
Subletale Wirkungen von Oxalsäure in Kombination mit
Zuckerwasser oder Glycerin auf *Apis mellifera*: Untersuchung
der Toxizität, der Pharmakodynamik, des Verhaltens und der
Lebensdauer, sowie der Rückstände auf Bienen und
Beutenmaterial

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades des
Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

eingereicht im Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Saskia Schneider

aus Berlin

2015

Die Dissertation wurde im Zeitraum September 2011 bis April 2015 unter Leitung von Frau Dr. Eva Rademacher am Institut für Biologie/Neurobiologie der Freien Universität Berlin angefertigt

1. Gutachter: Prof. Dr. Hans-Joachim Pflüger

2. Gutachter: Prof. Dr. Dr. h.c. Randolph Menzel

Disputation am 15.10.2015

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Hans-Joachim Pflüger möchte ich für die Betreuung dieser Arbeit herzlich danken. Ich bin dankbar für die Möglichkeit meine Untersuchungen zu den subletalen Effekten der Oxalsäure in der Arbeitsgruppe Neurobiologie weitergeführt zu haben und die Institutsräume und Fachmaterialien zu nutzen.

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Randolf Menzel danke ich für die freudige Zustimmung der Zweitkorrektur und das fortlaufende Interesse an diesem speziellen Themengebiet.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. Eva Rademacher für die freundliche Überlassung des hochinteressanten Themas, jede erdenkliche, hilfreiche Unterstützung und viele anregende Diskussionen. Jede Phase dieser Arbeit wurde von ihr intensiv, professionell und warmherzig begleitet. Besonders bedanken will ich mich auch für die Freiheit, die sie mir während des gesamten Forschungsprojektes gewährte, was maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beitrug. Ihr kompetenter Rat und ihre Hilfe kam mir in zahlreichen Angelegenheiten sehr zugute.

Ganz großer Dank geht an die Deutsche Bundesstiftung Umwelt für die finanzielle Unterstützung der Arbeit mit einem dreijährigen Stipendium. Der Kontakt zu anderen Stipendiaten, auch aus fachfremden Gebieten, führte neben neuen Bekanntschaften zum Entstehen konstruktiver Ideen und ermöglichte mir Einblicke in die große Vielfalt an geförderten Projekten Rund um den Umweltschutz. Ein spezieller Dank geht auch an meinen Betreuer Herrn Dr. Volker Wachendörfer für das Entgegenkommen und das Verständnis beim Aussetzen und bei der Verlängerung des Stipendiums.

Für die kleine Einführung in die Computertomographie und die unermüdliche Unterstützung beim Scannen der Bienenvölker danke ich Frau Dr. Daniela Heinemann und dem Team der Pferdeklunik Seeburg.

Der Firma microsensys GmbH danke ich für die Bereitstellung von einem Teil des Materials für die Untersuchung des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation. Herrn Sven Wiedenhöft danke ich als kompetenten Ansprechpartner für die hilfreichen Informationen und die telefonische Unterstützung bei der Installation der Software und Geräte.

Herrn Prof. Dr. Florian Heyd sei herzlich gedankt für die Nutzung des Photometers bei den Rückstandsuntersuchungen und den herzlichen Einsatz des Teams bei Hilfestellungen im Labor.

Bedanken möchte ich mich auch bei dem Institut für Bienenkunde Celle für die professionelle Einführung in die Rückstandsanalyse mit Enzymkits.

Großer Dank gebührt meiner Mitdotorandin Frau Marika Harz für die große Unterstützung im Labor und an den Bienenvölkern. Jederzeit war sie geduldig und freundlich bereit wissenschaftliche Diskussionen zu führen und Ratschläge zu geben. Herzlichen Dank für die Freundschaft und jeden anderen wertvollen, unterstützenden Beistand.

Ein ganz besonderer Dank geht an Kathrin Vogt für die herzliche und ausdauernde Hilfe bei den Rückstandsuntersuchungen, ohne die dieser Teil der Arbeit sehr viel mehr Zeit in Anspruch genommen hätte und nur halb so unterhaltsam gewesen wäre. Auch möchte ich mich bei Florian Vogt für die Fertigstellung unzähliger Versuchskästchen und den Bau der Holzbox für die Motorikversuche bedanken.

Herrn Friedrichowitz möchte ich als Imker für seine hervorragende Betreuung der Völker und die Einführung in die Arbeiten an den Bienenvölkern danken. Dankbar anerkennen will ich auch seine immer freundliche, uneingeschränkte und geduldige Bereitschaft mir sein großes imkerliches Wissen weiterzugeben.

Ich möchte mich weiterhin bei allen bedanken, die mir diese Arbeit ermöglicht haben: Ein ganz besonderer Dank geht an meine Eltern, die mir das Studium der Biologie ermöglichten und mir auch während der Anfertigung der Doktorarbeit immerzu unterstützend und liebevoll zur Seite standen. Ganz besonderen Dank dafür, dass Sie immer das Beste für meine Schwester und mich tun und alles Erdenkliche bereit sind, dafür zu geben.

Meinem Mann Nils Heichen danke ich aus ganzem Herzen für die Ausdauer, Ruhe und Geduld, womit er mir stets zur Seite stand und mich immer wieder aufgemuntert hat.

Inhaltsverzeichnis

I	Einleitung	14
II	Material und Methoden.....	21
II.1	Die Versuchsvölker.....	21
II.2	Rekrutieren von Arbeiterinnen	21
II.3	Haltung im Labor	22
II.4	Testsubstanzen	23
II.5	Applikation der Substanzen auf die Einzelbiene.....	24
II.6	Versuchsdesign	25
II.6.1	Veränderungen in der Futteraufnahme.....	25
II.6.1.1	Präparation und Gewichnahme von Honigblase, Mittel- und Enddarm.....	25
II.6.1.2	Individuelle Fütterungen.....	26
II.6.2	Empfindlichkeit auf Wasser und aufsteigende Zuckerkonzentrationen	27
II.6.3	Motorische Aktivität im Labor	30
II.6.4	Schauvolk: Verhalten und Lebensdauer	32
II.6.4.1	Vorbereitung des Schauvolkes	32
II.6.4.2	Rekrutieren der Jungbienen.....	32
II.6.4.3	Vorversuch zur Mortalität der Jungbienen.....	33
II.6.4.4	Markierung und Behandlung der Jungbienen für die Verhaltensbeobachtungen.....	33
II.6.4.5	Verhaltensbeobachtungen	34
II.6.4.6	Erfassen der Lebensdauer.....	36
II.6.5	Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation	37
II.6.5.1	Beschreibung und Installation des eingesetzten Radiofrequenz-Identifikation (RFID) Systems.....	37
II.6.5.2	Vorbereitung des Volkes.....	40
II.6.5.3	Einlesen der Tags.....	42
II.6.5.4	Rekrutieren der Versuchstiere	42
II.6.5.5	Behandlung der Versuchstiere und Anbringen der Sender	43
II.6.5.6	Ermittelte Parameter:	44

II.6.6	Rückstände der Oxalsäure auf der Einzelbiene und Verteilung im Volk.....	44
II.6.6.1	Optische Erfassung der Rückstände auf der Körperoberfläche der Einzelbiene..	45
II.6.6.2	Quantitative Erfassung der Rückstände mit dem Oxalsäure-Kit Enzytec™	45
II.6.6.3	Visualisierung der Verteilung im Volk durch Macro-Computertomographie	50
II.7	Statistik.....	52
III	Ergebnisse	55
III.1	Veränderungen in der Futterraufnahme	55
III.1.1	Gewicht von Honigblase, Mittel- und Enddarm	55
III.1.2	Individuelle Fütterungen	60
III.2	Empfindlichkeit auf Wasser und aufsteigende Zuckerkonzentrationen.....	64
III.2.1	Empfindlichkeit auf Wasser	64
III.2.2	Empfindlichkeit auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen	66
III.2.3	Individuelle Futterraufnahme nach der PER	69
III.3	Motorische Aktivität.....	70
III.3.1	Aufenthalt in den Ebenen	70
III.3.2	Andere Verhaltensweisen in der Apparatur	75
III.4	Schauvolk: Verhalten und Lebensdauer	79
III.4.1	Vorversuch Mortalität Jungbienen	79
III.4.2	Anfangsverluste nach Einsatz ins Schauvolk.....	80
III.4.2.1	Anfangsverlust nach Einsatz ins Schauvolk: Durchgang I.....	80
III.4.2.2	Anfangsverlust nach Einsatz ins Schauvolk: Durchgang II.....	80
III.4.3	Verhalten im Volk	81
III.4.4	Verteilung der Bienen im Volk	84
III.4.5	Lebensdauer	85
III.4.5.1	Lebensdauer im Volk	85
III.4.5.2	Lebensdauer im Labor	87
III.5	Flugverhalten.....	90
III.5.1	Flugdauer	90
III.5.1.1	Flugdauer: Durchgang I	90
III.5.1.2	Flugdauer: Durchgang II	92

III.5.2	Fluganzahl	95
III.5.2.1	Fluganzahl: Durchgang I	95
III.5.2.2	Fluganzahl: Durchgang II	96
III.5.3	Ausflugrate	97
III.5.3.1	Ausflugrate: Durchgang I	97
III.5.3.2	Ausflugrate: Durchgang II	99
III.5.4	Anteil der Flugbienen	100
III.5.4.1	Flugbienenanteil: Durchgang I	100
III.5.4.2	Flugbienenanteil: Durchgang II	101
III.5.5	Lebensdauer im Volk.....	102
III.5.5.1	Lebensdauer im Volk: Durchgang I	102
III.5.5.2	Lebensdauer im Volk: Durchgang II	104
III.5.6	Verloren gegangene Bienen.....	105
III.6	Rückstände und Verteilung von Oxalsäure im Volk und auf der Einzelbiene.....	108
III.6.1	Optische Rückstandserfassung an Einzelbienen.....	108
III.6.1.1	Optische Rückstände auf Einzelbienen nach Behandlung mit OAS	108
III.6.1.2	Optische Rückstände auf Einzelbienen nach Behandlung mit OAG.....	120
III.6.2	Quantitative Erfassung der Rückstände mit dem Oxalsäure-Kit Enzytec™	121
III.6.3	Visualisierung der Verteilung im Volk durch Macro-Computertomographie	129
IV	Diskussion.....	134
V	Fazit und Ausblick	143
VI	Zusammenfassung.....	145
VII	Summary	148
VIII	Veröffentlichungen.....	151
IX	Literatur.....	152
X	Anhang.....	158

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Übersichtskarte vom Botanischen Garten Berlin. Der rote Kreis markiert den Standort der Bienenvölker	21
Abb. 2: Rekrutieren von Stockbienen aus dem Volk	22
Abb. 3: Bienen im Holzkästchen mit Futterteig	23
Abb. 4: Dermale Applikation der Testsubstanz	24
Abb. 5: Entnahme des End- und Mitteldarms	25
Abb. 6: Entnahme der Honigblase unter dem Binokular	26
Abb. 7: Überführung der Organe in Eppendorf Gefäße.....	26
Abb. 8: Individuelle Fütterung mit der Pipette	27
Abb. 9: PER auf Zuckerwasser.....	29
Abb. 10: Keine Reaktion auf Zuckerwasser.....	29
Abb. 11: Abfolge des Testdurchlaufs	29
Abb. 12: Holzbox für Motorik Versuche	30
Abb. 13: Überführung der Biene in die Versuchsbox	31
Abb. 14: Beobachtungsstock geöffnet von der Seite und frontal	32
Abb. 15: Markieren einer Biene mit Opalithplättchen	34
Abb. 16: Schematische Darstellung der Nestbereichzuordnung Honigraum, Brutnest oder Randbereich für die einzelnen Quadrate der Positionsraster für beide Seiten (A und B) im Schauvolk.....	36
Abb. 17: Lesegerät MAJA reader module 4.1 und Tunnelform	37
Abb. 18: Verbindung der Lesegeräte zu HOST Computer	38
Abb. 19: Ausschnitt aus den aufgenommenen Flugdaten der xml-Datei.....	39
Abb. 20: Installation der Lesegeräte vor dem Stockeingang des Versuchvolkes.....	41
Abb. 21: Verbindung der Lesegeräte zum HOST Computer in nebenstehender Leerbeute ..	42
Abb. 22: Absammeln der 10 Tage alten blau markierten Bienen zum Transport ins Labor ...	43
Abb. 23: RFID tag auf dem Thorax der Biene.....	44
Abb. 24: Blaufärbung durch Enzymzugabe in den Proben.....	46
Abb. 25: Holz und Wachsproben von Rähmchenoberträgern aus dem Bienenvolk	48
Abb. 26: Volk im Macro-CT.....	50
Abb. 27: 2D Bild von bienenbesetzter Wabe im Volk.....	52
Abb. 28: Formeln zur Berechnung der relative propability of task performance	53
Abb. 29: Gewicht der Honigblase 24h, 48h und 72h nach Behandlung	57
Abb. 30: Gewicht des Mitteldarms 24h, 48h und 72h nach Behandlung	58
Abb. 31: Gewicht des Enddarms 24h, 48h und 72h nach Behandlung	59
Abb. 32: Trinkmenge der Bienen 5h, 24h und 29h nach Behandlung	61

Abb. 33: Trinkmenge der Bienen 48h, 53h und 72h nach Behandlung	62
Abb. 34: Aufsummierte Trinkmenge der Bienen über den Versuchszeitraum von 72h.....	63
Abb. 35: PER Rate der Bienen auf Wasser vor und nach der Behandlung	65
Abb. 36: Water responsiveness index (WRI)	66
Abb. 37: PER-Rate auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen der OAS Gruppe.....	67
Abb. 38: PER-Rate auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen der OAG Gruppe	67
Abb. 39: PER-Rate auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen der G Gruppe	68
Abb. 40: PER-Rate auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen der Kontrollen	68
Abb. 41 a: Aufgenommene Futtermenge von Bienen der Gruppen OAS und OAG vor und nach der Behandlung	69
Abb. 41 b: Aufgenommene Futtermenge von Bienen der Gruppen G und K vor und nach der Behandlung	69
Abb. 42: Aufenthaltsdauer der Bienen in den verschiedenen Ebenen 5h nach Behandlung	71
Abb. 43: Aufenthaltsdauer der Bienen in den verschiedenen Ebenen 24h nach Behandlung	72
Abb. 44: Aufenthaltsdauer der Bienen in den verschiedenen Ebenen 48h nach Behandlung	73
Abb. 45: Aufenthaltsdauer der Bienen in den verschiedenen Ebenen 72h nach Behandlung	74
Abb. 46: Aufenthaltsdauer der Referenzbienen in den verschiedenen Ebenen	74
Abb. 47: Zeit, die die Bienen mit <i>Laufen</i> verbringen 5h nach Behandlung	77
Abb. 48: Zeit, die die Bienen mit <i>Putzen</i> verbringen 5h nach Behandlung	77
Abb. 49: Zeit, die die Bienen mit <i>Putzen</i> verbringen 24h nach Behandlung	78
Abb. 50: Mortalität der Jungbienen im Alter von 1 bis 4 Tagen 72 Stunden nach Behandlung mit Oxalsäure in Glycerin bzw. Zuckerwasser	79
Abb. 51: Prozentualer Verlust an Bienen nach dem Einsatz ins Schauvolk in den einzelnen Behandlungsgruppen	80
Abb. 52: Prozentualer Verlust an Bienen nach dem Einsatz ins Schauvolk in den einzelnen Behandlungsgruppen	81
Abb. 53: Verteilung der „Relative Propability of Task Performance“ (RPTP) für die Verhaltensweisen <i>Laufen</i> , <i>Brutpflege</i> und <i>Futtermahlverarbeitung</i> im Verlauf der Beobachtungszeit	82
Abb. 54: Verteilung der RPTP für die Verhaltensweisen <i>Selbstputz</i> , <i>Zellinspektion</i> und <i>Nestbau</i> im Verlauf der Beobachtungszeit.....	83
Abb. 55: Verteilung der RPTP für die Verhaltensweisen <i>Träge</i> , <i>Deckel-Nagen</i> und <i>Trophallaxis</i> im Verlauf der Beobachtungszeit.....	83

Abb. 56: Verteilung der RPTP für die Verhaltensweise <i>Inspektion Brut</i> im Verlauf der Beobachtungszeit.....	84
Abb. 57: Verteilung der RPTP („relative propability of task performance“) in den Stockbereichen <i>Brutnest, Honigraum</i> und <i>Randbereich</i> im Verlauf der Beobachtungszeit ...	85
Abb. 58: Prozentuale Bienenabnahme in den einzelnen Behandlungsgruppen im Schauvolk	86
Abb. 59: Durchschnittliches Alter der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen im Schauvolk.....	87
Abb. 60: Prozentuale Bienenabnahme in den einzelnen Behandlungsgruppen unter Laborbedingungen	88
Abb. 61: Durchschnittliches Alter der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen unter Laborbedingungen	89
Abb. 62: Flugdauer der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen im Alter von 11 bis 18 Tage.....	90
Abb. 63: Flugdauer der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen im Alter ab 19 Tage	91
Abb. 64: Flugdauer der Altersabschnitte „11-18 Tage“ und „ab 19 Tage“	92
Abb. 65: Flugdauer der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen im Alter von 11 bis 18 Tage.....	93
Abb. 66: Flugdauer der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen im Alter ab 19 Tage	94
Abb. 67: Flugdauer der Altersabschnitte „11-18 Tage“ und „ab 19 Tage“	95
Abb. 68: Anzahl der Ausflüge der Bienen pro Tag in den einzelnen Behandlungsgruppen...96	
Abb. 69: Anzahl der Ausflüge der Bienen pro Tag in den einzelnen Behandlungsgruppen...97	
Abb. 70: Ausflugsrate für die einzelnen Behandlungsgruppen während des gesamten Versuchszeitraums.....	98
Abb. 71: Ausflugsrate für die ersten sieben Tage nach Behandlung: S	98
Abb. 72: Ausflugsrate für die einzelnen Behandlungsgruppen während des gesamten Versuchszeitraums.....	99
Abb. 73: Ausflugsrate für die ersten sieben Tage nach Behandlung.....	100
Abb. 74: Anteile der Bienen in den Behandlungsgruppen, die Ausflüge tätigten	101
Abb. 75: Anteile der Bienen in den Behandlungsgruppen, die Ausflüge tätigten	102
Abb. 76: Abnahme der Bienenzahl in den einzelnen Behandlungsgruppen.....	103
Abb. 77: Durchschnittliches Alter der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen.....	103
Abb. 78: Abnahme der Bienenzahl in den einzelnen Behandlungsgruppen.....	104
Abb. 79: Durchschnittliches Alter der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen.....	105

Abb. 80: Prozentualer Anteil an Bienen, die nach ihrem Ausflug nicht mehr zurückkehrten für Durchgang I.....	106
Abb. 81: Prozentualer Anteil an Bienen, die nach ihrem Ausflug nicht mehr zurückkehrten für Durchgang II.....	106
Abb. 82: Oxalsäurerückstände auf den Bienen der Null-Werte	109
Abb. 83: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 5h nach Behandlung	110
Abb. 84: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 24h nach Behandlung	110
Abb. 85: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 48h nach Behandlung	110
Abb. 86: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 72h nach Behandlung	110
Abb. 87: Rangverteilung der Oxalsäurerückstände auf den Körperregionen Abdomen, Thorax und Beinen für tot behandelte Bienen (Null-Werte) sowie 5h und 24h nach Behandlung lebender Bienen im Labor	111
Abb. 88: Rangverteilung der Oxalsäurerückstände auf den Körperregionen Abdomen, Thorax und Beinen für 48h und 72h nach Behandlung lebender Bienen im Labor	111
Abb. 89: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf dem Abdomen der tot behandelte Bienen (Null-Werte) sowie lebender Bienen nach Behandlung im Labor	112
Abb. 90: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf den Beinen der tot behandelte Bienen (Null-Werte) sowie lebender Bienen nach Behandlung im Labor	113
Abb. 91: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf dem Thorax der tot behandelte Bienen (Null-Werte) sowie lebender Bienen nach Behandlung im Labor	114
Abb. 92: Oxalsäurerückstände auf den Bienen.....	114
Abb. 93: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 24h nach Behandlung	115
Abb. 94: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 48h nach Behandlung	115
Abb. 95: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 72h nach Behandlung	115
Abb. 96: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 7 Tage nach Behandlung	116
Abb. 97: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 14 Tage nach Behandlung	116
Abb. 98: Rangverteilung der Oxalsäurerückstände auf den Körperregionen Abdomen, Thorax und Beinen für 24, 48 und 72h nach Behandlung im Volk	117
Abb. 99: Rangverteilung der Oxalsäurerückstände auf den Körperregionen Abdomen, Thorax und Beinen für 7 und 14d nach Behandlung im Volk	118
Abb. 100: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf dem Abdomen nach Behandlung im Volk	119
Abb. 101: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf dem Thorax nach Behandlung im Volk	119
Abb. 102: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf den Beinen nach Behandlung im Volk	120

Abb. 103: Verklebte Haare am Thorax einer Biene und nass wirkende Rückstände an den Haarkämmen des Basitarsus nach Behandlung mit OAG.....	121
Abb. 104: Abnahme der Rückstandsmengen der Einzelbienen über die Zeit: OAS behandelte Bienen aus Laborhaltung.....	122
Abb. 105: Abnahme der Rückstandsmengen der Einzelbienen über die Zeit: OAG behandelte Bienen aus Laborhaltung.....	122
Abb. 106: Abnahme der Rückstandsmengen der Einzelbienen über die Zeit: OAS behandelte Bienen aus dem Volk.....	123
Abb. 107: Abnahme der Rückstandsmengen der Einzelbienen über die Zeit: OAG behandelte Bienen aus dem Volk.....	124
Abb. 108: Korrelation der Rückstandsmenge mit der Zeit von OAS behandelten Bienen aus Laborhaltung	125
Abb. 109: Korrelation der Rückstandsmenge mit der Zeit von OAG behandelten Bienen aus Laborhaltung	126
Abb. 110: Korrelation der Rückstandsmenge mit der Zeit von OAS behandelten Bienen aus dem Volk	126
Abb. 111: Korrelation der Rückstandsmenge mit der Zeit von OAS behandelten Bienen aus dem Volk	127
Abb. 112: Rückstandsmengen der Materialproben von OAS behandelten Völkern.....	128
Abb. 113: Rückstandsmengen der Materialproben von OAG behandelten Völkern	128
Abb. 114: Mittlere Rückstandsmengen der Materialproben aus den OAS und OAG behandelten Völkern	129
Abb. 115: Dichtewerte der Einzelbienen aus dem mit OAS behandelten Volk	130
Abb. 116: Dichtewerte der Einzelbienen aus dem mit OAG behandelten Volk.....	131
Abb. 117: Verteilung der Dichtewerte der Einzelbienen aus dem mit OAS behandelten Volk	132
Abb. 118: Verteilung der Dichtewerte der Einzelbienen aus dem mit OAG behandelten Volk	133

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.: Zusammensetzung der applizierten Testsubstanzen	24
Tab. 2: Parameter beider Experimente zur Ermittlung der Futteraufnahme	27
Tab. 3: Im Versuch beobachtete Verhaltensweisen und ihre Definition	35
Tab. 4: Komponenten der mic3 [®] Technologie von microsensys und ihre Funktion.	40
Tab. 5: Umfang der Bienenproben für die Rückstandsanalyse mit dem Enzym-Kit.....	47
Tab 6: Messprozedur bei der Bestimmung von Oxalsäure mit dem Enzym-Kit.....	49
Tab. 7: Einstellungen und technische Daten für das Scannen der Bienenvölker im CT	50
Tab. 8: PER Rate der Bienen (in%) auf Wasser vor und nach der Behandlung	64
Tab. 9: Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) zu den verschiedenen Zeitpunkten nach der Behandlung (n=40).....	76

Verwendete Abkürzungen

ACSS	Ascending concentrations of Sucrose Solution
ANOVA	Analysis of Variance
CT	Computertomographie
G	Glycerin 45%
K	Kontrolle(n)
KS	Kolmogorov-Smirnov
MC	Multiple Comparison
MWU	Mann-Whitney Rank Sum Test
OAG	Oxalsäure in Glycerin
OAS	Oxalsäure in Zuckerwasser
PER	Proboscis Extension Reaction
RFID	Radiofrequenz Identifikation
RPTP	Relative Propability of Tast Performance
UID	Unique Identification Number

I Einleitung

Bienen nehmen als Bestäuber von Nutz- und Wildpflanzen sowie als wichtiges Bindeglied in vielen Lebensgemeinschaften eine bedeutende Rolle ein. Rund 80 % der insektenbestäubten heimischen Nutz- und Wildpflanzen sind auf die Honigbienen als Bestäuber angewiesen (Deutscher Imkerbund e.V., 2015). Hinter Rind und Schwein ist die Honigbiene damit das drittwichtigste Nutztier.

Sie bestäuben Feldfrüchte und andere Pflanzen mit einem geschätzten Wert von 31 Milliarden Euro pro Jahr und sichern mehr als ein Drittel der Lebensmittelversorgung in vielen Ländern. Durch die Bestäubung von Wildpflanzen sind sie für das ökologische Gleichgewicht von unschätzbarem hohem Wert.

Die Varroose stellt heute eines der größten Probleme in der Bienenzucht und -haltung dar. Sie wird durch die parasitäre Milbe *Varroa destructor* ausgelöst. Die wortwörtlich übersetzte „zerstörerische Milbe“ wurde im Jahr 2000 durch Anderson und Trueman beschrieben (Anderson et al., 2000), zuvor wurde sie unter dem Namen *Varroa jacobsoni* geführt. Sie war ursprünglich ein Parasit der östlichen Honigbiene *Apis cerana* und ihr Vorkommen auf das tropische Ostasien beschränkt. Wegen ihrer höheren Ertragsleistung wurde unsere westliche Honigbiene *Apis mellifera* in der Mitte des 20. Jahrhunderts nach Ostasien gebracht, wo sie das erste Mal mit der Milbe in Kontakt kam (Rademacher, 1990). Anschließend führten weiträumige Bientransporte von *Apis mellifera* durch den Menschen innerhalb weniger Jahrzehnte zu einer schnellen Verbreitung von *Varroa destructor*. Heute ist sie mit Ausnahme von Australien weltweit in allen Bereichen verbreitet, wo Bienenhaltung möglich ist (Genersch, 2010).

Der Milbenbefall schwächt die Bienen auf verschiedene Weise. Die Weibchen stechen mit ihren Mundwerkzeugen die Körperdecke der Biene an und saugen die Hämolymphe der Tiere. Vor allem aber wird die Brut befallen, denn hier findet die Vermehrung der Milben statt. Etwa alle zwei Stunden saugt die Milbe an der Biene oder Bienenbrut (Rademacher, 1990). Durch den Hämolymphverlust verlieren die Larven und Puppen bis zu 25% ihres Gewichtes, sind schwächer und kleiner. Der Eiweißgehalt des Bienenblutes ist bis zu 75% reduziert. Wenn die Bienen geschlüpft sind, können Missbildungen auftreten. Ihre Lebenszeit ist drastisch verkürzt. Dies hat Auswirkungen auf das gesamte Volk, welches auf gesunde und fähige Arbeitskräfte angewiesen ist.

Vom Erstbefall bis zum Tod eines Bienenvolkes vergehen in der Regel 2-3 Jahre (Rademacher, 1990). Die Varroamilbe gilt als eine Hauptursache des in Deutschland seit einigen Jahren immer wieder im Herbst oder dem Winterhalbjahr auftretenden seuchenartigen

Bienensterbens (Genersch et al., 2010). Weltweit gilt die Varroose heute als die bedeutendste und verlustreichste Bienenkrankheit und verursacht größere Schäden und Kosten als alle anderen bekannten Bienenkrankheiten (Boecking und Genersch, 2008).

Um die Anzahl der Parasiten im Bienenvolk unterhalb der Schadensschwelle zu halten und eine Ausbreitung der Milben zu vermeiden, müssen die Völker vom Imker gegen die Varroose behandelt werden. Dafür wird der Befallsgrad der Völker ständig überwacht und es werden nacheinander im Laufe des Jahres verschiedene Behandlungsmöglichkeiten eingesetzt, um den Milbenbefall zu reduzieren.

Da die Milben Resistenzen gegen herkömmliche Wirkstoffe wie Perizin[®] entwickelten (Milani, 1995; Lodesani et al., 1995), kamen neue Substanzen wie die organischen Säuren zum Einsatz. Die Oxalsäure stellt als Wirkstoff eine wichtige Komponente in Tierarzneimitteln dar, die bei diesen Behandlungen zum Einsatz kommen. Sie wird in den brutfreien Monaten November und Dezember angewendet. Dabei wird eine 3,5%igen Oxalsäurelösung aus Oxalsäuredihydrat und Zuckerwasser auf die Bienen in den einzelnen Wabengassen geträufelt.

Für die Zulassung als Tierarzneimittel für Deutschland im Oktober 2006 wurden in Studien Wirksamkeit der Oxalsäure gegen die Milbe und Auswirkungen auf die Bienen überprüft. Die Mortalität der Bienen stellt dabei das einzige entscheidende Kriterium für die Zulassung dar. Das Aufträufeln der 3,5%igen Lösung aus Oxalsäuredihydrat in Zuckerwasser, wie es in der Praxis stattfindet, wird dabei allgemein gut toleriert (Rademacher und Harz, 2006). Das bedeutet, es kommt zu keinem erhöhten Bientotenfall. Nach der Anwendung gab es keinen Verlust von Königinnen und eine normale Volksentwicklung (Bacandritsos et al., 2007). Unter den Kriterien der Zulassung ist die Oxalsäure ein hochwirksames und leicht anzuwendendes Präparat für Bienen. Trotzdem kann die Anwendung, wie jedes Arzneimittelprodukt, Nebenwirkungen haben, die für die Bienen von Bedeutung sein können. Bis jetzt gibt es nur wenige Untersuchungen über subletale Effekte der Oxalsäurebehandlung auf die Honigbiene. Darunter fallen alle Auswirkungen und Veränderungen auf und in einem Organismus, die nicht unweigerlich zum Tod führen, wie Veränderungen in der Physiologie oder dem Verhalten.

In Studien über Pestizide wurden subletale Effekte an der Honigbiene bereits untersucht. Diese äußerten sich unter anderem in Verschiebungen im zeitlichen Auftreten altersabhängiger Verhaltensweisen, reduzierten Stockputz und vermehrtem Selbstputzen (Thompson, 2003) sowie einer erhöhten Mobilität und einer verminderten Lernleistung (el Hassani et al., 2008; Desneux et al., 2007; Aliouane et al., 2009). Auch Unterschiede in der Lebensdauer der Arbeiterinnen wurden bei pestizidbehandelten Bienen gefunden (Desneux et al., 2007). Über die subletalen Effekte von Akariziden auf Bienen ist wenig bekannt. Liebig

(1998) beobachtete, dass mit Oxalsäure behandelte Völker unruhiger waren und stärker und früher flogen. In anderen Studien wurden Auffälligkeiten im Verhalten nicht beobachtet (Bacandritsos et al., 2007; Mutinelli et al., 1997). Diese Studien befassten sich hauptsächlich mit der Mortalität der Bienen und enthielten keine gezielten Verhaltensbeobachtungen. Bei einer Langzeitstudie wurde 3 bis 4 Monate nach der letzten Applikation ein negativer Effekt auf die Brut verzeichnet und es starben drei Königinnen (Higes et al., 1999). Moosbeckhofer (2001) vermutete ebenfalls Langzeitfolgen der Behandlung. Behandelte Völker hatten zwar keinen erhöhten Totenfall, aber eine höhere Ausfallrate und eine tendenziell geringere Volksstärke.

Die Untersuchung der subletalen Effekten ist wichtig, um Bienen von den nicht auszuschließenden Nebenwirkungen beim breiten Einsatz des Medikamentes zu schützen und um Nachteile für die Völker auszuschließen. In meiner Diplomarbeit konnte ich bereits subletale Effekte, wie Veränderungen im Verhalten und eine verkürzte Lebensdauer nachweisen (Schneider, 2009). Der genaue Wirkmechanismus der Oxalsäure ist nicht geklärt. Gegen Milben wirkt die Oxalsäure vermutlich als Kontaktgift (Milani, 2001; Aliano et al., 2006; Rademacher und Harz, 2009). Im Gegensatz zum Perizin, welches systemisch wirkt, ist eine orale Aufnahme der Oxalsäure daher für die Wirksamkeit nicht nötig. Trotzdem wird eine Kombination mit Zuckerwasser empfohlen, um die Viskosität der Lösung zu erhöhen und eine bessere Anhaftung an den Bienen zu gewährleisten (Charrière, 2001; Nanetti et al., 2003). Bei einer Kombination mit Zucker kann eine orale Aufnahme des Medikamentes durch die Bienen nie ausgeschlossen werden. Diese kann zu einer erhöhten Mortalität durch die orale Toxizität der Säure führen (Rademacher und Harz, 2009) und könnte somit die Effekte der Säure auslösen oder verstärken.

In Untersuchungen von Zuckerersatzstoffen erwies sich Glycerin am geeignetsten, um als Trägersubstanz eine gute Verteilung von Wirksubstanzen in Bienenmedikamenten zu gewährleisten. Es wird von den Bienen nicht als süß wahrgenommen (von Frisch, 1934) und hatte beim Auftrag bessere Haftungs- und Verteilungseigenschaften als Zuckerwasser (Rademacher et al., 2013). In Kombination mit Oxalsäure war Glycerin 45% bienenverträglich und erreichte hervorragende Verteilungseigenschaften auf der Einzelbiene sowie im Volk (Rademacher und Schulze, 2014). Die Wirksamkeit gegen die Milbe ist vergleichbar mit der von Oxalsäuredihydrat in Zuckerwasser (Rademacher et al., 2012b).

Durch die Kombination mit Glycerin ist die Lösung viskoser und bleibt länger feucht als mit Zuckerwasser, was sich positiv auf die Wirksamkeit auswirken kann. Zudem kann eine orale Aufnahme durch die Bienen weitgehend ausgeschlossen werden. Allerdings könnte die

bessere und längere Haftung auf den Bienen auch zu einer Verstärkung subletaler Effekte führen, da die Tiere länger mit der Wirksubstanz in Kontakt sind.

Das Ziel dieser Arbeit war es, die subletalen Effekte der klassischen Behandlung mit Oxalsäuredihydrat in Kombination mit Zuckerwasser aber auch in Kombination mit Glycerin 45% auf das Volk und die Einzelbiene in einem möglichst weiten Spektrum zu erfassen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen zur Optimierung der Behandlung der Bienen gegen den Parasiten und zur Verbesserung einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Bienenvölker beitragen.

Die Studie umfasste mehrere Aspekte. Die Entwicklung der verschiedenen Versuche orientierte sich dabei oft an Studien über die subletalen Effekte von Pestiziden oder knüpfte an Erkenntnisse aus vorhergehenden Arbeiten zur Oxalsäure an. Im Folgenden werden diese Studienschwerpunkte kurz einzeln erläutert.

Veränderungen in der Futtermittelaufnahme

Gregorc und Smodis Skerl (2007) sowie Martin-Hernandez et al. (2007) beschrieben irreversible Schäden an den Verdauungs- und Exkretionsorganen von adulten Bienen nach Behandlung mit Oxalsäure. Dies kann die Versorgung der Biene mit Nährstoffen und damit auch ihre Futtermittelaufnahme beeinflussen. In Kästchenversuchen nahmen behandelte Jungbienen in den ersten Tagen kaum Zuckerwasser zu sich (Schneider, 2009). Büchler (1998) beschreibt, dass die Anwendung von Oxalsäure „den Tieren den Appetit verderbe“. In dieser Arbeit soll geklärt werden, inwieweit die Behandlung mit Oxalsäure zu einer Veränderung in der Futtermittelaufnahme von *A. mellifera* führt. Dafür wurde die Menge des aufgenommenen Futters auf zwei verschiedenen Wegen erfasst: Zum einen durch Wiegen der einzelnen Darmabschnitte und zum anderen durch individuelle Fütterung der Tiere.

Empfindlichkeit auf Wasser und aufsteigende Zuckerkonzentrationen

In meiner Diplomarbeit konnte ich bereits einen Einfluss der Oxalsäure auf das Lernverhalten der Bienen zeigen, wobei behandelte Bienen eine höhere Lernmotivation zeigten, die durch gesteigerten Hunger oder Durst ausgelöst worden sein kann (Schneider, 2009). Mit der *Proboscis Extension Reaction* (PER) kann die Sensibilität auf Zuckerlösungen untersucht werden (Scheiner et al., 2004). Veränderungen im Antwortverhalten der Bienen konnten dabei bereits für Pestizide wie Acetamiprid, Thiamethoxam und Fipronil nachgewiesen werden (El Hassani et al., 2005, El Hassani et al., 2008, Aliouane et al., 2009). Vergleichende

Untersuchungen sollen in dieser Arbeit auch für die Behandlung mit Oxalsäure durchgeführt werden.

Motorische Aktivität im Labor

In meiner Diplomarbeit beobachtete ich nach einer Behandlung mit Oxalsäure eine verringerte Aktivität von Arbeiterinnen in der Stockphase (Schneider, 2009). In anderen Studien wurde eine eingeschränkte Mobilität der Tiere beschrieben: Bienen wirkten 24 bis 48 Stunden nach der Behandlung wie benommen (Bacandritsos et al., 2007).

Für Pestizide wurde ein Verfahren entwickelt, um die Auswirkungen auf die motorische Aktivität zu untersuchen (Lambin et al., 2001; El Hassani et al., 2005; El Hassani et al., 2008; Aliouane et al., 2009). Das Pestizid Fipronil führte dazu, dass behandelte Bienen mehr Zeit immobil verbrachten (El Hassani et al., 2005, Aliouane et al., 2009), während Imidacloprid zu einer erhöhten motorischen Aktivität führte (Lambin et al., 2001).

Mit Hilfe dieses Verfahrens soll hier nicht nur die motorische Aktivität, sondern auch bestimmte Aspekte des Verhaltens der Tiere nach Behandlung mit Oxalsäure untersucht werden.

Schauvolk: Verhalten und Lebensdauer

Der Beobachtungsstock, auch Schauvolk genannt, ist ein wichtiges Instrument, um das Verhalten und Lebensdauer von Bienen unter möglichst volksnahen Bedingungen zu erfassen. Mit diesen Untersuchungen können Aussagen über die Fähigkeit der Arbeiterinnen getroffen werden, Aufgaben im Volk zu verrichten.

Adulte Arbeiterinnen der Honigbiene verbringen ihre ersten 19 Tage hauptsächlich als Stockbiene im Volk. Dort führen sie abhängig von ihrem Alter unterschiedliche Arbeiten aus (Seeley, 1982). Änderungen im Verhalten, wie zeitliche Verschiebungen oder eine Erhöhung bzw. Verringerung der Intensität können Hinweise auf Einflüsse der Behandlung auf die Einzelbiene geben. Wären sie in ihrer Fähigkeit Aufgaben im Volk zu verrichten eingeschränkt, hätte das Auswirkungen für die Gesundheit des gesamten Volkes.

Einflüsse der Akarizide auf die Lebensdauer wurden nur für Apistan® und Ameisensäure untersucht. Dabei konnten keine Unterschiede in der Lebensdauer der behandelten und unbehandelten Versuchstiere nachgewiesen werden (Birnie, 1997). Die meisten Studien zur Oxalsäure beobachteten den Totenfall von individuell behandelten Bienen nur bis zu 72 Stunden (Aliamo et al., 2006; Rademacher und Harz, 2009) oder befassten sich mit generellen Unterschieden im Totenfall von ganzen Völkern nach der Behandlung (Bacandritsos et al., 2007; Mutinelli et al., 1997; Martin-Hernandez et al., 2007; Moosbeckhofer, 2001).

In meiner Diplomarbeit habe ich Bienen, die mit Oxalsäure und Zuckerwasser behandelt waren, bereits im Schauvolk beobachtet. Dabei konnte ich Verhaltensänderungen, wie

verringerte Brutpflege, verringerte Aktivität und erhöhtes Putzen feststellen sowie eine verringerte Lebensdauer (Schneider, 2009).

Es ist denkbar dass die Kombination von Oxalsäure mit Glycerin ähnliche Effekte auf Honigbienen hat wie die Formulierung mit Zuckerwasser. Um dies zu überprüfen, wurden vergleichbare Verhaltensbeobachtungen von behandelten Bienen im Schauvolk vorgenommen. Während die Verhaltensbeobachtungen der Diplomarbeit nach der „point and scan sampling Methode nach Altmann (1984) abliefen, orientiert sich die Vorgehensweise für diese Versuche an den Standardmethode für Verhaltensuntersuchungen an *Apis mellifera*, wie sie im COLOSS BEEBOOK beschrieben werden (Scheiner et al., 2013).

Flugverhalten

Arbeiterinnen beginnen etwa ab dem 20. Lebenstag mit dem Sammeln von Nektar und Pollen (Seeley, 1982). Vor ihrer Zeit als Flugbiene verlassen sie den Stock schon ab dem 5. Lebenstag für erste Orientierungs- und Reinigungsflüge (Droege, 1993). Ihre Flugleistung kann dabei Aufschluss über Einflussfaktoren geben. Wichtige Parameter sind zum Beispiel Lebensdauer, Sammelerfolg, Ausflugszeit und die Fähigkeit zum Volk zurück zu kehren. Durch den Einsatz von Radiofrequenz Identifikation (RFID) können diese automatisch erfasst und so große Datenmengen mit geringem Aufwand gewonnen werden. RFID (engl. *radio-frequency identification*, „Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen“) bezeichnet eine Technologie für Sender-Empfänger-Systeme, die ursprünglich zum automatischen und berührungslosen Identifizieren und Lokalisieren von Waren mit Radiowellen entwickelt wurde. Ein RFID-System besteht aus einem Transponder (*tag*), der sich am oder im Gegenstand bzw. Lebewesen befindet und einen kennzeichnenden Code enthält (unique identification, UID), sowie einem Lesegerät (Reader) zum Auslesen dieser Kennung.

Die Firma microsensys GmbH stellt einen der kleinsten Transponder weltweit her, der so klein und leicht ist, dass er zum Identifizieren und Lokalisieren von Honigbienen geeignet ist. Dieses System wurde bereits erfolgreich genutzt, um beispielsweise die Auswirkungen von Pestiziden oder einer Infektion mit *Nosema* auf das Sammelverhalten zu untersuchen (Decourtye et al., 2011; Schneider et al., 2012; Henry et al., 2012).

Für diesen Versuch wurde mit Hilfe der RFID-Technologie der Einfluss von beiden Oxalsäure Formulierungen auf das Ein- und Ausflugsverhalten von gleichalten Bienen erfasst.

Rückstände der Oxalsäure auf der Einzelbiene und Verteilung im Volk

Beim Trocknen bildet Oxalsäure Kristalle aus Oxalsäuredihydrat. Diese Rückstände lassen sich sowohl auf dem Material als auch auf den Bienen wiederfinden. Besonders bei dem Verfahren der Oxalsäurebedampfung sind die Bienen mit Oxalsäurestaub bepudert (Moosbeckhofer, 2002; Imdorf et al., 2002). Zudem konnten Kristallrückstände an Waben und

Beuteteilen nachgewiesen werden, die sehr stabil sind und lange Zeit im Volk verbleiben (Moosbeckhofer und Baumgartner, 2002). Auch wenn dies für das Verfahren des Aufträufelns der Säure noch nicht beschrieben wurde, ist anzunehmen, dass nach einer Behandlung im Winter auch Arbeiterinnen im Frühjahr noch mit den Rückständen der Säure in Kontakt kommen können.

Beim Träufeln, dem in Deutschland zugelassenen Standardverfahren bei der Behandlung gegen *Varroa destructor*, können ebenfalls Rückstände bzw. Kristalle beim Trocknen auftreten, die sich am Abdomen der Tiere wieder finden lassen (Aliano et al., 2006).

In meiner Diplomarbeit konnte ich ein verstärktes Putzen behandelter Arbeiterinnen im Schauvolk feststellen (Schneider, 2009). Bei behandelten Tieren im Labor ließen sich zudem Rückstände auf dem Abdomen und an den Pollenkörbchen wieder finden, die das verstärkte Putzen erklären können.

Durch diese Rückstände können die Arbeiterinnen noch lange nach der Behandlung mit dem Medikament in Kontakt kommen. Dies kann sowohl positive Auswirkungen in Hinblick auf lange Wirksamkeit gegen die Milbe haben, bedeutet aber auch, dass eventuelle Nebenwirkungen verstärkt werden können. Aus Feldversuchen, in denen mehrere Völker mit Oxuvar® behandelt wurden, wissen wir, dass 10 Tage nach Behandlung der höchste Milbentotenfall zu verzeichnen war (Rademacher und Harz, 2012). Dies spricht für eine lange Wirksamkeit des Medikamentes gegen die Milbe und lässt vermuten, dass die Oxalsäure noch wenigstens bis zu diesem Zeitpunkt im Volk vorhanden bzw. wirksam ist.

Ziel dieser Untersuchung war es zu klären, wie lange Oxalsäure nach der Behandlung auf den Bienen im Volk verbleibt. Neben der optischen und chemischen Analyse der Einzelbienen im Labor, wurden auch ganze Bienenvölker mit Hilfe der Macro-Computertomographie (CT) betrachtet. Dieses Verfahren erwies sich als geeignet um die Verteilung von aufgeträufelten Substanzen im Volk sichtbar zu machen. Für die Substanzen Glycerin 85%, Oxalsäuredihydrat in Zuckerwasser und Oxalsäuredihydrat in Glycerin 45% konnte bereits eine gute Verteilung in einem Zeitraum von 10 und 30min nach Behandlung nachgewiesen werden (Rademacher et al., 2013; Rademacher et al., 2012a; Rademacher und Schulze, 2014). In diesem Versuch sollen nun erheblich längere Zeiträume von bis zu zwei Wochen untersucht werden, um die Verteilung in Bienenvölkern nach einer Behandlung Oxalsäuredihydrat in Kombination mit Zuckerwasser oder Glycerin festzustellen und ob und wie lange Rückstände vorhanden sind.

II Material und Methoden

II.1 Die Versuchsvölker

Für die Experimente wurden Völker des Institutes für Biologie/Neurobiologie von *Apis mellifera carnica*, eine europäische Unterart der westlichen Honigbiene *Apis mellifera*, verwendet. Die Völker wurden in Styropor-Beuten gehalten und nach bester imkerlicher Praxis betreut. Pro Versuchsjahr standen jeweils drei bis fünf Völker zur Rekrutierung von Stockbienen für die Laborversuche zur Verfügung. Dabei wurden für die jeweiligen Versuche immer nur Bienen aus demselben Volk rekrutiert. In diesen Völkern wurden während der Versuchszeit keine Medikamente eingesetzt. Der Varroa-Befall wurde wöchentlich kontrolliert, um vitale Völker zu gewährleisten. Alle Völker standen auf einem sonnigen, geschützten Standort frei auf einer Wiese im Botanischen Garten Königin-Luise-Str. 29, 14195 Berlin (Abb. 1).

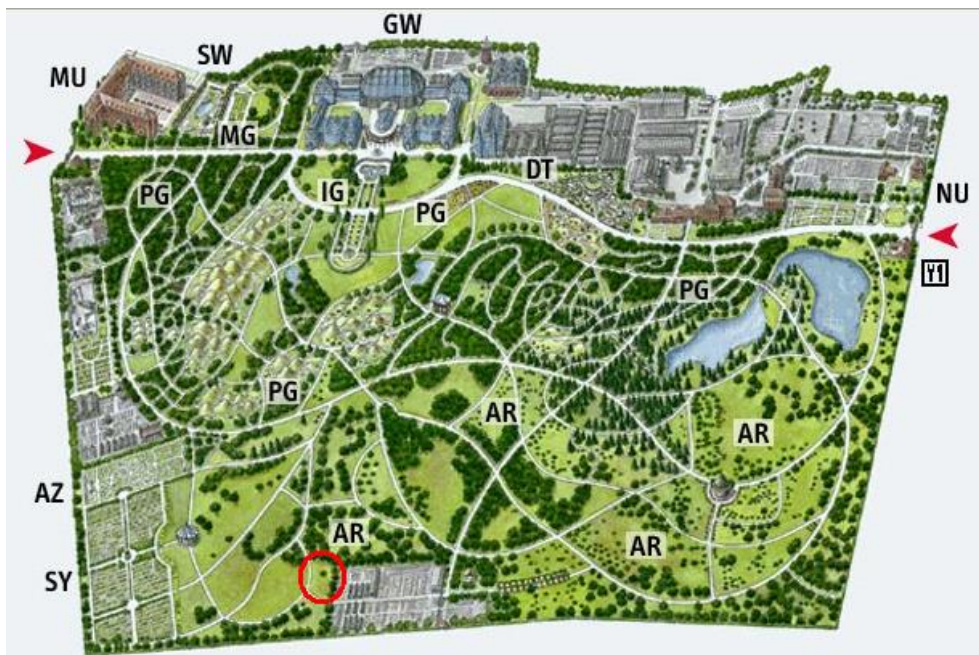


Abb. 1: Übersichtskarte vom Botanischen Garten Berlin. Der rote Kreis markiert den Standort der Bienenvölker

II.2 Rekrutieren von Arbeiterinnen

Für die Laborversuche wurden Stockbienen im Alter zwischen 5 und 10 Tagen von den Waben im äußeren Brutnestbereich verwendet. Die Bienen wurden mit einer Gänsefeder vorsichtig von den Waben in kleine Holzkästchen gefegt (Abb. 2) und anschließend ins Labor transportiert.



Abb. 2: Rekrutieren von Stockbienen aus dem Volk

II.3 Haltung im Labor

Die Versuchstiere wurden in Holzkästchen im Dunkeln bei Raumtemperatur ($\pm 22^{\circ}\text{C}$) und einer relativen Luftfeuchtigkeit von $\pm 65\%$ gehalten (Abb. 3). Sie erhielten täglich frisches Wasser und Futterteig (Apifonda[®], Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt) und tote Tiere wurden aus dem Kästchen entfernt.



Abb. 3: Bienen im Holzkästchen mit Futterteig

II.4 Testsubstanzen

Für die Arbeit wurden zwei Formulierungen einer Oxalsäurelösung benutzt: Oxalsäuredihydrat in 50%igem Zuckerwasser (OAS) oder in 45%igem Glycerin (OAG).

Für das Ansetzen der OAS-Lösung wurden 3,5g Oxalsäuredihydrat (Caelo, Hilden, Deutschland) in 96,5g Zuckerwasser (1:1) gelöst. Die OAG-Lösungen wurde aus 3,5g Oxalsäuredihydrat, 64,1g Wasser und 45,2g Glycerin 99,5% angesetzt, so dass die Konzentrationen in der Endlösung für Oxalsäure 3,5% und für Glycerin 45% betragen (Tab. 1).

Für Kontrollen wurden 50%iges Zuckerwasser (K) bzw. 45%iges Glycerin (G) verwendet.

Alle Lösungen wurden wöchentlich in den benötigten Mengen frisch angesetzt.

Tab. 1.: Zusammensetzung der applizierten Testsubstanzen

Abkürzung	Applizierte Substanz	Komponenten (für ~100g Ansatzmenge)			
		Oxalsäure- dihydr.(g)	Wasser (g)	Glycerin 99,5% (g)	Zucker (g)
OAS	Oxalsäuredihydrat in Zuckerwasser (50%)	3,5	48,25	0	48,25
OAG	Oxalsäuredihydrat in Glycerin (45%)	3,5	64,1	45,2	0
G	Glycerin (45%)	0	67,6	45,2	0
K	Zuckerwasser (50%)	0	50	0	50

II.5 Applikation der Substanzen auf die Einzelbiene

Für alle Versuche, mit Ausnahme der Rückstandsuntersuchungen am Volk, wurden die Bienen individuell im Labor behandelt. Um sie für die Behandlung optimal zu fixieren ohne sie betäuben zu müssen, wurden die Tiere mit einer schmalen Pinzette am Flügelansatz gegriffen. Anschließend wurde jedem Tier individuell ein Tropfen von 5 μ l auf die Unterseite des Abdomens dermal mit einer Mikroliterpipette appliziert (Abb. 4). Dies entspricht einer Einzeldosis von 175 μ g Oxalsäuredihydrat pro Biene und ist vergleichbar mit der Menge, die eine einzelne Biene durchschnittlich als therapeutische Dosis bei einer Volksbehandlung erhält (Rademacher und Harz, 2009).



Abb. 4: Demale Applikation der Testsubstanz

II.6 Versuchsdesign

II.6.1 Veränderungen in der Futteraufnahme

II.6.1.1 Präparation und Gewichtnahme von Honigblase, Mittel- und Enddarm

Für den Versuch wurden insgesamt 80 Bienen pro Gruppe und Zeitintervall dermal behandelt. Die Tiere wurden anschließend in Holzkäfige überführt (je 10 Bienen/Käfig), wo sie freien Zugang zu Futter (Futterteig) hatten. Um die Organe zu entnehmen, wurden die Tiere jeweils 24, 48 und 72h nach Behandlung eingefroren und anschließend präpariert (Abb. 5 und Abb. 6). Beim Einfrieren der Bienen regurgitierten einige Tiere einen Teil des Honigblaseninhaltes. Diese regurgitierte Futtermenge wurde beim Auftauen durch Abnahme mit Ringkapillaren (ringcaps® 1.2.3.4.5.µl, Hirschmann Laborgeräte GmbH&Co. KG, Eberstadt, Germany) ermittelt und später zum gewogenen Inhalt der Honigblase addiert. Die entnommenen Organe Honigblase, Mitteldarm und Enddarm wurden in Eppendorfgläser überführt (Abb. 7), um das Verdunsten von Wasser aus den Organen im Zeitraum der Entnahme bis zum Wiegen zu verhindern. Mit einer Feinwaage (Mettler AJ50, Giessen, Germany) wurde das Gewicht (Tara) der Organe in den Eppendorfgläsern ermittelt.



Abb. 5: Entnahme des End- und Mitteldarms



Abb. 6: Entnahme der Honigblase unter dem Binokular



Abb. 7: Überführung der Organe in Eppendorf Gefäße

II.6.1.2 Individuelle Fütterungen

Für den Versuch wurden insgesamt 125 Bienen pro Gruppe individuell markiert und dermal behandelt. Die Tiere wurden anschließend in Holzkäfige überführt (je 25 Bienen/Käfig), wo sie keinen Zugang zu Futter hatten, sondern täglich 2-mal individuell gefüttert wurden. Dabei wurde die Futteraufnahme pro Tier 5, 24, 29, 48, 53 und 72h nach der Behandlung ermittelt. Die Tiere wurden mit Zuckerwasser (50% w/w) aus einer Mikroliterpipette gefüttert, bis sie keine Reaktion (Streckung des Proboscis) mehr auf das Futterangebot zeigten (Abb. 8). Gezählt wurden die getrunkenen Tropfen (5 μ l). Bei Teilmengen wurde die in der Pipette verbliebene Menge mit einer Ringkapillare aufgezogen, abgelesen und bei der Ermittlung der getrunkenen Futtermenge berücksichtigt.

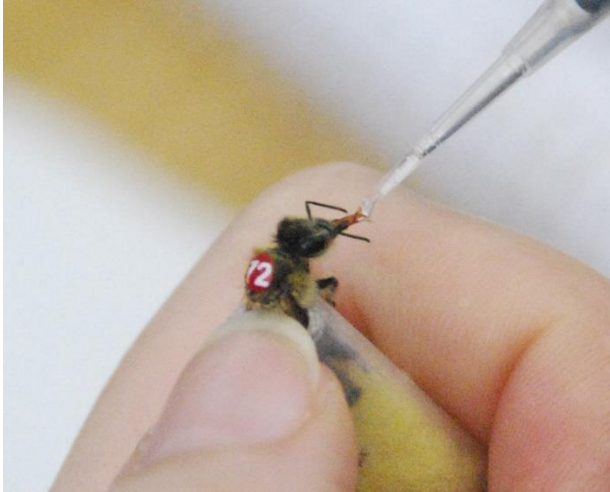


Abb. 8: Individuelle Fütterung mit der Pipette

Zur besseren Übersicht wurden die Parameter beider Versuche zur Ermittlung der Futteraufnahme verglichen (Tab. 2).

