgeführt: G1 und G4 mit jeweils 11 Wochen alten testnaiven männlichen C57 Mäusen, sowie G2 und G3 mit jeweils 12 - 15, bzw. 15 - 22 Wochen alten testnaiven männlichen Cannabinoid-Rezeptor 1 *ko*-Mäusen und deren *wt*-Nestgeschwistern (siehe auch Kapitel 2.1, S. 7). Test G1, G2 und G3 wurde mit den Intertestintervallen (ITIs) 1 h, 24 h und 72 h durchgeführt, Test G4 mit den ITIs 3 h, 24 h und 72 h.

Jede Maus wurde nacheinander in drei Einzeltests mit unterschiedlichen ITIs geprüft, zwischen denen jeweils eine Testpause von 7 Tagen lag. Die **Einzeltests** bestanden aus einer **Lernphase**, in der der Maus zwei gleiche Duftstoffe geboten wurden, einem ITI von entweder 1 h bzw. 3 h, 24 h oder 72 h und einer **Testphase**, in der der Maus der bekannte und ein unbekannter Duftstoff geboten wurde. In den aufeinander folgenden Einzeltests wurden die ITIs systematisch variiert, so dass jede Maus mit allen drei ITIs, aber in unterschiedlicher Reihenfolge getestet wurde. Auch wurde jede Maus mit allen drei Duftstoffpaaren, aber wiederum in unterschiedlicher Reihenfolge, getestet (siehe auch Bild 7.4, S. 86). In der Testphase war der unbekannte Duftstoff in jedem der drei Intertestintervalle bis auf einige Ausnahmen gleich häufig auf der rechten und linken Seite des Versuchskäfigs verteilt, um Seitenpräferenzen auszuschließen.

Die kompletten Versuchsprotokolle sind im Anhang in Kapitel 7.3, ab S. 85 aufgeführt.

Erinnerten³⁷ sich die Mäuse nach einem ITI an den bekannten Duftstoff, konnte ich davon ausgehen, dass die Mäuse die Fähigkeit besitzen mindestens einen der beiden Duftstoffe wahrzunehmen³⁸. Explorierte eine Maus einen unbekanntem Duftstoff nach einem ITI (B) nicht vermehrt, obwohl sie dies bei einem anderen ITI (A) getan hat, konnte ich daraus schließen, dass ein Erinnern zwar grundsätzlich, aber nicht nach der Länge des ITI (B) möglich ist.

In jeder **Testphase** wurden folgende Daten erhoben:

0-180 s:

1. Relative Inspektionsdauer, d.h. prozentualer Anteil der Inspektionsdauer an dem bekannten im Vergleich zur Gesamtinspektionsdauer, als Maß für das Wiedererkennen des bekannten Duftstoffes.
2. Gesamtinspektionsdauer beider Duftstoffe als Maß für etwaige Habituationseffekte.
3. Relative Inspektionsdauer, sortiert nach Duftstoffpaaren, um herauszufinden, ob die verschiedenen eingesetzten Duftstoffpaare zu übereinstimmenden Ergebnissen führen.
4. Relative Inspektionsdauer sortiert nach der Testerfahrung³⁹ der Mäuse (nur für Test G4), um herauszufinden, ob die Testerfahrung einen Einfluss auf das Wiedererkennen eines Duftstoffes hat.

0-300 s:

5. Inspektionsdauer getrennt für den bekannten und unbekanntem Duftstoff in 60-Sekunden-Intervallen, um den zeitlichen Verlauf des Explorierens zu erfassen.

Es wurden die folgenden **Ausschlusskriterien** definiert. Traf mindestens ein Ausschlusskriterium zu, wurde die Maus von dem betreffenden Einzeltest ausgeschlossen. In weiteren Einzeltests wurde sie wieder eingesetzt und gewertet, sofern nicht mindestens wieder ein Ausschlusskriterium zutraf.

- Die Mäuse explorierten in der Lernphase an einem oder beide Reaktionsgefäße jeweils weniger als 0,7 Sekunden⁴⁰.
- Die Mäuse explorierten in der Testphase nicht mindestens einmal an jedem Reaktionsgefäß.
- Die Mäuse explorierten nicht spätestens fünf Minuten nach dem Abschneiden der Reaktionsgefäße das erste Mal ein solches.

³⁷ Wurde in der Testphase der bekannte Duftstoff kürzer als der unbekanntem Duftstoff exploriert, wurde dieses in Übereinstimmung mit der Literatur als Wiedererkennen des bekannten Duftstoffes interpretiert.

³⁸ Eine Maus, die in der Testphase einen Duftstoff stark exploriert, kann möglicherweise den anderen Duftstoff nicht wahrnehmen und muß damit kein Gedächtnis des anderen gebildet haben.

³⁹ Jede Maus wurde mit drei verschiedenen ITI getestet. Die Testerfahrung sagt aus, ob die Maus zum Auswertzeitpunkt testnaiv, einmal testerfahren oder zweimal testerfahren war.

⁴⁰ Auf Basis der Vordaten ermittelt.

3.2.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der C57 und der CB1 *wt*-Mäuse werden zunächst getrennt vorgestellt. Abschließend werden die Daten zusammengefasst ausgewertet, da sich die Einzelergebnisse nicht unterscheiden (Begründung siehe Kapitel 2.2, S. 9) und die beiden Mauslinien auf Grund ihrer Herkunft und Züchtung als genetisch nah verwandte Labormauslinien angesehen werden können.

Olfaktorischer Gedächtnistest G1 mit C57 Mäusen

Im Test G1 wurden 18 testnaive männliche C57 Mäuse verwendet. Es wurde mit den ITIs 1 h, 24 h und 72 h getestet.

Olfaktorisches Gedächtnis

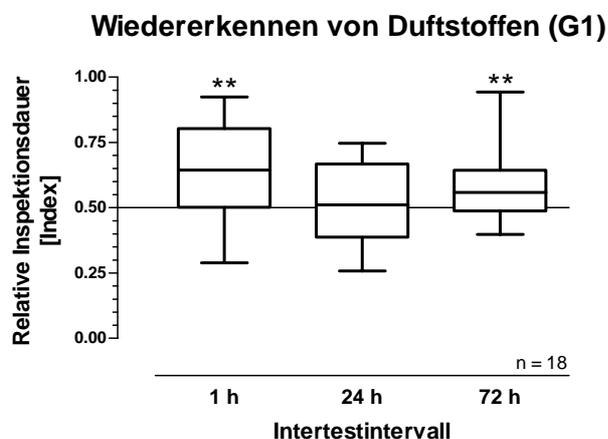


Bild 3.14: Relative Inspektionsdauer in den ersten 180 s der Testphasen des Gedächtnistests G1
Ist der Medianwert > 0.50 explorierten die Mäuse den unbekanntem Duftstoff länger, als den bekannten Duftstoff. ** $p < 0.01$.

Die Mäuse verbrachten nach **1 Stunde** (*Wilcoxon Signed Rank Test*: $W = 115$, $n = 18$, $p = 0.006$) und nach **72 Stunden** ($W = 113$, $n = 18$, $p = 0.007$) signifikant mehr relative Zeit am unbekanntem Duftstoff, als am bekannten Duftstoff. Dieses konnte nicht nach **24 Stunden** nachgewiesen werden ($W = 17$, $n = 18$, $p = \text{n.s.}$).

Einfluss vorheriger Testerfahrungen

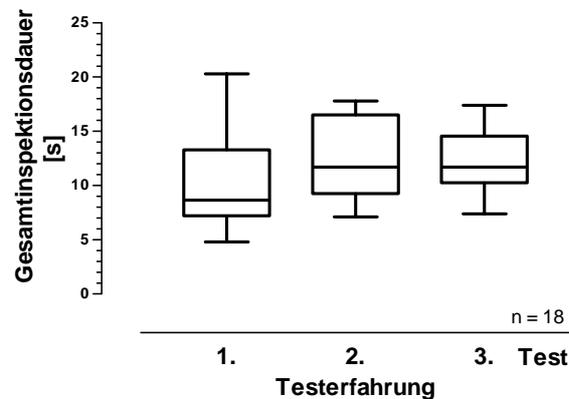


Bild 3.15: Effekte nach wiederholter Testerfahrung im Gedächtnistest G1

Im 1. Test waren die Mäuse noch testnaiv. Im 2. und 3. Test hatten sie bereits Vorerfahrungen in ein bzw. zwei Tests.

Es wurde keine Änderung, sondern sogar tendenziell eine Erhöhung der Gesamtinspektionsdauer nach wiederholter Durchführung der Tests gemessen (*Friedman Test*, $\chi^2 = 5.444$, $n = 18$, $p = 0.066$).

Habituation innerhalb der Testphasen

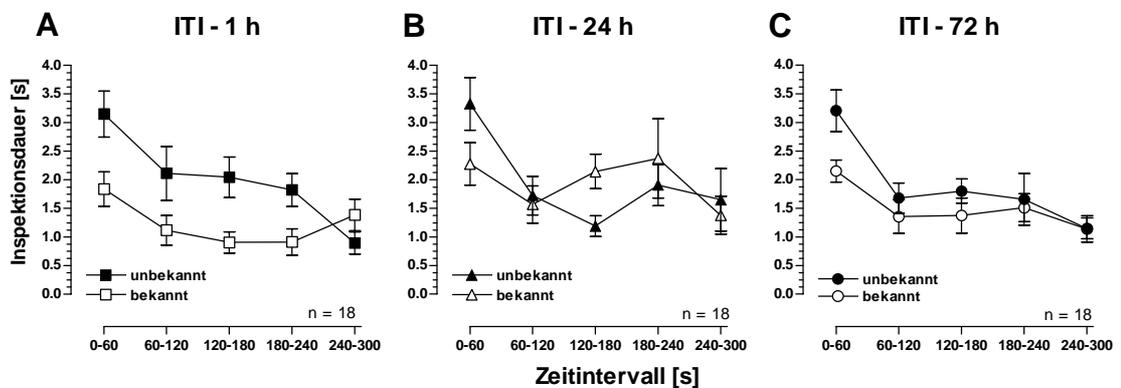


Bild 3.16: Zeitlicher Verlauf der Inspektionsdauer in den Testphasen im Gedächtnistest G1

Für jedes der drei ITIs (A), (B), (C) wurde der zeitliche Verlauf der Inspektionsdauer für den bekannten und unbekanntem Duftstoff aufgetragen (Mittelwerte mit \pm Standardfehler); "unbekannt" steht für den unbekanntem, "bekannt" für den bekannten Duftstoff.

(A) 1 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer unterschied sich signifikant zwischen bekanntem und unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,17} = 10.79$, $p = 0.004$, $n = 18$). Die Grafik legt nahe, dass die Mäuse den unbekanntem Duftstoff bis zum 240 s Intervall jeweils länger als den bekannten Duftstoff explorierten.

Die gesamte Inspektionsdauer nahm für beide Duftstoffe im Verlaufe der Testphase signifikant ab (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 6.40$, $p < 0.0001$, $n = 18$).

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 3.32$, $p = 0.015$, $n = 18$). Dies beruht wahrscheinlich auf der gegenläufigen Entwicklung im letzten Zeitintervall.

(B) 24 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer am bekannten Duftstoff unterschied sich nicht signifikant von der Inspektionsdauer am unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,17} = 0.001$, $p = \text{n.s.}$, $n = 18$).

Die gesamte Inspektionsdauer veränderte sich im Verlaufe der Testphase für beide Duftstoffe signifikant (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 4.06$, $p = 0.012$, $n = 18$).

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich nicht signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 1.93$, $p = \text{n.s.}$, $n = 18$).

(C) 72 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer war signifikant geringer am bekannten im Vergleich zum unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,17} = 4.42$, $p = 0.039$, $n = 18$). Die Grafik legt nahe, dass die Mäuse den unbekanntem Duftstoff im ersten 60 s Intervall jeweils länger als den bekannten Duftstoff explorierten.

Die gesamte Inspektionsdauer nahm im Verlaufe der Testphase für beide Duftstoffe signifikant ab (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 8.79$, $p < 0.0001$, $n = 18$).

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich nicht signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 0.94$, $p = \text{n.s.}$, $n = 18$), sie nahm an beiden Duftstoffen gleich ab.

Zusammenfassend ist nach 1 h und 72 h ITI, nicht aber nach 24 h ITI, eine deutlich längere Inspektion am unbekanntem Duftstoff zu erkennen.

Olfaktorischer Gedächtnistest G4 mit C57 Mäusen

Im Test G4 wurden 18 testnaive männliche C57 Mäuse verwendet. Die Stichprobenanzahl ist teilweise reduziert, weil ein Teil eines Video versehentlich überspielt wurde. Die ITIs betragen 3 h, 24 h und 72 h.

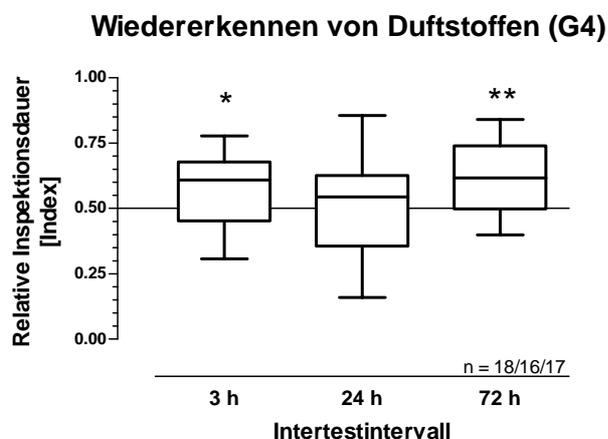
Olfaktorisches Gedächtnis

Bild 3.17: Relative Inspektionsdauer in den ersten 180 s der Testphasen des Gedächtnistests G4
Ist der Median > 0.50 explorierten die Mäuse den unbekannt Duftstoff länger. * $p < 0.05$,
** $p < 0.01$.

Die Mäuse verbrachten nach **3 Stunden** (Wilcoxon Signed Rank Test: $W = 99$, $n = 18$, $p = 0.016$) und nach **72 Stunden** ($W = 100$, $n = 17$, $p = 0.005$) signifikant mehr relative Zeit am unbekannt Duftstoff, nicht aber nach **24 Stunden** ($W = 26$, $n = 16$, $p = \text{n.s.}$).

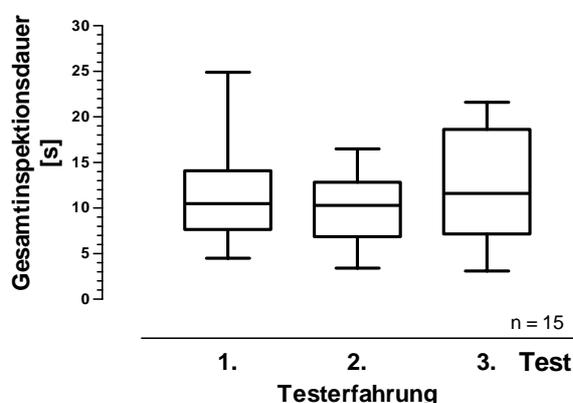
Einfluss vorheriger Testerfahrungen

Bild 3.18: Effekte nach wiederholter Testerfahrung im Gedächtnistest G4
Im 1. Test waren die Mäuse noch testnaiv. Im 2. und 3. Test hatten sie bereits Vorerfahrungen in ein bzw. zwei Tests.

Es wurde keine signifikante Änderung der Gesamtinspektionsdauer nach wiederholter Durchführung der Tests gemessen (Friedman Test, $\chi^2_2 = 0.133$, $n = 15$, $p = \text{n.s.}$).

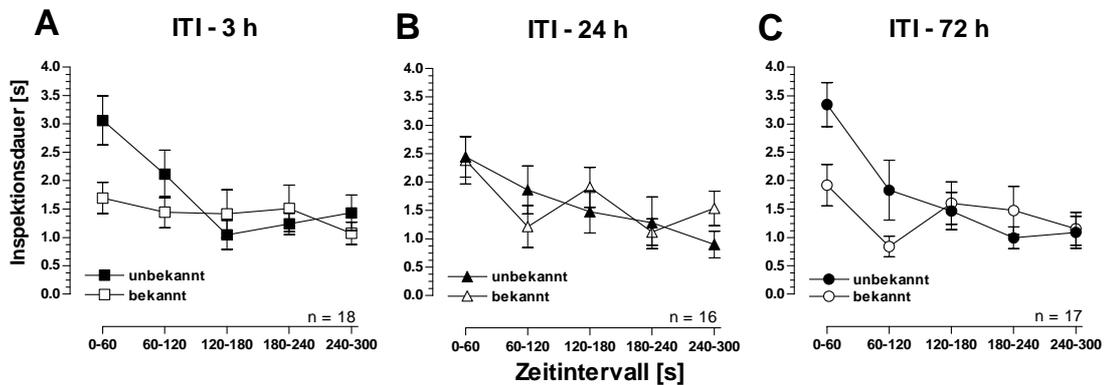
Habituation innerhalb der Testphasen

Bild 3.19: Zeitlicher Verlauf der Inspektionsdauer in den Testphasen im Gedächtnistest G4

Für jedes der drei ITIs (A), (B), (C) wurde der zeitliche Verlauf der Inspektionsdauer für den bekannten und unbekanntem Duftstoff aufgetragen (Mittelwerte mit \pm Standardfehler); "unbekannt" steht für den unbekanntem, "bekannt" für den bekannten Duftstoff.

(A) 3 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer unterschied sich tendenziell zwischen bekanntem und unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,17} = 3.23$, $p = 0.090$, $n = 18$). Es fällt die deutlich längere Inspektion des unbekanntem Duftstoffes in den ersten 60 s auf.

Die gesamte Inspektionsdauer nahm für beide Duftstoffe im Verlaufe der Testphase signifikant ab (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 5.92$, $p < 0.0001$, $n = 18$).

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich tendenziell voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 2.87$, $p = 0.054$, $n = 18$).

(B) 24 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer am bekannten Duftstoff unterschied sich nicht signifikant von der Inspektionsdauer am unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,15} = 0.04$, $p = \text{n.s.}$, $n = 16$), sie nahm ab, bzw. fluktuierte.

Die gesamte Inspektionsdauer veränderte sich im Verlaufe der Testphase für beide Duftstoffe signifikant (2-Weg ANOVA, $F_{4,60} = 5.37$, $p = 0.001$, $n = 16$).

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich nicht signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,60} = 0.91$, $p = \text{n.s.}$, $n = 17$).

(C) 72 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer war tendenziell geringer am bekannten im Vergleich zum unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,16} = 3.6$, $p = 0.076$, $n = 17$). Es fällt die deutlich längere Inspektion des unbekanntem Duftstoffes in den ersten und zweiten 60 s auf.

Die gesamte Inspektionsdauer nahm im Verlaufe der Testphase für beide Duftstoffe signifikant ab (2-Weg ANOVA, $F_{4,64} = 5.20$, $p = 0.003$, $n = 17$).

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,64} = 4.60$, $p = 0.003$, $n = 17$).

Zusammenfassend ist nach 3 h und 72 h ITI, nicht aber nach 24 h ITI, eine tendentiell längere Inspektion am unbekanntem Duftstoff zu erkennen.

Olfaktorische Gedächtnistests G2 und G3 mit CB1 Wildtyp-Mäusen

In dem Gedächtnistest G2 und G3 wurden jeweils 9 testnaive männliche CB1 *wt*-Mäuse verwendet. Eine Maus erfüllte das Ausschlusskriterium. Die ITIs betragen 1 h, 24 h und 72 h.

Olfaktorisches Gedächtnis

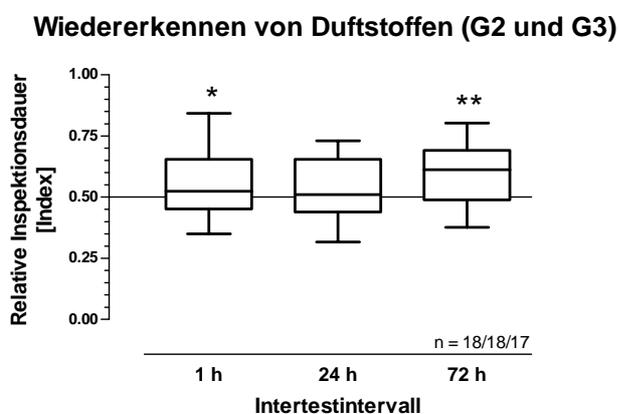


Bild 3.20: Relative Inspektionsdauer in den ersten 180 s der Testphasen des Gedächtnistests G2 und G3 *wt*-Mäuse

Ist der Medianwert > 0.50 explorierten die Mäuse den unbekanntem Duftstoff länger.

* $p < 0.05$, ** p -Wert < 0.01.

Die Mäuse verbrachten nach **1 Stunde** (*Wilcoxon Signed Rank Test*: $W = 68$, $n = 18$, $p = 0.041$) und nach **72 Stunden** ($W = 108$, $n = 17$, $p = 0.003$) signifikant mehr relative Zeit am unbekanntem Duftstoff, nicht aber nach **24 Stunden** ($W = 41$, $n = 18$, $p = \text{n.s.}$).

Einfluss vorheriger Testerfahrungen

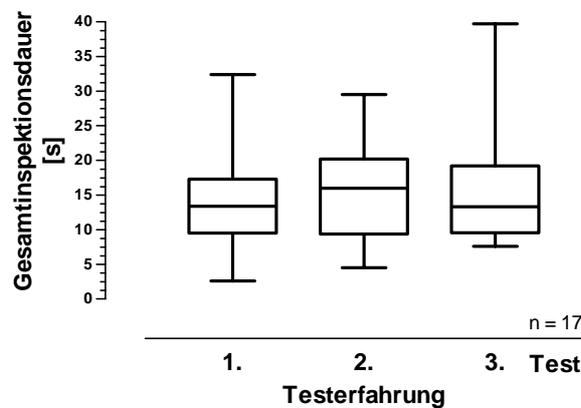


Bild 3.21: Effekte nach wiederholter Testerfahrung im Gedächtnistest G2 und G3 wt-Mäuse

Im 1. Test waren die Mäuse noch testnaiv. Im 2. und 3. Test hatten sie bereits Vorerfahrungen in ein bzw. zwei Tests.

Es wurde keine signifikante Abnahme der Gesamtinspektionsdauer nach wiederholter Durchführung der Tests gemessen (*Friedman Test*, $\chi^2_2 = 0.118$, $n = 17$, $p = \text{n.s.}$).

Habituation innerhalb der Testphasen

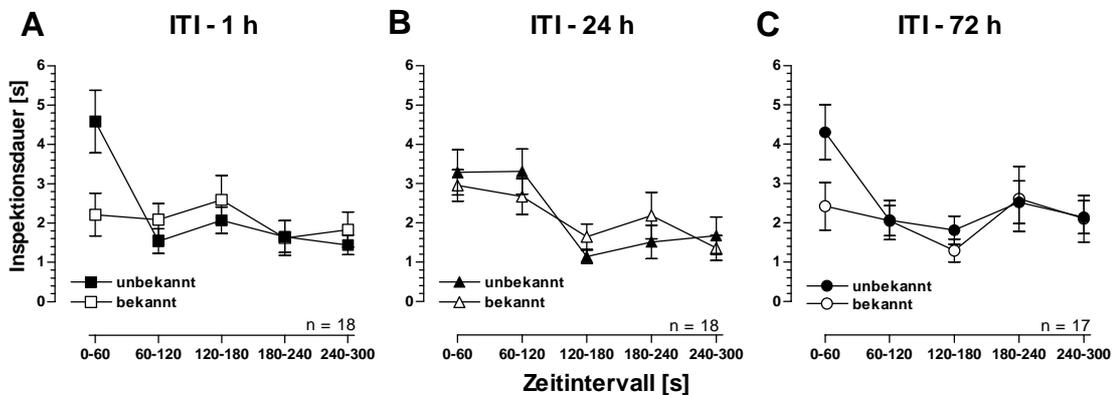


Bild 3.22: Zeitlicher Verlauf der Inspektionsdauer in den Testphasen im Gedächtnistest G2 und G3 wt-Mäuse

Für jedes der drei ITIs (A), (B), (C) wurde der zeitliche Verlauf der Inspektionsdauer für den bekannten und unbekanntem Duftstoff aufgetragen (Mittelwerte mit \pm Standardfehler); "unbekannt" steht für den unbekanntem, "bekannt" für den bekannten Duftstoff.

(A) 1 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer unterschied sich nicht signifikant zwischen bekanntem und unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,17} = 0.73$, $p = \text{n.s.}$, $n = 18$). Es fällt allerdings die deutlich längere Inspektion des unbekanntem Duftstoffes in den ersten 60 s auf.

Die gesamte Inspektionsdauer nahm für beide Duftstoffe im Verlaufe der Testphase signifikant ab (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 4.75$, $p = 0.006$, $n = 18$). Sie nahm besonders von den ersten zu den zweiten 60 s am unbekanntem Duftstoff stark ab.

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 5.00$, $p = 0.004$, $n = 18$).

(B) 24 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer am bekannten Duftstoff unterschied sich nicht signifikant von der Inspektionsdauer am unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,17} = 0.01$, $p = \text{n.s.}$, $n = 18$).

Die gesamte Inspektionsdauer veränderte sich im Verlaufe der Testphase für beide Duftstoffe signifikant (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 8.23$, $p < 0.0001$, $n = 18$).

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich nicht signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,68} = 1.00$, $p = \text{n.s.}$, $n = 18$).

(C) 72 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer unterschied sich tendenziell zwischen bekanntem und unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,16} = 3.40$, $p = 0.084$, $n = 17$). Es fällt die deutlich längere Inspektion des unbekanntem Duftstoffes in den ersten 60 s auf.

Die gesamte Inspektionsdauer für beide Duftstoffe veränderte sich im Verlaufe der Testphase tendenziell (2-Weg ANOVA, $F_{4,64} = 2.87$, $p = 0.055$, $n = 17$). Sie nahm vom ersten zum zweiten 60 s Intervall am unbekanntem Duftstoff stark ab.

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich tendenziell voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,64} = 2.20$, $p = 0.079$, $n = 17$).

Zusammenfassend ist nach 1 h und 72 h ITI, nicht aber nach 24 h ITI, in den initialen 60 s eine längere Inspektion des unbekanntem Duftstoffes zu erkennen.

Gesamtanalyse der Gedächtnistests mit C57 Mäusen und wt-Mäusen

Die Ergebnisse der vier Gedächtnistests wurden zusammengefasst, um eine statistisch besser abgesicherte Aussage über das Geruchsgedächtnis bei Mäusen treffen zu können.

Olfaktorisches Gedächtnis

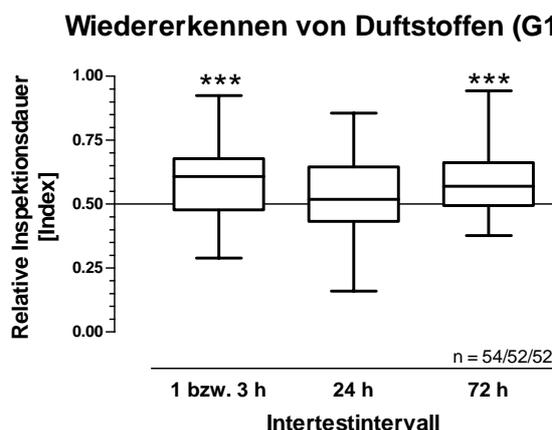


Bild 3.23: Relative Inspektionsdauer in den ersten 180 s der Testphasen des Gedächtnistests G1, G2wt, G3wt und G4

Ist der Medianwert > 0.50 explorierten die Mäuse den unbekanntem Duftstoff länger.

*** $p < 0.001$.

Die Mäuse verbrachten nach **1 bzw. 3 Stunden** (*Wilcoxon Signed Rank Test*: $W = 808$, $n = 54$, $p = 0.0001$;) und nach **72 Stunden** ($W = 893$, $n = 52$, $p < 0.0001$) signifikant mehr relative Zeit am unbekanntem Duftstoff, nicht aber nach **24 Stunden** ($W = 240$, $n = 52$, $p = \text{n.s.}$).

Eine differenziertere Analyse, in der nur die Daten für jeweils eines der drei Duftstoffpaarungen berücksichtigt wurden, ergab im wesentlichen gleiche Befunde.

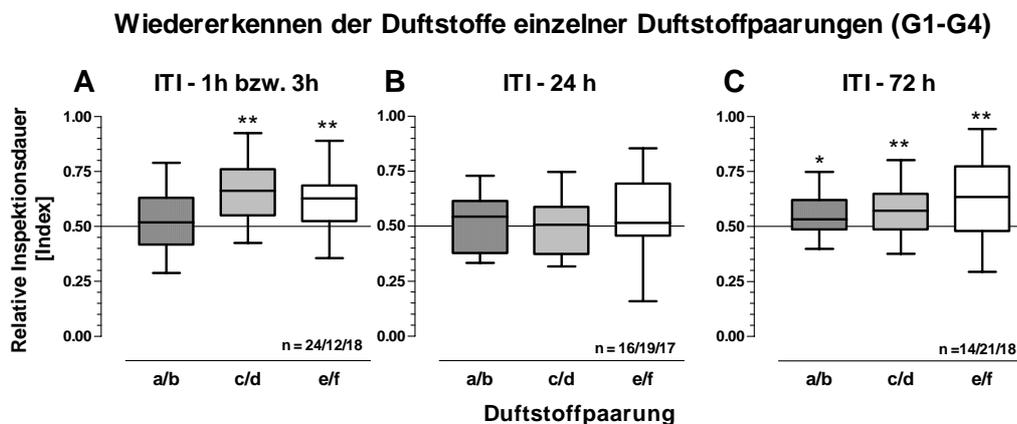
Relative Inspektionsdauer nach Duftstoffpaar

Bild 3.24: Einfluss einzelner Duftstoffpaarungen auf das Wiedererkennen von Duftstoffen in den Gedächtnistests G1, G2wt, G3wt und G4

Duftstoffpaar **a/b**: Carvon - Isoamylacetat; **c/d**: Anethol - Amylpropionat; **e/f**: Allylcapronat - Linalool. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

(A) 1 h bzw. 3 h Intertestintervall

Nach einer 1 bzw. 3 Stunden ITI explorierten die Mäuse bei zwei der drei Duftstoffpaare den unbekanntem Duftstoff signifikant länger als den bereits bekannten Duftstoff (Duftstoffpaarung c/d **Anethol - Amylpropionat** Wilcoxon Signed Rank Test: $W = 68$, $n = 12$, $p = 0.002$; Duftstoffpaarung e/f **Allylcapronat - Linalool** $W = 129$, $n = 18$, $p = 0.001$). Lediglich bei der Duftstoffpaarung a/b **Carvon - Isoamylacetat** explorierten sie beide Duftstoffe gleich lang ($W = 50$, $n = 24$, $p = \text{n.s.}$).

(B) 24 h Intertestintervall

Nach 24 Stunden ITI explorierten die Mäuse bei allen drei Duftstoffpaaren den bekannten und unbekanntem Duftstoff gleichlang (Duftstoffpaarung a/b **Carvon - Isoamylacetat** $W = 8$, $n = 16$, $p = \text{n.s.}$, Duftstoffpaarung c/d **Anethol - Amylpropionat** $W = 19$, $n = 16$, $p = \text{n.s.}$, Duftstoffpaarung e/f **Allylcapronat-Linalool** $W = 42$, $n = 17$, $p = \text{n.s.}$).

(C) 72 h Intertestintervall

Nach 72 Stunden ITI explorierten die Mäuse bei allen drei Duftstoffpaarungen den unbekanntem Duftstoff signifikant länger, als den bekannten Duftstoff (Duftstoffpaarung a/b **Carvon - Isoamylacetat** $W = 44$, $n = 14$, $p = 0.046$, Duftstoffpaarung c/d **Anethol - Amylpropionat** $W = 153$, $n = 21$, $p = 0.004$, Duftstoffpaarung e/f **Allylcapronat - Linalool** $W = 113$, $n = 18$, $p = 0.007$).

Da nach einem ITI von 24 h bei keinem Duftstoffpaar ein Wiedererkennen des bekannten Duftstoffes nachweisbar war, wurde geprüft, ob in diesem Fall die Testerfahrung eine Rolle spielt (Bild 3.24). Dies war möglich, da die Duftstoffe in fast gleicher Häufigkeit innerhalb der Testerfahrungsgruppen vertreten waren.

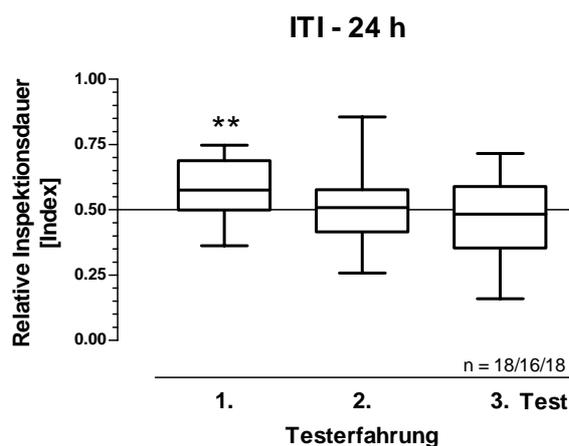


Bild 3.25: Einfluss der Testerfahrung auf die relative Inspektionsdauer nach einem ITI von 24 h in den Gedächtnistests G1, G2wt, G3wt und G4
Im 1. Test waren die Mäuse noch testnaiv. Im 2. und 3. Test hatten sie bereits Vorerfahrungen in ein bzw. zwei Tests. ** $p < 0.01$.

Waren die Mäuse testnaiv (**1. Testerfahrung**) verbrachten sie signifikant mehr relative Zeit an dem unbekanntem Duftstoff (*Wilcoxon Signed Rank Test*: $W = 117$, $n = 18$, $p = 0.006$). Hatten sie eine Vorerfahrung (**2. Testerfahrung**) ($W = -1$, $n = 16$, $p = \text{n.s.}$), oder zwei Vorerfahrungen (**3. Testerfahrung**) ($W = -23$, $n = 18$, $p = \text{n.s.}$) verbrachten sie nicht signifikant verschieden viel relative Zeit an den Duftstoffen.

Mit diesem Ergebnis relativiert sich das Gesamtergebnis in Bild 3.23, S. 45. Nach einem ITI von 24 h hatte die Testerfahrung einen Einfluss auf das Wiedererkennen von Duftstoffen bei testerfahrenen Mäusen, nicht aber bei testnaiven Mäusen.

Einfluss vorheriger Testerfahrungen

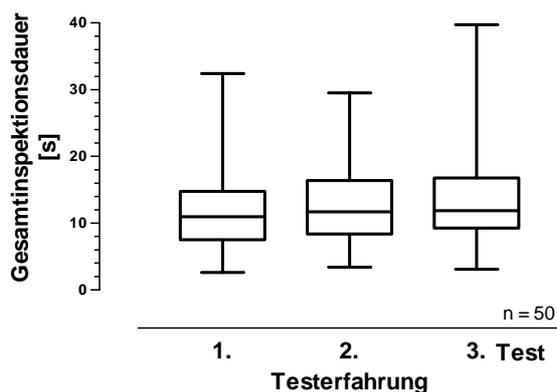


Bild 3.26: Effekte nach wiederholter Testerfahrung im Gedächtnistest G1, G2wt, G3wt und G4
Im 1. Test waren die Mäuse noch testnaiv. Im 2. und 3. Test hatten sie bereits Vorerfahrungen in ein bzw. zwei Tests.

Es wurde keine signifikante Änderung der Gesamtinspektionsdauer nach wiederholter Durchführung der Tests gemessen (*Friedman Test*, $\chi^2_2 = 3.040$, $n = 50$, $p = \text{n.s.}$).

Habituation innerhalb der Testphasen

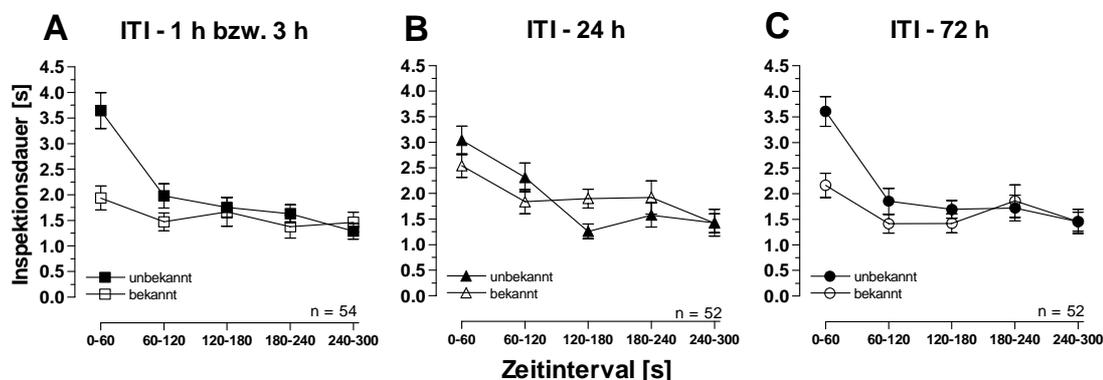


Bild 3.27: Zeitlicher Verlauf der Inspektionsdauer in den Testphasen im Gedächtnistest G1, G2wt, G3wt und G4

Für jedes der drei ITIs (A), (B), (C) wurde der zeitliche Verlauf der Inspektionsdauer für den bekannten und unbekanntem Duftstoff aufgetragen (Mittelwerte mit \pm Standardfehler); "unbekannt" steht für den unbekanntem, "bekannt" für den bekannten Duftstoff.

(A) 1 h bzw. 3 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer unterschied sich signifikant zwischen bekanntem und unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,53} = 11.68$, $p = 0.001$, $n = 54$). Die Grafik legt nahe, dass dieser signifikante Unterschied nur auf die ersten 60 Sekunden zurückzuführen ist. Analysiert man nur die letzten vier Intervalle ist kein signifikanter Unterschied der Inspektionsdauer zwischen bekanntem und unbekanntem Duftstoff mehr nachweisbar (2-Weg ANOVA, $F_{1,53} = 0.78$, $p = \text{n.s.}$, $n = 54$).