Tab. 2: Parameter beider Experimente zur Ermittlung der Futteraufnahme

<i>Parameter</i>	<i>Gewichnahme der Organe</i>	<i>Einzelfütterungen</i>
Behandlung	Dermal, 5µl auf Abdomen	
Markierung	Nein	Ja, individuell
Futtergabe	Futter im Kästchen	Individuell mit Mikroliterpipette
Untersuchung	Gewicht Honigblase, Mittel- und Enddarm	Individuelle Futtermenge
Zeitpunkte	24, 48 und 72h	5, 24, 29, 48, 53 und 72h
Bienenzahl (n)	80	125

II.6.2 Empfindlichkeit auf Wasser und aufsteigende Zuckerkonzentrationen

Das Herausstrecken des Proboscis ist eine Reaktion als Antwort auf eine Stimulation der Antennen mit Zuckerlösung. In diesem Versuch wurde diese „Proboscis Extension Reaction“ (PER) genutzt, um den Effekt der Oxalsäure auf die Empfindlichkeit auf Wasser und aufsteigende Zuckerkonzentrationen (=sensitivity to ascending concentrations of sucrose solution, ACSS) zu untersuchen.

Einen Tag nach der Rekrutierung aus dem Volk wurden die Bienen mit Opalithplättchen markiert, um sie für die Auswertung individuell ansprechen zu können. Anschließend wurden sie in Holzkästchen gehalten, wo sie freien Zugang zu Futterteig hatten. Am nächsten Tag fand die Abfrage statt. Um sicherzustellen, dass alle Tiere die gleiche Motivation zur Wasser- bzw. Futteraufnahme hatten, mussten sie vor Beginn des Versuches drei Stunden hungern. Nach der Hungerphase wurde jedes Tier in ein kleines Plastikröhrchen eingespannt. Dieses Röhrchen wurde aus einem Eppendorfgefäße gefertigt, von dem die Spitze so abgetrennt wurde, dass ein Loch mit ca. 4mm Durchmesser entstand. Die Bienen wurden dann von unten in das Gefäße geführt und mit einem kleinen Schwamm vorsichtig zur Öffnung geschoben, die gerade groß genug ist, dass der Kopf hindurchpasst. Zusätzlich wurden die Öffnungen mit Klebeband abgeklebt um die Biene optimal zu fixieren. Dieses Einspannen erlaubte dem Tier, seinen Kopf samt der Antennen und Mundwerkzeuge frei zu bewegen.

Nach dem Einspannen wurden die Antennen erst mit einem Tropfen Wasser und dann mit den aufsteigenden Zuckerkonzentrationen 0,1%, 0,3%, 1%, 3%, 10% und 30% (w/w) in einem Abstand von 3min (=inter-trial interval) berührt. Aus der Reaktion der Biene auf die Lösung (PER=1, Abb. 9 oder keine PER=0, Abb. 10) konnte der Anteil an Tieren, die eine PER zeigten, berechnet werden. Im Anschluss wurde jedes Tier satt gefüttert. Dafür wurden jeder Biene so lange 50%iges Zuckerwasser in Tropfen von 5µl angeboten, bis sie keine Reaktion mehr auf das Futter zeigte (PER).

Jedes Tier wurde zweimal getestet: vor der Behandlung und 24h nach der Behandlung. Insgesamt wurden pro Testgruppe 100 Bienen getestet (20 Bienen pro Durchgang bei insgesamt 5 Durchgängen). Der Ablauf der PER ist zum besseren Verständnis nochmal grafisch dargestellt (Abb. 11).

Zwischen den beiden Abfragen (vor und nach Behandlung) wurden die Tiere aus den Röhrchen in Holzkästchen überführt, wo sie freien Zugang zu Futterteig und Wasser hatten. Diese Haltung war nötig, da die Tiere den Abstand von 24h bis zur nächsten Abfrage in den Röhrchen trotz regelmäßiger Fütterung zum großen Teil nicht überlebten und überlebende Tiere kaum noch Reaktionen zeigten.

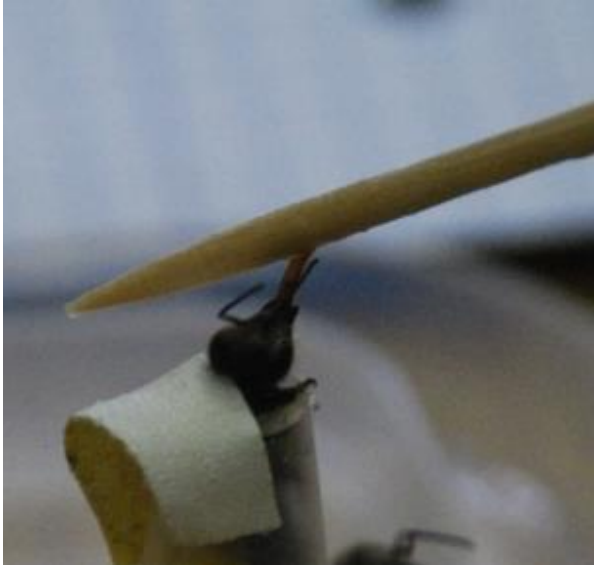


Abb. 9: PER auf Zuckerwasser



Abb. 10: Keine Reaktion auf Zuckerwasser

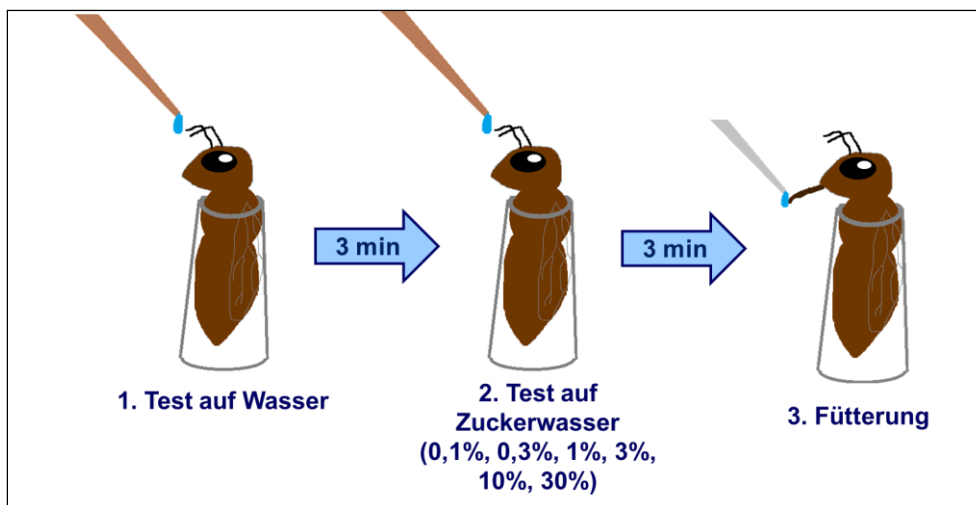


Abb. 11: Abfolge des Testdurchlaufs

Die Ergebnisse für die Empfindlichkeit auf Wasser und auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen wurden separat ausgewertet. Bienen die zuvor auf Wasser reagierten, fielen für die Auswertung der Empfindlichkeit auf Zuckerwasser raus.

II.6.3 Motorische Aktivität im Labor

Die motorische Aktivität der Biene kann mit Hilfe einer speziellen PVC Box erfasst werden, in der die Einzelbiene in einer vertikalen Stellung beobachtet werden kann. Dieser Test erlaubt Aussagen über die Bewegungsfähigkeit, Aktivität und Phototaxis der Bienen, spiegelt aber nicht das Flugverhalten der Tiere wieder. Für die Versuche dieser Arbeit wurde eine entsprechende Box aus Holz und Plexiglas nachkonstruiert (Abb. 12).

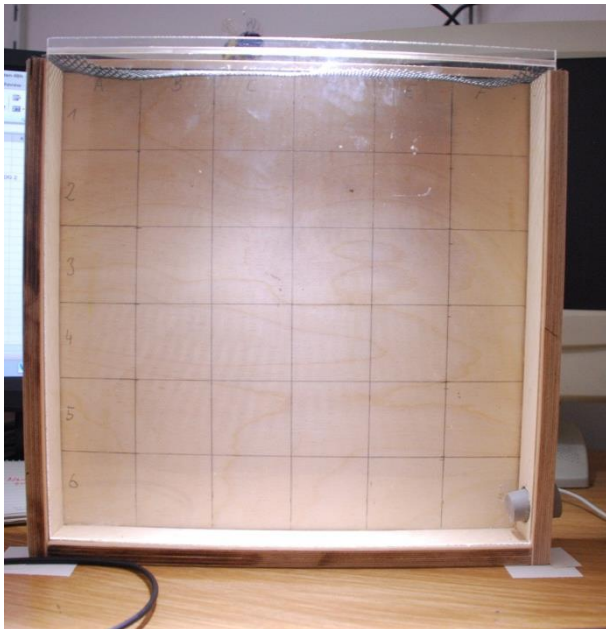


Abb. 12: Holzbox für Motorik Versuche

Da bei diesem Versuch auch Verhaltensweisen wie Putzverhalten eine Relevanz hatten, wurde zusätzlich zu den vier Behandlungsgruppen eine Referenzgruppe von Bienen untersucht, die keinerlei Applikation erhielt, da schon der Auftrag von Wasser genügen kann um ein gesteigertes Putzverhalten hervorzurufen. Pro Gruppe wurden insgesamt 40 Bienen getestet. Der Effekt der Substanzen wurde 5h, 24h, 48h und 72h nach Behandlung untersucht. Dafür wurden die Bienen bei der Behandlung mit Opalithplättchen individuell markiert und zum entsprechenden Zeitpunkt in die Box überführt. Die Box (Länge: 30cm, Höhe 30cm, Tiefe: 5cm) wurde vertikal aufgestellt und war von oben beleuchtet. Um optimalen Lichteinfall von oben zu gewährleisten, bestand der obere Teil nicht aus Glas, sondern aus einem dünnen flexiblen Plastikgitter. Durch die Plexiglasscheibe vorne an der Box konnten die Bienen

beobachtet werden. Der hintere Teil der Box war in 6 horizontale Level aufgeteilt von 5cm Höhe. Jeder Level wurde in Quadrate von 5x5cm unterteilt, so dass die gesamte Fläche aus 60 Quadraten bestand. Die Bienen wurden vom Kästchen mit der Pinzette zunächst in einen kleinen Glasbehälter überführt um sich kurz zu beruhigen. Anschließend konnten sie vom Behälter aus durch eine kleine Öffnung unten rechts an der Seite direkt in die Versuchsbox krabbeln (Abb. 13), wo sie für 3min beobachtet wurden. Dabei wurden alle 5 Sekunden die Position in der Box und das gerade gezeigte Verhalten sowie eventuelle Auffälligkeiten in der Bewegung (Taumeln, Lähmungserscheinungen etc.) aufgenommen. Anschließend wurden die Tiere durch Hochschieben der Plexiglasscheibe wieder aus der Box entfernt und in ein frisches Kästchen überführt.



Abb. 13: Überführung der Biene in die Versuchsbox

Folgende Verhaltensweisen konnten während des Versuches identifiziert und aufgenommen werden:

- *Fächeln*: Biene fächelt mit den Flügeln bei sonstiger Bewegungslosigkeit
- *Fliegen*: Biene fliegt in der Box hin und her
- *Laufen*: Biene läuft auf Holzuntergrund oder an Scheibe
- *Putzen*: Biene putzt sich
- *Nektarbearbeitung*: Biene regurgitiert Honigblaseninhalte und dickt diesen ein (Flüssigkeitstropfen am Proboscis sichtbar)
- *Nagen*: Biene nagt mit Mundwerkzeugen am Holzuntergrund
- *Träge*: Biene ist bewegungslos, keine erkennbare Aktivität

II.6.4 Schauvolk: Verhalten und Lebensdauer

II.6.4.1 Vorbereitung des Schauvolkes

Der Schaukasten für die Verhaltensbeobachtungen befand sich in einer Süd-Ostausrichtung zusammen mit den anderen Bienenvölkern auf dem Bienenstand im Botanischen Garten Berlin. Er umfasste zwei übereinander hängende Waben und ließ sich von beiden Seiten zum Beobachten öffnen (Abb. 14). Am 27.5.2014 wurde ein Schaukasten mit einer Königin und ca. 1500 Arbeiterinnen bestückt. Im oberen Teil wurde eine Wabe mit unverdeckeltem Nektar und in den unteren Teil eine Brutwabe mit Futterkranz eingehängt, die unverschlossene und verdeckelte Brut enthielt.

Durch ein Flugloch konnten die Bienen ausfliegen um zu Sammeln. Zusätzlich wurden die Tiere mit Futterteig (Nektapoll®, Heinrich Hammann GmbH & Co KG Hassloch) versorgt, der in ein dafür vorgesehenes Fach unter dem Dach des Stockes gegeben wurde.



Abb. 14: Beobachtungsstock geöffnet von der Seite (rechts) und frontal (links)

II.6.4.2 Rekrutieren der Jungbienen

Für die Verhaltensbeobachtungen wurden zwei Brutwaben aus einem Volk entfernt und im Labor im Brutschrank bei 34,5°C ausgebrütet. Jungbienen wurden jeweils morgens täglich zur selben Uhrzeit abgesammelt, in Holzkäfige überführt und mit pollenhaltigem Futterteig (Nektapoll®, Heinrich Hammann GmbH & Co KG Hassloch) und Trinkröhrchen mit Zuckerwasser (50% w/w) versorgt.

II.6.4.3 Vorversuch zur Mortalität der Jungbienen

Da Jungbienen empfindlicher auf Handling und Applikation von Substanzen reagieren, ist ein Vorversuch sinnvoll, in dem die Auswirkungen der Behandlung auf diese spezielle Altersgruppe unter Laborbedingungen überprüft werden.

Dafür wurden jeweils 30 Jungbienen im Alter von 1, 2, 3 oder 4 Tagen individuell mit 5µl OAG behandelt und in neue Käfige mit Futterteig und Zuckerwasserlösung in Trinkröhrchen überführt. Die Kontrollen erhielten Glycerin 45% (G) oder blieben unbehandelt (K). Der Totenfall wurde 24, 48 und 72 Stunden nach Behandlung aufgenommen und tote Tiere wurden entfernt. Der Versuch wurde insgesamt einmal wiederholt, so dass eine Gesamtzahl von 60 Tieren pro Behandlungsgruppe getestet wurde.

II.6.4.4 Markierung und Behandlung der Jungbienen für die Verhaltensbeobachtungen

Am 15.6.2014 schlüpften etwa 700 Tiere, die im Alter von 4 Tagen am 19.6.2014 behandelt wurden. Dieses Alter hatte sich im Vorversuch als das mit der geringsten Mortalität herausgestellt. Am Morgen wurden die Tiere individuell mit Opalithplättchen markiert (Abb. 15) und anschließend mit je 5µl OAG behandelt. Die Kontrollen erhielten Glycerin 45% (G) bzw. keine Behandlung (K). Die Tiere wurden zum Transport ins Schauvolk in Holzkästchen überführt und mit pollenhaltigem Futterteig versorgt. Da die Vorversuche einen erhöhten Totenfall bei behandelten Jungbienen gezeigt hatten, umfasste die Testgruppe (OAG) 150 Tiere, 50 Tiere mehr als in den Kontrollgruppen G und K. Dies sollte einen eventuellen Verlust der Jungbienen ausgleichen.

Am späten Nachmittag wurden die Tiere ins Schauvolk gesetzt. Da Bienen im Alter von 4 Tagen schon sehr gut fliegen können, mussten die Tiere kurz vor Einsatz mit Wasser besprüht werden, um einen Abflug beim Einsetzen zu vermeiden. Nach dem Einsatz wurden die Tiere im Volk noch für eine halbe Stunde beobachtet und herabgefallene oder aus dem Flugloch kriechende Versuchstiere eingesammelt und zurückgesetzt. Aggressives Verhalten der Stockbienen gegenüber den markierten Jungbienen wurde nur vereinzelt beobachtet.

Um den Totenfall über den Beobachtungszeitraum zu erfassen, wurde eine Plastikplane rund um den Beobachtungsstock ausgebracht. auf der tote Bienen gut zu erkennen waren.

Der zweite Versuchsdurchgang startete einen Monat später mit am 12.7.2014 geschlüpften Bienen, die ebenfalls im Alter von 4 Tagen am 16.7.2014 behandelt wurden.



Abb. 15: Markieren einer Biene mit Opalithplättchen

II.6.4.5 Verhaltensbeobachtungen

Die Verhaltensbeobachtungen starteten jeweils am Tag nach dem Einbringen ins Schauvolk: Am 20.6.2014 für den ersten und am 17.7. 2014 für den zweiten Durchgang. Die markierten Bienen im Schauvolk waren zu dieser Zeit 5 Tage alt.

Beobachtet wurde täglich über vier Stunden von 10 bis 14 Uhr. Die Vorgehensweise orientierte sich dabei an der Arbeit von Seeley (1982). Dafür wurde ein Raster aus 120 Quadraten mit einer Fläche von je 4x4cm auf die Glasscheiben jeder Seite des Schaukastens aufgebracht. Die Quadrate wurden durchgehend mit den Zahlen von 1-240 nummeriert. Für jeden Beobachtungstag wurde eine Liste aus Zufallszahlen (mit Wiederholung) von 1-240 in Excel® (Microsoft Office 2013) generiert. Die zu den Zahlen auf der Liste gehörigen Quadrate wurden dann nacheinander beobachtet und die in ihnen vorhandenen Bienen und ihr gezeigtes Verhalten protokolliert. Während diesen Beobachtungen war dem Beobachter die Zugehörigkeit der Versuchstiere zu den jeweiligen Behandlungsgruppen nicht erkenntlich. Täglich wurden bis zu 500 Quadrate beobachtet, was im Schnitt 505 Bienen am Tag (± 105) entsprach.

Die Kategorisierung der Verhaltensweisen (Tab. 3) orientierte sich am Verhaltenskatalog vom COLOSS BEEBOOK: behavioural studies (Scheiner et al., 2013).

Tab. 3: Im Versuch beobachtete Verhaltensweisen und ihre Definition

<i>Verhalten</i>	<i>Beschreibung</i>
Zellputz	Entfernen von Schmutzpartikeln aus leeren Brutzellen, Reinigen der Zellwände. Findet in leeren Zellen im Brutnestbereich statt
Brutpflege	Füttern von Larven (Kopf der Bienen für mehr als 1min in Brutzelle)
Fächeln	Im Nest oder am Eingangsbereich des Volkes im Stand mit den Flügeln schlagen
Futterverarbeitung	Kopf der Biene in einer Nektar- oder Pollenzelle, Honigerhalt im Eingangsbereich
Putzen einer Nestgenossin	Biene putzt Körperteile einer Nestgenossin mit ihren Mandibeln
Selbstputzen	Biene putzt eigene Körperteile mit ihren Mandibeln oder Beinen
Zellinspektion	Vorderer Teil des Kopfes für kurze Zeit in leerer Zelle
Nestbau	Manipulation vom Wachs der Zellen (keine Wachsdeckel), Neubau von Zellen
Laufen	Biene läuft im Nest umher
Träge	Biene sitzt auf oder hängt an der Wabe oder anderen Nestgenossen
Deckel-Nagen	Trimmen oder Glätten von Deckeln von Wachs- oder Honigzellen oder das Verdeckeln dieser
Trophallaxis	Futteraustausch (nicht im Eingangsbereich): Futterabnehmer streckt Rüssel Richtung der Mundwerkzeuge des Futtergebers, Futtergeber öffnet Mundwerkzeuge, streckt den Rüssel heraus und regurgitiert einen Tropfen Nektar, der abgenommenen wird
Inspektion Brut	Kopf der Biene kürzer als 1min in Brutzelle
Tanzen	Biene tanzt auf der Wabe mit oder ohne Pollen
Nachtanzen	Biene tanzt einer anderen Biene nach

Neben dem Verhalten wurde auch der Aufenthaltsbereich der einzelnen Bienen im Volk aufgenommen. Dafür wurde jedes der 240 Quadrate dem Randbereich, Honig- oder Brutraum zugeordnet, je nachdem ob sich darin vermehrt Brut-, Honig-, oder leere noch unbenutzte bzw. neu ausgebaute Zellen befanden (Abb. 16). Die Organisation auf den Waben bzw. die Orte wo die Bienen Honig einlagerten und Brut hochzogen, änderten sich während der Beobachtungszeit kaum, so dass die Zugehörigkeit der Quadrate für den gesamten Versuch gleich blieb.

Für jeden Beobachtungstag wurden die Temperatur und das Wetter direkt vor Ort erfasst. Zudem wurde der Anfangsverlust der Bienen berechnet, also der Anteil, der nach dem Einsatz ins Schauvolk verloren ging.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Wabe 1	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60		181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70		Wabe 2	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80			201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90			211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100			221	222	223	224	225	226	227	228	229	230
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	231		232	233	234	235	236	237	238	239	240	
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121		122	123	124	125	126	127	128	129	130	
Seite A										Seite B											
Honigbereich																					
Brutnest Bereich																					
Randbereich																					

Abb. 16: Schematische Darstellung der Nestbereichzuordnung Honigraum, Brutnest oder Randbereich für die einzelnen Quadrate der Positionsraster für beide Seiten (A und B) im Schauvolk (dickere schwarze Linie markiert Wabenumriss der Waben 1 und 2)

II.6.4.6 Erfassen der Lebensdauer

Um die Lebensdauer unter volksähnlichen Bedingungen zu untersuchen, wurde für jede Biene im Schauvolk neben ihrem Verhalten auch ihr Todeszeitpunkt erfasst. Dieser galt als einen Tag nach dem Tag, an dem die Biene das letzte Mal beobachtet wurde.

Parallel dazu wurde die Lebensdauer auch unter Laborbedingungen aufgenommen. Dafür wurden je 100 Jungbienen im Alter von 4 Tagen behandelt (OAS, OAG, G oder K), in Holzkäfige überführt (50 Bienen pro Kästchen) und mit pollenhaltigem Futterteig und Zuckerwasserröhrchen versorgt. Der Bientotenfall wurde täglich aufgenommen und tote Tiere wurden entfernt. Die Datenaufnahme lief so lange, bis die letzte Biene im Kästchen gestorben war.

II.6.5 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation

II.6.5.1 Beschreibung und Installation des eingesetzten Radiofrequenz-Identifikation (RFID) Systems

Für diesen Versuch wurden Daten über das Aus- und Heimflugverhalten von behandelten Bienen mit Hilfe zweier Lesegeräte (iID MAJA Reader) und einem HOST Computer (iID HOST Computer) aufgenommen und gespeichert. Dafür muss jede Biene im Voraus mit Transpondern, so genannten tags (mic3 RFID Transponder) ausgestattet werden. Diese können vom Lesegerät, welches über eine Antenne und eine Echtzeit Uhr verfügt, ausgelesen werden. Wenn eine markierte Biene das Lesegerät passiert, wird die Unique Identification (UID)-Nummer ihres tags ausgelesen und mit dem korrespondierenden Zeitpunkt an den HOST Computer gesendet. Dafür müssen die Bienen durch einen kleinen Tunnel, der die Form eines gestreckten Sechsecks von 14mm Breite und 6mm Höhe hat (Abb. 17). Dieses spezielle Design wurde mit der Universität Würzburg entwickelt und gewährleistet eine hohe Auslesewahrscheinlichkeit der tags auf den Bienen, da sie verhindert, dass die Tiere seitlich durch den Tunnel laufen und so nicht vom Lesegerät erfasst werden.

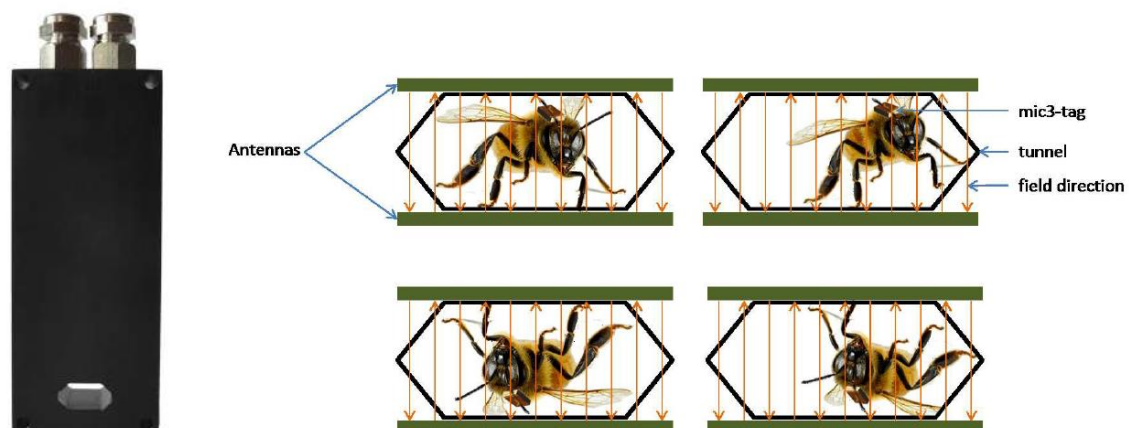


Abb. 17: Lesegerät MAJA reader module 4.1 und Tunnelform (©2012 microsensys)

Für diesen Versuch wurden zwei Lesegeräte verwendet und so vor das Flugloch des Versuchsvolkes angebracht, dass sie im Abstand von 3 cm hintereinander standen. Durch diese Anordnung war es möglich zu erfassen, in welcher Richtung (Ausfliegend oder Heimkommend) die Biene die Lesegeräte passiert. Die Lesegeräte waren dafür mit einem P-CAN bus Kabel untereinander und mit den HOST Computer verbunden (Abb. 18).

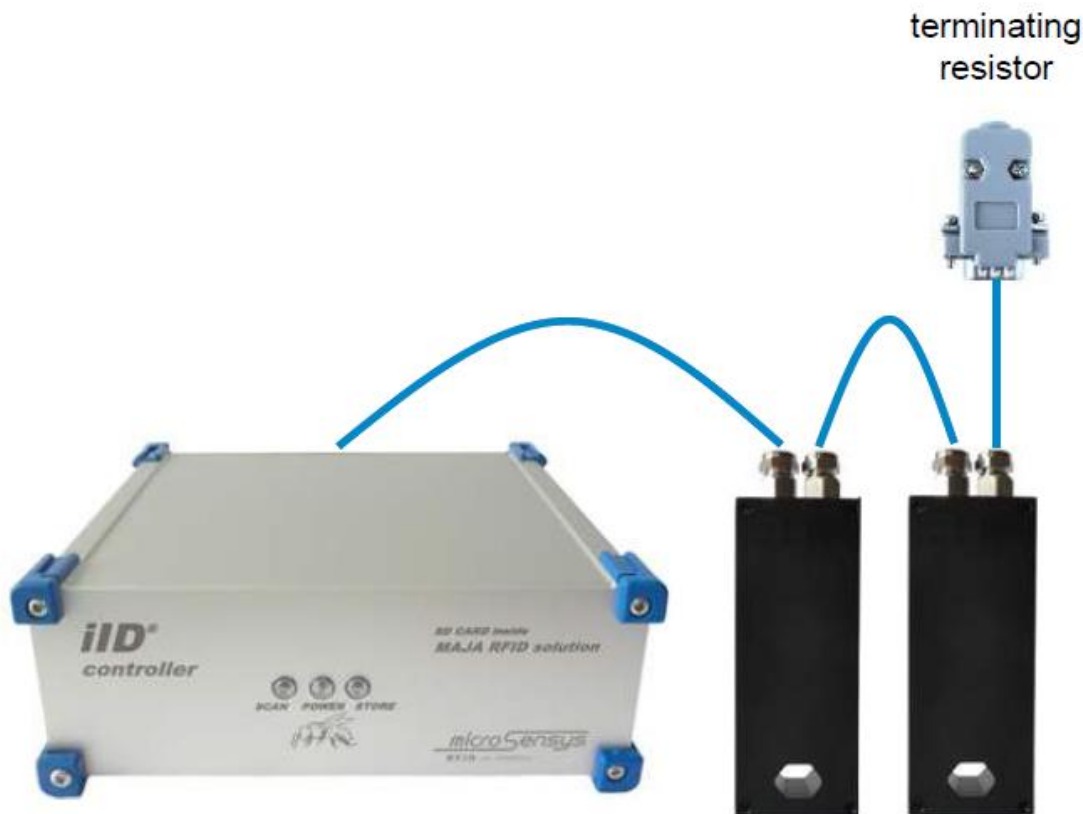


Abb. 18: Verbindung der Lesegeräte zu HOST Computer (verändert nach ©2012 microsensys)

Die im Versuch gesammelten Daten wurden auf einer SD CARD im Host Computer gespeichert. Für das Auslesen der Daten wurde eine Laptop über ein Netzwirkkabel direkt mit dem HOST verbunden. Dabei fand jedes Mal auch eine Synchronisation beider Geräte statt, so dass Datum um Uhrzeit der inneren Uhr im HOST aktualisiert bzw. gegebenenfalls angepasst wurden. Das Auslesen fand ein- bis zweimal die Woche vor Ort statt. Abb. 19 zeigt ein Beispiel für die ausgelesenen Daten (UTC time, UID-nummer des tags und Adresse des Lesegerätes), die als xml-file wiedergegeben werden.

```

Maja_2014-08-08_10-10-21 - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
@namespace html url(http://www.w3.org/1999/xhtml); :root {
}
.collapse:before { content: '-';
}
<Datasets>

<Information>
<UTCTime_Creation>8/8/2014 10:10:21 AM</UTCTime_Creation>
<Company>MICROSENSYS</Company>
<Program_Version>MajaIV, Version=4.2.0.0,
Culture=neutral-4.2.0.0</Program_Version>
</Information>

<Dataset>
<UTCTime>08/08/2014 10:10:21.225</UTCTime>
<Reader ID>49692</Reader ID>
<Address>1</Address>
<UID>EA 94 52 01 0B 00 12 E0</UID>
<ScanCount>1</ScanCount>
<Type>177</Type>
</Dataset>

<Dataset>
<UTCTime>08/08/2014 10:10:21.541</UTCTime>
<Reader ID>49692</Reader ID>
<Address>1</Address>
<UID>EA 94 52 01 0B 00 12 E0</UID>
<ScanCount>1</ScanCount>
<Type>177</Type>
</Dataset>

```

Abb. 19: Ausschnitt aus den aufgenommenen Flugdaten der xml-Datei (relevante Daten wurden farbig markiert: Roter Kasten=Datensatz eines Ablese-Ereignis, blau=Datum, rot=Uhrzeit, gelb=Adresse des Lesegerätes 1, grün=unique identification number des tags)

Tab. 4 gibt einen Überblick über die im Versuch eingesetzten Komponenten der mic3® Technologie und ihrer Funktion.

Tab. 4: Komponenten der mic3® Technologie von microsensys und ihre Funktion. *Geräte wurden von der microsensys GmbH als Leihgabe kostenlos zur Verfügung gestellt

<i>Anzahl</i>	<i>Name</i>	<i>Funktion</i>	<i>Daten</i>
200	mic3® RFID Transponder	Transponder (tags) zum Markieren der Versuchstiere	<ul style="list-style-type: none"> - System iID®-2000 - Frequenz 13.56Mhz - Read Write Transponder - Größe 2 x 1,7 x 0,5 mm - Memory 16kbit E²PROM
1	iID® PEN USB mini*	Auslesegerät, um die Transponder im Voraus manuell auszulesen	<ul style="list-style-type: none"> - RFID pen read/write unit - System 13.56mHz - Interface USB 1.1
1	iID® driver engine + „RFID Demo Soft“**	CD mit Software von microsensys	<ul style="list-style-type: none"> - Treiber Software für die Installation des USB PEN mini - Software zum manuellen Einlesen der tags
1	iID® HOST Typ MAJA 4.1.*	HOST Computer zur stationären Aufnahme der Daten am Volk	<ul style="list-style-type: none"> - Interfaces USB-host, USB-client, SD-Card, P-CAN - Support for up to 8 MAJA reader modules - Basic operating system Windows CE net 6.0 - Power supply 12V, 1A
2	MAJA Reader Module 4.1	Lesegeräte zum Auslesen der tags auf den Bienen am Stockeingang	<ul style="list-style-type: none"> - Größe 90 x 37 x 21,5 mm, - scanning Tunnel ungefähr 7 x 14mm im Durchmesser und 21,5 mm lang

II.6.5.2 Vorbereitung des Volkes

Vor dem Versuch wurde ein kleines Volk mit den Lesegeräten präpariert. Um die mit Sendern markierten Bienen bei ihren Aus- und Heimflügen erfassen zu können, muss sichergestellt werden, dass alle ausfliegenden Bienen das Volk nur über die Tunnel der Lesegeräte verlassen können. Die Installation sollte einige Tage vor Versuchsbeginn angebracht werden, damit sich die Bienen im Volk an die Situation gewöhnen können und lernen durch die Tunnel wieder ins Volk zu finden.

Vor dem Versuchsstart wurden die Lesegeräte im Eingangsbereich einer Styroporbeuten-Zarge angebracht. Dafür wurden zwei kleine Löcher in eine Plexiglasscheibe (10,7 x 9 cm) gefräst und diese mit kleinen Nägeln in der Mitte des Flugschlitzes wie ein Flugbrett auf dem Zargenboden befestigt. Um den Bienen das Wiederfinden des neu gestalteten Stockeinganges zu erleichtern, wurde das „Flugbrett“ mit gelben Klebeband markiert. Die Lesegeräte wurden auf der Plexiglasscheibe befestigt: Das erste direkt vor den Flugschlitz, dicht an die Wand der

Zarge und das zweite Lesegerät davor mit 3cm Abstand zum ersten. Die Tunnel beider Lesegeräte wurden durch einen kleinen Drahtkäfig als Übergang (2cm hoch, 4cm breit) miteinander verbunden (Abb. 20). Damit ausfliegende Bienen den Stock nur über die Tunnel der Lesegeräte verlassen konnten, wurde der Rest des Flugschlitzes mit Zeitungspapier verstopft und mit Panzertape gegen Regen überklebt. Auch die Lesegeräte wurden zusätzlich mit kleinen Überzügen aus Plastiktüten vor eindringendem Wasser gesichert. Die so präparierte Zarge wurde auf den Bienenstand aufgestellt und mit einem kleinen Volk (ca. 6000 Arbeiterinnen) bestückt.

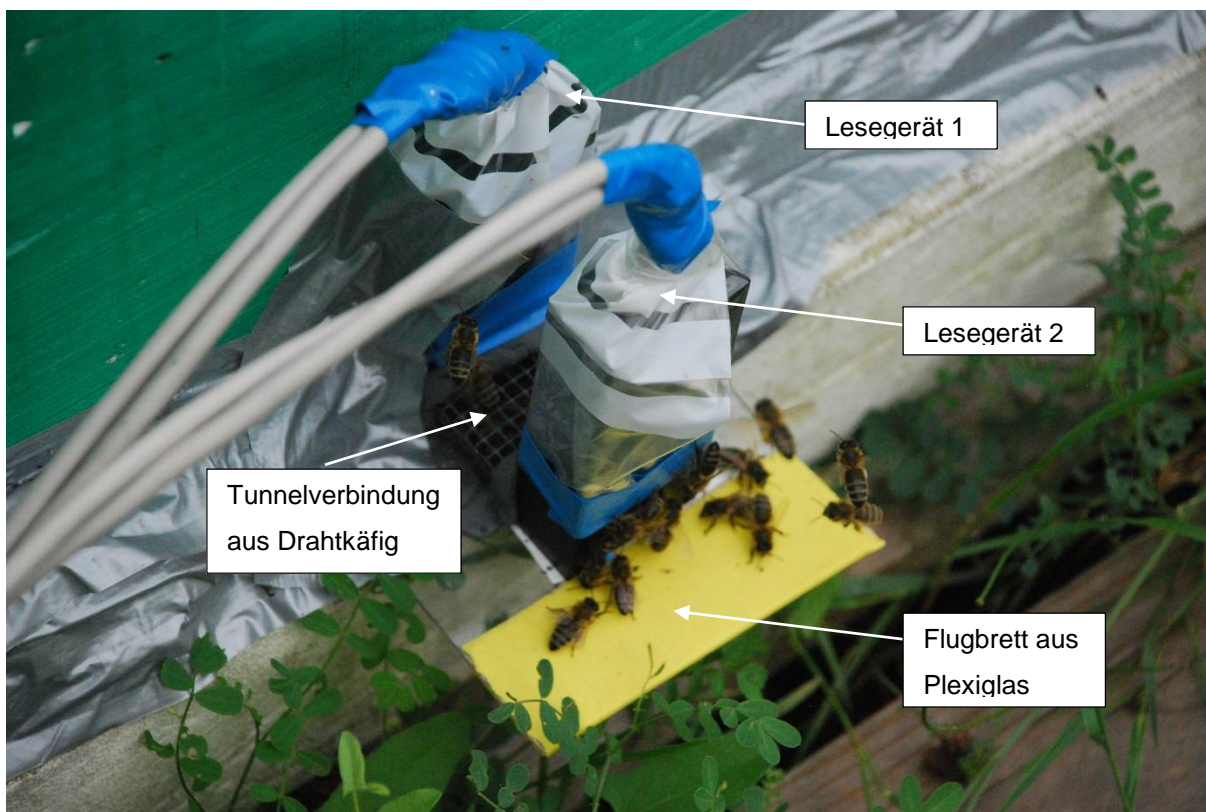


Abb. 20: Installation der Lesegeräte vor dem Stockeingang des Versuchvolkes

Das Aufzeichnungsgerät wurde in einer leeren Beute direkt neben dem Versuchsvolk aufbewahrt. Die Kabelverbindung zu den Lesegeräten sowie die Stromverbindung wurden durch den Flugschlitz der Leerbeute gelegt (Abb. 21).



Abb. 21: Verbindung der Lesegeräte zum HOST Computer in nebenstehender Leerbeute

II.6.5.3 Einlesen der Tags

Bevor das Flugverhalten von Bienen mit dem MAJA Lesegeräten erfasst werden kann, müssen die mic3®tags initialisiert und die Daten im Voraus auf einer Datenbank gespeichert werden. Mit dem USB PEN mini und der RFID Demo Soft-Software kann die sogenannte globally unique number (UID), die auf den tags gespeichert ist, ausgelesen werden. Pro Testgruppe wurden tags für 25 Bienen vorbereitet, so dass pro Versuchsdurchgang 100 tags zum Einsatz kamen.

II.6.5.4 Rekrutieren der Versuchstiere

Auch für diesen Versuch war es wichtig, dass alle Versuchstiere das gleiche Alter hatten, damit sie gleichzeitig mit ihren ersten Ausflügen beginnen. Da in den Verhaltensbeobachtungen hohe Verluste von vier Tage alten Jungbienen in der OAG Gruppe auftraten, wurde für diesen Versuch ein Behandlungsalter von 10 Tagen gewählt. Vorversuche hatten ergeben, dass zehn Tage alte im Labor aufgewachsene Bienen auf eine Behandlung sehr viel empfindlicher reagierten, als Bienen, die nach ihrem Schlupf markiert, zurück ins Volk gebracht und mit zehn Tagen wieder ins Labor transportiert und behandelt wurden. Diese Vorgehensweise ist nur dann möglich, wenn die für den Versuch benötigte Anzahl der Bienen nicht zu hoch ist, da man mit einem hohen Verlust der markierten Bienen bis zum Alter von 10 Tagen rechnen muss. In einer Studie von Van der Steen et al. (2012) betrug der Verlust an Jungbienen im Volk unter natürlichen Bedingungen in den ersten zwei Wochen über 70%.

Da für diesen Versuch pro Durchgang 100 Bienen benötigt wurden, bot sich diese Vorgehensweise daher an.

Dafür wurden zwei Brutwaben kurz vor Schlupf im Labor im Brutschrank bei 34,5°C ausgebrütet, bis eine ausreichend große Zahl an Jungtieren zur selben Zeit schlüpfte. Die Tiere (n=500) wurden am Abdomen farbig markiert und noch am selben Tag zurück in das Versuchsvolk gesetzt.

Nach 10 Tagen konnte ein Teil der Bienen wiedergefunden werden. Dafür wurde aus dem Volk jede Wabe einzeln gezogen und die auf ihr befindlichen Versuchstiere mit einer Pinzette vorsichtig abgesammelt und für den Transport ins Labor in einen Holzkäfig überführt (Abb. 22).



Abb. 22: Absammeln der 10 Tage alten blau markierten Bienen zum Transport ins Labor

II.6.5.5 Behandlung der Versuchstiere und Anbringen der Sender

Das Anbringen der Sender erfolgte nach dem gleichen Prinzip, wie das Anbringen von Opalithplättchen zum Markieren auf dem Thorax der Tiere (Abb. 23). Dabei muss darauf geachtet werden, dass die die Seite, die ausgelesen werden soll, auch nach oben zeigt. Das Aufkleben erfolgte mit Kleber aus einem Markierungs-Set für Königinnen aus dem Imkereifachhandel. Die Bienen verblieben noch wenige Minuten im Plastikröhrchen fixiert, bis die Sender fest angetrocknet waren. Anschließend wurden die Bienen je nach Zugehörigkeit ihrer Gruppe (OAS, OAG, G oder K) behandelt. Pro Gruppe wurden jeweils 25 Tiere mit Sendern markiert und behandelt und umgehend wieder ins Versuchsvolk gesetzt.



Abb. 23: RFID tag auf dem Thorax der Biene

Die Datenaufnahme des ersten Durchgangs begann am 9.8.2014, die des zweiten am 12.8.2014 und endete mit dem Einlesen der letzten Daten der letzten überlebenden Biene am 10.9.2014.

II.6.5.6 Ermittelte Parameter:

Für jede Biene wurden die Ausflugs- und Ankunftszeiten aufgenommen und daraus folgende Parameter ermittelt:

Flugdauer: Zeit, die die Bienen einer Gruppe pro Tag durchschnittlich für die Ausflüge brauchten

Fluganzahl: Durchschnittliche Zahl der Flüge die die Bienen einer Gruppe pro Tag ausführten

Anteil Flugbienen: Anteil der Bienen einer Gruppe, die Ausflüge tätigten

Ausflugrate: Flugereignisse der Bienen einer Gruppe pro Tag in Relation zur Anzahl von Bienen im Volk (Flugaktivität = 1: jedes Tier fliegt im Schnitt einmal aus, <1: jede Biene fliegt im Schnitt mehr als einmal aus, >1: jede Biene fliegt im Schnitt weniger als einmal aus)

Verlorene Bienen: Anteil der Bienen einer Gruppe, die während des Versuchszeitraumes verloren gingen. Als verloren galten Bienen, die am Tag mindestens schon einen Sammelausflug getätigt hatten und dann nach dem nächsten Ausflug nicht mehr zurückkehrten. Somit konnte weitgehend ausgeschlossen werden, dass im Volk gestorbene Bienen, die beim heraustragen gescannt wurden, als verloren gewertet werden.

Lebensdauer: Anzahl der Tage, an denen Bienen vom Scanner erfasst wurden. Der Todestag wurde als der Tag definiert, an dem die Biene das letzte Mal vom Lesegerät erfasst wurde.

II.6.6 Rückstände der Oxalsäure auf der Einzelbiene und Verteilung im Volk

Für die Rückstandsanalysen der Bienen im Labor wurden pro Gruppe und Zeitintervall 60 Bienen dermal mit Oxalsäure in Zuckerwasser bzw. Glycerin behandelt. Die Kontrollen blieben unbehandelt. Die Tiere wurden danach in 30iger Gruppen in Käfigen mit Wasser und Futter

ad libitum gehalten. Nach jeweils 5, 24, 48 und 72h wurden die Tiere einzeln in Eppendorfgläser überführt und eingefroren. Zusätzlich zu den Zeitintervallen 5 bis 72h, wurden jeweils 10 Bienen 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 und 14 Tage nach Behandlung untersucht. Dieser geringere Stichprobenumfang ergibt sich aus den Haltungsbedingungen im Labor. Um fitte Tiere und damit aussagekräftige Ergebnisse für die Untersuchungen zu erlangen, müssen über doppelt so viel Tiere behandelt werden, damit nach 14 Tagen noch genug vitale Bienen zur Untersuchung übrig bleiben.

Zudem wurden sogenannte „Null-Proben“ angefertigt. Hierfür wurden bereits tote Bienen mit der gleichen Applikationsmenge (5µl) OAS bzw. OAG behandelt, um eventuelle Verluste der Oxalsäure, die allein schon beim Aufträufeln und beim Auftrocknen entstehen könnten, zu berücksichtigen. Zusätzlich galten diese Proben als Anhaltspunkt für die optische Einschätzung der Rückstände auf der Oberfläche der Bienen.

Für die Rückstandsanalysen der Bienen im Volk wurden zwei kleinere Bienenvölker (auf einer Zarge mit ca. 7000 Bienen) mit Oxuvar® oder OAG behandelt. Hierbei wurden 30ml der Lösung von oben in die Wabengassen geträufelt. Die Entnahme der Bienenproben erfolgte nach 24, 48, und 72h sowie nach 7 und 14 Tagen. Dafür wurden jeweils 60 Bienen mit einer Pinzette aus dem Volk entnommen und tiefgekühlt.

II.6.6.1 Optische Erfassung der Rückstände auf der Körperoberfläche der Einzelbiene

Bei der optischen Analyse wurde die gesamte Körperoberfläche der Tiere auf eventuelle Rückstände der Oxalsäure untersucht. Diese bildet beim Trocknen kleine weißliche Kristalle. Sowohl der Ort der Ablagerungen als auch ihre Quantität wurden dabei erfasst. Folgende Körperteile wurden differenziert: Kopf und Thorax, Abdomen, 1., 2. und 3. Beinpaar. Die Beurteilung der Rückstandsmenge erfolgte durch eine Rangskala von 0-4, wobei 0 keine und 4 die Höchstmenge an Rückständen darstellte, die optisch erfasst werden konnten.

Anschließend erfolgte die chemische Analyse der Rückstände über eine Enzymreaktion mit Oxalsäure-Kits.

II.6.6.2 Quantitative Erfassung der Rückstände mit dem Oxalsäure-Kit Enzytec™

Mit dem Enzym-Kit „Enzytec™ Oxalic acid“ (R-Biopharm AG, Code No. E2100) können Spuren von Oxalsäure in Wein, Bier und Lebensmitteln nachgewiesen werden. Im LAVES – Institut für Bienenkunde in Celle wird das Enzym-Kit auch zum Nachweis von Oxalsäure in Honigproben eingesetzt. Die Analysemethode ist sehr genau und kann auch Mengen in sehr niedrigen Bereichen von bis zu 1,5mg/l nachweisen.

Nachweisprinzip (nach Produktblatt Enzytec™ Oxalic acid, R-Biopharm AG):

Das Enzym Oxalat Oxydase oxidiert Oxalate zu Kohlenstoffdioxid und Wasserstoffperoxid, welches in Anwesenheit von Peroxydase (POD) mit 3-Methyl-2-Benzothiazolinon Hydrazon (MBTH) und 3-Dimethylamino Benzoessäure (DMAB) eine blaue Chinon Verbindung bildet. Die Farbintensität der Lösung verhält sich dabei proportional zu der Konzentration der in der Probe enthaltenen Oxalate (Abb. 24):

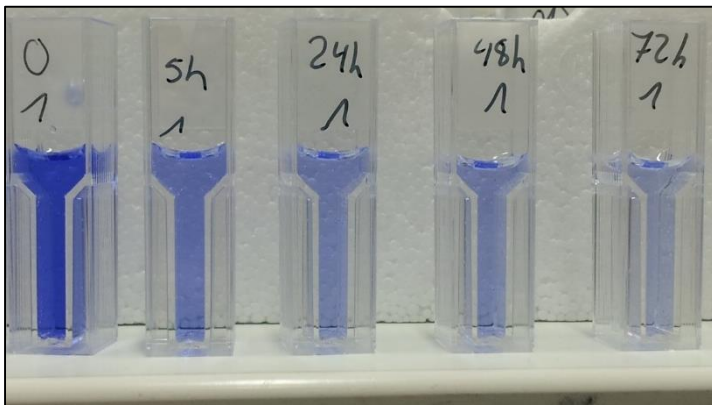
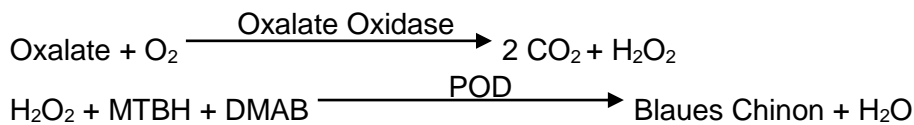


Abb. 24: Blaufärbung durch Enzymzugabe in den Proben

Untersuchungsvorgaben (nach Produktblatt Enzytec™ Oxalic acid, R-Biopharm AG):

Die Blaufärbung der Lösung kann mit einem Photometer gemessen werden:

- Wellenlänge: 590 nm (570-620nm)
- Lichtpfad: 1.00 cm (Glas, Plastik)
- Temperatur: 37°C
- Methode: end-point
- Reaktion: 15 Minuten
- Messung: gegen Luft oder Wasser
- Linearität (Nachweisgrenze): bis zu 90mg/L
- Verhältnis Probe/Reagens: 1/20/2

Reagenzien (nach Produktblatt Enzytec™ Oxalic acid, R-Biopharm AG)

Im Enzym-Kit werden folgende Reagenzien mitgeliefert:

- Reagens 1, Puffer 1 x 20 ml

Reagens 2, ein Glas gefriergetrocknete Oxalat Oxidase. Vor Gebrauch Zugabe von 2ml Wasser nötig (gelöst 30 Tage bei 2-8°C haltbar).

Standard, 1 x 5ml standardisierte Oxalsäurelösung (45mg/L)

Aufbereitung der Proben:

Zur Aufbereitung für die chemische Analyse wurden die im Labor sowie die im Volk behandelten Bienen nach der optischen Analyse einzeln in Eppendorfgefäße überführt, tiefgefroren und bei ca. -18°C gelagert. Um alle Rückstände der Oxalsäure auf der Oberfläche der Tiere zu lösen, wurden zu jeder Biene jeweils 1ml Aqua dest. hinzu pipettiert. Die Proben wurden zur besseren Vermischung und Ablösung eventueller Rückstände von der Körperoberfläche der Bienen kurz gevortext und anschließend für 30min bei 37°C erwärmt. Die „Waschlösung“ wurde ab pipettiert und durch einen Spritzenfilter (Roth Rotilabo® Spritzenfilter 25mm, Karlsruhe, Germany) filtriert, um größere Rückstände wie Pollen oder Staub zu entfernen. Da mit den Oxalsäurekits nur eine begrenzte Zahl von Proben analysiert werden kann, wurden die Proben von jeweils 10 Bienen gepoolt. Tabelle 5 gibt eine Übersicht über den Umfang der analysierten Bienenproben aus Labor und Volk.

Tabelle 5: Umfang der Bienenproben für die Rückstandsanalyse mit dem Enzym-Kit

<i>Entnahme aus</i>	<i>Zeitpunkt nach Behandlung</i>	<i>Anzahl behandelter Tiere</i>	<i>Anzahl aufbereiteter Proben</i>
Labor	0-Wert	30	3
	5 Stunden	30	3
	24 Stunden	30	3
	48 Stunden	30	3
	72 Stunden	30	3
	4 Tage	10	1
	5 Tage	10	1
	6 Tage	10	1

	7 Tage	10	1
	14 Tage	10	1
	Kontrollen	30	3
	24 Stunden	30	3
	48 Stunden	30	3
Volk	72 Stunden	30	3
	7 Tage	30	3
	14 Tage	30	3

Für die Rückstandsanalysen am Beutenmaterial aus dem Bienenvolk wurden 2011 insgesamt 10 Völker mit Oxuvar® und 2014 insgesamt 10 Völker mit OAG behandelt. Die Probenentnahme erfolgte fünf Wochen nach der Behandlung. Dabei wurden von jedem Volk Holz und Wachs von den Rähmchenoberträgern entfernt und anschließend tiefgekühlt (Abb. 25).

Die Aufbereitung der Proben erfolgte ähnlich wie bei den Einzelbienen. Dafür wurden von jeder Probe 200mg Material in Eppendorfgefäßen abgewogen. Wie bei den Bienenproben wurden jeweils 1 ml Aqua dest. hinzu pipettiert und zur besseren Vermischung und Ablösung eventueller Rückstände auf dem Material kurz gevortext und anschließend für 30min bei 37°C erwärmt. Die „Waschlösung“ war im Allgemeinen relativ klar und konnte direkt für die Analyse verwendet werden.



Abb. 25: Holz und Wachsproben von Rähmchenoberträgern aus dem Bienenvolk

Messprozedur:

Für die Oxalsäurebestimmung wurden jeweils 50µl der jeweiligen Probe mit 1ml Pufferlösung versetzt und 5 Minuten bei 37°C inkubiert. Die anschließende Messung im Photometer (Biophotometer, Eppendorf, No. 6131 05129) erfolgte zunächst vor der Zugabe des Enzyms (Absorptionsmessung A_1) bei einer Wellenlänge von 600nm (OD600). Dabei wurden neben den Proben auch ein so genannter Blank (Reagenz ohne Oxalate, RB) und ein Standard (Lösung mit 45mg/L Oxalat) angesetzt.

Nach der ersten Messung wurden zu jeder Probe jeweils 100µl des gelösten Enzyms (Reagens 2) gegeben. Nach einer Inkubationszeit von 35 Minuten bei 37°C fand die zweite Absorptionsmessung der Blaufärbung statt (A_2). Tabelle 6 gibt eine Übersicht über die

Messprozedur. Die Mengenangaben in der Tabelle orientieren sich dabei an den Mengenangaben aus dem Produktzettel des Enzym-Kits (Enzytec™ Oxalic acid, R-Biopharm AG). Da das Volumen der Küvetten nur 1,6ml betrug, wurden die zu pipettierenden Volumenangaben halbiert. Eine proportionale Veränderung des Reaktionsvolumens soll dabei laut Hersteller keinen Einfluss auf die Ergebnisse haben.

Tabelle 6: Messprozedur bei der Bestimmung von Oxalsäure mit dem Enzym-Kit

<i>Reagenzien</i>			
Reagenz 1 (Puffer)			gebrauchsfertig
Reagenz 2 (Enzym)		2ml Aqua dest. zufügen und lösen	
Standard (Standard)			gebrauchsfertig
<i>Pipettierschema</i>			
In Küvette pipettieren	Reagenz Blank (RB)	Standard	Proben
Reagenz 1	1000µl	1000µl	1000µl
Aqua dest	50µl	-	-
Standard Kit	-	500µl	-
Probe	-	-	50µl
Sorgfältig mischen, 5 Minuten bei 37°C inkubieren, Absorption A ₁ messen, dann zufügen:			
Reagenz 2	200µl	200µl	200µl
Sorgfältig mischen, 35 Minuten bei 37°C inkubieren, Absorption A ₂ messen			

Kalkulation der Rückstandsmengen (nach Produktblatt Enzytec™ Oxalic acid, R-Biopharm AG)

Für die Umrechnung der gemessenen Absorptionen A₁ und A₂ werden folgende Formeln angegeben:

$$\Delta A = (A_2 - df \times A_1)_{\text{Probe oder Standard}} - (A_2 - df \times A_1)_{\text{RB}}$$

df= dilution factor; Verdünnungsfaktor = 0.913

Für die Konzentration (C) gilt:

$$C_{\text{Probe}} [\text{mg/l}] = C_{\text{Standard}} [\text{mg/L}] / \Delta A_{\text{Standard}} \times \Delta A$$

Da die Konzentration vom Standard 45 mg/L beträgt, ergibt sich folgende Umrechnungsformel:

$$C_{\text{Probe}} [\text{mg/L}] = (\Delta A_{\text{Probe}} / \Delta A_{\text{Standard}}) \times 45$$

II.6.6.3 Visualisierung der Verteilung im Volk durch Macro-Computertomographie

Mit Hilfe der Computer Tomographie können die inneren Strukturen des Bienenvolkes sichtbar gemacht werden (Greco, 2010). Die Lösungen Oxalsäuredihydrat in Zuckerwasser bzw. in Glycerin 45% wurden vor Ort mit dem Kontrastmittel Unilux (Iopamidol, 370mg Iod/ml) kombiniert (25ml Lösung + 4ml Unilux) und in jeweils ein Volk (4000-5000 Arbeiterinnen) aufgeträufelt. Die Untersuchungen im Macro-CT Scanner (Xvision, Toshiba) fanden in der Tierärztlichen Klinik für Pferde in Seeburg (Engelsfelde 1a, 14624 Dallgow/OT Seeburg) statt (Abb. 26). Dabei wurde eine helikale Scanner Distanz von 250mm gewählt, um sicher zu stellen, dass das Volk komplett vom Scanner erfasst wurde. Die CT-Bilder wurden mit einer Schnittdicke von 2mm rekonstruiert. Alle weiteren technischen Daten sind in Tabelle 7 zusammengefasst.