Die Inspektionsdauer nahm für beide Duftstoffe im Verlaufe der Testphase signifikant ab (2-Weg ANOVA, $F_{4,212} = 14.26$, $p < 0.0001$, $n = 54$). Die Grafik legt nahe, dass die signifikante Abnahme der Inspektionsdauer vom ersten zum zweiten 60 s Intervall nur auf die ersten 60 Sekunden zurückzuführen ist. Analysiert man nur die letzten vier Intervalle ist keine signifikante Abnahme der Inspektionsdauer mehr nachweisbar (2-Weg ANOVA, $F_{3,159} = 1.96$, $p = \text{n.s.}$, $n = 54$).

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,212} = 6.99$, $p < 0.0001$, $n = 54$). Auch hier ist der signifikante Unterschied allein auf die unterschiedliche Entwicklung der Inspektionsdauer von bekanntem und unbekanntem Duftstoffen im ersten 60 s Intervall zurückzuführen. Analysiert man nur die letzten vier Intervalle, unterschied sich die zeitliche Veränderung der Kurvenverläufe nicht signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{3,159} = 0.84$, $p = \text{n.s.}$, $n = 54$).

(B) 24 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer unterschied sich nicht signifikant zwischen bekanntem und unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,51} = 0.00$, $p = \text{n.s.}$, $n = 52$).

Die gesamte Inspektionsdauer für beide Duftstoffe veränderte sich im Verlaufe der Testphase signifikant (2-Weg ANOVA, $F_{4,204} = 12.35$, $p < 0.0001$, $n = 52$), sie nahm über die Zeit ab.

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich tendenziell voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,204} = 2.46$, $p = 0.059$, $n = 52$). Diese tendenzielle zeitliche Veränderung der Inspektionsdauer ist vermutlich auf die mittleren 60 s Intervalle zurückzuführen, in denen sich die Kurven der Inspektionsdauer schneiden.

(C) 72 h Intertestintervall

Die Inspektionsdauer unterschied sich signifikant zwischen bekanntem und unbekanntem Duftstoff (2-Weg ANOVA, $F_{1,51} = 14.06$, $p < 0.0001$, $n = 52$). Die Grafik legt nahe, dass dieser signifikante Unterschied nur auf die ersten 60 Sekunden zurückzuführen ist. Analysiert man nur die letzten vier Intervalle ist kein signifikanter Unterschied der Inspektionsdauer zwischen bekanntem und unbekanntem Duftstoff mehr nachweisbar (2-Weg ANOVA, $F_{1,51} = 1.34$, $p = \text{n.s.}$, $n = 52$).

Die Inspektionsdauer nahm für beide Duftstoffe im Verlaufe der Testphase signifikant ab (2-Weg ANOVA, $F_{4,204} = 12.14$, $p < 0.0001$, $n = 52$). Die Grafik legt nahe, dass dieser signifikante Unterschied nur auf die ersten 60 Sekunden zurückzuführen ist. Analysiert man nur die letzten vier Intervalle ist kein signifikanter Unterschied der Inspektionsdauer zwischen bekanntem und unbekanntem Duftstoff mehr nachweisbar (2-Weg ANOVA, $F_{3,153} = 0.80$, $p = \text{n.s.}$, $n = 52$).

Die zeitliche Veränderung der beiden Kurvenverläufe (Duftstoffe) unterschied sich signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{4,204} = 5.44$, $p < 0.0001$, $n = 52$). Auch hier ist der signifikante Unterschied allein auf die unterschiedliche Entwicklung der Inspektionsdauer von bekanntem und unbekanntem Duftstoffen im ersten 60 s Intervall zurückzuführen. Analysiert man nur die letzten vier Intervalle unterschied sich die zeitliche Veränderung der Kurvenverläufe nicht signifikant voneinander (2-Weg ANOVA, $F_{3,153} = 0.97$, $p = \text{n.s.}$, $n = 52$).

Olfaktorischer Gedächtnistest G2 und G3 mit CB1 *wt*- sowie *ko*-Mäusen

In dem olfaktorischen Gedächtnistest G2 und G3 wurden jeweils neun testnaive männliche CB1 *wt*- und *ko*- Mäuse verwendet. Diese Daten sind hier zusammengefasst. Die Stichprobenanzahl reduzierte sich, da eine *wt*-Maus und 18 *ko*-Mäuse die Ausschlusskriterien erfüllten. Die ITIs betragen 1 h, 24 h und 72 h.

Olfaktorisches Gedächtnis

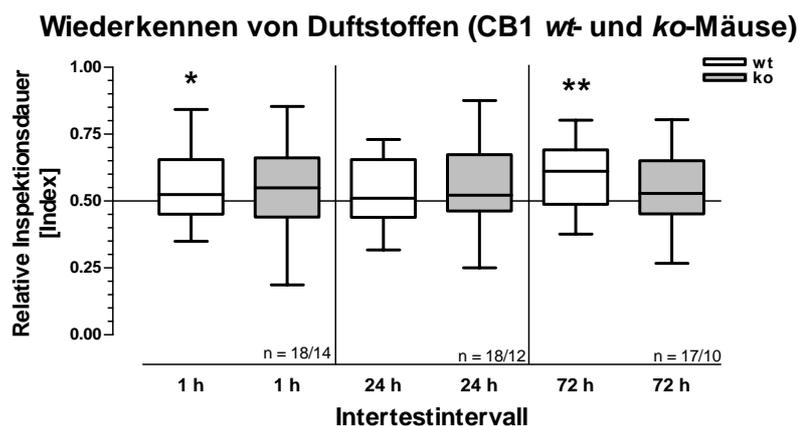


Bild 3.28: Relative Inspektionsdauer in den ersten 180 s der Testphase der Gedächtnistests G2 und G3
Ist der Medianwert > 0.50 explorierten die Mäuse den unbekanntem Duftstoff länger. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

1 h Intertestintervall

Die *wt*-Mäuse, nicht aber die *ko*-Mäuse, verbrachten nach **1 Stunde** signifikant mehr relative Zeit am unbekanntem Duftstoff (*Wilcoxon Signed Rank Test*: *wt*-Mäuse: $W = 68$, $n = 18$, $p = 0.041$; *ko*-Mäuse: $W = 35$, $n = 14$, $p = \text{n.s.}$). Allerdings unterschieden sich die Werte der *wt*- und *ko*-Mäuse nicht signifikant voneinander (*Mann-Whitney U-Test*: $n_1 = 18$, $n_2 = 14$; $U = 126$, $p = \text{n.s.}$).

24 h Intertestintervall

Die *wt*-Mäuse und die *ko*-Mäuse verbrachten nach **24 Stunden** nicht signifikant unterschiedlich viel relative Zeit an den Duftstoffen (*wt*-Mäuse: $W = 41$, $n = 18$, $p = \text{n.s.}$; *ko*-Mäuse: $W = 19$, $n = 12$, $p = \text{n.s.}$). Die Werte der *wt*- und *ko*-Mäuse unterschieden sich nicht signifikant voneinander ($n_1 = 18$, $n_2 = 12$; $U = 102$, $p = \text{n.s.}$).

72 h Intertestintervall

Die *wt*-Mäuse, nicht aber die *ko*-Mäuse, verbrachten nach **72 Stunden** signifikant mehr relative Zeit am unbekanntem Duftstoff (*wt*-Mäuse: $W = 108$, $n = 17$, $p = 0.003$; *ko*-Mäuse: $W = 19$, $n = 10$, $p = \text{n.s.}$). Allerdings unterschieden sich Werte der *wt*- und *ko*-Mäuse nicht signifikant voneinander ($n_1 = 17$, $n_2 = 10$; $U = 67$, $p = \text{n.s.}$).

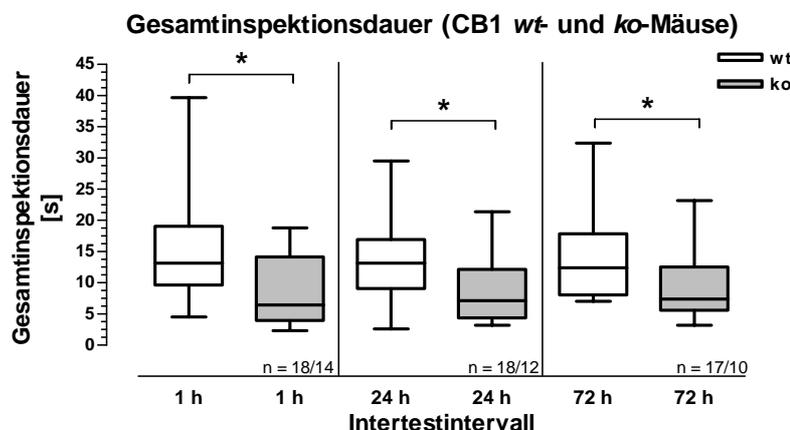
Gesamtinspektionsdauer nach ITI

Bild 3.29: Gesamtinspektionsdauer im Gedächtnistest G2 und G3

Dargestellt wurde die absolute Gesamtinspektionsdauer (Inspektionsdauer am unbekanntem und bekanntem Duftstoff addiert) in den ersten 180 Sekunden der Testphase. * $p < 0.05$.

Die Inspektionsdauer von unbekanntem und bekanntem Duftstoff wurde addiert. Die so ermittelte Gesamtinspektionsdauer unterschied sich zwischen beiden Genotypen in allen ITIs signifikant voneinander (**1 h ITI**: Mann-Whitney U-Test: $n_1 = 18$, $n_2 = 14$; $U = 62$, $p = 0.016$; **24 h ITI**: $n_1 = 18$, $n_2 = 12$; $U = 60$, $p = 0.044$; **72 h ITI**: $n_1 = 17$, $n_2 = 10$; $U = 41.5$, $p = 0.031$).

Der Unterschied in der Gesamtinspektionsdauer zwischen den beiden Genotypen, beruhte möglicherweise auf dem unterschiedlichen Angstzustand der Tiere. Deshalb wurden die Ausscheidungsraten der Feces analysiert.

Ausscheiden von Feces

Es wurde überprüft, ob die wt-Mäuse im Vergleich zu den ko-Mäusen mit zunehmender Testerfahrung eine unterschiedliche Ausscheidungsrate von Feces zeigten. Hierbei wurden alle Mäuse einschließlich derjenigen, die die Ausschlusskriterien erfüllt hatten, berücksichtigt.

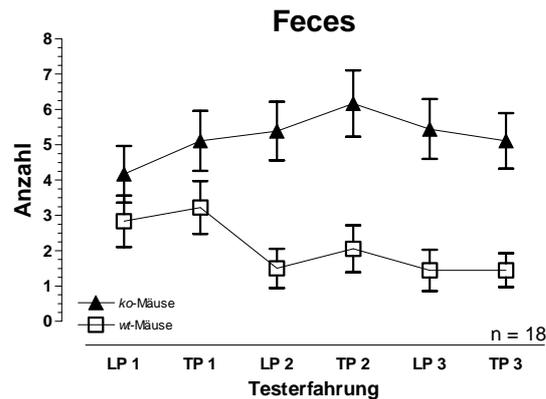


Bild 3.30: Anzahl der Ausscheidungen der wt-Mäuse und ko-Mäuse in Abhängigkeit von der Testerfahrung im Gedächtnistest G2 und G3
Mittelwerte mit Standardfehler, LP = Lernphase, TP = Testphase.

Die wt-Mäuse und ko-Mäuse unterschieden sich signifikant in der Anzahl der Feces (2-Weg ANOVA, $F_{1,34} = 16.68$, $p = 0.0003$, $n = 18$).

Bei den wt-Mäusen nahm die Anzahl der Feces über die Testerfahrung signifikant ab (Friedman Test: $\chi^2_5 = 15.27$, $n = 18$, $p = 0.0093$), nicht jedoch bei den ko-Mäusen (Friedman Test: $\chi^2_5 = 4.76$, $n = 18$, $p = \text{n.s.}$). Bei den ko-Mäusen fällt die höhere Varianz der Daten auf.

Abschließend wurde geprüft, ob die Ausscheidungsrate der Feces bei C57 und CB1 wt- und ko-Mäusen mit der Gesamtinspektionsdauer korreliert ist.

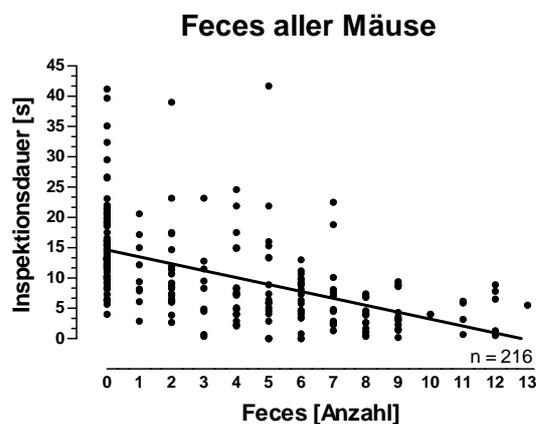


Bild 3.31: Korrelation zwischen Ausscheidungsrate der Feces und der Gesamtinspektionsdauer aller Gedächtnistests

Aufgetragen wurden die Ausscheidungsraten aller Mäuse aus allen Läufen im Verhältnis zu ihrer Inspektionsdauer.

Es ist eine negative Korrelation (Pearson, $r = -0,513$, $n = 216$, $p < 0.0001$) zwischen der Inspektionsdauer und der Anzahl der Feces aus allen Läufen aller in den Tests eingesetzten Mäusen nachzuweisen. Je größer die Anzahl der Feces desto geringer ist die Inspektionsdauer.

4 Diskussion

4.1 Beurteilung der Leistungsfähigkeit des olfaktorischen Gedächtnistests

Auswertintervall

Das Auswertintervall von 180 s wurde aufgrund der Habituationkurve über fünf 60 s Zeitintervalle im ersten Präferenztests (P1) gewählt. Alle folgenden Gedächtnistests wurden über die ersten 180 s ausgewertet. Nachträglich wurde ermittelt, welches Zeitintervall der 300 s Testphase für das Ergebnis der unterschiedlichen Inspektionsdauern ausschlaggebend war. Nach der Zusammenfassung aller Daten der Testphasen zeigte sich, dass die Auswertung der ersten 60 s ausreichend für ein positives Ergebnis gewesen wäre. Die statistische Sicherheit der Ergebnisse wäre bei einer Auswertung des ersten 60 s Intervalls vermutlich sogar höher gewesen.

Für zukünftige Gedächtnistests ist abzuwägen, ob eine Analyse des ersten 60 s Zeitintervalls ausreichend ist. Ein möglicher Nachteil könnte darin bestehen, dass einige Tiere während der ersten 60 s nur einen Duftstoff explorieren und dadurch die Umformung der Daten in eine relative Inspektionsdauer nicht durchzuführen wäre. Deshalb kommt eher eine Analyse der ersten 90 oder 120 s in Frage. Die Gesamtdauer der Testphase sollte auf jeden Fall bei fünf Minuten belassen werden, da die Tiere bei kurz hintereinander stattfindendem "*handling*" zusätzlich gestresst werden könnten. Außerdem benötigt der Experimentator diese fünf Minuten für die Vorbereitung des nachfolgenden Versuchskäfigs.

Habituation

Für die Gesamtinspektionsdauer war es während aller Intertestintervalle (ITI) unerheblich, ob die Versuchstiere testnaiv oder testerfahren waren. Wiederholte Tests führten nicht zu einer signifikanten Abnahme der Inspektionsdauer an den Reaktionsgefäßen. Selbst wenn eine Abnahme der Inspektionsdauer stattgefunden hätte, wäre dieser Einfluss auf alle ITIs gleich ausgefallen, da zu jedem ITI gleich viele Tiere mit den drei möglichen Testerfahrungen getestet wurden.

Einfluss der Duftstoffpaare

Obwohl die Gleichwertigkeit der Duftstoffe eines Paares geprüft und die Duftstoffkonzentration in entsprechenden Vorversuchen ausgewählt worden sind, könnten spezifische Duftstoffe oder eine spezifische Paarung einen Einfluss auf das Wiedererkennen der Duftstoffe gehabt haben.

Tatsächlich konnte für eine der drei Duftstoffpaarungen ein abweichender Effekt nachgewiesen werden. Wurde den Mäusen nach einem ITI von 1 bzw. 3 h die Paarung Carvon-Isoamylacetat geboten, zeigten sie keine Erinnerung an einen bekannten Duftstoff, wohl aber bei den anderen Duftstoffpaarungen. Dieser Einfluss von Carvon-Isoamylacetat konnte jedoch nicht während des 24 h und 72 h ITI gemessen werden.

Nun ist zu bedenken, dass *zehn testnaive* Tiere mit dem ITI von 1 bzw. 3 h mit der Paarung Carvon-Isoamylacetat getestet wurden und nur *vier testnaive* Tiere mit Anethol-Amylpropionat und *vier testnaive* Tiere mit Allylcapronat-Linalool⁴¹. Das Phänomen des Nichterkennens des bekannten Duftstoffes bei der Paarung Carvon-Isoamylacetat kann deshalb vielleicht auch auf die übermäßige Anzahl testnaiver Tiere zurückzuführen sein. Testnaive Mäuse, die bereits 1 bzw. 3 h nach ihrer ersten Gedächtnistesterfahrung wieder getestet wurden, haben weniger Zeit gehabt die neuen Eindrücke zu verarbeiten. Testnaive Mäuse, die nach 1 bzw. 3 h wieder getestet werden, sind damit möglicherweise ängstlicher als testnaive Mäuse, die mit einem ITI von 24 h oder 72 h getestet wurden, bzw. als Mäuse, die nicht testnaiv waren.

In weiteren Gedächtnistests ist darauf zu achten, wie auch im Gedächtnistest G4 geschehen, dass die Duftstoffe gleichmäßig über die verschiedenen ITIs und Testerfahrungsgruppen verteilt sind. Die Ergebnisse sollten auf den Einfluss des Faktors Duftstoffpaar hin überprüfbar sein.

Einfluss der Testerfahrung

Es ist denkbar, dass auf Grund wiederholter - wenn auch verschiedener - Tests, die allgemeine Testerfahrung der Mäuse einen Einfluss auf die Ergebnisse hatte. Um den Faktor Testerfahrung unabhängig von dem Faktor Duftstoffpaar untersuchen zu können, müssen nach jedem ITI und zusätzlich in jeder der drei Testerfahrungs-Gruppen die Duftstoffe gleich häufig vertreten sein. Dieses war nur in Test G4 verwirklicht.

Nur nach dem 24 h ITI waren die Duftstoffpaare aller Tests (Gedächtnistests G1, G2wt, G3wt und G4) gleichmäßig auf die Testerfahrungsgruppen verteilt. Wie ich bei der Analyse des Einflusses der Duftstoffpaare zeigen konnte, hatten die drei Duftstoffpaare nach einem 24 h ITI keinen unterschiedlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis und deshalb konnte nach dem 24 h ITI auch nach der Testerfahrung ausgewertet werden. Wurden die gesamten Testergebnisse aller 24 h ITI auf diesen Einfluss hin untersucht, konnte gezeigt werden, dass sich testnaive Mäuse nach 24 h an einen ihnen bekannten Duftstoff erinnern, Mäuse mit einer oder zwei Testerfahrungen jedoch nicht.

Einschränkungen des olfaktorischen Gedächtnistests

Es ist mit diesem olfaktorischen Gedächtnistest wahrscheinlich nicht ohne großen Aufwand möglich, die beiden olfaktorischen Systeme, nämlich das olfaktorische Hauptsys-

⁴¹ Während der ersten drei Gedächtnistests waren die Duftstoffe nicht gleichmäßig auf die ITIs verteilt. Die gleichmäßige Verteilung wurde erst im Gedächtnistest G4 vorgenommen.

tem (MOS) und das akzessorische olfaktorische System (AOS), getrennt voneinander anzusprechen, da jeder verwendete Duftstoff vorab auf die unterschiedliche Stimulierung dieser Systeme hin überprüft werden müsste.

In Voruntersuchungen führte ich einen Gedächtnistest mit Urin verschiedener Mausmännchen durch, um einen natürlichen und naheliegenden Duftstoff zu verwenden. Die Gewinnung des Mäsurins und die Haltbarmachung der darin enthaltenen Mäsurinproteine (murin urinary proteins = MUPs) sowie die Sicherstellung der qualitativ gleichwertigen „Frische“ des Urins zum Testzeitpunkt, war aber nicht ohne großen Aufwand durchzuführen. Deshalb wurden diese Untersuchungen nicht fortgeführt.

4.2 Gedächtniskonsolidierung bei C57 und CB1-wt Mäusen

Kamin-Effekt und Einfluss der Testerfahrung

In den vier voneinander unabhängigen olfaktorischen Gedächtnistests (G1-G4) mit insgesamt 54 Mäusen wurden konsistente Ergebnisse erzielt. Ich konnte zwei Gruppen von Mäusen identifizieren. Die Mäuse der einen Gruppe, die beim 24 h ITI Einzeltest schon **testerfahrenen** Mäuse, erinnerten sich nach 1 bzw. 3 h und nach 72 h an einen bekannten Duftstoff, nicht aber nach 24 h. Damit zeigten diese Mäuse nach einem ITI von 1 bzw. 3 h und 72 h ihre Fähigkeit, einmalig explorierte Duftstoffe wiederzuerkennen. Die Mäuse der zweiten Gruppe, die beim 24 h ITI Einzeltest noch **testnaiven** Mäuse, konnten jedoch zu allen drei Zeitpunkten ihre Geruchserfahrungen abrufen. Es kann also ausgeschlossen werden, dass die Mäuse nach mehreren Stunden grundsätzlich nicht mehr in der Lage waren, Geruchserfahrungen zu speichern und abzurufen. Offensichtlich gab es eine natürliche "Gedächtnislücke" die nur bei testerfahrenen Mäusen nachzuweisen war. Zwischen zwei Zeitpunkten, an denen Geruchserfahrungen abrufbar waren, konnten diese Mäuse ihre Erfahrungen nach 24 h nicht abrufen.

Ein phasisch wiederkehrendes Gedächtnis, ist von verschiedenen Tierarten bekannt. So von **Ratten** (Denny 1958; Denny & Thomas 1960; Kamin 1963; Baum 1968; Klein & Spear 1969; Kumar 1970; Anisman & Waller 1971; Barrett et al. 1971; Holloway & Wansley 1973), **Mäusen** (Geller et al. 1970; Belcadi-Abbassi & Destrade 1995), **Kraken** (*Octopus vulgaris*) (Sanders & Barlow 1971), **Tintenfischen** (*Sepia officinalis*) (Messenger 1971), **Goldfischen** (Riege & Cherkin 1971), **Honigbienen** (Gerber & Menzel 2000) und **Menschen** (Ploner et al. 1998). In Anlehnung an die Befunde von Kamin (1957) an Ratten, wurde es als *Kamin-Effekt* bezeichnet (Denny 1958). Der *Kamin-Effekt* wird heute als Ausdruck von Gedächtniskonsolidierungsprozessen angesehen und reflektiert eine grundlegende Eigenschaft von Gedächtnis (Gerber & Menzel 2000). Bei keiner dieser Studien gab es jedoch einen Vergleich von testnaiven mit testerfahrenen Tieren.

Menzel (1999) betont in einer Übersichtsarbeit über Gedächtnisphänomene, dass man die Dynamik von Gedächtnisphasen im Kontext des natürlichen Verhaltens, unter denen Gedächtnis gebildet wird, betrachten muss. Die Konsolidierung und Bewahrung von

Gedächtnis ist an die Ansprüche angepasst, denen das Tier in der natürlichen Umwelt ausgesetzt ist. Es ist anzunehmen, dass die Gedächtniskonsolidierung zu Zeitpunkten stattfindet, die für die jeweilige Tierart adaptiv ist.

Es fragt sich, inwieweit die 24 h Gedächtnislücke der testerfahrenen Mäuse als auch die Abrufbarkeit bei testnaiven Mäusen adaptiv sein könnte. Für die testnaiven Mäuse könnte folgende Konstellation bedeutsam gewesen sein. Unterstellt man, dass die eintönigen Haltungsbedingungen der Versuchstiere zu einer Art Reizdeprivation führen, dann ist jeder neue Reiz potentiell hoch bedeutsam. Deshalb war die erste Lernphase für die testnaiven Tiere beeindruckender als die nachfolgenden beiden Lernphasen. Das „wichtige“ Ereignis der ersten Lernphase war nach 24 h abrufbar, weil es bereits konsolidiert war. Die aversiven oder appetitiven Stimuli, die in anderen Untersuchungen zum *Kamin-Effekt* geboten wurden (z.B. Tribhowan et al. 1971; Denny & Thomas 1960; Anisman & Waller 1971; Barrett et al. 1971; Wansley & Holloway 1975; Seybert et al. 1979), waren dagegen immer "wichtig" für die Tiere. Die Konsolidierungsphase für "wichtige" Ereignisse könnte in meinen Untersuchungen in die erste Ruhephase der Tiere nach diesem Ereignis gefallen sein, also in die folgende Hellphase etwa 7 h bis 19 h später. Während der nächsten Aktivitätsphase (Dunkelphase) 19 h bis 24 h später, war das Gedächtnis deshalb konsolidiert und abrufbar.

Waren die Tiere in meinen Versuchen dagegen nicht mehr testnaiv, so stellte die neue Begegnung mit der Situation ein wiederholtes, weniger bedeutsames Ereignis dar. Man kann spekulieren, dass die Konsolidierung von "wichtigen" und "weniger wichtigen" Gedächtnisinhalten zu unterschiedlichen Zeitpunkten stattfindet, weil wichtigere Gedächtnisinhalte vorrangig festgeschrieben werden. Somit ergäbe sich jeweils eine zeitliche Reihenfolge der Konsolidierung je nach der Priorität, die von den Mäusen dem Stimulus zugeordnet wurde. Der weniger bedeutsame Inhalt der wiederholten Exposition war möglicherweise nach 24 h noch nicht verfügbar, weil er nicht ausreichend konsolidiert war.

Nach 72 h wäre demnach auch die Konsolidierung für die "weniger wichtigen" Stimuli abgeschlossen und zu diesen Zeitpunkten war die Erinnerung an alle Stimuli abrufbar. Da erfahrungsgemäß auch nach längerer Zeit nicht jedes "Ereignis" abrufbar ist, sollte es noch eine weitere Kategorie für "nicht-speicherungswürdige" Ereignisse geben.

Gedächtnisdauer

Dass die Mäuse sich nach 72 h spontan an einen Duftstoff erinnern konnten, war nicht erwartet worden. Einschlägige Arbeiten, in denen Tiere ohne künstliche Verstärkung bis zu einem Zeitraum von 72 h nach Exploration eines Objektes oder Duftstoffes getestet wurden, habe ich nicht finden können. Es gibt dagegen zahlreiche Studien, in denen die Versuchstiere über eine künstliche Verstärkung in Form von Futter oder Wasserbelohnung nach einer vorangegangenen Deprivationsphase motiviert wurden und sich noch nach vielen Tagen an die mit Futter oder Wasser assoziierten Duftstoffe erinnern können. Den Testphasen ging in diesen Studien immer eine längere, teilweise mehrere Tage

andauernde Lernphase mit mehreren Lernläufen pro Tag voraus (z.B. Berger-Sweeney et al. 1998; Brennan et al. 1998). Es konnte sogar gezeigt werden, dass Mäuse sich nach 1, 14, 30 und 60 Tagen an einen mit Futter gepaarten Duftstoff erinnern (Schellinck et al. 2001). Allgemein sollte bei Gedächtnistests vorab geklärt werden, ob der Gedächtnisabruf einer Rhythmik unterliegt. Wenn ein ITI gefunden wurde, nachdem sich die Tiere nicht mehr an den Stimulus „erinnern“, wird selten noch nach späteren Zeitpunkten gesucht. Es erscheint nicht unwahrscheinlich zu sein, dass häufig nur eine zeitlich begrenzte „Gedächtnisabrufunfähigkeit“ ermittelt wurde.

4.3 Olfaktorisches Gedächtnis der CB1 *ko*-Mäuse

Die *ko*-Mäuse konnten sich im Gegensatz zu den *wt*-Nestgeschwistern zu keinem Zeitpunkt an die „bekannten“ Duftstoffe erinnern, bzw. es konnte keine Erinnerung nachgewiesen werden. Das kann vielfältige Ursachen haben. Zum einen können sich die Phasen der Gedächtniskonsolidierung bei den *ko*-Mäusen nicht mit denen der *wt*-Mäuse decken (Oklejewicz et al. 2001), so dass falsche bzw. zu wenige Zeitpunkte gewählt wurden. Auch wurde nicht vorab abgeklärt, ob die *ko*-Mäuse überhaupt in der Lage sind, die Duftstoffe zu riechen. Ein naheliegender Grund für das unterschiedliche Verhalten könnten jedoch unterschiedliche Angstzustände der *wt*- und *ko*-Mäuse sein.

Tatsächlich gab es verschiedene Hinweise auf einen unterschiedlichen Angstzustand der *wt*- und *ko*-Mäuse. Bei den *wt*-Mäusen musste gemäß den vorab festgelegten Ausschlusskriterien in den Versuchsphasen nur einmal eine Maus ausgeschlossen werden. Bei den *ko*-Mäusen musste insgesamt 18 mal eine Maus ausgeschlossen werden. Einige der *ko*-Mäuse wurden sogar aus allen Tests ausgeschlossen. Die absolute Gesamtinspektionsdauer der in die Auswertung einfließenden *ko*-Mäuse war nach jedem Abrufintervall signifikant geringer als die der *wt*-Mäuse (Bild 3.29, S. 51). Eine geringere Inspektionsdauer deutet auf ein gehemmteres Explorationsverhalten hin, welches durch Stress ausgelöst sein könnte (Crawley & Paylor 1997; Hascoet et al. 2001). Es ist durchaus möglich, dass die Mäuse ihre Erinnerung, allein auf Grund des gehemmten Explorationsverhaltens, nicht "zum Ausdruck" bringen konnten. Im allgemeinen kann Stress vor oder in Verhaltenstests einen großen Einfluss auf Versuchsergebnisse haben (Gerlai & Clayton 1999).

Die Ausscheidungsrate der Mäuse an Feces ist ein Anzeiger für den Angstzustand der Tiere (Crawley 2000). Die Ausscheidungsrate sollte mit zunehmenden Testerfahrungen abnehmen, es tritt üblicherweise eine klassische Habituation ein. Das war aber nur bei den *wt*-Mäusen nachweisbar. Die Anzahl der Feces der *ko*-Mäuse dagegen veränderte sich nicht. Auch die negative Korrelation zwischen der Anzahl der Ausscheidungen und der Gesamtinspektionsdauer deutet auf einen Zusammenhang zwischen Stress und Inspektionsdauer bei allen Mäusen hin. Je mehr Feces ausgeschieden wurden, desto kürzer war die Inspektionsdauer.

Von einer anderen CB1 *ko*-Maus Linie war bereits bekannt, dass die Mäuse eine erhöhte Sterberate aufwiesen, obwohl sie gesund erschienen und fertil waren. Außerdem wa-

ren sie hypoaktiv (Zimmer et al. 1999). Hypoaktivität konnte ich auch bei den für diese Versuche verwendeten *ko*-Mäusen beobachten; sie bewegten sich zum Teil während der Versuche gar nicht. Auch stellte ich fest, dass CB1 *ko*-Mäuse starben. Nachdem ich die *ko*-Mäuse in den Tierhaltungs- und Testraum überführt hatte, starben während der Habitationsphase von 21 *ko*-Mäusen drei Mäuse ohne ersichtlichen Grund. Bedenkt man, dass der CB1-Rezeptor bei den *ko*-Mäusen ubiquitär nicht mehr vorhanden ist, kann das Fehlen dieses Rezeptors zu einer physiologischen Einschränkung im Gesamtorganismus geführt haben. Es ist bekannt, dass der CB1-Rezeptor im Gastrointestinaltrakt vorhanden ist (Pertwee 2001), aber in einer geringeren Dichte als im Gehirn (Izzo et al. 2001). Er spielt eine Rolle bei der Darmentleerung. Eine Antagonisierung des CB1-Rezeptors mit dem selektiven Antagonisten SR141716A führte bei Mäusen zu einer erhöhten Defäkation und einer erhöhten Transportgeschwindigkeit im Gastrointestinaltrakt (zusammengefaßt in Izzo et al. 2001). Die von mir verwendeten konventionellen CB1 *ko*-Mäuse besitzen keine CB1-Rezeptoren in ihrem Gastrointestinaltrakt. Das entspricht funktionell vermutlich einer chronischen Antagonisierung. Die *ko*-Mäuse könnten daher unter chronischen Verdauungsstörungen wie Durchfall leiden. Einige Mäuse hatten tatsächlich wässrige Ausscheidungen. Das könnte eine zum erhöhten Stresslevel alternative oder ergänzende Erklärung für die erhöhten Ausscheidungen sein.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Gedächtnistests mit konventionellen CB1 *ko*-Mäuse zu keinen eindeutig interpretierbaren Ergebnissen führten, weil sie offensichtlich nicht in derselben gesundheitlichen Verfassung wie ihre *wt*-Nestgeschwister waren.

5 Literaturverzeichnis

- Abbott,A. 2002. Mouse genome: The real deal. *Nature* **420**, 456-457.
- Ahmed,M., Arpaia,M.L. & Scora,R.W. 2001. Seasonal variation in lemon (*Citrus limon* L. Burm. f) leaf and rind oil composition. *Journal of Essential Oil Research* **13**, 149-153.
- Ahmed,M., Ting,I.P. & Scora,R.W. 1994. Leaf oil composition of *salvia hispanica* L. from three geographical areas. *Journal of Essential Oil Research* **6**, 223-228.
- Anisman,H. & Waller,T.G. 1971. Effects of conflicting response requirements and shock-compartment confinement on the Kamin effect in rats. *J. Comp Physiol Psychol.* **77**, 240-244.
- Artal,P., Herreros,d.T., Munoz,T.C. & Green,D.G. 1998. Retinal image quality in the rodent eye. *Vis. Neurosci.* **15**, 597-605.
- Barrett,R.J., Leith,N.J. & Ray,O.S. 1971. Kamin effect in rats: index of memory or shock-induced inhibition? *J. Comp Physiol Psychol.* **77**, 234-239.
- Baum,M. 1968. Reversal learning of an avoidance response and the Kamin effect. *J. Comp Physiol Psychol.* **66**, 495-497.
- Belcadi-Abbassi,W. & Destrade,C. 1995. Post-test apamin injection suppresses a Kamin-like effect following a learning session in mice. *Neuroreport* **6**, 1293-1296.
- Berger-Sweeney,J., Libbey,M., Arters,J., Junagadhwalla,M. & Hohmann,C. 1998. Neonatal Monoaminergic Depletion in Mice (*Mus musculus*) Improves Performance of a Novel Odor Discrimination Task. *Behavioral Neuroscience* **112**, 1318-1326.
- Bishop,C.E., Boursot,P., Baron,B., Bonhomme,F. & Hatat,D. 1985. Most classical *Mus musculus domesticus* laboratory mouse strains carry a *Mus musculus musculus* Y chromosome. *Nature* **315**, 70-72.
- Bodyak,N. & Slotnick,B. 1999. Performance of mice in an automated olfactometer: odor detection, discrimination and odor memory. *Chemical Senses* **24**, 637-645.
- Brennan,P.A., Schellinck,H.M., de la Riva,C., Kendrick,K.M. & Keverne,E.B. 1998. Changes in neurotransmitter release in the main olfactory bulb following an olfactory conditioning procedure in mice. *Neuroscience* **87**, 583-590.
- Carlson,N.R. & Vallante,M.A. 1974. Enhanced cue function of olfactory stimulation in mice with septal lesions. *J. Comp Physiol Psychol.* **87**, 237-248.
- Carrubba,A., la Torre,R., Di Prima,A., Saiano,F. & Alonzo,G. 2002. Statistical analyses on the essential oil of Italian coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits of different ages and origins. *Journal of Essential Oil Research* **14**, 389-396.
- Cleland,T.A., Morse,A., Yue,E.L. & Linster,C. 2002. Behavioral models of odor similarity. *Behav. Neurosci.* **116**, 222-231.

- Crawley, J.N. 2000. *What's Wrong Whith My Mouse? Behavioral Phenotyping of Transgenic and Knockout Mice*. New York: Wiley-Liss.
- Crawley, J.N. & Paylor, R. 1997. A proposed test battery and constellations of specific behavioral paradigms to investigate the behavioral phenotypes of transgenic and knockout mice. *Horm. Behav.* **31**, 197-211.
- Crusio, W.E. 1999. Methodological considerations for testing learning in mice. In: *Handbook of Molecular-Genetic Techniques for Brain and Behavior Research (Techniques in the Behavioral and Neural Sciences)* (Ed. by W.E. Crusio & R.T. Gerlai), pp. 638-651. Amsterdam-Lausanne-New York-Oxford-Shannon-Singapore-Tokyo, Elsevier.
- Deiss, V. & Baudoin, C. 1997. Hyposmia for butanol and vanillin in mutant staggerer male mice. *Physiol Behav.* **61**, 209-213.
- Denny, M.R. 1958. The "Kamin effect" in avoidance conditioning. *American Psychologist* **13**, 419.
- Denny, M.R. & Thomas, J.O. 1960. Avoidance learning and relearning as a function of shuttle box dimensions. *Science* **132**, 620-621.
- Di Marzo, V., Goparaju, S.K., Wang, L., Liu, J., Batkai, S., Jarai, Z., Fezza, F., Miura, G.I., Palmiter, R.D., Sugiura, T. & Kunos, G. 2001. Leptin-regulated endocannabinoids are involved in maintaining food intake. *Nature* **410**, 822-825.
- Dixon, A.K. 1976. Olfactory mechanisms affording from attack to juvenile mice (*Mus musculus* L.). *Zeitschrift fur Tierpsychologie* **41**, 225-234.
- Dixon, A.K. & Mackintosh, J.H. 1975. The relationship between the physiological condition of female mice and the effects of their urine on the social behaviour of adult males. *Animal Behaviour* **23**, 513-520.
- Doty, R.L. 1986. Odor-guided behavior in mammals. *Experientia* **42**, 257-271.
- Doty, R.L., Li, C., Bagla, R., Huang, W., Pfeiffer, C., Brosvic, G.M. & Risser, J.M. 1998. SKF 38393 enhances odor detection performance. *Psychopharmacology (Berl)* **136**, 75-82.
- Dunn, L.C., Grüneberg, H. & Snell, G.D. 1952. Standardized Nomenclature for Inbred Strains of Mice. *Cancer Research* **12**, 602-613.
- Eibl-Eibesfeldt, I. 1958. *Handbuch der Zoologie Eine Naturgeschichte der Stämme des Tierreiches*. 8 edn. Berlin: Walter de Gruyter & Co.
- Ennaceur, A. & Delacour, J. 1988. A new one-trial test for neurobiological studies of memory in rats. 1: Behavioral data. *Behav. Brain Res.* **31**, 47-59.
- Evans, C.M., Mackintosh, J.H., Kennedy, J.F. & Robertson, S.M. 1978. Attempts to characterise and isolate aggression reducing olfactory signals from the urine of female mice *Mus musculus* L. *Physiology & Behavior* **20**, 129-134.
- Fentrop, N. 2003. Auswirkungen eines Defizits des neuronalen Zelladhäsionsmoleküls (NCAM) im Telencephalon auf Lernen, Gedächtnis und Individualität bei einer gentechnischen veränderten Labormaus. München: Litis Press Publishers.

- Ferris,S.D., Sage,R.D. & Wilson,A.C. 1982. Evidence from mtDNA sequences that common laboratory strains of inbred mice are descended from a single female. *Nature* **295**, 163-165.
- Fletcher,M.L. & Wilson,D.A. 2002. Experience modifies olfactory acuity: acetylcholine-dependent learning decreases behavioral generalization between similar odorants. *J. Neurosci.* **22**, RC201.
- Forestell,C.A., Schellinck,H.M., Boudreau,S.E. & LoLordo,V.M. 2001. Effect of food restriction on acquisition and expression of a conditioned odor discrimination in mice. *Physiol Behav.* **72**, 559-566.
- Geller,A., Jarvik,M.E. & Robustelli,F. 1970. Incubation and the Kamin effect. *J. Exp. Psychol.* **85**, 61-65.
- Gerber,B. & Menzel,R. 2000. Contextual modulation of memory consolidation. *Learn. Mem.* **7**, 151-158.
- Gerlai,R. 1998. A new continuous alternation task in T-maze detects hippocampal dysfunction in mice A strain comparison and lesion study. *Behav. Brain Res.* **95**, 91-101.
- Gerlai,R. 2001. Behavioral tests of hippocampal function: simple paradigms complex problems. *Behav. Brain Res.* **125**, 269-277.
- Gerlai,R. & Clayton,N.S. 1999. Analysing hippocampal function in transgenic mice: an ethological perspective. *Trends Neurosci.* **22**, 47-51.
- Gerlai,R.T. 1999. Ethological approaches in behavioral neurogenetic research. In: *Handbook of Molecular-Genetic Techniques for Brain and Behavior Research (Techniques in the Behavioral and Neural Sciences)* (Ed. by W.E.Crusio & R.T.Gerlai), pp. 605-613. Amsterdam-Lausanne-New York-Oxford-Shannon-Singapore-Tokyo, Elsevier.
- Goldblatt,A. 1978. Effects of early olfactory experience on a tilt table odor preference. *Behav. Biol.* **22**, 269-273.
- Hascoet,M., Bourin,M. & Dhonnchadha,B.A. 2001. The mouse light-dark paradigm: a review. *Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry* **25**, 141-166.
- Holloway,F.A. & Wansley,R.A. 1973. Multiple retention deficits at periodic intervals after active and passive avoidance learning. *Behav. Biol.* **9**, 1-14.
- Hubener,F. & Laska,M. 1998. Assessing olfactory performance in an old world primate, *Macaca nemestrina*. *Physiology & Behavior* **64**, 521-527.
- Hubener,F. & Laska,M. 2001. A two-choice discrimination method to assess olfactory performance in pigtailed macaques, *Macaca nemestrina*. *Physiology & Behavior* **72**, 511-519.
- Izzo,A.A., Mascolo,N. & Capasso,F. 2001. The gastrointestinal pharmacology of cannabinoids. *Curr. Opin. Pharmacol.* **1**, 597-603.
- Janus,C. 1993. Stability of preference for odors after short-term exposure in young spiny mice. *Dev. Psychobiol.* **26**, 65-79.

- Kamin,L.J. 1957. The retention of an incompletely learned avoidance response. *J. Comp Physiol Psychol.* **50**, 457-460.
- Kamin,L.J. 1963. Retention of an incompletely learned avoidance response: some further analysis. *J. Comp Physiol Psychol.* **56**, 713-718.
- Kavaliers,M., Colwell,D.D., Braun,W.J. & Choleris,E. 2003. Brief exposure to the odour of a parasitized male alters the subsequent mate odour responses of female mice. *Animal Behaviour* **65**, 59-68.
- Kay,L.M., Lancaster,L.R. & Freeman,W.J. 1996. Reafference and attractors in the olfactory system during odor recognition. *Int. J. Neural Syst.* **7**, 489-495.
- Kippin,T.E., Cain,S.W. & Pfaus,J.G. 2003. Estrous odors and sexually conditioned neutral odors activate separate neural pathways in the male rat. *Neuroscience* **117**, 971-979.
- Klein,S.B. & Spear,N.E. 1969. Influence of age on short-term retention of active-avoidance learning in rats. *J. Comp Physiol Psychol.* **69**, 583-589.
- Kumar,R. 1970. Incubation of fear: experiments of the "Kamin Effect" in rats. *J. Comp Physiol Psychol.* **70**, 258-263.
- Laska,M. & Hubener,F. 2001. Olfactory discrimination ability for homologous series of aliphatic ketones and acetic esters. *Behavioural Brain Research* **119**, 193-201.
- Liebenauer,L.L. & Slotnick,B.M. 1996. Social organisation and aggression in a group of olfactory bulbectomized male mice. *Physiology & Behavior* **60**, 403-409.
- Linster,C. & Hasselmo,M.E. 1999. Behavioral responses to aliphatic aldehydes can be predicted from known electrophysiological responses of mitral cells in the olfactory bulb. *Physiol Behav.* **66**, 497-502.
- Lu,X.C., Slotnick,B.M. & Silberberg,A.M. 1993. Odor matching and odor memory in the rat. *Physiology & Behavior* **53**, 795-804.
- Mackintosh,J.H. 1981. Behaviour of the House Mouse. *symposia of the zoological society of london* **47**, 337-365.
- Malakoff,D. 2000. The rise of the mouse, biomedicine's model mammal. *Science* **288**, 248-253.
- Mansuy,I.M., Mayford,M., Jacob,B., Kandel,E.R. & Bach,M.E. 1998. Restricted and regulated overexpression reveals calcineurin as a key component in the transition from short-term to long-term memory. *Cell* **92**, 39-49.
- Marsicano,G. & Lutz,B. 1999. Expression of the cannabinoid receptor CB1 in distinct neuronal subpopulations in the adult mouse forebrain. *Eur. J. Neurosci.* **11**, 4213-4225.
- Marsicano,G., Wotjak,C.T., Azad,S.C., Bisogno,T., Rammes,G., Cascio,M.G., Hermann,H., Tang,J., Hofmann,C., Zieglgansberger,W., Di,M., V & Lutz,B. 2002. The endogenous cannabinoid system controls extinction of aversive memories. *Nature* **418**, 530-534.
- Menzel,R. 1999. Memory dynamics in the honeybee [Review]. *Journal of Comparative Physiology A-Sensory Neural & Behavioral Physiology* **185**, 323-340.

- Messenger, J.B. 1971. Two-stage Recovery of a Response in *Sepia*. *Nature* **232**, 202-203.
- Mihalick, S.M., Langlois, J.C. & Krienke, J.D. 2000a. Strain and sex differences on olfactory discrimination learning in C57BL/6J and DBA/2J inbred mice (*Mus musculus*). *Journal of Comparative Psychology* **114**, 365-370.
- Mihalick, S.M., Langlois, J.C., Krienke, J.D. & Dube, W.D. 2000b. An Olfactory Discrimination Procedure For Mice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* **73**, 305-318.
- Oklejewicz, M., Van Der Zee, E.A., Gerkema, M.P. & Daan, S. 2001. Memory retention in wild-type and tau mutant Syrian hamsters. *Behaviour* **138**, 789-796.
- Olsson, I.A.S., Nevison, C.M., Patterson-Kane, E.G., Sherwin, C.M., Van de Weerd, H.A. & Wurbel, H. 2003. Understanding behaviour: the relevance of ethological approaches in laboratory animal science. *Applied Animal Behaviour Science* **81**, 245-264.
- Pertwee, R.G. 2001. Cannabinoids and the gastrointestinal tract. *Gut* **48**, 859-867.
- Pfannkuche, A. 2000. Einsatzmöglichkeiten der Mikrodestillation zur Gewinnung und Fraktionierung kleiner Mengen ätherischer Öle. Universität Hamburg, Fachbereich Chemie.
- Ploner, C.J., Gaymard, B., Rivaud, S., Agid, Y. & Pierrot-Deseilligny, C. 1998. Temporal limits of spatial working memory in humans. *Eur. J. Neurosci.* **10**, 794-797.
- Rampon, C., Tang, Y.P., Goodhouse, J., Shimizu, E., Kiyin, M. & Tsien, J.Z. 2000. Enrichment induces structural changes and recovery from nonspatial memory deficits in CA1 NMDAR1-knockout mice. *Nat. Neurosci.* **3**, 238-244.
- Reibaud, M., Obinu, M.C., Ledent, C., Parmentier, M., Bohme, G.A. & Imperato, A. 1999. Enhancement of memory in cannabinoid CB1 receptor knock-out mice. *Eur. J. Pharmacol.* **379**, R1-R2.
- Riege, W.H. & Cherkin, A. 1971. One trial learning and biphasic time course of performance in the goldfish. *Science* **172**, 966-968.
- Rocheffort, C., Gheusi, G., Vincent, J.D. & Lledo, P.M. 2002. Enriched odor exposure increases the number of newborn neurons in the adult olfactory bulb and improves odor memory. *J. Neurosci.* **22**, 2679-2689.
- Rosser, A.E. & Keverne, E.B. 1985. The importance of central noradrenergic neurones in the formation of an olfactory memory in the prevention of pregnancy block. *Neuroscience* **15**, 1141-1147.
- Sage, R.D. 1981. Wild Mice. In: *The Mouse in Biomedical Research* (Ed. by H.L.Foster, J.D.Small & J.G.Fox), pp. 40-90. Academic Press.
- Sage, R.D. 1993. House mice as models in systematic biology. *Systematic Biology* **42**, 523-561.
- Sanders, G.D. & Barlow, J.J. 1971. Variations in retention performance during long-term memory formation. *Nature* **232**, 203-204.
- Schellinck, H.M., Forestell, C.A. & LoLordo, V.M. 2001. A simple and reliable test of olfactory learning and memory in mice. *Chem. Senses* **26**, 663-672.

- Schellinck, H.M., Rooney, E. & Brown, R.E. 1995. Odors of individuality of germfree mice are not discriminated by rats in a habituation-dishabituation procedure. *Physiol Behav.* **57**, 1005-1008.
- Seybert, J.A., Vandenberg, G.L., Harvey, R.J., Budd, J.R. & McClanahan, L.G. 1979. Retention of appetitive instrumental behavior: the Kamin effect. *Behav. Neural Biol.* **26**, 266-286.
- Slane McQuade, J.M., Vorhees, C.V., Xu, M. & Zhang, J. 2002. DNA fragmentation factor 45 knockout mice exhibit longer memory retention in the novel object recognition task compared to wild-type mice. *Physiol Behav.* **76**, 315-320.
- Staubli, U., Le, T.T. & Lynch, G. 1995. Variants of olfactory memory and their dependencies on the hippocampal formation. *J. Neurosci.* **15**, 1162-1171.
- Tabuchi, E., Ono, T., Uwano, T., Takashima, Y. & Kawasaki, M. 1991. Rat preference for food-related odors. *Brain Res. Bull.* **27**, 387-391.
- Tava, A. 2002. Coumarin-containing grass: volatiles from sweet vernalgrass (*Anthoxanthum odoratum* L.). *Journal of Essential Oil Research: Jeor* **13**, 367-370.
- Terranova, J.P., Storme, J.J., Lafon, N., Perio, A., Rinaldi-Carmona, M., Le Fur, G. & Soubrie, P. 1996. Improvement of memory in rodents by the selective CB1 cannabinoid receptor antagonist, SR 141716. *Psychopharmacology (Berl)* **126**, 165-172.
- Tribhawan, T., Rucker, W.B. & McDiarmid, C.G. 1971. Demonstration of a Kamin-like effect after appetitive training. *Psychonomic Science* **23**, 41-42.
- Van de Weerd, H.A. 1998. Strength of preference for nesting material as environmental enrichment for laboratory mice. *Applied Animal Behaviour Science* **55**, 369-382.
- Vander Wall, S.B. 1991. Mechanisms of cache recovery by yellow pine chipmunks. *Animal Behaviour* **41**, 851-864.
- Wade, C.M., Kulbokas, E.J., III, Kirby, A.W., Zody, M.C., Mullikin, J.C., Lander, E.S., Lindblad-Toh, K. & Daly, M.J. 2002. The mosaic structure of variation in the laboratory mouse genome. *Nature* **420**, 574-578.
- Wainwright, P.E. 1999. Methodological issues in the assessment of behavioral development in laboratory mice. In: *Handbook of Molecular-Genetic Techniques for Brain and Behavior Research (Techniques in the Behavioral and Neural Sciences)* (Ed. by W.E. Crusio & R.T. Gerlai), pp. 710-721. Amsterdam-Lausanne-New York-Oxford-Shannon-Singapore-Tokyo, Elsevier.
- Walker, J.C. & O'Connell, R.J. 1986. Computerized odor psychophysical testing in mice. *Chemical Senses* **11**, 439-453.
- Wansley, R.A. & Holloway, F.A. 1975. Multiple retention deficits following one-trial appetitive training. *Behav. Biol.* **14**, 135-149.
- Whishaw, I.Q. 1995. A comparison of rats and mice in a swimming pool place task and matching to place task: some surprising differences. *Physiol Behav.* **58**, 687-693.
- Whishaw, I.Q. & Tomie, J.A. 1996. Of mice and mazes: similarities between mice and rats on dry land but not water mazes. *Physiol Behav.* **60**, 1191-1197.

- Wiltrout,C., Dogra,S. & Linster,C. 2003. Configurational and nonconfigurational interactions between odorants in binary mixtures. *Behav. Neurosci.* **117**, 236-245.
- Wolfer,D.P. & Lipp,H.P. 2000. Dissecting the behaviour of transgenic mice: is it the mutation, the genetic background, or the environment? *Exp. Physiol* **85**, 627-634.
- Young,J.M. & Trask,B.J. 2002. The sense of smell: genomics of vertebrate odorant receptors. *Hum. Mol. Genet.* **11**, 1153-1160.
- Youngentob,S.L., Markert,L.M., Hill,T.W., Matyas,E.P., Mozell & MM. 1991. Odorant identification in rats: an update. *Physiology & Behavior* **49**, 1293-1296.
- Youngentob,S.L., Markert,L.M., Mozell,M.M. & Hornung,D.E. 1990. A method for establishing a five odorant identification confusion matrix task in rats. *Physiology & Behavior* **47**, 1053-1059.
- Zhang,X. & Firestein,S. 2002. The olfactory receptor gene superfamily of the mouse. *Nat. Neurosci.* **5**, 124-133.
- Zimmer,A., Zimmer,A.M., Hohmann,A.G., Herkenham,M. & Bonner,T.I. 1999. Increased mortality, hypoactivity, and hypoalgesia in cannabinoid CB1 receptor knockout mice. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A* **96**, 5780-5785.
- Zutphen van,L.F.M., Baumans,V. & Beynen,A.C. 1995. *Grundlagen der Versuchstierkunde*. 1 edn. Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer Verlag.

6 Danksagung

Ich möchte mich ganz besonders bei meiner **Familie** bedanken, die immer an mich glaubt und mich nicht nur während meiner Ausbildung bedingungslos unterstützt hat.

Mein großer Dank gilt ebenso meinem Lehrer **Prof. Dr. Dierk Franck**. Er hat während meines Studiums meine Faszination für die Ethologie durch Seminare und Praktika geweckt und gefördert. Durch ihn bekam ich Einblick in die Feldforschung in Mexiko, eine Erfahrung die ich nicht missen möchte. Er wird mir durch seine hohe fachliche Kompetenz, seine detaillierte und strukturierte Arbeitsweise und durch seine außerordentlich liebenswerte Persönlichkeit immer ein Vorbild sein. Bei **Annelotte Franck** möchte ich mich für die moralische Unterstützung bedanken.

Dr. Carsten Wotjak, MPI für Psychiatrie, möchte ich für die Idee und die Anregungen zu diesem Thema danken. Unsere zahlreichen Diskussionen haben dieses Projekt sehr gefördert. Ferner möchte ich mich für das große Vertrauen bedanken, das mir eine völlig selbständige Erarbeitung dieses Themas ermöglichte. Auch als Freund schätze ich ihn sehr. Ohne ihn und seine Frau **Steffi** wäre München nicht so schön gewesen.

Bei **Prof. Dr. Hans Distel**, LMU München, möchte ich mich für die zahlreichen sachlichen und konstruktiven Diskussionen nach den Mittwochseminaren bedanken. Er hatte stets Zeit für meine vielen Fragen und hat mich fachlich kompetent beraten. Er gab mir das Gefühl, etwas Wichtiges zu tun.

Bei **Klaus Hechenbichler**, MPI für Psychiatrie, möchte ich mich für die außerordentlich kompetente Beratung und für die tatkräftige Unterstützung in allen statistischen Fragen bedanken.

Meinen Kollegen **Anna Mederer**, **Anja Siegmund**, **Konny Kamprath** und **Klaus Wanisch** danke ich für die freundliche kollegiale Atmosphäre und Unterstützung.

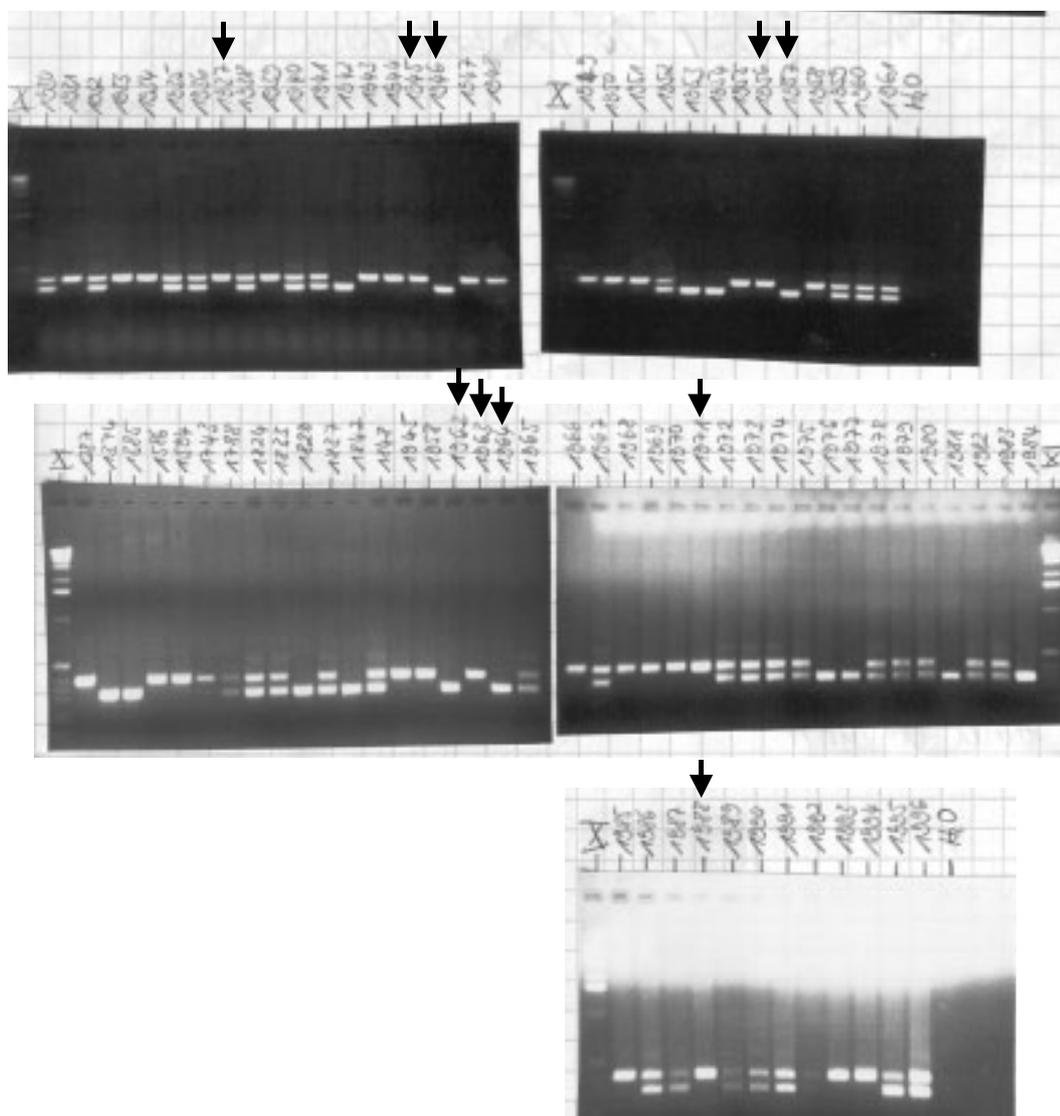
Bei **Prof. Dr. Dr. Florian Holsboer**, MPI für Psychiatrie, bedanke ich mich für die finanzielle Unterstützung meines Projektes und die Möglichkeit, die hervorragenden Laboreinrichtungen des MPI nutzen zu können.

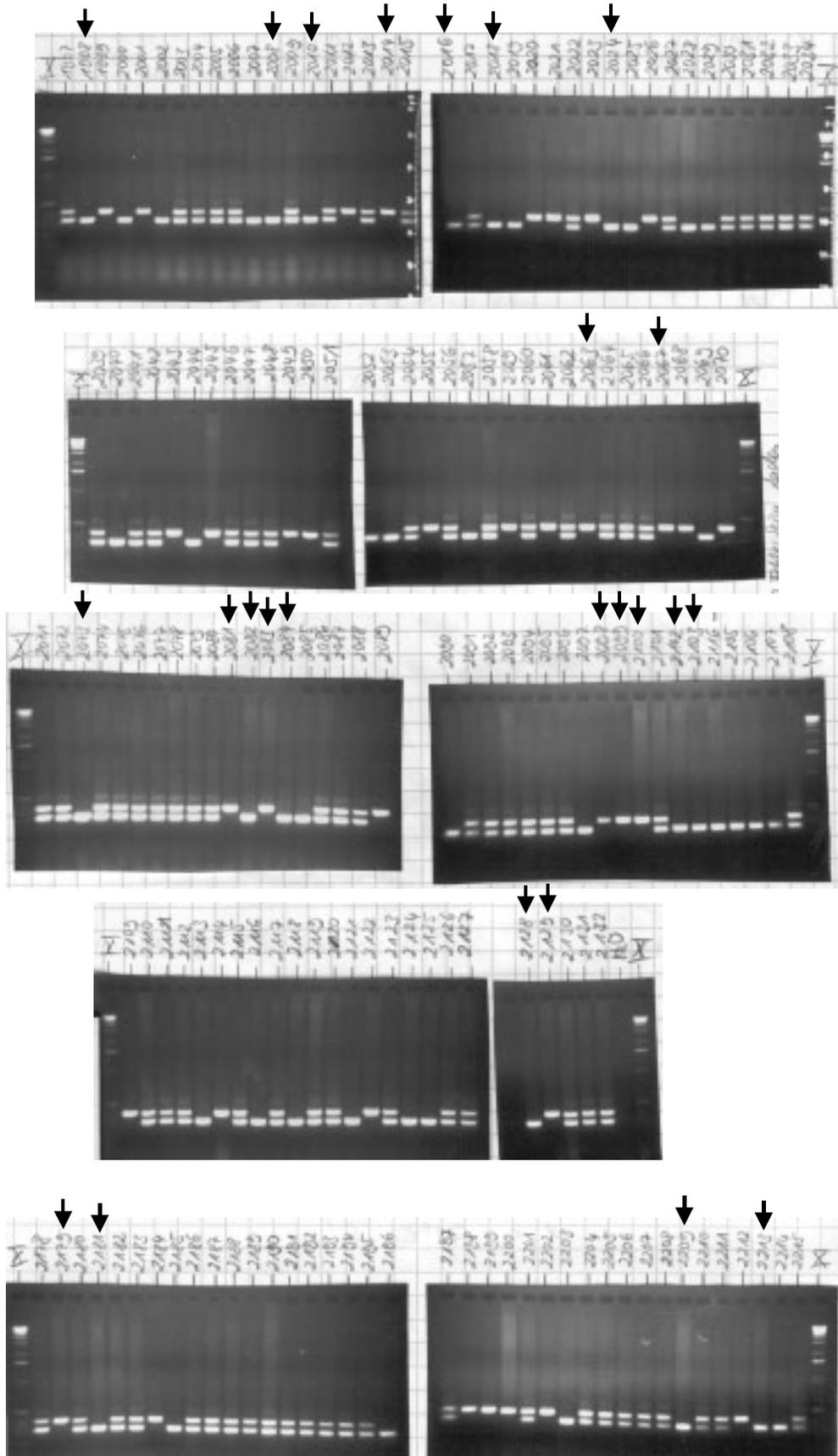
7 Anhang

7.1 Versuchstiere

CB1 *wt*- und *ko*-Mäuse

Tabelle 7.1: PCR Analyse zur Bestimmung des Genotyps von CB1-Mäusen
 Von der jungen Maus wurde eine Schwanzbiopsie genommen, die DNA daraus extrahiert und mit Hilfe einer PCR vervielfältigt. Primer: G50 (5'-GCTGTCTCTGGTCCTCTTAAA); G51'-GGTGTCACCTCTGAAAACAGA) und G54 (5'-CCTACCCGGTAGAATTAGCTT). Die obere Bande bestätigt den Wildtyp, die untere den knock-out und beide Banden den heterozygoten Genotyp. Die Tiernummern sind handschriftlich über den Banden notiert und die an den Tests beteiligten Mäuse mit einem Pfeil markiert.





*Tabelle 7.2: Liste der mausbezogenen versuchsrelevanten Daten der CBI ko- und wt-Mäuse
Geschwistergruppen stehen untereinander und sind in der selben Schattierung markiert.
Der Genotyp wurde mit **wt** für CBI-Wildtyp und **ko** für CBI-knock-out abgekürzt*

Maus-ID Nummer	Genotyp	Geburtsdatum	Lichtumstellung	Vereinzelung	Teststart	Maus-ID Nummer	Genotyp	Geburtsdatum	Lichtumstellung	Vereinzelung	Teststart
1937	wt	31.01.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2063	wt	05.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1945	wt	31.01.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2067	wt	05.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1946	ko	31.01.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2073	ko	06.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1956	wt	01.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2081	wt	07.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1957	ko	01.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2082	ko	07.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1962	ko	09.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2083	wt	07.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1963	wt	09.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2084	ko	07.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1964	ko	09.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2098	wt	08.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1971	wt	10.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2099	wt	08.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1988	wt	11.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2100	wt	09.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1994	wt	12.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2102	ko	09.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
1998	ko	17.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2103	ko	09.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
2008	ko	20.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2128	ko	16.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
2010	ko	10.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2129	wt	16.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
2014	wt	21.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2179	wt	30.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
2016	ko	21.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2181	ko	30.03.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
2018	ko	21.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2209	ko	02.04.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02
2024	ko	22.02.02	11.04.02	11.04.02	23.05.02	2213	ko	02.04.02	06.05.02	17.05.02	08.08.02

7.2 Testentwicklung

7.2.1 Länge der Reaktionsgefäße

Tabelle 7.3: Testprotokoll Test E3: Länge der Reaktionsgefäße

In der obersten Reihe befinden sich die Tiernummer, darunter sind die Duftstoffpaarungen aufgetragen, die die Mäuse zu dem in der linken Spalte eingetragenen Zeitpunkt erhalten haben. Rechts daneben ist die Videobandzeit notiert. Die Videobänder mit Start und Endzeit sind über den Tiernummern notiert. Unter dem letzten Protokoll sind die verwendeten Duftstoffe und die räumliche Anordnung der Reaktionsgefäße aufgezeichnet.

Datum:		18.06.01		Videoband 124		time on: 0:00:00		time off: 1:04:02			
Datum:		18.06.01		Videoband 123		time on: 2:42:08		time off: 3:47:35			
Tiernummer	ätherische Öle	OPT 1	OPT 2	OPT 3	OPT 4	OPT 5	OPT 6	OPT 7	OPT 8	OPT 9	OPT 10
		c/C/X	X/E/e	A/X/a	X/c/C	E/X/e	B/b/X	D/X/d	F/f/X	X/B/b	d/D/X
10:11	2:43:00							D/X/d			10:11
10:25	2:56:00								F/f/X		10:25
10:37	3:09:20									X/B/b	10:37
10:51	3:22:50										d/D/X
11:04	3:35:25	c/C/X									
11:17	0:00:00		X/E/e								
11:31	0:13:50			A/X/a							
11:44	0:26:38				X/c/C						
11:56	0:40:00					E/X/e					
12:10	0:53:00						B/b/X				

A Pfefferminzöl	D Thymianöl
B Eukalyptusöl	E Latschenkieferöl
C Melissenöl	F Citronenöl
	X kein Duft

2

z.B.: A/X/a d.h. Position 1 A; Position 2 X (ohne Duft); Position 3 a
Gorbuchstaben = ca. 3mm gekürzt,
Kleinbuchstaben = ca. 7mm gekürzt

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.4: Rohdatentabelle Test E3

Die Inspektionsdauern sind in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 300 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan.

Maus #	Anordnung	Anord										relativ								
		lang	kurz	leer	A	B	C	D	E	F	X	a	b	c	d	e	f	lang	kurz	leer
OPT 1	c/C/X	15,4	11,8	5,6			15,4				5,6			11,8				0,47	0,36	0,17
OPT 2	X/E/e	23,5	20,9	4,1				23,5		4,1						20,9		0,48	0,43	0,08
OPT 3	A/X/a	15,7	9	1,9	15,7					1,9	9							0,59	0,34	0,07
OPT 4	X/c/C	3,9	4,7	5,5		3,9				5,5			4,7					0,28	0,33	0,39
OPT 5	E/X/e	8,7	14,1	9,4				8,7		9,4					14,1			0,27	0,44	0,29
OPT 6	B/b/X	8,5	13,7	8,3		8,5				8,3	13,7							0,28	0,45	0,27
OPT 7	D/X/d	9,7	5,5	5,6			9,7			5,6				5,5				0,47	0,26	0,27
OPT 8	F/f/X	9,3	29,2	12,9					9,3	13						29,2		0,18	0,57	0,25
OPT 9	X/B/b	11,1	22,7	11,2		11,1				11	22,7							0,25	0,50	0,25
OPT 10	d/D/X	10,9	9,4	8,9			10,9			8,9				9,4				0,37	0,32	0,30

7.2.2 Duftstofftyp

Tabelle 7.5: Testprotokoll Test E5: Duftstoffpräferenz
In der rechten Spalte sind die Anzahl der Boli notiert. Erklärungen zum Protokoll siehe Tabelle 7.3, S. 70

Datum:		22.08.01	Videoband: 161		time on: 0:00:00		time off: 1:13:07								
Tier-nummer		OPT 11	OPT 12	OPT 13	OPT 14	OPT 15	OPT 16	OPT 17	OPT 18	OPT 19	OPT 20	OPT 21	OPT 22	boli	
Start/Reihenfolge	Video-band	G/X/a	b/B/X	X/C/c	d/X/F	e/H/X	X/f/A	D/X/a	b/E/X	X/c/G	B/X/d	C/e/X	X/E/f		
3	12:58	3:13:30					X/f/A							12:58	0
4	13:10	3:28:00						D/X/a						13:10	0
5	13:22	3:37:30							b/E/X					13:22	0
6	13:34	3:49:30								X/c/G				13:34	0
7	13:46	0:00:00									B/X/d			13:46	0
8	13:58	0:12:00										C/e/X		13:58	3
9	14:11	0:25:30											X/E/f	14:11	0
1	12:34	2:48:55	G/X/a											12:34	0
2	12:46	3:01:30		b/B/X										12:46	7
10	14:24	0:37:30			X/C/c									14:24	3
11	14:36	0:49:30				d/X/F								14:36	0
12	14:48	1:01:30					e/H/X							14:48	0

A Carvon	F Allylcapronat	a Pfefferminzöl
B Isoamyl Acetat	G Eugenol	b Eukalyptusöl
C Anethol	H Linalool	c Melissenöl
D Amylpropionat	X ohne Geruch	d Thymianöl
E Cineol	= Konzentration 1	e Latschenkieferöl
	= Konzentration 2	f Citronenöl

2
1 3
z.B.: a/X/B d/f, Position 1 a; Position 2 X (ohne Duft); Position 3 B

• Rohdatentabelle

Tabelle 7.6: Rohdatentabelle Test E5
Die Inspektionsdauern sind in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 300 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan.

hohe Konzentration 1

Maus #	Anord nung	monom time	äther time	X time	A	B	C	D	E	F	G	H	X	a	b	c	d	e	f	relativ mono	relativ äther	relativ leer
OPT 11	G/X/a	9,80	6,30	7,40							9,8		7,4	6,3						0,42	0,27	0,31
OPT 12	b/B/X	6,00	7,20	6,30	6,0								6,3		7,2					0,31	0,37	0,32
OPT 13	X/C/c	4,80	8,90	7,60		4,8							7,6			8,9				0,23	0,42	0,36
OPT 14	d/X/F	5,90	6,10	1,90						5,9			1,9				6,1			0,42	0,44	0,14
OPT 15	e/H/X	4,30	12,10	5,00								4,3	5					12,1		0,20	0,57	0,23
OPT 16	X/f/A	9,90	7,00	9,10	9,9								9,1						7,0	0,38	0,27	0,35

niedrige Konzentration 2

Maus #	Anord nung	monom time	äther time	X time	A	B	C	D	E	F	G	H	X	a	b	c	d	e	f	relativ mono	relativ äther	relativ leer
OPT 17	D/X/a	14,50	8,10	7,50				14,5					7,5	8,1						0,48	0,27	0,25
OPT 18	b/E/X	5,00	7,90	5,90					5,0				5,9		7,9					0,27	0,42	0,31
OPT 19	X/c/G	7,60	8,50	8,80							7,6		8,8			8,5				0,31	0,34	0,35
OPT 20	B/X/d	5,20	3,40	4,80	5,2								4,8				3,4			0,39	0,25	0,36
OPT 21	C/e/X	7,40	8,00	12,40			7,4						12					8,0		0,27	0,29	0,45
OPT 22	X/E/f	4,00	6,20	6,60					4,0				6,6						6,2	0,24	0,37	0,39

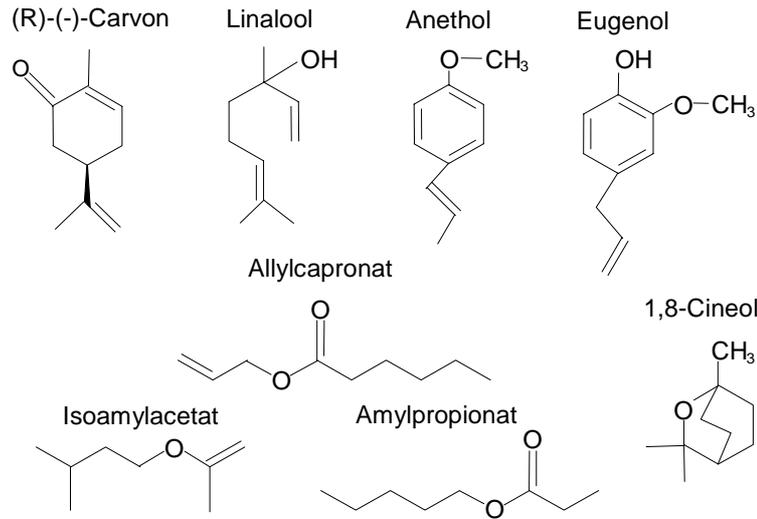


Bild 7.1: Strukturformeln der in den Tests verwendeten monomolekularen Duftstoffe

7.2.3 Duftstoffkonzentration

Tabelle 7.7: Testprotokoll Test E4: Duftstoffkonzentration
Erklärungen zum Protokoll siehe Tabelle 7.5, S. 71.

Datum:	16.08.01	Videoband: 160	time on: 0:00:00	time off: 2:48:55																		
Tiernummer	OPT 11	OPT 12	OPT 13	OPT 14	OPT 15	OPT 16	OPT 17	OPT 18	OPT 19	OPT 20	OPT 21	OPT 22	OPT 23	OPT 24	OPT 25	OPT 26	OPT 27	OPT 28	OPT 29	OPT 30	Boli	
Videozeit	X/A/B	C/X/D	E/F/X	X/G/H	A/X/B	D/C/X	X/F/E	H/X/G	B/A/X	X/D/C	E/X/F	G/H/X	X/A/B	C/X/D	E/F/X	X/H/G	B/X/A	D/C/X	X/F/E	H/X/G		
10:20	2:37:59	X/A/B																			0	
10:32	2:50:30		C/X/D																		4	
10:44	3:03:00			E/F/X																	0	
10:57	3:15:30				X/G/H																0	
11:09	3:27:30					A/X/B															4	
11:21	3:39:30						D/C/X														3	
11:34	0:00:00							X/F/E													0	
11:46	0:12:30								H/X/G												6	
11:58	0:24:30									B/A/X											0	
12:10	0:36:30										X/D/C										0	
13:59	0:48:30											E/X/F									3	
14:11	1:01:00												G/H/X								6	
14:24	1:13:00													X/A/B							4	
14:36	1:25:00														C/X/D						0	
14:48	1:37:00															E/F/X					5	
15:00	1:49:00																X/H/G				0	
15:13	2:01:00																	B/X/A			5	
15:24	2:13:00																		D/C/X		4	
15:37	2:25:00																			X/F/E	0	
15:49	2:37:00																				H/X/G	0

A	Carvon	E	Cineol
B	Isoamyl Acetat	F	Allylcapronat
C	Anethol	G	Eugenol
D	Amylpropionat	H	Linalool
		X	ohne Geruch

z.B.: A/B/X d.h.
Position 1: Geruch A; Position 2:
Geruch B; Position 3: ohne Geruch

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.8: Rohdatentabelle Test E4

Die Inspektionsdauern sind in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 300 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan.