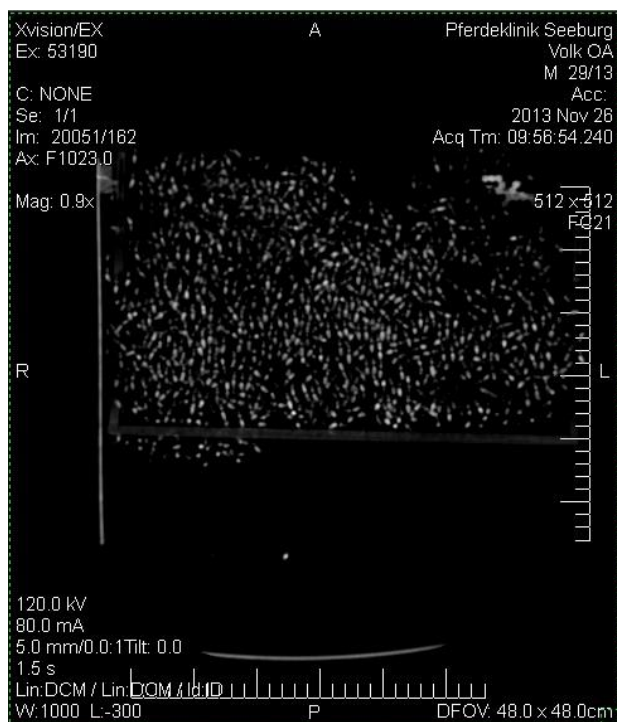
Abb. 26: Volk im Macro-CT

Tabelle 7: Einstellungen und technische Daten für das Scannen der Bienenvölker im CT

<i>Parameter</i>	<i>Einstellung</i>
Schnittdicke (Slice thickness)	2mm

Abstand (Pitch)	2,5
Helix	250mm
Strahlung (Peak X ray voltage)	120kV
Röhrenstromstärke (X ray tube current)	80mA
Gesamtzeit des Scans (Total scan time)	75s
Matrix	512x512
Feld des Scans (Scan field of view)	large
Feld des Displays (Display field of view)	480mm
Fensterweite (Window width)	1000
Fensterlevel (Window level)	-300
Gesamtstrahlendosis (Total scan dosage)	249.8 mGy

Mit Hilfe der Software eFilm™ Lite™ (Merge™ Healthcare 2008) fand die Visualisierung der 2D Bilder und die Auswertung der Daten statt (Abb. 27), bei der die Dichte jeder einzelnen Biene in Hounsfield Units (HU) gemessen wurde. Die Messungen fanden vor der Behandlung und dann 3, 7 und 14 Tage nach der Applikation von OAS bzw. OAG statt. Auf jeder Wabenseite wurden bis zu 66 Bienen gemessen, wobei nur die Tiere gewertet werden konnten, die sich parallel zur Schnittebene befanden und deren Thorax und Abdomen klar erkennbar waren.



II.7 Statistik

Für die Auswertung der Ergebnisse wurden die Daten zunächst ihrem Charakter nach analysiert (parametrische, rangverteilte oder nominale Daten) und gegeben falls auf Normalverteilung hin überprüft. Nach diesen Kriterien wurden die entsprechenden Tests für die statistische Analyse gewählt und mit dem Statistikprogramm Sigma Stat® 3.0 durchgeführt. Im Folgenden sollen kurz die Aufarbeitung und Charakterisierung der Daten für die einzelnen Versuchsteile der Arbeit bzw. die verwendeten statistischen Verfahren erläutert werden.

Bei einem Großteil der Ergebnisse handelte es sich um numerische Daten, die nicht normalverteilt waren. Dies betraf die Ergebnisse der Futteraufnahme, der motorischen Aktivität, das durchschnittliche Alter der Bienen, Flugdauer, Fluganzahl und die Dichtemessungen aus der Computertomographie. Für diese Versuche wurden die Gruppen miteinander auf signifikante Unterschiede verglichen. Da die Anzahl der Gruppen, je nach Versuch drei oder vier betrug, wurde als Analysemethode eine Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variances (ANOVA) on Ranks mit anschließendem Multicomparison test (MC): Dunn's Method gewählt.

Die PER-Raten auf Wasser und die aufsteigenden Zuckerkonzentrationen wurden innerhalb der Gruppen (vor und nach Behandlung) verglichen. Dabei handelt es sich um verbundene, dichotom verteilte Stichproben (PER =1/keine PER=0), die mit dem Mc Nemar's Test analysiert werden können. Dieser vergleicht das Verhältnis der vier möglichen Kombinationsmöglichkeiten: 0,0 (keine Reaktion), 0,1 (Reaktion nach Behandlung), 1,0 (Reaktion vor Behandlung) und 1,1 (immer Reaktion) und prüft dabei, ob es einen signifikanten Unterschied zu „vor Behandlung“ im Vergleich zu „nach Behandlung „ gibt.

Die Daten des Verhaltens und der Positionen der Bienen im Schauvolk wurden aufgearbeitet und für jede Gruppe als RPTP wiedergegeben (relative propability of task performance, nach Seeley 1982). Dazu wird zuerst die Wahrscheinlichkeit p_{ij} berechnet, mit der das Verhalten i von einem Gruppenmitglied mit dem Alter j ausgeführt wird (Abb. 28). Dieser Wert wird anschließend durch $p_{i \max}$ geteilt, wobei $p_{i \max}$ das Maximum der für die einzelnen Gruppen berechneten p_{ij} -Werte innerhalb der gesamten Beobachtungszeit darstellt:

$$p_{ij} = n_{ij} / \sum_{i=1}^k n_{ij}$$

$$r_{ij} = p_{ij} / p_{i \max}$$

Abb. 28: Formeln zur Berechnung der relative propability of task performance (nach Seeley, 1982)

Diese Umwandlung der absoluten Werte der Verhaltensbeobachtungen in relative Wahrscheinlichkeiten kompensiert den Faktor, dass die Anzahl der Bienen in den fortschreitenden Beobachtungen weiter abnimmt und macht einen Vergleich zwischen häufig und selten beobachteten Verhaltensweisen möglich.

In die statistische Analyse des Verhaltens gingen nur die Daten der Verhaltensweisen ein, die im ausreichenden Umfang beobachtet wurden, also mindestens insgesamt 10 Beobachtungen während des gesamten Versuchszeitraumes für die jeweilige Gruppe. Die Verwendung der Daten von Verhaltensweisen die seltener beobachtet wurden, kann den Eindruck beim Auftrag über die Zeit und die statistische Analyse stark verzerren bzw. unmöglich machen.

Um den zeitlichen Verlauf bzw. die Verteilung der RPTP für die im ausreichenden Umfang beobachteten Verhaltensweisen und die Positionen im Volk miteinander zu vergleichen, wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test, auch bekannt als Omnibustest verwendet. Dieser testet zwei völlig unabhängige Verteilungsfunktionen auf Gleichheit und wurde auch zur Analyse der Daten aus der Arbeit von Seeley (1982) verwendet.

Sowohl in den Verhaltensbeobachtungen im Schauvolk sowie auch bei der Untersuchung des Flugverhaltens gingen Bienen während der Versuchszeit verloren. Die Anteil der Tiere in den jeweiligen Gruppen wurden mit dem z-test auf signifikante Unterschiede miteinander verglichen.

Die Lebensdauer der Bienen in den einzelnen Gruppen bei den Verhaltensbeobachtungen im Schauvolk, im Labor und bei der Untersuchung des Flugverhaltens wurden mit einer Kaplan-Meier Survival Analysis: Gehan Breslow mit anschließenden All pairwise multiple comparison procedures (MC): Holm Sidak Method verglichen.

Bei der Flugaktivität und bei der Futteraufnahme in den PER-Versuchen handelte es sich um gepaarte Daten. Während die Daten der Flugaktivität normal verteilt waren und mit dem t-test

für gepaarte Stichproben analysiert werden konnten (paired t-test), wurde für die nicht normalverteilten Daten der Futteraufnahme der Wilcoxon Signed Rank Test verwendet.

Für den Vergleich der Aufnahme der Futtermenge bei den Einzelfütterungen nach den PER-Versuchen wurde der χ^2 -test verwendet.

Die optisch erfassten Rückstände an den Bienen sowie die quantitativ erfasste Rückstandsmenge auf den Materialproben wurden mit dem Mann-Whitney Rank Sum Test (MWU) analysiert. Zum einen wurden die Rückstände auf den einzelnen Körperabschnitten Thorax, Abdomen, Beine zum gleichen Zeitpunkt miteinander verglichen, zum anderen wurde die Abnahme der Rückstände über die Zeit verglichen.

Für die chemische Analyse der Rückstände auf den Einzelbienen wurde der Korrelationskoeffizient für die Abhängigkeit der Rückstandsmenge vom Zeitpunkt nach der Behandlung mit einer Pearson Korrelation errechnet.

III Ergebnisse

III.1 Veränderungen in der Futteraufnahme

III.1.1 Gewicht von Honigblase, Mittel- und Enddarm

Beim Gewicht der einzelnen Organe lassen sich deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen erkennen. Die statistische Analyse der Daten ergab keine Normalverteilung, so dass die Ergebnisse in den Grafiken als Box plots dargestellt werden. Die Werte der Mediane sind in den Boxen angezeigt.

Das Gewicht der *Honigblase* variiert stark und weist hohe Spannweiten von fast 0 bis zu 0,05 g auf. Zwischen den Gruppen unterscheidet es sich 24h und 48h nach Behandlung signifikant voneinander ($p \leq 0,001$, $H \geq 72,609$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks).

Allgemein ist das Honigblasengewicht der Bienen der OAG Gruppe zu allen Zeitpunkten am geringsten (Abb. 29): Signifikant zu allen Gruppen 24h nach Behandlung ($p \leq 0,05$, $Q \geq 4,955$, MC: Dunn's Method) und nach 48h zu den Gruppen OAS und K ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,043$, MC: Dunn's Method). Das der Kontrollen ist hingegen am höchsten: Signifikant 24h nach Behandlung zu den Gruppen G und OAG ($p \leq 0,05$, $Q \geq 4,143$, MC: Dunn's Method) und nach 48h zu OAS Bienen ($p \leq 0,05$, $Q = 3,566$, MC: Dunn's Method).

Nach 72h gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Das Gewicht des *Mitteldarms* variiert insgesamt wenig und liegt zwischen 0,075 und 0,032 g. Es unterscheidet sich zu allen Zeitpunkten signifikant zwischen den Gruppen ($p = 0,011$, $H \geq 16,59$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks).

Allgemein ist auch hier das Mitteldarmgewicht der Bienen in der OAG Gruppe zu allen Zeitpunkten am geringsten (Abb. 30): Signifikant 24h nach der Behandlung zu den Gruppen G und K ($p \leq 0,05$, $Q \geq 2,319$, MC: Dunn's Method), nach 48h zu allen Gruppen ($p \leq 0,05$, $Q \geq 2,981$, MC: Dunn's Method) und nach 72h nur noch zu den Kontrollen ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,536$, MC: Dunn's Method). Das Mitteldarmgewicht der Kontrollen ist hier ebenfalls am höchsten: Signifikant nach 24h und 48h zur OAG Gruppe, nach 72h zu allen Gruppen ($p \leq 0,05$, $Q \geq 2,800$, MC: Dunn's Method).

Das Gewicht des *Enddarms* variiert stark und hat, wie das der Honigblase, eine hohe Spannweite von 0,005 bis 0,62 g. Es unterscheidet sich zu allen Zeitpunkten signifikant

zwischen den Gruppen ($p \leq 0,009$, $H \geq 11,684$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks).

Allgemein ist das Enddarmgewicht von Bienen der Gruppe G zu allen Zeitpunkten am höchsten (Abb. 31): Nach 24h liegt es signifikant über dem der OAS Bienen ($p \leq 0,05$, $Q=3,741$, MC: Dunn's Method), nach 48h und 72h ist es signifikant höher als das der Gruppen OAS und K ($p \leq 0,05$, $Q \geq 2,812$, MC: Dunn's Method).

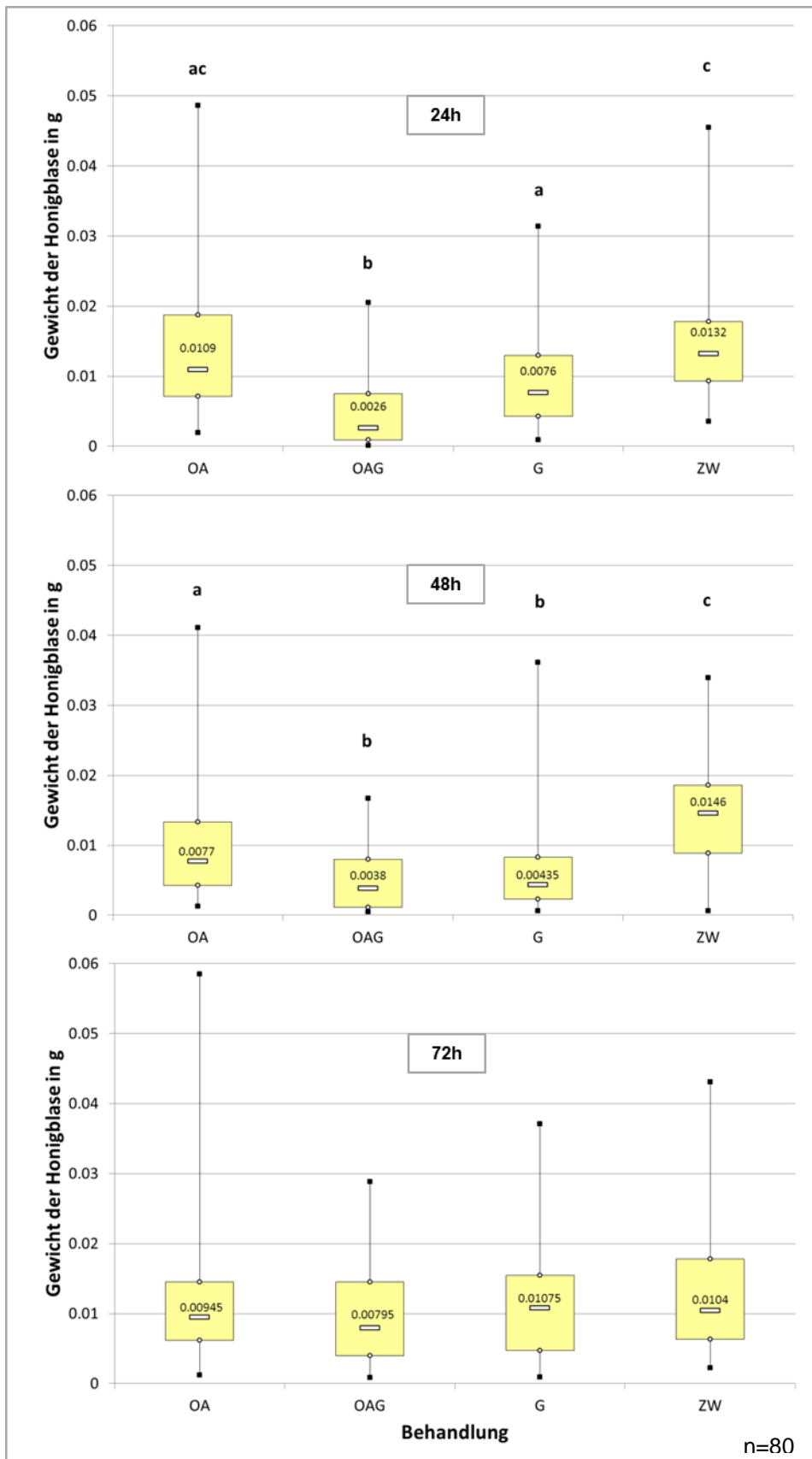


Abb. 29: Gewicht der Honigblase 24h, 48h und 72h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \geq 72,609$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

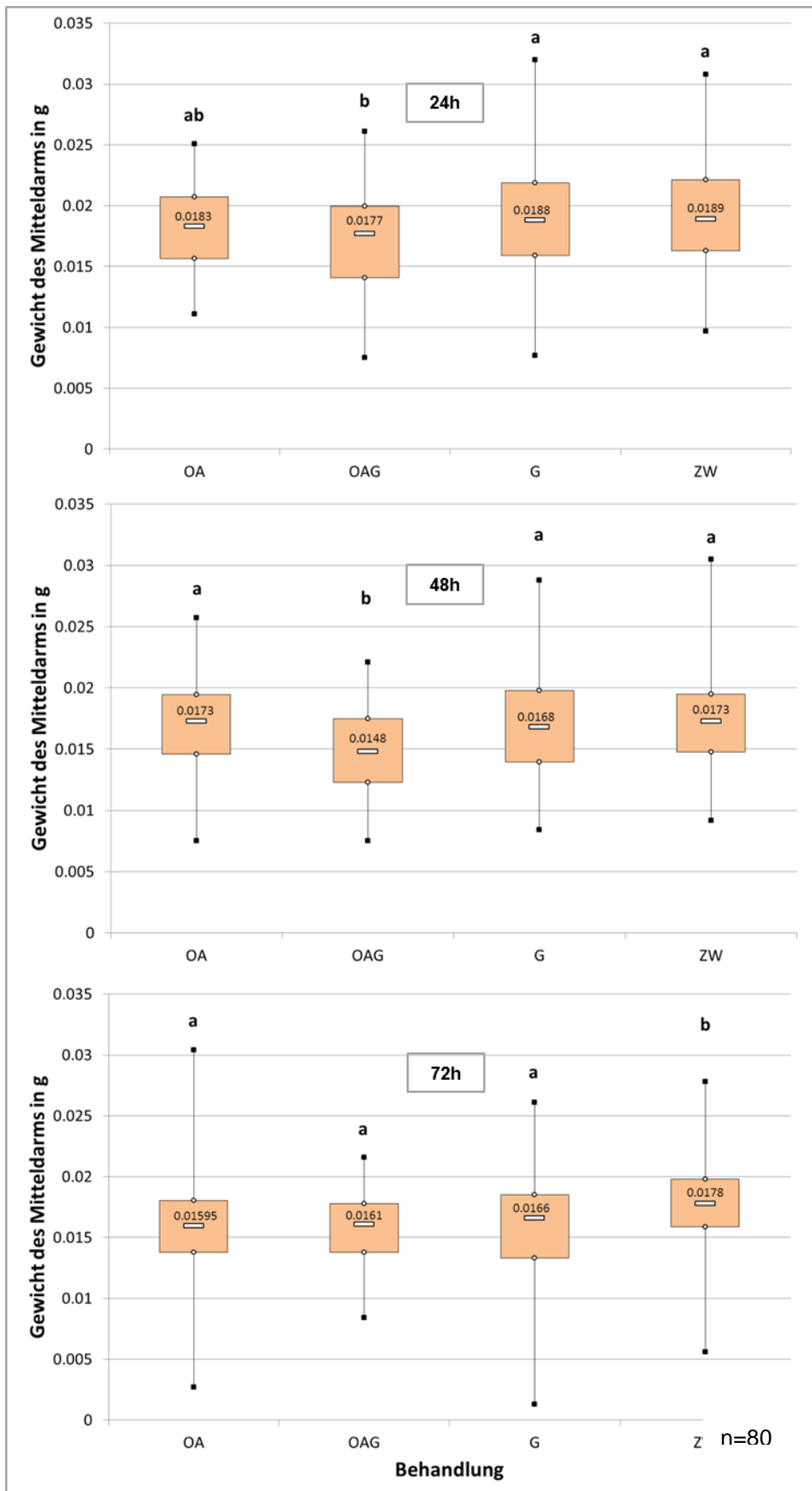


Abb. 30: Gewicht des Mitteldarms 24h, 48h und 72h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,011$, $H \geq 16,59$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

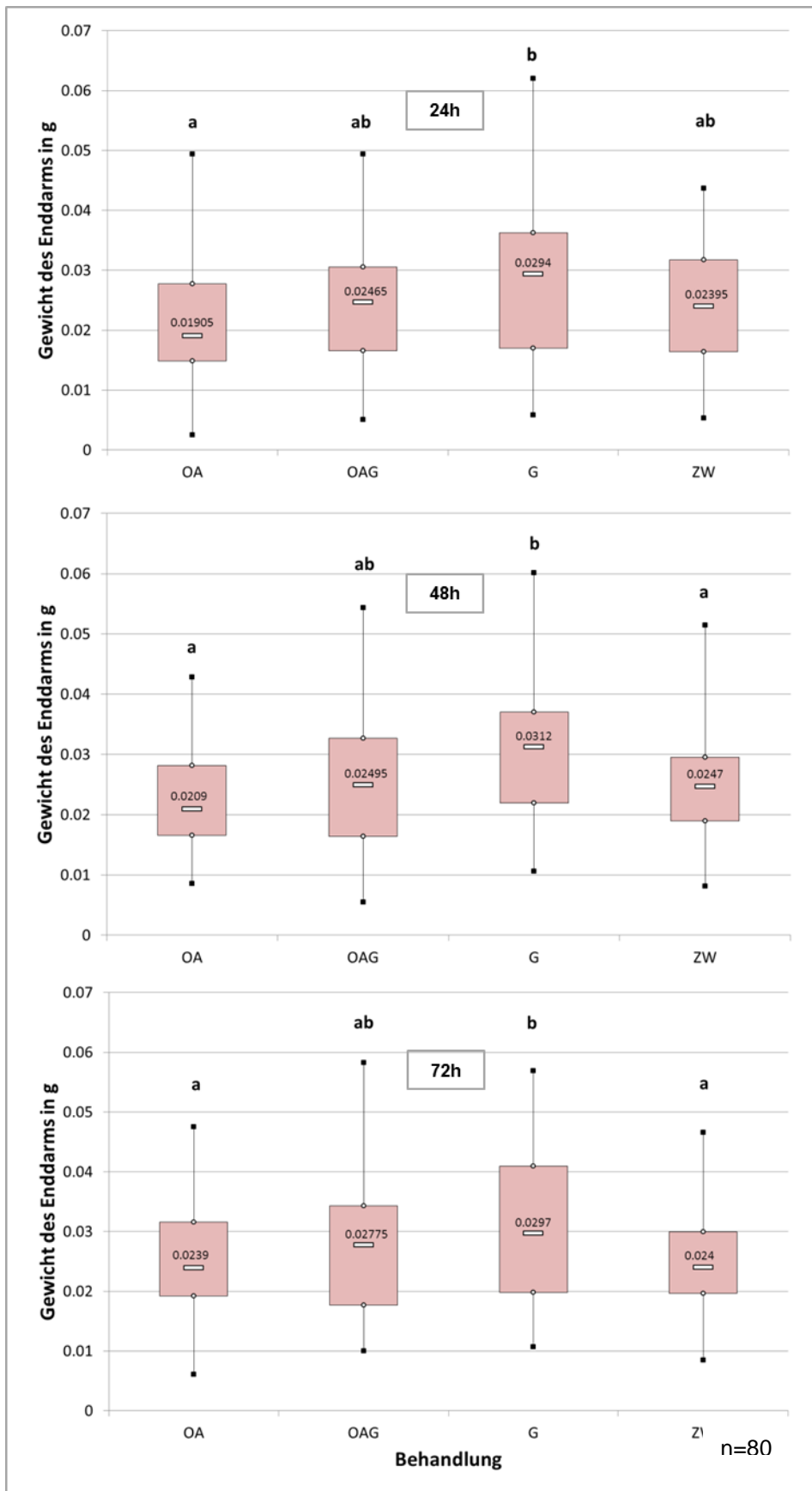


Abb. 31: Gewicht des Enddarms 24h, 48h und 72h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,009$, $H \geq 11,684$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

III.1.2 Individuelle Fütterungen

Bei den Einzelfütterungen lassen sich zu allen Fütterungszeitpunkten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in der aufgenommenen Futtermenge erkennen ($p \leq 0,005$, $H \geq 20$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 32 und Abb. 33). Die statistische der Analyse der Daten ergab keine Normalverteilung, so dass die Ergebnisse in den Grafiken als Box plots dargestellt werden. Die Werte der Mediane sind in den Boxen angezeigt.

Während 5h nach Behandlung die Bienen der Gruppen OAG und G signifikant weniger trinken als die Bienen der Gruppen OAS und K ($p \leq 0,05$, $Q \geq 8,145$, MC: Dunn's Method), nehmen sie danach das meiste Futter auf: Signifikant für OAG behandelte Bienen nach 24h und 48h im Vergleich zu allen anderen Gruppen ($p \leq 0,05$, $Q \geq 2,667$, MC: Dunn's Method) und nach 29h und 53h im Vergleich zur OAS Gruppe ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,060$, MC: Dunn's Method). 72h nach Behandlung nehmen die OAG und G Bienen signifikant mehr auf, als die Bienen der Gruppen OAS und K ($p \leq 0,05$, $Q \geq 4,716$, MC: Dunn's Method).

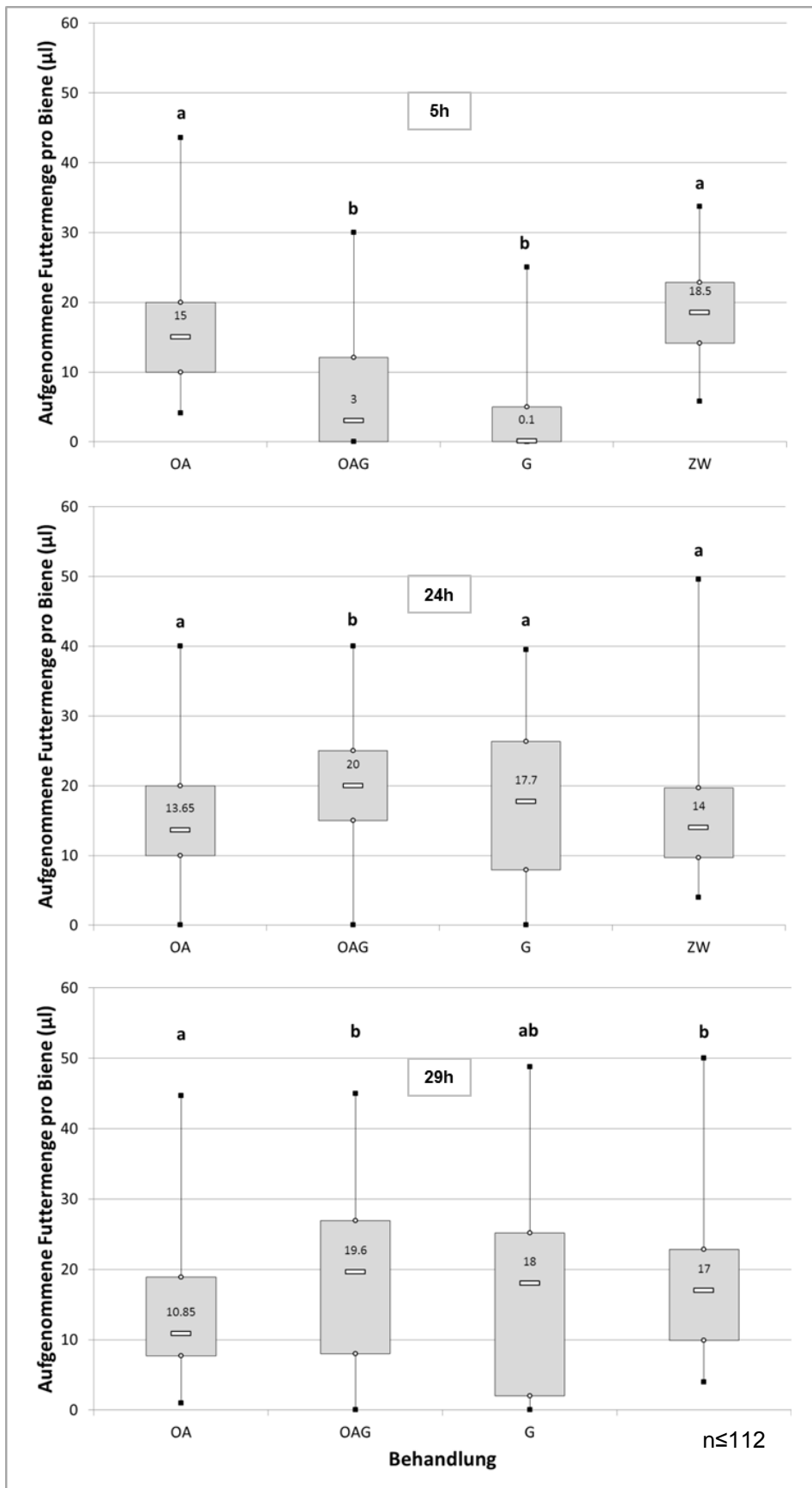


Abb. 32: Trinkmenge der Bienen 5h, 24h und 29h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,005$, $H \geq 13,048$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

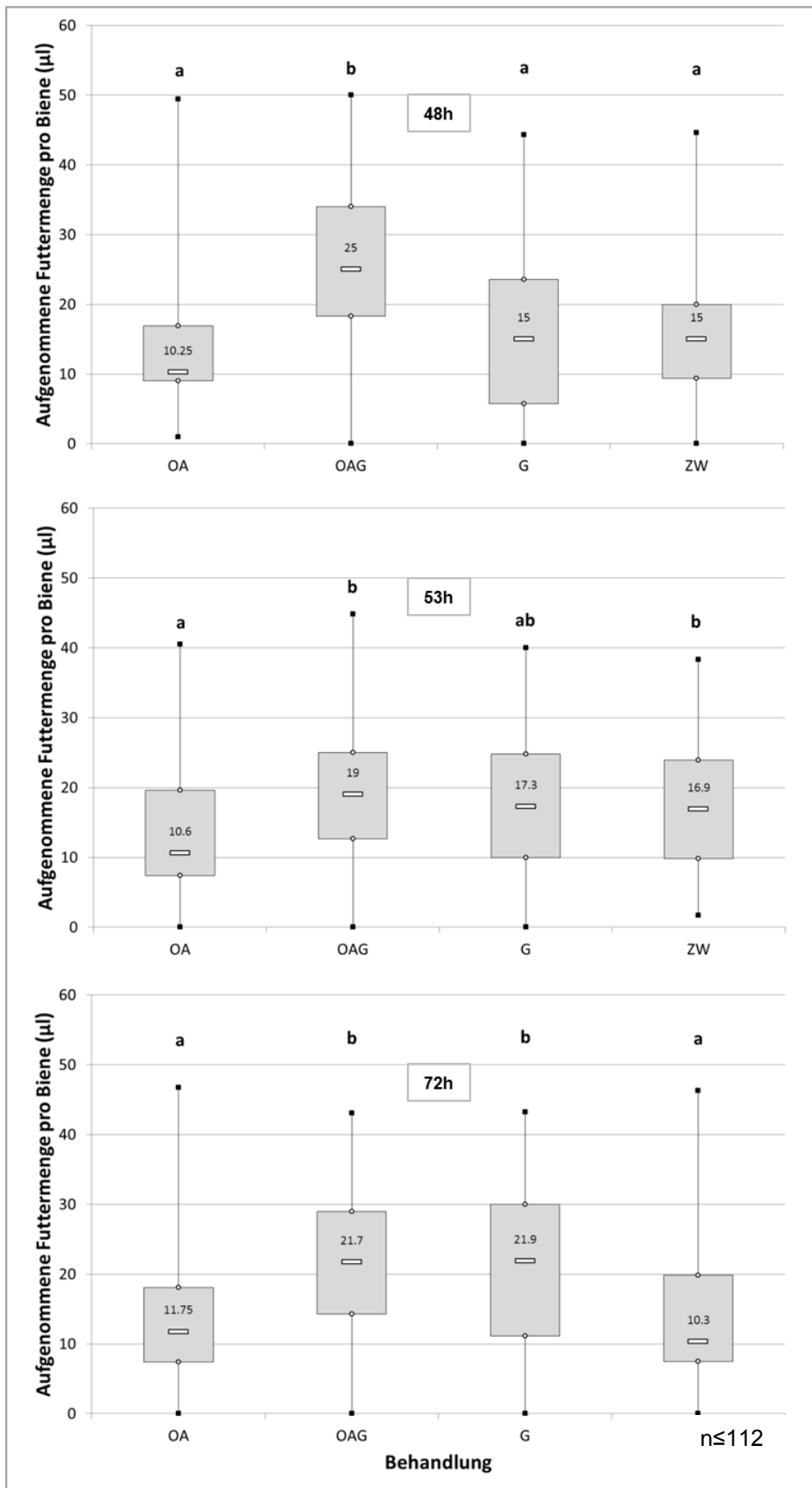


Abb. 33: Trinkmenge der Bienen 48h, 53h und 72h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \geq 20,186$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Betrachtet man die totale Futtermenge, die von den Bienen während der sechs Fütterungen innerhalb der 72h aufgenommen wurde, erhält man auch hier signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($p \leq 0,001$, $H=29,082$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 34). Insgesamt nehmen die Bienen der OAS Gruppe am wenigsten Futter zu sich und unterscheiden sich damit signifikant von den Bienen der Gruppen OAG und K ($p \leq 0,05$, $Q \geq 2,726$, MC: Dunn's Method). Die aufgenommene Futtermenge der G behandelten Bienen ist signifikant niedriger als die der OAG behandelten Biene ($p \leq 0,05$, $Q=3,286$, MC: Dunn's Method).

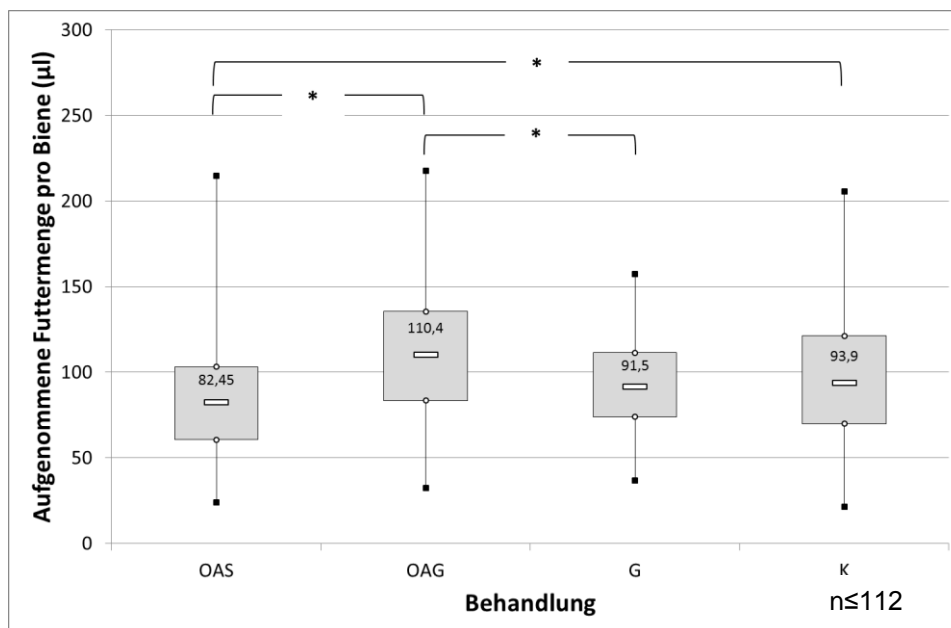


Abb. 34: Aufsummierte Trinkmenge der Bienen über den Versuchszeitraum von 72h: Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (* $p \leq 0,001$, $H=29,082$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

III.2 Empfindlichkeit auf Wasser und aufsteigende Zuckerkonzentrationen

III.2.1 Empfindlichkeit auf Wasser

Die Ergebnisse werden als PER-Rate auf Wasser vor und nach der Behandlung dargestellt. Bei allen vier Gruppen kommt es nach der Behandlung zu einer erhöhten PER-Rate, also zu einer erhöhten Empfindlichkeit auf Wasser (Abb. 35): Signifikant bei den Bienen der Gruppen OAS, OAG und K ($p \leq 0,004$; Mc Nemar's Test; Abb. 35). Der Anteil der mit OAG und OAS behandelten Bienen, die nach der Behandlung auf Wasser reagierten, ist dabei deutlich höher im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen G und K. Tab. 8 zeigt die PER Rate der Bienen auf Wasser vor und nach der Behandlung.

Tab. 8: PER Rate der Bienen (in%) auf Wasser vor und nach der Behandlung

<i>Gruppen</i>	<i>PER (%)</i>	
	<i>Vor Behandl.</i>	<i>Nach Behandl.</i>
OAS	13,64	47,73
OAG	15,95	61,7
G	15	22
K	1,49	20,22

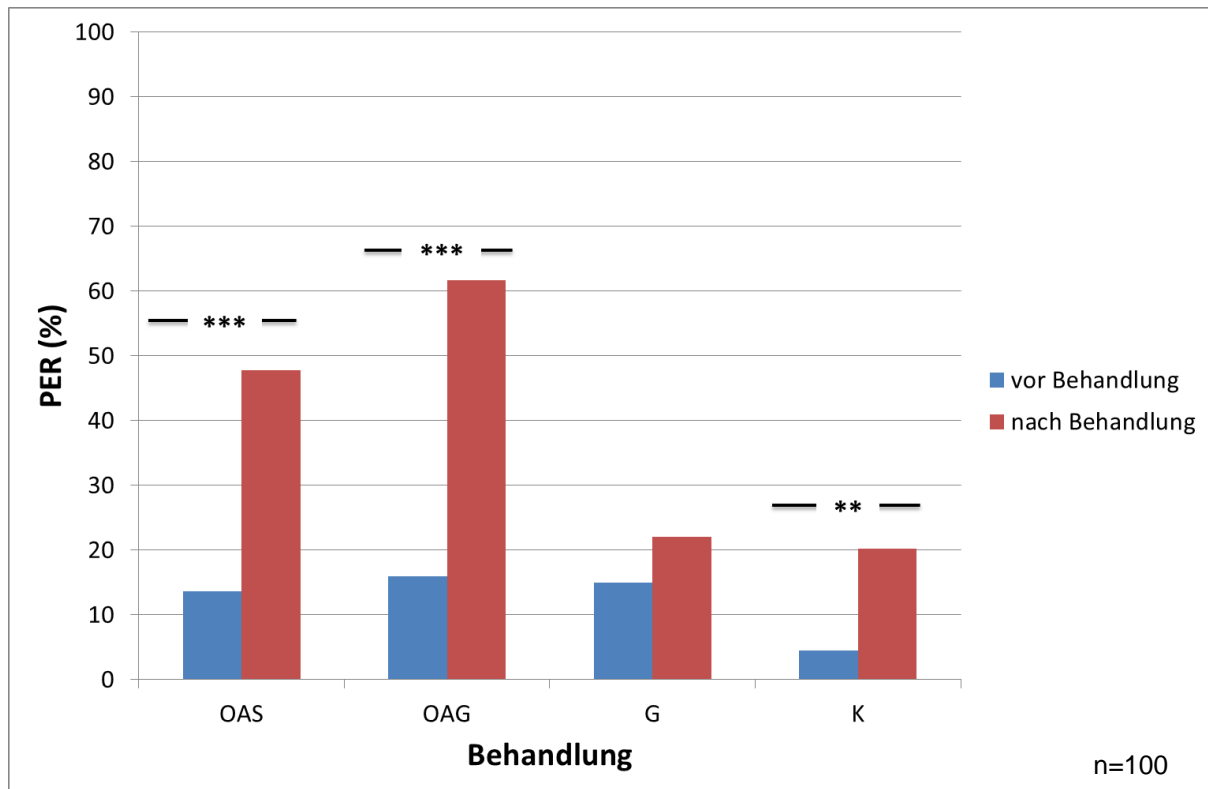


Abb. 35: PER Rate der Bienen auf Wasser vor und nach der Behandlung: Signifikante Unterschiede bei den Bienen der Gruppen OA, OAG und K ($p \leq 0,001$, ** $p = 0,004$, Mc Nemar's Test)**

Um die Gruppen untereinander vergleichen zu können, wurde ein Water Responsiveness Index (WRI) errechnet. Dieser Index ergibt sich aus der Anzahl der Bienen die nach der Behandlung auf Wasser reagierten minus der Anzahl der Bienen, die vor der Behandlung reagierten. Ist der Index positiv, deutet das auf eine Erhöhung der Empfindlichkeit auf Wasser durch die Behandlung hin.

Alle vier Gruppen weisen einen positiven WRI auf (Abb. 36). Die mit OAG behandelten Bienen haben dabei den höchsten Index, gefolgt von den mit OAS behandelten Bienen, wobei sich beide Gruppen nicht signifikant voneinander unterscheiden. Bienen der Gruppe G und K zeigen einen vergleichsweise niedrigen WRI und unterschieden sich signifikant von den mit Oxalsäure behandelten Gruppen ($p \leq 0,001$, $\chi^2 \geq 12,676$, χ^2 -test), aber nicht untereinander.

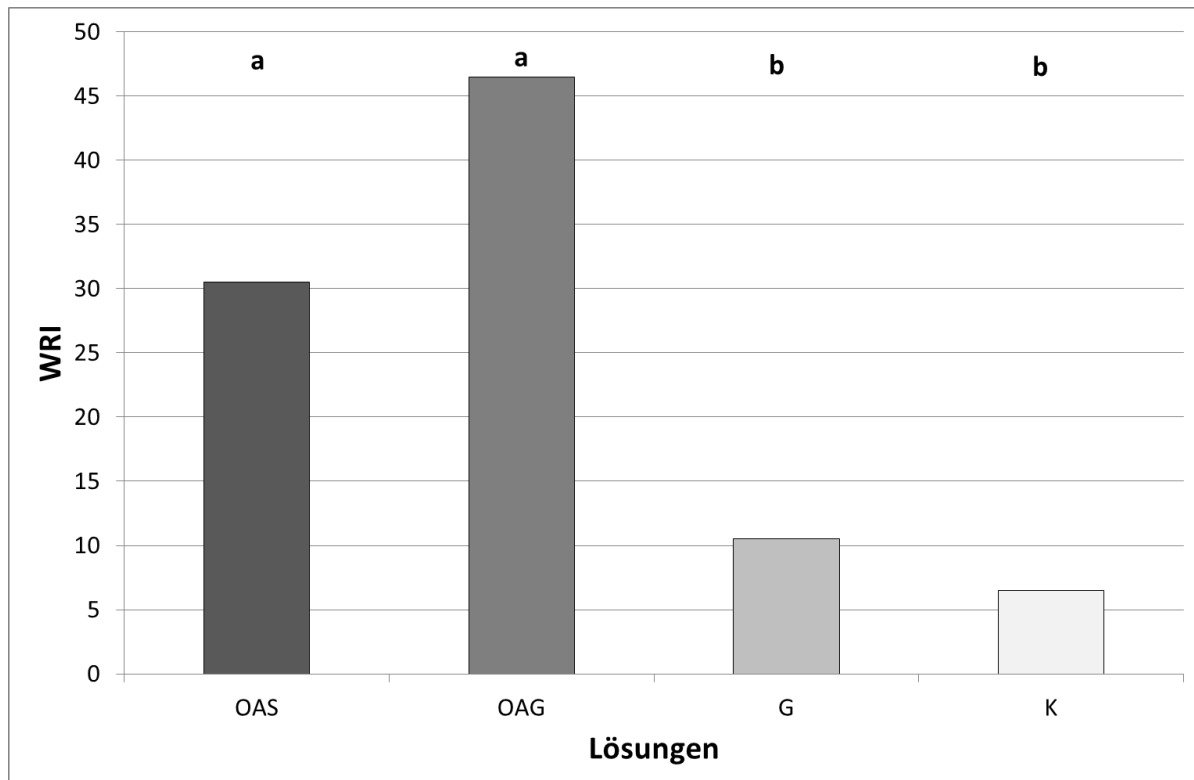


Abb. 36: Water responsiveness index (WRI): Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $\chi^2 \geq 12,676$, chi²-test)

III.2.2 Empfindlichkeit auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen

Die Ergebnisse werden als PER-Rate auf die jeweiligen Zuckerkonzentrationen vor und nach der Behandlung dargestellt.

Bei allen Gruppen ist ein Ansteigen der PER-Rate mit zunehmender Zuckerkonzentration zu beobachten. Bei den Gruppen G und K kommt es zu einer Abnahme der PER-Rate nach der Behandlung, vor allem bei den höheren Zuckerkonzentrationen: Signifikant für G bei 0,1%, 1%, 3%, 10% und 30% ($p \leq 0,05$; Mc Nemar's Test; Abb. 39) und für K bei 3% und 10% ($p \leq 0,025$, Mc Nemar's Test; Abb. 40).

Bei den OAS Bienen liegt die PER-Rate nach der Behandlung höher (Abb. 37): Signifikant bei 0,1% ($p = 0,024$, Mc Nemar's Test).

Bei der Gruppe OAG liegt die PER Rate vor der Behandlung insgesamt ein wenig höher, jedoch nicht signifikant ($p \leq 0,383$, Mc Nemar's Test; Abb. 38).

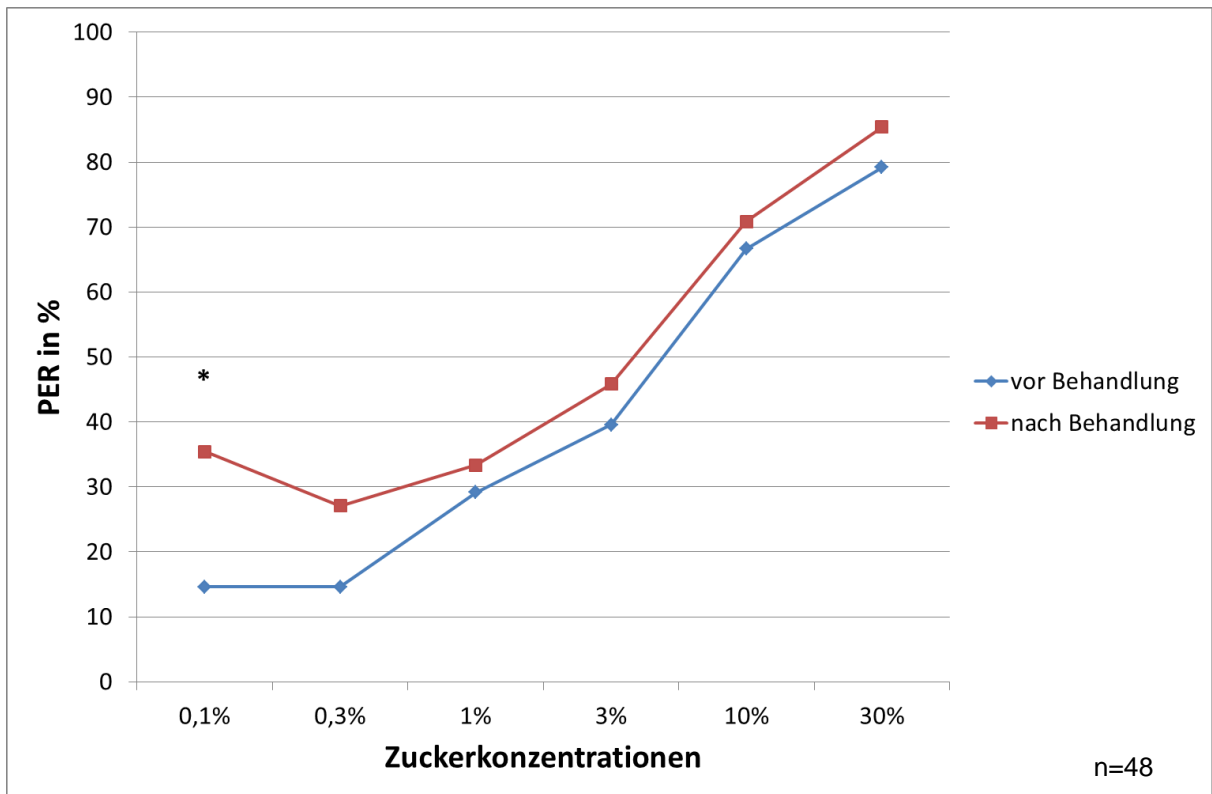


Abb. 37: PER-Rate auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen der OAS Gruppe: Antwort bei 0,1% signifikant erhöht ($p=0,024$, McNemar's Test)

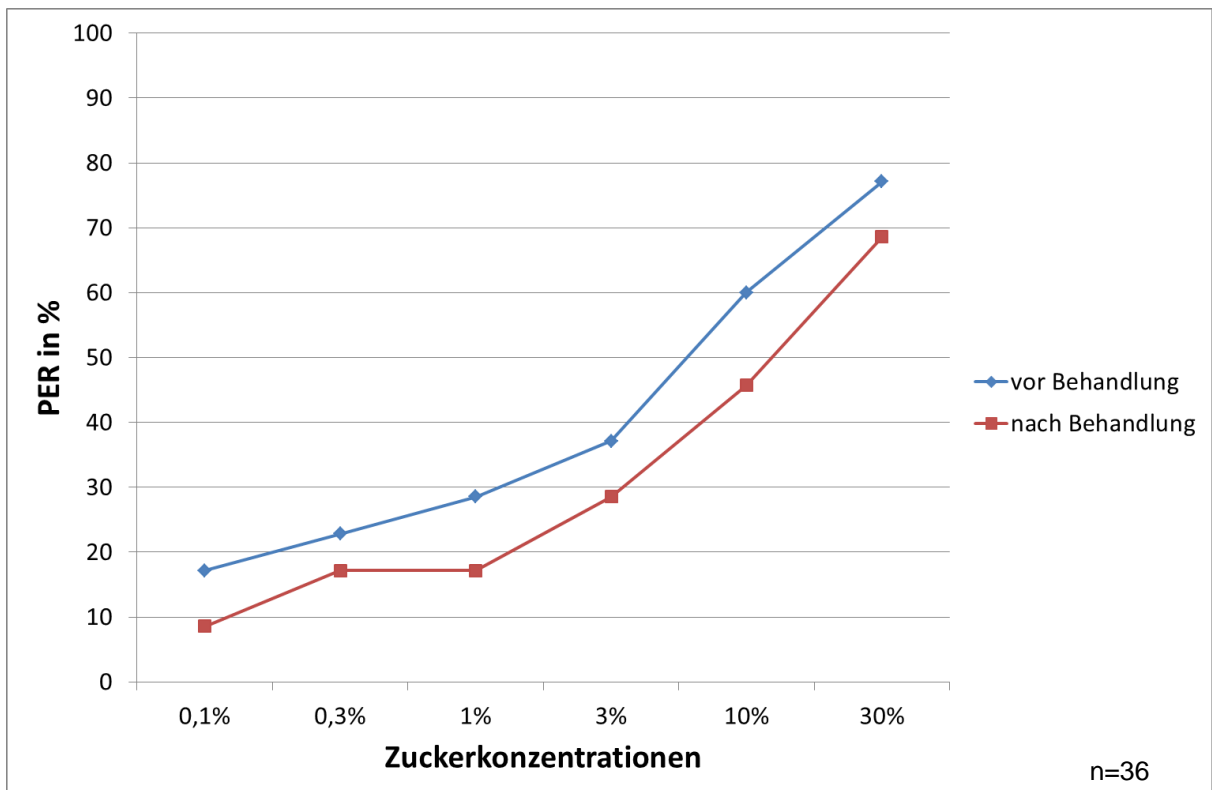


Abb. 38: PER-Rate auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen der OAG Gruppe: Keine signifikanten Unterschiede ($p\leq 0,383$, McNemar's Test)

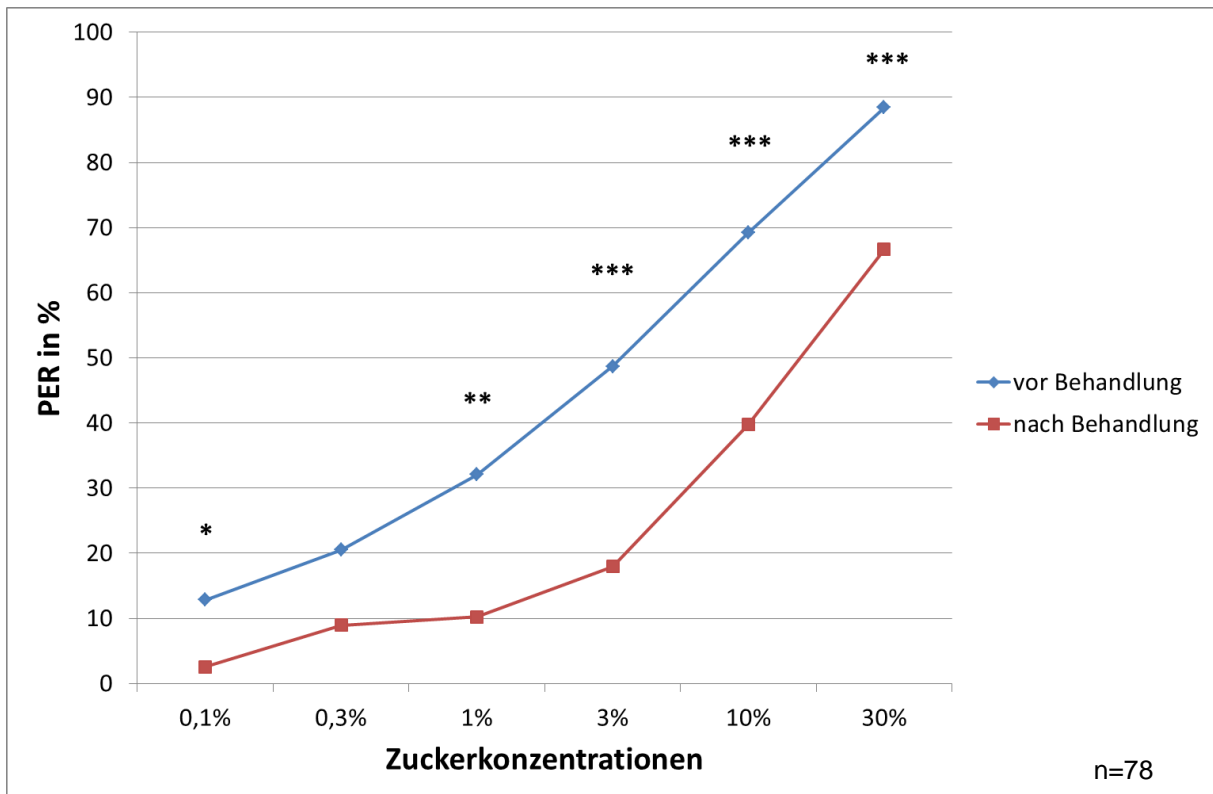


Abb. 39: PER-Rate auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen der G Gruppe: Antwort bei 0,1%, 1%, 3%, 10% und 30% signifikant niedriger (*p=0,043, **p=0,004, *p ≤0,001, McNemar's Test)**

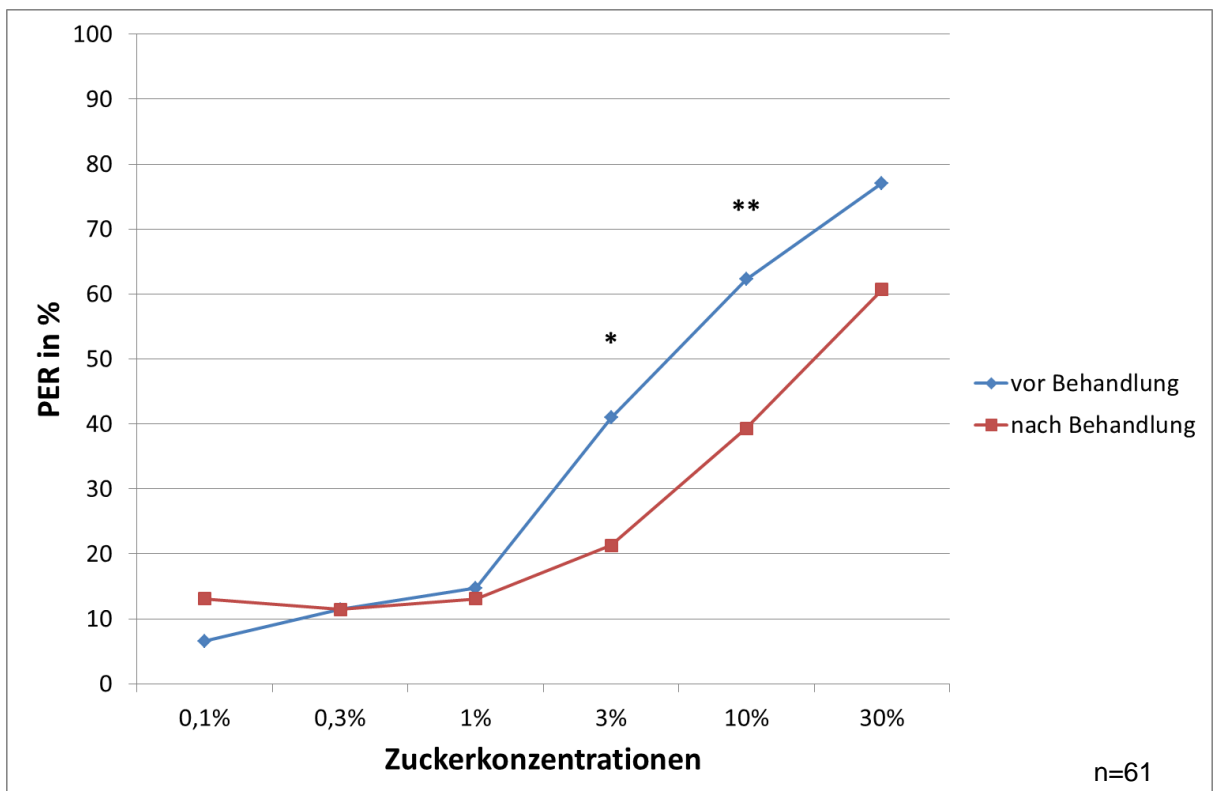


Abb. 40: PER-Rate auf aufsteigende Zuckerkonzentrationen der Kontrollen: Antwort bei 3% und 10% signifikant niedriger (*p=0,025, **p=0,018, McNemar's Test)

III.2.3 Individuelle Futteraufnahme nach der PER

Die statistische Analyse der Daten ergab keine Normalverteilung, so dass die Ergebnisse in den Grafiken als Box plots dargestellt werden.

Insgesamt liegt die Futteraufnahme in allen Gruppen zwischen 0 und 25 μl pro Biene. Die Futteraufnahme beträgt vor der Behandlung 10 μl (Median) für die Gruppen OAS und K und 15 μl für die Gruppen OAG und G. Während diese Werte nach der Behandlung bei den Gruppen OAS und OAG gleich bleiben, sind sie bei den Bienen der Gruppen G und K signifikant niedriger ($p \leq 0,001$; Wilcoxon Signed Rank Test)

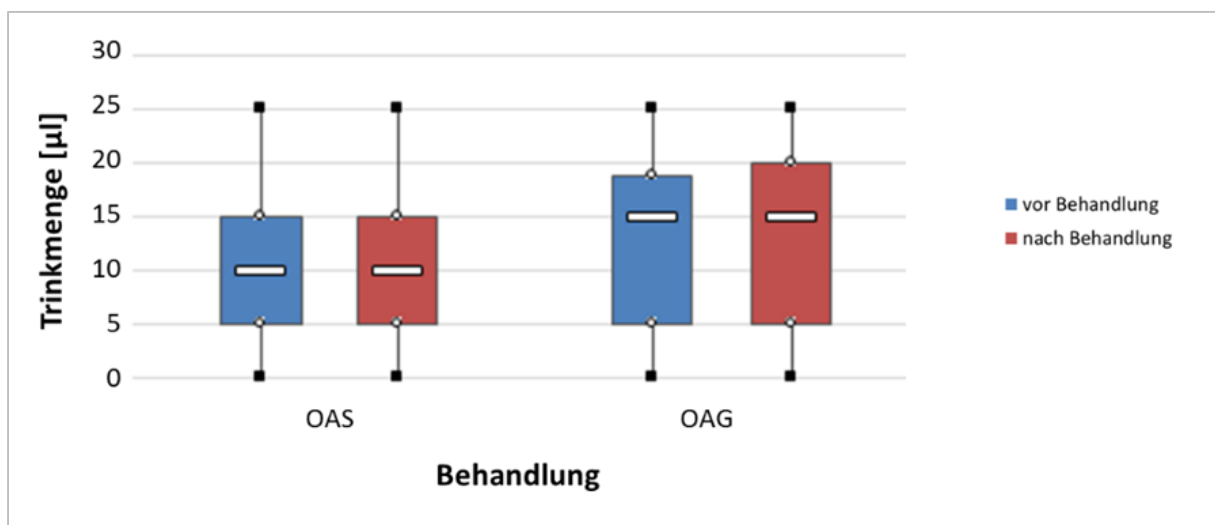


Abb. 41 a: Aufgenommene Futtermenge von Bienen der Gruppen OAS und OAG vor und nach der Behandlung: Keine signifikanten Unterschiede

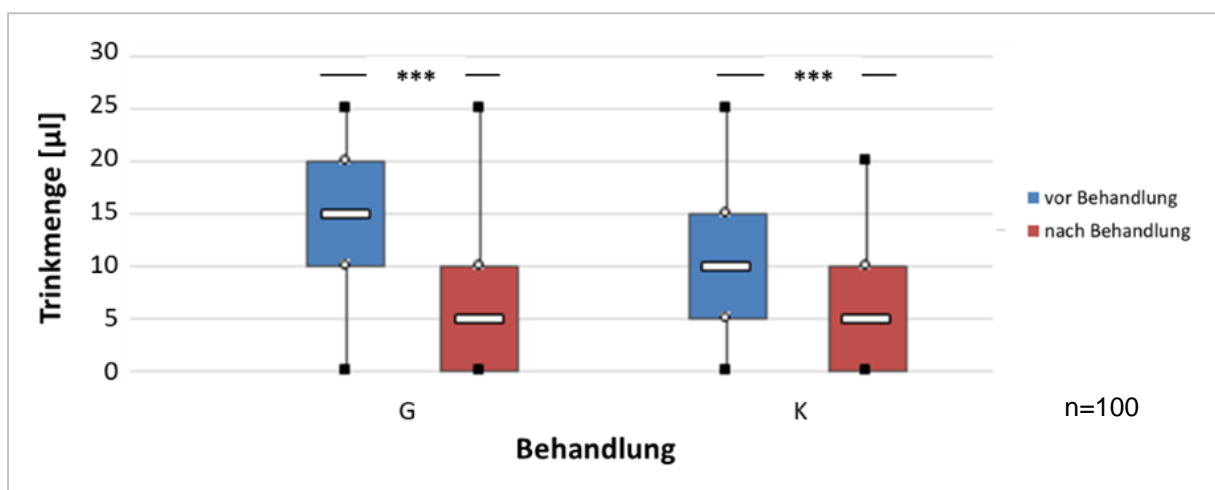


Abb. 42 b: Aufgenommene Futtermenge von Bienen der Gruppen G und K vor und nach der Behandlung: Signifikante Unterschiede (***) $p \leq 0,001$, Wilcoxon Signed Rank Test)

III.3 Motorische Aktivität

III.3.1 Aufenthalt in den Ebenen

Bei der Auswertung der Zeit, die die Bienen in den verschiedenen Positionsquadraten verbrachten, wurden die 6 horizontalen Level zu drei Ebenen zusammengefasst (obere Ebene: Level 1+2, mittlere Ebene: Level 3+4, untere Ebene: Level 5+6). Die statistische Analyse der Daten ergab keine Normalverteilung, so dass die Ergebnisse in den Grafiken als Box plots dargestellt werden. Die Werte der Mediane sind in den Boxen angezeigt.

Bei allen Gruppen lassen sich zu allen Zeitpunkten nach der Behandlung signifikante Unterschiede zwischen den Aufenthaltszeiten in den verschiedenen Ebenen erkennen ($p \leq 0,001$, $H = 13,66$, $DF = 2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks).

Die Referenzbienen, also Bienen die unbehandelt blieben, verbringen die meiste Zeit in der oberen Ebene und die wenigste Zeit in der mittleren Ebene ($p \leq 0,05$, $Q \geq 2,830$, MC: Dunn's Method, Abb. 47).

Nach 5h variieren die Aufenthaltszeiten in den Ebenen noch zwischen den Gruppen: Nur die Bienen der OAS Gruppe verbringen signifikant mehr Zeit in der oberen Ebene als in der mittleren und unteren Ebene ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,145$, MC: Dunn's Method; Abb. 43). Die OAS und OAG behandelten Bienen halten sich verstärkt in der unteren Ebene auf, signifikant jedoch nur im Vergleich zur Aufenthaltszeit in der mittleren Ebene ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,674$, MC: Dunn's Method). Die Bienen der Gruppe K verbringen etwa gleichviel Zeit in der oberen und unteren Ebene und damit signifikant mehr, als in der Mitte ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,922$, MC: Dunn's Method).

Nach 24h ähneln sich die Gruppen in ihrer Aufenthaltsdauer in den Ebenen. So verbringen die Bienen aller Gruppen signifikant mehr Zeit in den oberen und unteren Ebenen, als in der mittleren ($p \leq 0,05$, $Q \geq 2,542$, Dunn's Method; Abb. 44). Nur die OAS behandelten Bienen halten sich dabei auch signifikant mehr in der oberen als in der unteren Ebene auf ($p \leq 0,05$, $Q = 3,46$, MC: Dunn's Method).

Auch 48h und 72h nach Behandlung halten sich die Bienen aller Gruppen signifikant weniger in der mittleren Ebenen auf ($p \leq 0,05$, $Q \geq 2,753$, Dunn's Method; Abb. 45 und Abb. 46). Die meiste Zeit wird in der oberen Ebene verbracht; signifikant aber nur in den Gruppen OAS und K ($p \leq 0,05$, $Q = 3,515$, MC: Dunn's Method).

Eine signifikant längere Aufenthaltsdauer in der unteren Ebene im Vergleich zur oberen Ebene konnte zu keinem Zeitpunkt in keiner Gruppe festgestellt werden.

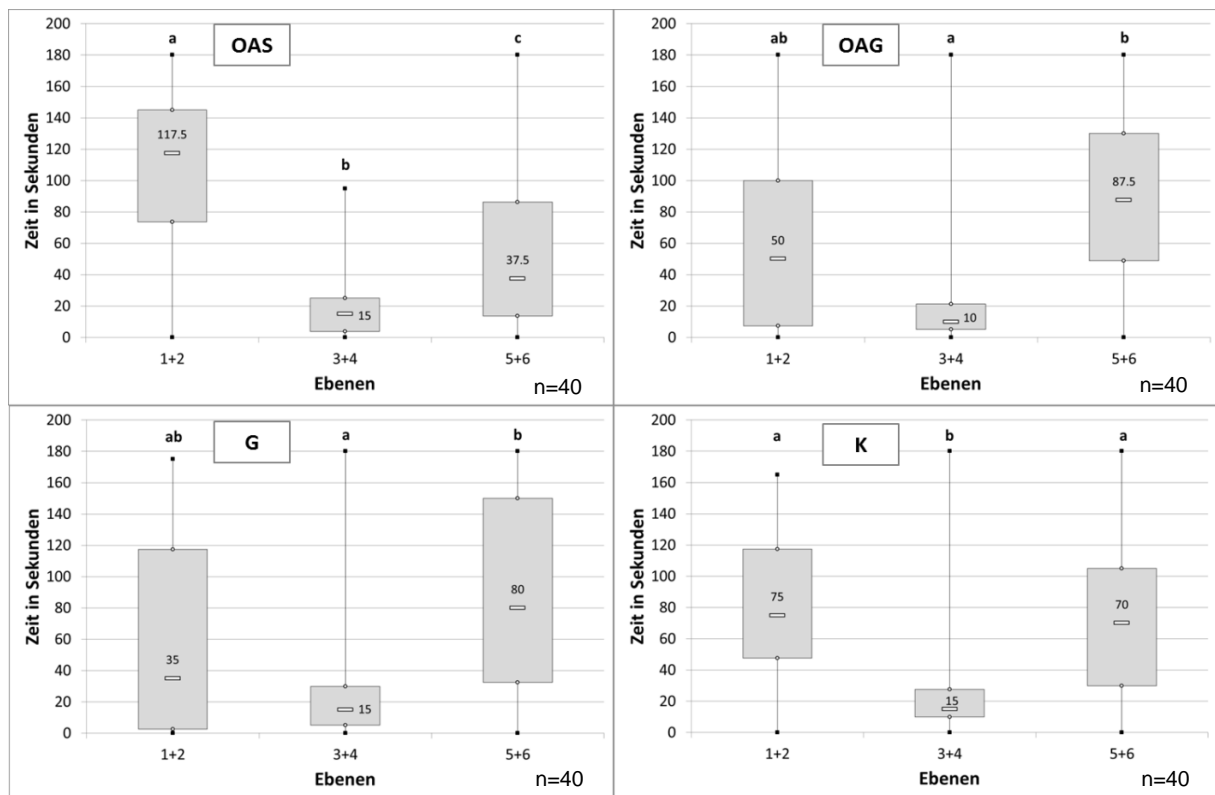


Abb. 43: Aufenthaltsdauer der Bienen in den verschiedenen Ebenen 5h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \leq 13,66$, $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

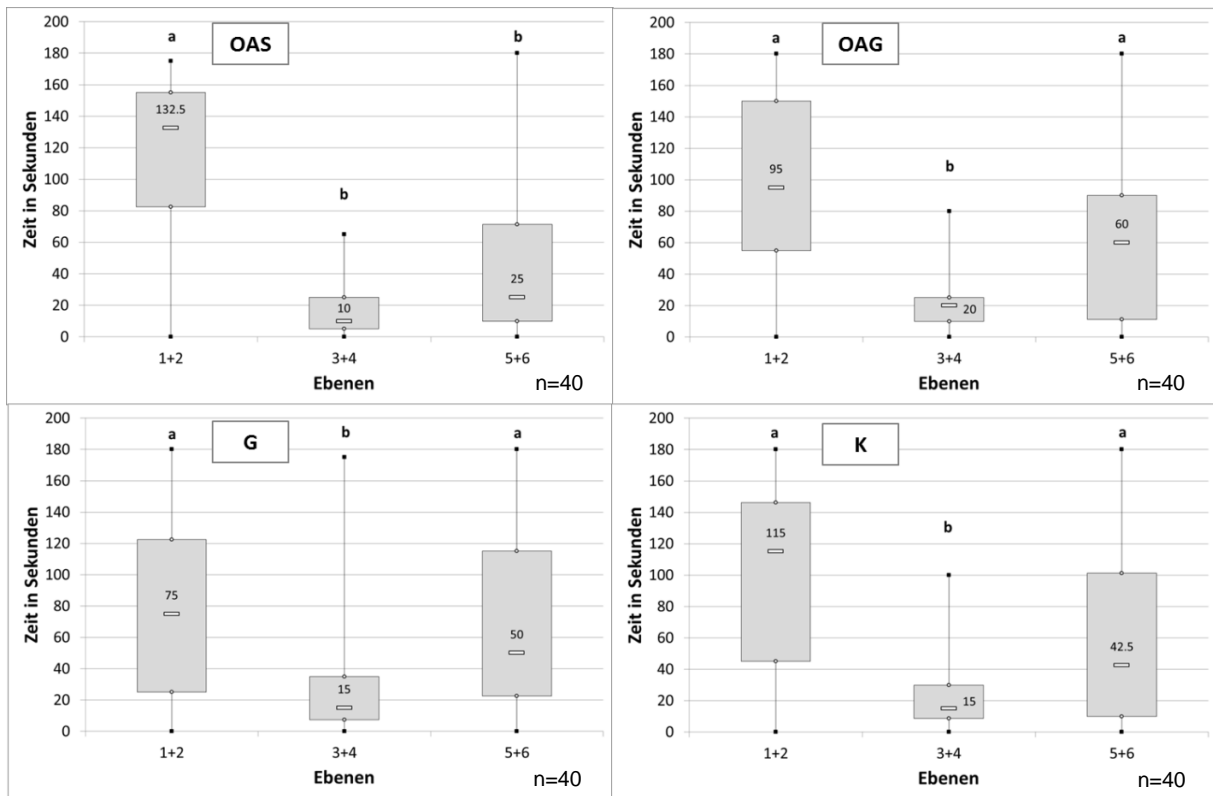


Abb. 44: Aufenthaltsdauer der Bienen in den verschiedenen Ebenen 24h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \leq 16,303$, $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

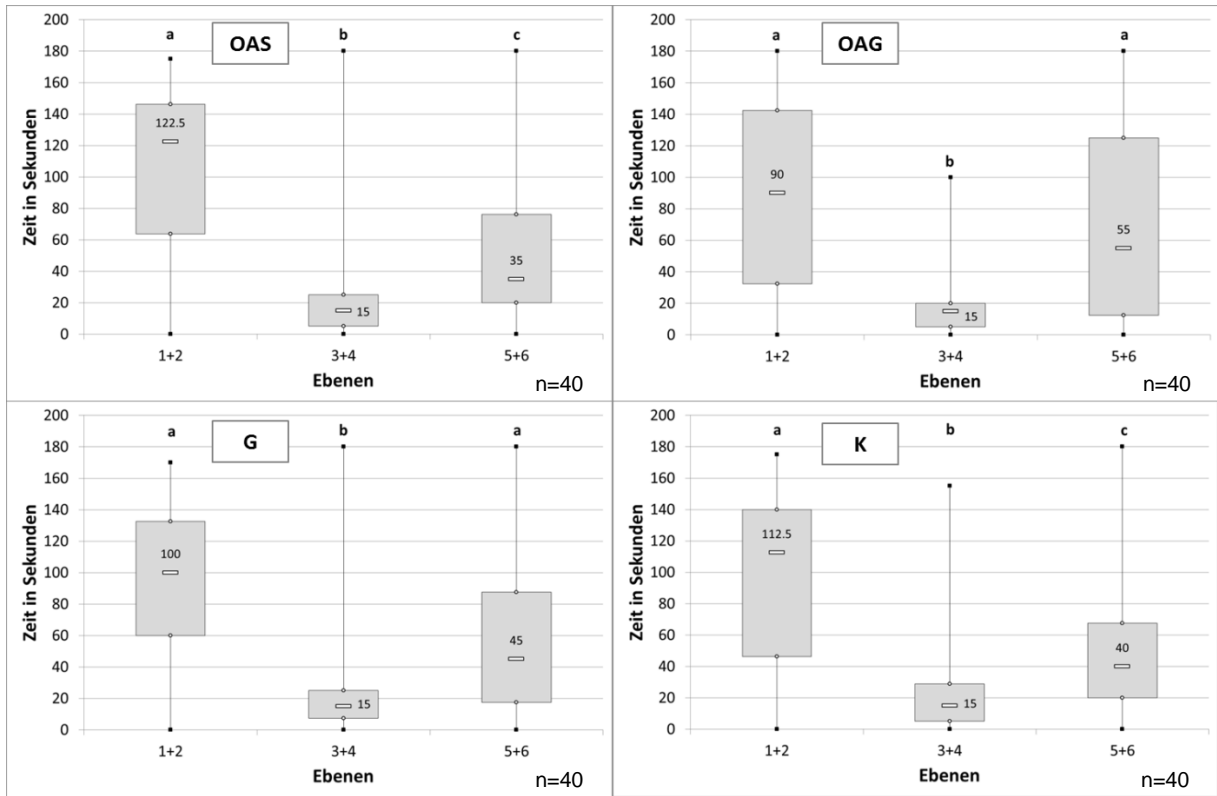


Abb. 45: Aufenthaltsdauer der Bienen in den verschiedenen Ebenen 48h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \leq 21,708$, $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

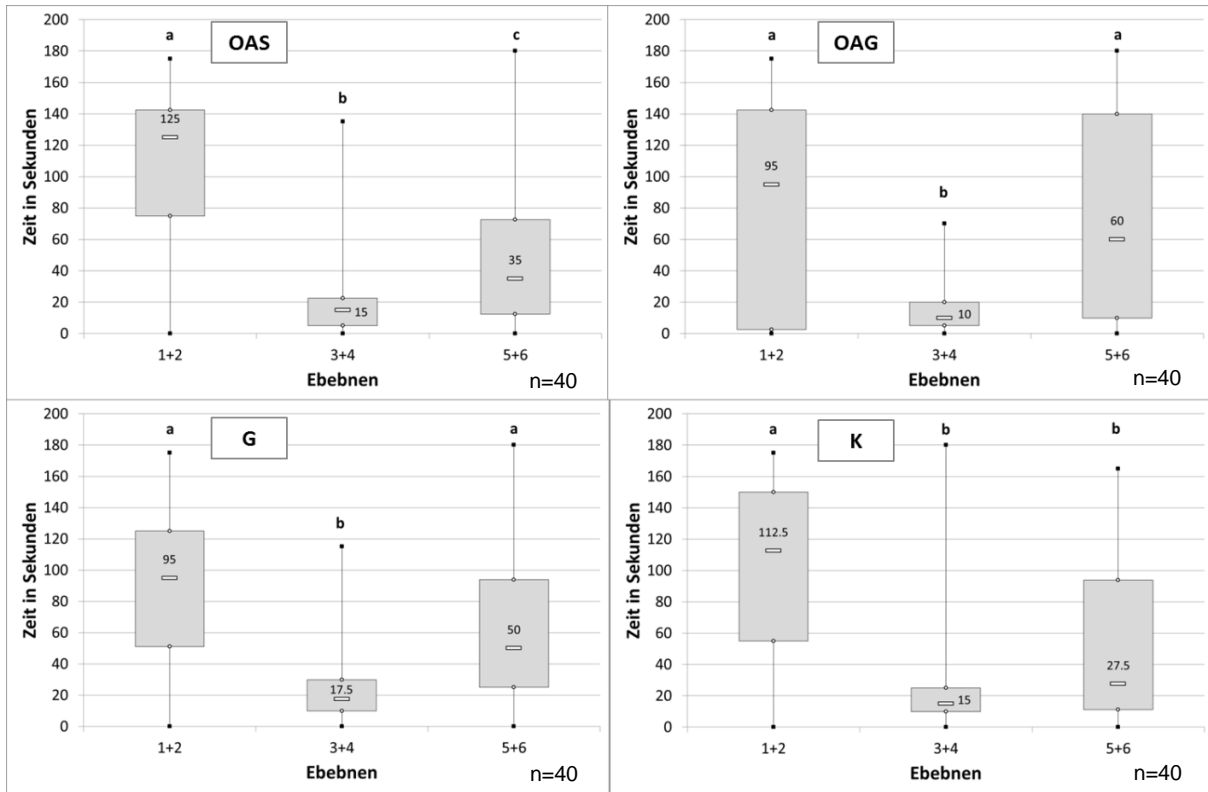


Abb. 46: Aufenthaltsdauer der Bienen in den verschiedenen Ebenen 72h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \leq 15,843$, $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

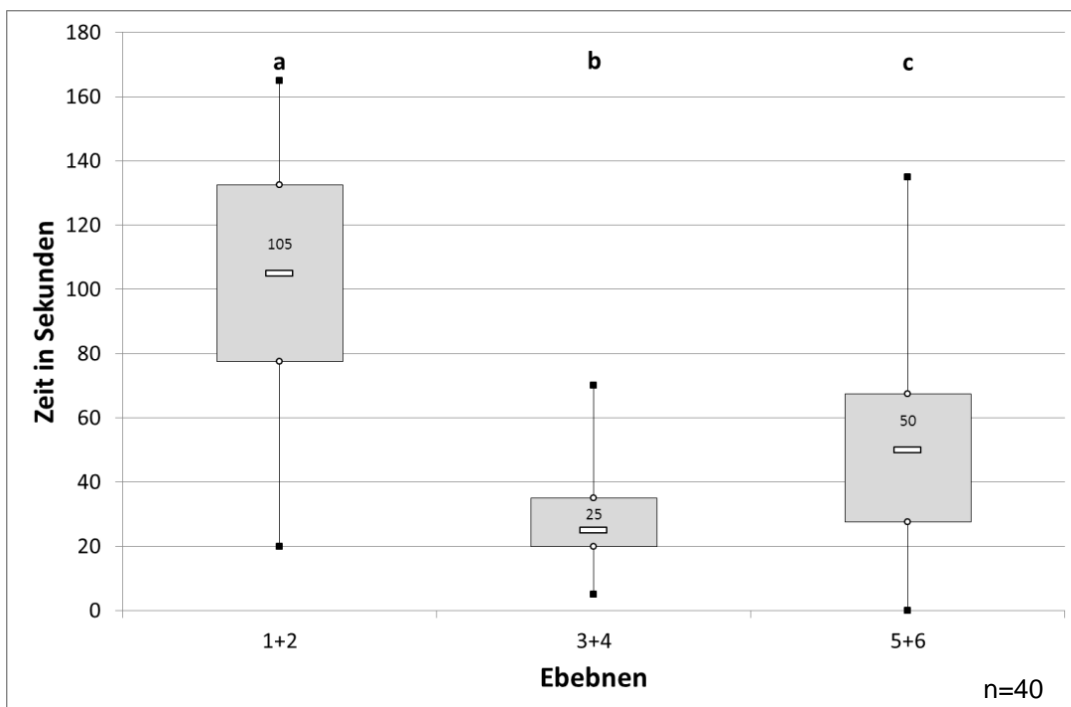


Abb. 47: Aufenthaltsdauer der Referenzbienen in den verschiedenen Ebenen: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \leq 54,101$, $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

III.3.2 Andere Verhaltensweisen in der Apparatur

Weil die Bienen bei der Aufnahme der motorischen Aktivität nicht nur in der Apparatur herumfliegen, sondern eine Vielzahl von Verhaltensweisen zeigten, wurde die Bewegung der Tiere bzw. ihre Aktivität nochmal in einzelne Verhaltensweisen (Fächeln, Fliegen, Laufen, Putzen, Nektarbearbeitung, Nagen und Träge) untergliedert und erfasst. Die statistische Analyse der Daten ergab keine Normalverteilung, so dass sie in der Tabelle als Median, Maximum und Minimum wiedergegeben und grafisch als Box Plots dargestellt werden. Die Werte der Mediane sind in den Boxen angezeigt.

Tabelle 9 zeigt eine Übersicht über die Dauer (Median, Maximum, Minimum) der aufgenommenen Verhaltensweisen zu den verschiedenen Zeitpunkten nach der Behandlung. Dabei fällt auf, dass die Bienen einen Großteil der Zeit mit *Laufen* verbringen: zwischen 40 und 135 Sekunden (Mediane). Ein weiteres sehr häufig gezeigtes Verhalten war *Putzen*, allerdings nur bei den Bienen der Behandlungsgruppen, die 10 bis 48 Sekunden (Mediane) damit verbringen. Neben dem in der Tabelle aufgeführten Verhalten wurden sehr selten auch andere Verhaltensweisen wie das Regurgitieren von Nektar oder das Nagen am Holzuntergrund beobachtet.

Der Median der Zeiträume, die die Bienen ohne erkennbare Aktivität verbringen, also *träge* sind, liegt bei allen Gruppen bei null Sekunden. Tatsächlich wurde dieses Verhalten sehr selten beobachtet, denn auch wenn die Bienen zunächst inaktiv wirkten, war bei genauem Hinsehen fast immer eine Tätigkeit erkennbar, wie *Fächeln* mit den Flügeln oder das Regurgitieren von Nektar.

Bei der statistischen Analyse lassen sich zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen finden. Erst beim Vergleich zu den unbehandelten Referenzbienen ergeben sich Unterschiede beim *Laufen* ($p=0,003$, $H=15,674$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks) und *Putzen* ($p\leq 0,009$, $H\geq 13,398$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks).

Dabei verbringen die Bienen der Gruppe G 5h nach der Behandlung signifikant weniger Zeit mit *Laufen* als die Referenzbienen ($p\leq 0,05$, $Q=3,168$, MC: Dunn's Method; Abb. 48). Zu allen anderen Zeitpunkten konnte dieser Unterschied nicht statistisch gesichert werden.

Die Dauer, die Bienen der Gruppe OAS und OAG sich *putzen* ist 5h nach Behandlung signifikant höher verglichen zu den Referenzbienen ($p\leq 0,05$, $Q\leq 3,151$, Dunn's Method; Abb. 49). Nach 24h verbringen nur noch die mit OAS behandelten Bienen signifikant mehr Zeit mit *Putzen* als die Referenzbienen ($p\leq 0,05$, $Q=3,477$, Dunn's Method; Abb. 50).

Tabelle 9: Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) zu den verschiedenen Zeitpunkten nach der Behandlung (n=40)

Beh.	VW	5h n.B.			24h n.B.			48h n.B.			72h n.B.		
		Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max
OAS	F	0	0	135	0	0	175	0	0	100	0	0	150
	Fl	5	0	160	0	0	85	2,5	0	115	0	0	35
	L	105	5	175	108	0	180	143	0	175	40,5	0	180
	P	30	0	145	40	0	175	25	0	180	15	0	170
	T	0	0	35	0	0	60	0	0	135	0	0	180
OAG	F	0	0	180	0	0	115	0	0	180	0	0	180
	Fl	0	0	160	0	0	80	0	0	115	0	0	175
	L	52,5	0	180	120	0	180	100	0	180	110	0	180
	P	47,5	0	175	30	0	175	15	0	180	20	0	170
	T	0	0	50	0	0	120	0	0	160	0	0	135
G	F	0	0	180	0	0	180	0	0	180	0	0	180
	Fl	0	0	150	0	0	110	0	0	85	0	0	130
	L	52,5	0	175	80	0	180	125	0	180	135	0	180
	P	30	0	180	20	0	180	10	0	165	10	0	105
	T	0	0	25	0	0	20	0	0	45	0	0	75
K	F	5	0	180	0	0	180	0	0	105	0	0	180
	Fl	10	0	130	0	0	120	0	0	75	0	0	110
	L	85	0	180	97,5	0	180	110	0	180	110	0	180
	P	15	0	160	17,5	0	145	35	0	180	15	0	180
	T	0	0	15	0	0	50	0	0	45	0	0	10

Abkürzungen: Beh.=Behandlung, VW=Verhaltensweisen, Med=Median, Min=Minimum, Max=Maximum, F=Fächeln, Fl=Fliegen, L=Laufen, P=Putzen, T=Trägheit

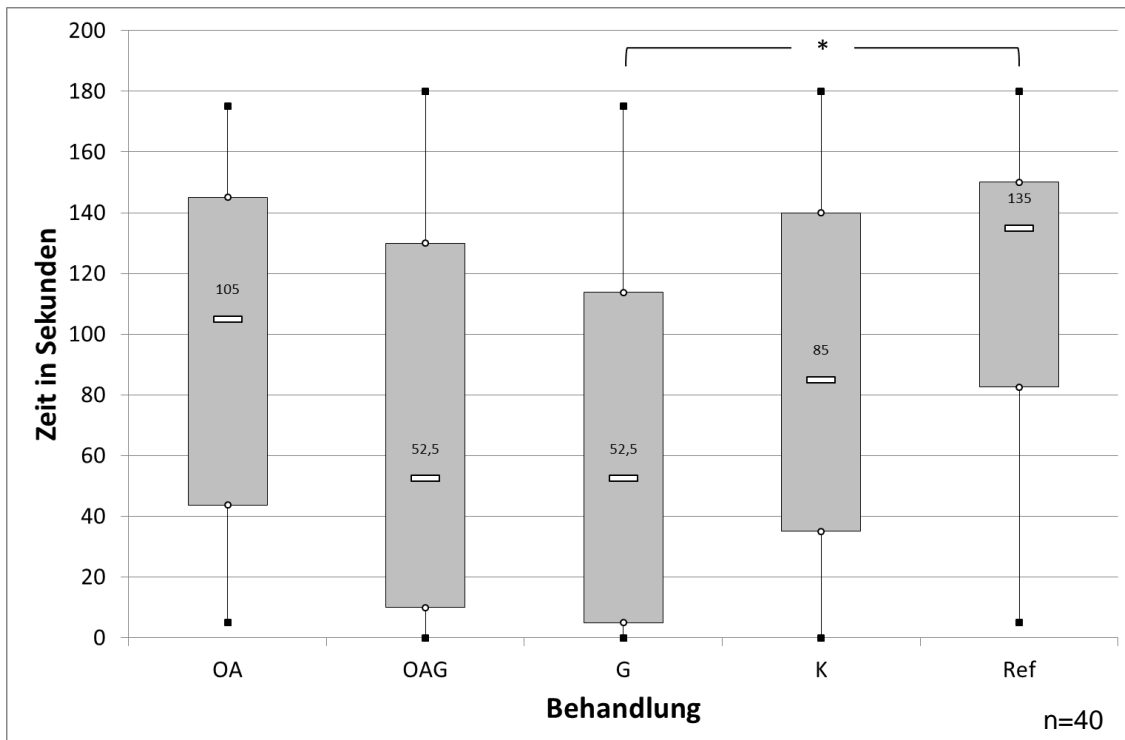


Abb. 48: Zeit, die die Bienen mit *Laufen* verbringen 5h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($p=0,003$, $H=15,674$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

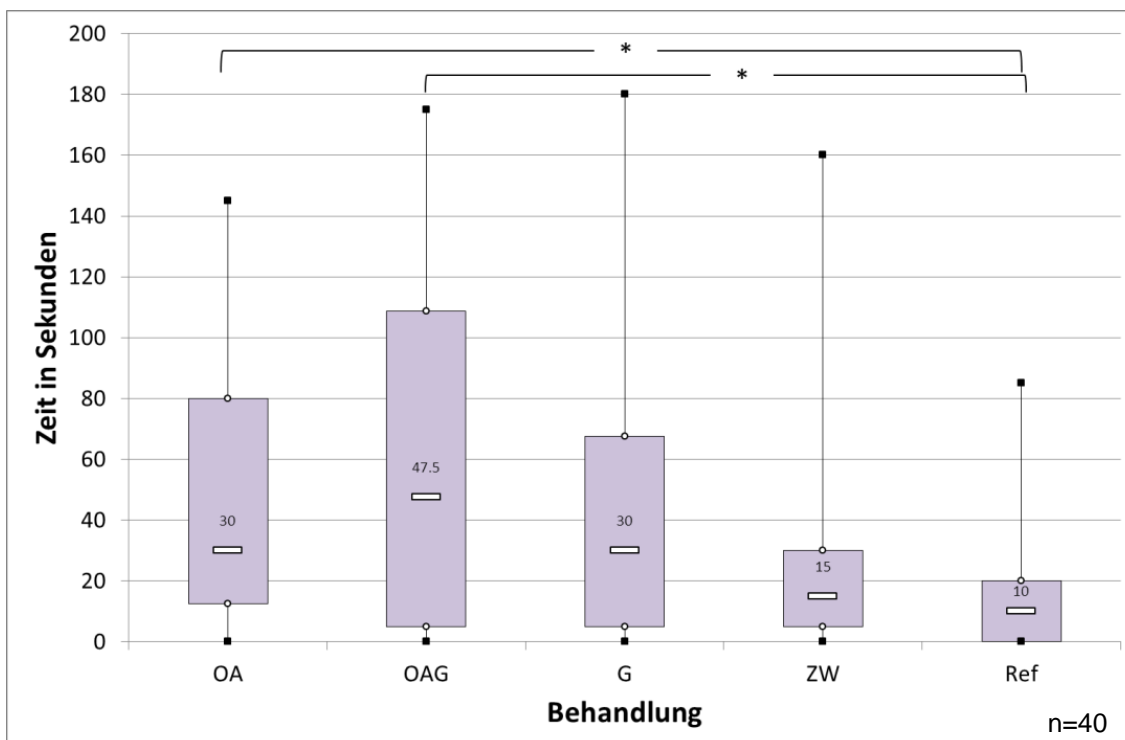


Abb. 49: Zeit, die die Bienen mit *Putzen* verbringen 5h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($p=0,002$, $H=17,089$, $DF=4$, Kruskal Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

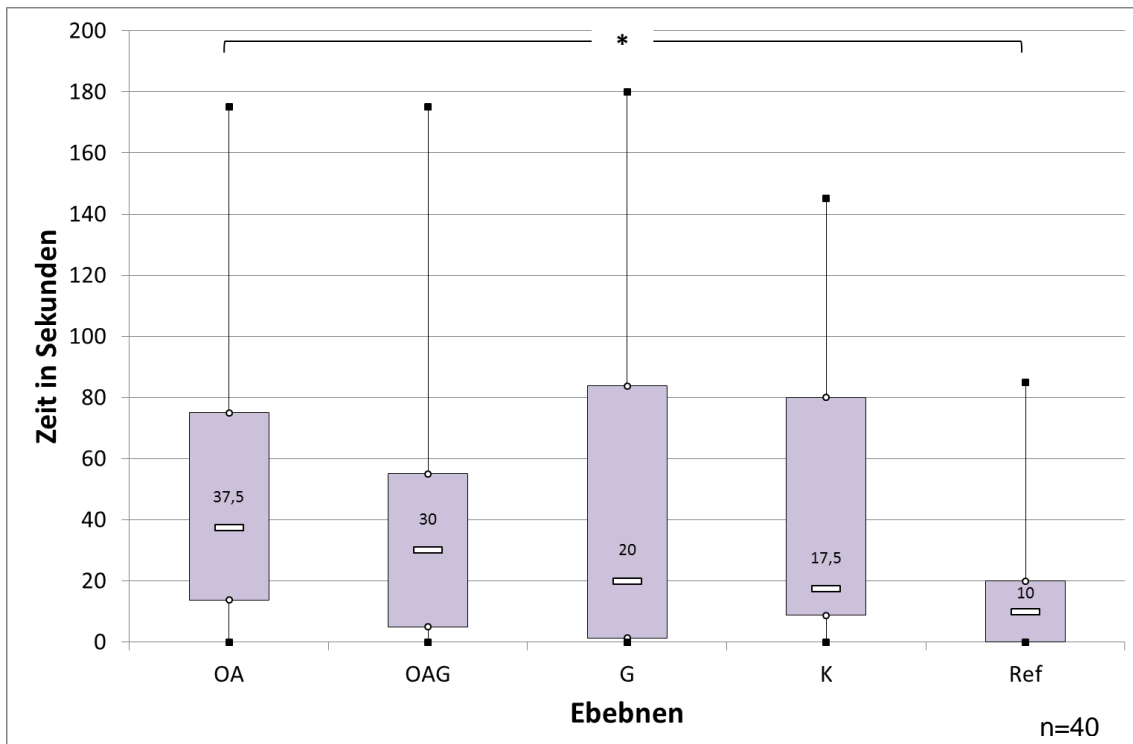


Abb. 50: Zeit, die die Bienen mit *Putzen* verbringen 24h nach Behandlung: Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($p=0,009$, $H=13,398$, $DF=4$, Kruskal Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Zu keinem Zeitpunkt der Beobachtungen wurde eine Einschränkung der Bewegung, wie Taumeln oder Lähmungserscheinungen beobachtet. Alle Bienen wirkten in ihrem Bewegungsablauf unauffällig und größtenteils sehr aktiv.

III.4 Schauvolk: Verhalten und Lebensdauer

III.4.1 Vorversuch Mortalität Jungbienen

Der Vorversuch zur Toxizität von Oxalsäure in Glycerin an Jungbienen im Labor zeigt eine Abnahme der Bienenmortalität mit steigendem Alter der Bienen (Abb. 51).

Einen Tag alte Bienen haben mit fast 90% die höchste Sterberate im Vergleich zu den anderen Gruppen ($p \leq 0,005$, $z \geq 2,798$, z-Test), gefolgt von den zwei Tage alten Bienen mit 65% ($p \leq 0,033$, $z \geq 2,131$, z-Test). Drei und vier Tage alte Bienen haben mit einem Totenfall von 45% bzw. 38% eine signifikant geringere Mortalität ($p \leq 0,033$, $z = 2,131$, z-Test). Im Vergleich zu den Kontrollen mit 6% ist ihr Totenfall aber immer noch deutlich höher ($p \leq 0,001$, $z \leq 4,011$, z-Test). Die Ergebnisse der Kontrollen wurden für die Abbildung zur besseren Übersicht zusammengefasst. Ihr Totenfall in den verschiedenen Altersstufen liegt zwischen 0 und 10% unterscheidet sich nicht signifikant voneinander ($p \geq 0,05$, $z \leq 6,656$, z-test).

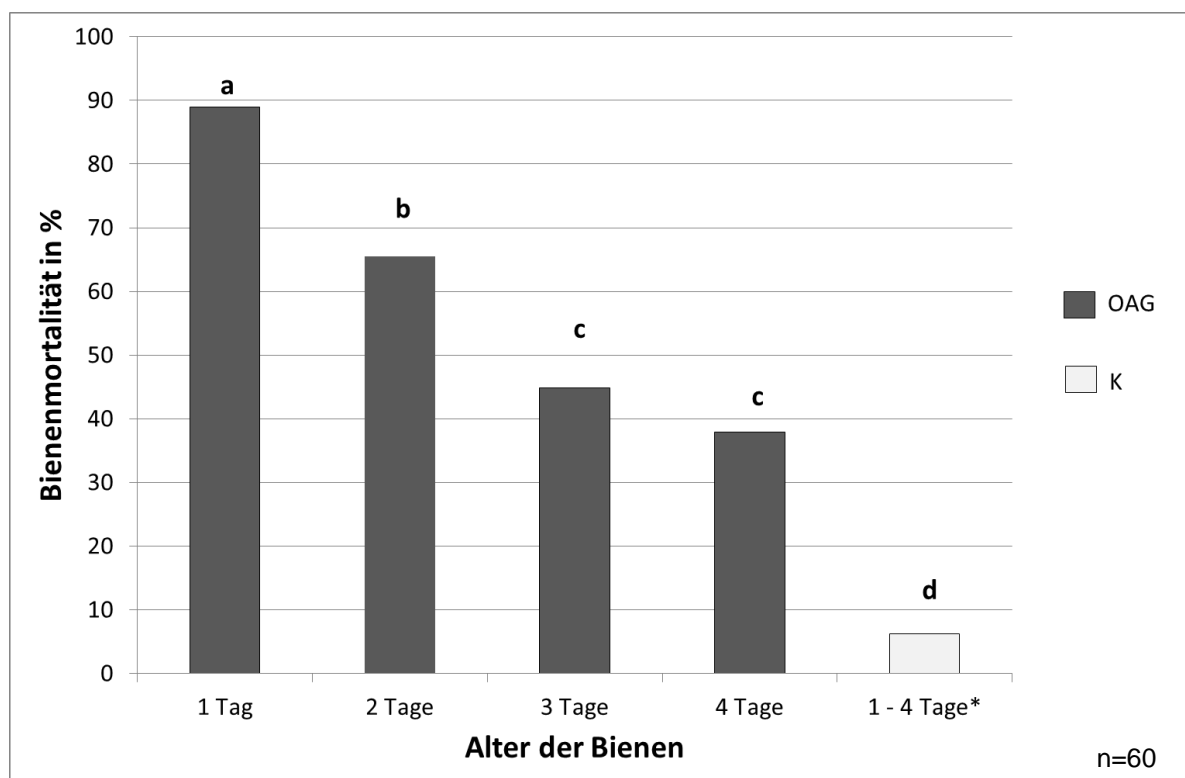


Abb. 51: Mortalität der Jungbienen im Alter von 1 bis 4 Tagen 72 Stunden nach Behandlung mit Oxalsäure in Glycerin bzw. Zuckerwasser: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,033$, $z \geq 2,131$, z-test; *Daten der Kontrolle werden zusammengefasst dargestellt)

III.4.2 Anfangsverluste nach Einsatz ins Schauvolk

Trotz Einkalkulierens der erhöhten Mortalität aus dem Vorversuch im Labor, kam es nach Einsetzen der Bienen ins Schauvolk in beiden Durchgängen zu hohen Anfangsverlusten in der Gruppe OAG.

III.4.2.1 Anfangsverlust nach Einsatz ins Schauvolk: Durchgang I

Der Verlust der Bienen nach dem Einsetzen ins Schauvolk ist in der Gruppe K mit 11% am niedrigsten, in der Gruppe OAG mit fast 60 % am höchsten. Beide unterschieden sich signifikant voneinander ($p \leq 0,001$, $z = 7,333$, z-test), sowie zur Gruppe G mit einem Bienenverlust von 24% ($p \leq 0,026$, $z \geq 2,333$, z-test; Abb. 52).

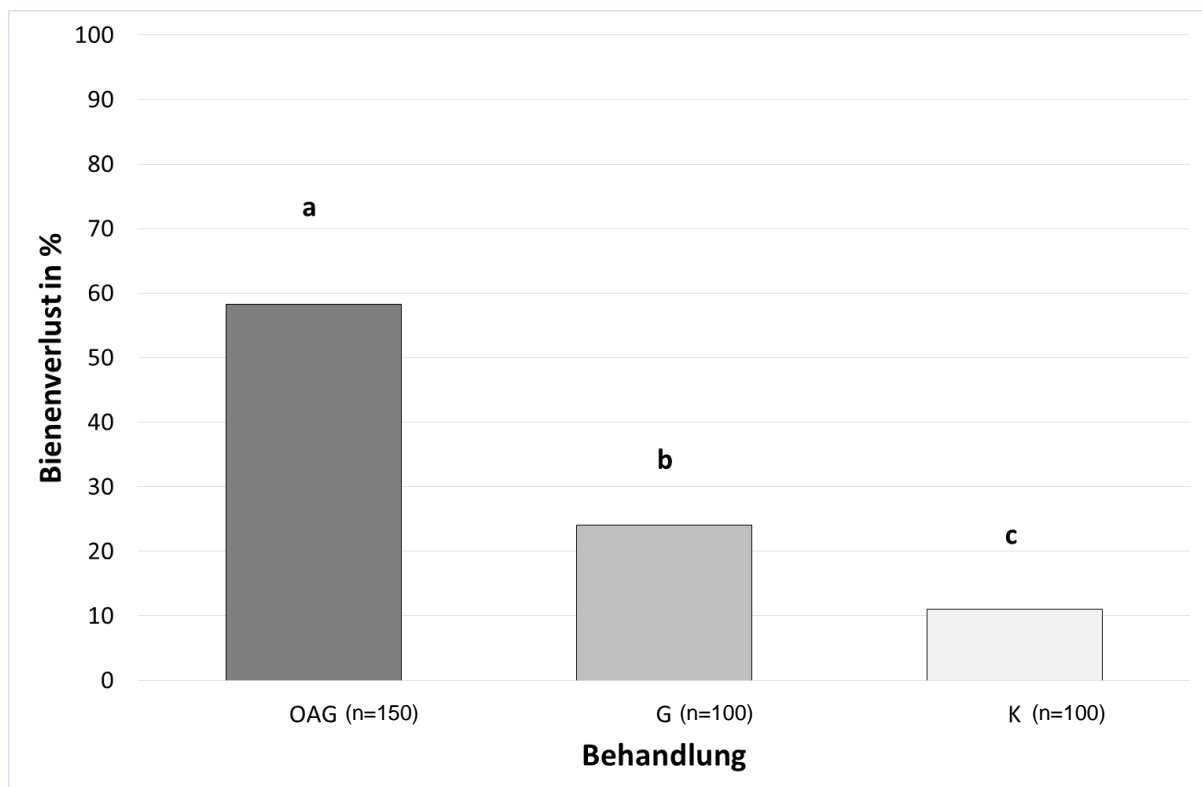


Abb. 52: Prozentualer Verlust an Bienen nach dem Einsatz ins Schauvolk in den einzelnen Behandlungsgruppen: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $z \geq 2,233$, z-test)

III.4.2.2 Anfangsverlust nach Einsatz ins Schauvolk: Durchgang II

Die Verluste der Bienen nach dem Einsetzen ins Schauvolk liegen in den Gruppen G und K mit 33% bzw. 35% fast gleich hoch und unterscheiden sich signifikant zu den erheblich höheren Verlusten (86%) der Bienen der OAG-Gruppe ($p \leq 0,001$, $z \geq 8,196$, z-test; Abb. 53).

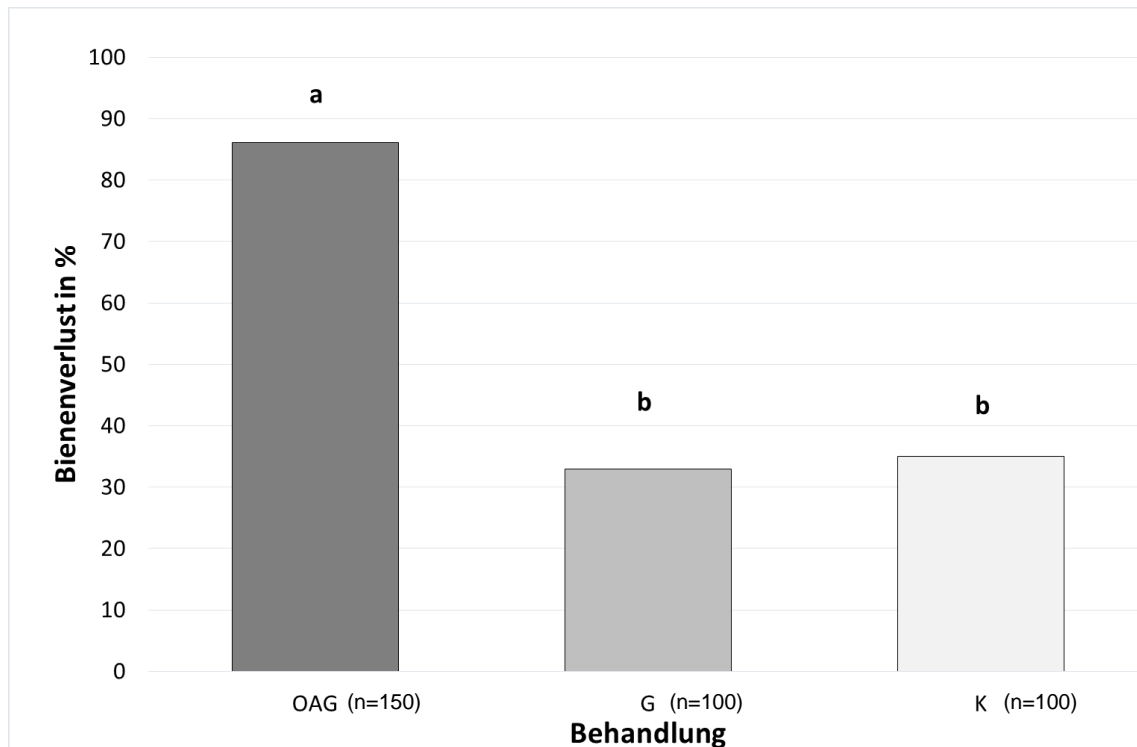


Abb. 53: Prozentualer Verlust an Bienen nach dem Einsatz ins Schauvolk in den einzelnen Behandlungsgruppen: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $z \geq 8,196$, z-test)

Aufgrund des ungewöhnlich hohen Bienenverlustes wurde der zweite Durchgang der Beobachtungen abgebrochen und wegen der fortgeschrittenen Jahreszeit nicht wiederholt.

III.4.3 Verhalten im Volk

Für die Darstellung der Ergebnisse wurden die „Relative Propability of Task Performance“ (RPTP) der jeweiligen Verhaltensweisen über die Beobachtungszeit aufgetragen.

Für die Verhaltensweisen *Brutpflege* (mit Ausnahme der Gruppe OAG), *Futterverarbeitung*, *Zellinspektion* und *Inspektion der Brut* ist eine Abnahme der RPTP mit der Zeit in allen Gruppen zu sehen. Alle anderen Verhaltensweisen bleiben über die Zeit mehr oder weniger konstant mit der Ausnahme *Nestbau*, welches nur im Alter von 11 bis 16 Tagen beobachtet wurde. Vergleicht man den zeitlichen Verlauf der RPTP zwischen den Gruppen, findet man folgende signifikante Unterschiede:

Bei der *Futterverarbeitung* unterscheidet sich die Gruppe G signifikant von den beiden anderen ($p \leq 0,025$, KS-Test; Abb. 54). Das Verhalten tritt über die Zeit ab dem Alter von 13 Tagen seltener auf als in den anderen Gruppen.

Das Verhalten *Selbstputz* wurde für die Gruppe G fast über den gesamten Zeitverlauf am wenigsten beobachtet, signifikant unterscheidet sich die Verteilung jedoch nur im Vergleich zur K-Gruppe ($p \leq 0,025$, KS-Test; Abb. 55).

Bei der *Zellinspektion* unterschieden sich alle Gruppen signifikant voneinander ($p \leq 0,05$, KS-Test; Abb. 55). Das Verhalten tritt bis zum 17. Lebenstag in der OAG-Gruppe am meisten auf, gefolgt von der Gruppe G. In der K-Gruppe wurde das Verhalten zwar anfangs ähnlich viel beobachtet, es nimmt danach aber stärker ab als in den anderen beiden Gruppen.

Auch beim Verhalten *Deckel-Nagen* unterschieden sich alle drei Gruppen signifikant voneinander ($p \leq 0,025$, KS-Test; Abb. 56). Anfangs ist dieses Verhalten in allen Gruppen gleich oft zu beobachten. Ab dem 10. Lebenstag nimmt es in der OAG und G-Gruppe stark ab, während es in der K-Gruppe weiterhin in einem hohen Umfang auftritt.

In den Verhaltensweisen *Laufen*, *Nestbau*, *Träge*, *Trophallaxis* und *Inspektion Brut* gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ($p \geq 0,05$, KS-Test).