Maus #	Anordnung	Anordnung								Mittelwert	
		A	B	C	D	E	F	G	H	wert	X
OPT 11	X/A/B	3,5	4,5							4,0	8,7
OPT 12	C/X/D			8,0	8,5					8,3	5,8
OPT 13	E/F/X					4,9	5,1			5,0	4,0
OPT 14	X/G/H							5,1	6,4	5,8	3,5
OPT 15	A/X/B	5,8	6,3							6,1	4,7
OPT 16	D/C/X			5,1	7,2					6,2	11,2
OPT 17	X/F/E					8,5	8,4			8,5	11,8
OPT 18	H/X/G							7,8	12,7	10,3	10,3
OPT 19	B/A/X	8,4	5,6							7,0	12,2
OPT 20	X/D/C			5,7	5,5					5,6	8,1
OPT 21	E/X/F					5,4	7,1			6,3	2,9
OPT 22	G/H/X							4,6	5,8	5,2	6,5
OPT 23	X/A/B	3,4	5,0							4,2	4,7
OPT 24	C/X/D			11,9	5,4					8,7	14,2
OPT 25	E/F/X					4,0	14,2			9,1	27,6
OPT 26	X/H/G							20,4	17,0	18,7	19,4
OPT 27	B/X/A	10,8	3,5							7,2	7,4
OPT 28	D/C/X			5,9	7,0					6,5	9,7
OPT 29	X/F/E					4,4	3,5			4,0	8,5
OPT 30	H/X/G							3,9	5,1	4,5	5,7

7.2.4 Duftstoffe in der Testkammer

Tabelle 7.9: Testprotokoll Test E6: Ventilatoreinfluß und Gedächtnistest
Erklärungen zum Protokoll siehe Tabelle 7.5, S. 71.

Datum: 17.10.01		Videoband: 220		time on: 0:00:00		time off: 0:24:28							
		Videoband: 219		time on: 0:00:00		time off: 3:55:12							
Tiernummer		OPT 31	OPT 32	OPT 33	OPT 34	OPT 35	OPT 36	OPT 37	OPT 38	OPT 39	OPT 40	Boli	
monomolekulare Duftstoffe		A/B	C/B	C/A	B/A	B/C	B/C	A/C	A/B	C/B	C/A		
10:40	0:00:00	A/A										10:40	1
10:53	0:13:30		B/B									10:53	4
11:05	0:26:00			C/C								11:05	4
11:18	0:38:30				A/A							11:18	4
11:30	0:50:30					B/B						11:30	0
11:50	1:09:30	A/B										11:50	0
12:03	1:22:00		C/B									12:03	3
12:15	1:34:00			C/A								12:15	7
12:28	1:46:30				B/A							12:28	1
12:40	1:58:30					B/C						12:40	2
13:58	2:10:01						C/C					13:58	5
14:10	2:22:30							A/A				14:10	0
14:23	2:34:30								B/B			14:23	7
14:35	2:47:00									C/C		14:35	5
14:47	2:59:00										A/A	14:47	5
15:08	3:18:30						B/C					15:08	0
15:20	3:31:00							A/C				15:20	7
15:33	3:43:30								A/B			15:33	6
15:45	0:00:00									C/B		15:45	10
15:57	0:13:00										C/A	15:57	4

Datum: 18.10.01		Videoband: 220		time on: 0:00:00		time off: 2:28:12							
Tiernummer		OPT 31	OPT 32	OPT 33	OPT 34	OPT 35	OPT 36	OPT 37	OPT 38	OPT 39	OPT 40	Boli	
monomolekulare Duftstoffe		A/B	C/B	C/A	B/A	B/C	B/C	A/C	A/B	C/B	C/A		
12:00	0:25:00	B/C										12:00	0
12:13	0:37:00		A/C									12:13	2
12:25	0:49:30			A/B								12:25	0
12:38	1:01:30				C/B							12:38	0
12:50	1:14:00					C/A						12:50	0
15:18	1:27:30						A/B					15:18	0
15:30	1:40:00							C/B				15:30	0
15:43	1:52:00								C/A			15:43	5
15:55	2:04:00									B/A		15:55	5
16:07	2:16:30										B/C	16:07	0

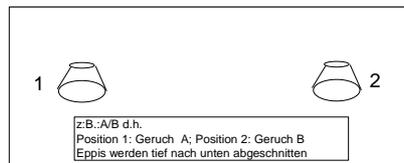
Videoband: 226 time on: 0:00:00 time off: 1:33:01
 Datum: 24.10.01 Videoband: 225 time on: 1:04:48 time off: 3:55:00

Tiernummer	OPT 41	OPT 42	OPT 43	OPT 44	OPT 45	OPT 46	OPT 47	OPT 48	OPT 49	OPT 50	Boli		
monomolekulare Duftstoffe	A/B	C/B	C/A	B/A	B/C	B/C	A/C	A/B	C/B	C/A			
10:50	1:06:00	A/A									10:50	0	
11:02	1:19:00		B/B								11:02	0	
11:14	1:31:00			C/C							11:14	4	
11:26	1:43:30				A/A						11:26	3	
11:39	1:56:00					B/B					11:39	10	
12:00	2:16:30	A/B									12:00	6	
12:12	2:29:00		C/B								12:12	0	
12:24	2:41:30			C/A							12:24	5	
12:36	2:53:30				B/A						12:36	3	
12:49	3:06:00					B/C					12:49	5	
14:17	3:18:00						C/C				14:17	0	
14:29	3:30:00							A/A			14:29	3	
14:42	3:42:00								B/B		14:42	7	
14:55	0:00:30									C/C	14:55	4	
15:07	0:12:30										A/A	15:07	0
15:27	0:32:30						B/C				15:27	6	
15:39	0:45:00							A/C			15:39	0	
15:52	0:57:00								A/B		15:52	3	
16:05	1:09:30									C/B	16:05	2	
16:17	1:21:30										C/A	16:17	4

Videoband: 226 time on: 0:00:00 time off: 3:33:43
 Datum: 25.10.01 Videoband: 226 time on: 1:33:01 time off: 3:33:43

Tiernummer	OPT 41	OPT 42	OPT 43	OPT 44	OPT 45	OPT 46	OPT 47	OPT 48	OPT 49	OPT 50	Boli		
monomolekulare Duftstoffe	A/B	C/B	C/A	B/A	B/C	B/C	A/C	A/B	C/B	C/A			
12:10	1:33:30	B/C									12:10	0	
12:22	1:46:00		A/C								12:22	0	
12:34	1:58:30			A/B							12:34	5	
12:46	2:10:00				C/B						12:46	6	
12:59	2:22:00					C/A					12:59	10	
15:37	2:34:00						A/B				15:37	8	
15:49	2:45:30							C/B			15:49	0	
16:02	2:58:00								C/A		16:02	1	
16:15	3:10:00									B/A	16:15	9	
16:27	3:22:00										B/C	16:27	2

- A (-)-Carvon
- B Cineol
- C Anethol



- Rohdatentabelle

Tabelle 7.10: Rohdatentabelle Test E6

Die Inspektionsdauern sind in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 300 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan.

Lernphase				Testphase 1 (+1h)				Testphase 2 (+24h)							
Maus #	Anordnung	links time	rechts time	Maus #	Anordnung	unbekannt	bekannt	links time	rechts time	Maus #	Anordnung	unbekannt	bekannt	links time	rechts time
OPT 31	A/A	8,6	9,0	OPT 31	A/B	6,4	3,5	3,5	6,4	OPT 31	B/C	9,6	4,4	4,4	9,6
OPT 32	B/B	5,4	3,8	OPT 32	C/B	5,1	4,4	5,1	4,4	OPT 32	A/C	4,6	6,3	4,6	6,3
OPT 33	C/C	2,8	6,3	OPT 33	C/A	3,1	2,9	2,9	3,1	OPT 33	A/B	4,0	2,5	2,5	4,0
OPT 34	A/A	6,4	6,3	OPT 34	B/A	4,4	3,3	4,4	3,3	OPT 34	C/B	4,3	4,1	4,3	4,1
OPT 35	B/B	4,6	4,9	OPT 35	B/C	2,8	3,8	3,8	2,8	OPT 35	C/A	3,6	6,0	6,0	3,6
OPT 36	A/A	7,4	10,7	OPT 36	A/B	4,6	7,3	4,6	7,3	OPT 36	B/C	5,4	6,8	5,4	6,8
OPT 37	B/B	4,6	4,8	OPT 37	C/B	4,0	4,0	4,0	4,0	OPT 37	A/C	1,9	1,5	1,5	1,9
OPT 38	C/C	5,6	4,5	OPT 38	C/A	4,9	8,4	4,9	8,4	OPT 38	A/B	6,6	2,6	6,6	2,6
OPT 39	A/A	6,1	4,8	OPT 39	B/A	7,2	3,3	3,3	7,2	OPT 39	C/B	3,8	2,2	2,2	3,8
OPT 40	B/B	3,3	6,2	OPT 40	B/C	3,5	2,8	3,5	2,8	OPT 40	C/A	4,8	1,4	4,8	1,4
OPT 41	A/A	7,3	6,1	OPT 41	A/B	10,8	3,5	3,5	10,8	OPT 41	B/C	5,0	4,7	4,7	5,0
OPT 42	B/B	3,5	3,7	OPT 42	C/B	7,8	1,7	7,8	1,7	OPT 42	A/C	6,1	3,7	6,1	3,7
OPT 43	C/C	11,1	8,1	OPT 43	C/A	12,6	5,2	5,2	12,6	OPT 43	A/B	8,1	5,3	5,3	8,1
OPT 44	A/A	4,6	3,8	OPT 44	B/A	3,4	13,6	3,4	13,6	OPT 44	C/B	7,6	4,5	7,6	4,5
OPT 45	B/B	17,2	13,9	OPT 45	B/C	22,6	18,8	18,8	22,6	OPT 45	C/A	13,8	7,8	7,8	13,8
OPT 46	A/A	6,6	12,8	OPT 46	A/B	2,5	4,3	2,5	4,3	OPT 46	B/C	9,0	6,2	9,0	6,2
OPT 47	B/B	5,9	6,4	OPT 47	C/B	5,4	5,1	5,1	5,4	OPT 47	A/C	11,6	5,6	5,6	11,6
OPT 48	C/C	5,9	6,0	OPT 48	C/A	4,7	6,0	4,7	6,0	OPT 48	A/B	10,0	7,1	10,0	7,1
OPT 49	A/A	2,7	5,1	OPT 49	B/A	4,9	4,6	4,6	4,9	OPT 49	C/B	3,9	4,5	4,5	3,9
OPT 50	B/B	8,9	11,5	OPT 50	B/C	5,0	4,7	5,0	4,7	OPT 50	C/A	3,1	2,1	2,1	3,1

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.11: Rohdatentabelle Test E6

Die Inspektionsdauern sind in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 300 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan.

Testbedingung I				Testbedingung II				Testbedingung III			
Maus #	Anordnung	links time	rechts time	Maus #	Anordnung	links time	rechts time	Maus #	Anordnung	links time	rechts time
ohne Ventilatorbetrieb											
OPT 31	A/A	8,6	9,0	OPT 31	A/B	3,5	6,4	OPT 31	B/C	4,4	9,6
OPT 32	B/B	5,4	3,8	OPT 32	C/B	5,1	4,4	OPT 32	A/C	4,6	6,3
OPT 33	C/C	2,8	6,3	OPT 33	C/A	2,9	3,1	OPT 33	A/B	2,5	4,0
OPT 34	A/A	6,4	6,3	OPT 34	B/A	4,4	3,3	OPT 34	C/B	4,3	4,1
OPT 35	B/B	4,6	4,9	OPT 35	B/C	3,8	2,8	OPT 35	C/A	6,0	3,6
OPT 36	A/A	7,4	10,7	OPT 36	A/B	4,6	7,3	OPT 36	B/C	5,4	6,8
OPT 37	B/B	4,6	4,8	OPT 37	C/B	4,0	4,0	OPT 37	A/C	1,5	1,9
OPT 38	C/C	5,6	4,5	OPT 38	C/A	4,9	8,4	OPT 38	A/B	6,6	2,6
OPT 39	A/A	6,1	4,8	OPT 39	B/A	3,3	7,2	OPT 39	C/B	2,2	3,8
OPT 40	B/B	3,3	6,2	OPT 40	B/C	3,5	2,8	OPT 40	C/A	4,8	1,4
mit Ventilatorbetrieb											
OPT 41	A/A	7,3	6,1	OPT 41	A/B	3,5	10,8	OPT 41	B/C	4,7	5,0
OPT 42	B/B	3,5	3,7	OPT 42	C/B	7,8	1,7	OPT 42	A/C	6,1	3,7
OPT 43	C/C	11,1	8,1	OPT 43	C/A	5,2	12,6	OPT 43	A/B	5,3	8,1
OPT 44	A/A	4,6	3,8	OPT 44	B/A	3,4	13,6	OPT 44	C/B	7,6	4,5
OPT 45	B/B	17,2	13,9	OPT 45	B/C	18,8	22,6	OPT 45	C/A	7,8	13,8
OPT 46	A/A	6,6	12,8	OPT 46	A/B	2,5	4,3	OPT 46	B/C	9,0	6,2
OPT 47	B/B	5,9	6,4	OPT 47	C/B	5,1	5,4	OPT 47	A/C	5,6	11,6
OPT 48	C/C	5,9	6,0	OPT 48	C/A	4,7	6,0	OPT 48	A/B	10,0	7,1
OPT 49	A/A	2,7	5,1	OPT 49	B/A	4,6	4,9	OPT 49	C/B	4,5	3,9
OPT 50	B/B	8,9	11,5	OPT 50	B/C	5,0	4,7	OPT 50	C/A	3,1	2,1

7.2.5 Beleuchtung

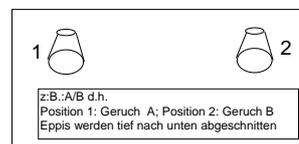
Tabelle 7.12: Testprotokoll E7: Beleuchtung

In Klammern steht die Startnummer der Maus. Der Test fand unter Dunkelheit statt, wenn die Kästen durchgekreuzt sind. Erklärungen zum Protokoll siehe Tabelle 7.5, S. 71.

Datum:		21.11.01		Videoband:	238	time on:	0:00:00	time off:	0:37:21				
				Videoband:	237	time on:	0:00:00	time off:	3:51:43				
Tiernummer	monomolekulare Duftstoffe	OPT 31	OPT 32	OPT 33	OPT 34	OPT 35	OPT 36	OPT 37	OPT 38	OPT 39	OPT 40	Boli	
		A/B	C/B	C/A	B/A	B/C	B/C	A/C	A/B	C/B	C/A		
14:19	237	2:54:30	(9)A/A									14:19	7
13:54	237	2:29:00		(7)B/B								13:54	0
10:19	237	0:13:30			(2)C/C							10:19	0
13:41	237	2:17:00			(6)A/A							13:41	0
10:31	237	0:25:30				(3)B/B						10:31	0
15:29	238	0:12:30	(9)A/B									15:29	0
15:04	237	3:39:00		(7)B/B								15:04	2
11:29	237	1:23:00			(2)C/A							11:29	0
14:51	237	3:27:00			(6)B/A							14:51	0
11:41	237	1:35:00				(3)B/C						11:41	0
10:56	237	0:50:30					(5)C/C					10:56	0
10:05	237	0:01:30						(1)A/A				10:05	0
14:31	237	3:07:30							(10)B/B			14:31	4
14:07	237	2:42:30								(8)C/C		14:07	0
10:44	237	0:38:30									(4)A/A	10:44	0
12:10	237	2:04:30				(5)B/C						12:10	0
11:15	237	1:10:30					(1)A/C					11:15	0
15:41	238	0:25:30						(10)A/B				15:41	0
15:17	238	0:00:30							(8)C/B			15:17	6
11:54	237	1:52:30									(4)C/A	11:54	6

Datum:		22.11.01	Videoband 245		time on: 0:00:00	time off: 1:01:25	Videoband 238		time on: 0:37:21	time off: 3:49:45				
Tiernummer	Video #	monomolekulare Duftstoffe	OPT 41	OPT 42	OPT 43	OPT 44	OPT 45	OPT 46	OPT 47	OPT 48	OPT 49	OPT 50	Boli	
			A/B	C/B	C/A	B/A	B/C	B/C	A/C	A/B	C/B	C/A		
14:09	238	3:26:00	(9)A/A										14:09	1
13:43	238	3:01:30		(7)B/B									13:43	0
10:13	238	0:51:00			(2)C/C								10:13	0
13:30	238	2:49:30				(6)A/A							13:30	0
10:26	238	1:03:00					(3)B/B						10:26	0
15:19	245	0:37:30	(9)A/B										15:19	5
14:53	245	0:13:00		(7)C/B									14:53	0
11:23	238	2:01:30			(2)C/A								11:23	3
14:40	245	0:01:00				(6)B/A							14:40	0
11:36	238	2:13:30					(3)B/C						11:36	0
10:50	238	1:28:00						(5)C/C					10:50	0
10:00	238	0:38:30							(1)A/A				10:00	0
14:22	238	3:38:30								(10)B/B			14:22	0
13:56	238	3:14:00									(8)C/C		13:56	7
10:38	238	1:15:30										(4)A/A	10:38	0
12:00	238	2:37:30						(5)B/C					12:00	0
11:10	238	1:48:00							(1)A/C				11:10	0
15:32	245	0:50:00								(10)A/B			15:32	2
15:06	245	0:25:30									(8)C/B		15:06	2
11:48	238	2:25:30										(4)C/A	11:48	0

A Cineol
 B Anethol
 C (-)-Carvon



• Rohdatentabelle

Tabelle 7.13: Rohdatentabelle Test E7

Die Inspektionsdauern sind in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 180 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan.

Lernphase				Testphase (+1h)				Lernphase				Testphase (+1h)					
Maus #	Anordnung	links time	rechts time	Anordnung	unbekannt	bekannt	links time	rechts time	Maus #	Anordnung	links time	rechts time	Anordnung	unbekannt	bekannt	links time	rechts time
hell																	
OPT 31	A/A	4,7	5,1	A/B	2,2	2,8	2,8	2,2	OPT 32	B/B	3,3	3,1	C/B	1,9	3,7	1,9	3,7
OPT 33	C/C	1,9	2,7	C/A	3,5	5,9	5,9	3,5	OPT 34	A/A	2,4	3,5	B/A	2,1	4,6	2,1	4,6
OPT 35	B/B	2,5	3,4	B/C	2,7	1,4	1,4	2,7	OPT 36	C/C	2,0	4,4	B/C	7,8	3,9	7,8	3,9
OPT 37	A/A	1,7	3,8	A/C	2,8	2,8	2,8	2,8	OPT 38	B/B	2,5	2,5	A/B	3,2	3,2	3,2	3,2
OPT 39	C/C	4,8	2,4	C/B	4,7	2,8	2,8	4,7	OPT 40	A/A	2,9	5,3	C/A	4,8	2,2	4,8	2,2
OPT 41	A/A	3,1	1,8	A/B	2,0	1,3	1,3	2,0	OPT 42	B/B	1,8	2,2	C/B	3,1	2,2	3,1	2,2
OPT 43	C/C	3,4	3,4	C/A	1,2	1,5	1,5	1,2	OPT 44	A/A	2,8	3,1	B/A	6,0	4,9	6,0	4,9
OPT 45	B/B	6,3	19,1	B/C	19,4	12,5	12,5	19,4	OPT 46	C/C	3,7	1,7	B/C	1,6	0,9	1,6	0,9
OPT 47	A/A	3,0	1,9	A/C	4,1	3,3	3,3	4,1	OPT 48	B/B	9,7	3,9	A/B	2,1	11,4	2,1	11,4
OPT 49	C/C	2,9	3,4	C/B	2,1	6,6	6,6	2,1	OPT 50	A/A	5,2	2,7	C/A	9,1	3,6	9,1	3,6
dunkel																	

7.2.6 Duftstoffpräferenzen

Tabelle 7.14: Testprotokoll Test P1: Duftstoff-Präferenztest
Erklärungen zum Protokoll siehe Tabelle 7.5, S. 71.

Datum:		05.12.01		Videoband:	260	time on:	0:00:00	time off:	1:14:11													
				Videoband:	259	time on:	1:05:40	time off:	3:58:41													
Tier- nummer	OPT 51	OPT 52	OPT 53	OPT 54	OPT 55	OPT 56	OPT 57	OPT 58	OPT 59	OPT 60	OPT 61	OPT 62	OPT 63	OPT 64	OPT 65	OPT 66	OPT 67	OPT 68	OPT 69	OPT 70	Boli	
10:35	259	X/A/B	C/X/D	E/F/X	X/G/H	A/X/B	D/C/X	X/F/E	H/X/G	B/A/X	X/D/C	E/X/F	G/H/X	X/A/B	C/X/D	E/F/X	X/H/G	B/X/A	D/C/X	X/F/E	H/X/G	0
10:47	259		C/X/D																			0
11:00	259			E/F/X																		3
11:11	259				X/G/H																	0
11:23	259					A/X/B																2
11:36	259						D/C/X															1
11:48	259							X/F/E														0
12:00	259								H/X/G													3
12:14	259									B/A/X												0
12:26	259										X/D/C											0
14:15	259											E/X/F										10
14:28	259												G/H/X									13
14:40	259													X/A/B								0
14:52	259														C/X/D							0
15:05	260															E/F/X						0
15:18	260																X/H/G					0
15:31	260																	B/X/A				0
15:43	260																		D/C/X			5
15:56	260																			X/F/E		0
16:07	260																				H/X/G	0

Datum:		06.12.01		Videoband:	261	time on:	0:00:00	time off:	1:25:29													
				Videoband:	260	time on:	1:14:11	time off:	3:58:30													
Tier- nummer	OPT 51	OPT 52	OPT 53	OPT 54	OPT 55	OPT 56	OPT 57	OPT 58	OPT 59	OPT 60	OPT 61	OPT 62	OPT 63	OPT 64	OPT 65	OPT 66	OPT 67	OPT 68	OPT 69	OPT 70	Boli	
10:10	260	G/X/H	A/B/X	X/C/D	E/X/F	G/H/X	X/B/A	D/X/C	F/E/X	X/H/G	B/X/A	C/D/X	X/E/F	G/X/H	A/B/X	X/C/D	F/X/E	H/G/X	X/A/B	D/X/C	F/E/X	0
10:23	260						X/B/A															0
10:36	260							D/X/C														0
10:48	260								F/E/X													0
10:58	260									X/H/G												0
11:01	260										B/X/A											5
11:13	260											C/D/X										5
11:26	260												X/E/F									4
11:38	260													G/X/H								0
11:51	260														A/B/X							0
12:03	260															X/C/D						0
13:58	260																F/X/E					0
14:10	260																	H/G/X				0
14:22	260																		X/A/B			0
14:35	261																			D/X/C		0
14:48	261																				F/E/X	0
15:00	261		G/X/H																			0
15:12	261			A/B/X																		0
15:25	261				X/C/D																	5
15:37	261					E/X/F																0
15:50	261						G/H/X															0

Videoband: 262 time on: 0:00:00 time off: 1:37:00
 Videoband: 261 time on: 1:25:29 time off: 3:51:59

Datum: 11.12.01

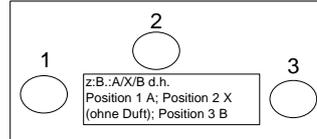
Tier- nummer	OPT 51	OPT 52	OPT 53	OPT 54	OPT 55	OPT 56	OPT 57	OPT 58	OPT 59	OPT 60	OPT 61	OPT 62	OPT 63	OPT 64	OPT 65	OPT 66	OPT 67	OPT 68	OPT 69	OPT 70	Boll
10:18 261	E/F/X	X/G/H	A/X/B	C/D/X	X/E/F	H/X/G	B/A/X	X/D/C	F/X/E	H/G/X	X/A/B	C/X/D	E/F/X	X/G/H	A/X/B	D/C/X	X/F/E	H/X/G	B/A/X	X/D/C	0
10:30 261																					0
10:43 261																					0
10:55 261																					0
11:07 261																					0
11:19 261																					0
11:31 261																					0
11:43 261																					0
11:56 261																					0
12:08 261																					0
14:03 261	E/F/X																				0
14:15 262	X/G/H																				0
14:28 262			A/X/B																		2
14:41 262				C/D/X																	0
11:53 262					X/E/F																3
15:05 262						H/X/G															0
15:17 262							B/A/X														0
15:30 262								X/D/C													0
15:42 262									F/X/E												0
15:54 262										H/G/X											0

Videoband: 263 time on: 0:00:00 time off: 2:00:21
 Videoband: 262 time on: 1:37:00 time off: 3:37:50

Datum: 13.12.01

Tier- nummer	OPT 51	OPT 52	OPT 53	OPT 54	OPT 55	OPT 56	OPT 57	OPT 58	OPT 59	OPT 60	OPT 61	OPT 62	OPT 63	OPT 64	OPT 65	OPT 66	OPT 67	OPT 68	OPT 69	OPT 70	Boll
10:11 262	X/C/D	E/X/F	G/H/X	X/A/B	C/X/D	F/E/X	X/H/G	B/A/X	D/C/X	X/F/E	G/H/X	A/B/X	X/C/D	E/X/F	G/H/X	X/B/A	D/X/C	F/E/X	X/H/G	B/X/A	0
10:23 262																					0
10:35 262																					0
10:47 262																					0
10:59 262																					0
11:11 262	X/C/D																				0
11:24 262		E/X/F																			0
11:36 262			G/H/X																		0
11:48 262				X/A/B																	1
11:59 262					C/X/D																0
14:08 263						F/E/X															0
14:21 263							X/H/G														0
14:33 263								B/X/A													0
14:45 263									D/C/X												0
14:57 263										X/F/E											0
15:09 263											G/H/X										7
15:21 263												A/B/X									8
15:33 263													X/C/D								0
15:45 263														E/X/F							0
15:57 263															G/H/X						0

- A Carvon C Anethol E Cineol G Eugenol
- B Isoamyl Acetat D Amylpropionat F Allylcapronat H Linalool
- X ohne Geruch



- Rohdatentabelle

Tabelle 7.15: Rohdaten von Test P1

Die Inspektionsdauern sind in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 180 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan.

Maus #	Anord nung	time links	time mitte	time rechts	A	B	C	D	E	F	G	H	X	Anord nung	time links	time mitte	time rechts	A	B	C	D	E	F	G	H	X		
Tag 1; 5.12.01														Tag 2; 6.12.01														
OPT 51	X/A/B	4,6	0,0	4,1	0,0	4,1								4,6	G/H/X	3,0	0,7	2,2								3,0	2,2	0,7
OPT 52	C/X/D	3,5	2,2	4,8			3,5	4,8						2,2	A/B/X	2,0	4,2	4,6	2,0	4,2								4,6
OPT 53	E/F/X	4,9	1,4	0,7					4,9	1,4				0,7	X/C/D	2,1	1,8	2,9			1,8	2,9						2,1
OPT 54	X/G/H	2,7	2,3	4,7								2,3	4,7	2,7	E/X/F	4,1	4,4	4,6					4,1	4,6			4,4	
OPT 55	A/X/B	3,4	3,7	3,7	3,4	3,7								3,7	G/H/X	3,3	1,4	0,8							3,3	1,4	0,8	
OPT 56	D/C/X	2,0	3,8	3,1			3,8	2,0						3,1	X/B/A	2,0	2,5	3,0	3,0	2,5							2,0	
OPT 57	X/F/E	2,5	1,5	4,7					4,7	1,5				2,5	D/X/C	3,4	3,3	2,9			2,9	3,4					3,3	
OPT 58	H/X/G	2,1	0,3	4,4								4,4	2,1	0,3	F/E/X	2,9	2,0	3,4					2,0	2,9			3,4	
OPT 59	B/A/X	4,4	4,6	3,0	4,6	4,4								3,0	X/H/G	2,2	3,7	4,1							4,1	3,7	2,2	
OPT 60	X/D/C	2,1	4,9	4,9					4,9	4,9				2,1	B/X/A	2,9	2,2	3,8	3,8	2,9							2,2	
OPT 61	E/X/F	4,2	2,4	6,5					4,2	6,5				2,4	C/D/X	8,1	3,6	3,1			8,1	3,6					3,1	
OPT 62	G/H/X	3,3	5,7	1,7							3,3	5,7	1,7	3,3	X/E/F	3,4	3,4	3,7					3,4	3,7			3,4	
OPT 63	X/A/B	2,6	4,9	2,9	4,9	2,9								2,6	G/H/X	5,9	4,0	4,7							5,9	4,7	4,0	
OPT 64	C/X/D	3,6	7,8	3,6			3,6	3,6						7,8	A/B/X	4,6	3,7	2,4	4,6	3,7							2,4	
OPT 65	E/F/X	2,4	1,9	2,8					2,4	1,9				2,8	X/C/D	3,3	2,0	5,1			2,0	5,1					3,3	
OPT 66	X/H/G	2,6	3,7	5,6							5,6	3,7	2,6	F/X/E	1,1	5,2	4,9					4,9	1,1			5,2		
OPT 67	B/X/A	5,1	4,5	4,2	4,2	5,1								4,5	H/G/X	5,0	7,4	1,1							7,4	5,0	1,1	
OPT 68	D/C/X	11,4	2,7	2,6			2,7	11,4						2,6	X/A/B	2,1	2,0	3,1	2,0	3,1			5,2	4,2			2,1	
OPT 69	X/F/E	5,8	6,0	10,5					10,5	6,0				5,8	D/X/C	4,2	4,7	5,2									4,7	
OPT 70	H/X/G	2,4	1,6	4,0							4,0	2,4	1,6	F/E/X	1,9	3,1	1,1						3,1	1,9			1,1	
Tag 3; 11.12.01														Tag 4; 13.12.01														
OPT 51	E/F/X	3,7	4,3	5,3					3,7	4,3				5,3	X/C/D	5,0	3,2	2,7			3,2	2,7					5,0	
OPT 52	X/G/H	7,3	23,0	12,9							23,0	12,9	7,3	E/X/F	6,0	5,0	4,6					6,0	4,6				5,0	
OPT 53	A/X/B	1,3	2,4	3,3	1,3	3,3								2,4	G/H/X	1,8	1,2	2,0							1,8	1,2	2,0	
OPT 54	C/D/X	4,6	2,5	4,6			4,6	2,5						4,6	X/A/B	4,2	2,9	9,0	2,9	9,0							4,2	
OPT 55	X/E/F	1,6	3,5	1,2					3,5	1,2				1,6	C/X/D	5,1	4,6	8,3			5,1	8,3					4,6	
OPT 56	H/X/G	3,6	5,1	3,4					3,6	5,1	3,4			5,1	F/E/X	0,6	3,8	4,5					3,8	0,6			4,5	
OPT 57	B/A/X	2,9	4,2	5,4	4,2	2,9								5,4	X/H/G	2,8	4,4	10,2							10,2	4,4	2,8	
OPT 58	X/D/C	5,3	7,2	2,9			2,9	7,2						5,3	B/X/A	4,2	1,1	3,2	3,2	4,2							1,1	
OPT 59	F/X/E	5,2	2,9	6,6					5,2	2,9				2,9	D/C/X	4,7	4,6	3,8			4,6	4,7					3,8	
OPT 60	H/G/X	4,3	4,9	4,6							4,9	4,3	4,6	X/F/E	3,9	3,8	8,6					8,6	3,8			3,9		
OPT 61	X/A/B	3,1	3,7	3,2	3,7	3,2								3,7	G/H/X	5,2	5,0	5,2							5,2	5,0	5,2	
OPT 62	C/X/D	2,5	3,3	4,9			2,5	4,9						3,3	A/B/X	6,3	8,7	6,6	6,3	8,7							6,6	
OPT 63	E/F/X	4,9	6,0	3,4			4,9	6,0						3,4	X/C/D	6,8	14,5	9,4			14,5	9,4					6,8	
OPT 64	X/G/H	2,5	2,2	2,7					2,2	2,7				2,5	E/X/F	5,7	2,0	3,1					5,7	3,1			2,0	
OPT 65	A/X/B	4,0	1,5	3,4	4,0	3,4								1,5	G/H/X	6,7	3,5	5,2							6,7	3,5	5,2	
OPT 66	D/C/X	8,3	2,8	2,8			2,8	8,3						2,8	X/B/A	10,3	2,6	5,1	5,1	2,6							10,3	
OPT 67	X/F/E	4,4	7,1	6,2			6,2	7,1						4,4	D/X/C	6,8	7,2	4,4			4,4	6,8					7,2	
OPT 68	H/X/G	3,0	3,6	4,6							4,6	3,0	3,6	F/E/X	2,8	2,7	2,2					2,7	2,8			2,2		
OPT 69	B/A/X	3,5	3,6	26,4	3,6	3,5								26,4	X/H/G	7,0	7,3	13,7							13,7	7,3	7,0	
OPT 70	X/D/C	10,2	8,7	5,7			5,7	8,7						10,2	B/X/A	3,9	2,8	4,0	4,0	3,9							2,8	

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.16: Rohdaten von Test P1

Die Gesamtinspektionsdauern sind in fünf mal 60 s Einheiten über einen Gesamttestzeitraum von 300 s angegeben.

Maus#	OPT 51	OPT 52	OPT 53	OPT 54	OPT 55	OPT 56	OPT 57	OPT 58	OPT 59	OPT 60	OPT 61	OPT 62	OPT 63	OPT 64	OPT 65	OPT 66	OPT 67	OPT 68	OPT 69
Tag 1																			
0-60	2,2	2,8	3,6	2,4	4,6	1,7	5,2	4,8	7,4	3,0	5,7	4,0	5,0	7,3	2,2	4,6	4,8	7,9	9,3
60-120	5,0	3,6	1,8	3,2	1,9	5,3	2,1	0,8	2,7	6,7	4,2	4,8	2,3	5,0	2,3	5,5	3,5	6,1	9,8
120-180	1,5	4,3	1,6	4,2	4,5	1,9	1,5	1,3	1,8	2,1	3,1	2,0	3,1	2,6	2,5	1,9	5,5	2,6	3,2
180-240	4,4	3,1	0,9	3,0	0,8	2,1	2,6	1,7	3,2	1,6	1,5	2,9	2,3	1,7	1,4	2,0	4,7	1,2	6,7
240-300	4,4	3,8	1,5	2,2	1,1	0,7	1,3	1,7	1,3	2,4	1,4	1,4	2,4	1,2	2,5	4,1	5,6	2,0	12,9
Tag 2																			
0-60	4,5	4,7	2,6	6,5	4,2	2,5	4,1	6,5	6,7	5,4	8,0	6,6	8,9	4,8	4,7	3,5	4,5	2,5	10,4
60-120	0,3	4,7	3,2	2,6	0,5	0,9	3,1	0,7	1,3	1,5	1,9	2,4	1,9	3,2	3,3	3,0	7,4	3,3	2,0
120-180	1,0	1,4	1,1	4,0	0,8	4,1	2,3	1,0	2,0	2,1	4,8	1,5	3,7	2,7	2,4	4,8	1,6	1,4	1,7
180-240	4,4	8,3	1,7	2,1	1,0	1,5	3,7	2,2	1,9	1,1	3,4	1,2	2,1	5,7	6,3	6,1	4,5	2,8	2,8
240-300	2,3	4,6	1,9	0,9	1,1	0,9	0,9	2,4	1,4	1,9	1,3	3,0	1,1	1,2	2,0	1,1	4,9	2,4	3,5
Tag 3																			
0-60	4,6	11,1	4,9	8,4	3,0	5,2	4,6	7,3	8,5	7,6	4,9	5,3	9,8	2,6	5,4	8,4	9,3	5,0	6,6
60-120	3,0	23,9	1,0	1,5	2,6	3,1	4,2	5,7	3,7	0,9	3,1	3,1	1,1	0,9	2,1	2,2	5,4	3,6	24,6
120-180	5,6	8,1	1,0	1,8	0,7	3,8	3,8	2,4	2,4	5,3	2,0	2,3	3,5	3,8	1,4	3,3	3,0	2,7	2,3
180-240	1,3	3,5	3,2	3,2	2,3	3,2	1,3	1,1	2,5	1,6	3,2	1,8	5,7	3,9	2,4	2,0	4,5	6,6	6,5
240-300	1,1	2,8	2,4	1,5	2,2	1,1	1,4	1,1	1,5	4,2	2,8	1,7	3,2	0,8	1,9	10,2	10,0	1,4	2,5
Tag 4																			
0-60	7,7	7,1	3,5	6,4	7,4	5,2	8,2	4,3	7,1	9,1	5,6	9,3	10,6	4,6	7,1	9,1	10,2	3,0	14,0
60-120	1,2	3,4	0,4	3,6	8,8	2,1	4,7	3,0	2,8	3,3	3,8	7,8	16,6	1,9	4,2	2,3	1,4	3,0	7,7
120-180	2,0	5,2	1,1	6,0	1,9	1,6	4,5	1,1	3,1	4,1	6,1	4,6	3,6	4,2	4,2	6,5	6,8	1,6	6,2
180-240	3,4	1,2	1,6	3,1	1,9	3,4	2,9	1,6	1,6	4,0	2,1	2,3	3,2	0,9	3,9	3,9	3,5	3,0	2,6
240-300	3,9	4,4	1,6	1,7	2,6	4,2	2,0	0,9	2,9	2,8	3,0	2,3	2,9	1,6	0,7	4,7	7,0	1,5	13,5

- Inspektionsdauer an den Reaktionsgefäßen

Die Inspektionsdauer gibt an wieviel Zeit die Mäuse an jedem Reaktionsgefäß verbracht haben. Sie wurde für jedes der vier Duftstoffpaare getrennt dargestellt.