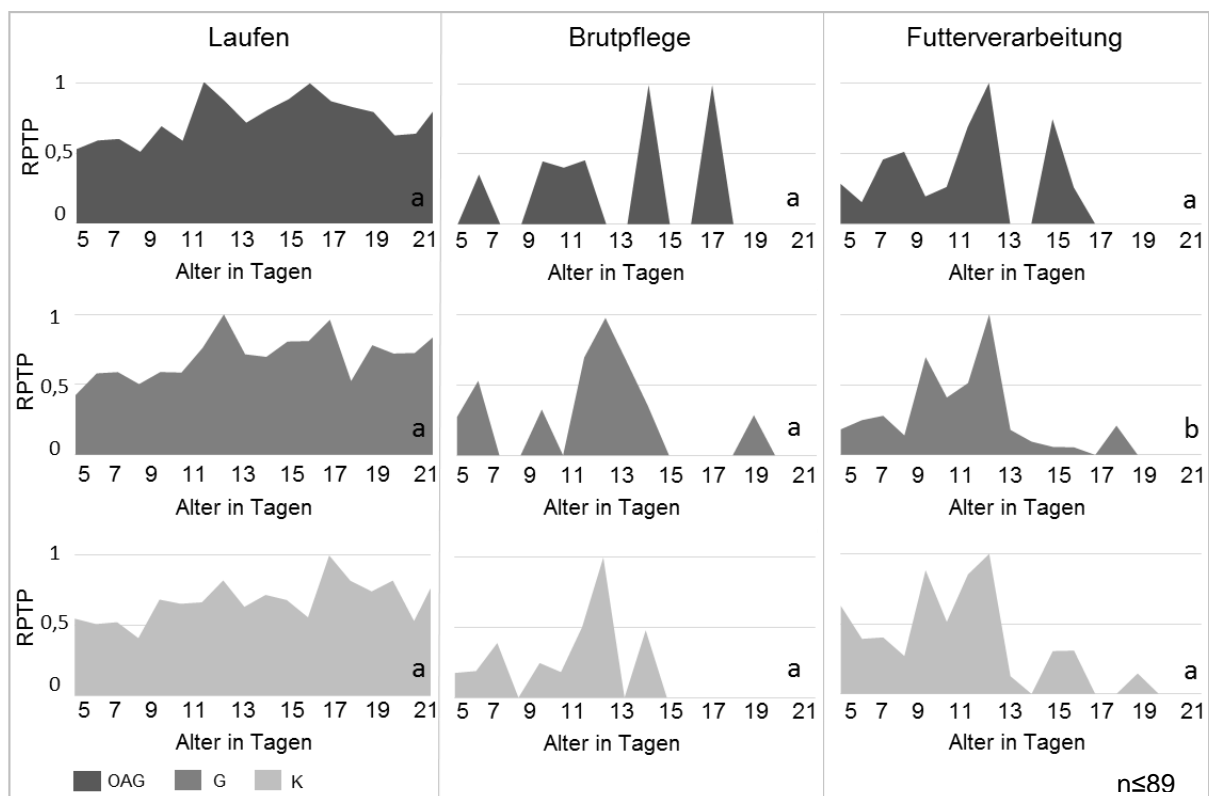


Abb. 54: Verteilung der „Relative Propability of Task Performance“ (RPTP) für die Verhaltensweisen *Laufen*, *Brutpflege* und *Futtermittelverarbeitung* im Verlauf der Beobachtungszeit: Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,025$, KS-Test)

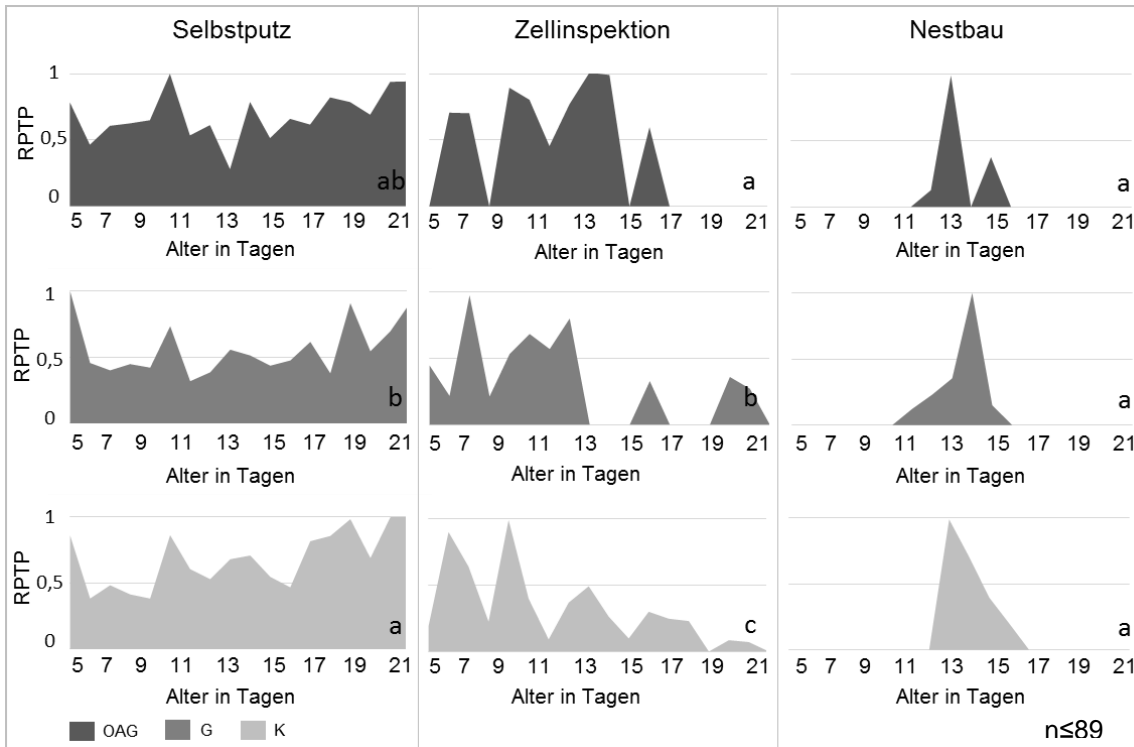


Abb. 55: Verteilung der RPTP für die Verhaltensweisen *Selbstputz*, *Zellinspektion* und *Nestbau* im Verlauf der Beobachtungszeit: Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,05$, KS-Test)

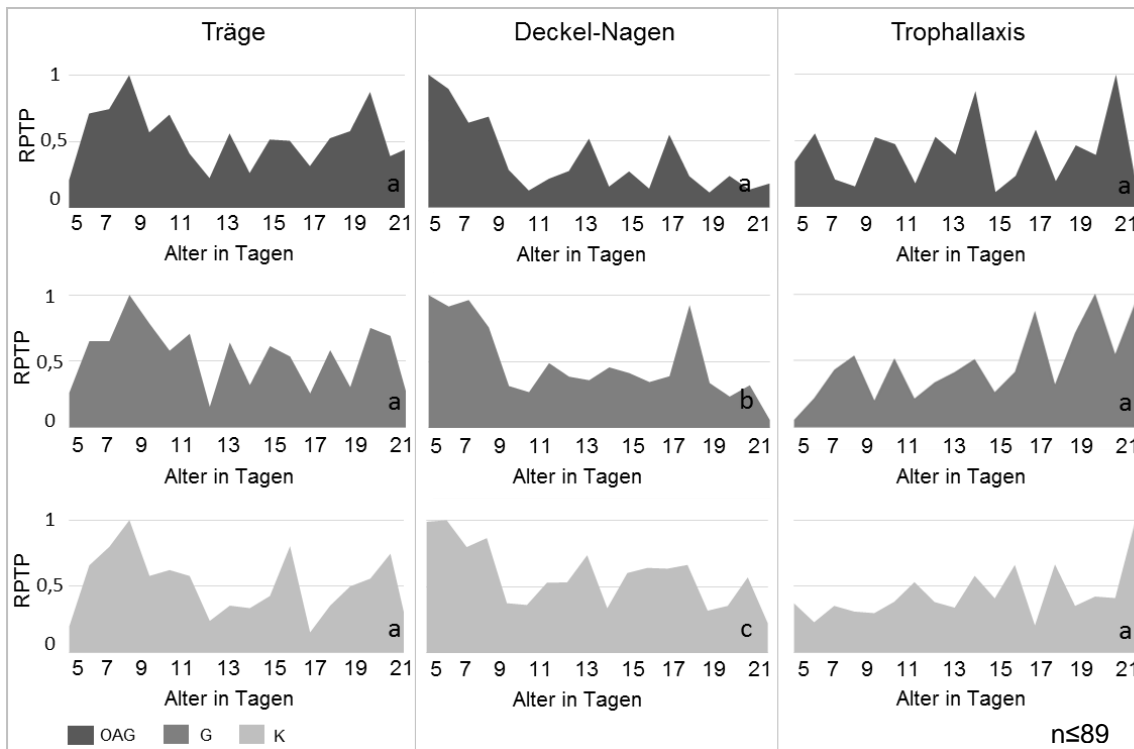


Abb. 56: Verteilung der RPTP für die Verhaltensweisen *Träge*, *Deckel-Nagen* und *Trophallaxis* im Verlauf der Beobachtungszeit: Signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,025$, KS-Test)

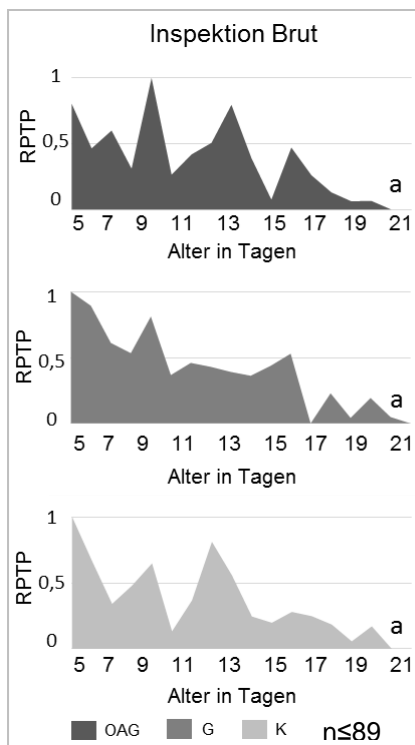


Abb. 57: Verteilung der RPTP für die Verhaltensweise *Inspektion Brut* im Verlauf der Beobachtungszeit: Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen ($p \geq 0,05$, KS-Test)

Weiteres Verhalten, wie *Putzen einer Nestgenossin*, *Fächeln* oder *Tanzen* bzw. *Nachtanzen*, wurde nicht in genügendem Umfang beobachtet, um es statistisch analysieren zu können.

Flugaktivität oder das Sammeln von Pollen war nicht Teil der Verhaltensanalyse des Stockverhaltens, wurde aber, wenn es auftrat, mit aufgenommen. Erste Ausflüge wurden ab einem Alter von 10 Tagen beobachtet (zwischen 3 und 7 Beobachtungen pro Gruppe und Tag) und nahmen im Alter von 14 Tagen zu (zwischen 4 und 10 Beobachtungen am Tag). Pollensammeln wurde insgesamt sehr selten beobachtet (maximal 3 Beobachtungen am Tag). Markierte Bienen mit Pollen traten vermehrt ab einem Alter von 16 Tagen auf, vereinzelt auch schon ab einem Alter von 10 Tagen.

III.4.4 Verteilung der Bienen im Volk

Betrachtet man die Verteilung der RPTP in den verschiedenen Stockarealen, fällt auf, dass mit zunehmenden Alter immer weniger Verhaltensweisen im *Honigraum* und dafür mehr Verhaltensweisen im *Randbereich* des Nestes stattfinden. Der Aufenthalt im *Brutnest* bleibt über die Zeit der Beobachtung unverändert (Abb. 58). In allen Gruppen unterscheidet sich die

Verteilung der RTPP im Bereich *Brutnest* signifikant zu denen der Bereiche *Honigraum* und *Randbereich* ($p \leq 0,005$, KS-Test).

Ein statistischer Unterschied zwischen den Gruppen konnte nicht festgestellt werden.

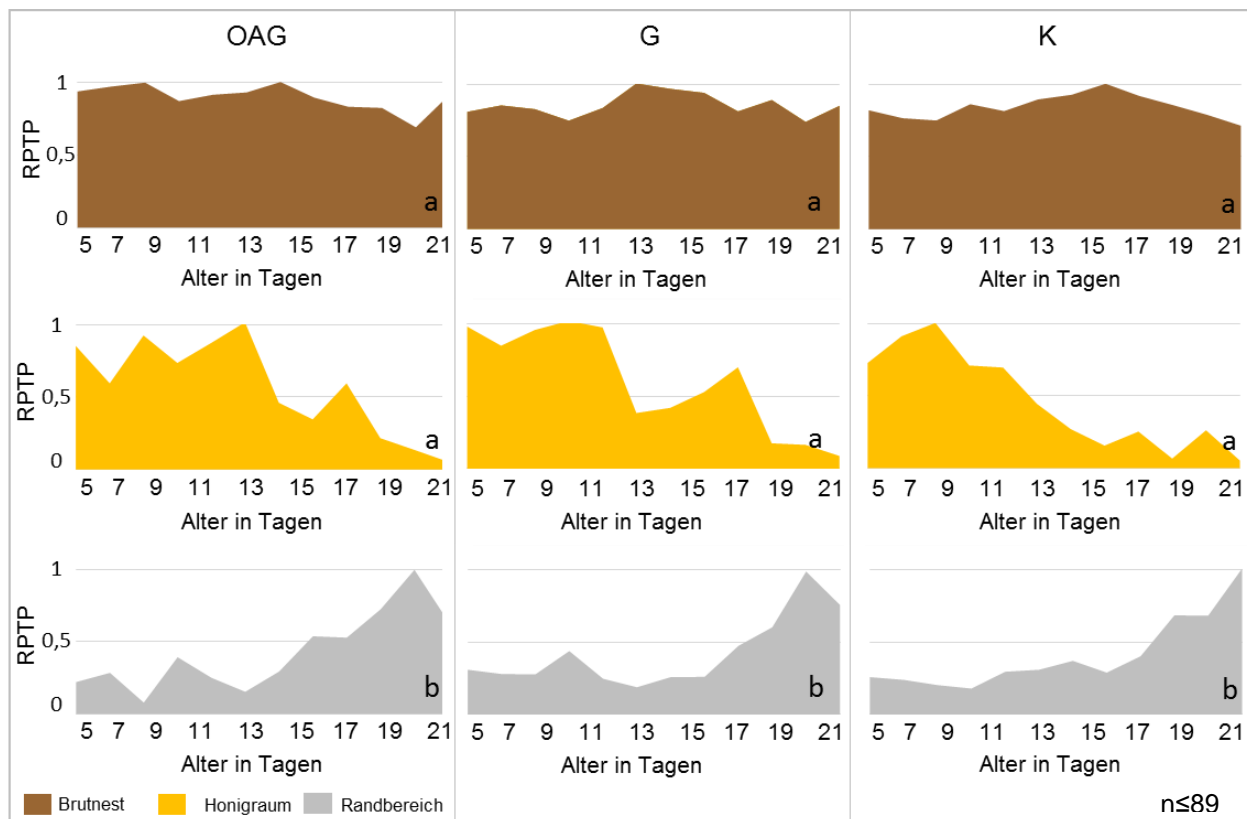


Abb. 58: Verteilung der RTPP („relative propability of task performance“) in den Stockbereichen *Brutnest*, *Honigraum* und *Randbereich* im Verlauf der Beobachtungszeit: Signifikante Unterschiede innerhalb der Behandlungsgruppen durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,005$, KS-Test)

III.4.5 Lebensdauer

Die Ergebnisse der Lebensdauer werden als prozentuale Abnahme über die Zeit und als Durchschnittsalter der Bienen in den vier Gruppen dargestellt und verglichen. Die statistische Analyse der Daten ergab keine Normalverteilung, so dass das Alter grafisch als Box Plots dargestellt wird. Die Werte der Mediane sind in den Boxen angezeigt.

III.4.5.1 Lebensdauer im Volk

In der Lebensdauer bzw. der Abnahme der Bienen über die Zeit im Schaukasten kommt es zu signifikanten Unterschieden zwischen den Behandlungsgruppen ($p \leq 0,003$, Statistik-Wert=11,852, DF=2, Kaplan-Meier Survival Analysis Gehan-Breslow; Abb. 59) die sich auch

im Durchschnittsalter widerspiegeln ($p \leq 0,003$, $H=11,838$, $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 60).

Dabei weisen die Gruppen OAG und G sowohl eine signifikant stärkere Abnahme der Bienen über die Zeit ($p \leq 0,02$, Statistik-Wert $\geq 5,434$, MC: Holm Sidak Method), als auch ein niedrigeres Durchschnittsalter von 17,5 bzw. 21,52 Tagen (Mediane) auf im Vergleich zur Kontrollgruppe mit 23 Tagen ($p \leq 0,05$, $Q \geq 2,301$, MC: Dunn's Method).

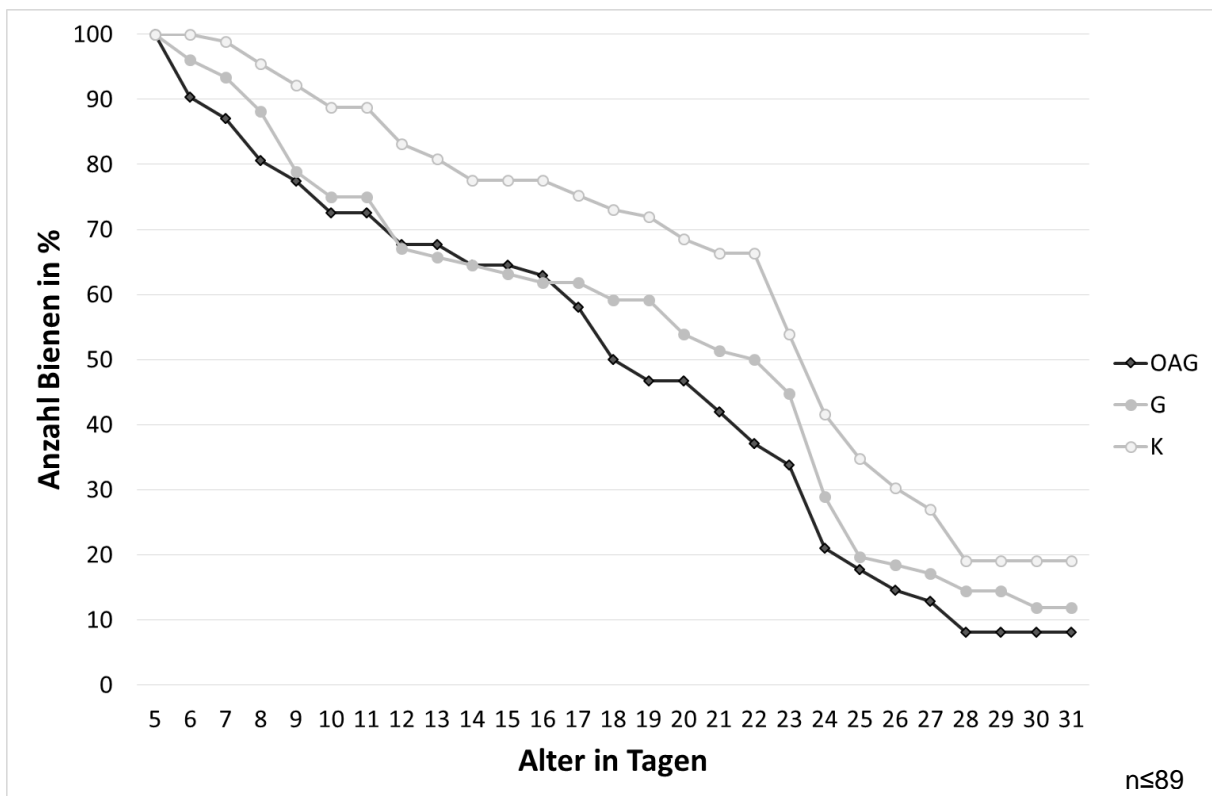


Abb. 59: Prozentuale Bienenabnahme in den einzelnen Behandlungsgruppen im Schauvolk: Abnahme in den Gruppen OAG und G signifikant stärker im Vergleich zu K ($p \leq 0,003$, Statistik-Wert=11,852, $DF=2$, Kaplan-Meier Survival Analysis Gehan-Breslow + MC: Holm Sidak Method)

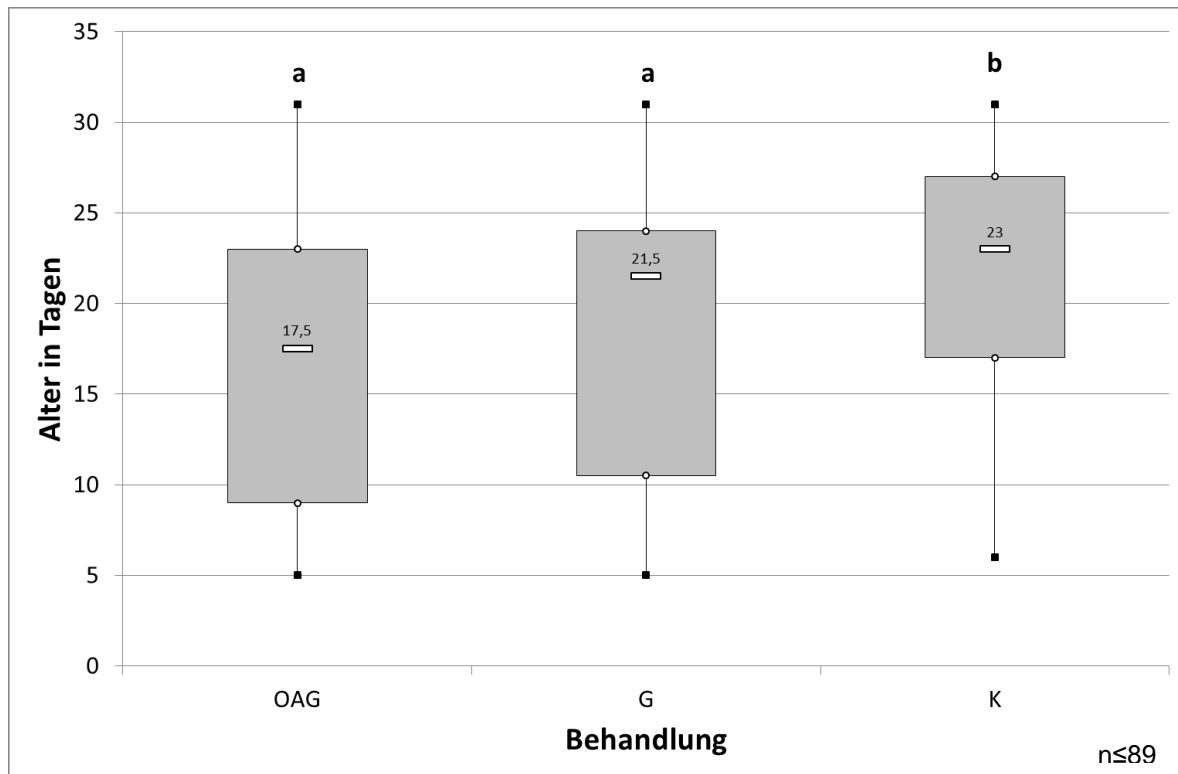


Abb. 60: Durchschnittliches Alter der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen im Schauvolk: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,003$, $H=11,838$, $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

III.4.5.2 Lebensdauer im Labor

Die Ergebnisse der Lebensdauer im Labor weisen signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen auf, sowohl in der Bienenabnahme über die Zeit ($p \leq 0,001$, Statistik-Wert=355,577, $DF=3$, Kaplan-Meier Survival Analysis Gehan-Breslow; Abb. 61), als auch im Durchschnittsalter ($p \leq 0,001$, $H=505,083$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 62).

Die Gruppe OAG weist im Vergleich zu den anderen Gruppen dabei sowohl die stärkste Abnahme über Zeit, als auch das niedrigste Alter von 5 Tagen (Median) auf und unterscheidet sich signifikant von allen Gruppen ($p \leq 0,001$, Statistik-Wert $\geq 117,791$, MC: Holm Sidak Method und $p \leq 0,05$, $Q \geq 4,834$, MC: Dunn's Method).

Die Bienen der OAG-Gruppe haben eine signifikant stärkere Abnahme der Bienenzahl ($p \leq 0,001$, Statistik-Wert=121,817, MC: Holm Sidak Method) und ein signifikant niedrigeres Alter (5 Tage) als die Bienen der OAS Gruppe (8 Tage; $p \leq 0,05$, $Q=4,834$, MC: Dunn's Method). Die Bienen der Gruppen G und K nehmen signifikant langsamer ab im Vergleich zu den Oxalsäure Gruppen OAS und OAG ($p \leq 0,001$, Statistik Wert $\geq 140,163$, MC: Holm Sidak Method) und erreichen ein signifikant höheres Alter von 30 bzw. 29 Tagen ($p \leq 0,05$, $Q \geq 11,599$, MC: Dunn's Method).

Die Werte für Bienenabnahme über die Zeit wie auch für das Durchschnittsalter der Gruppen G und K unterscheiden sich nicht signifikant voneinander ($p=0,181$, Statistik Wert= 1,793, MC: Holm Sidak Method und $p\geq 0,05$, $Q=2,359$, MC: Dunn's Method).

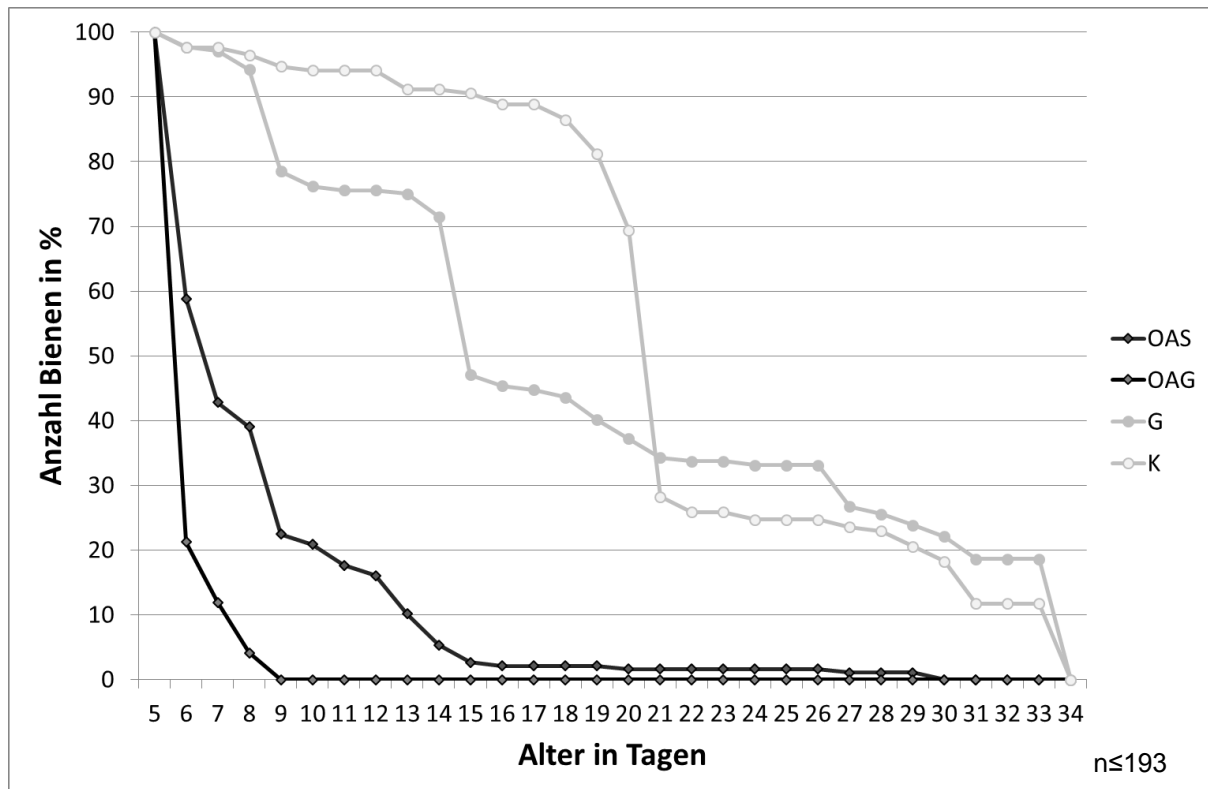


Abb. 61: Prozentuale Bienenabnahme in den einzelnen Behandlungsgruppen unter Laborbedingungen: Signifikante Unterschiede zwischen allen Gruppen außer G und K ($p\leq 0,001$, Statistik-Wert=355,577, DF=3, Kaplan-Meier Survival Analysis: Gehan-Breslow + MC: Holm Sidak Method)

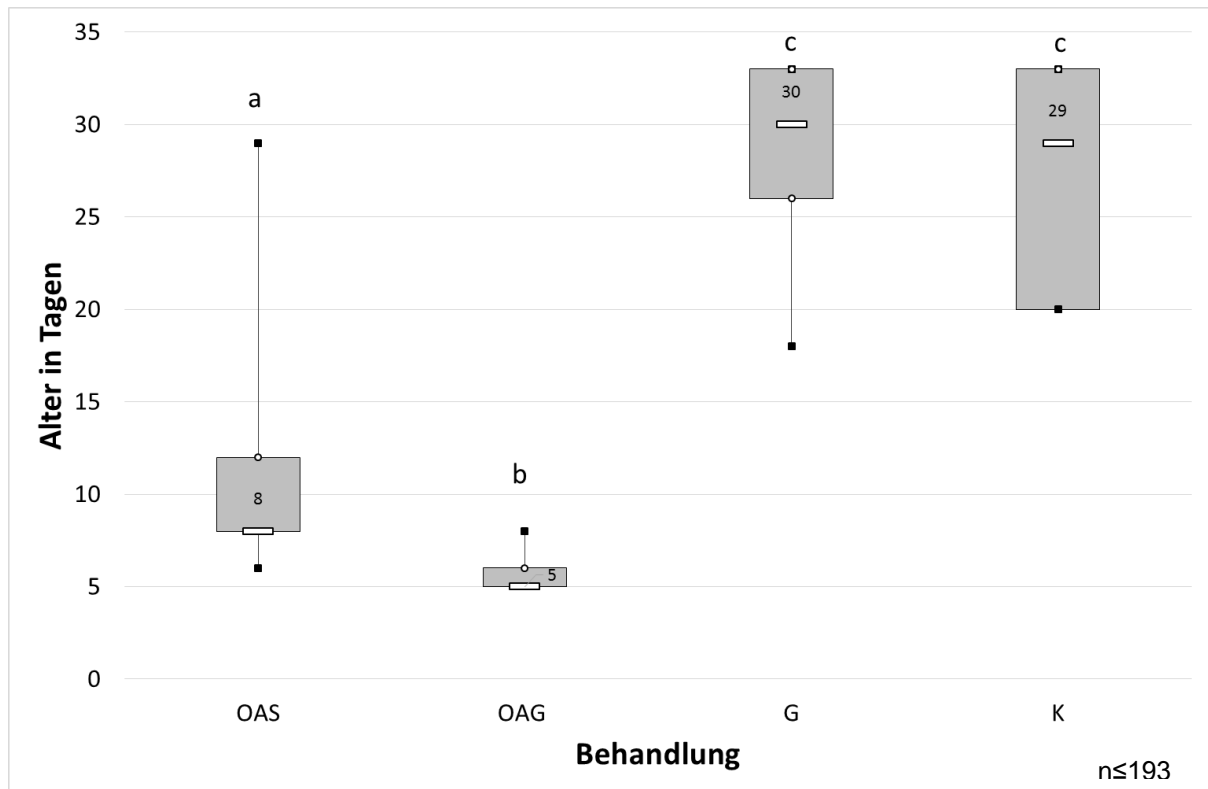


Abb. 62: Durchschnittliches Alter der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen unter Laborbedingungen: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H=505,083$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Im Vergleich zu den Werten aus dem Volk ist das Alter in den beiden Oxalsäure-Gruppen OAS und OAG deutlich niedriger als unter Volksbedingungen, während das Alter in den Gruppen G und K im Labor höher ist.

III.5 Flugverhalten

III.5.1 Flugdauer

Die Daten der Flugdauer werden jeweils für die Altersabschnitte „11 bis 18 Tage“ und „ab 19 Tage“ zusammengefasst dargestellt. Die statistische Analyse der Daten ergab keine Normalverteilung, so dass die Ergebnisse grafisch als Box Plots dargestellt werden. Die Werte der Mediane sind in den Boxen angezeigt. Der Vergleich der Flugdauer zwischen den Altersabschnitten wird zur besseren Übersicht ausnahmsweise als Balkendiagramm mit Mittelwert und Standardabweichung dargestellt.

III.5.1.1 Flugdauer: Durchgang I

Für den Altersabschnitt „11 bis 18 Tage“ gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ($p=0,454$, $H=2,618$, $DF=3$; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 63). Die Flugdauer liegt in allen Gruppen zwischen 2 ½ und 3 Minuten (Median). Allerdings weisen die Werte extreme Schwankungen von Minima weniger Sekunden bis Maxima von bis zu 1 ½ Stunden auf.

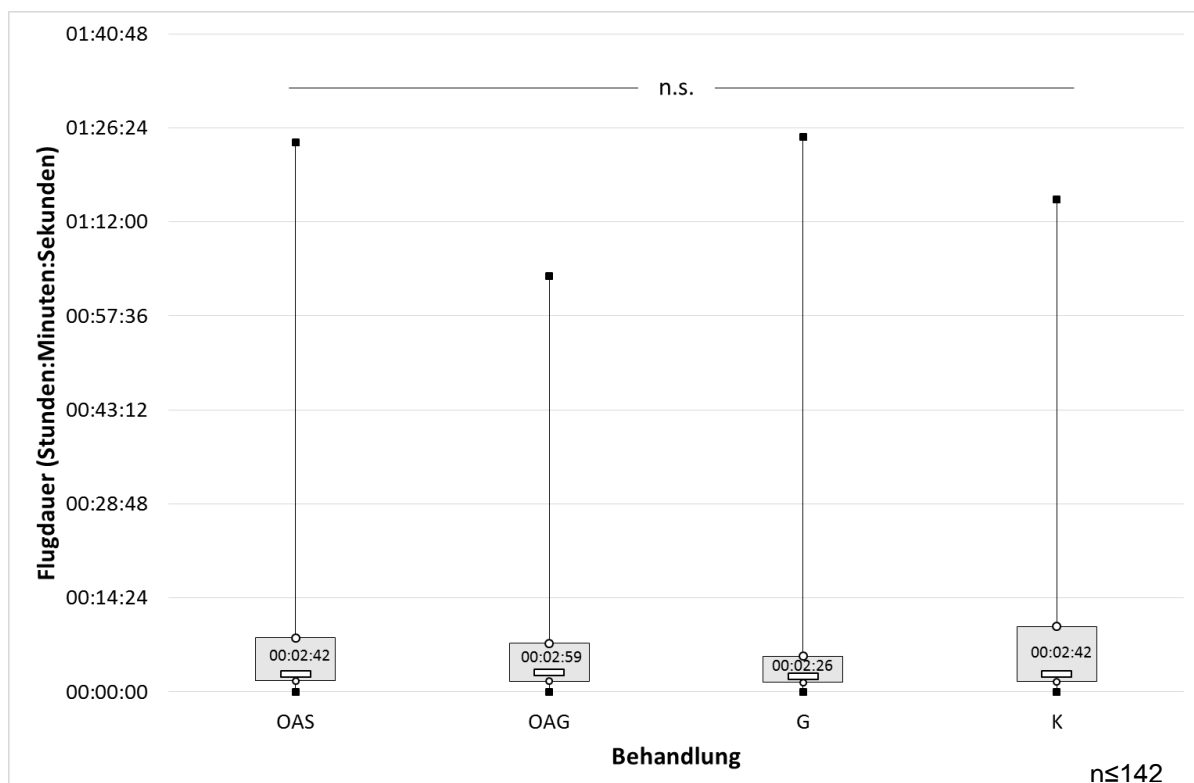


Abb. 63: Flugdauer der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen im Alter von 11 bis 18 Tage: Keine signifikanten Unterschiede ($p=0,454$, $H=2,618$, $DF=3$; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks)

Ab dem Altersabschnitt „ab 19 Tage“ liegt die Flugdauer zwischen 4 und 28 Minuten (Mediane) und unterscheidet sich signifikant zwischen den Gruppen ($p=0,03$, $H=2,618$, $DF=3$; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 64).

Die Bienen der OAS-Gruppe haben dabei die höchste Flugdauer, die im Mittel bei fast einer halben Stunde liegt. Signifikant unterscheiden sie sich aber nur zu den Bienen der G-Gruppe ($p\leq 0,05$, $Q=2,751$, MC: Dunn's Method) die mit einer Flugdauer von 4 Minuten (Median) die kürzeste Zeit beim Ausfliegen brauchen.

Die Flugdauer der Bienen der Gruppen K und OAG ist mit $12\frac{1}{2}$ Minuten (Median) fast gleich. Auch hier weisen die Werte große Schwankungen auf mit Minima von wenigen Sekunden und Maxima von fast $1\frac{1}{2}$ Stunden.

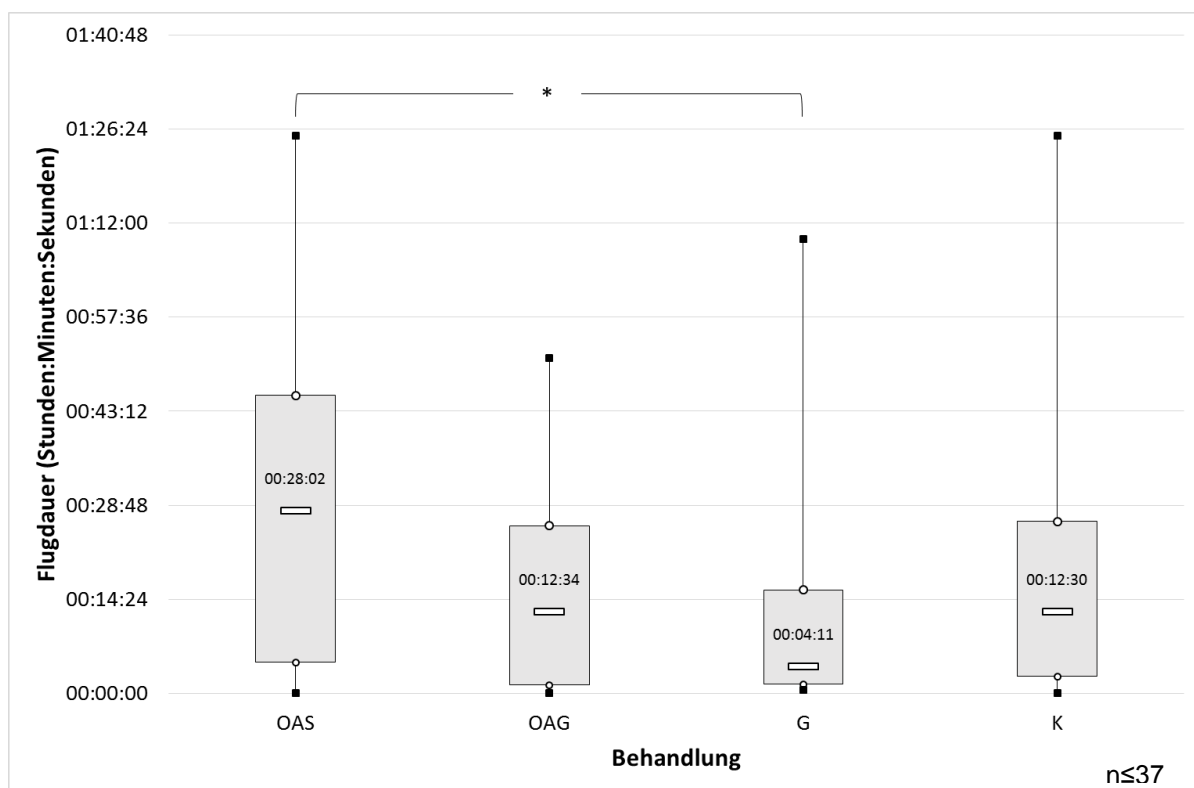


Abb. 64: Flugdauer der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen im Alter ab 19 Tage: Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen OAS und G (* $p=0,03$, $H=2,618$, $DF=3$; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Vergleicht man die Ergebnisse der Altersabschnitte, so ist bei allen vier Gruppen eine deutliche Zunahme der Flugdauer im Alter ab 19 Tagen zu erkennen (Abb. 65). Signifikant höher im Vergleich zu „11-18 Tagen“ liegt sie aber nur bei den Gruppen OAS ($p\leq 0,001$, $T=3272$, MWU-Test) und K ($p=0,002$, $T=3758,5$, MWU Test).

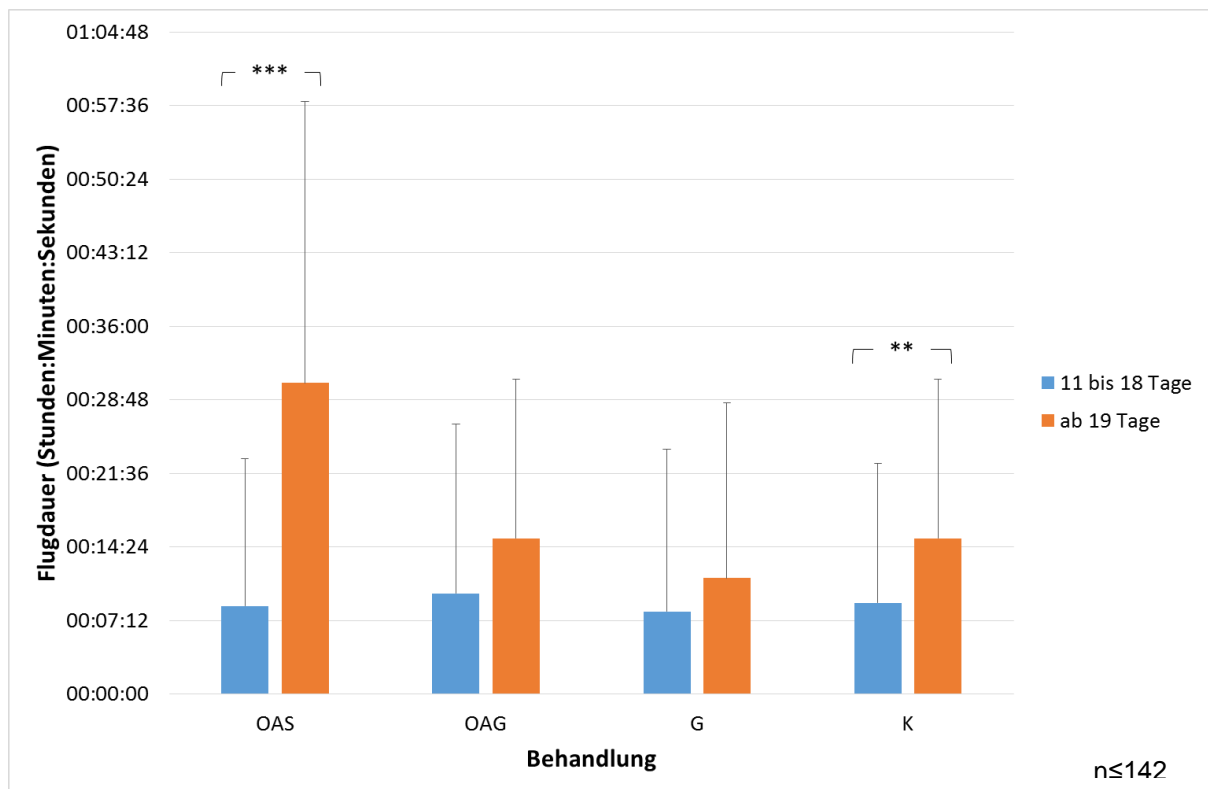


Abb. 65: Flugdauer der Altersabschnitte „11-18 Tage“ und „ab 19 Tage“: Signifikante Zunahme der Flugdauer bei den Behandlungsgruppen OAS und K (p=0,002, T=3272, ***p≤0,001, T=3758,5, MWU Test)**

III.5.1.2 Flugdauer: Durchgang II

Im zweiten Durchgang kommt es bereits im Altersabschnitt „11 bis 18 Tage“ zu signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (p=0,013, H=10,832, DF=3; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 66).

Die Flugdauer der Bienen der OAG Gruppe liegt mit über 6 Minuten (Median) signifikant höher im Vergleich zu den anderen Gruppen, deren mittlere Ausflugsdauer bei ca. 2 Minuten liegt (p≤0,05, Q≥2,981, MC: Dunn's Method). Wie bei dem ersten Durchgang weisen auch die Werte dieser Ergebnisse extreme Schwankungen von Minima weniger Sekunden bis Maxima von bis zu einer Stunde auf.

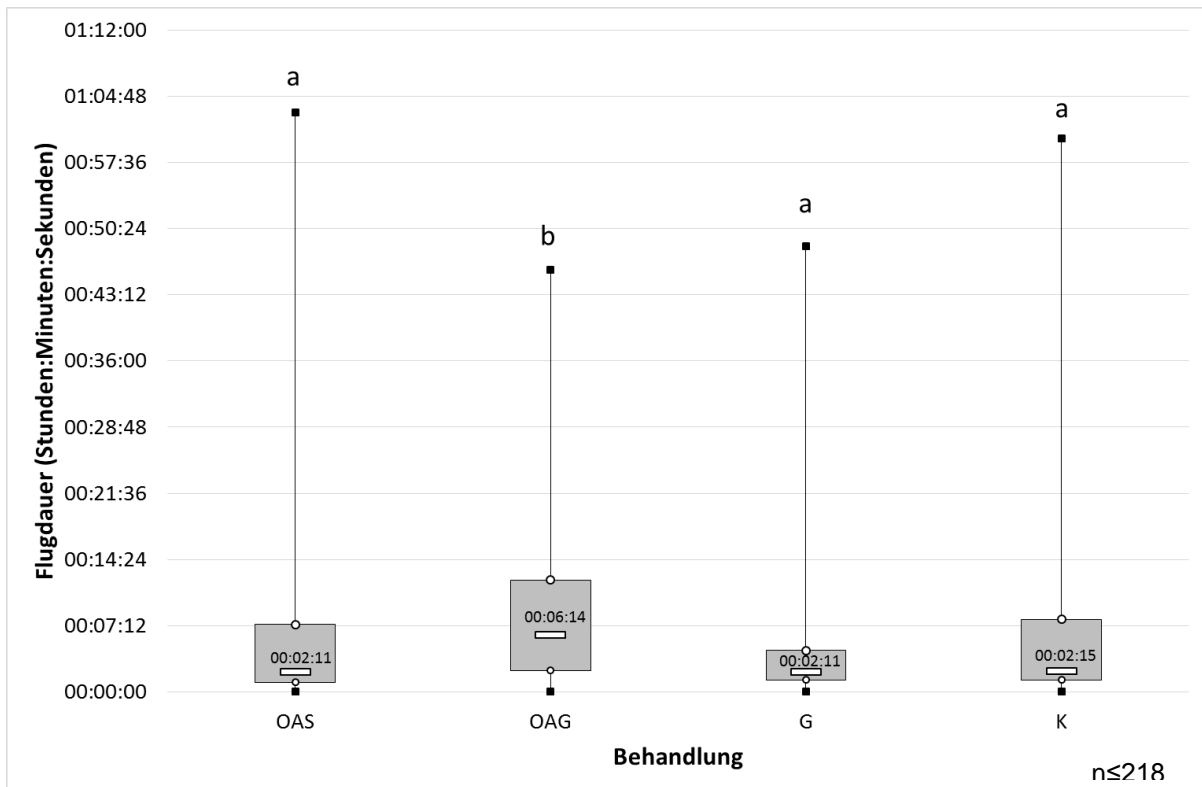


Abb. 66: Flugdauer der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen im Alter von 11 bis 18 Tage: Signifikanten Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p=0,013$, $H=10,832$, $DF=3$; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Ab dem Altersabschnitt „ab 19 Tage“ erhöht sich die Ausflugsdauer auf Werte zwischen 10 und 26 Minuten (Mediane) und es lassen sich auch hier signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen finden ($p=0,03$, $H=8,982$, $DF=3$; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 67).

Die Bienen der K-Gruppe zeigen die höchste Flugdauer, von fast einer halben Stunde. Signifikant unterscheiden sie sich aber nur zu den Bienen der OAS Gruppe ($p \leq 0,05$, $Q=2,981$, MC: Dunn's Method), die eine Ausflugsdauer von 4 Minuten (Median) haben und damit die kürzeste Zeit beim Ausfliegen brauchen.

Die Flugdauer der Bienen der Gruppen K und OAG ist mit 12 ½ Minuten (Median) fast gleich. Auch hier weisen die Werte große Schwankungen auf mit Minima von wenigen Sekunden und Maxima von über 1 ½ Stunden.

Die Daten der Gruppe G konnten nicht in die Auswertung eingehen, da alle Bienen dieser Gruppe vor ihrem 19. Lebenstag starben.

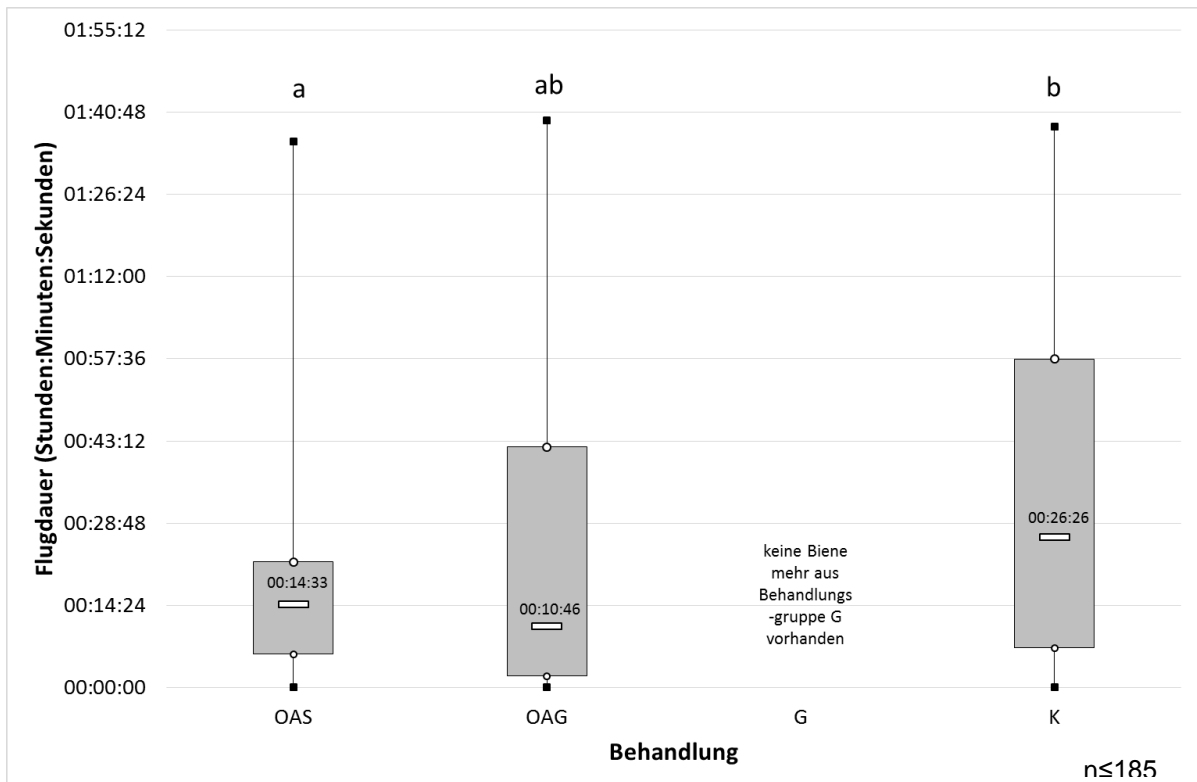


Abb. 67: Flugdauer der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen im Alter ab 19 Tage: Signifikanten Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p=0,003$, $H=11,488$, $DF=3$; Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Beim Vergleich der Flugdauer zwischen den Altersabschnitten ist auch in diesem Durchgang eine deutliche Zunahme im Alter ab 19 Tagen zu erkennen (Abb. 68). Signifikant höher im Vergleich zu „11-18 Tagen“ liegt sie aber wieder nur bei den Gruppen OAS ($p \leq 0,001$, $T=8901$, MWU-Test) und K ($p \leq 0,001$, $T=49308,5$, MWU Test). Auch hier fehlen die Vergleichsdaten Daten der Gruppe G im Alter ab 19 Tage.

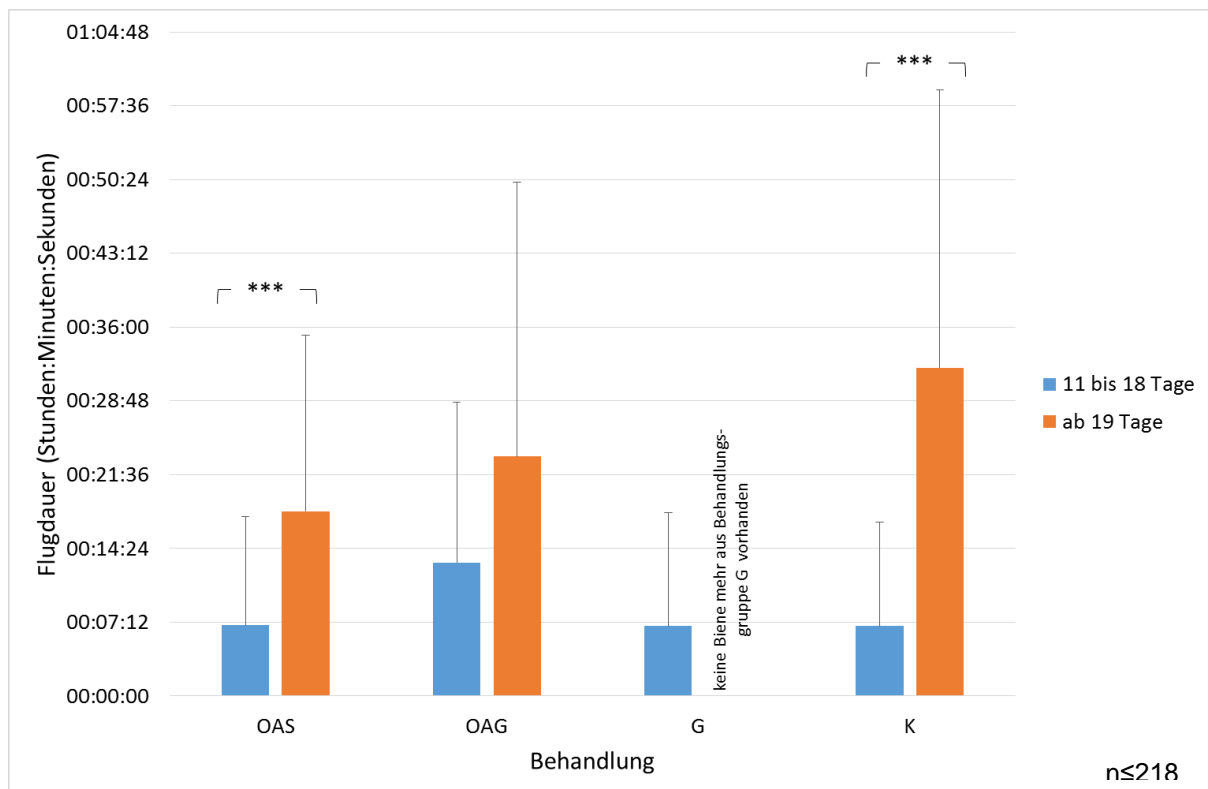


Abb. 68: Flugdauer der Altersabschnitte „11-18 Tage“ und „ab 19 Tage“: Signifikante Zunahme der Flugdauer bei den Behandlungsgruppen OAS und K (*) $p \leq 0,001$, $T \geq 8901$, MWU Test)**

III.5.2 Fluganzahl

III.5.2.1 Fluganzahl: Durchgang I

Die Fluganzahl liegt im ersten Durchgang bei allen Gruppen zwischen einem und zwei Ausflügen pro Biene und Tag (Mediane) und unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Gruppen ($p=0,062$, $H=7,315$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 69). Ähnlich wie bei der Flugdauer gibt es große Schwankungen von minimal keinem bis maximal neun Ausflügen pro Tag.

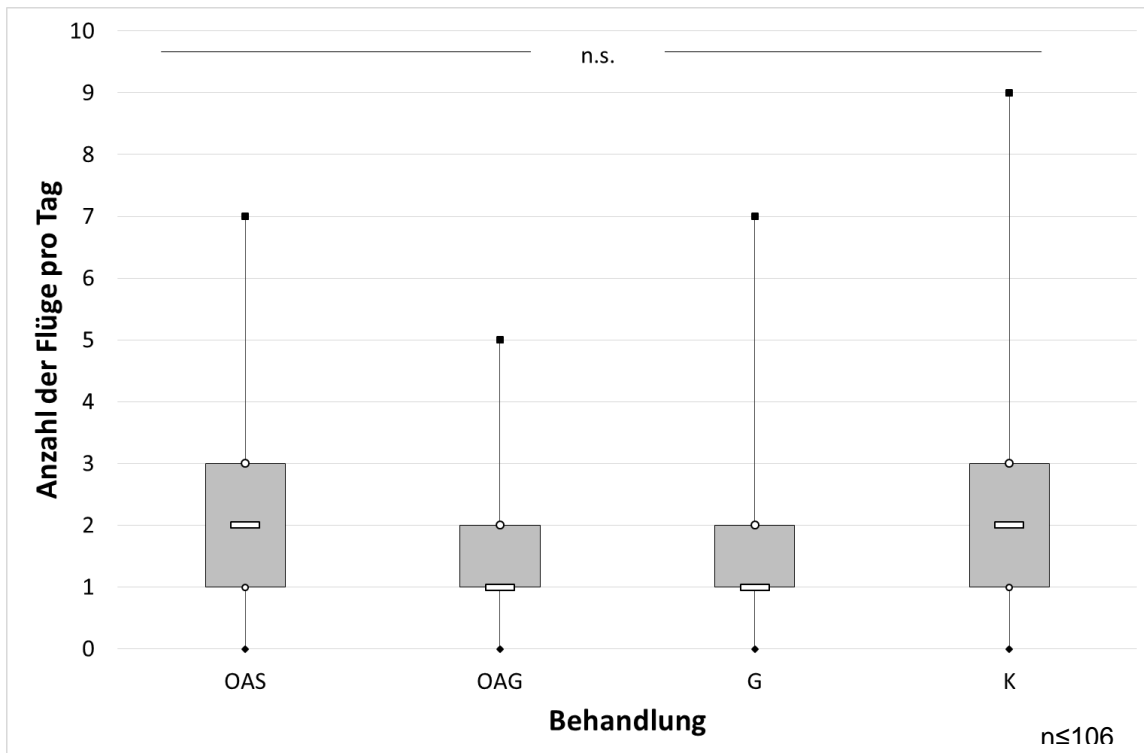


Abb. 69: Anzahl der Ausflüge der Bienen pro Tag in den einzelnen Behandlungsgruppen: Keine signifikanten Unterschiede ($p=0,062$, $H=7,315$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks)

III.5.2.2 Fluganzahl: Durchgang II

Wie im ersten Durchgang liegt die Fluganzahl bei allen Gruppen zwischen einem und zwei Ausflügen pro Biene und Tag (Mediane) und unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Gruppen ($p=0,115$, $H=5,934$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 70). Die Werte schwanken von minimal Null bis maximal 14 Ausflügen pro Tag.