Gleichwertigkeit der Duftstoffe in den Duftstoffpaaren

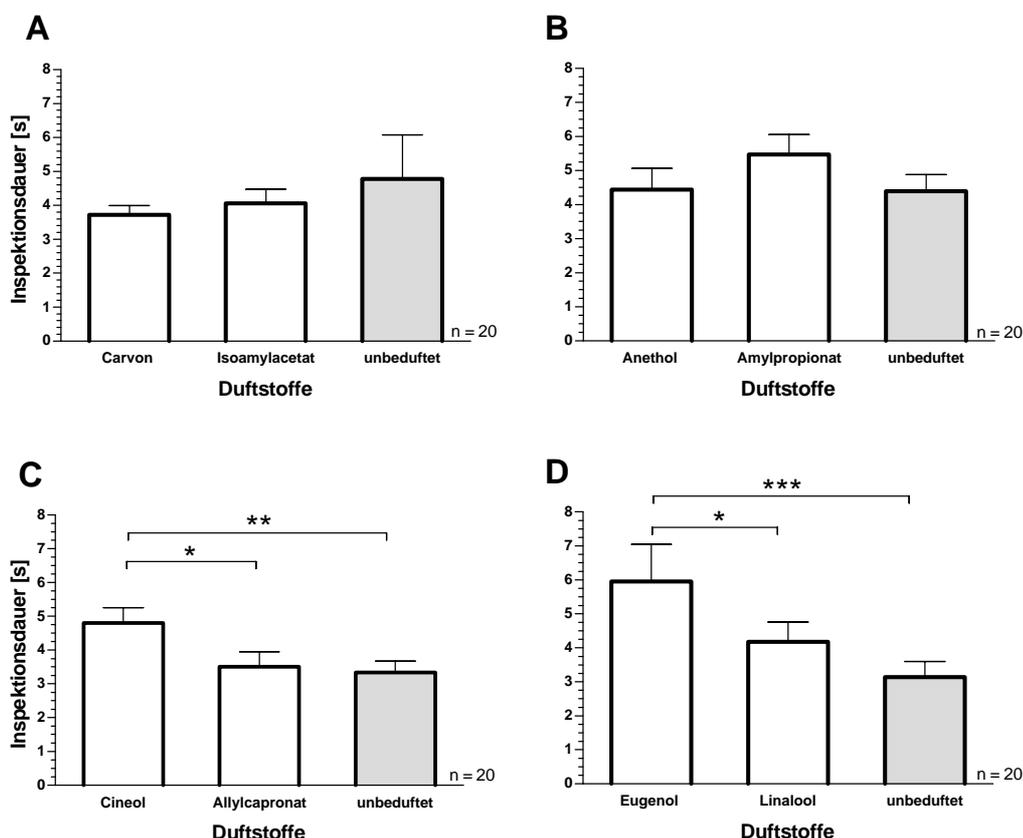


Bild 7.2: Inspektionsdauer der einzelnen Duftstoffe in den vier verschiedenen Duftstoffpaaren im Präferenztest P1

Für jedes Duftstoffpaar (A-D) wurde die Inspektionsdauer an den Reaktionsgefäßen getrennt dargestellt. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

(A) Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Carvon, Isoamylacetat und dem unbedufteten Reaktionsgefäß (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 0.681$, $n = 20$, $p = n.s.$).

(B) Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Anethol, Amylpropionat und dem unbedufteten Reaktionsgefäß (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 1.632$, $n = 20$, $p = n.s.$).

(C) Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen Cineol, Allylcapronat und dem unbedufteten Reaktionsgefäß (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 6.173$, $n = 20$, $p = 0.0048$). Die anschließende Analyse mit einem *Bonferroni's Multiple Comparison Test* zeigte, dass Cineol signifikant länger als Allylcapronat ($t = 2.844$, $n = 20$, $p < 0.050$) und dass Cineol signifikant länger als das unbeduftete Reaktionsgefäß exploriert wurde ($t = 3.209$,

$n = 20, p < 0.010$;). Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Allylcapronat und dem unbedufteten Reaktionsgefäß ($t = 0.365, n = 20, p = n.s.$).

(D) Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen Eugenol, Linalool und dem unbedufteten Reaktionsgefäß (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 8.945, n = 20, p = 0.0007$). Die anschließende Analyse mit einem *Bonferroni's Multiple Comparison Test* zeigte das Eugenol signifikant länger als Linalool ($t = 2.628, n = 20, p < 0.050$) und Linalool signifikant länger als das unbeduftete Reaktionsgefäß exploriert wurde ($t = 4.184, n = 20, p < 0.001$). Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Linalool und dem unbedufteten Reaktionsgefäß ($t = 1.556, n = 20, p = n.s.$).

Tabelle 7.17: Testprotokoll Test P2: Duftstoff-Präferenztest
Erklärungen zum Protokoll siehe Tabelle 7.5, S. 71.

Datum: 07.02.02		Videoband: 292										time on: 0:00:00		time off: 4:05:00									
Tiernummer	OPT 71	OPT 72	OPT 73	OPT 74	OPT 75	OPT 76	OPT 77	OPT 78	OPT 79	OPT 80	OPT 81	OPT 82	OPT 83	OPT 84	OPT 85	OPT 86	OPT 87	OPT 88	OPT 89	OPT 90	Boil		
Vid.zeit	X/A/B	C/X/D	B/A/X	X/D/C	A/X/B	C/D/X	X/B/A	D/X/C	A/B/X	X/C/D	B/X/A	D/C/X	X/A/B	C/X/D	B/A/X	X/D/C	A/X/B	C/D/X	X/B/A	D/X/C			
10:38	292	0:01:00	X/A/B																		0		
10:50	292	0:13:00		C/X/D																	4		
11:02	292	0:25:00			B/A/X																0		
11:14	292	0:37:30				X/D/C															0		
11:27	292	0:49:30					A/X/B														0		
11:38	292	1:02:00						C/D/X													0		
11:51	292	1:14:30							X/B/A												0		
12:04	292	1:27:00								D/X/C											5		
12:16	292	1:39:00									A/B/X										0		
12:29	292	1:52:00										X/C/D									0		
14:51	292	2:03:30											B/X/A								0		
15:05	292	2:17:30												D/C/X							5		
15:18	292	2:30:00													X/A/B						0		
15:30	292	2:42:00														C/X/D					8		
15:42	292	2:54:00															B/A/X				7		
15:54	292	3:06:00																X/D/C			5		
16:06	292	3:18:00																	A/X/B		4		
16:18	292	3:30:00																		C/D/X	0		
16:30	292	3:42:00																			X/B/A	4	
16:47	292	3:53:00																				D/X/C	11

Datum: 11.02.02 Videoband: 293 time on: 0:00:00 time off: 3:56:46

Tier- nummer	OPT 71	OPT 72	OPT 73	OPT 74	OPT 75	OPT 76	OPT 77	OPT 78	OPT 79	OPT 80	OPT 81	OPT 82	OPT 83	OPT 84	OPT 85	OPT 86	OPT 87	OPT 88	OPT 89	OPT 90	Boil
Vid eoz zeit	C/X/D	A/B/X	X/D/C	B/X/A	C/D/X	X/A/B	D/X/C	B/A/X	X/C/D	A/X/B	D/C/X	X/B/A	C/X/D	A/B/X	X/D/C	B/X/A	C/D/X	X/A/B	D/X/C	B/A/X	
10:46	293					X/A/B															0
10:58	293						D/X/C														0
11:10	293							B/A/X													3
11:21	293								X/C/D												0
11:33	293									A/X/B											0
11:45	293										D/C/X										0
11:57	293											X/B/A									0
12:08	293												C/X/D								0
12:20	293													A/B/X							0
12:32	293														X/D/C						0
14:30	293															B/X/A					3
14:42	293																C/D/X				7
14:54	293																	X/A/B			3
15:05	293																		D/X/C		0
15:17	293																			B/A/X	3
15:31	293		C/X/D																		0
15:42	293			A/B/X																	0
15:54	293				X/D/C																0
16:06	293					B/X/A															0
16:17	293						C/D/X														0

A Allylcapronat
 B Linalool
 C Cineol
 D Eugenol
 X ohne Duftstoff

• Rohdatentabelle

Tabelle 7.18: Rohdaten von Test P2

Die Inspektionsdauern sind in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 180 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan.

Maus #	Anordn ung	time links	time mitte	time rechts	A	B	C	D	X	Anordn ung	time links	time mitte	time rechts	A	B	C	D	X	
Tag 1; 07.02.02										Tag 2; 11.02.02									
OPT 71	X/A/B	3,1	3,5	3,0	3,5	3,0			3,1	C/X/D	2,3	3,0	4,7			2,3	4,7	3,0	
OPT 72	C/X/D	9,1	1,6	6,8			9,1	6,8	1,6	A/B/X	5,9	4,2	3,4	5,9	4,2			3,4	
OPT 73	B/A/X	9,6	8,4	6,4	8,4	9,6			6,4	X/D/C	2,3	6,8	5,5			5,5	6,8	2,3	
OPT 74	X/D/C	2,9	4,7	4,0			4,0	4,7	2,9	B/X/A	5,2	4,6	3,0	3,0	5,2			4,6	
OPT 75	A/X/B	5,4	8,3	7,2	5,4	7,2			8,3	C/D/X	4,4	3,7	2,9			4,4	3,7	2,9	
OPT 76	C/D/X	4,8	4,9	5,8			4,8	4,9	5,8	X/A/B	5,5	3,7	6,3	3,7	6,3			5,5	
OPT 77	X/B/A	0,5	2,7	4,7	4,7	2,7			0,5	D/X/C	3,2	1,8	3,0			3,0	3,2	1,8	
OPT 78	D/X/C	8,0	6,4	7,3			7,3	8,0	6,4	B/A/X	6,6	6,4	11,3	6,4	6,6			11,3	
OPT 79	A/B/X	1,1	2,6	0,4	1,1	2,6			0,4	X/C/D	1,9	1,3	2,0			1,3	2,0	1,9	
OPT 80	X/C/D	4,0	5,5	9,0			5,5	9,0	4,0	A/X/B	5,5	4,1	9,8	5,5	9,8			4,1	
OPT 81	B/X/A	6,6	6,6	11,5	11,5	6,6			6,6	D/C/X	6,7	4,6	8,3			4,6	6,7	8,3	
OPT 82	D/C/X	5,8	2,6	4,0			2,6	5,8	4,0	X/B/A	4,4	1,9	2,6	2,6	1,9			4,4	
OPT 83	X/A/B	2,1	3,2	1,7	3,2	1,7			2,1	C/X/D	4,6	2,2	5,7			4,6	5,7	2,2	
OPT 84	C/X/D	3,6	4,4	8,3			3,6	8,3	4,4	A/B/X	0,5	2,4	5,5	0,5	2,4			5,5	
OPT 85	B/A/X	7,6	5,7	3,6	5,7	7,6			3,6	X/D/C	4,3	5,4	3,9			3,9	5,4	4,3	
OPT 86	X/D/C	3,7	3,6	4,3			4,3	3,6	3,7	B/X/A	4,3	8,6	4,1	4,1	4,3			8,6	
OPT 87	A/X/B	7,8	3,2	3,2	7,8	3,2			3,2	C/D/X	3,1	3,5	5,3			3,1	3,5	5,3	
OPT 88	C/D/X	2,2	1,5	1,6			2,2	1,5	1,6	X/A/B	1,8	2,7	9,0	2,7	9,0			1,8	
OPT 89	X/B/A	3,2	6,3	3,2	3,2	6,3			3,2	D/X/C	3,3	2,3	2,5			2,5	3,3	2,3	
OPT 90	D/X/C	7,1	4,1	4,4			4,4	7,1	4,1	B/A/X	7,4	3,6	8,0	3,6	7,4			8,0	

- Inspektionsdauer an den Reaktionsgefäßen

Die Inspektionsdauer wurde für jedes der zwei Duftstoffpaare getrennt dargestellt.

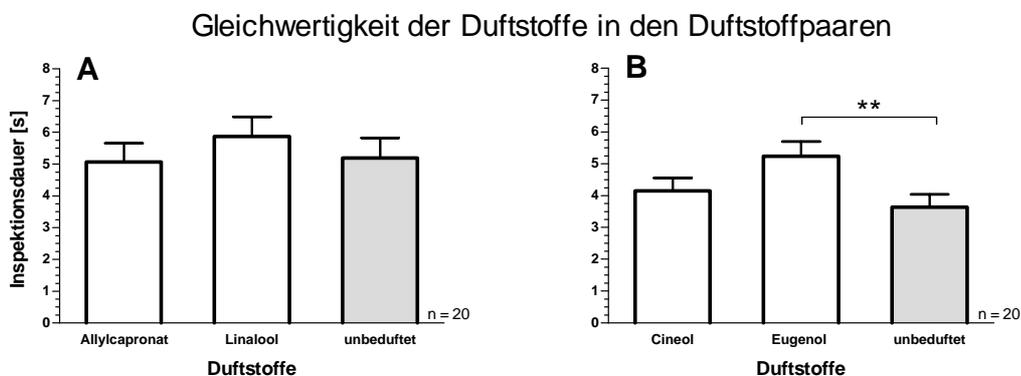


Bild 7.3: Inspektionsdauer der einzelnen Duftstoffe zwei verschiedener Duftstoffpaare im Präferenztest P2

Für jedes Duftstoffpaar (A und B) ist die Inspektionsdauer an den Reaktionsgefäßen getrennt dargestellt.* $p < 0.01$.

(A) Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Allylcapronat, Linalool und dem unbedufteten Reaktionsgefäß (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 0.732$, $n = 20$, $p = \text{n.s.}$).

(B) Es gab einen signifikanten Unterschied zwischen Cineol, Eugenol und dem unbedufteten Reaktionsgefäß (1-Weg ANOVA, $F_{2,38} = 6.494$, $n = 20$, $p = 0.0037$). Die anschließende Analyse mit einem *Bonferroni's Multiple Comparison Test* zeigte das Eugenol signifikant länger als das unbeduftete Reaktionsgefäß exploriert wurde ($t = 3.528$, $n = 20$, $p < 0.010$). Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Cineol und Eugenol ($t = 2.400$, $n = 20$, $p = \text{n.s.}$) und zwischen Cineol und unbedufteten Reaktionsgefäß ($t = 1.128$, $n = 20$, $p = \text{n.s.}$).

7.3 Testanwendung

Methoden

Die Mäuse eines Gedächtnistests wurden drei ITI-Gruppen (je $n = 6$) zugeordnet, die sich in der Reihenfolge der ITI unterschieden. So ergaben sich sechs unterschiedliche Abfolgen mit jeweils drei getesteten Mäusen (Bild 7.4)

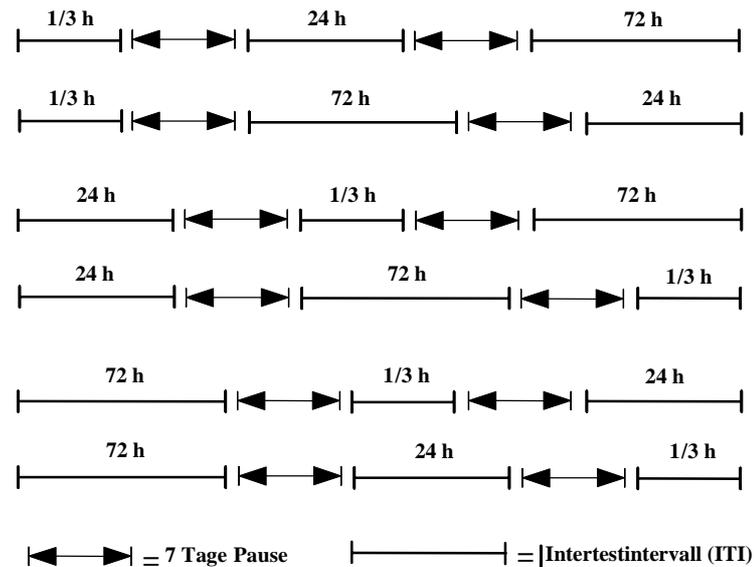


Bild 7.4: Darstellung der ITI Abfolgen im olfaktorischen Gedächtnistest G1, G2, G3 und G4
Die Linien mit den Endbalken symbolisieren den Einzeltest, der aus der Lernphase am Beginn, einem definierten ITI (Länge der Linie) und der Testphase am Ende bestand. Zwischen zwei Einzeltests wurde für jede Maus eine Testpause von 7 Tagen eingehalten. "1/3h" steht für ein ITI von 1 oder 3 h.

Aus diesem Protokoll ergibt sich, daß in jeder Testgruppe eines ITI (1/3 h, 24 h, 72 h) testnaive Mäuse (1. Testerfahrung), Mäuse mit einer Testerfahrung (2. Testerfahrung) und Mäuse mit zwei Testerfahrungen (3. Testerfahrung) vorkamen.

Zudem waren in jeder Testgruppe eines ITI alle drei Duftstoffpaare vertreten, aber nur im Testprotokoll vom Test G4 waren sie gleich häufig auf die ITI verteilt. Im Testprotokoll G1, G2 und G3 waren leichte Unterschiede in der Häufigkeit der Duftstoffe pro ITI vorhanden.

Zusätzlich wurde im Testprotokoll von Test G4 in der Lernphase jeder Duftstoff eines Paares gleich häufig verwendet (Beispiel Duftstoffpaar A/B), in den anderen drei Tests nicht.

Lernphase:	A/A		B/B	
Testphase:	A/B	B/A	B/A	A/B

Lernphase

Zur Illustration der relativen Inspektionsdauer während der Lernphasen der Gedächtnistests G1, G2wt, G3wt und G4, sind die Daten nach der Testerfahrung aufgetragen. Auf eine Statistik zur Überprüfung der relativen Inspektionsdauer zum Zufallswert wurde verzichtet.

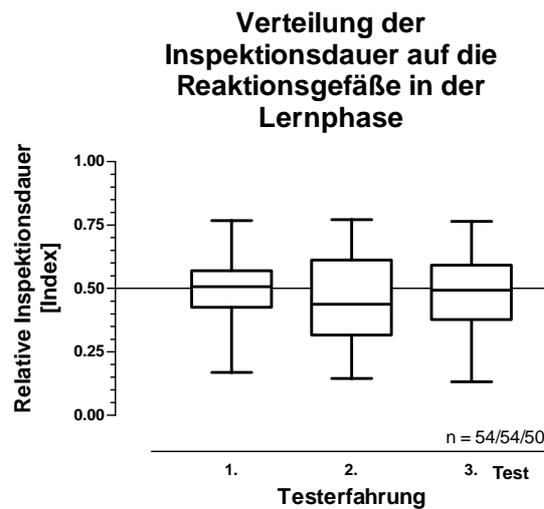


Bild 7.5: Lernphase nach Testerfahrung von Gedächtnistest G1, G2wt, G3wt und G4
Relative Inspektionsdauer aller Lernphasen getrennt nach Testerfahrung.

Vergleich Testphase 1 h und 3 h Wert

Um zu Testen, ob die Daten der Testphasen der 1 h und 3 h ITI von den Gedächtnistests G1 und G4 zusammenfasst werden können, wurden sie auf einen statistisch signifikanten Unterschied in der relativen Inspektionsdauer untersucht. Hierfür wurde ein *Mann-Whitney U-Test* für unabhängige Daten verwendet.

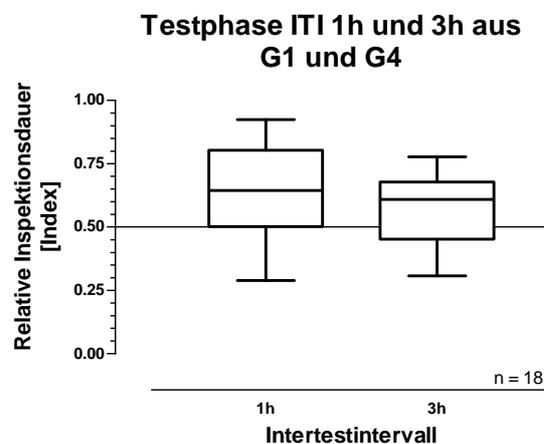


Bild 7.6: Vergleich der 1h und 3h Ergebnisse der Testphasen aus Gedächtnistest G1 und G4
Dargestellt wurde die relative Inspektionsdauer der Testphasen aus Gedächtnistest G1 und G4.

Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen dem 1 h Ergebnis und dem 3 h Ergebnis (*Mann-Whitney U-Test*: $n_1 = n_2 = 18$; $U = 131$, $p = \text{n.s.}$). Aus diesem Grund konnten die Daten beider ITI zusammengefaßt werden.

Tabelle 7.19: Testprotokoll G1 Gedächtnistest

In der obersten Reihe eines Testtages sind die darunter eingetragenen Bedingungen und Meßwerte notiert. A = Carvon, B = Isoamylacetat, C = Anethol, D = Amylpropionat, E = Allylcapronat, F = Linalool.

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
07.03.02	10:00	OPT-111	A/A	1h	317	0:01:00	10:00	5
Luftdruck: 956 mbar	10:13	OPT-113	C/C	24h	317	0:14:00	10:13	4
	10:26	OPT-116	E/E	24h	317	0:27:00	10:26	0
Videoende: 02:04:00	10:39	OPT-117	B/B	1h	317	0:40:00	10:39	0
	10:52	OPT-123	D/D	1h	317	0:53:00	10:52	0
	11:10	OPT-111	A/B	1h	317	1:12:00	11:10	3
	11:23	OPT-125	F/F	24h	317	1:25:30	11:23	0
	11:49	OPT-117	A/B	1h	317	1:38:00	11:49	9
	12:02	OPT-123	C/D	1h	317	1:51:30	12:02	0
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
08.03.02	10:00	OPT-114	A/A	1h	317	2:04:00	10:00	0
Luftdruck: 967 mbar	10:13	OPT-113	C/D	24h	317	2:17:00	10:13	3
	10:26	OPT-116	F/E	24h	317	2:30:00	10:26	0
Videoende: 03:55:00	10:39	OPT-115	D/D	72h	317	2:43:00	10:39	2
	10:52	OPT-118	F/F	72h	317	2:57:00	10:52	9
	11:10	OPT-114	B/A	1h	317	3:14:30	11:10	0
	11:23	OPT-125	F/E	24h	317	3:27:00	11:23	0
	11:36	OPT-124	C/C	72h	317	3:40:00	11:36	0
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
11.03.02	10:00	OPT-120	E/E	1h	318	0:01:00	10:00	0
Luftdruck: 960 mbar	10:13	OPT-126	B/B	1h	318	0:14:00	10:13	3
	10:26	OPT-119	E/E	24h	318	0:26:30	10:26	0
Videoende: 02:58:41	10:39	OPT-115	D/C	72h	318	0:40:00	10:39	0
	10:52	OPT-118	E/F	72h	318	0:53:00	10:52	9
	11:10	OPT-120	F/E	1h	318	1:13:00	11:10	0
	11:23	OPT-126	B/A	1h	318	1:25:00	11:23	0
	11:36	OPT-124	D/C	72h	318	1:38:00	11:36	0
	11:49	OPT-122	A/A	24h	318	1:50:00	11:49	0
	12:02	OPT-128	C/C	24h	318	2:03:00	12:02	0
	12:20	OPT-112	F/F	72h	318	2:21:00	12:20	0
	12:33	OPT-121	D/D	72h	318	2:34:00	12:33	3
	12:46	OPT-127	B/B	72h	318	2:47:00	12:46	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff		Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
12.03.02	10:26	OPT-119	E/F	ITI	318	2:59:30	10:26	0
Luftdruck:								
956 mbar	11:49	OPT-122	B/A	24h	318	3:12:30	11:49	0
Videoende:	12:02	OPT-128	C/D	24h	318	3:26:00	12:02	0
03:37:17								
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
14.03.02	11:36	OPT-111	C/C	24h	319	0:00:30	11:36	6
Luftdruck:	11:49	OPT-117	F/F	24h	319	0:13:30	11:49	0
948 mbar	12:02	OPT-123	B/B	24h	319	0:26:30	12:02	0
Videoende:								
01:22:14	12:20	OPT-112	F/E	72h	319	0:44:30	12:20	0
	12:33	OPT-121	D/C	72h	319	0:57:30	12:33	4
	12:46	OPT-127	A/B	72h	319	1:10:30	12:46	0
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
15.03.02	10:13	OPT-116	A/A	1h	319	1:24:00	10:13	0
Luftdruck:	10:26	OPT-113	A/A	72h	319	1:37:00	10:26	0
953 mbar	10:39	OPT-114	E/E	72h	319	1:50:00	10:39	0
Videoende:	10:52	OPT-125	C/C	72h	319	2:03:00	10:52	0
03:07:23								
	11:23	OPT-116	A/B	1h	319	2:17:00	11:23	0
	11:36	OPT-111	D/C	24h	319	2:30:00	11:36	5
	11:49	OPT-117	F/E	24h	319	2:43:00	11:49	0
	12:02	OPT-123	B/A	24h	319	2:56:00	12:02	0
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
18.03.02	10:00	OPT-118	B/B	1h	319	3:10:00	10:00	5
Luftdruck:	10:13	OPT-124	E/E	1h	319	3:23:00	10:13	0
952 mbar	10:26	OPT-113	B/A	72h	319	3:36:00	10:26	0
Videoende:	10:39	OPT-114	E/F	72h	319	3:49:00	10:39	0
01:19:30	10:52	OPT-125	D/C	72h	320	0:01:00	10:52	0
	11:10	OPT-118	B/A	1h	320	0:16:00	11:10	6
	11:23	OPT-124	E/F	1h	320	0:29:00	11:23	0
	11:36	OPT-115	B/B	24h	320	0:42:00	11:36	0
	11:49	OPT-120	B/B	72h	320	0:55:00	11:49	0
	12:02	OPT-126	D/D	72h	320	1:08:00	12:02	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
19.03.02	10:00	OPT-122	F/F	1h	320	1:20:00	10:00	0
Luftdruck: 944 mbar	10:13	OPT-128	B/B	1h	320	1:33:00	10:13	0
	10:26	OPT-119	B/B	72h	320	1:46:00	10:26	0

Videoende:

02:37:18	11:10	OPT-122	F/E	1h	320	2:00:00	11:10	0
	11:23	OPT-128	A/B	1h	320	2:13:00	11:23	0
	11:36	OPT-115	A/B	24h	320	2:26:00	11:36	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
21.03.02	10:26	OPT-112	D/D	1h	320	2:40:00	10:26	0
Videoende: 03:56:24	10:39	OPT-121	E/E	24h	320	2:53:00	10:39	0
	10:52	OPT-127	C/C	24h	320	3:06:00	10:52	0
	11:36	OPT-112	C/D	1h	320	3:19:00	11:36	4
	11:49	OPT-120	B/A	72h	320	3:32:00	11:49	0
	12:02	OPT-126	C/D	72h	320	3:45:00	12:02	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
22.03.02	10:00	OPT-111	E/E	72h	321	0:02:00	10:00	3
Videoende: 01:36:18	10:13	OPT-116	D/D	72h	321	0:15:00	10:13	0
	10:26	OPT-119	A/B	72h	321	0:28:00	10:26	0
	10:39	OPT-121	F/E	24h	321	0:41:00	10:39	0
	10:52	OPT-127	C/D	24h	321	0:54:00	10:52	0
	11:10	OPT-117	C/C	72h	321	1:12:00	11:10	0
	11:23	OPT-123	F/F	72h	321	1:25:00	11:23	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
25.03.02	10:00	OPT-111	E/F	72h	321	1:38:00	10:00	0
Videoende: 00:13:10	10:13	OPT-116	C/D	72h	321	1:51:00	10:13	0
	10:26	OPT-113	F/F	1h	321	2:04:00	10:26	0
	10:39	OPT-125	A/A	1h	321	2:17:00	10:39	0
	10:52	OPT-114	D/D	24h	321	2:30:00	10:52	0
		11:10	OPT-117	D/C	72h	321	2:48:00	11:10
	11:23	OPT-123	E/F	72h	321	3:01:00	11:23	0
	11:36	OPT-113	F/E	1h	321	3:14:00	11:36	0
	11:49	OPT-125	A/B	1h	321	3:27:00	11:49	0
	12:02	OPT-118	C/C	24h	321	3:40:00	12:02	4
	12:20	OPT-124	A/A	24h	338	0:02:00	12:20	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
26.03.02	10:39	OPT-115	F/F	1h	338	0:15:00	10:39	0
Videoende:	10:52	OPT-114	C/D	24h	338	0:28:00	10:52	0
01:52:54								
	11:10	OPT-122	C/C	72h	338	0:46:00	11:10	0
	11:23	OPT-128	E/E	72h	338	0:59:00	11:23	0
	11:49	OPT-115	E/F	1h	338	1:11:00	11:49	0
	12:02	OPT-118	D/C	24h	338	1:24:00	12:02	4
	12:20	OPT-124	B/A	24h	338	1:42:00	12:20	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
28.03.02	10:00	OPT-112	B/B	24h	338	1:56:00	10:00	0
Videoende:	10:13	OPT-120	C/C	24h	338	2:09:00	10:13	0
02:33:44	10:26	OPT-126	F/F	24h	338	2:22:00	10:26	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
29.03.02	10:00	OPT-112	B/A	24h	339	0:02:00	10:00	0
Videoende:	10:13	OPT-120	D/C	24h	339	0:15:00	10:13	0
02:31:08	10:26	OPT-126	F/E	24h	339	0:28:00	10:26	0
	10:39	OPT-119	D/D	1h	339	0:41:00	10:39	0
	10:52	OPT-121	B/B	1h	339	0:54:00	10:52	0
	11:10	OPT-122	D/C	72h	339	1:12:00	11:10	0
	11:23	OPT-128	E/F	72h	339	1:25:00	11:23	0
	11:36	OPT-127	F/F	1h	339	1:38:00	11:36	0
	11:49	OPT-119	D/C	1h	339	1:51:00	11:49	0
	12:02	OPT-121	B/A	1h	339	2:04:00	12:02	0
	12:46	OPT-127	E/F	1h	339	2:19:00	12:46	0

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.20: Rohdatentabelle Test G1

Die Inspektionsdauern wurden in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 180 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan. **Testreihenfolge:** 1= 1 h bzw. 3 h ITI, 2= 24 h ITI, 3= 73 h ITI, **Testerfahrung** zum Zeitpunkt des Tests: 1= testnaiv, 2= zweite Testerfahrung, 3= dritte Testerfahrung.

0-180 sek: 1 ITI Lernphase

Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links+rechts
123	1	OPT 111	A/A	2,5	2,2	0,53
312	2	OPT 112	D/D	3,2	1,9	0,63
231	3	OPT 113	F/F	3,7	5,2	0,42
132	1	OPT 114	A/A	4,1	5,3	0,44
321	3	OPT 115	F/F	7,8	5,3	0,60
213	2	OPT 116	A/A	2	11,8	0,14
123	1	OPT 117	B/B	2,7	3,8	0,42
312	2	OPT 118	B/B	1,7	0,7	0,71
231	3	OPT 119	D/D	9,8	11,4	0,46
132	1	OPT 120	E/E	6,5	6,7	0,49
321	3	OPT 121	B/B	6,5	5,1	0,56
213	2	OPT 122	F/F	4,7	7,3	0,39
123	1	OPT 123	D/D	4,7	1,7	0,73
312	2	OPT 124	E/E	4,9	5,1	0,49
231	3	OPT 125	A/A	10,2	6,6	0,61
132	1	OPT 126	B/B	5,2	4,6	0,53
321	3	OPT 127	F/F	4,9	5,1	0,49
213	2	OPT 128	B/B	4,6	7,8	0,37

0-180 sek: 1 ITI Testphase

Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek.+ bek.
OPT 111	A/B	2,7	2,1	2,7	2,1	0,44
OPT 112	C/D	9,8	0,8	0,8	9,8	0,92
OPT 113	F/E	1,5	8,2	1,5	8,2	0,85
OPT 114	B/A	5,6	3,6	3,6	5,6	0,61
OPT 115	E/F	12,1	5,3	5,3	12,1	0,70
OPT 116	A/B	5,4	2,2	5,4	2,2	0,29
OPT 117	A/B	1,8	4,1	4,1	1,8	0,31
OPT 118	B/A	4,5	10,5	4,5	10,5	0,70
OPT 119	D/C	6,0	8,6	6,0	8,6	0,59
OPT 120	F/E	9,3	7,0	7,0	9,3	0,57
OPT 121	B/A	2,7	5,5	2,7	5,5	0,67
OPT 122	F/E	1,2	9,7	1,2	9,7	0,89
OPT 123	C/D	5,6	7,6	7,6	5,6	0,42
OPT 124	E/F	1,3	5,8	1,3	5,8	0,82
OPT 125	A/B	5,2	9,3	5,2	9,3	0,64
OPT 126	B/A	3,7	4,8	3,7	4,8	0,56
OPT 127	E/F	6,8	3,7	3,7	6,8	0,65
OPT 128	A/B	13,5	3,6	3,6	13,5	0,79

0-180 sek: 24 ITI Lernphase

Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links+rechts
123	2	OPT 111	C/C	6	16,8	0,26
312	3	OPT 112	B/B	7,8	2,4	0,76
231	1	OPT 113	C/C	5,7	4,2	0,58
132	3	OPT 114	D/D	5,5	12,1	0,31
321	2	OPT 115	B/B	3,6	4,7	0,43
213	1	OPT 116	E/E	6,2	4,1	0,60
123	2	OPT 117	F/F	11,6	7,3	0,61
312	3	OPT 118	C/C	3,2	3,7	0,46
231	1	OPT 119	E/E	10,2	4,4	0,70
132	3	OPT 120	C/C	6,1	11,4	0,35
321	2	OPT 121	E/E	3,7	8,7	0,30
213	1	OPT 122	A/A	3,8	7,8	0,33
123	2	OPT 123	B/B	6,8	4,1	0,62
312	3	OPT 124	A/A	4,2	5,8	0,42
231	1	OPT 125	F/F	3,8	4	0,49
132	3	OPT 126	F/F	5,1	6,8	0,43
321	2	OPT 127	C/C	7,5	4,8	0,61
213	1	OPT 128	C/C	1,3	6,4	0,17

0-180 sek: 24 ITI Testphase

Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek.+ bek.
OPT 111	D/C	5,4	6,8	6,8	5,4	0,44
OPT 112	B/A	6,3	5,5	6,3	5,5	0,47
OPT 113	C/D	4,7	2,8	4,7	2,8	0,37
OPT 114	C/D	8,1	7,2	7,2	8,1	0,53
OPT 115	A/B	4,5	6,7	6,7	4,5	0,40
OPT 116	F/E	5,4	2,4	2,4	5,4	0,69
OPT 117	F/E	3,9	3,9	3,9	3,9	0,50
OPT 118	D/C	5,0	9,2	9,2	5,0	0,35
OPT 119	E/F	5,5	14,8	5,5	14,8	0,73
OPT 120	D/C	5,8	5,3	5,3	5,8	0,52
OPT 121	F/E	4,5	13,0	13,0	4,5	0,26
OPT 122	B/A	4,3	3,0	3,0	4,3	0,59
OPT 123	B/A	4,8	8,6	4,8	8,6	0,64
OPT 124	B/A	5,5	11,0	11,0	5,5	0,33
OPT 125	F/E	8,0	6,6	6,6	8,0	0,45
OPT 126	F/E	3,9	9,8	3,9	9,8	0,72
OPT 127	C/D	4,2	6,0	4,2	6,0	0,59
OPT 128	C/D	1,9	5,6	1,9	5,6	0,75

0-180 sek: 72 ITI Lernphase

Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links+rechts
123	3	OPT 111	E/E	10,6	10,8	0,50
312	1	OPT 112	F/F	6,6	2	0,77
231	2	OPT 113	A/A	11,5	4,9	0,70
132	2	OPT 114	E/E	8	10,1	0,44
321	1	OPT 115	D/D	6,2	2,3	0,73
213	3	OPT 116	D/D	5,5	2,4	0,70
123	3	OPT 117	C/C	5	4,9	0,51
312	1	OPT 118	F/F	2,1	3,2	0,40
231	2	OPT 119	B/B	9,5	9,8	0,49
132	3	OPT 120	B/B	5,5	6,4	0,46
321	1	OPT 121	D/D	5,4	5,5	0,50
213	3	OPT 122	C/C	5,4	6,6	0,45
123	3	OPT 123	F/F	3,7	4,2	0,47
312	1	OPT 124	C/C	5	3,9	0,56
231	2	OPT 125	C/C	4,8	6,4	0,43
132	2	OPT 126	D/D	2,2	7,9	0,22
321	1	OPT 127	B/B	4,9	4,7	0,51
213	3	OPT 128	E/E	5,6	4,4	0,56

0-180 sek: 72 ITI Testphase

Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek.+ bek.
OPT 111	E/F	6,9	7,6	6,9	7,6	0,52
OPT 112	F/E	3,4	3,3	3,4	3,3	0,49
OPT 113	B/A	3,3	5,0	5,0	3,3	0,40
OPT 114	E/F	7,5	8,4	7,5	8,4	0,53
OPT 115	D/C	7,0	6,4	7,0	6,4	0,48
OPT 116	C/D	7,0	3,4	3,4	7,0	0,67
OPT 117	D/C	5,8	4,4	4,4	5,8	0,57
OPT 118	E/F	6,7	0,4	0,4	6,7	0,94
OPT 119	A/B	9,4	7,7	7,7	9,4	0,55
OPT 120	B/A	5,1	8,1	5,1	8,1	0,61
OPT 121	D/C	5,0	7,8	5,0	7,8	0,61
OPT 122	D/C	5,6	6,0	6,0	5,6	0,48
OPT 123	E/F	7,9	2,4	2,4	7,9	0,77
OPT 124	D/C	5,0	3,8	3,8	5,0	0,57
OPT 125	D/C	10,8	7,0	7,0	10,8	0,61
OPT 126	C/D	5,5	5,7	5,7	5,5	0,49
OPT 127	A/B	8,6	3,1	3,1	8,6	0,74
OPT 128	E/F	4,2	3,2	4,2	3,2	0,43

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.21: Rohdatentabelle Test G1

Die Inspektionsdauern wurden in fünf mal 60 s Einheiten über einen Gesamttestzeitraum von 300 s angegeben.

Lernphase 1 std

60s Zeit- raum	OPT 111	OPT 112	OPT 113	OPT 114	OPT 115	OPT 116	OPT 117	OPT 118	OPT 119	OPT 120	OPT 121	OPT 122	OPT 123	OPT 124	OPT 125	OPT 126	OPT 127	OPT 128
60	3,8	2,2	5,1	3,7	8,9	3,7	2,7	1,2	7,4	4,7	4,8	2,9	4,5	4,9	9,1	5,1	5,3	6,8
120	0,0	0,6	1,8	3,3	1,0	6,8	1,7	0,0	9,4	4,7	4,8	2,6	0,6	3,2	5,2	2,9	3,6	3,8
180	0,8	2,4	1,9	2,3	3,1	3,3	2,1	1,2	4,4	3,9	2,0	6,5	1,3	1,8	2,5	1,6	1,2	1,9
240	1,0	2,1	1,6	1,0	9,0	5,2	0,5	2,2	2,7	0,7	1,7	1,8	4,8	2,7	1,2	0,6	4,4	0,6
300	3,4	2,6	1,4	1,3	3,2	4,0	1,1	0,0	2,3	1,4	1,8	2,4	3,7	3,3	7,4	3,1	1,1	1,0

Testphase 1 std

	OPT 111	OPT 112	OPT 113	OPT 114	OPT 115	OPT 116	OPT 117	OPT 118	OPT 119	OPT 120	OPT 121	OPT 122	OPT 123	OPT 124	OPT 125	OPT 126	OPT 127	OPT 128
60	3,4	1,6	5,1	4,2	9,4	5,8	4,0	1,5	3,3	6,0	4,1	4,8	7,0	4,4	7,1	5,4	6,3	6,4
120	0,8	5,6	1,6	0,2	3,7	0,9	1,6	7,9	7,8	7,6	1,6	2,7	4,3	1,8	2,0	0,9	1,0	6,1
180	0,6	3,4	2,9	4,7	4,3	0,8	0,3	5,6	3,5	2,7	2,6	3,5	1,9	0,9	5,5	2,2	3,1	4,6
240	0,4	5,5	2,5	2,0	4,5	1,5	0,8	1,4	4,1	1,7	4,0	1,8	2,5	4,7	3,8	1,3	1,4	5,3
300	0,3	2,1	2,0	0,7	2,9	0,7	4,1	0,0	4,3	0,7	3,5	3,4	2,7	3,0	3,0	1,3	2,8	3,5

Testphase 1 std unbekannt (U) und bekannt (B)

	OPT 111	OPT 112	OPT 113	OPT 114	OPT 115	OPT 116	OPT 117	OPT 118	OPT 119	OPT 120	OPT 121	OPT 122	OPT 123	OPT 124	OPT 125	OPT 126	OPT 127	OPT 128
60 U	2,0	1,6	4,3	3,8	6,4	1,6	0,8	0,0	2,2	1,9	2,8	4,0	3,6	5,4	3,1	4,0	5,7	
60 B	1,4	0,0	0,8	0,4	3,0	4,2	3,2	1,5	1,1	4,1	1,3	0,8	3,4	0,9	1,7	2,3	2,3	0,7
120 U	0,1	5,1	1,4	0,2	2,4	0,6	1,0	5,0	4,7	6,2	0,6	2,5	0,7	1,6	0,6	0,4	0,8	4,1
120 B	0,7	0,5	0,2	0,0	1,3	0,3	0,6	2,9	3,1	1,4	1,0	0,2	3,6	0,2	1,4	0,5	0,2	2,0
180 U	0,0	3,1	2,5	1,6	3,3	0,0	0,0	5,6	1,7	1,2	2,2	3,3	1,3	0,7	3,4	1,3	1,9	3,7
180 B	0,6	0,3	0,4	3,1	1,0	0,8	0,3	0,0	1,8	1,5	0,4	0,2	0,6	0,2	2,1	0,9	1,2	0,9
240 U	0,0	5,3	1,9	2,0	2,9	1,5	0,8	0,9	1,7	1,2	2,3	1,4	1,8	3,7	2,1	0,5	1,2	1,6
240 B	0,4	0,2	0,6	0,0	1,6	0,0	0,0	0,5	2,4	0,5	1,7	0,4	0,7	1,0	1,7	0,8	0,2	3,7
300 U	0,0	1,1	1,6	0,1	0,7	0,7	0,1	0,0	1,5	0,3	1,8	3,2	1,0	0,6	1,7	0,3	1,0	0,4
300 B	0,3	1,0	0,4	0,6	2,2	0,0	4,0	0,0	2,8	0,4	1,7	0,2	1,7	2,4	1,3	1,0	1,8	3,1

Lernphase 24 std

	OPT 111	OPT 112	OPT 113	OPT 114	OPT 115	OPT 116	OPT 117	OPT 118	OPT 119	OPT 120	OPT 121	OPT 122	OPT 123	OPT 124	OPT 125	OPT 126	OPT 127	OPT 128
60	4,4	6,3	4,3	6,5	2,1	2,4	5,6	0,5	6,5	2,0	4,7	3,9	3,4	7,3	2,6	8,8	5,9	4,5
120	11,6	2,3	2,4	8,3	1,8	2,9	4,9	5,4	1,7	9,1	3,8	4,3	4,6	2,3	3,0	1,9	1,0	2,9
180	6,7	1,5	3,3	2,8	4,4	5,1	8,4	1,0	6,5	6,5	3,9	3,4	2,9	0,5	2,2	1,2	5,4	0,3
240	4,3	2,1	2,6	6,8	1,9	4,4	1,5	5,0	3,0	4,8	2,1	3,8	3,0	9,0	3,1	1,6	1,9	1,3
300	2,1	3,4	0,7	4,4	2,7	1,1	2,3	0,8	5,4	2,5	3,4	1,7	3,0	6,2	4,7	6,1	2,3	2,9

Testphase 24 std

	OPT 111	OPT 112	OPT 113	OPT 114	OPT 115	OPT 116	OPT 117	OPT 118	OPT 119	OPT 120	OPT 121	OPT 122	OPT 123	OPT 124	OPT 125	OPT 126	OPT 127	OPT 128
60	7,0	6,3	0,8	6,9	5,6	1,9	2,3	5,2	10,0	7,6	5,3	3,5	9,4	5,9	7,2	6,6	4,7	4,7
120	1,4	3,1	2,9	5,7	1,6	2,8	3,5	4,3	8,9	2,1	6,5	0,9	2,2	5,2	1,3	2,7	3,0	1,1
180	3,8	2,4	3,8	2,7	4,0	3,2	2,0	4,7	1,3	1,4	5,7	2,8	1,9	5,4	6,2	4,5	2,5	1,7
240	8,9	12,8	2,9	6,5	5,9	1,0	1,0	3,0	2,7	2,8	3,3	2,0	3,8	3,8	8,4	1,9	1,1	5,2
300	3,2	4,6	1,5	7,2	1,6	0,9	1,4	2,3	12,3	4,6	1,8	1,7	0,5	2,3	3,1	2,3	1,4	1,8

Testphase 24 std unbekannt (U) und bekannt (B)

	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
60 U	3,3	2,7	0,4	3,3	2,3	1,4	0,8	3,4	7,7	4,1	1,9	3,5	5,9	0,9	3,8	6,2	3,6	4,7
60B	3,7	3,6	0,4	3,6	3,3	0,5	1,5	1,8	2,3	3,5	3,4	0,0	3,5	5,0	3,4	0,4	1,1	0,0
120U	1,0	1,4	2,4	4,3	1,0	1,2	2,1	0,0	5,9	1,2	1,4	0,2	1,9	2,5	0,5	1,9	1,3	0,8
120B	0,4	1,7	0,5	1,4	0,6	1,6	1,4	4,3	3,0	0,9	5,1	0,7	0,3	2,7	0,8	0,8	1,7	0,3
180U	1,0	1,4	0,0	0,5	1,2	2,9	1,0	1,6	1,1	0,5	1,2	0,6	0,9	2,1	2,4	1,8	1,1	0,1
180B	2,8	1,0	3,8	2,2	2,8	0,3	1,0	3,1	0,2	0,9	4,5	2,2	1,0	3,3	3,8	2,7	1,4	1,6
240U	1,3	1,2	0,0	3,8	4,9	0,7	0,6	2,5	1,6	1,5	1,6	0,6	2,6	0,7	3,9	1,0	0,8	5,0
240B	7,6	11,6	2,9	2,7	1,0	0,3	0,4	0,5	1,1	1,3	1,7	1,4	1,2	3,1	4,5	0,9	0,3	0,2
300U	2,8	3,7	0,0	1,6	0,8	0,2	0,0	2,3	10,0	1,1	0,9	1,0	0,0	1,2	0,2	1,6	0,8	1,5
300B	0,4	0,9	1,5	5,6	0,8	0,7	1,4	0,0	2,3	3,5	0,9	0,7	0,5	1,1	2,9	0,7	0,6	0,3

Lernphase 72 std

	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
60	6,8	3,9	5,2	5,3	3,8	3,9	4,0	2,0	10,7	4,5	4,0	6,1	4,6	3,7	5,0	4,2	3,5	0,6
120	10,6	1,8	5,2	2,2	2,9	3,8	3,0	2,9	4,0	5,1	3,3	1,5	1,0	1,6	3,6	1,6	1,8	6,0
180	4,0	2,9	5,8	10,5	1,8	0,3	3,0	0,4	4,6	2,3	3,7	4,5	2,4	3,6	2,7	4,4	4,3	3,3
240	5,0	1,4	0,3	6,0	1,5	4,3	1,8	3,7	3,3	1,6	2,3	2,0	2,9	2,4	3,9	5,6	1,8	2,4
300	3,5	0,2	3,9	4,4	1,8	1,4	1,9	0,3	3,0	6,7	2,8	6,1	2,4	2,1	10,7	1,5	1,8	6,7

Testphase 72 std

	OPT																	
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
60	6,9	3,6	4,1	8,2	6,0	3,9	4,3	2,4	5,5	7,2	7,3	3,7	6,1	3,9	7,4	5,5	6,0	4,4
120	3,5	2,0	1,5	5,5	2,3	3,2	2,6	2,0	4,7	2,9	2,3	3,9	2,0	3,6	6,4	2,5	1,4	2,3
180	4,0	1,1	2,7	2,2	5,1	3,3	3,3	2,6	6,8	3,2	3,2	4,0	2,1	1,3	3,9	3,1	4,3	0,9
240	2,7	1,4	1,9	2,1	2,0	5,8	2,4	3,6	8,3	1,0	1,2	1,4	5,1	2,3	4,0	8,0	1,5	2,3
300	2,2	0,3	0,9	2,9	1,0	3,6	2,6	4,0	5,3	1,2	1,0	3,1	4,4	2,1	1,5	2,4	1,4	1,3

Testphase 72 std unbekannt (U) und bekannt (B)

	OPT																	
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
60 U	4,2	1,5	1,2	5,9	4,0	1,6	1,7	2,4	3,3	5,1	3,7	1,5	4,3	2,2	6,1	2,1	3,9	3,0
60B	2,7	2,1	2,9	2,3	2,0	2,3	2,6	0,0	2,2	2,1	3,6	2,2	1,8	1,7	1,3	3,4	2,1	1,4
120U	2,8	1,4	0,3	0,8	0,0	3,2	1,4	1,6	3,6	1,5	1,0	3,5	1,7	1,5	2,8	1,7	1,4	0,0
120B	0,7	0,6	1,2	4,7	2,3	0,0	1,2	0,4	1,1	1,4	1,3	0,4	0,3	2,1	3,6	0,8	0,0	2,3
180U	0,6	0,4	1,8	1,7	2,4	2,2	2,7	2,6	2,5	1,6	3,1	0,6	1,9	1,3	1,8	1,6	3,3	0,3
180B	3,4	0,7	0,9	0,5	2,7	1,1	0,6	0,0	4,3	1,6	0,1	3,4	0,2	0,0	2,1	1,5	1,0	0,6
240U	1,4	0,6	0,9	1,3	0,4	2,9	1,4	0,4	7,4	0,2	0,4	0,2	1,4	0,0	2,7	5,1	0,8	2,3
240B	1,3	0,8	1,0	0,8	1,6	2,9	1,0	3,2	0,9	0,8	0,8	1,2	3,7	2,3	1,3	2,9	0,7	0,0
300U	1,5	0,0	0,5	1,6	0,2	2,0	1,3	1,2	1,5	0,5	0,5	2,7	2,3	2,1	1,1	0,7	0,5	0,5
300B	0,7	0,3	0,4	1,3	0,8	1,6	1,3	2,8	3,8	0,7	0,5	0,4	2,1	0,0	0,4	1,7	0,9	0,8

Tabelle 7.22: Testprotokoll Test G4

In der obersten Reihe eines Testtages sind die darunter eingetragenen Bedingungen und Meßwerte notiert. A = Carvon, B = Isoamylacetat, C = Anethol, D = Amylpropionat, E = Allylcapronat, F = Linalool.

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
17.10.02	10:00	OPT-131	AA	3h	449	0:02:00	10:00	3
Luftdruck: 944	10:13	OPT-143	EE	3h	449	0:15:00	10:13	5
	10:26	OPT-133	CC	24h	449	0:28:00	10:26	6
Videoende: 01:31:16	10:39	OPT-136	BB	24h	449	0:41:00	10:39	0
	10:52	OPT-145	EE	24h	449	0:54:00	10:52	0
	13:00	OPT-131	AB	3h	449	1:07:00	13:00	3
	13:13	OPT-143	EF	3h	449	1:20:00	13:13	5
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
18.10.02	10:00	OPT-134	BB	3h	449	1:33:00	10:00	4
Luftdruck: 948	10:13	OPT-146	FF	3h	449	1:46:00	10:13	0
	10:26	OPT-133	CD	24h	449	1:59:00	10:26	8
Videoende: 03:41:23	10:39	OPT-136	AB	24h	449	2:12:00	10:39	0
	10:52	OPT-145	EF	24h	449	2:25:00	10:52	0
	11:05	OPT-132	FF	72h	449	2:38:00	11:05	0
	11:18	OPT-135	EE	72h	449	2:51:00	11:18	4
	11:31	OPT-144	BB	72h	449	3:04:00	11:31	0
	13:00	OPT-134	AB	3h	449	3:17:00	13:00	6
	13:13	OPT-146	EF	3h	449	3:30:00	13:13	4
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
21.10.02	10:00	OPT-137	CC	3h	450	0:02:00	10:00	0
Luftdruck: 947	10:13	OPT-140	DD	3h	450	0:15:00	10:13	0
	10:26	OPT-139	AA	24h	450	0:28:00	10:26	0
Videoende: 02:49:14	10:39	OPT-142	FF	24h	450	0:41:00	10:39	0
	10:52	OPT-148	DD	24h	450	0:54:00	10:52	0
	11:05	OPT-132	EF	72h	450	1:07:00	11:05	1
	11:18	OPT-135	EF	72h	450	1:20:00	11:18	0
	11:31	OPT-144	AB	72h	450	1:33:00	11:31	0
	11:44	OPT-138	DD	72h	450	1:46:00	11:44	0
	11:57	OPT-141	CC	72h	450	1:59:00	11:57	2
	12:10	OPT-147	AA	72h	450	2:12:00	12:10	8
	13:00	OPT-137	CD	3h	450	2:25:00	13:00	0
	13:13	OPT-140	CD	3h	450	2:38:00	13:13	3

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
22.10.02	10:26	OPT-139	AB	24h	450	2:51:00	10:26	0
Luftdruck: 941	10:39	OPT-142	EF	24h	450	3:04:00	10:39	0
	10:52	OPT-148	CD	24h	450	3:17:00	10:52	3
Videoende:	03:28:14							

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
24.10.02	11:18	OPT-143	BB	24h	451	0:02:00	11:18	8
Luftdruck: 954	11:31	OPT-131	CC	72h	451	0:15:00	11:31	2
	11:44	OPT-138	CD	72h	451	0:28:00	11:44	5
Videoende: 01:05:15	11:57	OPT-141	CD	72h	451	0:41:00	11:57	0
	12:10	OPT-147	AB	72h	451	0:54:00	12:10	3

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
25.10.02	10:13	OPT-136	DD	3h	451	1:07:00	10:13	0
Luftdruck: 950	10:26	OPT-146	AA	72h	451	1:20:00	10:26	0
	10:39	OPT-145	BB	72h	451	1:33:00	10:39	0
Videoende: 02:49:00	10:52	OPT-134	DD	72h	451	1:46:00	10:52	1
	11:05	OPT-133	EE	72h	451	1:59:00	11:05	7
	11:18	OPT-143	AB	24h	451	2:12:00	11:18	6
	11:31	OPT-131	DC	24h	451	2:25:00	11:31	0
	13:13	OPT-136	DC	3h	451	2:38:00	13:13	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
28.10.02	10:00	OPT-132	BB	3h	451	2:51:00	10:00	0
Luftdruck: 966	10:13	OPT-144	CC	3h	451	3:04:00	10:13	0
	10:26	OPT-146	AB	72h	451	3:17:00	10:26	0
Videoende: 01:17:58	10:39	OPT-145	AB	72h	451	3:30:00	10:39	0
	10:52	OPT-134	DC	72h	451	3:43:00	10:52	0
	11:05	OPT-133	FE	72h	452	0:02:00	11:05	2
	11:18	OPT-135	AA	24h	452	0:15:00	11:18	2
	11:31	OPT-137	EE	24h	452	0:28:00	11:31	0
	11:44	OPT-140	FF	72h	452	0:41:00	11:44	5
		13:00	OPT-132	BA	3h	452	0:54:00	13:00
	13:13	OPT-144	CD	3h	452	1:07:00	13:13	2

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
29.10.02	10:00	OPT-142	AA	3h	452	1:20:00	10:00	0
Luftdruck:	10:13	OPT-148	EE	3h	452	1:33:00	10:13	2
965								
Videoende:	11:05	OPT-139	CC	72h	452	1:48:00	11:05	0
02:51:09	11:18	OPT-135	BA	24h	452	2:01:00	11:18	0
	11:31	OPT-137	FE	24h	452	2:14:00	11:31	0
	13:00	OPT-142	AB	3h	452	2:27:00	13:00	0
	13:13	OPT-148	EF	3h	452	2:40:00	13:13	6

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
31.10.02	10:00	OPT-138	FF	3h	452	2:53:00	10:00	0
Luftdruck:	10:13	OPT-141	EE	24h	452	3:06:00	10:13	0
958	10:26	OPT-147	DD	24h	452	3:19:00	10:26	3
Videoende:	11:44	OPT-140	FE	72h	452	3:32:00	11:44	1
03:56:18	13:00	OPT-138	FE	3h	452	3:45:00	13:00	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
01.11.02	10:13	OPT-141	FE	24h	453	0:02:00	10:13	0
Luftdruck:	10:26	OPT-147	CD	24h	453	0:15:00	10:26	6
960	10:39	OPT-143	CC	72h	453	0:28:00	10:39	5
Videoende:	10:52	OPT-136	FF	72h	453	0:41:00	10:52	0
1:18:00	11:05	OPT-139	DC	72h	453	0:54:00	11:05	0
	11:18	OPT-131	EE	72h	453	1:07:00	11:18	6

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
04.11.02	10:00	OPT-133	AA	3h	453	0:01:00	10:00	0
Luftdruck:	10:13	OPT-145	DD	3h	453	0:14:00	10:13	0
952	10:26	OPT-132	DD	24h	453	0:27:00	10:26	0
Videoende:	10:39	OPT-143	CD	72h	453	0:40:00	10:39	0
02:35:01	10:52	OPT-136	EF	72h	453	0:53:00	10:52	0
	11:18	OPT-131	EF	72h	453	1:19:00	11:18	0
	11:31	OPT-134	FF	24h	453	1:32:00	11:31	0
	11:44	OPT-144	FF	24h	453	1:45:00	11:44	0
	11:57	OPT-146	CC	24h	453	1:58:00	11:57	0
	13:00	OPT-133	AB	3h	453	2:11:00	13:00	0
	13:13	OPT-145	DC	3h	453	2:24:00	13:13	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
05.11.02	10:00	OPT-135	CC	3h	454	0:02:00	10:00	0
Luftdruck: 962	10:26	OPT-132	CD	24h	454	0:28:00	10:26	0
	10:39	OPT-137	AA	72h	454	0:41:00	10:39	0
	10:52	OPT-142	DD	72h	454	0:54:00	10:52	0
03:13:10	11:31	OPT-134	EF	24h	454	1:33:00	11:31	1
	11:44	OPT-144	EF	24h	454	1:46:00	11:44	0
	11:57	OPT-146	DC	24h	454	1:59:00	11:57	0
	12:10	OPT-148	BB	72h	454	2:12:00	12:10	0
	13:00	OPT-135	CD	3h	454	3:02:00	13:00	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
07.11.02	11:05	OPT-138	BB	24h	455	0:02:00	11:05	0
Luftdruck: 948	11:18	OPT-140	AA	24h	455	0:15:00	11:18	3
Videoeende: 00:26:43								

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
08.11.02	10:00	OPT-139	EE	3h	455	0:29:00	10:00	0
Luftdruck: 956	10:13	OPT-141	BB	3h	455	0:42:00	10:13	0
	10:26	OPT-147	FF	3h	455	0:55:00	10:26	2
Videoeende: 02:51:03	10:39	OPT-137	BA	72h	455	1:08:00	10:39	0
	10:52	OPT-142	DC	72h	455	1:21:00	10:52	0
	11:05	OPT-138	AB	24h	455	1:34:00	11:05	0
	11:18	OPT-140	BA	24h	455	1:47:00	11:18	4
	12:10	OPT-148	BA	72h	455	2:01:00	12:10	0
13:00	OPT-139	EF	3h	455	2:14:00	13:00	0	
13:13	OPT-141	BA	3h	455	2:27:00	13:13	0	
13:26	OPT-147	FE	3h	455	2:40:00	13:26	0	

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.23: Rohdatentabelle Test G4

Die Inspektionsdauern wurden in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 180 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan. **Testreihenfolge:** 1= 1 h bzw. 3 h ITI, 2= 24 h ITI, 3= 73 h ITI, **Testerfahrung** zum Zeitpunkt des Tests: 1= testnaiv, 2= zweite Testerfahrung, 3= dritte Testerfahrung.

0-180 sek: 3 ITI Lernphase

Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links+rechts
123	1	OPT 131	A/A	8,9	8,4	0,51
312	2	OPT 132	B/B	3,3	6,7	0,33
231	3	OPT 133	A/A	3,6	2,7	0,57
132	1	OPT 134	B/B	4,7	3,5	0,57
321	3	OPT 135	C/C	5,3	9,9	0,35
213	2	OPT 136	D/D	2,4	6,6	0,27
123	1	OPT 137	C/C	5,4	3,3	0,62
312	2	OPT 138	F/F	7,8	8,3	0,48
231	3	OPT 139	E/E	2,4	3,6	0,40
132	1	OPT 140	D/D	13,4	8,3	0,62
321	3	OPT 141	B/B	4,5	3,5	0,56
213	2	OPT 142	A/A	5,1	2,4	0,68
123	1	OPT 143	E/E	1,3	3,6	0,27
312	2	OPT 144	C/C	6,2	5,1	0,55
231	3	OPT 145	D/D	2,5	2,4	0,51
132	1	OPT 146	F/F	5,2	6,3	0,45
321	3	OPT 147	F/F	2,4	3,1	0,44
213	2	OPT 148	E/E	5,9	12,8	0,32

0-180 sek: 3 ITI Testphase

Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek.+ bek.
OPT 131	A/B	7,0	3,1	7,0	3,1	0,31
OPT 132	B/A	3,5	3,3	3,5	3,3	0,49
OPT 133	A/B	3,3	2,1	3,3	2,1	0,39
OPT 134	A/B	3,5	2,2	2,2	3,5	0,61
OPT 135	C/D	4,8	16,8	4,8	16,8	0,78
OPT 136	D/C	3,6	6,7	3,6	6,7	0,65
OPT 137	C/D	2,3	4,2	2,3	4,2	0,65
OPT 138	F/E	6,3	4,8	6,3	4,8	0,43
OPT 139	E/F	4,4	6,1	4,4	6,1	0,58
OPT 140	C/D	10,8	14,1	14,1	10,8	0,43
OPT 141	B/A	6,1	5,4	6,1	5,4	0,47
OPT 142	A/B	4,1	6,4	4,1	6,4	0,61
OPT 143	E/F	1,1	3,4	1,1	3,4	0,76
OPT 144	C/D	5,3	11,2	5,3	11,2	0,68
OPT 145	D/C	1,9	5,5	1,9	5,5	0,74
OPT 146	E/F	7,6	4,9	4,9	7,6	0,61
OPT 147	F/E	3,7	4,5	3,7	4,5	0,55
OPT 148	E/F	3,1	6,5	3,1	6,5	0,68

0-180 sek: 24 ITI Lernphase

Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links+rechts
123	2	OPT 131	C/C	8	4,1	0,66
312	3	OPT 132	D/D	3,3	8,5	0,28
231	1	OPT 133	C/C	1,3	2,9	0,31
132	3	OPT 134	F/F	6,8	5,4	0,56
321	2	OPT 135	A/A	1,9	6,3	0,23
213	1	OPT 136	B/B	4,8	5,4	0,47
123	2	OPT 137	E/E	3,3	1,9	0,63
312	3	OPT 138	B/B	6,2	6,5	0,49
231	1	OPT 139	A/A	8,3	8,2	0,50
132	3	OPT 140	A/A	9,7	13,6	0,42
321	2	OPT 141	E/E	9,4	5,4	0,64
213	1	OPT 142	F/F	5,9	7,2	0,45
123	2	OPT 143	B/B	1,7	3,5	0,33
312	3	OPT 144	F/F	3,9	9,2	0,30
231	1	OPT 145	E/E	3,9	6,8	0,36
132	3	OPT 146	C/C	6,5	10,3	0,39
321	2	OPT 147	D/D	2	2,4	0,45
213	1	OPT 148	D/D	6,3	4,3	0,59

0-180 sek: 24 ITI Testphase

Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek.+ bek.
OPT 131	D/C	4,6	5,9	4,6	5,9	0,56
OPT 132	C/D	13,7	7,4	7,4	13,7	0,65
OPT 133	C/D	2,9	5,6	2,9	5,6	0,66
OPT 134	E/F	4,2	0,8	4,2	0,8	0,16
OPT 135	B/A	5,0	9,8	9,8	5,0	0,34
OPT 136	A/B	4,8	4,1	4,1	4,8	0,54
OPT 137	F/E	7,1	1,2	1,2	7,1	0,86
OPT 138	A/B	3,0	5,5	5,5	3,0	0,35
OPT 139	A/B	3,2	3,9	3,2	3,9	0,55
OPT 140	B/A	5,6	10,3	10,3	5,6	0,35
OPT 141	F/E					
OPT 142	E/F	4,1	2,7	2,7	4,1	0,60
OPT 143	A/B	3,3	2,7	2,7	3,3	0,55
OPT 144	E/F	8,9	8,6	8,6	8,9	0,51
OPT 145	E/F	3,3	7,6	3,3	7,6	0,70
OPT 146	D/C	6,0	10,7	10,7	6,0	0,36
OPT 147	C/D					
OPT 148	C/D	7,3	7,1	7,1	7,3	0,51

0-180 sek: 72 ITI Lernphase

Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links+rechts
123	3	OPT 131	E/E			
312	1	OPT 132	F/F	4,9	8,4	0,37
231	2	OPT 133	E/E	2,5	5,4	0,32
132	2	OPT 134	D/D	3	7	0,30
321	1	OPT 135	E/E	5,7	4,9	0,54
213	3	OPT 136	F/F			
123	3	OPT 137	A/A	1,2	1,1	0,52
312	1	OPT 138	D/D	7,4	9,6	0,44
231	2	OPT 139	C/C	2,5	10,5	0,19
132	3	OPT 140	F/F	3,5	7,3	0,32
321	1	OPT 141	C/C	3,8	8,1	0,32
213	3	OPT 142	D/D	1,8	11,8	0,13
123	3	OPT 143	C/C			
312	1	OPT 144	B/B	5,1	6,5	0,44
231	2	OPT 145	B/B	3,3	2,6	0,56
132	2	OPT 146	A/A	5,3	4,1	0,56
321	1	OPT 147	A/A	2,8	4,2	0,40
213	3	OPT 148	B/B	2,2	10	0,18

0-180 sek: 72 ITI Testphase

Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek.+ bek.
OPT 131	E/F	1,7	5,3	1,7	5,3	0,76
OPT 132	E/F	4,9	5,6	5,6	4,9	0,47
OPT 133	F/E	5,4	1,5	1,5	5,4	0,78
OPT 134	D/C	3,0	3,1	3,0	3,1	0,51
OPT 135	E/F	2,2	11,6	2,2	11,6	0,84
OPT 136	E/F	9,3	2,3	2,3	9,3	0,80
OPT 137	B/A	1,6	1,5	1,5	1,6	0,52
OPT 138	C/D	6,3	9,5	9,5	6,3	0,40
OPT 139	D/C					
OPT 140	F/E	4,6	8,6	4,6	8,6	0,65
OPT 141	C/D	8,0	9,7	8,0	9,7	0,55
OPT 142	D/C	5,5	14,3	5,5	14,3	0,72
OPT 143	C/D	2,8	4,5	2,8	4,5	0,62
OPT 144	A/B	7,5	4,6	4,6	7,5	0,62
OPT 145	A/B	1,7	1,7	1,7	1,7	0,50
OPT 146	A/B	6,3	6,2	6,3	6,2	0,50
OPT 147	A/B	3,7	6,1	3,7	6,1	0,62
OPT 148	B/A	10,0	6,9	10,0	6,9	0,41

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.24: Rohdatentabelle Test G4

Die Inspektionsdauern wurden in fünf mal 60 s Einheiten über einen Gesamttestzeitraum von 300 s angegeben.

Lernphase 3 std

60s Zeit- raum	OPT 131	OPT 132	OPT 133	OPT 134	OPT 135	OPT 136	OPT 137	OPT 138	OPT 139	OPT 140	OPT 141	OPT 142	OPT 143	OPT 144	OPT 145	OPT 146	OPT 147	OPT 148
60	4,8	3,8	2,7	2,9	3,0	5,3	3,8	6,3	2,3	6,6	4,0	3,8	2,1	5,7	2,4	5,3	2,0	1,6
120	3,0	3,5	2,2	2,0	9,0	2,0	2,4	3,2	2,2	8,8	1,7	2,2	1,9	2,7	1,2	3,4	1,5	9,7
180	9,5	2,8	1,4	3,3	3,0	1,6	2,5	6,6	1,3	6,2	2,4	1,6	0,9	2,9	1,2	2,8	2,0	7,4
240	5,1	2,0	4,1	1,6	2,3	0,3	1,7	2,0	2,5	11,3	0,9	0,5	1,7	1,0	1,0	2,2	0,8	4,4
300	1,5	1,1	3,4	0,6	2,4	6,2	1,0	6,7	2,8	2,6	1,8	4,6	0,5	1,5	4,4	2,4	0,6	9,4

Testphase 3 std

	OPT 131	OPT 132	OPT 133	OPT 134	OPT 135	OPT 136	OPT 137	OPT 138	OPT 139	OPT 140	OPT 141	OPT 142	OPT 143	OPT 144	OPT 145	OPT 146	OPT 147	OPT 148
60	5,8	1,5	2,6	2,1	9,3	3,6	3,8	5,2	6,9	8,9	3,8	5,8	1,5	4,0	3,7	6,0	4,0	7,1
120	1,5	2,0	2,1	0,8	5,7	4,1	1,8	3,6	2,6	8,4	1,8	2,6	2,8	10,2	2,8	5,6	3,5	2,2
180	2,8	3,3	0,7	2,8	6,7	2,6	0,9	2,3	1,0	7,7	6,0	2,2	0,3	2,3	0,9	0,9	0,7	0,2
240	1,1	1,1	3,9	1,2	2,0	2,8	1,6	5,4	1,6	9,4	3,3	2,8	1,2	3,2	2,8	1,1	1,7	3,3
300	5,3	4,4	2,6	1,1	1,0	2,6	0,4	3,2	2,8	5,5	4,6	1,3	1,0	2,3	1,7	3,8	0,1	1,4

Testphase 3 std unbekannt (U) und bekannt (B)

	OPT 131	OPT 132	OPT 133	OPT 134	OPT 135	OPT 136	OPT 137	OPT 138	OPT 139	OPT 140	OPT 141	OPT 142	OPT 143	OPT 144	OPT 145	OPT 146	OPT 147	OPT 148
60 U	1,6	1,5	1,2	1,0	8,0	1,7	2,1	2,5	4,1	5,0	2,6	3,6	0,9	4,0	3,2	3,8	2,8	5,5
60B	4,2	0,0	1,4	1,1	1,3	1,9	1,7	2,7	2,8	3,9	1,2	2,2	0,6	0,0	0,5	2,2	1,2	1,6
120U	1,3	0,8	0,4	0,8	4,5	3,4	1,5	0,2	1,7	5,1	1,1	0,9	2,5	6,3	2,1	3,8	1,0	0,7
120B	0,2	1,2	1,7	0,0	1,2	0,7	0,3	3,4	0,9	3,3	0,7	1,7	0,3	3,9	0,7	1,8	2,5	1,5
180U	0,2	1,0	0,5	1,7	4,4	1,6	0,6	2,1	0,3	0,7	1,7	2,0	0,0	0,9	0,2	0,0	0,7	0,2
180B	2,6	2,3	0,2	1,1	2,3	1,0	0,3	0,2	0,7	7,0	4,3	0,2	0,3	1,4	0,7	0,9	0,0	0,0
240U	0,4	0,4	1,4	0,5	1,2	1,7	0,3	3,3	0,8	1,6	1,4	2,8	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0	1,9
240B	0,7	0,7	2,5	0,7	0,8	1,1	1,3	2,1	0,8	7,8	1,9	0,0	0,2	2,3	2,0	0,2	0,7	1,4
300U	3,5	2,3	1,0	0,9	1,0	1,8	0,2	1,0	1,0	4,5	4,1	0,5	0,3	1,5	0,6	0,9	0,0	0,7
300B	1,8	2,1	1,6	0,2	0,0	0,8	0,2	2,2	1,8	1,0	0,5	0,8	0,7	0,8	1,1	2,9	0,1	0,7

Lernphase 24 std

	OPT 131	OPT 132	OPT 133	OPT 134	OPT 135	OPT 136	OPT 137	OPT 138	OPT 139	OPT 140	OPT 141	OPT 142	OPT 143	OPT 144	OPT 145	OPT 146	OPT 147	OPT 148
60	3,5	3,0	2,7	3,7	4,2	5,8	2,9	5,8	5,6	8,5	5,8	5,8	1,6	9,8	4,9	5,4	2,0	3,2
120	4,0	2,7	1,5	5,0	1,5	2,3	0,9	3,9	3,6	6,4	5,2	3,8	2,0	1,5	3,1	10,0	1,1	2,2
180	4,6	6,1	0,0	3,5	2,5	2,2	1,3	2,9	7,2	8,4	3,7	3,5	1,6	1,8	2,7	1,4	1,3	5,2
240	3,4	7,7	2,6	3,9	1,9	8,7	0,7	1,4	2,3	2,1	2,2	2,8	0,5	11,8	3,8	5,1	0,6	3,7
300	2,5	5,3	0,5	0,2	5,1	5,4	2,3	2,0	8,2	6,9	2,5	4,8	0,8	4,7	7,5	5,6	5,1	6,7

Testphase 24 std

	OPT 131	OPT 132	OPT 133	OPT 134	OPT 135	OPT 136	OPT 137	OPT 138	OPT 139	OPT 140	OPT 141	OPT 142	OPT 143	OPT 144	OPT 145	OPT 146	OPT 147	OPT 148
60	2,9	5,2	2,6	2,7	6,7	4,1	3,9	3,2	2,6	8,4		3,6	3,1	6,5	6,5	8,5		6,7
120	4,5	7,3	2,4	0,0	4,0	3,4	2,8	1,5	2,1	3,4		1,5	1,2	8,8	3,3	1,5		1,5
180	3,1	8,5	3,5	2,3	4,1	1,4	1,4	3,8	2,5	4,0		1,7	1,6	2,2	1,1	6,7		6,2
240	1,7	3,7	2,1	1,3	3,2	1,6	2,7	2,4	2,8	3,3		0,7	0,5	1,6	1,1	1,5		8,2
300	1,3	1,5	4,7	0,4	5,4	3,8	0,6	1,5	2,0	3,8		2,0	0,5	4,0	3,5	2,3		1,7

Testphase 24 std unbekannt (U) und bekannt (B)

	OPT																	
	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148
60 U	0,5	0,8	1,8	0,8	4,4	1,9	3,1	1,7	1,6	2,0		2,7	1,4	4,0	5,6	3,2		3,6
60B	2,4	4,4	0,8	1,9	2,3	2,2	0,8	1,5	1,0	6,4		0,9	1,7	2,5	0,9	5,3		3,1
120U	3,2	6,9	1,0	0,0	0,0	2,6	2,5	0,8	1,8	1,8		0,9	1,2	3,5	1,4	1,5		0,7
120B	1,3	0,4	1,4	0,0	4,0	0,8	0,3	0,7	0,3	1,6		0,6	0,0	5,3	1,9	0,0		0,8
180U	2,2	5,9	2,8	0,0	0,6	0,3	1,4	0,5	0,6	1,8		0,5	0,6	1,4	0,6	1,3		3,1
180B	0,9	2,6	0,7	2,3	3,5	1,1	0,0	3,3	1,9	2,2		1,2	1,0	0,8	0,5	5,4		3,1
240U	1,4	0,8	0,0	0,6	1,3	0,4	0,7	2,4	1,3	0,7		0,3	0,3	1,1	0,7	0,7		7,8
240B	0,3	2,9	2,1	0,7	1,9	1,2	2,0	0,0	1,5	2,6		0,4	0,2	0,5	0,4	0,8		0,4
300U	0,6	0,7	3,1	0,1	1,5	0,6	0,4	0,4	0,6	2,9		1,7	0,3	0,9	0,4	0,2		0,0
300B	0,7	0,8	1,6	0,3	3,9	3,2	0,2	1,1	1,4	0,9		0,3	0,2	3,1	3,1	2,1		1,7

Lernphase 72 std

	OPT																	
	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148
60		4,0	5,3	4,4	5,0		1,7	5,7	3,3	4,4	4,5	8,4		5,7	2,9	3,1	1,0	8,4
120		7,8	1,2	4,3	4,6		0,3	3,1	6,0	1,6	4,6	4,0		4,0	0,6	2,5	4,4	1,8
180		1,4	1,4	1,3	1,0		0,4	8,2	3,8	4,9	2,7	1,2		1,9	2,4	3,8	1,7	2,0
240		3,1	2,3	0,5	1,6		2,9	1,5	1,8	1,9	6,6	2,4		1,9	2,6	2,3	0,7	3,0
300		4,1	1,6	0,5	2,4		2,5	2,2	1,4	1,8	4,0	6,1		1,9	1,7	3,1	0,9	1,9

Testphase 72 std

	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT	OPT										
	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148
60	4,3	6,0	4,6	3,2	4,3	3,4	0,6	8,9		6,5	10,0	2,2	5,3	4,0	2,1	7,5	5,5	11,1
120	1,8	3,3	1,1	1,4	8,0	5,8	0,5	3,2		3,4	1,9	8,1	0,8	2,0	0,9	0,2	2,4	0,7
180	0,9	1,3	1,2	1,6	1,4	2,3	2,0	3,6		3,3	5,8	9,6	1,2	6,2	0,3	4,8	1,8	4,9
240	2,8	0,7	1,6	4,9	1,4	8,2	1,0	7,6		2,9	3,0	0,8	1,1	2,1	0,8	1,3	0,6	1,2
300	4,3	1,3	1,8	0,9	7,0	3,8	0,2	5,1		1,2	3,2	1,1	0,8	1,5	0,7	1,3	1,4	2,5

Testphase 72 std unbekannt (U) und bekannt (B)

	OPT																	
	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148
60 U	2,6	3,3	3,6	2,0	3,7	2,4	0,3	4,3		4,6	6,3	1,4	3,7	3,3	1,0	5,2	3,8	5,3
60B	1,7	2,7	1,0	1,2	0,6	1,0	0,3	4,6		1,9	3,7	0,8	1,6	0,7	1,1	2,3	1,7	5,8
120U	1,8	0,9	0,8	0,0	6,5	4,7	0,2	0,9		2,1	0,9	7,1	0,3	1,8	0,7	0,2	2,0	0,3
120B	0,0	2,4	0,3	1,4	1,5	1,1	0,3	2,3		1,3	1,0	1,0	0,5	0,2	0,2	0,0	0,4	0,4
180U	0,9	0,7	1,0	1,2	1,4	2,2	1,1	1,0		1,9	2,5	5,9	0,5	2,4	0,0	0,8	0,2	1,2
180B	0,0	0,6	0,2	0,4	0,0	0,1	0,9	2,6		1,4	3,3	3,7	0,7	3,8	0,3	4,0	1,6	3,7
240U	1,7	0,5	0,6	2,4	1,2	2,9	0,4	1,5		0,8	1,4	0,6	0,3	0,0	0,6	1,0	0,0	1,0
240B	1,1	0,2	1,0	2,5	0,2	5,3	0,6	6,1		2,1	1,6	0,2	0,8	2,1	0,2	0,3	0,6	0,2
300U	3,8	0,6	0,5	0,3	1,7	1,8	0,2	3,6		0,1	2,2	0,4	0,6	0,5	0,0	0,7	0,8	0,7
300B	0,5	0,7	1,3	0,6	5,3	2,0	0,0	1,5		1,1	1,0	0,7	0,2	1,0	0,7	0,6	0,6	1,8

Tabelle 7.25: Testprotokoll Test G2 wt- und ko-Mäuse

In der obersten Reihe eines Testtages sind die darunter eingetragenen Bedingungen und Meßwerte notiert. A = Carvon, B = Isoamylacetat, C = Anethol, D = Amylpropionat, E = Allylcapronat, F = Linalool.