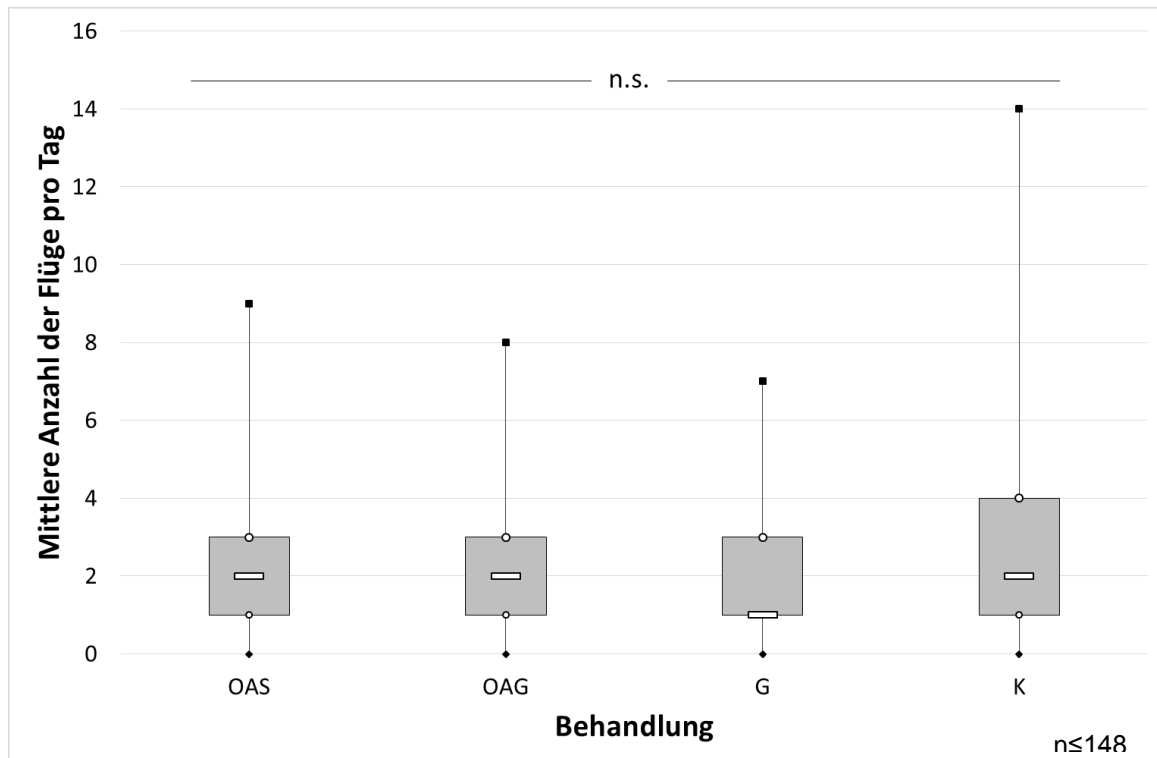


Abb. 70: Anzahl der Ausflüge der Bienen pro Tag in den einzelnen Behandlungsgruppen: Keine signifikanten Unterschiede ($p=0,115$, $H=5,934$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks)

III.5.3 Ausflugsrate

Die Ausflugsrate wird durch die Teilung der Flugereignisse am Tag durch die Anzahl der Bienen im Volk errechnet. Eine Ausflugsrate von 1 impliziert, dass jede Biene im Schnitt genau einmal ausgeflogen ist. Raten, die darunter liegen, würden dafür sprechen, dass einige Bienen gar nicht ausgeflogen sind; höhere Raten dagegen, dass Bienen mehr als einmal am Tag ausfliegen.

III.5.3.1 Ausflugsrate: Durchgang I

Vergleicht man die Verteilung der Ausflugsrate über den gesamten Zeitraum hinweg, schwanken die Raten bis zum Alter von 26 Tagen zwischen 0 und 3 (mit Ausnahme der Gruppe OAG, wo sie zwischenzeitlich bei 3 bis 5 liegen; Abb. 71). Mit steigendem Alter steigen die Ausflugsraten in allen Gruppen bis auf maximal 7 an. Mit Ausflugsraten von durchschnittlich um die 1,5 unterscheiden sich die Gruppen nicht signifikant voneinander.

Betrachtet man allerdings nur den Zeitraum von 7 Tagen nach der Behandlung, fällt auf, dass die Ausflugsrate von Bienen der Gruppe OAG mit durchschnittlich 0,6 signifikant niedriger ist als in den anderen Gruppen, wo sie durchschnittlich zwischen 1,4 und 1,6 liegt ($p \leq 0,021$, $t \geq 3,56$, paired t-test; Abb. 72).

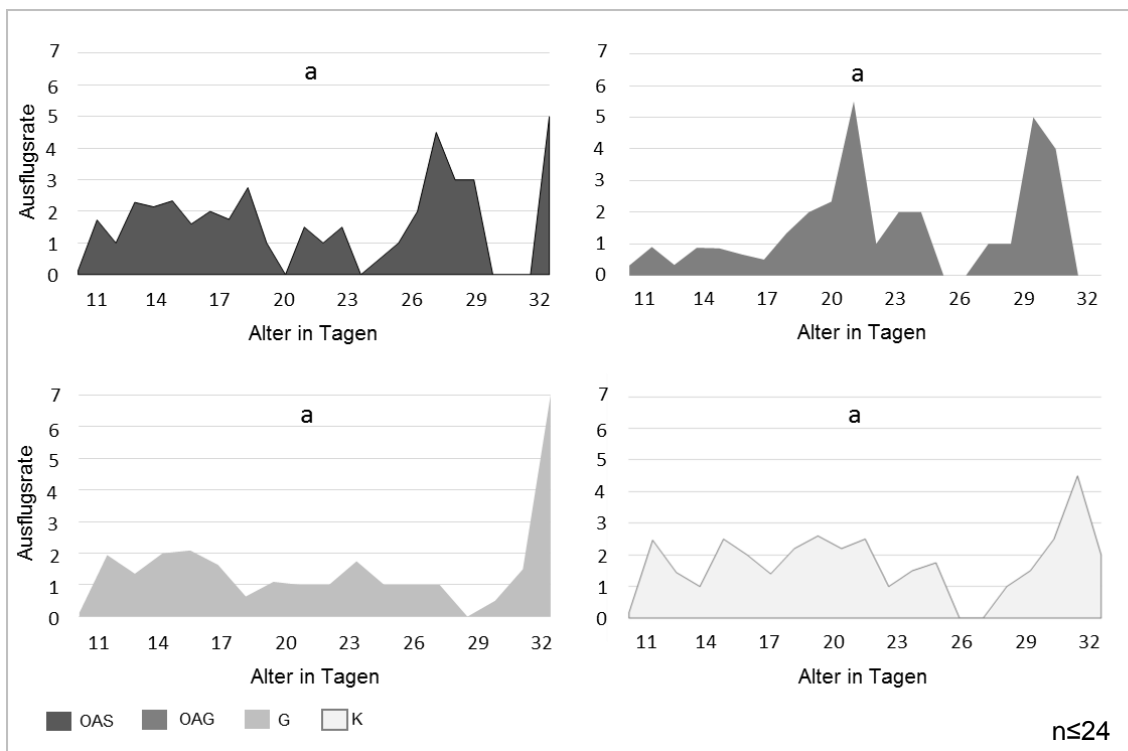


Abb. 71: Ausflugsrate (=Flugereignisse am Tag/Anzahl an Bienen im Volk) für die einzelnen Behandlungsgruppen während des gesamten Versuchszeitraums: Keine signifikanten Unterschiede ($p \geq 0,159$ $t \leq 0,232$, paired t-test)

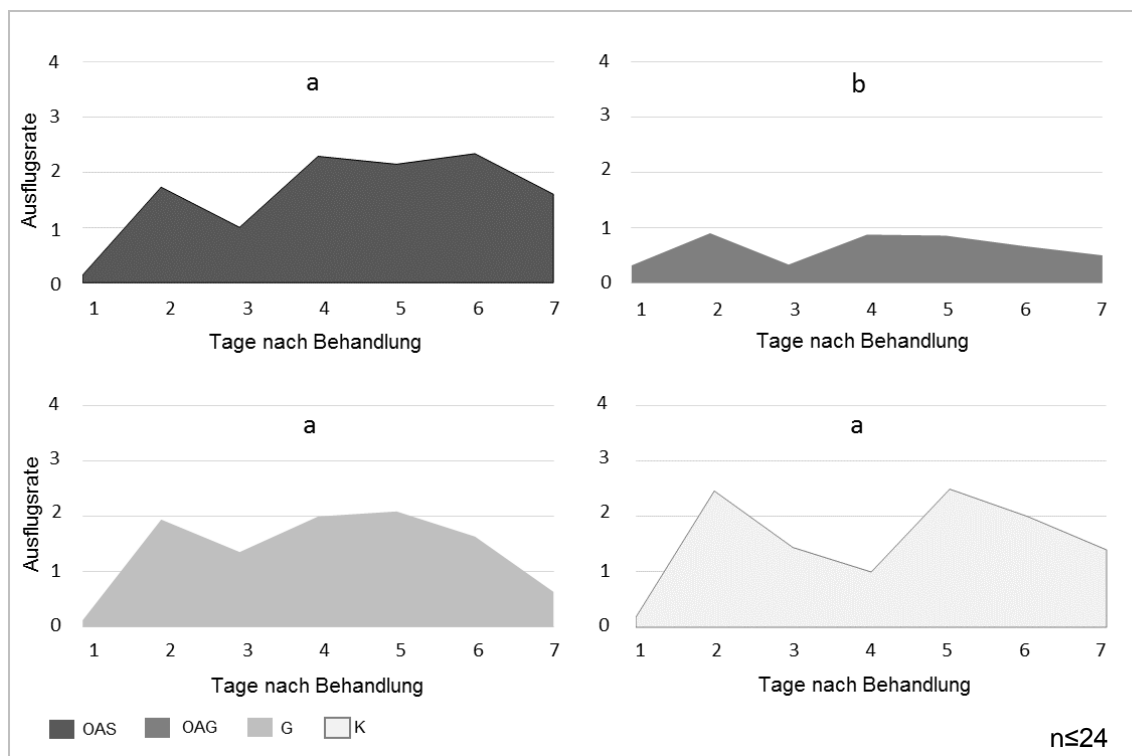


Abb. 72: Ausflugsrate (=Flugereignisse am Tag/Anzahl an Bienen im Volk) für die ersten sieben

Tage nach Behandlung: Signifikanten Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,021$, $t \geq 3,56$, paired t-test)

III.5.3.2 Ausflugsrate: Durchgang II

Vergleicht man die Verteilung der Ausflugsrate über den gesamten Zeitraum hinweg, erkennt man im Vergleich zum ersten Durchgang allgemein höhere Ausflugsraten und erheblich größere Schwankungen, die von 0 bis 5 reichen, mit Ausnahme der Gruppe G, deren Bienen schon nach 19 Tagen gestorben sind (Abb. 73). Ein Anstieg der Ausflugsrate mit fortschreitendem Alter auf 6 bis 7 wird nur in den Gruppen OAS und K deutlich. Die mittlere Ausflugsrate der Gruppe G liegt mit 1,7 niedriger als die der anderen Gruppen, deren mittlere Ausflugsraten zwischen 2 und 3 liegen; signifikant jedoch nur im Vergleich zur Gruppe OAG ($p=0,03$, $t=-2,83$, paired t-test).

Betrachtet man nur den Zeitraum von 7 Tagen nach der Behandlung, ist auch hier die Ausflugsrate von Bienen der Gruppe OAG mit durchschnittlich 1 niedriger als in den anderen Gruppen, wo sie durchschnittlich zwischen 1,7 und 2,3 liegt; signifikant jedoch nur im Vergleich zu den Gruppen OAS und G ($p \leq 0,03$, $t \geq 2,83$, paired t-test; Abb. 74).

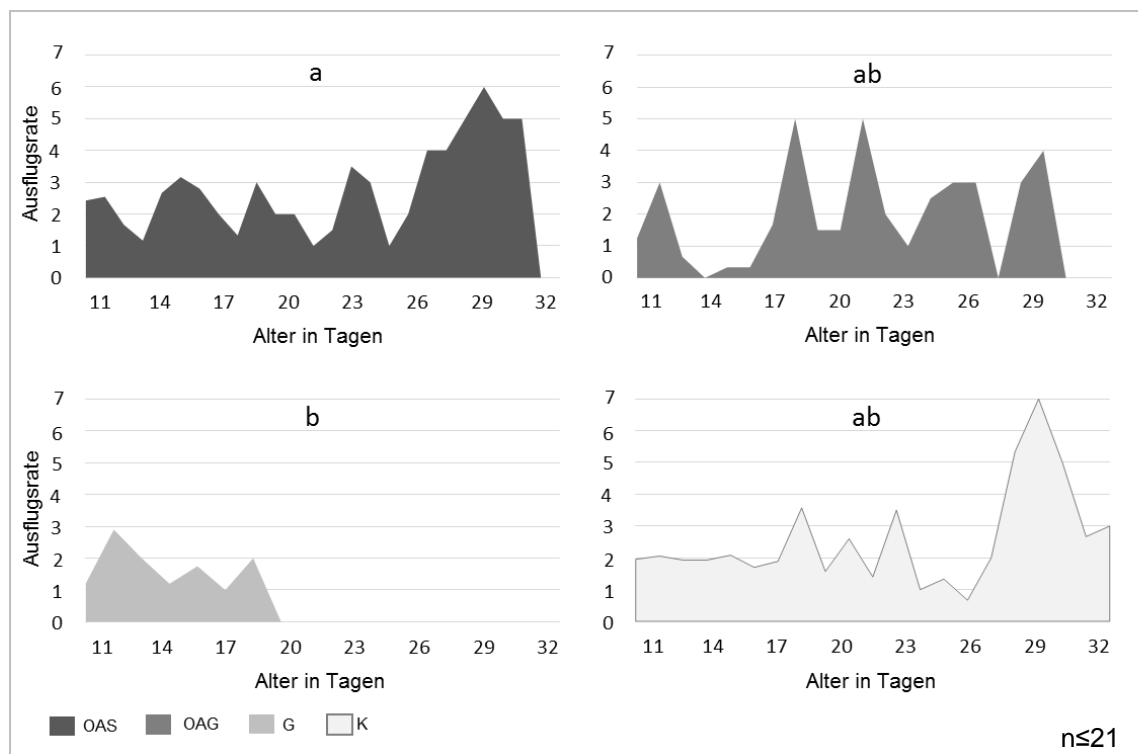


Abb. 73: Ausflugsrate (=Flugereignisse am Tag/Anzahl an Bienen im Volk) für die einzelnen Behandlungsgruppen während des gesamten Versuchszeitraums: Signifikanten Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p=0,03$ $t=-2,83$, paired t-test)

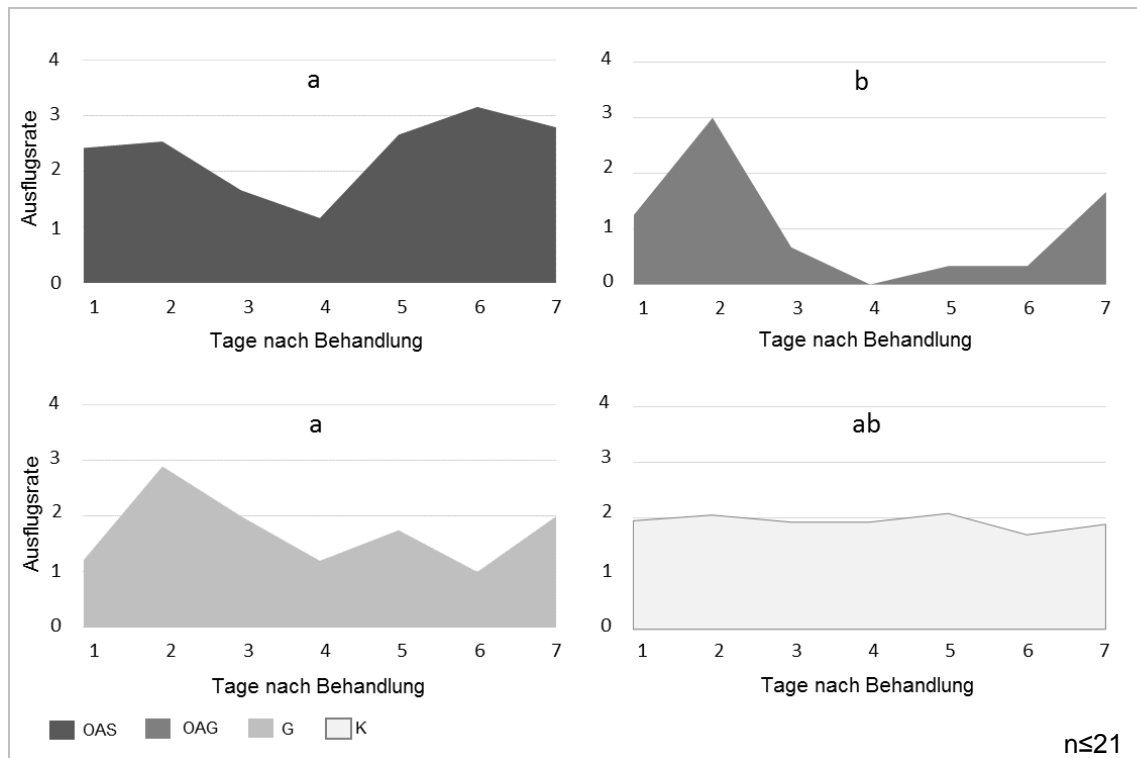


Abb. 74: Ausflugsrate (=Flugereignisse am Tag/Anzahl an Bienen im Volk) für die ersten sieben Tage nach Behandlung: Signifikanten Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,03$, $t \geq -2,83$, paired t-test)

III.5.4 Anteil der Flugbienen

Der Anteil der Flugbienen ergibt sich aus dem Verhältnis von den individuell erfassten Bienen einer Gruppe, die am Tag ausflogen, zu der Gesamtzahl der Bienen pro Gruppe, die sich zu diesem Zeitpunkt im Volk befanden. Für die Darstellung der Ergebnisse wurden die Anteile in den Gruppen über den gesamten Versuchszeitraum zusammengefasst und miteinander verglichen.

III.5.4.1 Flugbienenanteil: Durchgang I

Im ersten Durchgang liegt der Anteil der Flugbienen in der OAG Gruppe mit 50% signifikant niedriger im Vergleich zu den anderen Gruppen, wo er zwischen 65% und 75% liegt ($p \leq 0,043$, $z \geq 2,024$, z-test; Abb. 75).

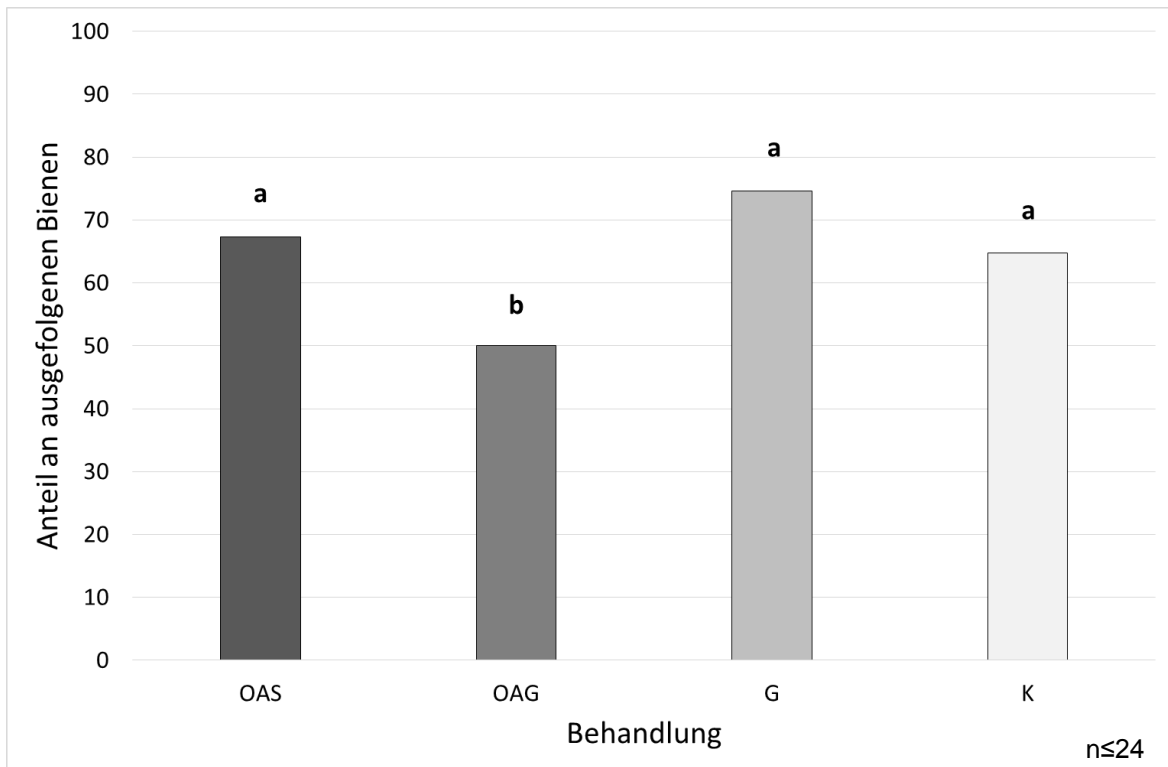


Abb. 75: Anteile der Bienen in den Behandlungsgruppen, die Ausflüge tätigten (über gesamten Beobachtungszeitraum aufsummiert): Signifikanten Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,043$, $z \geq 2,024$, z-test)

III.5.4.2 Flugbienenanteil: Durchgang II

Auch im zweiten Durchgang liegt der Anteil der Flugbienen in der OAG Gruppe mit 63% signifikant niedriger im Vergleich zu den anderen Gruppen, wo er zwischen 86% und 91% liegt ($p \leq 0,004$, $z \geq 2,917$, z-test; Abb. 76). Insgesamt sind die Anteile der Flugbienen in den Gruppen im zweiten Durchgang höher als im ersten.

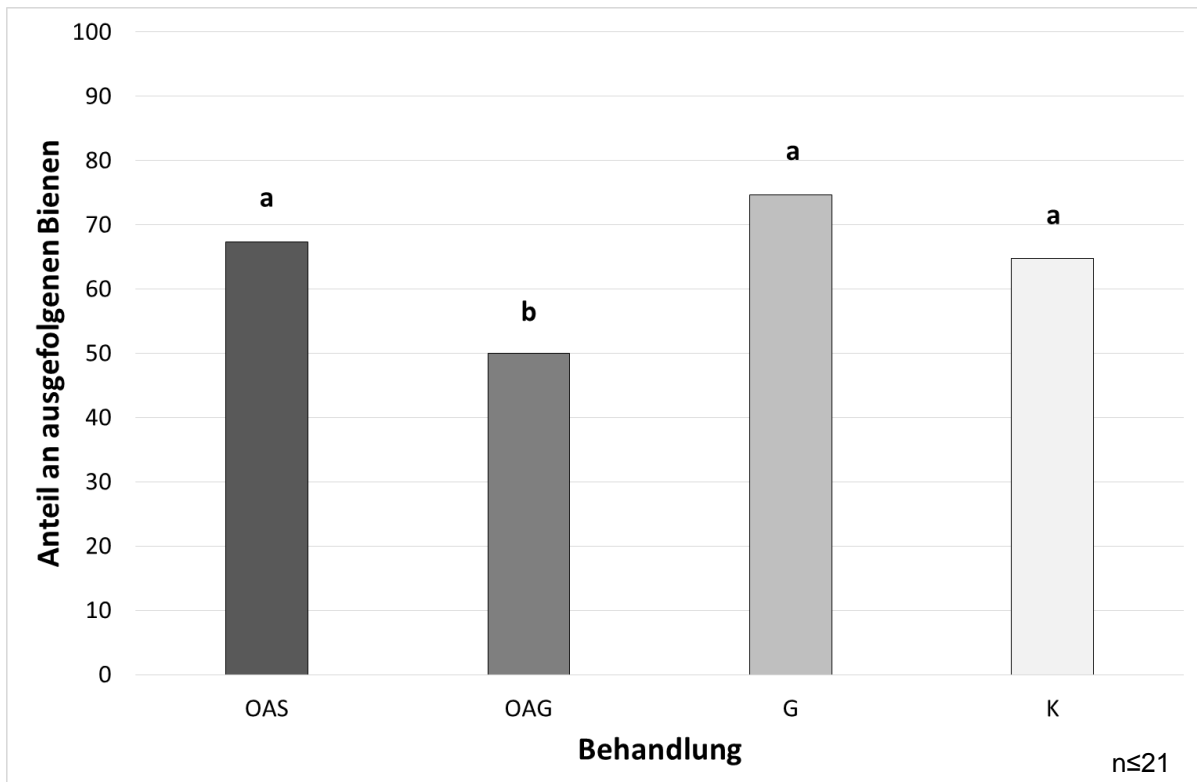


Abb. 76: Anteile der Bienen in den Behandlungsgruppen, die Ausflüge tätigten (über gesamten Beobachtungszeitraum aufsummiert): Signifikanten Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,004$, $z \geq 2,917$, z-test)

III.5.5 Lebensdauer im Volk

III.5.5.1 Lebensdauer im Volk: Durchgang I

Die Lebensdauer in den einzelnen Gruppen unterscheidet sich nicht signifikant voneinander: Sowohl im Vergleich der Abnahme der Bienen über die Zeit ($p=0,104$, Statistik-Wert=6,162, DF=3, Kaplan-Meier Survival Analysis: Gehan-Breslow; Abb. 77) wie auch im Vergleich des Durchschnittsalters ($p=0,121$, $H=5,806$, DF=3, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 78).

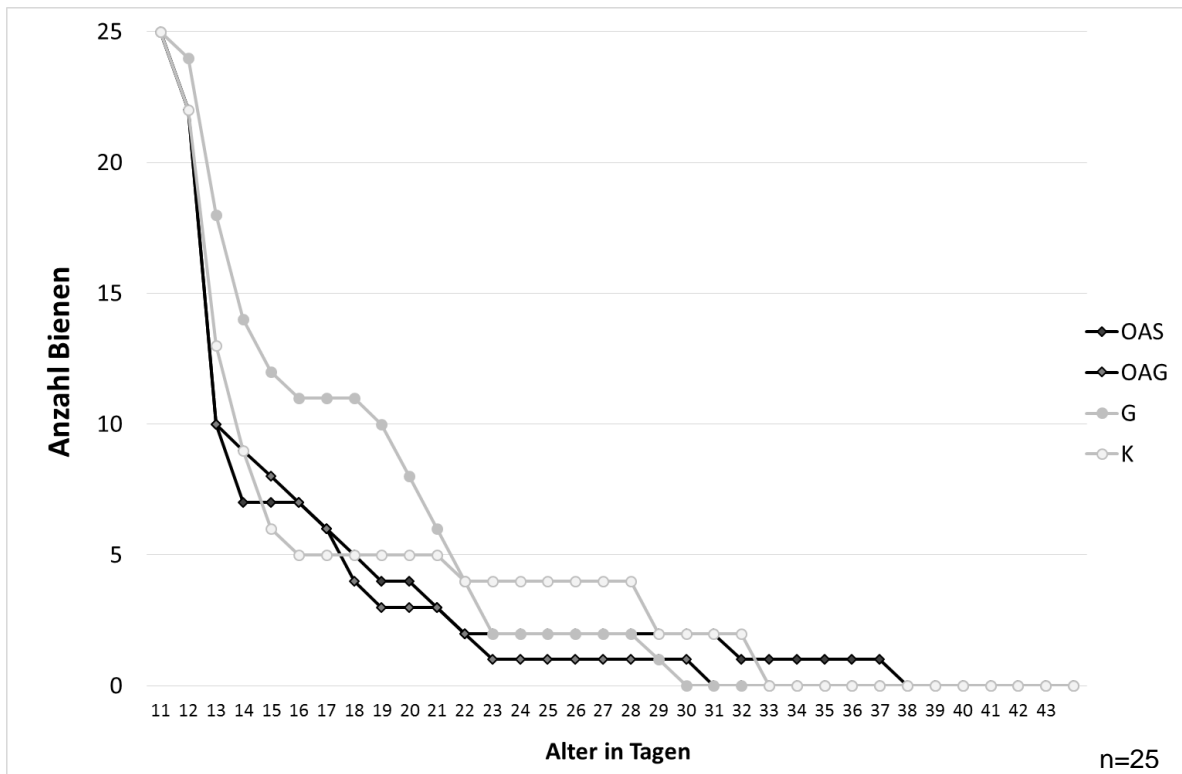


Abb. 77: Abnahme der Bienenzahl in den einzelnen Behandlungsgruppen: Keine signifikanten Unterschiede zwischen in den Gruppen ($p=0,104$, Statistik-Wert=6,162, DF=3, Kaplan-Meier Survival Analysis: Gehan-Breslow)

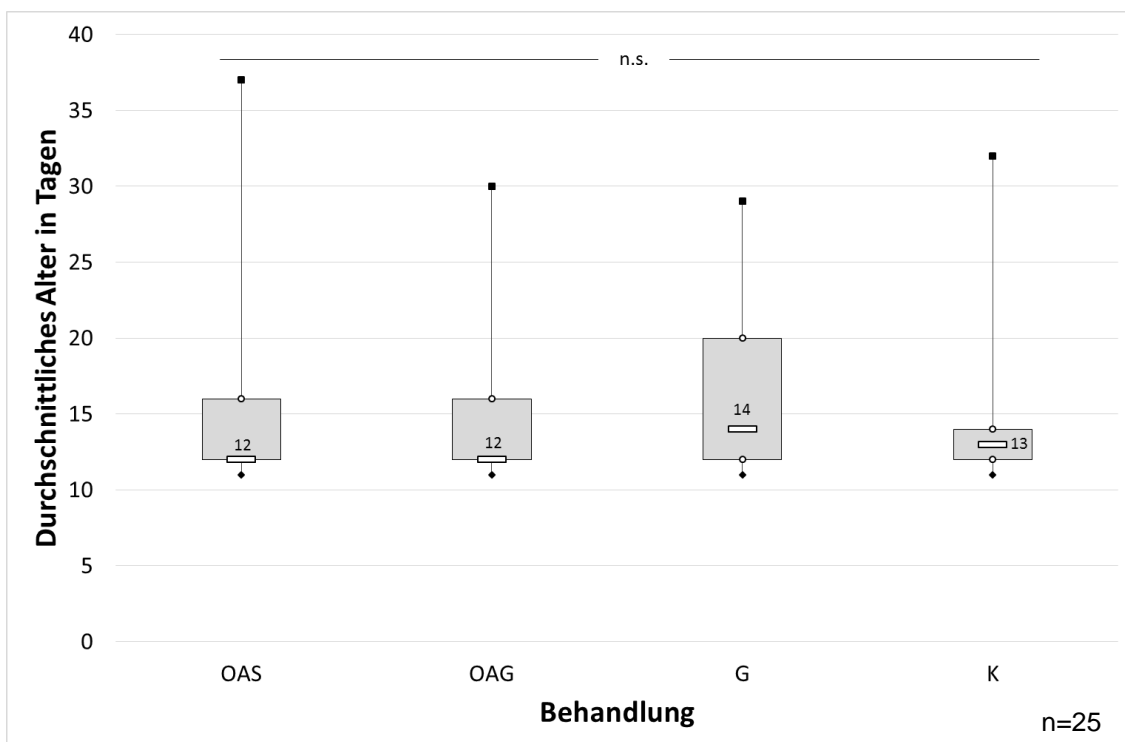


Abb. 78: Durchschnittliches Alter der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen: Keine signifikanten Unterschiede ($p=0,121$, $H=5,806$, DF=3, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks)

III.5.5.2 Lebensdauer im Volk: Durchgang II

Im zweiten Durchgang kommt es zu signifikanten Unterschieden zwischen den einzelnen Gruppen sowohl in der Abnahme der Bienen über die Versuchszeit ($p=0,002$, Statistik-Wert=15,136, DF=3, Kaplan-Meier Survival Analysis: Gehan-Breslow; Abb. 79) als auch im Durchschnittsalter ($p=0,002$, $H=14,846$, DF=3, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 80).

Die Anzahl der Bienen nimmt in den Gruppe OAS, OAG und G signifikant schneller ab, verglichen zur Gruppe K ($p\leq 0,021$, Statistik-Wert $\geq 5,289$, MC: Holm Sidak Method).

Das Alter der Bienen der Gruppe OAG liegt mit 11 Tagen (Median) am niedrigsten, unterscheidet sich signifikant aber nur im Vergleich zur Gruppe K, deren Bienen mit 15 Tagen (Median) am ältesten wurden ($p\leq 0,05$, $Q=3,617$, MC: Dunn's Method).

Verglichen zum ersten Durchgang werden ähnlich starke Abnahmen in der Bienenzahl (mit Ausnahme der Gruppe G) und vergleichbare Werte beim Durchschnittsalter der Bienen erreicht.

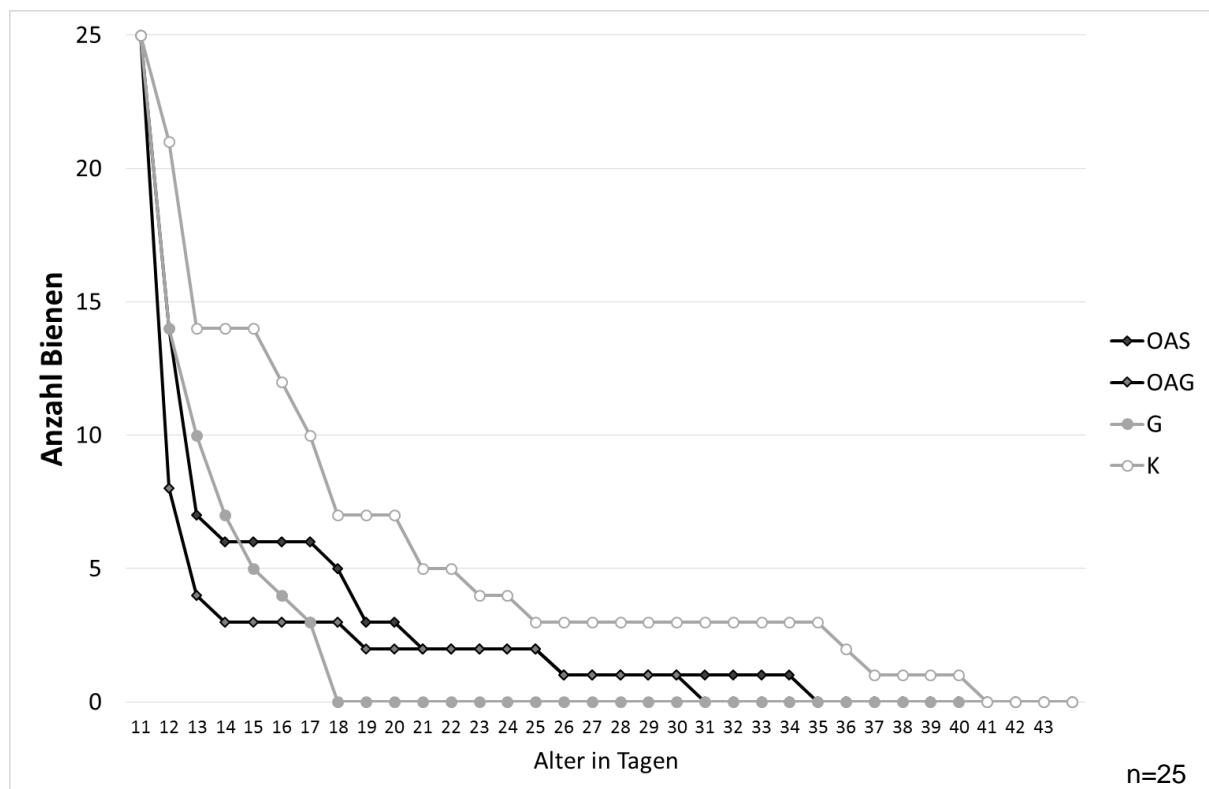


Abb. 79: Abnahme der Bienenzahl in den einzelnen Behandlungsgruppen: Signifikant stärkere Abnahme in den Gruppen OAS, OAG und G im Vergleich zu K ($p=0,002$, Statistik-Wert=15,136, DF=3, Kaplan-Meier Survival Analysis: Gehan-Breslow + MC: Holm Sidak Method)

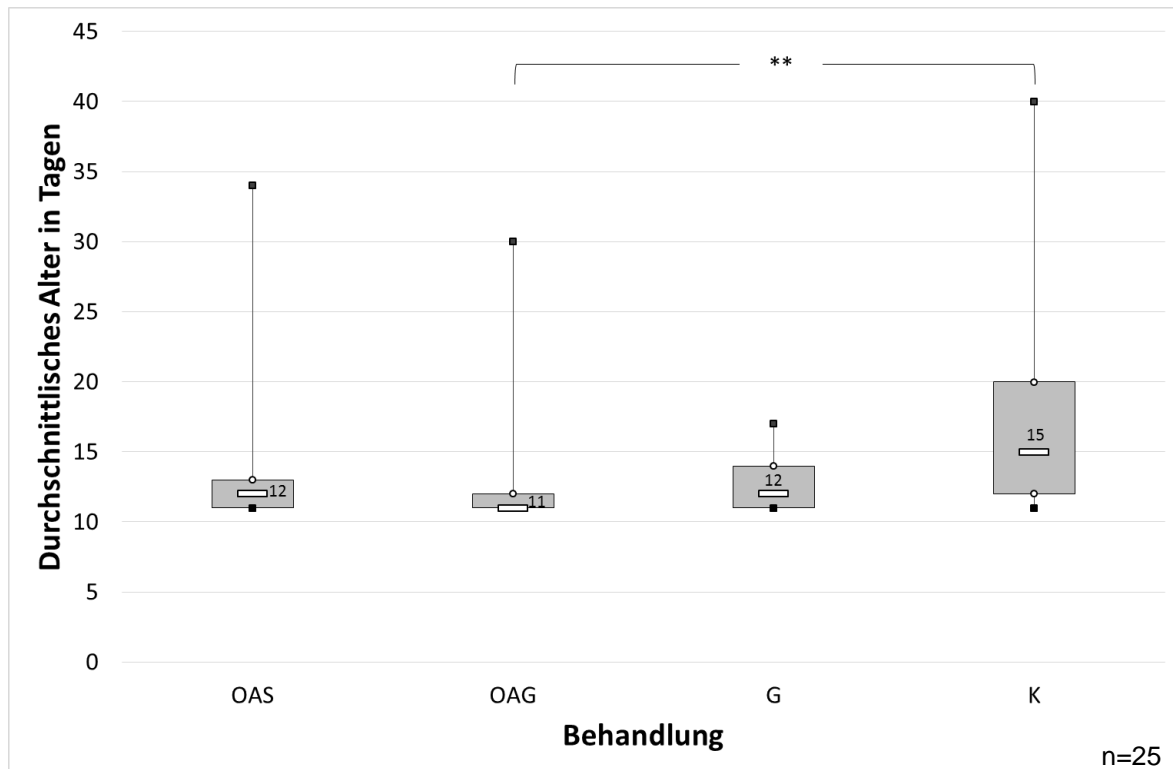


Abb. 80: Durchschnittliches Alter der Bienen in den einzelnen Behandlungsgruppen: Alter von Bienen der K-Gruppe signifikant höher im Vergleich zu dem der Bienen in der OAG-Gruppe (p=0,002, H=14,846, DF=3, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)**

III.5.6 Verloren gegangene Bienen

Der Verlust während der Versuchszeit umfasst alle Bienen, die nach ihrem zweiten Ausflug am Tag nicht mehr ins Volk zurückkehrten.

Im ersten Durchgang ist der Anteil an verlorenen Bienen in der OAG Gruppe mit 8% am geringsten, in der Gruppe K mit 24% am höchsten. Die Gruppen unterscheiden sich jedoch nicht signifikant voneinander ($p \geq 0,247$, $z \leq 1,157$, z-test; Abb. 81) Abb. 81: Prozentualer Anteil an Bienen, die nach ihrem Ausflug nicht mehr zurückkehrten für Durchgang I: Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ($p \geq 0,247$, $z \leq 1,157$, z-test).

Im zweiten Durchgang ist der Anteil an verlorenen Bienen höher. Bienen der Gruppen OAG und G haben mit 16 bzw. 8% den niedrigsten Verlust. In der OAS Gruppe liegt der Verlust mit 40% deutlich höher, unterscheidet sich signifikant aber nur zu dem der Gruppe G ($p=0,02$, $z=2,818$, z-test; Abb. 82). In der Gruppe K ist der Anteil an verlorenen Bienen mit 48% am höchsten und unterscheidet sich signifikant zu dem der Gruppen OAG ($p=0,005$, $z=2,835$, z-test) und G ($p=0,034$, $z=2,122$, z-test).

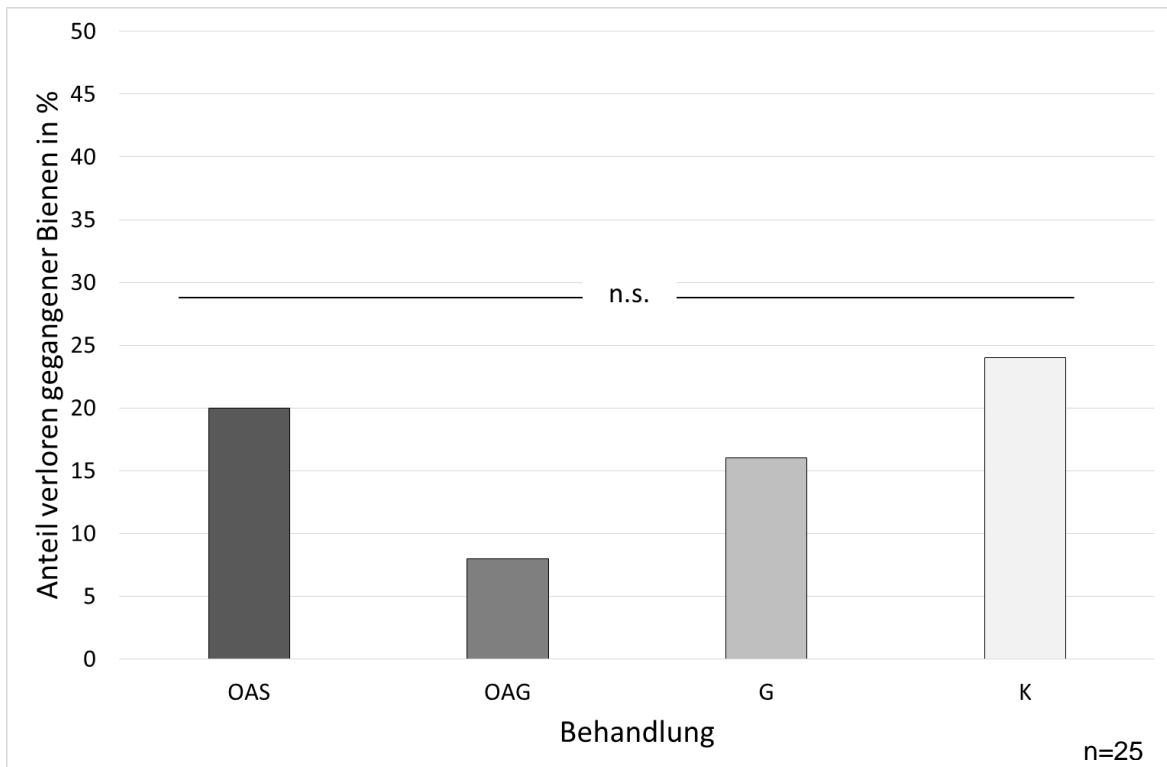


Abb. 81: Prozentualer Anteil an Bienen, die nach ihrem Ausflug nicht mehr zurückkehrten für Durchgang I: Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ($p \geq 0,247$, $z \leq 1,157$, z-test)

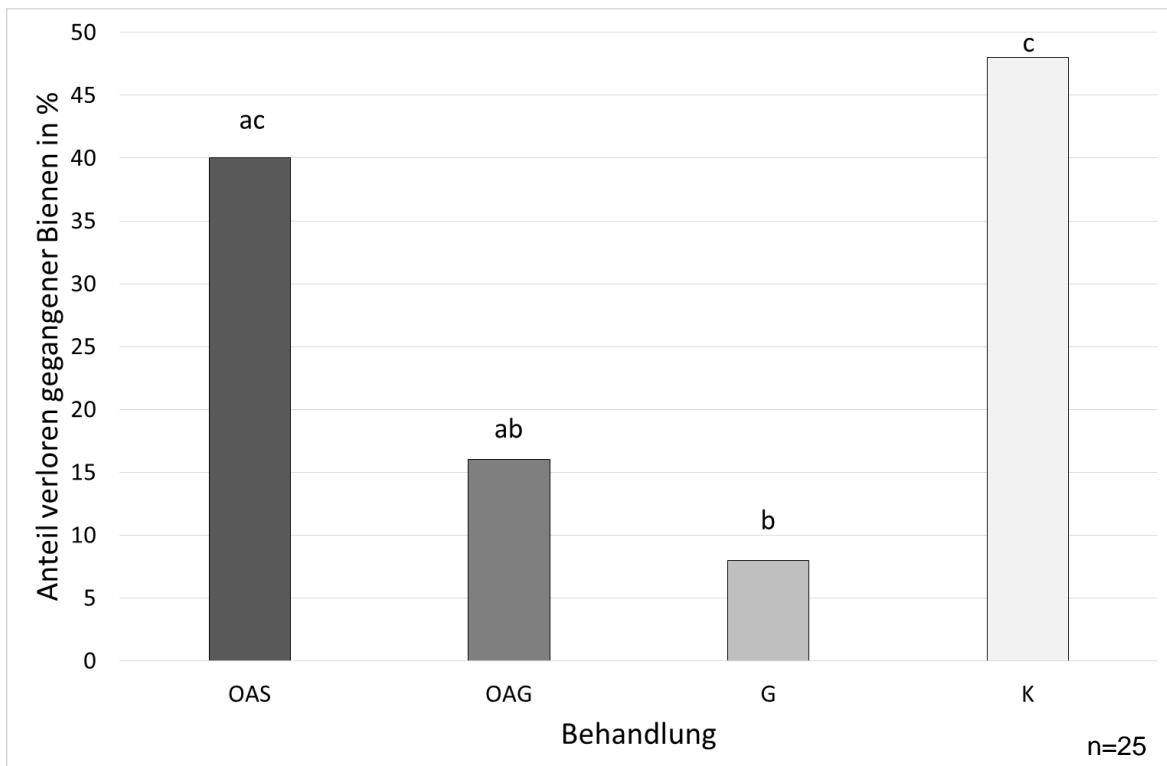


Abb. 82: Prozentualer Anteil an Bienen, die nach ihrem Ausflug nicht mehr zurückkehrten für Durchgang II: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,034$, $z \geq 2,122$, z-test)

Beim Betrachten der Einzeldaten fiel auf, dass der Verlust von Bienen am 13. August 2014 im Vergleich zu den anderen Versuchstagen ungewöhnlich hoch war und vor allem Bienen der Kontrollgruppe aus dem zweiten Versuchsdurchgang betraf. An diesem Tag kam es zu erhöhten Niederschlägen, so dass das Risiko nach einem Ausflug nicht ins Volk zurückzukehren erhöht war. Die Ausflugsrate war für diesen Tag in allen Gruppen fast gleich hoch. Allerdings hatte die Anzahl der Bienen der Gruppen OAS, OAG und G durch hohe Anfangsverluste schon stark abgenommen, so dass die Bienen der Kontrollgruppe K durch ihre Überzahl im Volk stärker von den Witterungsbedingungen beim Ausflug betroffen waren.

III.6 Rückstände und Verteilung von Oxalsäure im Volk und auf der Einzelbiene

III.6.1 Optische Rückstandserfassung an Einzelbienen

III.6.1.1 Optische Rückstände auf Einzelbienen nach Behandlung mit OAS

Bei der optischen Analyse wurde jedes Tier einzeln am gesamten Körper auf Kristallrückstände der Oxalsäure untersucht. Dabei wurde sowohl der Ort der Ablagerungen als auch ihre Quantität erfasst. Folgende Körperteile wurden dabei differenziert: Kopf, Thorax, Abdomen, 1., 2. und 3. Beinpaar. Die Beurteilung der Rückstandsmenge erfolgte durch eine Rangskala von 0-4, wobei 0 keine und 4 die Höchstmenge an Rückständen darstellte, die bei den Versuchen erfasst wurden.

Die Rückstände auf den einzelnen Körperabschnitten werden als Verteilung der Ränge und die Abnahme der optischen Rückstände über die Zeit als Box-Plots dargestellt. Die Mediane werden in den Boxen angezeigt.

Behandlung im Labor:

Bei der optischen Untersuchung der im Labor individuell dermal behandelten Tiere können kristalline Rückstände der Oxalsäure auf der Oberfläche erfasst werden. Diese bilden meist flächig, milchig bis klare Ablagerungen aber auch einzelne klare Kristalle. Die Rückstände befinden sich vor allem ventral auf dem Abdomen und an den Innenseiten der Tibien und Haarkämmen der Basitarsi (Abb. 83 - Abb. 87). Diese Art von Ablagerungen ist auf den Kontrollbienen zu keiner Zeit des Experimentes zu finden.

Die Rückstände der Bienen, die tot behandelt wurden (*Null-Werte*) befinden sich mit Rangzahlen von 3 (Median) vor allem auf dem Abdomen, gefolgt von den Beinen mit Rangzahlen von 2 (Median). Auf dem Thorax sind wenige bis keine Rückstände (Median=0). Alle drei Körperregionen der Null-Werte unterscheiden sich signifikant voneinander ($p \leq 0,001$, $H=136,226$, $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 88).

Bei den lebend behandelten Laborbienen kommt es zu allen Zeitpunkten nach Behandlung zu signifikanten Unterschieden zwischen den Rangzahlen der einzelnen Körperregionen ($p \leq 0,001$, $H \geq 31,633$, $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 88 und Abb. 89). Die meisten Rückstände lassen sich auf dem Abdomen und den Beinen der Bienen wiederfinden. Dabei erreichen die Beine Rangzahlen zwischen 0,5 und 1,5 (Mediane), die des

Abdomens liegen mit Medianen von 0,5 bis 1 ein bisschen niedriger, unterscheiden sich aber nicht signifikant voneinander ($p \geq 0,05$, $Q \leq 0,951$, MC: Dunn's Method).

Auf dem Thorax sind nur sehr selten Kristalle vorhanden, so dass der Median der Rangzahlen dieser Körperregion für alle Zeitpunkte nach Behandlung bei 0 liegt und damit signifikant geringer als die der Beine und des Abdomens ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,907$, MC: Dunn's Method).

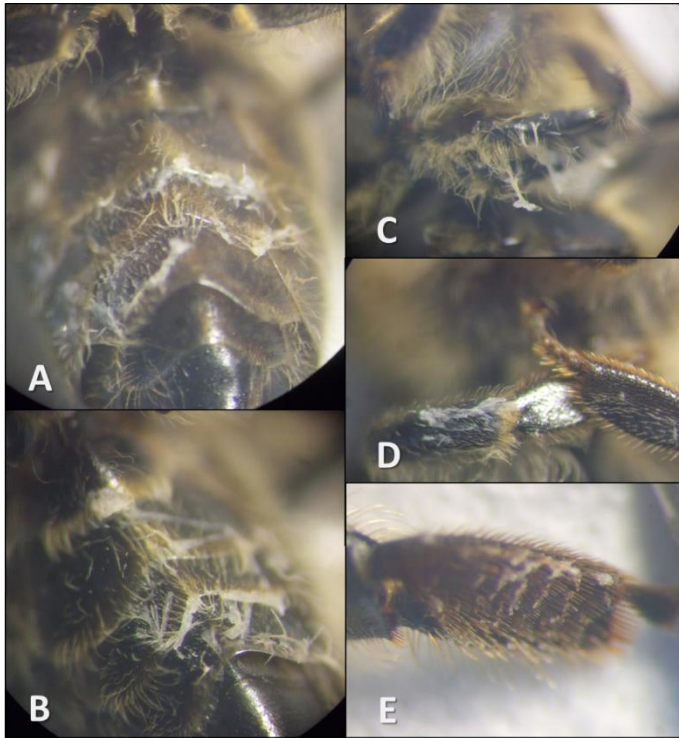


Abb. 83: Oxalsäurerückstände auf den Bienen der Null-Werte. A-B: Abdomen ventral, C: 2. Beinpaar von ventral, D: 2. Beinpaar, E: Basitarsus des 3. Beins



Abb. 84: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 5h nach Behandlung. A: Abdomen rechte Seite, B-D: Tibia und Basitarsus des 3. Beinpaars

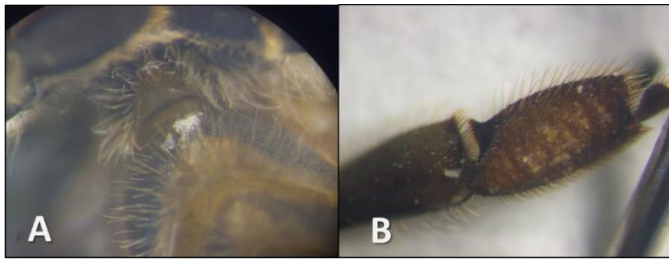


Abb. 85: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 24h nach Behandlung. A: Abdomen ventral (Sternum 2), B: Tibia und Basitarsus des 3. Beinpaars

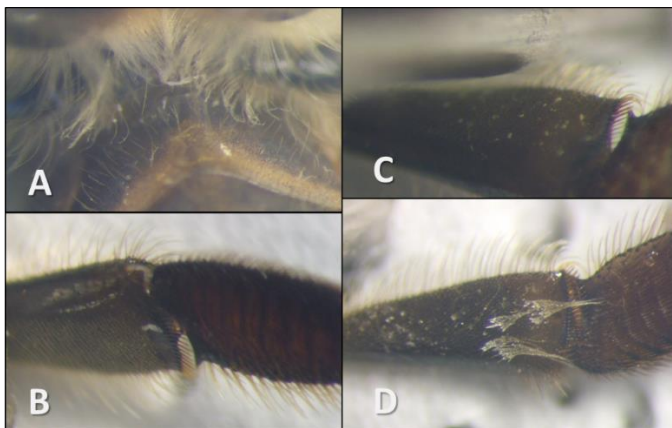


Abb. 86: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 48h nach Behandlung. A: Abdomen ventral (Sternum 2), B-D: Tibia und Basitarsus des 3. Beinpaars

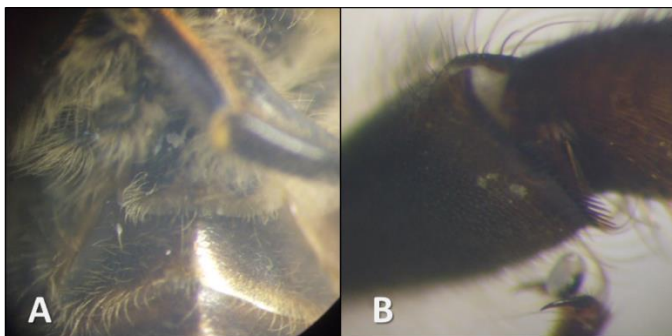


Abb. 87: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 72h nach Behandlung. A: Abdomen ventral, B: Tibia und Basitarsus des 3. Beinpaars

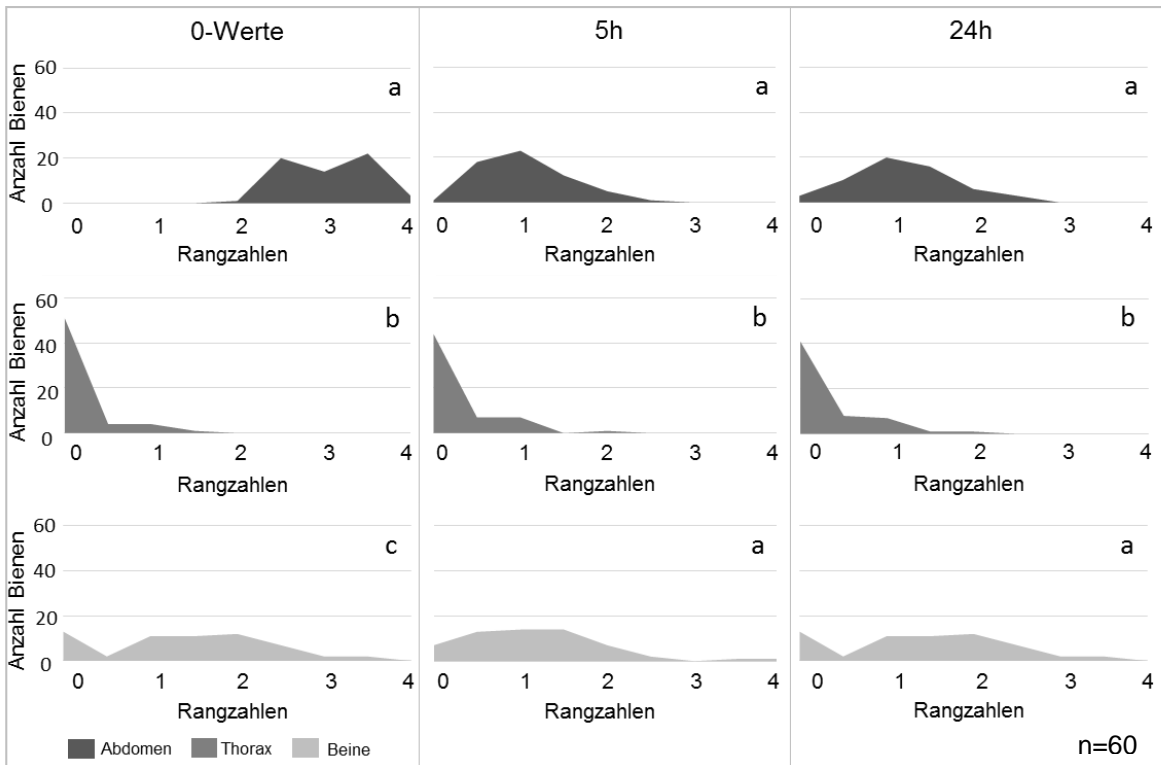


Abb. 88: Rangverteilung der Oxalsäurerückstände auf den Körperregionen Abdomen, Thorax und Beinen für tot behandelte Bienen (Null-Werte) sowie 5h und 24h nach Behandlung lebender Bienen im Labor: Signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \geq 69,128$ $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

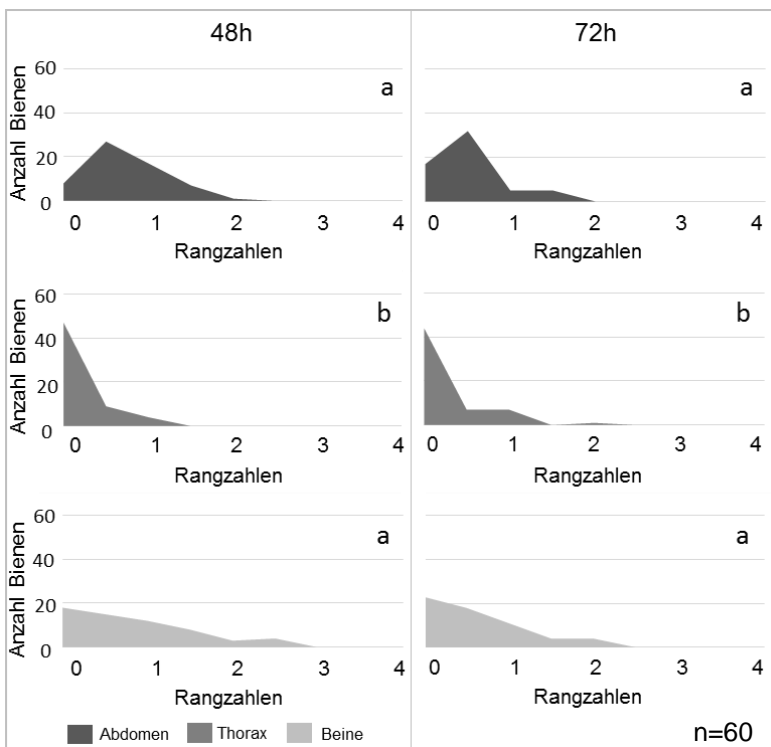


Abb. 89: Rangverteilung der Oxalsäurerückstände auf den Körperregionen Abdomen, Thorax und Beinen für 48h und 72h nach Behandlung lebender Bienen im Labor: Signifikante

Unterschiede mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \geq 31,633$ $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Betrachtet man die Rangzahlen der Rückstände auf den einzelnen Körperregionen über die Zeit, ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten nach Behandlung nur bei Abdomen und Beinen ($p \leq 0,001$, $H \geq 47,489$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks). Auf diesen Körperabschnitten lässt sich auch eine Abnahme der Rückstände über die Zeit beobachten (Abb. 90 und Abb. 91). Beim Abdomen liegen die Ränge der tot behandelten Bienen (Null-Werte) signifikant höher verglichen zu denen der lebend behandelten Bienen ($p \leq 0,05$, $Q \geq 6,993$, MC: Dunn's Method). Eine signifikante Abnahme der optischen Rückstände findet nur zwischen 24 und 48h nach Behandlung statt ($p \leq 0,05$, $Q=3,29$, MC: Dunn's Method).