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
23.05.02	10:00	1988	A/A	1h	367	0:03:00	10:00	1
Luftdruck: 946	10:13	1994	C/C	24h	367	0:16:00	10:13	0
	10:26	1964	E/E	24h	367	0:29:00	10:26	0
Videoende: 02:16:49	10:39	2010	B/B	1h	367	0:42:00	10:39	2
	10:52	2014	D/D	1h	367	0:55:00	10:52	2
	11:10	1988	A/B	1h	367	1:13:00	11:10	1
	11:23	1971	F/F	24h	367	1:26:00	11:23	6
	11:49	2010	A/B	1h	367	1:52:00	11:49	3
	12:02	2014	C/D	1h	367	2:05:00	12:02	9
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
24.05.02	10:00	1962	A/A	1h	367	2:19:00	10:00	0
Luftdruck: 954	10:13	1994	C/D	24h	367	2:32:00	10:13	0
	10:26	1964	F/E	24h	367	2:45:00	10:26	2
Videoende: 04:00:40	10:39	2016	D/D	72h	367	2:58:00	10:39	7
	10:52	1946	F/F	72h	367	3:11:00	10:52	3
	11:10	1962	B/A	1h	367	3:22:00	11:10	0
	11:23	1971	F/E	24h	367	3:35:00	11:23	5
	11:36	1937	C/C	72h	367	3:48:00	11:36	5
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
27.05.02	10:00	1945	E/E	1h	368	0:03:00	10:00	0
Luftdruck: 948	10:13	2024	B/B	1h	368	0:16:00	10:13	6
	10:26	2008	E/E	24h	368	0:29:00	10:26	4
Videoende: 03:01:37	10:39	2016	D/C	72h	368	0:42:00	10:39	11
	10:52	1946	E/F	72h	368	0:55:00	10:52	2
	11:10	1945	F/E	1h	368	1:13:00	11:10	7
	11:23	2024	B/A	1h	368	1:26:00	11:23	8
	11:36	1937	D/C	72h	368	1:39:00	11:36	4
	11:49	1956	A/A	24h	368	1:52:00	11:49	8
	12:02	1998	C/C	24h	368	2:05:00	12:02	4
	12:20	1963	F/F	72h	368	2:23:00	12:20	2
	12:33	2045	D/D	72h	368	2:36:00	12:33	0
	12:46	1957	B/B	72h	368	2:49:00	12:46	8

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff		Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
28.05.02	10:26	2008	E/F	ITI	368	3:03:00	10:26	7
Luftdruck:								
950	11:49	1956	B/A	24h	368	3:16:00	11:49	8
Videoende:	12:02	1998	C/D	24h	368	3:29:00	12:02	11
03:40:37								
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
30.05.02	11:36	1988	C/C	24h	369	0:03:00	11:36	0
Luftdruck:	11:49	2010	F/F	24h	369	0:16:00	11:49	4
960	12:02	2014	B/B	24h	369	0:29:00	12:02	2
Videoende:								
01:27:22	12:20	1963	F/E	72h	369	0:47:00	12:20	4
	12:33	2045	D/C	72h	369	1:00:00	12:33	0
	12:46	1957	A/B	72h	369	1:13:00	12:46	9
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
31.05.02	10:13	1964	A/A	1h	369	1:30:00	10:13	8
Luftdruck:	10:26	1994	A/A	72h	369	1:43:00	10:26	0
965	10:39	1962	E/E	72h	369	1:56:00	10:39	5
Videoende:	10:52	1971	C/C	72h	369	2:09:00	10:52	5
03:31:30								
	11:23	1964	A/B	1h	369	2:40:00	11:23	5
	11:36	1988	D/C	24h	369	2:53:00	11:36	0
	11:49	2010	F/E	24h	369	3:06:00	11:49	6
	12:02	2014	B/A	24h	369	3:19:00	12:02	6
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
03.06.02	10:00	1946	B/B	1h	370	0:03:00	10:00	0
Luftdruck:	10:13	1937	E/E	1h	370	0:16:00	10:13	0
955	10:26	1994	B/A	72h	370	0:29:00	10:26	0
Videoende:	10:39	1962	E/F	72h	370	0:42:00	10:39	3
02:17:48	10:52	1971	D/C	72h	370	0:55:00	10:52	8
	11:10	1946	B/A	1h	370	1:13:00	11:10	1
	11:23	1937	E/F	1h	370	1:26:00	11:23	5
	11:36	2016	B/B	24h	370	1:39:00	11:36	2
	11:49	1945	B/B	72h	370	1:52:00	11:49	2
	12:02	2024	D/D	72h	370	2:05:00	12:02	12

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
04.06.02	10:00	1956	F/F	1h	370	2:18:00	10:00	8
Luftdruck:	10:13	1998	B/B	1h	370	2:31:00	10:13	7
952	10:26	2008	B/B	72h	370	2:44:00	10:26	11

Videoende:

03:40:35	11:10	1956	F/E	1h	370	3:00:00	11:10	7
	11:23	1998	A/B	1h	370	3:13:00	11:23	5
	11:36	2016	A/B	24h	370	3:29:00	11:39	6

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
06.06.02	10:26	1963	D/D	1h	371	0:02:00	10:26	0
Luftdruck:	10:39	2045	E/E	24h	371	0:15:00	10:39	0
944	10:52	1957	C/C	24h	371	0:28:00	10:52	8

Videoende:

01:22:47	11:36	1963	C/D	1h	371	0:45:00	11:36	0
	11:49	1945	B/A	72h	371	0:58:00	11:49	4
	12:02	2024	C/D	72h	371	1:11:00	12:02	2

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
07.06.02	10:00	1988	E/E	72h	371	1:24:00	10:00	0
Luftdruck:	10:13	1964	D/D	72h	371	1:37:00	10:13	3
941	10:26	2008	A/B	72h	371	1:50:00	10:26	9
Videoende:	10:39	2045	F/E	24h	371	2:03:00	10:39	0
03:01:01	10:52	1957	C/D	24h	371	2:16:00	10:52	8
	11:10	2010	C/C	72h	371	2:34:00	11:10	4
	11:23	2014	F/F	72h	371	2:47:00	11:23	7

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
10.06.02	10:00	1988	E/F	72h	371	3:03:00	10:00	0
Luftdruck:	10:13	1964	C/D	72h	371	3:16:00	10:13	3
951	10:26	1994	F/F	1h	371	3:29:00	10:26	0
Videoende:	10:39	1971	A/A	1h	371	3:42:00	10:39	6
01:40:25	10:52	1962	D/D	24h	372	0:01:00	10:52	0
	11:10	2010	D/C	72h	372	0:19:00	11:10	5
	11:23	2014	E/F	72h	372	0:32:00	11:23	2
	11:36	1994	F/E	1h	372	0:45:00	11:36	2
	11:49	1971	A/B	1h	372	0:58:00	11:49	6
	12:02	1946	C/C	24h	372	1:11:00	12:02	4
	12:20	1937	A/A	24h	372	1:29:00	12:20	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
11.06.02	10:39	2016	F/F	1h	372	1:42:00	10:39	11
Luftdruck:	10:52	1962	C/D	24h	372	1:55:00	10:52	1
958								
Videoende:	11:10	1956	C/C	72h	372	2:13:00	11:10	4
03:34:15	11:23	1998	E/E	72h	372	2:26:00	11:23	8
	11:49	2016	E/F	1h	372	2:52:00	11:49	10
	12:02	1946	D/C	24h	372	3:05:00	12:02	1
	12:20	1937	B/A	24h	372	3:23:00	12:20	2

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
13.06.02	10:00	1963	B/B	24h	373	0:02:00	10:00	0
Luftdruck:	10:13	1945	C/C	24h	373	0:15:00	10:13	0
960	10:26	2024	F/F	24h	373	0:28:00	10:26	7

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
Videoende:	00:39:06							
14.06.02	10:00	1963	B/A	24h	373	0:41:00	10:00	0
Luftdruck:	10:13	1945	D/C	24h	373	0:54:00	10:13	6
961	10:26	2024	F/E	24h	373	1:07:00	10:26	6
Videoende:	10:39	2008	D/D	1h	373	1:20:00	10:39	12
03:39:35	10:52	2045	B/B	1h	373	1:33:00	10:52	0
	11:10	1956	D/C	72h	373	1:51:00	11:10	4
	11:23	1998	E/F	72h	373	2:04:00	11:23	6
	11:36	1957	F/F	1h	373	2:17:00	11:36	5
	11:49	2008	D/C	1h	373	2:30:00	11:49	4
	12:02	2045	B/A	1h	373	2:43:00	12:02	0
	12:46	1957	E/F	1h	373	3:27:00	12:46	2

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.26: Rohdatentabelle Test G2

Die Inspektionsdauern wurden in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 180 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan. **Testreihenfolge:** 1= 1 h bzw. 3 h ITI, 2= 24 h ITI, 3= 73 h ITI, **Testerfahrung** zum Zeitpunkt des Tests: 1= testnaiv, 2= zweite Testerfahrung, 3= dritte Testerfahrung.

0-180 sek: 1 ITI Lernphase

Genotyp	Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links + rechts
wt	123	1	1988	A/A	5,3	4,1	0,56
wt	312	2	1963	D/D	3,7	9,4	0,28
wt	231	3	1994	F/F	7,8	5,3	0,60
wt	132	1	1945	E/E	5,4	4,9	0,52
wt	321	3	2045	B/B	12,3	22,8	0,35
wt	213	2	1956	F/F	1,7	2,6	0,40
wt	123	1	2014	D/D	2,5	4,9	0,34
wt	312	2	1937	E/E	7,1	5,3	0,57
wt	231	3	1971	A/A	5,4	2,7	0,67
ko	132	1	1962	A/A	3,9	5,9	0,40
ko	321	3	2016	F/F	1,1	4,8	0,19
ko	213	2	1964	A/A	1,3	1,4	0,48
ko	123	1	2010	B/B	2,3	3,9	0,37
ko	312	2	1946	B/B	2,1	1,9	0,53
ko	231	3	2008	D/D	0,0	1,3	
ko	132	1	2024	B/B	3,8	2,0	0,66
ko	321	3	1957	F/F	0,1	4,5	0,02
ko	213	2	1998	B/B	3,6	3,5	0,51

0-180 sek: 1 ITI Testphase

Genotyp	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek. + bek.
wt	1988	A/B	6,3	5,9	6,3	5,9	0,48
wt	1963	C/D	15,6	7,5	7,5	15,6	0,68
wt	1994	F/E	8,8	8,7	8,8	8,7	0,50
wt	1945	F/E	3,6	6,5	6,5	3,6	0,36
wt	2045	B/A	23,1	16,6	23,1	16,6	0,42
wt	1956	F/E	1,8	2,7	1,8	2,7	0,60
wt	2014	C/D	4,8	4,6	4,6	4,8	0,51
wt	1937	E/F	5,5	10,5	5,5	10,5	0,66
wt	1971	A/B	4,9	4,9	4,9	4,9	0,50
ko	1962	B/A	9,0	4,2	4,2	9,0	0,68
ko	2016	E/F	2,3	1,7	1,7	2,3	0,58
ko	1964	A/B	2,0	5,4	2,0	5,4	0,73
ko	2010	A/B	2,3	2,2	2,2	2,3	0,51
ko	1946	B/A	1,2	7,0	1,2	7,0	0,85
ko	2008	D/C	0,5	1,6	0,5	1,6	0,76
ko	2024	B/A	1,4	2,5	1,4	2,5	0,64
ko	1957	E/F	0,8	1,9	1,9	0,8	0,30
ko	1998	A/B	1,6	1,3	1,3	1,6	0,55

0-180 sek: 24 ITI Lernphase

Genotyp	Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links + rechts
wt	123	2	1988	C/C	1,9	4,4	0,30
wt	312	3	1963	B/B	4,2	9,4	0,31
wt	231	1	1994	C/C	4,8	6,9	0,41
wt	132	3	1945	C/C	4,1	8,0	0,34
wt	321	2	2045	E/E	7,2	13,9	0,34
wt	213	1	1956	A/A	3,1	3,7	0,46
wt	123	2	2014	B/B	2,5	8,9	0,22
wt	312	3	1937	A/A	4,0	7,7	0,34
wt	231	1	1971	F/F	6,4	2,8	0,70
ko	132	3	1962	D/D	6,1	3,8	0,62
ko	321	2	2016	B/B	2,0	1,9	0,51
ko	213	1	1964	E/E	4,8	1,5	0,76
ko	123	2	2010	F/F	2,0	2,0	0,50
ko	312	3	1946	C/C	2,0	5,3	0,27
ko	231	1	2008	E/E	3,4	4,8	0,41
ko	132	3	2024	F/F	3,0	5,1	0,37
ko	321	2	1957	C/C	0,2	0,9	0,18
ko	213	1	1998	C/C	2,2	2,6	0,46

0-180 sek: 24 ITI Testphase

Genotyp	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek. + bek.
wt	1988	D/C	3,2	6,9	6,9	3,2	0,32
wt	1963	B/A	10,4	8,2	10,4	8,2	0,44
wt	1994	C/D	9,5	5,4	9,5	5,4	0,36
wt	1945	D/C	5,8	3,0	3,0	5,8	0,66
wt	2045	F/E	15,2	14,3	14,3	15,2	0,52
wt	1956	B/A	1,7	0,9	0,9	1,7	0,65
wt	2014	B/A	1,7	4,6	1,7	4,6	0,73
wt	1937	B/A	7,8	4,1	4,1	7,8	0,66
wt	1971	F/E	6,8	8,5	6,8	8,5	0,56
ko	1962	C/D	6,6	8,4	8,4	6,6	0,44
ko	2016	A/B	1,0	3,0	3,0	1,0	0,25
ko	1964	F/E	3,1	3,1	3,1	3,1	0,50
ko	2010	F/E	2,0	1,4	2,0	1,4	0,41
ko	1946	D/C	4,3	3,6	3,6	4,3	0,54
ko	2008	E/F	0,0	2,5	0,0	2,5	
ko	2024	F/E	3,5	5,8	3,5	5,8	0,62
ko	1957	C/D	0,0	0,4	0,0	0,4	
ko	1998	C/D	0,4	2,8	0,4	2,8	0,88

0-180 sek: 72 ITI Lernphase

Genotyp	Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links + rechts
wt	123	3	1988	E/E	4,3	3,9	0,52
wt	312	1	1963	F/F	5,1	4,1	0,55
wt	231	2	1994	A/A	5,2	10,2	0,34
wt	132	3	1945	B/B	3,5	5,5	0,39
wt	321	1	2045	D/D	13,7	13,0	0,51
wt	213	3	1956	C/C	3,0	2,1	0,59
wt	123	3	2014	F/F	0,0	2,9	0,00
wt	312	1	1937	C/C	21,3	20,4	0,51
wt	231	2	1971	C/C	2,8	2,3	0,55
ko	132	2	1962	E/E	3,0	2,9	0,51
ko	321	1	2016	D/D	3,9	0,9	0,81
ko	213	3	1964	D/D	0,1	0,3	0,25
ko	123	3	2010	C/C	0,5	2,4	0,17
ko	312	1	1946	F/F	5,1	4,4	0,54
ko	231	2	2008	B/B	0,4	0,3	0,57
ko	132	2	2024	D/D	3,2	5,7	0,36
ko	321	1	1957	B/B	2,8	4,6	0,38
ko	213	3	1998	E/E	0,3	1,4	0,18

0-180 sek: 172 ITI Testphase

Genotyp	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek. + bek.
wt	1988	E/F	5,0	6,4	5,0	6,4	0,56
wt	1963	F/E	2,6	4,6	2,6	4,6	0,64
wt	1994	B/A	5,9	6,5	6,5	5,9	0,48
wt	1945	B/A	3,7	4,7	3,7	4,7	0,56
wt	2045	D/C	12,2	20,2	12,2	20,2	0,62
wt	1956	D/C	6,1	1,5	1,5	6,1	0,80
wt	2014	E/F	2,5	6,0	6,0	2,5	0,29
wt	1937	D/C	11,4	13,2	13,2	11,4	0,46
wt	1971	D/C	5,2	1,8	1,8	5,2	0,74
ko	1962	E/F	2,5	2,4	2,5	2,4	0,49
ko	2016	D/C	2,2	4,0	2,2	4,0	0,65
ko	1964	C/D	0,7	0,0	0,0	0,7	
ko	2010	D/C	2,4	1,7	1,7	2,4	0,59
ko	1946	E/F	4,4	3,9	3,9	4,4	0,53
ko	2008	A/B	0,0	0,2	0,2	0,0	
ko	2024	C/D	3,6	2,9	2,9	3,6	0,55
ko	1957	A/B	2,1	1,1	1,1	2,1	0,66
ko	1998	E/F	0,5	4,1	0,5	4,1	0,89

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.27: Rohdatentabelle Test G2

Die Inspektionsdauern wurden in fünf mal 60 s Einheiten über einen Gesamttestzeitraum von 300 s angegeben.

Lernphase 1 std wt-Mäuse

60s Zeit- raum	1988	1963	1994	1945	2045	1956	2014	1937	1971
60	3,0	7,0	2,9	5,6	8,8	2,0	3,7	3,7	4,7
120	4,1	4,4	8,2	2,1	15,2	1,5	2,7	4,8	2,1
180	2,3	1,6	1,9	2,7	11,0	0,7	1,1	3,9	1,3
240	1,0	3,0	3,8	1,3	9,8	1,0	0,6	3,9	0,6
300	3,1	3,9	4,6	3,3	6,4	0,8	1,9	4,5	1,2

Testphase 1 std wt-Mäuse

Tier- nummer	1988	1963	1994	1945	2045	1956	2014	1937	1971
60	5,5	16,1	4,5	5,0	21,1	2,4	3,5	11,6	4,8
120	1,9	2,4	11,7	2,1	5,8	2,2	2,4	2,3	2,1
180	4,7	4,6	1,2	3,0	12,8	0,0	3,5	2,2	2,8
240	0,9	2,2	3,1	2,2	7,9	1,9	4,3	1,5	0,6
300	3,3	2,1	1,7	1,2	5,0	0,3	1,2	2,1	1,7

Testphase 1 std unbekannt (U) und bekannt (B) wt-Mäuse

Tier- nummer	1988	1963	1994	1945	2045	1956	2014	1937	1971
60 U	3,3	12,0	3,2	2,5	11,1	1,8	1,9	9,7	2,6
60B	2,2	4,1	1,3	2,5	10,0	0,6	1,6	1,9	2,2
120U	1,3	1,4	5,2	0,3	1,5	1,0	1,0	0,0	0,7
120B	0,6	1,0	6,5	1,8	4,3	1,2	1,4	2,3	1,4
180U	1,3	2,2	0,2	0,8	4,0	0,0	1,9	0,9	1,6
180B	3,4	2,4	1,0	2,2	8,8	0,0	1,6	1,3	1,2
240U	0,9	0,8	2,3	1,5	5,4	0,6	0,6	0,9	0,0
240B	0,0	1,4	0,8	0,7	2,5	1,3	3,7	0,6	0,6
300U	1,7	1,3	1,0	0,0	1,8	0,3	0,0	0,8	0,9
300B	1,6	0,8	0,7	1,2	3,2	0,0	1,2	1,3	0,8

Lernphase 24 std wt-Mäuse

Tier- nummer	1988	1963	1994	1945	2045	1956	2014	1937	1971
60	2,8	7,3	3,0	3,9	8,1	4,1	4,0	6,9	3,7
120	2,0	2,7	4,5	2,9	7,0	1,0	7,4	2,4	2,7
180	1,6	3,8	4,2	5,3	6,0	1,6	0,0	2,5	2,8
240	4,9	9,5	4,7	0,7	5,1	0,7	3,8	1,5	0,9
300	2,8	3,9	6,1	1,2	15,9	2,1	1,1	2,3	0,8

Testphase 24 std wt-Mäuse

Tier- nummer	1988	1963	1994	1945	2045	1956	2014	1937	1971
60	4,7	8,2	5,9	3,8	14,1	2,0	0,6	6,0	5,6
120	3,0	5,3	4,3	2,0	12,4	0,7	4,9	4,7	9,5
180	2,3	5,1	4,7	3,1	3,1	0,0	0,7	1,2	0,2
240	1,8	2,3	4,7	0,9	13,4	0,0	1,9	3,2	1,8
300	1,2	0,5	1,9	1,2	7,7	0,0	2,0	2,7	2,4

Testphase 24 std unbekannt (U) und bekannt (B) wt-Mäuse

Tier- nummer	1988	1963	1994	1945	2045	1956	2014	1937	1971
60 U	1,3	6,0	1,9	2,5	9,1	1,5	0,0	4,1	1,1
60B	3,4	2,2	4,0	1,3	5,0	0,5	0,6	1,9	4,5
120U	0,9	1,6	2,5	1,8	4,0	0,2	4,1	3,3	7,2
120B	2,1	3,7	1,8	0,2	8,4	0,5	0,8	1,4	2,3
180U	0,9	0,6	1,0	1,6	2,1	0,0	0,4	0,4	0,2
180B	1,4	4,5	3,7	1,5	1,0	0,0	0,3	0,8	0,0
240U	0,8	1,3	1,7	0,0	7,6	0,0	0,9	2,0	1,1
240B	1,0	1,0	3,0	0,9	5,8	0,0	1,0	1,2	0,7
300U	0,6	0,2	1,5	0,6	6,9	0,0	1,7	1,0	0,2
300B	0,6	0,3	0,4	0,6	0,8	0,0	0,3	1,7	2,2

Lernphase 72 std wt-Mäuse

Tier- nummer	1988	1963	1994	1945	2045	1956	2014	1937	1971
60	2,6	5,5	4,6	5,9	5,4	2,5	1,3	10,7	3,8
120	4,3	2,8	8,8	2,6	11,9	1,5	0,0	4,2	0,5
180	1,3	0,8	1,9	0,4	9,3	1,0	1,6	26,9	0,7
240	3,0	1,2	0,9	0,6	4,2	2,6	1,6	1,9	2,1
300	2,0	1,5	1,9	1,1	2,3	1,3	1,9	4,2	0,6

Testphase 72 std wt-Mäuse

Tier- nummer	1988	1963	1994	1945	2045	1956	2014	1937	1971
60	5,4	3,8	4,1	3,2	18,9	2,6	3,1	10,9	2,8
120	2,3	1,7	7,0	3,3	5,3	0,7	2,5	8,2	2,8
180	3,7	1,8	1,3	1,9	8,0	4,3	2,9	5,7	1,6
240	1,7	5,0	3,2	2,9	6,2	2,5	0,5	3,4	1,6
300	2,2	6,2	1,3	0,7	13,8	0,9	1,3	7,2	1,7

Testphase 72 std unbekannt (U) und bekannt (B) wt-Mäuse

Tier- nummer	1988	1963	1994	1945	2045	1956	2014	1937	1971
60 U	4,3	2,7	3,1	2,0	13,2	1,4	2,1	7,0	1,6
60B	1,1	1,1	1,0	1,2	5,7	1,2	1,0	3,9	1,2
120U	0,4	1,0	2,3	1,9	3,1	0,7	0,0	2,4	2,5
120B	1,9	0,7	4,7	1,4	2,2	0,0	2,5	5,8	0,3
180U	1,7	1,0	0,5	0,8	3,8	4,0	0,4	2,1	1,2
180B	2,0	0,8	0,8	1,1	4,2	0,3	2,5	3,6	0,4
240U	0,5	1,4	0,7	0,5	4,8	1,9	0,2	2,8	1,6
240B	1,2	3,6	2,5	2,4	1,4	0,6	0,3	0,6	0,0
300U	1,0	3,9	0,7	0,5	4,8	0,5	0,4	6,8	1,1
300B	1,2	2,3	0,6	0,2	9,0	0,4	0,9	0,4	0,6

Lernphase 1 std ko-Mäuse

60s Zeit- raum	1962	2016	1964	2010	1946	2008	2024	1957	1998
60	4,5	1,5	1,4	2,9	2,5	0,9	2,4	2,6	2,9
120	3,1	1,8	0,6	1,2	0,8	0,0	1,4	1,3	1,5
180	2,3	2,5	0,8	2,2	0,7	0,4	2,0	0,6	2,8
240	5,7	2,3	0,8	1,0	1,5	1,9	0,3	0,7	1,6
300	8,3	0,5	0,5	0,9	1,4	0,0	0,5	0,0	0,0

Testphase 1 std ko-Mäuse

Tier- nummer	1962	2016	1964	2010	1946	2008	2024	1957	1998
60	7,1	2,0	1,4	2,2	3,7	1,0	1,9	0,7	1,6
120	4,1	0,7	2,3	1,0	1,5	1,0	0,7	0,4	0,0
180	1,9	1,1	3,6	1,3	3,1	0,0	1,3	1,7	1,3
240	6,4	1,2	0,8	1,2	0,2	0,0	1,1	5,6	0,6
300	7,0	3,3	0,7	0,0	1,3	0,2	0,6	0,3	0,1

Testphase 1 std unbekannt (U) und bekannt (B) ko-Mäuse

Tier- nummer	1962	2016	1964	2010	1946	2008	2024	1957	1998
60 U	6,2	1,7	0,4	0,9	3,1	1,0	1,2	0,1	1,6
60B	0,9	0,3	1,0	1,3	0,6	0,0	0,7	0,6	0,0
120U	0,9	0,3	1,9	0,5	1,2	0,5	0,3	0,4	0,0
120B	3,2	0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,0	0,0
180U	1,9	0,2	3,1	0,9	2,8	0,0	1,0	0,3	0,0
180B	0,0	0,9	0,5	0,4	0,3	0,0	0,3	1,4	1,3
240U	6,4	0,2	0,4	0,9	0,0	0,0	0,4	0,8	0,0
240B	0,0	1,0	0,4	0,3	0,2	0,0	0,7	4,8	0,6
300U	2,7	0,7	0,2	0,0	0,7	0,2	0,2	0,0	0,0
300B	4,3	2,6	0,5	0,0	0,6	0,0	0,4	0,3	0,1

Lernphase 24 std ko-Mäuse

Tier- nummer	1962	2016	1964	2010	1946	2008	2024	1957	1998
60	4,0	0,7	2,2	0,4	3,4	1,4	5,0	0,2	1,6
120	2,1	2,1	2,9	1,6	2,8	5,4	2,0	0,9	1,3
180	3,7	1,1	1,2	2,0	1,0	1,3	1,1	0,0	1,9
240	2,7	1,2	10,1	0,3	2,1	0,3	2,2	0,0	1,7
300	6,5	1,9	5,8	1,1	0,8	1,1	0,7	0,0	1,3

Testphase 24 std ko-Mäuse

Tier- nummer	1962	2016	1964	2010	1946	2008	2024	1957	1998
60	3,8	2,1	1,1	1,3	3,9	2,2	3,4	0,4	2,2
120	8,3	0,0	4,1	0,8	2,1	0,3	5,2	0,0	0,8
180	2,9	1,8	1,0	1,3	2,0	0,0	0,7	0,0	0,2
240	3,1	4,1	0,8	0,4	2,2	0,2	3,1	0,0	0,8
300	16,6	1,6	0,0	1,3	2,7	4,5	1,5	0,0	0,7

Testphase 24 std unbekannt (U) und bekannt (B) ko-Mäuse

Tier- nummer	1962	2016	1964	2010	1946	2008	2024	1957	1998
60 U	1,0	1,0	1,1	0,3	2,0	2,2	3,4	0,4	2,2
60B	2,8	1,1	0,0	1,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
120U	3,6	0,0	1,7	0,8	1,5	0,3	1,7	0,0	0,4
120B	4,7	0,0	2,4	0,0	0,6	0,0	3,5	0,0	0,4
180U	1,9	0,0	0,3	0,3	0,8	0,0	0,7	0,0	0,2
180B	1,0	1,8	0,7	1,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
240U	3,1	3,4	0,8	0,0	0,6	0,2	3,1	0,0	0,0
240B	0,0	0,7	0,0	0,4	1,6	0,0	0,0	0,0	0,8
300U	3,5	1,6	0,0	0,9	1,4	3,5	1,5	0,0	0,0
300B	13,1	0,0	0,0	0,4	1,3	1,0	0,0	0,0	0,7

Lernphase 72 std ko-Mäuse

Tier- nummer	1962	2016	1964	2010	1946	2008	2024	1957	1998
60	1,6	2,3	0,4	2,9	5,0	0,3	3,2	1,2	1,0
120	2,7	1,3	0,0	0,0	3,1	0,0	2,2	2,2	0,4
180	1,6	1,2	0,0	0,0	1,4	0,4	3,5	4,0	0,3
240	1,2	1,9	0,0	0,5	2,4	0,0	1,1	3,1	0,1
300	3,3	2,2	3,0	0,6	4,3	0,0	0,0	1,4	0,6

Testphase 72 std ko-Mäuse

Tier- nummer	1962	2016	1964	2010	1946	2008	2024	1957	1998
60	3,0	2,5	0,2	2,2	4,6	0,2	3,3	2,7	2,5
120	1,2	2,1	0,5	1,0	1,7	0,0	1,4	0,4	1,1
180	0,6	1,6	0,0	0,9	2,1	0,0	1,9	0,0	1,0
240	2,0	0,3	0,2	0,4	2,3	0,8	3,3	0,7	0,0
300	5,1	1,0	0,0	1,1	0,5	0,0	0,0	0,0	4,6

Testphase 72 std unbekannt (U) und bekannt (B) ko-Mäuse

Tier- nummer	1962	2016	1964	2010	1946	2008	2024	1957	1998
60 U	1,1	1,9	0,2	1,5	2,4	0,0	0,7	2,1	2,5
60B	1,9	0,6	0,0	0,7	2,2	0,2	2,6	0,6	0,0
120U	1,0	0,7	0,5	0,6	1,0	0,0	1,4	0,0	0,6
120B	0,2	1,4	0,0	0,4	0,7	0,0	0,0	0,4	0,5
180U	0,3	1,4	0,0	0,2	1,0	0,0	1,6	0,0	1,0
180B	0,3	0,2	0,0	0,7	1,1	0,0	0,3	0,0	0,0
240U	0,0	0,0	0,2	0,2	1,2	0,0	0,9	0,0	0,0
240B	2,0	0,3	0,0	0,2	1,1	0,8	2,4	0,7	0,0
300U	2,7	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
300B	2,4	1,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	4,0

Tabelle 7.28: Testprotokoll Test G3 wt- und ko-Mäuse

In der obersten Reihe eines Testtages sind die darunter eingetragenen Bedingungen und Meßwerte notiert. A = Carvon, B = Isoamylacetat, C = Anethol, D = Amylpropionat, E = Allylcapronat, F = Linalool.

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
08.08.02	10:00	2073	A/A	1h	417	0:02:00	10:00	7
Luftdruck: 954	10:13	2102	C/C	24h	417	0:15:00	10:13	9
	10:26	2129	E/E	24h	417	0:28:00	10:26	0
Videoende: 02:15:48	10:39	2081	B/B	1h	417	0:41:00	10:39	0
	10:52	2084	D/D	1h	417	0:54:00	10:52	0
	11:10	2073	A/B	1h	417	1:12:00	ausgeschlossen	
	11:23	2128	F/F	24h	417	1:30:00	11:28	0
	11:49	2081	A/B	1h	417	1:51:00	11:49	0
	12:02	2084	C/D	1h	417	2:04:00	12:02	0
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
09.08.02	10:00	2063	A/A	1h	417	2:17:00	10:00	5
Luftdruck: 950	10:13	2102	C/D	24h	417	2:30:00	10:13	6
	10:26	2129	F/E	24h	417	2:46:00	10:29	0
Videoende: 04:02:27	10:39	2083	D/D	72h	417	2:58:00	10:41	3
	10:52	2100	F/F	72h	417	3:12:00	10:53	9
	11:10	2063	B/A	1h	417	3:25:00	11:10	5
	11:23	2128	F/E	24h	417	3:38:00	11:23	0
	11:36	2082	C/C	72h	417	3:51:00	11:36	0
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
12.08.02	10:00	2213	E/E	1h	418	0:02:00	10:00	6
Luftdruck: 948	10:13	2067	B/B	1h	418	0:15:00	10:13	0
	10:26	2098	E/E	24h	418	0:28:00	10:26	0
Videoende: 02:59:13	10:39	2083	D/C	72h	418	0:41:00	10:39	4
	10:52	2100	E/F	72h	418	0:53:00	10:52	0
	11:10	2213	F/E	1h	418	1:12:00	11:10	4
	11:23	2067	B/A	1h	418	1:25:00	11:23	0
	11:36	2082	D/C	72h	418	1:38:00	11:36	3
	11:49	2181	A/A	24h	418	1:51:00	11:49	8
	12:02	2179	C/C	24h	418	2:03:00	12:02	7
	12:20	2209	F/F	72h	418	2:22:00	12:20	9
	12:33	2103	D/D	72h	418	2:35:00	12:33	2
	12:46	2099	B/B	72h	418	2:48:00	12:46	3

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff		Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
13.08.02	10:26	2098	E/F	ITI	418	3:01:00	10:26	0
Luftdruck:								
957	11:49	2181	B/A	24h	418	3:15:00	11:49	6
Videoende:	12:02	2179	C/D	24h	418	3:28:00	12:02	4
03:39:06								
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
15.08.02	11:36	2073	C/C	24h	419	0:02:00	11:36	ausgeschlossenen
Luftdruck:	11:49	2081	F/F	24h	419	0:15:00	11:49	0
958	12:02	2084	B/B	24h	419	0:28:00	12:02	0
Videoende:								
01:24:30	12:20	2209	F/E	72h	419	0:46:00	12:20	9
	12:33	2103	D/C	72h	419	0:59:00	12:33	6
	12:46	2099	A/B	72h	419	1:12:00	12:46	7
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
16.08.02	10:13	2129	A/A	1h	419	1:26:00	10:13	0
Luftdruck:	10:26	2102	A/A	72h	419	1:39:00	10:26	8
958	10:39	2063	E/E	72h	419	1:53:00	10:39	2
Videoende:	10:52	2128	C/C	72h	419	2:06:00	10:52	1
03:25:29								
	11:23	2129	A/B	1h	419	2:36:00	11:23	0
	11:36	2073	D/C	24h	419	2:49:00	11:36	5
	11:49	2081	F/E	24h	419	3:01:00	11:49	0
	12:02	2084	B/A	24h	419	3:14:00	12:02	0
Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
19.08.02	10:00	2100	B/B	1h	420	0:02:00	10:00	0
Luftdruck:	10:13	2082	E/E	1h	420	0:15:00	10:13	5
956	10:26	2102	B/A	72h	420	0:28:00	10:26	9
Videoende:	10:39	2063	E/F	72h	420	0:41:00	10:39	0
02:16:08	10:52	2128	D/C	72h	420	0:54:00	10:52	0
	11:10	2100	B/A	1h	420	1:12:00	11:10	0
	11:23	2082	E/F	1h	420	1:25:00	11:23	7
	11:36	2083	B/B	24h	420	1:38:00	11:36	5
	11:49	2213	B/B	72h	420	1:51:00	11:49	7
	12:02	2067	D/D	72h	420	2:04:00	12:02	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
20.08.02	10:00	2181	F/F	1h	420	2:17:00	10:00	1
Luftdruck:	10:13	2179	B/B	1h	420	2:30:00	10:13	3
958	10:26	2098	B/B	72h	420	2:43:00	10:26	0

Videorende:

03:32:54	11:10	2181	F/E	1h	420	2:56:00	11:10	13
	11:23	2179	A/B	1h	420	3:09:00	11:23	1
	11:36	2083	A/B	24h	420	3:22:00	11:36	4

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
22.08.02	10:26	2209	D/D	1h	421	0:02:00	10:26	6
Luftdruck:	10:39	2103	E/E	24h	421	0:15:00	10:39	6
958	10:52	2099	C/C	24h	421	0:28:00	10:52	0

Videorende:

01:18:17	11:36	2209	C/D	1h	421	0:41:00	11:36	8
	11:49	2213	B/A	72h	421	0:54:00	11:49	12
	12:02	2067	C/D	72h	421	1:07:00	12:02	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
23.08.02	10:00	2073	E/E	72h	421	1:20:00	10:00	6
Luftdruck:	10:13	2129	D/D	72h	421	1:35:00	10:15	0
956	10:26	2098	A/B	72h	421	1:48:00	10:28	0
Videorende:	10:39	2103	F/E	24h	421	2:01:00	10:41	12
02:54:21	10:52	2099	C/D	24h	421	2:14:00	10:54	2

	11:10	2081	C/C	72h	421	2:30:00	11:10	0
	11:23	2084	F/F	72h	421	2:43:00	11:23	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
26.08.02	10:00	2073	E/F	72h	422	0:02:00	10:00	5
Luftdruck:	10:13	2129	C/D	72h	422	0:15:00	10:13	0
955	10:26	2102	F/F	1h	422	0:28:00	10:26	9
Videorende:	10:39	2128	A/A	1h	422	0:41:00	10:39	0
02:33:54	10:52	2063	D/D	24h	422	0:54:00	10:52	2

	11:10	2081	D/C	72h	422	1:12:00	11:10	0
	11:23	2084	E/F	72h	422	1:25:00	11:23	12
	11:36	2102	F/E	1h	422	1:38:00	11:36	4
	11:49	2128	A/B	1h	422	1:51:00	11:49	5
	12:02	2100	C/C	24h	422	2:04:00	12:02	0

	12:20	2082	A/A	24h	422	2:22:00	12:20	2
--	-------	------	-----	-----	-----	---------	-------	---

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
27.08.02	10:39	2083	F/F	1h	422	2:35:00	10:39	1
Luftdruck:	10:52	2063	C/D	24h	422	2:48:00	10:52	0
956								
Videoende:	11:10	2181	C/C	72h	422	3:00:00	11:10	6
04:01:38	11:23	2179	E/E	72h	422	3:13:00	11:23	0
	11:49	2083	E/F	1h	422	3:25:00	11:49	2
	12:02	2100	D/C	24h	422	3:38:00	12:02	0
	12:20	2082	B/A	24h	422	3:50:00	12:20	0

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
29.08.02	10:00	2209	B/B	24h	423	0:02:00	10:00	6
Luftdruck:	10:13	2213	C/C	24h	423	0:15:00	10:13	9
955	10:26	2067	F/F	24h	423	0:29:00	10:27	0
Videoende:	00:40:42							

Datum	Zeit	Maus#	Duftstoff	ITI	Video#	Start Video	aktuelle Startzeit	boli
30.08.02	10:00	2209	B/A	24h	423	0:42:00	10:00	10
Luftdruck:	10:13	2213	D/C	24h	423	0:55:00	10:13	9
960	10:26	2067	F/E	24h	423	1:08:00	10:26	0
Videoende:	10:39	2098	D/D	1h	423	1:21:00	10:39	0
03:39:28	10:52	2103	B/B	1h	423	1:34:00	10:52	6
	11:10	2181	D/C	72h	423	1:52:00	11:10	5
	11:23	2179	E/F	72h	423	2:05:00	11:23	2
	11:36	2099	F/F	1h	423	2:18:00	11:36	6
	11:49	2098	D/C	1h	423	2:31:00	11:49	0
	12:02	2103	B/A	1h	423	2:44:00	12:02	4
	12:46	2099	E/F	1h	423	3:28:00	12:46	0

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.29: Rohdatentabelle Test G3

Die Inspektionsdauern wurden in Sekunden über einen Gesamttestzeitraum von 180 s angegeben. Die Buchstaben entsprechen den Duftstoffabkürzungen aus dem Versuchsplan. **Testreihenfolge:** 1= 1 h bzw. 3 h ITI, 2= 24 h ITI, 3= 73 h ITI, **Testerfahrung** zum Zeitpunkt des Tests: 1= testnaiv, 2= zweite Testerfahrung, 3= dritte Testerfahrung.

0-180 sek: 1 ITI Lernphase

Genotyp	Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links + rechts
wt	132	1	2063	A/A	3,4	3,0	0,53
wt	321	3	2083	F/F	11,2	6,0	0,65
wt	213	2	2129	A/A	4,4	8,9	0,33
wt	123	1	2081	B/B	9,0	10,4	0,46
wt	312	2	2100	B/B	10,9	3,8	0,74
wt	231	3	2098	D/D	6,8	5,2	0,57
wt	132	1	2067	B/B	7,8	9,7	0,45
wt	321	3	2099	F/F	6,7	2,3	0,74
wt	213	2	2179	B/B	6,5	5,0	0,57
ko	123	1	2073	A/A	0,9	1,4	0,39
ko	312	2	2209	D/D	0,8	12,2	0,06
ko	231	3	2102	F/F	0,9	0,5	0,64
ko	132	1	2213	E/E	1,2	6,1	0,16
ko	321	3	2103	B/B	1,9	8,0	0,19
ko	213	2	2181	F/F	1,5	4,6	0,25
ko	123	1	2084	D/D	8,3	5,6	0,60
ko	312	2	2082	E/E	10,2	11,7	0,47
ko	231	3	2128	A/A	4,0	1,7	0,70

0-180 sek: 1 ITI Testphase

Genotyp	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek. + bek.
wt	2063	B/A	3,7	5,2	5,2	3,7	0,42
wt	2083	E/F	11,6	11,6	11,6	11,6	0,50
wt	2129	A/B	5,5	8,9	5,5	8,9	0,62
wt	2081	A/B	9,1	4,3	4,3	9,1	0,68
wt	2100	B/A	4,5	8,5	4,5	8,5	0,65
wt	2098	D/C	2,1	11,2	2,1	11,2	0,84
wt	2067	B/A	7,8	4,2	7,8	4,2	0,35
wt	2099	E/F	6,0	3,2	3,2	6,0	0,65
wt	2179	A/B	11,1	9,5	9,5	11,1	0,54
ko	2073	A/B	0,0	0,0	0,0	0,0	
ko	2209	C/D	1,6	3,0	3,0	1,6	0,35
ko	2102	F/E	1,7	2,3	1,7	2,3	0,58
ko	2213	F/E	1,3	1,0	1,0	1,3	0,57
ko	2103	B/A	7,6	7,3	7,6	7,3	0,49
ko	2181	F/E	3,1	2,4	3,1	2,4	0,44
ko	2084	C/D	6,8	8,6	8,6	6,8	0,44
ko	2082	E/F	8,5	10,3	8,5	10,3	0,55
ko	2128	A/B	10,9	2,5	10,9	2,5	0,19

0-180 sek: 24 ITI Lernphase

Genotyp	Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links + rechts
wt	132	3	2063	D/D	5,2	2,0	0,72
wt	321	2	2083	B/B	6,5	6,8	0,49
wt	213	1	2129	E/E	12,4	4,2	0,75
wt	123	2	2081	F/F	15,3	5,0	0,75
wt	312	3	2100	C/C	15,4	6,2	0,71
wt	231	1	2098	E/E	4,0	9,0	0,31
wt	132	3	2067	F/F	14,7	7,3	0,67
wt	321	2	2099	C/C	7,7	2,5	0,75
wt	213	1	2179	C/C	16,6	5,9	0,74
ko	123	2	2073	C/C	0,0	0,0	
ko	312	3	2209	B/B	0,0	4,3	
ko	231	1	2102	C/C	1,6	0,7	0,70
ko	132	3	2213	C/C	0,3	1,3	0,19
ko	321	2	2103	E/E	6,6	4,6	0,59
ko	213	1	2181	A/A	0,0	4,0	
ko	123	2	2084	B/B	6,5	6,3	0,51
ko	312	3	2082	A/A	21,1	17,9	0,54
ko	231	1	2128	F/F	4,4	2,9	0,60

0-180 sek: 24 ITI Testphase

Genotyp	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek. + bek.
wt	2063	C/D	4,7	4,6	4,6	4,7	0,51
wt	2083	A/B	9,9	7,6	7,6	9,9	0,57
wt	2129	F/E	12,8	5,9	5,9	12,8	0,68
wt	2081	F/E	9,2	7,1	9,2	7,1	0,44
wt	2100	D/C	9,9	9,9	9,9	9,9	0,50
wt	2098	E/F	5,6	5,4	5,6	5,4	0,49
wt	2067	F/E	11,1	9,5	11,1	9,5	0,46
wt	2099	C/D	9,9	7,4	9,9	7,4	0,43
wt	2179	C/D	9,6	12,3	9,6	12,3	0,56
ko	2073	D/C	0,0	0,0	0,0	0,0	
ko	2209	B/A	0,4	3,6	0,4	3,6	0,90
ko	2102	C/D	0,4	0,4	0,4	0,4	0,50
ko	2213	D/C	1,2	1,8	1,8	1,2	0,40
ko	2103	F/E	5,9	1,9	1,9	5,9	0,76
ko	2181	B/A	2,0	2,7	2,7	2,0	0,43
ko	2084	B/A	9,8	9,2	9,8	9,2	0,48
ko	2082	B/A	11,9	9,5	9,5	11,9	0,56
ko	2128	F/E	1,8	4,7	1,8	4,7	0,72

0-180 sek: 72 ITI Lernphase

Genotyp	Testreihenfolge	Testerfahrung	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	relativ links/links + rechts
wt	132	2	2063	E/E	1,0	5,0	0,17
wt	321	1	2083	D/D	6,6	6,2	0,52
wt	213	3	2129	D/D	8,7	7,3	0,54
wt	123	3	2081	C/C	13,8	5,4	0,72
wt	312	1	2100	F/F	1,9	2,4	0,44
wt	231	2	2098	B/B	6,4	1,9	0,77
wt	132	2	2067	D/D	6,7	8,8	0,43
wt	321	1	2099	B/B	4,7	3,6	0,57
wt	213	3	2179	E/E	9,7	16,8	0,37
ko	123	3	2073	E/E	0,0	0,0	
ko	312	1	2209	F/F	6,7	2,2	0,75
ko	231	2	2102	A/A	0,6	0,0	
ko	132	3	2213	B/B	0,2	1,1	0,15
ko	321	1	2103	D/D	4,8	5,9	0,45
ko	213	3	2181	C/C	0,0	3,5	
ko	123	3	2084	F/F	11,7	4,5	0,72
ko	312	1	2082	C/C	30,9	10,3	0,75
ko	231	2	2128	C/C	1,5	1,4	0,52

0-180 sek: 172 ITI Testphase

Genotyp	Maus #	Anordnung	Dauer links	Dauer rechts	bekannt	unbekannt	relativ bek./unbek. + bek.
wt	2063	E/F	3,1	5,5	3,1	5,5	0,64
wt	2083	D/C	3,1	11,9	3,1	11,9	0,79
wt	2129	C/D	6,3	4,0	4,0	6,3	0,61
wt	2081	D/C	7,6	5,7	5,7	7,6	0,57
wt	2100	E/F	10,0	5,9	5,9	10,0	0,63
wt	2098	A/B	14,8	5,0	5,0	14,8	0,75
wt	2067	C/D	7,8	12,9	12,9	7,8	0,38
wt	2099	A/B	3,8	3,8	3,8	3,8	0,50
wt	2179	E/F	8,0	6,7	8,0	6,7	0,46
ko	2073	E/F	0,0	0,0	0,0	0,0	
ko	2209	F/E	6,3	2,3	6,3	2,3	0,27
ko	2102	B/A	0,0	3,5	3,5	0,0	
ko	2213	B/A	0,3	0,2	0,3	0,2	0,40
ko	2103	D/C	2,1	8,6	2,1	8,6	0,80
ko	2181	D/C	5,1	0,8	0,8	5,1	0,86
ko	2084	E/F	3,2	3,3	3,3	3,2	0,49
ko	2082	D/C	12,2	11,0	11,0	12,2	0,53
ko	2128	D/C	5,9	8,4	8,4	5,9	0,41

- Rohdatentabelle

Tabelle 7.30: Rohdatentabelle Test G3

Die Inspektionsdauern wurden in fünf mal 60 s Einheiten über einen Gesamttestzeitraum von 300 s angegeben.

Lernphase 1 std wt-Mäuse

60s Zeit- raum	2063	2083	2129	2081	2100	2098	2067	2099	2179
60	3,5	9,4	5,8	7,3	5,7	4,7	6,2	5,2	2,1
120	2,3	1,6	4,5	7,0	3,5	4,9	4,0	1,5	6,6
180	0,6	6,1	3,0	5,0	5,5	2,4	7,5	2,2	2,7
240	0,0	7,8	5,3	6,4	3,8	2,1	0,7	0,6	1,8
300	1,6	7,3	12,2	7,9	4,2	3,1	1,6	5,5	4,7

Testphase 1 std wt-Mäuse

Tier- nummer	2063	2083	2129	2081	2100	2098	2067	2099	2179
60	2,5	8,8	9,3	5,4	3,4	5,3	4,9	1,5	6,8
120	1,6	6,5	3,4	1,5	7,8	3,5	1,1	3,6	3,4
180	4,9	9,2	1,8	6,5	1,9	4,5	5,9	4,0	10,4
240	3,5	10,2	1,6	2,4	6,3	2,0	2,4	1,1	4,9
300	2,3	3,6	7,1	3,2	3,1	10,7	4,7	2,3	3,4

Testphase 1 std unbekannt (U) und bekannt (B) wt-Mäuse

Tier- nummer	2063	2083	2129	2081	2100	2098	2067	2099	2179
60 U	1,9	8,3	4,5	4,0	2,9	4,5	1,8	1,2	5,3
60 B	0,6	0,5	4,8	1,4	0,5	0,8	3,1	0,3	1,5
120 U	0,7	1,3	3,0	0,6	4,0	2,1	0,5	1,1	2,0
120 B	0,9	5,2	0,4	0,9	3,8	1,4	0,6	2,5	1,4
180 U	1,1	2,0	1,5	4,5	1,6	4,5	1,8	3,6	3,8
180 B	3,8	7,2	0,3	2,0	0,3	0,0	4,1	0,4	6,6
240 U	0,8	2,1	0,2	0,6	5,8	1,4	1,8	0,2	3,9
240 B	2,7	8,1	1,4	1,8	0,5	0,6	0,6	0,9	1,0
300 U	1,9	2,0	0,8	0,9	1,9	3,6	3,5	0,9	2,7
300 B	0,4	1,6	6,3	2,3	1,2	7,1	1,2	1,4	0,7

Lernphase 24 std wt-Mäuse

Tier- nummer	2063	2083	2129	2081	2100	2098	2067	2099	2179
60	4,2	4,8	8,0	7,2	7,7	4,2	10,7	3,3	11,5
120	1,5	6,3	7,2	9,7	8,3	0,7	0,9	1,6	4,9
180	1,5	2,3	1,3	3,5	5,6	8,3	10,5	5,2	6,1
240	2,9	1,5	10,3	3,2	3,3	2,0	4,1	6,6	5,4
300	4,0	2,0	3,2	2,5	9,3	1,5	4,8	4,4	2,3

Testphase 24 std wt-Mäuse

Tier- nummer	2063	2083	2129	2081	2100	2098	2067	2099	2179
60	6,0	9,4	4,0	3,9	7,6	2,7	10,4	7,1	10,4
120	1,8	4,5	12,7	7,7	8,9	3,3	5,7	9,0	7,3
180	1,4	3,6	2,0	4,7	3,4	4,9	4,5	1,2	4,2
240	0,4	5,1	2,9	4,0	3,7	11,2	0,7	2,8	5,9
300	6,7	6,3	0,3	1,6	3,2	6,8	1,8	1,8	6,6

Testphase 24 std unbekannt (U) und bekannt (B) wt-Mäuse

Tier- nummer	2063	2083	2129	2081	2100	2098	2067	2099	2179
60 U	3,4	7,2	2,4	0,3	3,6	2,3	4,5	2,3	5,7
60 B	2,6	2,2	1,6	3,6	4,0	0,4	5,9	4,8	4,7
120 U	0,6	0,7	9,4	5,5	5,0	1,4	3,5	3,9	4,0
120 B	1,2	3,8	3,3	2,2	3,9	1,9	2,2	5,1	3,3
180 U	0,7	2,0	1,0	1,3	1,3	1,7	1,5	1,2	2,7
180 B	0,7	1,6	1,0	3,4	2,1	3,2	3,0	0,0	1,5
240 U	0,0	1,2	1,4	2,4	2,2	0,7	0,0	0,5	3,5
240 B	0,4	3,9	1,5	1,6	1,5	10,5	0,7	2,3	2,4
300 U	4,7	1,6	0,3	0,0	1,4	5,7	1,1	0,6	2,1
300 B	2,0	4,7	0,0	1,6	1,8	1,1	0,7	1,2	4,5

Lernphase 72 std wt-Mäuse

Tier- nummer	2063	2083	2129	2081	2100	2098	2067	2099	2179
60	3,6	2,6	9,4	5,9	2,7	5,0	6,1	4,2	15,3
120	1,6	4,9	3,3	3,6	1,5	0,6	3,0	0,6	5,9
180	0,7	5,4	3,3	9,7	0,0	2,7	6,5	3,6	5,3
240	5,2	3,6	4,4	18,5	1,4	1,0	3,2	1,3	4,4
300	1,3	0,8	1,7	11,4	2,5	1,5	6,9	0,5	3,8

Testphase 72 std wt-Mäuse

Tier- nummer	2063	2083	2129	2081	2100	2098	2067	2099	2179
60	5,4	6,1	6,9	5,5	10,3	5,4	16,0	1,9	5,2
120	2,6	2,9	1,7	5,0	3,0	12,0	2,7	4,3	4,6
180	0,6	6,0	1,7	2,8	2,7	2,4	2,1	1,4	4,8
240	5,3	8,3	3,6	24,3	5,9	4,9	4,1	2,0	2,4
300	3,5	4,1	4,9	10,3	3,4	4,6	2,4	1,5	3,5

Testphase 72 std unbekannt (U) und bekannt (B) wt-Mäuse

Tier- nummer	2063	2083	2129	2081	2100	2098	2067	2099	2179
60 U	5,2	5,4	4,0	4,4	5,4	3,6	6,0	0,8	3,1
60 B	0,2	0,7	2,9	1,1	4,9	1,8	10,0	1,1	2,1
120 U	0,0	0,9	1,6	2,9	2,4	9,2	1,0	1,9	1,0
120 B	2,6	2,0	0,1	2,1	0,6	2,8	1,7	2,4	3,6
180 U	0,3	5,6	0,7	0,3	2,3	2,0	0,9	1,1	2,5
180 B	0,3	0,4	1,0	2,5	0,4	0,4	1,2	0,3	2,3
240 U	3,9	3,0	1,3	9,5	4,5	2,2	1,2	1,5	1,6
240 B	1,4	5,3	2,3	14,8	1,4	2,7	2,9	0,5	0,8
300 U	2,0	3,3	1,4	3,0	2,1	2,0	0,8	0,8	1,7
300 B	1,5	0,8	3,5	7,3	1,3	2,6	1,6	0,7	1,8

Lernphase 1 std ko-Mäuse

60s Zeit- raum	2073	2209	2102	2213	2103	2181	2084	2082	2128
60	1,5	6,4	0,7	3,6	4,6	1,3	4,6	8,4	2,5
120	0,2	3,9	0,0	0,8	4,3	1,3	4,4	8,5	0,7
180	0,7	2,7	0,7	2,9	1,1	3,5	4,9	5,0	2,6
240	0,0	0,9	0,1	0,6	9,9	5,6	5,7	5,0	0,8
300	1,0	3,2	2,0	3,5	7,0	2,7	4,6	12,0	0,1

Testphase 1 std ko-Mäuse

Tier- nummer	2073	2209	2102	2213	2103	2181	2084	2082	2128
60	0,0	1,5	1,7	1,6	5,8	2,8	5,7	9,1	6,3
120	0,0	0,9	0,0	0,8	5,9	1,9	5,6	6,5	0,8
180	0,0	2,2	2,3	0,0	3,2	0,7	4,1	3,2	6,3
240	0,0	2,2	1,2	3,4	4,1	0,0	5,2	1,9	0,0
300	0,0	0,3	0,0	1,2	4,8	0,5	3,0	23,8	5,4

Testphase 1 std unbekannt (U) und bekannt (B) ko-Mäuse

Tier- nummer	2073	2209	2102	2213	2103	2181	2084	2082	2128
60 U	0,0	0,4	0,0	1,1	3,5	0,3	3,5	5,9	2,5
60B	0,0	1,1	1,7	0,5	2,3	2,5	2,2	3,2	3,8
120U	0,0	0,4	0,0	0,3	2,4	1,3	0,4	2,4	0,0
120B	0,0	0,5	0,0	0,5	3,5	0,6	5,2	4,1	0,8
180U	0,0	0,8	2,3	0,0	1,4	0,7	2,9	2,0	0,0
180B	0,0	1,4	0,0	0,0	1,8	0,0	1,2	1,2	6,3
240U	0,0	1,1	0,7	0,8	1,1	0,0	4,0	0,1	0,0
240B	0,0	1,1	0,5	2,6	3,0	0,0	1,2	1,8	0,0
300U	0,0	0,2	0,0	0,9	2,0	0,5	1,1	23,2	0,5
300B	0,0	0,1	0,0	0,3	2,8	0,0	1,9	0,6	4,9

Lernphase 24 std ko-Mäuse

Tier- nummer	2073	2209	2102	2213	2103	2181	2084	2082	2128
60	0,0	1,7	1,4	0,3	4,5	3,2	5,1	15,5	3,1
120	0,0	1,2	0,8	1,3	4,2	0,8	4,4	10,4	2,0
180	0,0	1,5	0,2	0,0	2,5	0,0	3,3	12,9	2,3
240	0,0	0,2	2,6	0,0	2,0	0,0	3,1	6,0	6,1
300	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	1,3	2,9	2,0	1,9

Testphase 24 std ko-Mäuse

Tier- nummer	2073	2209	2102	2213	2103	2181	2084	2082	2128
60	0,0	0,8	0,7	3,0	2,7	2,0	7,4	5,9	2,7
120	0,0	2,3	0,0	0,0	1,2	2,3	6,5	8,9	2,0
180	0,0	0,9	0,1	0,0	3,9	0,4	5,1	6,5	1,7
240	0,0	1,9	0,0	0,0	2,0	1,6	5,0	1,5	1,4
300	0,0	2,3	0,5	0,0	3,3	0,1	1,5	3,5	1,3

Testphase 24 std unbekannt (U) und bekannt (B) ko-Mäuse

Tier- nummer	2073	2209	2102	2213	2103	2181	2084	2082	2128
60 U	0,0	0,4	0,4	1,2	2,2	2,0	3,9	3,6	1,6
60B	0,0	0,4	0,3	1,8	0,5	0,0	3,5	2,3	1,1
120U	0,0	2,3	0,0	0,0	0,3	0,0	3,2	4,9	1,8
120B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,3	3,3	4,0	0,2
180U	0,0	0,9	0,0	0,0	3,5	0,0	2,2	3,4	1,2
180B	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	0,4	2,9	3,1	0,5
240U	0,0	0,3	0,0	0,0	2,0	1,2	1,2	1,0	0,6
240B	0,0	1,6	0,0	0,0	0,4	3,8	0,5	0,8	
300U	0,0	2,0	0,0	0,0	3,3	0,0	1,0	1,3	0,9
300B	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0	0,1	0,5	2,2	0,4

Lernphase 72 std ko-Mäuse

Tier- nummer	2073	2209	2102	2213	2103	2181	2084	2082	2128
60	0,0	3,6	0,6	0,2	4,3	2,6	5,9	8,3	2,8
120	0,0	1,3	0,0	0,0	4,3	0,7	6,0	8,7	0,2
180	0,0	3,9	0,0	1,1	2,2	0,2	4,3	24,2	0,0
240	0,0	0,9	0,0	0,0	2,2	1,1	4,4	13,0	1,6
300	0,0	1,4	0,9	1,0	3,3	0,5	7,5	4,7	15,4

Testphase 72 std ko-Mäuse

Tier- nummer	2073	2209	2102	2213	2103	2181	2084	2082	2128
60	0,0	3,6	1,0	0,5	4,1	3,7	3,8	12,7	7,2
120	0,0	2,8	1,7	0,0	2,1	1,7	1,6	3,3	5,0
180	0,0	2,1	0,9	0,0	4,4	0,5	1,1	7,2	2,1
240	0,0	1,7	0,0	3,9	1,6	0,3	5,9	5,1	6,2
300	0,0	2,4	0,0	0,6	2,6	0,1	2,8	2,7	4,8

Testphase 72 std unbekannt (U) und bekannt (B) ko-Mäuse

Tier- nummer	2073	2209	2102	2213	2103	2181	2084	2082	2128
60 U	0,0	0,6	0,0	0,2	4,1	3,4	0,8	5,8	4,1
60B	0,0	3,0	1,0	0,3	0,0	0,3	3,0	6,9	3,1
120U	0,0	1,1	0,0	0,0	1,1	1,7	1,5	3,3	1,8
120B	0,0	1,7	1,7	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	3,2
180U	0,0	0,5	0,0	0,0	3,3	0,0	0,9	3,1	0,0
180B	0,0	1,6	0,9	0,0	1,1	0,5	0,2	4,1	2,1
240U	0,0	0,9	0,0	3,6	1,4	0,0	0,9	4,6	2,6
240B	0,0	0,8	0,0	0,3	0,2	0,3	5,0	0,5	3,6
300U	0,0	0,3	0,0	0,6	1,6	0,0	0,8	2,4	2,9
300B	0,0	2,1	0,0	0,0	1,0	0,1	2,0	0,3	1,9

7.4 Übersicht aller Tests

Tabelle 7.31: Liste aller Testbedingungen zum Zeitpunkt der Tests

Darstellung der Testbedingungen die zum Zeitpunkt eines Tests vorherrschten. In der linken Spalte die Tiernummern. Der unten eingerahmte Teil der Grafik bezeichnet die Tests, die mit den endgültigen Bedingungen durchgeführt wurden. Der davor liegende Abschnitt ist die Testentwicklungsphase.

Tiernummer	Testnummer	Testbedingungen														Vorbehandlung					
		Licht		Ventilator			Petrischale		Reaktionsgefäße		Geruchsstoffe		Testnaiv		Art von Test				handling	Habituation	
		an	aus	aus	intern	extern	Ja	Nein	lang	kurz	ätherische Öle	Monomolekulare Duftstoffe	Ja	Nein	drei Reaktionsgefäße	zwei Reaktionsgefäße	Präferenztest	Gedächtnistest			
TR02-31-62	E1	X		X			X				X			X		X					
OPT 1-10	E2	X		X				X	X		X		X		X		X				30 min
OPT 1-10	E3	X		X				X	X		X		X		X		X				
OPT 11-30	E4	X		X				X	X			X		X		X				3 Tg	30 min
OPT 11-22	E5	X		X				X	X		X	X	X	X		X					
OPT 31-40	E6.1	X		X				X	X			X		X		X		X		5 Tg	30 min
OPT 41-50	E6.2	X			X			X	X			X		X		X		X		5 Tg	30 min
OPT 31-50	E7	X	X		X			X	X			X		X		X		X			
OPT 51-70	P1		X			X		X	X			X		X		X		X		5 Tg	15+15min
OPT 71-90	P2		X			X		X	X			X		X		X		X		5 Tg	15+15min
OPT 111-128	G1		X			X		X	X			X		X		X		X		5 Tg	15+15min
CBN ko/wt 1.	G2		X			X		X	X			X		X		X		X		5 Tg	15+15min
CBN ko/wt 2.	G3		X			X		X	X			X		X		X		X		5 Tg	15+15min
OPT 131-148	G4		X			X		X	X			X		X		X		X		5 Tg	15+15min

Bildverzeichnis

Bild 3.1: Übersicht der Testentwicklung	12
Bild 3.2: Ausstattung der Testkammer.....	13
Bild 3.3: Versuchskäfige mit zwei bzw. drei Reaktionsgefäßen.....	16
Bild 3.4: Einfluss der Länge der Reaktionsgefäße im Test E3	18
Bild 3.5: Test auf etwaige Bevorzugungen monomolekularer Duftstoffe, versus ätherische Öle (Test E5).....	20
Bild 3.6: Aversive Wirkung der Duftstoffkonzentration 1 im Test E4.....	23
Bild 3.7: Wiedererkennen eines bekannten Duftstoffes in der Testphase von Test E6	24
Bild 3.8: Einfluss eines internen Ventilators auf die Inspektionsdauer im Gedächtnistest E6	26
Bild 3.9: Einfluss des Ventilators auf die Inspektionsdauer bei Duftstoffkonstellation II im Gedächtnistest E6	27
Bild 3.10: Einfluss von Licht auf die Gesamtinspektionsdauer an Duftstoffen im Gedächtnistest E7.....	28
Bild 3.11: Zeitlicher Verlauf der Inspektionsdauer im Präferenztest P1	31
Bild 3.12: Relative Inspektionsdauer der einzelnen Duftstoffe in den vier verschiedenen Duftstoffpaaren im Präferenztest P1	32
Bild 3.13: Relative Inspektionsdauer der einzelnen Duftstoffe in den zwei verschiedenen Duftstoffpaaren im Präferenztest P2	34
Bild 3.14: Relative Inspektionsdauer in den ersten 180 s der Testphasen des Gedächtnistests G1.....	37
Bild 3.15: Effekte nach wiederholter Testerfahrung im Gedächtnistest G1	38
Bild 3.16: Zeitlicher Verlauf der Inspektionsdauer in den Testphasen im Gedächtnistest G1	38
Bild 3.17: Relative Inspektionsdauer in den ersten 180 s der Testphasen des Gedächtnistests G4.....	40
Bild 3.18: Effekte nach wiederholter Testerfahrung im Gedächtnistest G4	40
Bild 3.19: Zeitlicher Verlauf der Inspektionsdauer in den Testphasen im Gedächtnistest G4	41
Bild 3.20: Relative Inspektionsdauer in den ersten 180 s der Testphasen des Gedächtnistests G2 und G3 wt-Mäuse	42
Bild 3.21: Effekte nach wiederholter Testerfahrung im Gedächtnistest G2 und G3 wt- Mäuse	43
Bild 3.22: Zeitlicher Verlauf der Inspektionsdauer in den Testphasen im Gedächtnistest G2 und G3 wt-Mäuse.....	43
Bild 3.23: Relative Inspektionsdauer in den ersten 180 s der Testphasen des Gedächtnistests G1, G2wt, G3wt und G4	45
Bild 3.24: Einfluss einzelner Duftstoffpaarungen auf das Wiedererkennen von Duftstoffen in den Gedächtnistests G1, G2wt, G3wt und G4	46
Bild 3.25: Einfluss der Testerfahrung auf die relative Inspektionsdauer nach einem ITI von 24 h in den Gedächtnistests G1, G2wt, G3wt und G4	47

Bild 3.26: Effekte nach wiederholter Testerfahrung im Gedächtnistest G1, G2wt, G3wt und G4.....	47
Bild 3.27: Zeitlicher Verlauf der Inspektionsdauer in den Testphasen im Gedächtnistest G1, G2wt, G3wt und G4	48
Bild 3.28: Relative Inspektionsdauer in den ersten 180 s der Testphase der Gedächtnistests G2 und G3	50
Bild 3.29: Gesamtinspektionsdauer im Gedächtnistest G2 und G3	51
Bild 3.30: Anzahl der Ausscheidungen der wt-Mäuse und ko-Mäuse in Abhängigkeit von der Testerfahrung im Gedächtnistest G2 und G3.....	52
Bild 3.31: Korrelation zwischen Ausscheidungsrate der Feces und der Gesamtinspektionsdauer aller Gedächtnistests	52
Bild 7.1: Strukturformeln der in den Tests verwendeten monomolekularen Duftstoffe.....	72
Bild 7.2: Inspektionsdauer der einzelnen Duftstoffe in den vier verschiedenen Duftstoffpaaren im Präferenztest P1	82
Bild 7.3: Inspektionsdauer der einzelnen Duftstoffe zwei verschiedener Duftstoffpaare im Präferenztest P2.....	85
Bild 7.4: Darstellung der ITI Abfolgen im olfaktorischen Gedächtnistest G1, G2, G3 und G4.....	86
Bild 7.5: Lernphase nach Testerfahrung von Gedächtnistest G1, G2wt, G3wt und G4	87
Bild 7.6: Vergleich der 1h und 3h Ergebnisse der Testphasen aus Gedächtnistest G1 und G4.....	87

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Chemische Eigenschaften der verwendeten monomolekularen Duftstoffe.....	21
Tabelle 3.2:	Verdünnungsstufen der in den Tests verwendeten monomolekularen Duftstoffe	22
Tabelle 3.3:	Abfolge der Duftstoffpaarungen im Duftstoffpräferenztest P1	30
Tabelle 3.4:	Duftstoffpaarungen und Verdünnungsstufen des Präferenztests P1.....	30
Tabelle 3.5:	Duftstoffpaarungen mit Verdünnungsstufen für Präferenztest P2	33
Tabelle 7.1:	PCR Analyse zur Bestimmung des Genotyps von CB1-Mäusen	67
Tabelle 7.2:	Liste der mausbezogenen versuchsrelevanten Daten der CB1 ko- und wt- Mäuse	69
Tabelle 7.3:	Testprotokoll Test E3: Länge der Reaktionsgefäße	70
Tabelle 7.4:	Rohdatentabelle Test E3.....	70
Tabelle 7.5:	Testprotokoll Test E5: Duftstoffpräferenz	71
Tabelle 7.6:	Rohdatentabelle Test E5.....	71
Tabelle 7.7:	Testprotokoll Test E4: Duftstoffkonzentration	72
Tabelle 7.8:	Rohdatentabelle Test E4.....	73
Tabelle 7.9:	Testprotokoll Test E6: Ventilatoreinfluß und Gedächtnistest	74
Tabelle 7.10:	Rohdatentabelle Test E6.....	76
Tabelle 7.11:	Rohdatentabelle Test E6.....	76
Tabelle 7.12:	Testprotokoll E7: Beleuchtung.....	77
Tabelle 7.13:	Rohdatentabelle Test E7.....	78
Tabelle 7.14:	Testprotokoll Test P1: Duftstoff-Präferenztest	79
Tabelle 7.15:	Rohdaten von Test P1.....	81
Tabelle 7.16:	Rohdaten von Test P1.....	81
Tabelle 7.17:	Testprotokoll Test P2: Duftstoff-Präferenztest	83
Tabelle 7.18:	Rohdaten von Test P2.....	84
Tabelle 7.19:	Testprotokoll G1 Gedächtnistest	88
Tabelle 7.20:	Rohdatentabelle Test G1	92
Tabelle 7.21:	Rohdatentabelle Test G1	93
Tabelle 7.22:	Testprotokoll Test G4.....	95
Tabelle 7.23:	Rohdatentabelle Test G4	99
Tabelle 7.24:	Rohdatentabelle Test G4	100
Tabelle 7.25:	Testprotokoll Test G2 wt- und ko-Mäuse	102
Tabelle 7.26:	Rohdatentabelle Test G2	106
Tabelle 7.27:	Rohdatentabelle Test G2	107
Tabelle 7.28:	Testprotokoll Test G3 wt- und ko-Mäuse	109
Tabelle 7.29:	Rohdatentabelle Test G3	113
Tabelle 7.30:	Rohdatentabelle Test G3	114
Tabelle 7.31:	Liste aller Testbedingungen zum Zeitpunkt der Tests.....	116

Genehmigt vom
Fachbereich Biologie der
Universität Hamburg
auf Antrag von Herrn Professor Dr. D. FRANCK
Weitere Gutachter der Dissertation:
Herr Priv.-Doz. Dr. I. SCHLUPP

Tag der Disputation: 25. Juni 2004

Hamburg, den 11. Juni 2004




Professor Dr. Arno Frühwald
Dekan