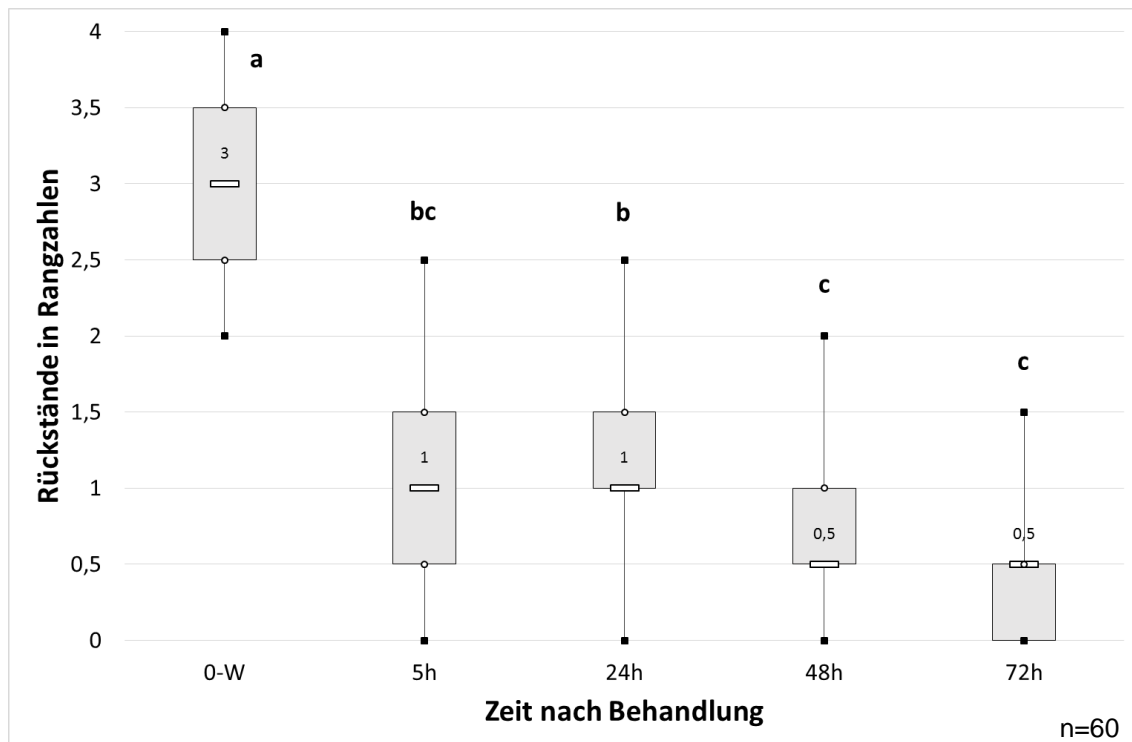


Abb. 90: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf dem Abdomen der tot behandelte Bienen (Null-Werte) sowie lebender Bienen nach Behandlung im Labor: Signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H=181,772$ $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Bei den Beinen ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den Rängen der Null-Werte und 48 bis 72h nach Behandlung der lebenden Bienen ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,596$, MC: Dunn's Method) sowie zwischen den Zeitpunkten 48 und 72h nach Behandlung ($p \leq 0,05$, $Q=2,409$, MC: Dunn's Method).

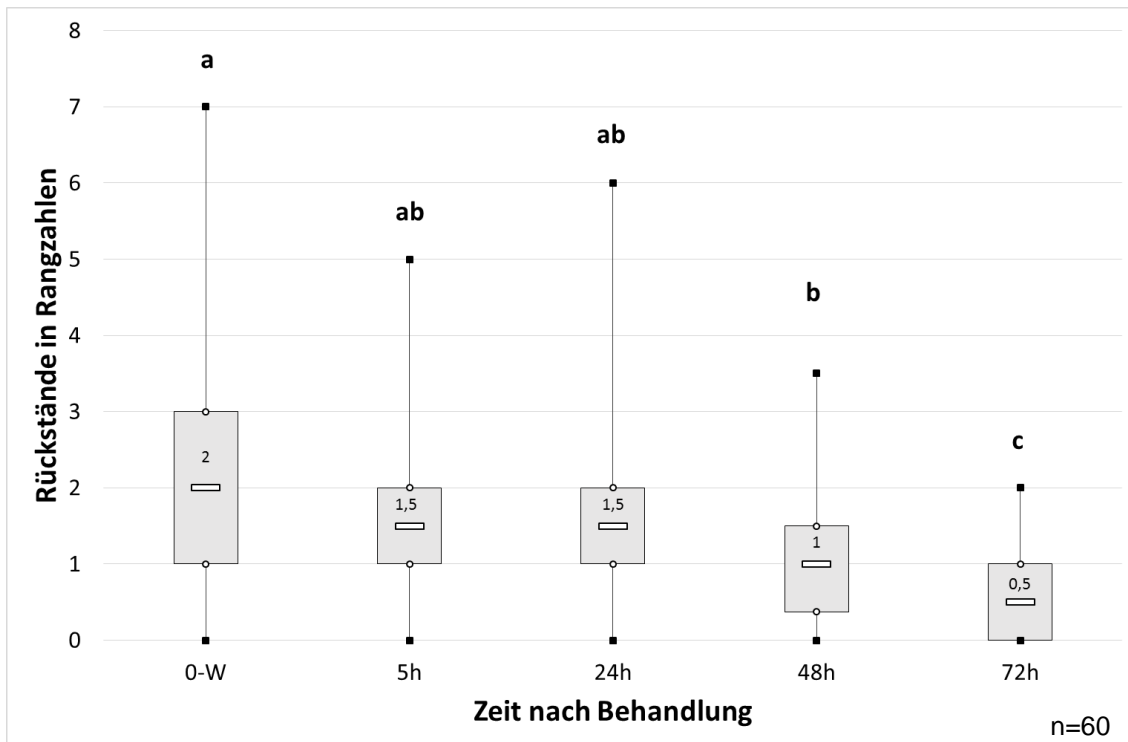


Abb. 91: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf den Beinen der tot behandelte Bienen (Null-Werte) sowie lebender Bienen nach Behandlung im Labor: Signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H=47,489$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Die Rangzahlen des Thorax bleiben konstant niedrig und unterscheiden sich zu den einzelnen Zeitpunkten nicht signifikant voneinander ($p=0,276$, $H=5,115$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 92).

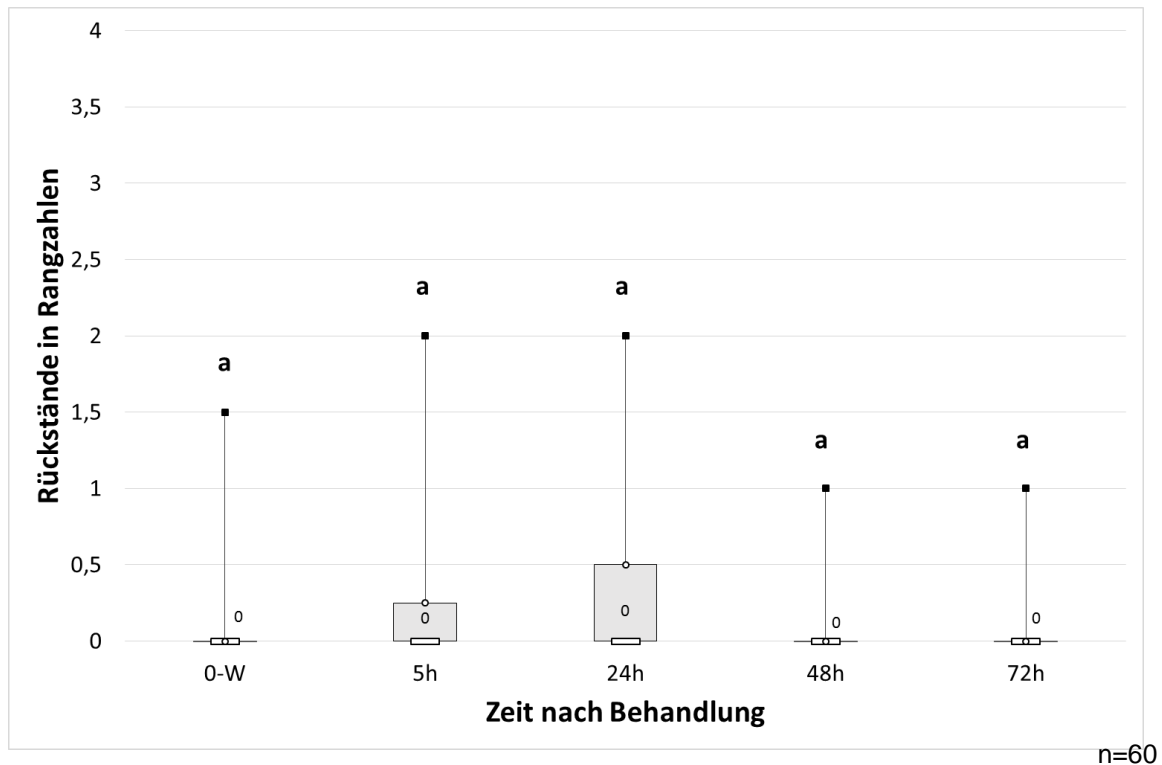


Abb. 92: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf dem Thorax der tot behandelte Bienen (Null-Werte) sowie lebender Bienen nach Behandlung im Labor: Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungszeitpunkten ($p=0,276$, $H=5,115$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Für die Zeitpunkte 4 bis 14 Tage nach Behandlung wurden die Rückstände nur beschreibend erfasst, aber durch den geringeren Stichprobenumfang und durch die nur wenigen Rückstände nicht statistisch analysiert. Dabei sind 4 Tage nach Behandlung noch mal deutlich weniger Rückstände vorhanden, die sich vor allem noch an den Beinen befinden (Abb. 93). Bis 10 Tage nach Behandlung können nur noch selten Rückstände auf den Bienen gefunden werden und es ist schwer zu beurteilen, ob es sich dabei wirklich noch um die typischen Kristalle der Oxalsäure handelt. Nach 14 Tagen konnten optisch keine Rückstände mehr erfasst werden.

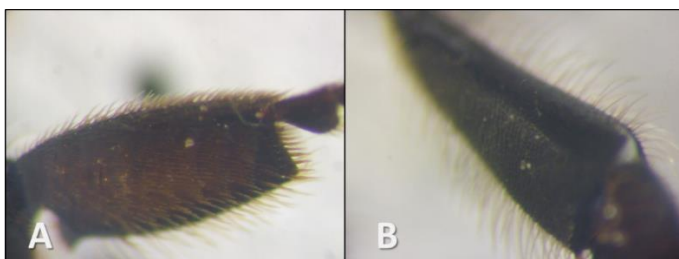


Abb. 93: Oxalsäurerückstände auf den Bienen. A: 4 Tage nach Behandlung, Basitarsus des 3. Beinpaar, B: 6 Tage nach Behandlung, Tibia des 3. Beinpaar.

Auch bei den Bienenproben aus dem behandelten Volk sind kristalline Rückstände auf der Oberfläche der Bienen zu finden. Diese bilden meist pudrige aber auch einzelne klare Kristalle. Selten werden flächige Ablagerungen, wie bei den im Labor behandelten Bienen, gefunden. Die Rückstände befinden sich vor allem dorsal auf Kopf und Thorax, am 1. und 2. Beinpaar und an den Basitarsi des 3. Beinpaars (Abb. 95 bis Abb. 98). Diese Art von Ablagerungen ist auf den Kontrollbienen aus einem unbehandelten Volk nicht zu finden.

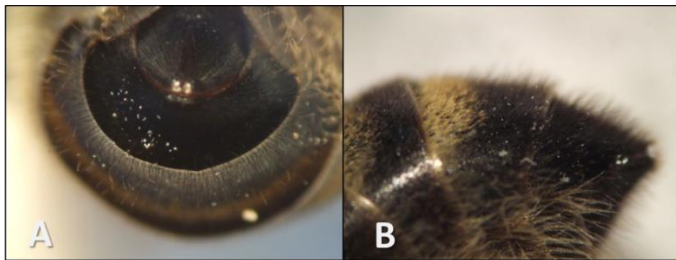


Abb. 94: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 24h nach Behandlung. A&B: Abdomen dorsal.



Abb. 95: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 48h nach Behandlung. A: Thorax dorsal, B: Basitarsus des 3. Beinpaars, C: 1. Beinpaar, D: 2. Beinpaar.

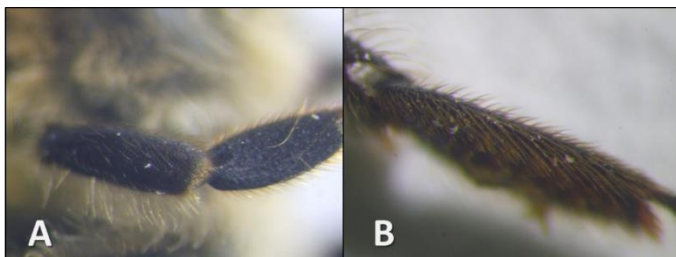


Abb. 96: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 72h nach Behandlung. A: 1. Beinpaar, B: Basitarsus des 3. Beinpaars.

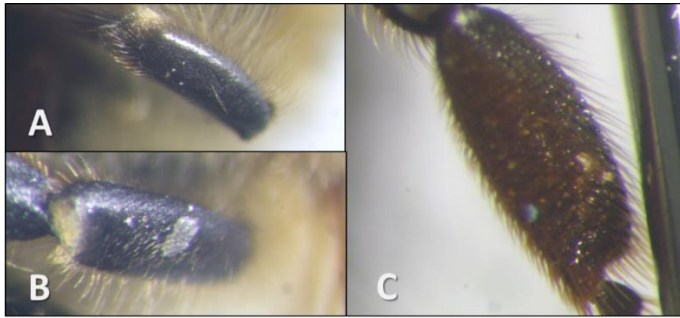


Abb. 97: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 7 Tage nach Behandlung. A: 1. Beinpaar, B: 2. Beinpaar, C: Basitarsus des 3. Beinpaars.

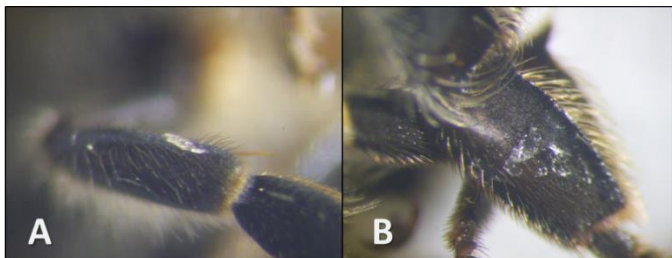


Abb. 98: Oxalsäurerückstände auf den Bienen 14 Tage nach Behandlung. A: 2. Beinpaar, B: Basitarsus des 3. Beinpaars.

Bei den Bienen aus den behandelten Völkern kommt es 48h, 72h, 7d und 14d nach Behandlung zu signifikanten Unterschieden zwischen den Rangzahlen der einzelnen Körperregionen ($p \leq 0,001$, $H \geq 22,446$, $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks; Abb. 99 und Abb. 100). Generell sind die Rückstände der Bienen aus dem Volk bedeutend niedriger und seltener, als die der Laborbienen.

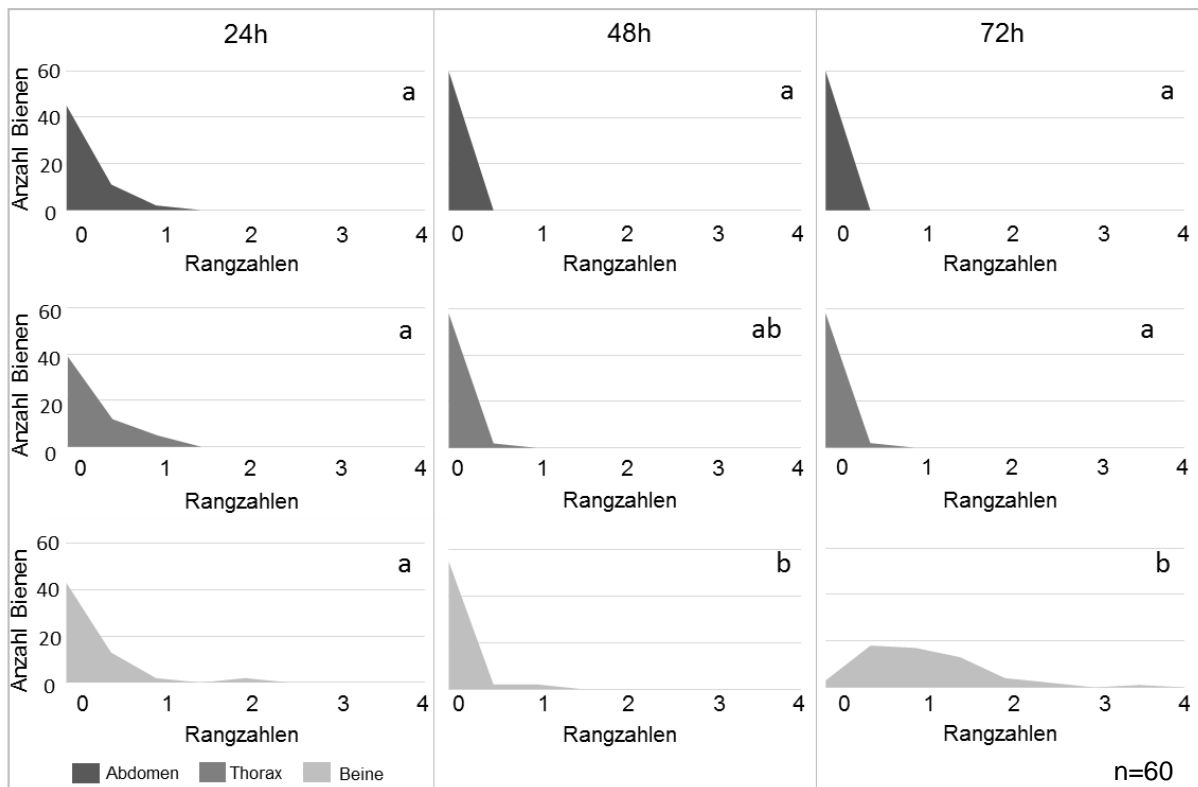


Abb. 99: Rangverteilung der Oxalsäurerückstände auf den Körperregionen Abdomen, Thorax und Beinen für 24, 48 und 72h nach Behandlung im Volk: Signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \geq 22,446$ $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Die meisten Rückstände lassen sich vor allem dorsal auf dem Thorax und den Beinen der Bienen wiederfinden. Dabei erreichen die Beine Rangzahlen zwischen 0 und 0,075 (Mediane), die des Thorax liegen mit 0 bis 0,5 (Mediane) ein bisschen niedriger, und unterscheiden sich 72h, 7d und 14d nach Behandlung signifikant voneinander ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,481$, MC: Dunn's Method).

Auf dem Abdomen sind nur sehr selten Kristalle vorhanden (Abb. 94), so dass der Median der Rangzahlen dieser Körperregion für alle Zeitpunkte nach Behandlung bei 0 liegt. Signifikant unterscheiden sie sich ab 48h nach Behandlung nur von denen der Beine ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,303$, MC: Dunn's Method).

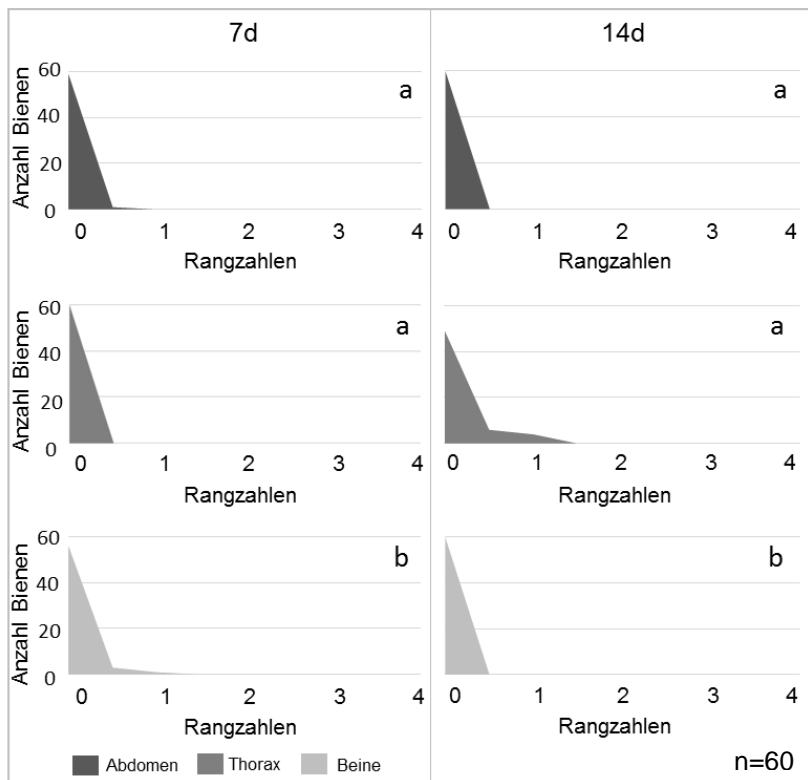


Abb. 100: Rangverteilung der Oxalsäurerückstände auf den Körperregionen Abdomen, Thorax und Beinen für 7 und 14d nach Behandlung im Volk: Signifikante Unterschiede mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H \geq 48,513$ $DF=2$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Betrachtet man die Rangzahlen der Rückstände auf den einzelnen Körperregionen über die Zeit, ergeben sich für alle Körperregionen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten nach Behandlung ($p \leq 0,001$, $H \geq 40,683$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks). Auf keinem Körperabschnitt lässt sich jedoch eine klare Abnahme der Rückstände über die Zeit beobachten.

Bei Abdomen und Thorax liegen die Ränge 24h nach Behandlung signifikant höher verglichen zu 48h, 7d und 14d ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,054$, MC: Dunn's Method; Abb. 101 und Abb. 102). 48h nach Behandlung unterscheiden sich die Ränge nicht signifikant zu den einzelnen Zeitpunkten ($p \geq 0,05$, $Q \leq 2,215$, MC: Dunn's Method). Bei den Beinen liegen die Ränge 24h, 72h und 7d nach Behandlung signifikant höher als nach 72h und 14 d ($p \leq 0,05$, $Q \geq 3,047$, MC: Dunn's Method; Abb. 103).

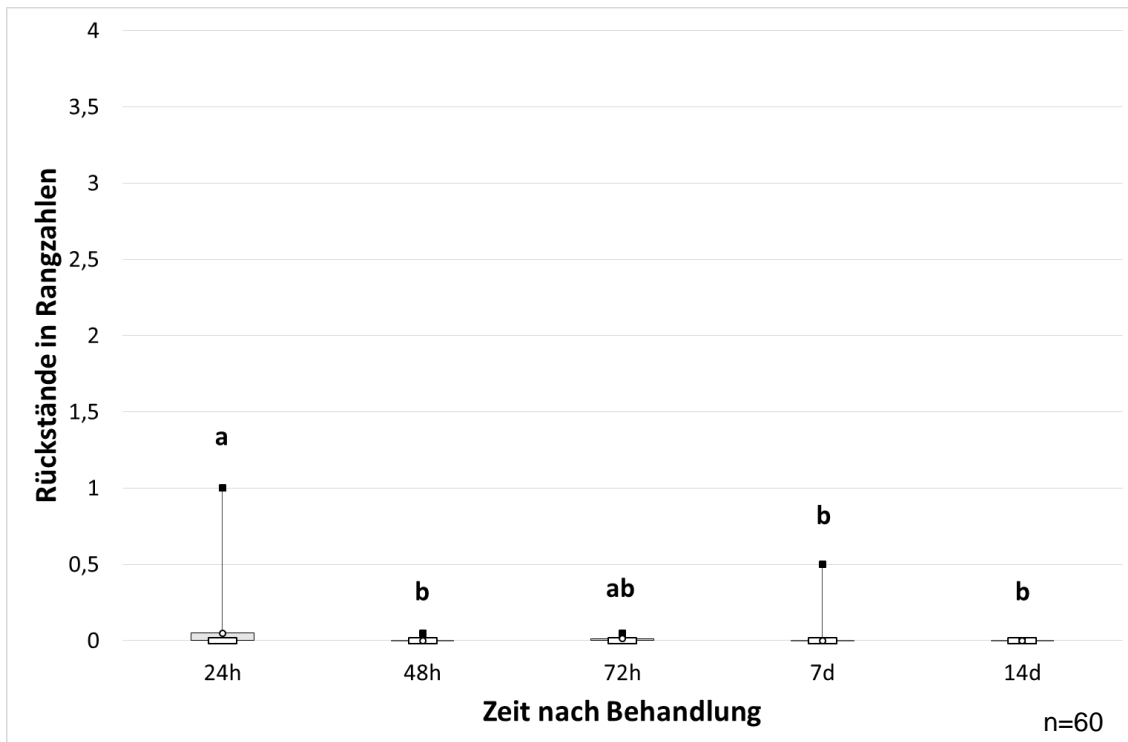


Abb. 101: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf dem Abdomen nach Behandlung im Volk: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H=48,715$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

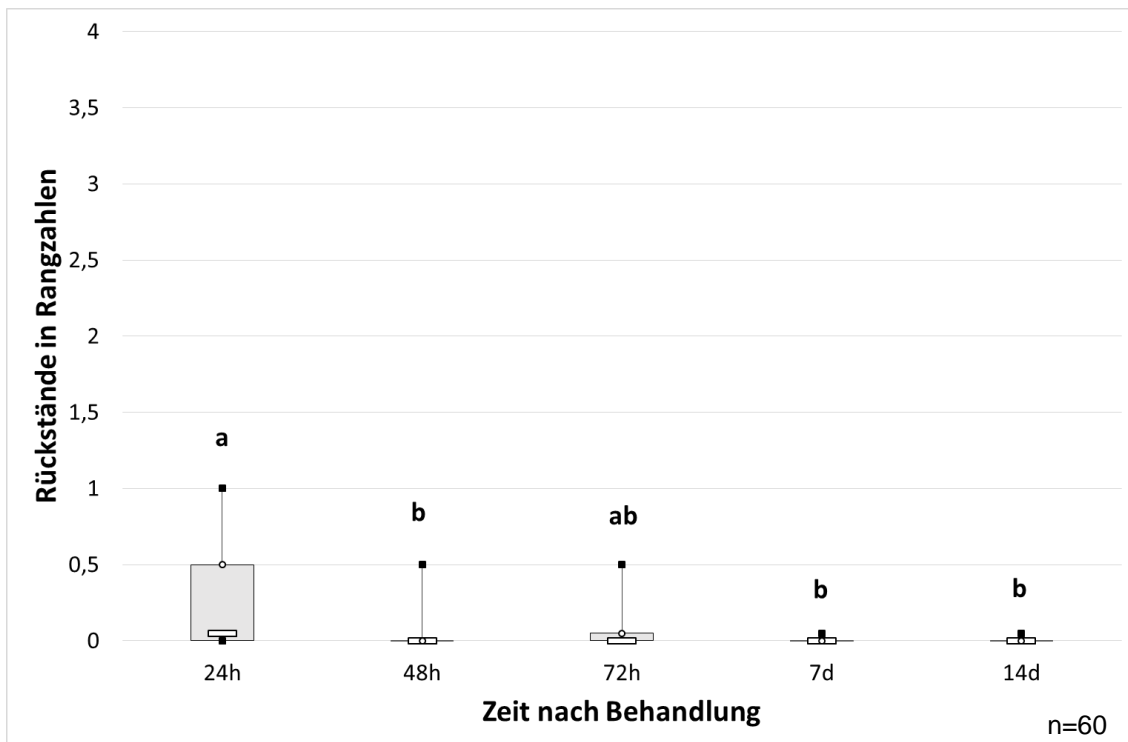


Abb. 102: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf dem Thorax nach Behandlung im Volk: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H=48,715$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

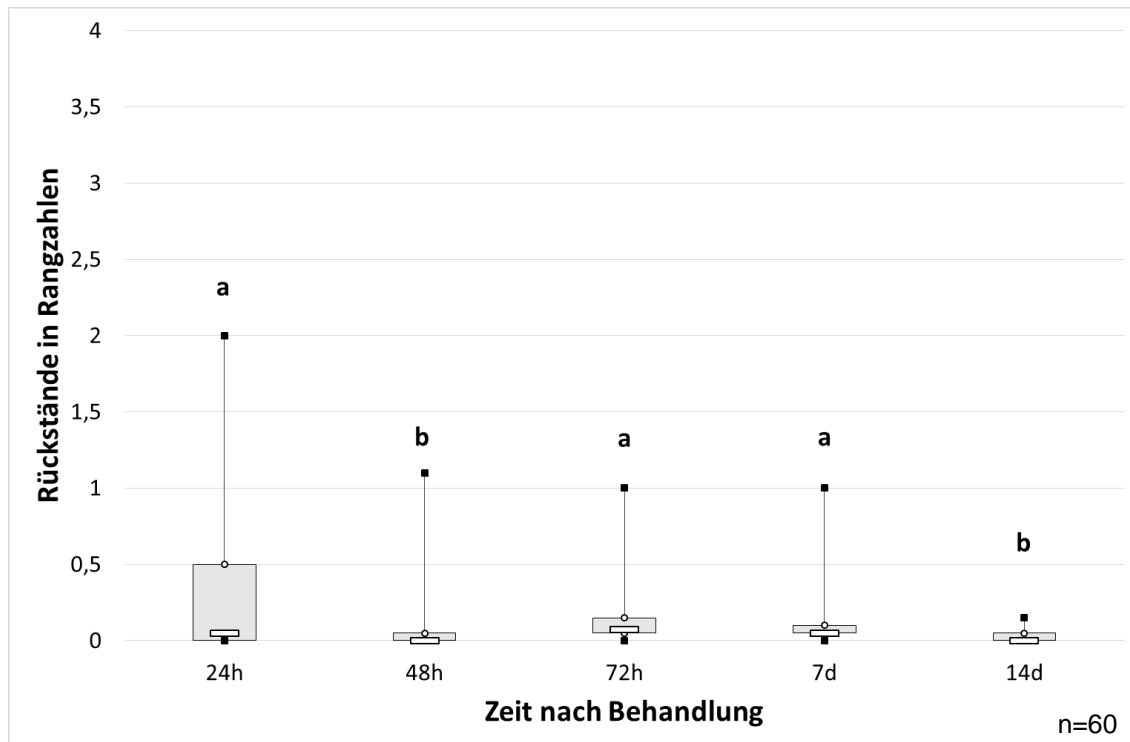


Abb. 103: Rangzahlen der Oxalsäurerückstände auf den Beinen nach Behandlung im Volk: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H=48,715$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

III.6.1.2 Optische Rückstände auf Einzelbienen nach Behandlung mit OAG

Bei der optischen Untersuchung konnten keine kristallinen Rückstände von Oxalsäuredihydrat in Glycerin auf der Oberfläche der Bienen erfasst werden. Die Tiere waren stattdessen feucht und ihr Pelz war verklebt. Die nass wirkenden Rückstände der Lösung befanden sich vor allem an den Innenseiten der Tibien und Haarkämmen der Basitarsi (Abb. 104). Auch 7 Tage nach der Behandlung war keine Auskristallisation der Säure zu erkennen. Dadurch war eine optische Erfassung und Beurteilung einer Abnahme der Menge an Rückständen auf den Einzelbienen, so wie sie für die Behandlung mit OAS erfolgte, nicht möglich.



Abb. 104: Verklebte Haare am Thorax einer Biene (links) und nass wirkende Rückstände an den Haarkämmen des Basitarsus (rechts) nach Behandlung mit OAG

III.6.2 Quantitative Erfassung der Rückstände mit dem Oxalsäure-Kit Enzytec™

Die Ergebnisse der Absorptionsmessungen für die Rückstandsanalyse werden als Dosis ($\mu\text{g}/\text{Biene}$ bzw. $\mu\text{g}/\text{g}$ Material) dargestellt. Da die Daten der Analyse sich nur aus 1 bis 3 Proben zusammensetzen, werden die Darstellungen der Messwerte nur beschreibend analysiert. Für die statistische Analyse wurden die gemessenen Rückstandsmengen über die Zeit aufgetragen. Da die Abnahme der Rückstände über die Zeit exponentiell verläuft, wurden die Zeitpunkte nach der Behandlung logarithmisch (\log_{10}) dargestellt und ausgewertet.

Für die Rückstände auf den Einzelbienen, die im Labor individuell behandelt wurden, ist eine klare Abnahme der Rückstandsmenge für OAS und OAG zu beobachten (Abb. 105 und Abb. 106). Dabei weisen die tot behandelten Bienen (Null-Werte) die höchste Rückstandsmenge von durchschnittlich $83 \mu\text{g}/\text{Biene}$ ($\pm 16 \mu\text{g}$) für OAS bzw. $77 \mu\text{g}/\text{Biene}$ ($\pm 7 \mu\text{g}$) für OAG auf.

Bei den mit OAS behandelten Bienen liegen die Werte 5h nach Behandlung bei durchschnittlich $37 \mu\text{g}/\text{Biene}$ ($\pm 5 \mu\text{g}$), für OAG bei durchschnittlich $32 \mu\text{g}/\text{Biene}$ ($\pm 1 \mu\text{g}$). Bei beiden Gruppen nehmen die Rückstandsmengen kontinuierlich über die Zeit ab (Abb. 105 und Abb. 106). Es fällt auf, dass die Werte von 5 bis 72h nach der Behandlung bei den OAS behandelten Bienen leicht über denen der OAG Bienen liegen, aber auch eine etwas größere Standardabweichung aufweisen.

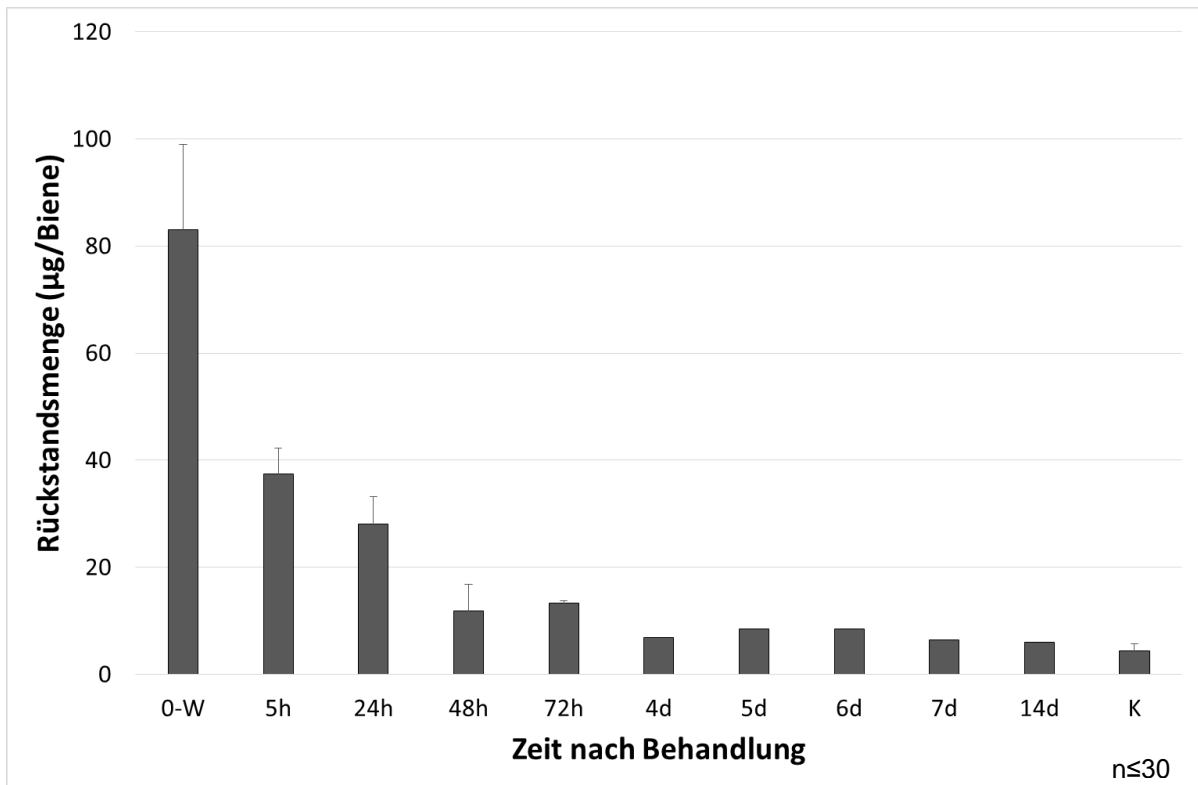


Abb. 105: Abnahme der Rückstandsmengen der Einzelbienen über die Zeit: OAS behandelte Bienen aus Laborhaltung

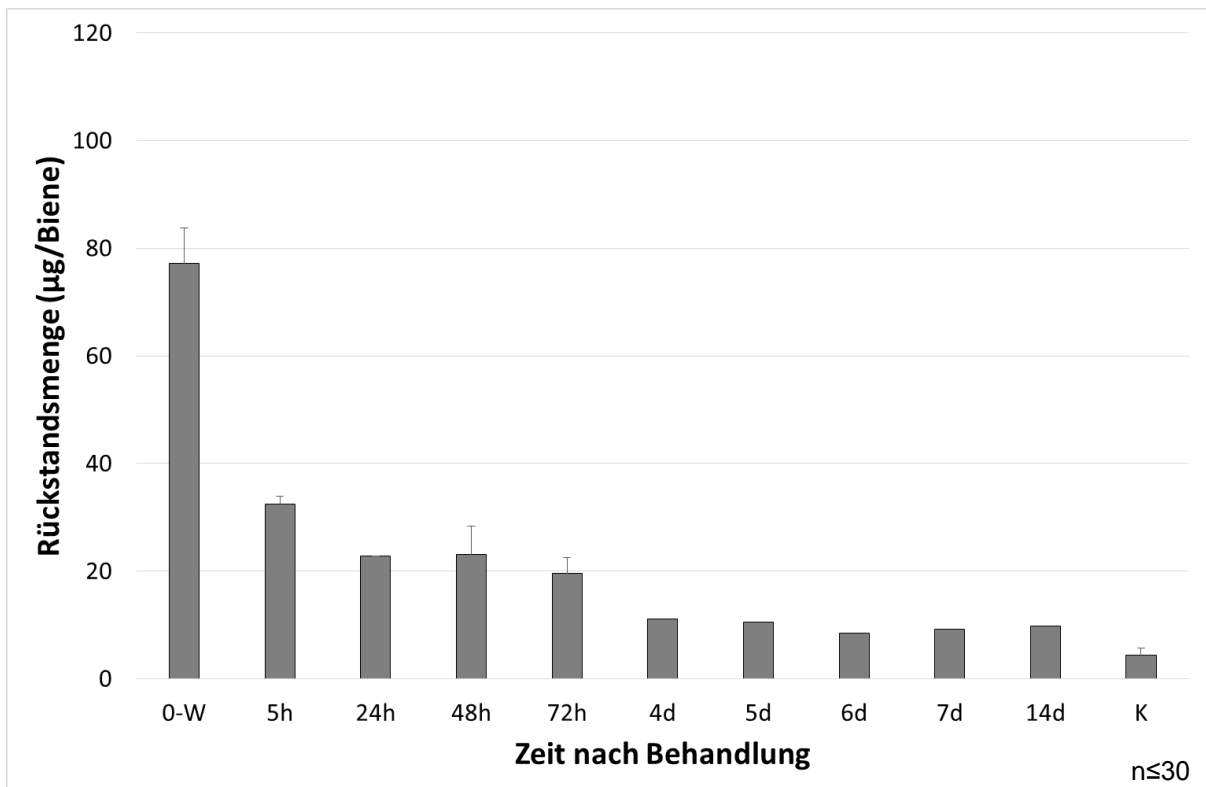


Abb. 106: Abnahme der Rückstandsmengen der Einzelbienen über die Zeit: OAG behandelte Bienen aus Laborhaltung

Nach 4 bis 14 Tagen schwanken die Rückstandsmengen zwischen 6 und 8,5 µg/Biene bei den mit OAS behandelten Bienen. Bei den OAG Bienen liegen sie in diesem Zeitraum mit Werten zwischen 8,5 und 11 µg/Biene etwas höher.

Die Messungen für die im Labor behandelten Kontrollbienen ergaben Rückstandswerte von durchschnittlich 4,5µg/Biene (±1).

Für die Rückstände auf den Einzelbienen, die im Volk behandelt wurden, sind die Rückstandsmengen etwas niedriger verglichen zu denen der Laborbienen.

Bei den Bienen aus dem OAS Volk ist eine Abnahme der Rückstandsmenge zu beobachten (Abb. 107). 24h nach Behandlung liegen die Werte mit durchschnittlich 16µg/Biene (±2,5µg) niedriger als im Labor mit durchschnittlich 28µg/Biene (±5µg). Nach 48h sinken die Rückstandsmengen auf durchschnittlich 12µg/Biene (±2,5) ab und gleichen sich den Werten aus dem Labor mit 12µg/Biene (±5µg) an. In dem Zeitraum von 72h bis 7 Tage nach Behandlung weisen die Werte mit durchschnittlich 10 bzw. 9µg/Biene (±1 bzw. ±2µg) keine stärkere Abnahme der Rückstände auf. Nach 14 Tagen können noch durchschnittlich 7µg/Biene (±1µg) nachgewiesen werden. Damit liegen die Werte zu diesem Zeitpunkt in der gleichen Größenordnung wie die der im Labor behandelten Bienen.

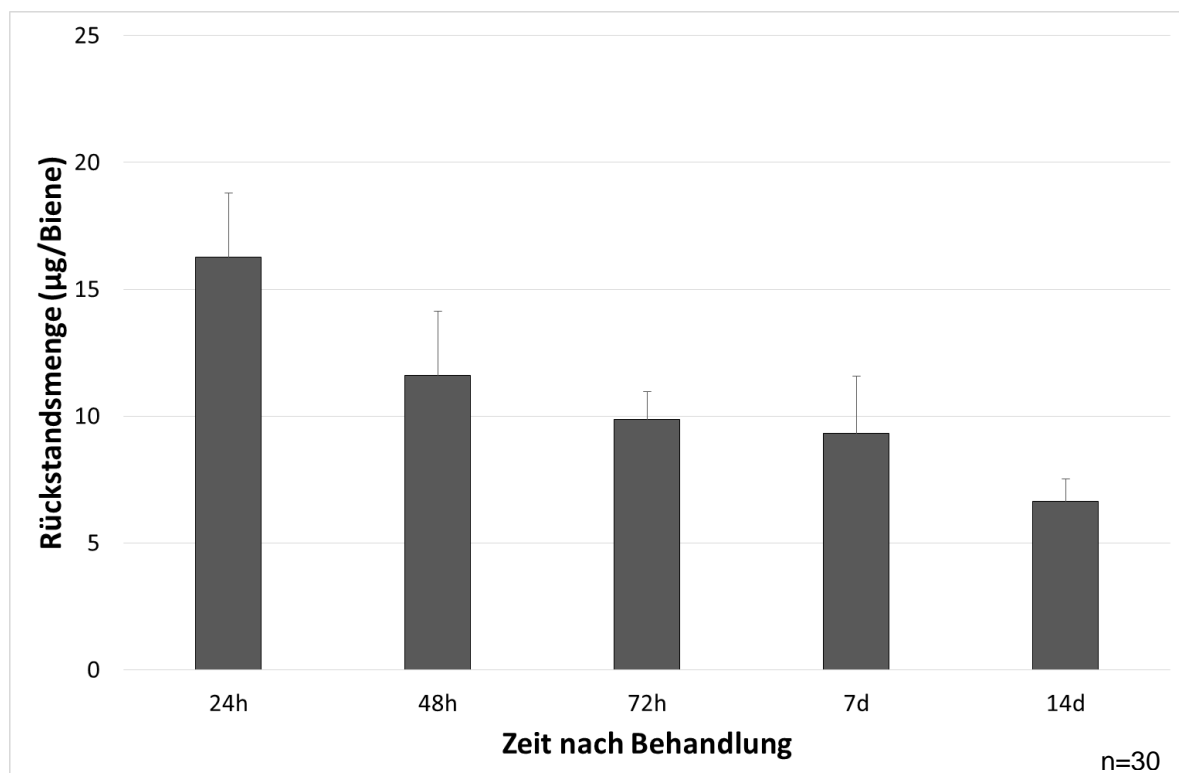


Abb. 107: Abnahme der Rückstandsmengen der Einzelbienen über die Zeit: OAS behandelte Bienen aus dem Volk

Bei den Bienen aus dem mit OAG behandeltem Volk ist eine Abnahme der Rückstandsmenge über die Zeit nicht zu beobachten (Abb. 108). 24h nach Behandlung liegen die Werte mit durchschnittlich 14µg/Biene ($\pm 1\mu\text{g}$) ebenfalls niedriger als im Labor mit durchschnittlich 23µg/Biene ($\pm 0,04\mu\text{g}$). Nach 48h sinken die Rückstandsmengen auf durchschnittlich 9µg/Biene ($\pm 2,5$) ab und liegen damit deutlich niedriger als die Werte aus dem Labor mit 23µg/Biene ($\pm 5\mu\text{g}$). 72h nach Behandlung sind die Werte wieder höher, aber mit durchschnittlich 14µg/Biene ($\pm 3\mu\text{g}$) immer noch niedriger verglichen zu den Laborwerten (20µg/Biene $\pm 3\mu\text{g}$). Während die Rückstandsmengen 7 Tage nach Behandlung wieder auf 10µg/Biene ($\pm 3\mu\text{g}$) absinken erreichen sie nach 14 Tagen den höchsten Wert von 18µg/Biene ($\pm 2\mu\text{g}$).

Auch bei den im Volk behandelten Bienen fällt auf, dass die Werte für OAG 24h und 48h nach Behandlung unter denen der OAS Bienen liegen, aber eine geringere Standardabweichung aufweisen. Wie bei den Bienen im Labor sind die Rückstandsmengen auf den Bienen des OAG Volkes 7 und 14 Tage nach Behandlung höher als die der OAS behandelten Bienen.

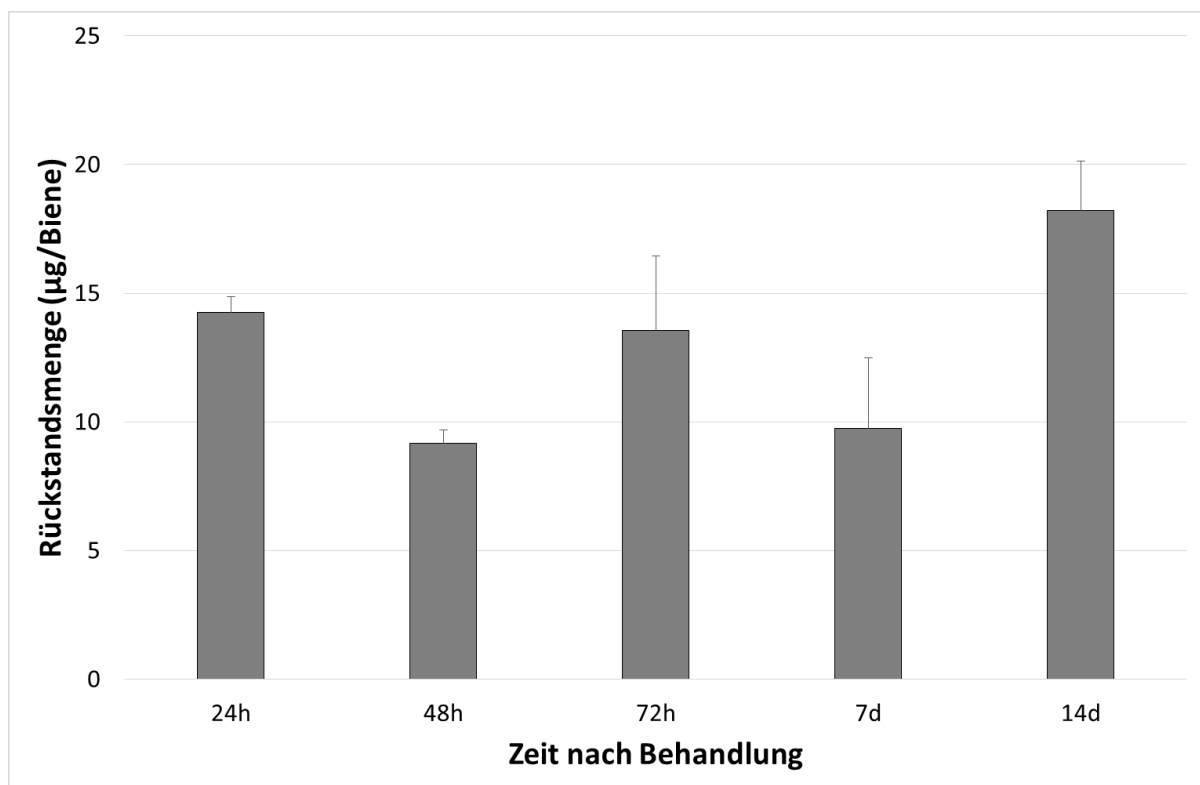


Abb. 108: Abnahme der Rückstandsmengen der Einzelbienen über die Zeit: OAG behandelte Bienen aus dem Volk n=30

Werden die Einzelmessungen der Rückstände über die logarithmierten Zeitpunkte aufgetragen, ergeben sich für die mit OAS und OAG behandelten Laborbienen, wie auch für die mit OAS behandelten Bienen aus dem Volk, klare Abnahmen der Rückstände mit zunehmender Zeit ($p \leq 0,001$, Pearson-Korrelation) und negative Korrelationskoeffizienten

zwischen -0,737 und -0,928 (Abb. 109 bis Abb. 111). Für die Rückstände der OAG behandelten Bienen aus dem Volk ist der Korrelationskoeffizient mit 0,32 sogar positiv. Eine nachweisbare Zunahme mit der Zeit findet jedoch nicht statt ($p=0,24$, Pearson-Korrelation; Abb. 112).

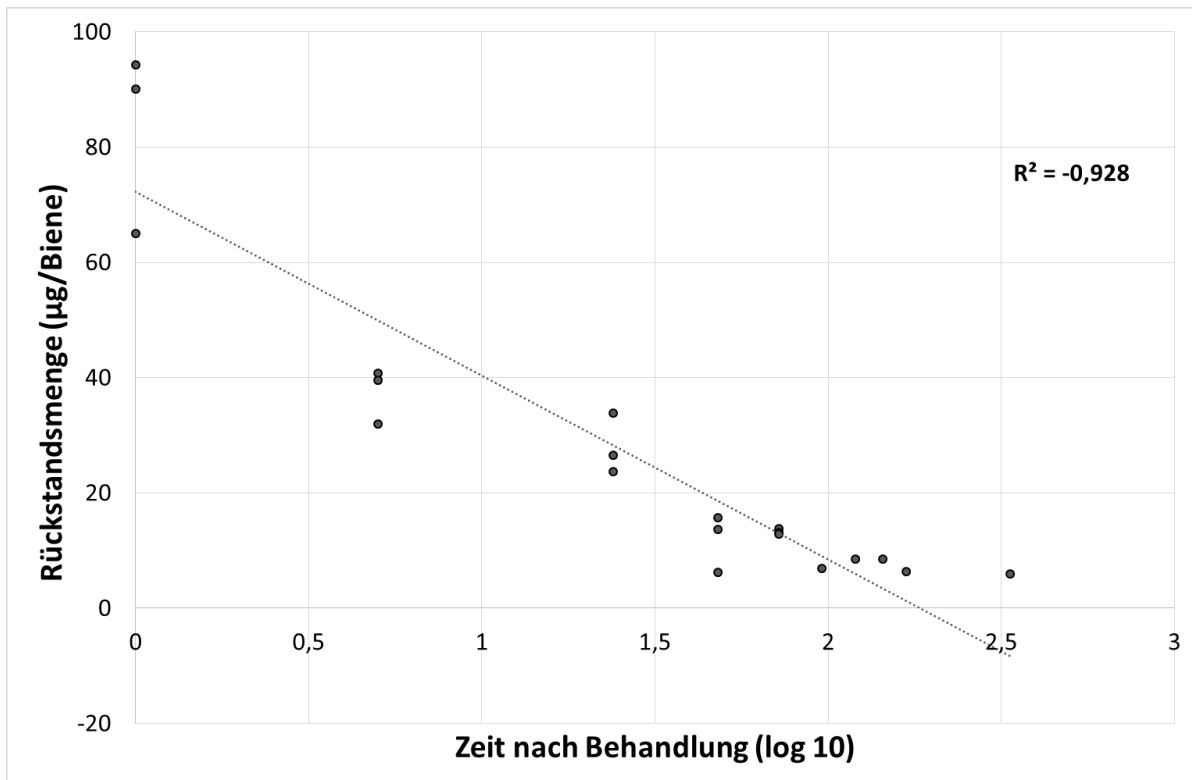


Abb. 109: Korrelation der Rückstandsmenge mit der Zeit von OAS behandelten Bienen aus Laborhaltung: Abnahme der Rückstände mit zunehmender Zeit ($p \leq 0,001$, Pearson-Korrelation)

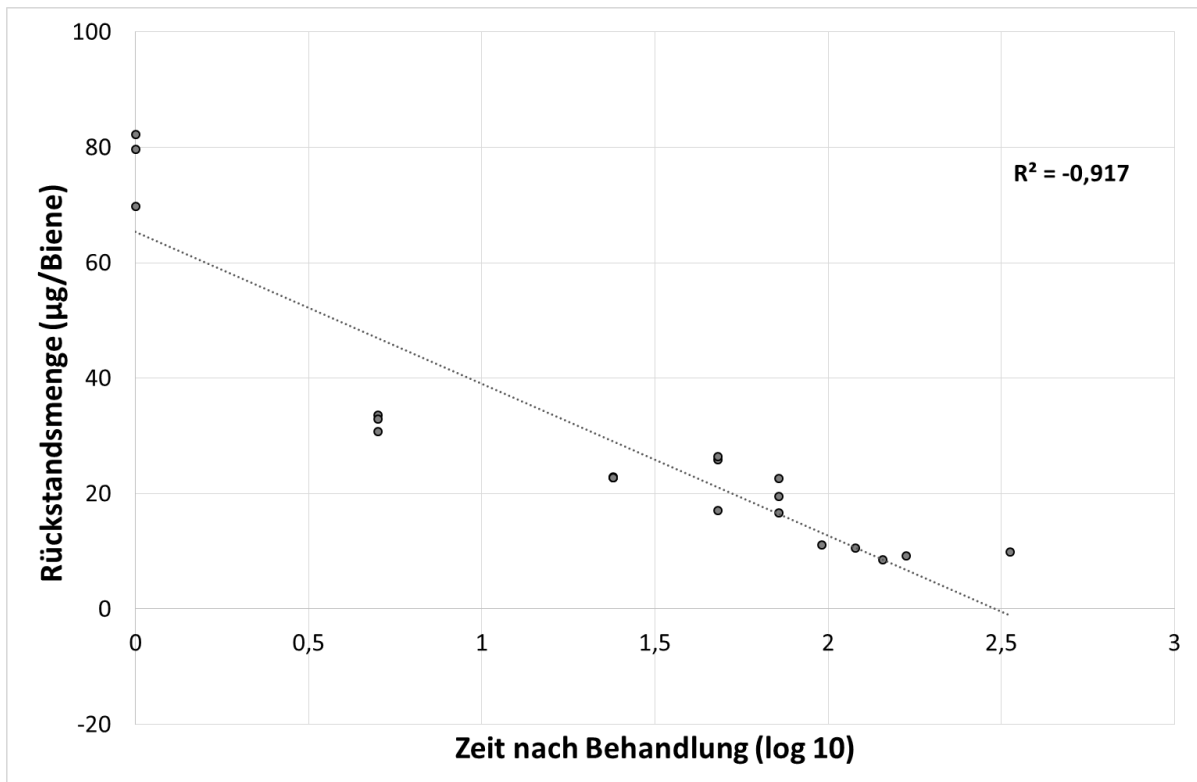


Abb. 110: Korrelation der Rückstandsmenge mit der Zeit von OAG behandelten Bienen aus Laborhaltung: Abnahme der Rückstände mit zunehmender Zeit ($p \leq 0,001$, Pearson-Korrelation)

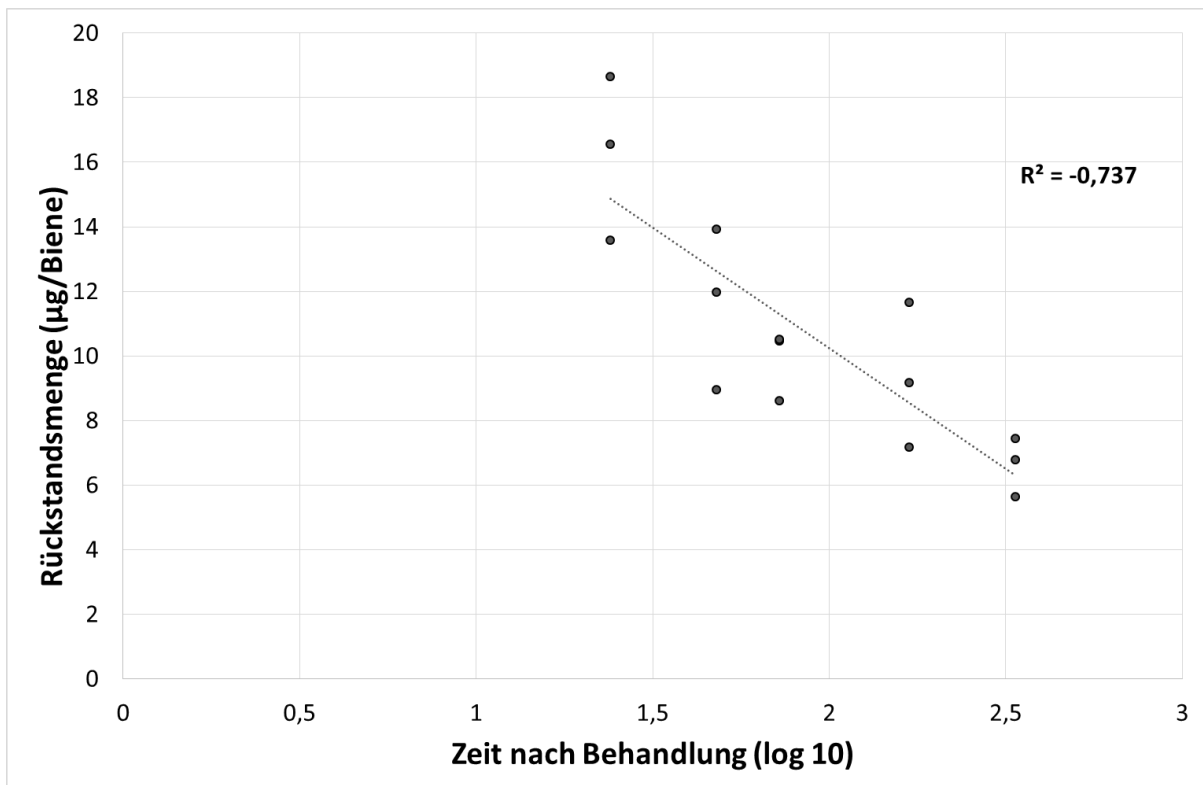


Abb. 111: Korrelation der Rückstandsmenge mit der Zeit von OAS behandelten Bienen aus dem Volk: Abnahme der Rückstände mit zunehmender Zeit ($p \leq 0,001$, Pearson-Korrelation)

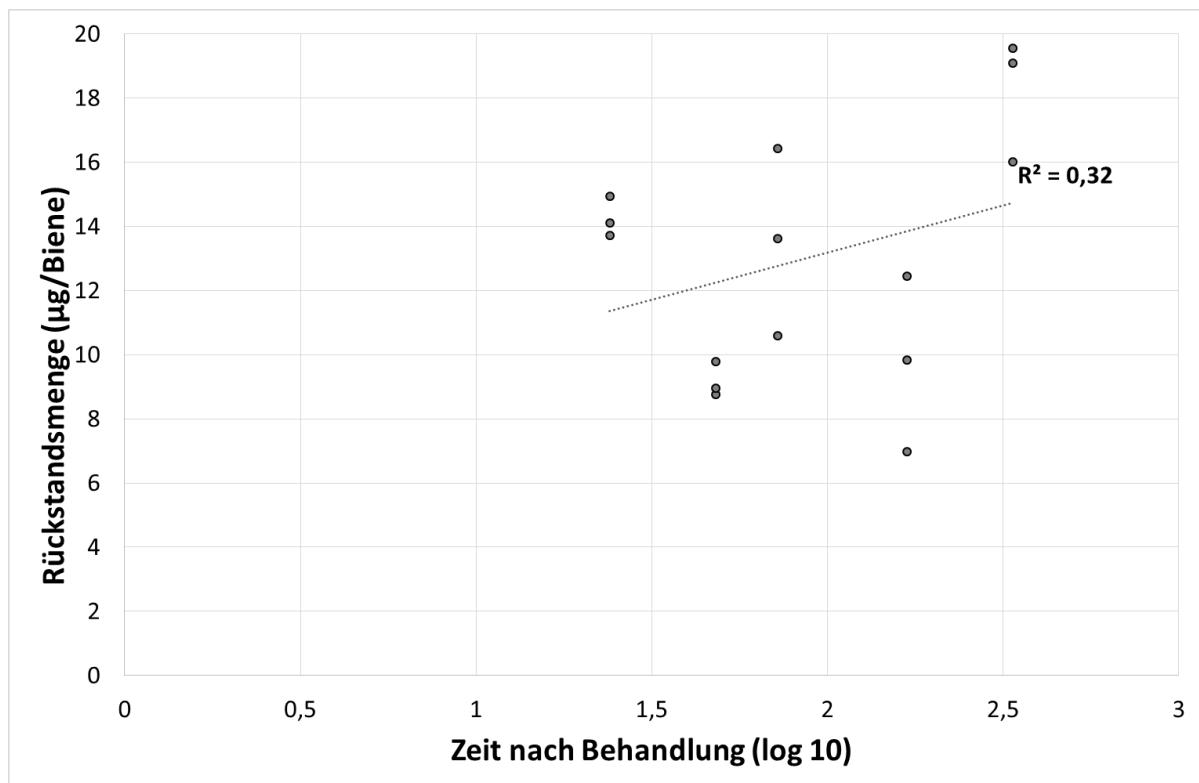


Abb. 112: Korrelation der Rückstandsmenge mit der Zeit von OAS behandelten Bienen aus dem Volk: Keine nachweisbare Ab- oder Zunahme mit der Zeit ($p=0,24$, Pearson-Korrelation)

Die Rückstandsmengen aus den Materialproben der zehn mit OAS oder OAG behandelten Völker wurden zunächst einzeln aufgetragen. Hierbei wird deutlich, wie unterschiedlich die Schwankungen in den einzelnen Proben liegen.

Bei dem OAS Volk liegen die Rückstände der meisten Völker zwischen 5 und 10 µg/g Material. Bei Volk 4 und Volk 6 liegen sie mit 56 bzw. 154 µg/g Material um ein Vielfaches höher (Abb. 113). Bei den mit OAG behandelten Völkern liegen sechs der zehn Völker im zur OAS Behandlung vergleichbar niedrigen Bereich von 7 bis 13 µg/g Material. Vier der Völker weisen höhere Rückstandsmengen zwischen 25 und 52 µg/g Material auf (Abb. 114). Generell fällt auch hier wieder die insgesamt niedrigere Rückstandsmenge der OAG behandelten Völker auf, die dafür aber eine erheblich geringere Schwankung der Werte aufweisen.

Insgesamt liegt die mittlere Rückstandsmenge von 7 µg/g in den OAG behandelten Völkern niedriger als in den OAS Völker mit 10 µg/g Material, jedoch nicht signifikant. ($p=0,076$, $T=81$, MWU-Test; Abb. 115).

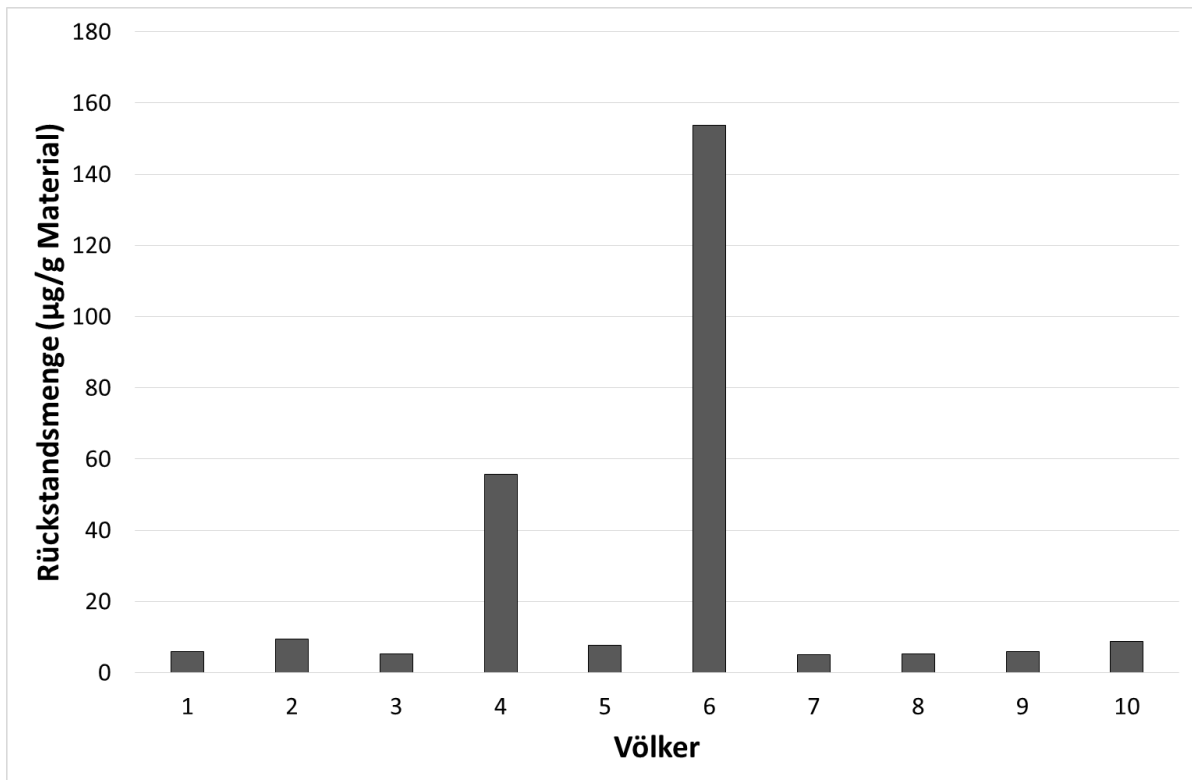


Abb. 113: Rückstandsmengen der Materialproben von OAS behandelten Völkern

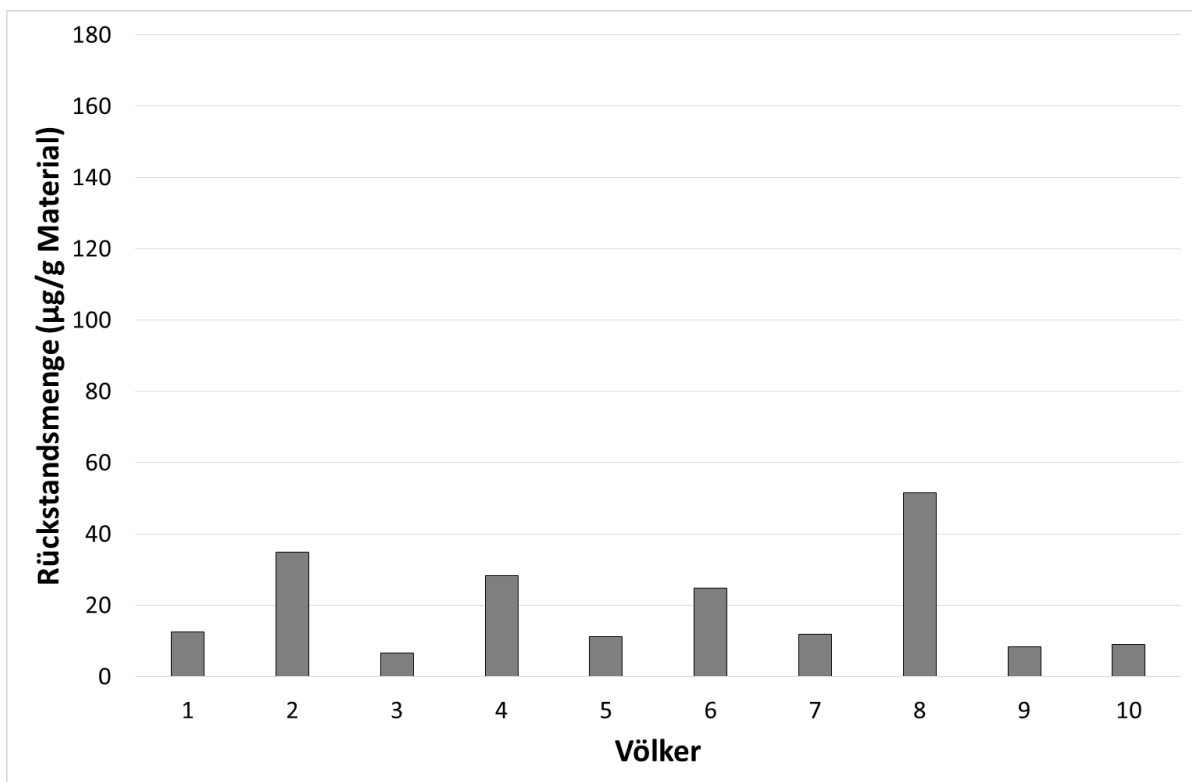


Abb. 114: Rückstandsmengen der Materialproben von OAG behandelten Völkern

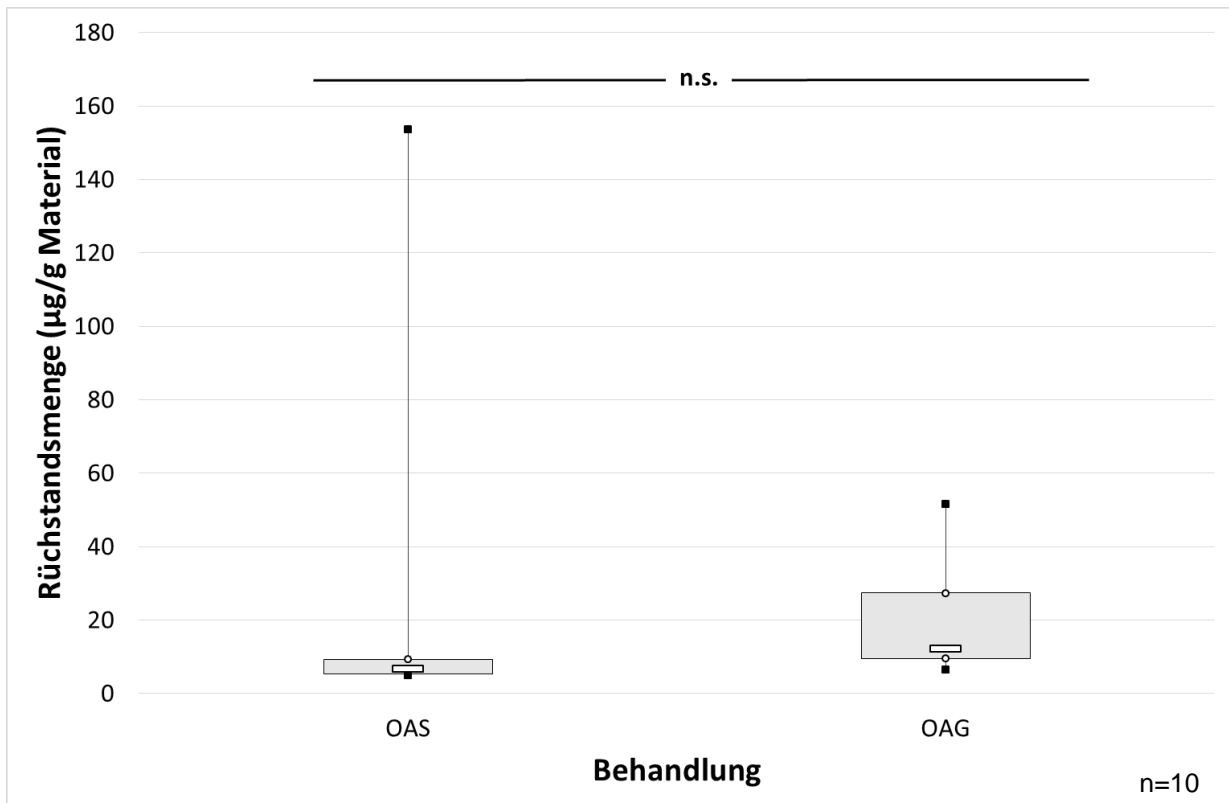


Abb. 115: Mittlere Rückstandsmengen der Materialproben aus den OAS und OAG behandelten Völkern: Kein signifikanter Unterschied ($p=0,076$, $T=81$, MWU-Test)

III.6.3 Visualisierung der Verteilung im Volk durch Macro-Computertomographie

Das Vorhandensein von beiden Substanzen konnte auf den Bienen im Volk durch das Macro-CT-Verfahren demonstriert werden. Die statistische Analyse der Dichtewerte ergab keine Normalverteilung, so dass die Ergebnisse in Box plots dargestellt werden. Die Werte der Mediane sind in den Boxen angezeigt.

Bei beiden Völkern lassen sich signifikante Unterschiede in den Dichtewerten vor der Behandlung (0-Wert) und zwischen den verschiedenen Zeitpunkten nach der Behandlung feststellen ($p \leq 0,001$, $H \geq 195,198$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks).

In dem OAS Volk liegt die Dichte der Bienen vor der Behandlung bei -200 HU (Median; Abb. 116). Drei Tage nach Behandlung ist die Dichte der Bienen mit -130 HU (Median) signifikant höher ($p \leq 0,05$, $Q=13,637$, MC: Dunn's Method). Nach 7 Tagen sinkt der Dichtewert wieder signifikant auf -150HU ($p \leq 0,05$, $Q=4,083$, MC: Dunn's Method), liegt damit aber immer noch höher als vor der Behandlung ($p \leq 0,05$, $Q=9,487$, MC: Dunn's Method). 14 Tage nach

Behandlung ist der Median der Dichtewerte bei -160 HU und unterscheidet sich nicht signifikant zu dem Wert 7 Tage nach Behandlung.

In dem mit OAG behandelten Volk liegt die mittlere Dichte der Bienen vor der Behandlung bei -190 HU (Median, Abb. 117). Drei Tage nach Behandlung ist die Dichte der Bienen mit -110 HU (Median) signifikant höher verglichen zum Zeitpunkt vor der Behandlung ($p \leq 0,05$, $Q=13,854$, MC: Dunn's Method). Auch nach 7 und 14 Tagen bleibt die Dichte mit -120 bis -110 HU (Mediane) hoch. Im Gegensatz zum OAS Volk gibt es keine signifikante Abnahme der Dichtewerte über die Zeit nach der Behandlung.

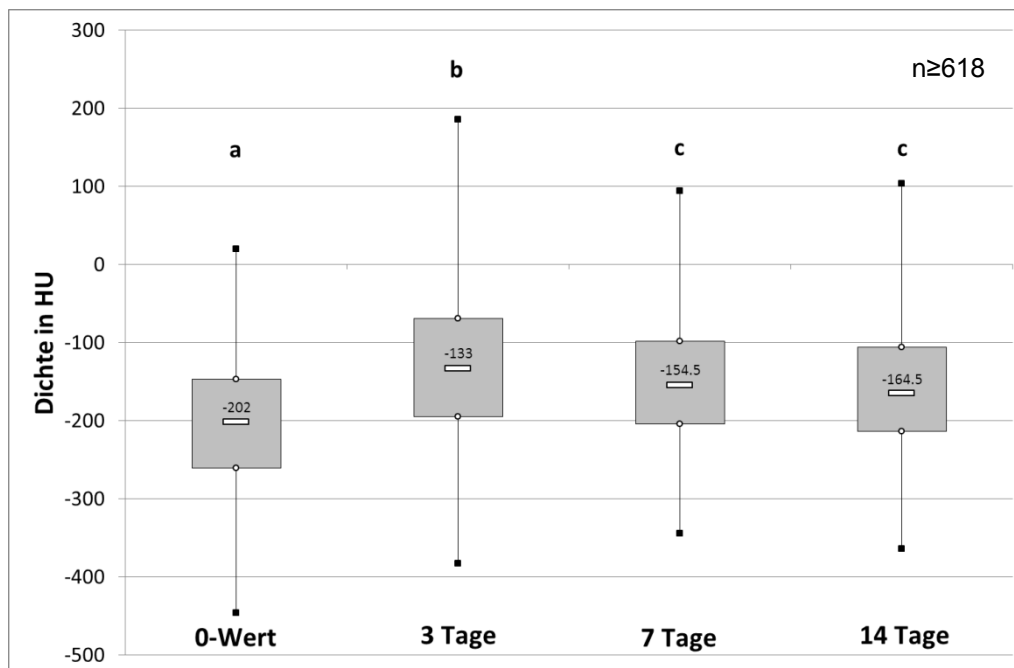


Abb. 116: Dichtewerte der Einzelbienen aus dem mit OAS behandelten Volk: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H=195,198$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

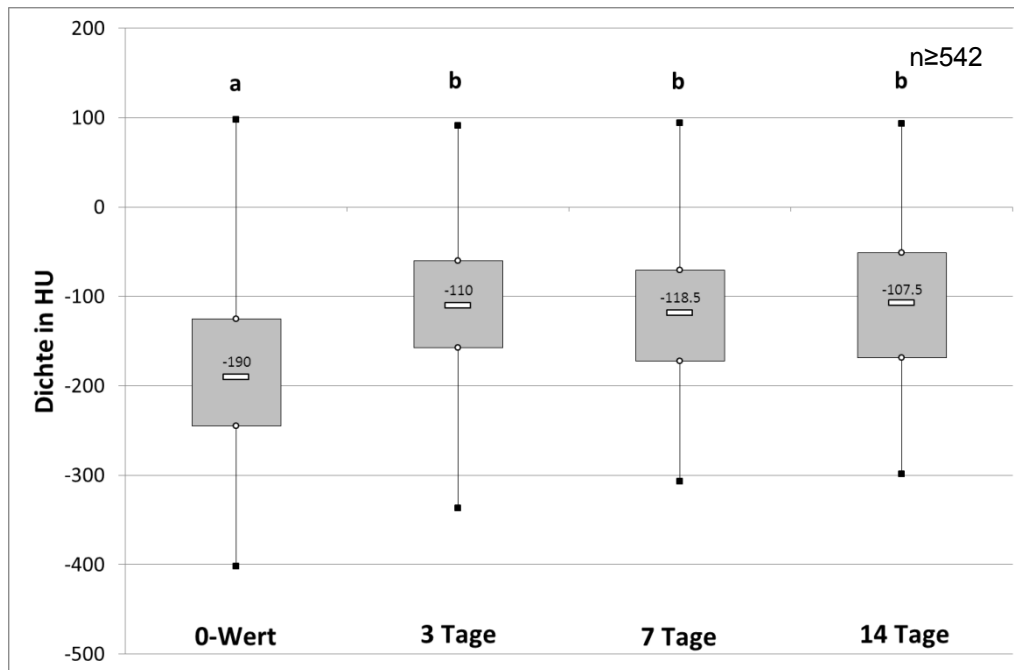


Abb. 117: Dichtewerte der Einzelbienen aus dem mit OAG behandelten Volk: Signifikante Unterschiede durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p \leq 0,001$, $H=274,618$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks + MC: Dunn's Method)

Zur Veranschaulichung der Verteilung der Dichtewerte, wurden die Messungen der Einzelbienen in fünf Ranggruppen zusammengefasst. Die Ranggruppen wurden so gewählt, dass sich die Verteilung der Dichtewerte gut darstellen lässt. Da die Dichtewerte des OAG behandelten Volks etwas höher liegen, unterscheidet sich die Unterteilung der Ränge zwischen beiden Völkern.

Bei beiden Völkern ist eine Verschiebung der Verteilung der Dichtewerte nach der Behandlung (Abb. 118 und Abb. 119) zu sehen. Bei dem OAS Volk stellen die Bienen, deren Dichte zwischen -300 und -100 HU liegt, vor der Behandlung die größte Ranggruppe dar. Nach der Behandlung sind es die Ranggruppen der Bienen, deren Dichte zwischen -200 und -100 HU bzw. -100 und 0 HU liegen. Während die Anzahl der Bienen mit Dichtewerten zwischen -450 und -300 HU nach der Behandlung deutlich abnimmt, steigt die Anzahl der Bienen mit besonders hohen Dichtewerten von 0 bis 150 HU. Nach 7 und 14 Tagen bleibt die Anzahl der Tiere in den mittleren Ranggruppen ziemlich konstant; in den hohen Ranggruppen kommt es zu einer deutlichen Abnahme.

Bei dem OAG Volk liegen die Dichtewerte der Ranggruppe, die die meisten Bienen umfasst, zwischen -250 und -150 HU, nach der Behandlung zwischen -150 und -50 HU. Auch hier nimmt die Anzahl der Bienen der niedrigen Ranggruppe (-400 und -250 HU) nach der Behandlung deutlich ab, während die Anzahl der Bienen der hohen Ranggruppe (50 bis 150 HU) steigt. Auch nach 7 und 14 Tagen umfassen die mittleren Ranggruppen die meisten Bienen. Im

Gegensatz zu dem OAS Volk bleibt die Anzahl an Bienen in den hohen Ranggruppen (-50 und 50 bzw. 50 und 150) konstant oder nimmt sogar zu.

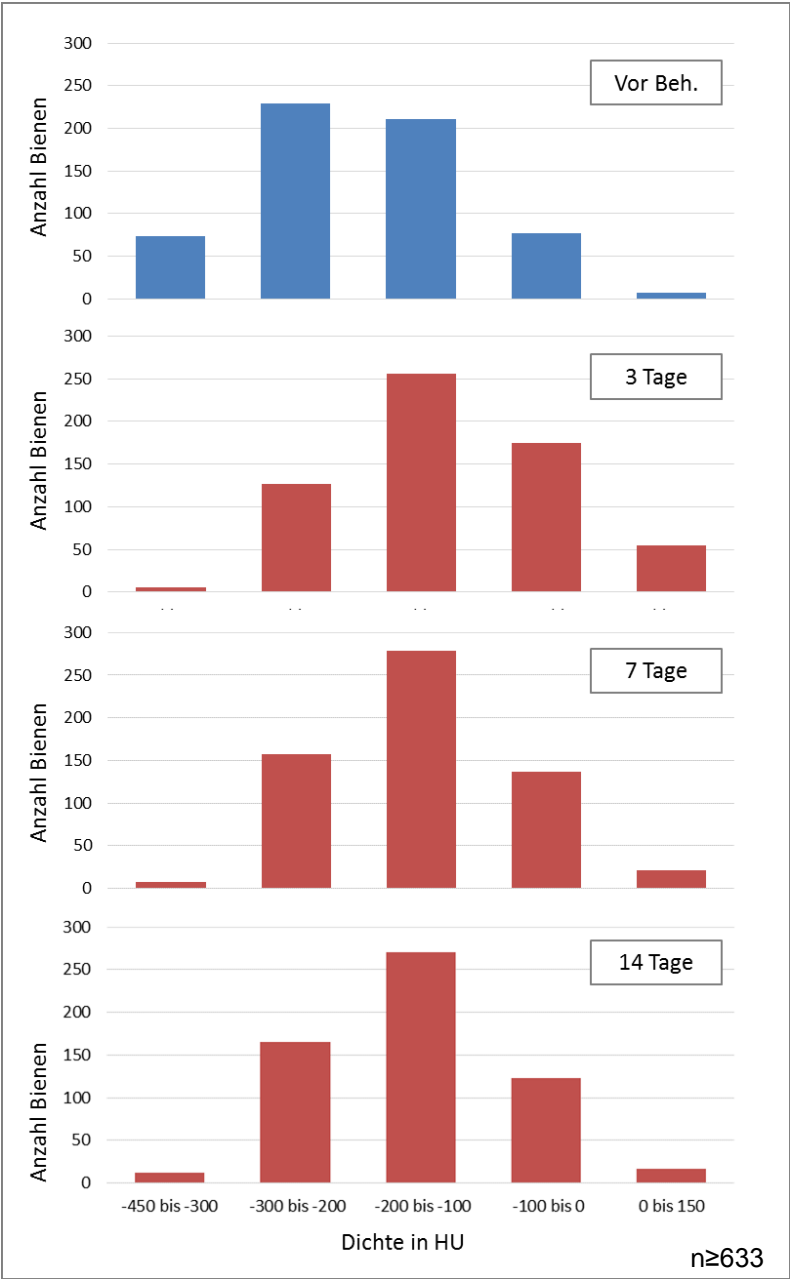


Abb. 118: Verteilung der Dichtewerte der Einzelbienen aus dem mit OAS behandelten Volk

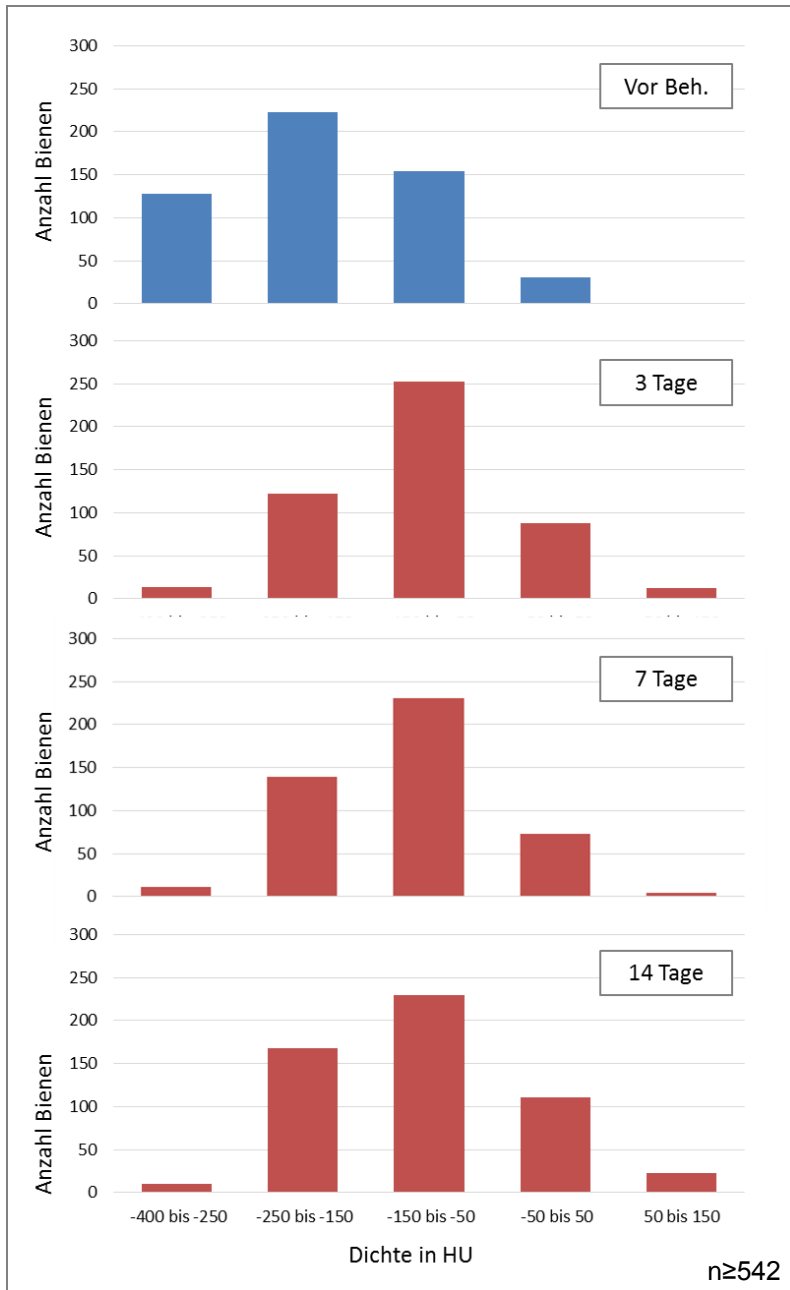


Abb. 119: Verteilung der Dichtewerte der Einzelbienen aus dem mit OAG behandelten Volk

IV Diskussion

Bei der medikamentösen Behandlung von Bienenvölkern ist Oxalsäure, appliziert in Zuckerwasser, ein hochwirksamer Wirkstoff in einem leicht anzuwendenden, zugelassenen Tierarzneimittel, auf dessen Anwendung zurzeit nicht verzichtet werden kann. Nachteile der Applikation in Zuckerwasser, wie Attraktivität für die Bienen, können durch den Zuckerersatzstoff Glycerin vermieden werden (Rademacher et al., 2013). Diese Formulierung ist jedoch (noch) nicht als Tierarzneimittel zugelassen. In den Versuchen dieser Arbeit wurden erstmals die Nebenwirkungen beider Formulierungen überprüft und belegt. Die Behandlung mit Oxalsäure verursachte in Kombination mit Zuckerwasser wie auch mit Glycerin subletale Effekte auf *Apis mellifera*. Diese äußerten sich in einer veränderten Futteraufnahme, einem erhöhten Wasserbedarf, Veränderungen im Flugverhalten und einer verkürzten Lebensdauer. Auf die Motorik und phototaktische Aktivität der Bienen hatte die Behandlung keinen Einfluss. Veränderungen im Stockverhalten, wie sie für die Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser in der Diplomarbeit (Schneider, 2009) beobachtet wurden, traten nach Behandlung mit der Glycerin-Formulierung nicht auf. Rückstände der Oxalsäure verbleiben mindestens zwei Wochen auf den Einzelbienen im Volk und mindestens fünf Wochen auf dem Material. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Versuche im Einzelnen diskutiert. Im Anschluss erfolgen im Fazit eine zusammenfassende Diskussion der wichtigsten Erkenntnisse dieser Arbeit und die Bewertung hinsichtlich der Gesunderhaltung der Bienenvölker.

Veränderungen in der Futteraufnahme

Die mit Oxalsäure in Glycerin behandelten Bienen nahmen, zusammen mit den Bienen der Gruppe G, insgesamt am meisten Futter auf und erreichten auch die höchsten Gewichte des jeweiligen Enddarms (Rectum). Das Futter scheint den Darmtrakt schnell passiert zu haben: Die Unterschiede wurden bei Bienen der G Gruppe schon nach 24h deutlich. Diese Annahme wird durch eine veränderte Farbgebung des Enddarms unterstützt, die beim Präparieren auffiel. Der Inhalt war sehr viel flüssiger und durchsichtiger als bei normalen Arbeiterinnen aus dem Volk. Dies zeigt, dass der pollenarme Futterteig innerhalb von 24h in die Kotblase gelangte. Laut Droege (1993) verläuft die Darmpassage der Nahrung verhältnismäßig schnell ab (innerhalb 120min). Die Kotblase der mit OAG und G behandelten Bienen füllte sich also schneller, was auf einen gesteigerten Nahrungserwerb hindeutet, der sich aber nicht im Gewicht der jeweiligen Honigblase (Ventrikulus) widerspiegelte. Der Enddarminhalt gibt jedoch einen sichereren Anhaltspunkt für die aufgenommene Futtermenge. Da die Tiere im Kästchen im Labor selten abkoten, spricht ein stark gefüllter Enddarm auch für eine hohe Futteraufnahme. Ein geringer Honigblaseninhalte bedeutet nicht immer eine geringe

Futteraufnahme, sondern kann auch durch Hervorwürgen oder auch Abschlucken des Inhaltes verursacht werden. Die Transportrate von der Honigblase zum Mitteldarm durch den Proventriculus hängt hauptsächlich von dem metabolischen Aufwand des Individuums ab (Blatt und Roces, 2002).

Die mit Oxalsäure in Zuckerwasser behandelten Bienen nahmen hingegen am wenigsten Zuckerwasser in den Einzelfütterungen auf, was auf eine Veränderung im Stoffwechsel hinweisen kann. In den Versuchen fiel auf, dass die Bienen der OAS Gruppe im Kästchen inaktiver waren als Bienen der anderen Gruppen. Dies wurde auch in anderen Studien beobachtet, in denen die Bienen 24 bis 48 Stunden nach der Behandlung mit Oxalsäure wie benommen wirkten (Bacandritsos et al., 2007). Auch in meiner Diplomarbeit (Schneider, 2009) konnte ich beobachten, dass mit Oxalsäure behandelte Bienen im Labor nach 48 Stunden träge am Boden des Versuchskästchens saßen und im Schauvolk eine höhere Tendenz zur Inaktivität hatten. Diese Beobachtungen stützen die Vermutung, dass die Tiere durch die Behandlung geschwächt werden. Martin-Hernandez et al. (2007) beschrieben Zellschäden am Epithel der Organe der adulten Bienen nach einer Behandlung mit Oxalsäure und Gregorc und Smodis Skerl (2007) konnten eine Nekrose der Zellen des Mitteldarms feststellen. Diese Organschäden können zu einer Schwächung der Tiere führen und die Futteraufnahme beeinflussen. Aber auch andere Effekte, wie Flüssigkeitsmangel wären als Ursache denkbar und wurde in weiteren Schritten dieser Arbeit untersucht.

Empfindlichkeit auf Wasser und aufsteigende Zuckerkonzentrationen

Die Applikation von Oxalsäure führte in beiden Formulierungen zu einem gesteigerten Durst der Bienen: Der „Water Responsiveness Index“ (WRI) lag bei den Gruppen OAS und OAG signifikant höher Verglichen zu den Kontrollen G und K. Die Empfindlichkeit auf Zucker war nur bei Bienen der OAS Gruppe erhöht, signifikant jedoch nur bei einer Konzentration von 0,1%, was eher auf den erhöhten Wasserbedarf zurückzuführen ist.

Die erhöhte Sensibilität auf Wasser nach Behandlung lässt eine Übersäuerung der Tiere vermuten, die die Tiere durch vermehrte Wasseraufnahme versuchen auszugleichen. Diese Annahme wird durch die Untersuchung von Harz und Rademacher (2014) unterstützt, in der pH-Wert Verschiebung in den sauren Bereich nach Oxalsäureapplikation im Ventrikulus, Enddarm und in der Hämolymphe von Bienen nachgewiesen wurden. Nozal et al. (2003) konnten nach dermalen Applikation von Oxalsäure in Zuckerwasser ein Vorhandensein in der Hämolymphe von Bienen nachweisen und vermuteten, dass die Oxalsäure die Kutikula durchdringt. Dadurch könnten allein der Kontakt der Säure mit der Körperoberfläche der Bienen Änderungen im Körper bewirken, auch ohne eine orale Aufnahme durch die Bienen. Dies würde erklären, warum die Sensibilität auf Wasser bei der Behandlung mit der Glycerin-Formulierung in der Tendenz verstärkt wurde. Durch die Eigenschaften des Glycerins bleibt

die Substanz auf den Bienen und Material besser haften und trocknet viel langsamer auf. Dadurch ist die Zeit, in der die Tiere mit der Lösung in Kontakt kommen, erhöht.

Es ist denkbar, dass der erhöhte Wasserbedarf der Einzelbiene nach Behandlung auch zu einer veränderten Futteraufnahme in der Wintertraube oder einem vermehrten Wassereintrag im Frühjahr führen kann. Es muss daher noch geklärt werden, ob die gesteigerte Sensibilität auf Wasser auch länger als 24h nach Behandlung anhält und ob sich diese auch auf Volksebene manifestiert.

In diesem und anderen Versuchen fiel eine verstärkte freie Futteraufnahme von Glycerin 45% behandelten Bienen im Versuchskästchen auf, die aber nicht quantifiziert wurde. Da die Bienen während der 24h zwischen den Testläufen in den Käfigen freien Zugang zu Futter hatten, könnte diese gesteigerte Futteraufnahme trotz vorheriger Hungerphase die Motivation und damit die Empfindlichkeit auf die Zuckerlösungen verringert haben, so dass die Empfindlichkeit auf Zucker bei Bienen der G Gruppe nach der Behandlung in fast allen Konzentrationen signifikant niedriger war. Dieser Effekt spiegelt sich auch in der verringerten Futteraufnahme bei der Fütterung nach der PER wider.

Motorische Aktivität im Labor

Die Behandlung mit Oxalsäure führte zu einem verstärkten Putzen, hatte aber sonst keinen Einfluss auf andere Verhaltensweisen und beeinträchtigte die Bienen weder in ihrer Motorik, noch in ihrem phototaktischen Verhalten.

Der vermehrte Aufenthalt der Bienen in den Gruppen OAG und G im unteren Bereich der Apparatur 5h nach Behandlung kann nicht als negative Phototaxis gewertet werden. Nach Einlaufen in den Versuchsapparat begannen diese Bienen häufig zu fächeln oder sich zu putzen und blieben meistens an derselben Stelle sitzen oder bewegten sich nur wenig. Dies führte dazu, dass ein großer Teil der drei Minuten Beobachtungszeit in den unteren Ebenen verbracht wurde, noch bevor das Tier anfing, in der Box umherzulaufen. Diese anderen Aktivitäten bedingen, dass die Bienen der Gruppe G im Vergleich zur Referenzgruppe weniger Zeit mit Laufen verbrachten.

Im Vergleich zu den Referenzbienen verbrachten die mit Oxalsäure behandelten Bienen beider Formulierungen (OAS/OAG) mehr Zeit mit Putzen. Ein intensiveres Putzverhalten konnte für die Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser auch schon im Schauvolk (Schneider, 2009) und für Oxalsäure in Glycerin im Labor (Rademacher et al., 2012b) beobachtet werden. Während sich die Formulierung mit Glycerin schnell und gleichmäßig auf dem Körper der Bienen verteilt und nicht aufdrocknet, bildet die Oxalsäure in Zuckerwasser

beim Auftrocknen Kristalle, die sich vor allem auf dem Abdomen und den Basitarsi der Hinterbeine wiederfinden. Dies könnte der Grund dafür sein, dass das Putzen der Bienen der OAS Gruppe länger anhielt und bis 24h nach Behandlung beobachtet wurde.

Auf die Motorik hatte die Applikation von Oxalsäuredihydrat in Zuckerwasser bzw. Glycerin keine negativen Auswirkungen: Lähmungen oder Einschränkung der Bewegung wurden nicht beobachtet. In der Literatur beschriebene Effekte werden meist durch erheblich höhere Dosen durch Mehrfachbehandlung der Völker hervorgerufen (Bacandritsos et al., 2007). Bei einer Behandlung mit der praxisrelevanten Dosis von 175µg/Biene wurden ähnliche Effekte nur in bei Bienen in Laborkäfigen beobachtet (Schneider, 2009). Solche Situationen lassen sich nur schwer mit den Bedingungen im Versuchsapparat vergleichen, worin sich die Bienen generell sehr aktiv zeigten.

Schauvolk: Verhalten und Lebensdauer

Beim Verhalten im Volk unterschieden sich die mit Oxalsäure in Glycerin behandelte Bienen nur durch häufigere Zellinspektion und weniger Deckel-Nagen zu den Kontrollen. Verhaltensänderungen, wie verringerte Brutpflege, verringerte Aktivität und vermehrtes Putzen, wie sie in der Diplomarbeit für Oxalsäure in Zuckerwasser beobachtet wurden (Schneider, 2009), traten nicht auf. Für die altersabhängigen Verhaltensweisen, wie Brutpflege bzw. Inspektion der Brut, Futtermittelverarbeitung, Nestbau und Deckel-Nagen lagen die höchsten Ausprägungen der „Relative Propability of Task Performance“ (RPTP) in den von Seeley (1982) beschriebenen Zeiträumen. In allen Gruppen änderte sich der Aufenthaltsbereich der Bienen im Stock über die Zeit mit den sich ändernden Aufgaben im Volk: Mit abnehmender Intensität der Futtermittelverarbeitung nahm auch der Aufenthalt der Bienen im Honigraum ab, während der Aufenthalt im Randbereich der Waben im Laufe der Beobachtungen zunahm. Diese Beobachtungen passen zu den Aussagen von Seeley (1982), wonach sich der Aufenthalt der Bienen mit zunehmendem Alter von Zentrum zum Randbereich des Nestes verlagert.

Unter dem Aspekt der Einflüsse der Behandlung auf das Stockverhalten der Bienen scheint die Behandlung mit Oxalsäure in Glycerin besser verträglich zu sein. Da die Lösung über lange Zeit feucht bleibt, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass sich ein Teil der Säure beim Einsatz ins Schauvolk auf Material und andere Bienen überträgt. Dies könnte dazu führen, dass die Einzeldosis pro Biene durch den Kontakt mit den unbehandelten Stockgenossinnen schneller verringert wurde und Effekte auf das Verhalten über den Beobachtungszeitraum nicht zum Tragen kommen.

Bei den Jungbienen im Schauvolk führte die Behandlung mit Oxalsäure in Glycerin, wie auch in der Diplomarbeit (Schneider, 2009) bei der Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser, zu

einer verkürzten Lebensdauer. Verglichen zur Lebensdauer im Labor, lag das durchschnittlich erreichte Alter der Oxalsäure mit Glycerin behandelten Bienen im Schauvolk aber deutlich höher. Die Effekte der Behandlung auf die Einzelbiene scheinen im Volk besser abgepuffert zu werden. Bienen der Gruppen G und K erreichten dagegen im Labor ein höheres Alter als im Volk, wo sie erhöhten Risiken beim Ausflug und der Sammeltätigkeit ausgesetzt sind.

Jungbienen sind generell sehr empfindlich, besonders wenn sie ohne ältere Tiere gehalten werden. Bereits der Vorversuch zeigte mit einem Totenfall von über 80% in der OAG Gruppe bzw. 65% in der OAS Gruppe, dass Bienen im Alter bis zu 5 Tagen sehr viel empfindlicher auf Oxalsäure reagieren als altersgemischte Tiere. In den Untersuchungen von Rademacher et al. (2012b) zur Toxizität von Oxalsäure in Kombination mit Glycerin unterschied sich die Mortalität von behandelten Tieren (zwischen 5 und 10 Tage alt) mit 5% nicht signifikant zu der der Kontrollen. Wahrscheinlich spielt die Physiologie der jüngeren Bienen bei den Auswirkungen der Säuren eine entscheidende Rolle. Auch von Moosbeckhofer et al. (2002) wurden ein erhöhter Totenfall bei frisch geschlüpften Arbeiterinnen, die mit Oxalsäure behandelt wurden, beobachtet. Dass Jungbienen generell empfindlicher reagieren, ist auch für die Behandlung mit Ameisensäure bekannt (Bolli et al., 1993). Bei frisch schlüpfenden Bienen, wie auch bei sich häutenden Insekten, ist die Kutikula noch weich. Durch Sklerotisierung und Melanisierung härtet sich die Kutikula (Chapman, 1998). Beide Prozesse dauern nach der Häutung bzw. nach dem Schlupf an. Es ist denkbar, dass die Kutikula der Jungbienen durchlässiger für Substanzen ist und dadurch Effekte der Säuren verstärkt werden können. Es ist daher zu erwarten, dass die Effekte der Säure auf ältere Bienen sehr viel geringer ausfallen. Für die Verhaltensbeobachtungen stellt das Behandlungsalter von 4 Tagen jedoch die Höchstgrenze dar, die noch gut realisierbar ist, da gerade frühe Verhaltensweisen wie Brutpflege oder Pflege der Königin vermehrt bis 8 Tage alten Bienen auftreten (Seeley und Kolmes, 1991). Werden die Tiere im Alter von 5 Tagen oder älter behandelt, können sie frühestens am nächsten Tag im Alter von 6 Tagen beobachtet werden, so dass die Wahrscheinlichkeit wächst, solche Verhaltensweisen nicht mehr im ausreichenden Umfang beobachten zu können.

Das Einsetzen der Bienen ins Schauvolk führte zu hohen Verlusten der Bienen aus der OAG Gruppe. Tote markierte Bienen konnten in diesen Größenverhältnissen nicht aufgefunden werden, so dass ein Abflug oder Verflug als Verlustursache denkbar ist. Der Einsatz von Bienen in ein Schauvolk stellt generell ein hohes Verlustrisiko dar. Es ist zu vermuten, dass neben der erhöhten Empfindlichkeit auf Oxalsäure und die damit verbundenen Einschränkungen durch die Behandlung, noch andere Faktoren eine Rolle gespielt haben, die im Versuch nicht erfasst werden konnten.

Flugverhalten

Veränderungen im Flugverhalten, die eine Schädigung der Bienen durch die Behandlung mit Oxalsäure vermuten lassen, wurden in Form einer geringeren Flugaktivität nur für Bienen der OAG Gruppe beobachtet, die die ersten sieben Tage nach Behandlung eine niedrigere Ausflugsrate und einen geringeren Anteil an Flugbienen hatten. Bei der Anzahl der Ausflüge pro Bienen und der Flugdauer fanden sich keine Unterschiede zwischen den Gruppe, die auf eine gesundheitliche Einschränkung der Bienen durch die Behandlung hinweisen.

Nach Droege (1993) werden ab einem Alter von 5 Tagen von den Arbeiterinnen erste Orientierungsflüge getätigt, die nicht mehr als 10 bis 20 Minuten Zeit in Anspruch nehmen. Die Ausflugsdauer der Bienen im Versuch war in dem entsprechenden Altersabschnitt „11 bis 18 Tage“ in allen Gruppen kurz. Nur bei den Bienen der OAG Gruppe lag die Flugdauer im zweiten Durchgang deutlich höher. Einschränkung im Heimfindevermögen sind für das Pestizid Thiametoxam bekannt, da es die Orientierung der Bienen durch eine direkte Wirkung auf das Nervensystem stört (Henry et al. 2012). Ein ähnlicher Wirkmechanismus scheint für die eher unspezifisch wirkende Oxalsäure unwahrscheinlich. Es ist aber denkbar, dass die längere Flugdauer auf andere Effekte der Säure zurückzuführen ist, die Schwierigkeiten bei der Orientierung oder eine Einschränkungen der Vitalität der Bienen verursachten, so dass sie länger brauchen, um zum Stock zurück zu gelangen. Warum dieser Effekt nur im zweiten Durchgang auftrat, bleibt ungeklärt. Das Wetter blieb die ersten zwei Wochen der Versuchszeit relativ konstant, so dass man bei einer Überlappung der Versuchsdurchgänge von mehr als 90% davon ausgehen kann, dass die Bienen beider Durchgänge von Wettereffekten gleichermaßen betroffen sein sollten.

Im Flugbienenalter kann eine erhöhte Flugdauer und der damit verbundene Verlust von Bienen beim Ausflug, wie sie für die Bienen der OAS und K Gruppe beobachtet wurden, aber auch Anzeichen für ein intensiveres Sammelverhalten sein. Nach Droege (1993) beginnen die Arbeiterinnen ab dem 20. Lebenstag mit den Sammelflügen, die in der Regel mehr Zeit in Anspruch nehmen als Orientierungsflüge.

Eine verkürzte Lebensdauer der behandelten Bienen oder ein erhöhter Verlust nach dem Einsatz ins Volk wurde nur für den zweiten Durchgang beobachtet. Da Rekrutierung und Behandlung unter ähnlichen Witterungsbedingungen stattfanden und die Bienen beider Durchgänge aus Brutwaben desselben Volkes stammten, scheint eine Vorschädigung der Versuchsbienen für den zweiten Durchgang eher unwahrscheinlich. Es muss vermutet werden, dass andere, im Versuch nicht erfasste Faktoren eine Rolle gespielt haben, die die durch die Behandlung vorbelasteten Bienen negative beeinflussten und die nur von den mit Zuckerwasser behandelten Kontrollen kompensiert werden konnten.

Die Daten geben erste Hinweise auf eine Beeinträchtigung durch die Behandlung mit Oxalsäure und bilden die Basis für weiterführende Versuche. Um die Auswirkung der Behandlung auf das Verhalten der Flugbienen noch besser einschätzen zu können, sollten weitere Faktoren wie Flugweite, Risikobereitschaft oder Sammelaktivität untersucht werden. Durch eine Erweiterung des Flugversuches mit zusätzlichen Lesegeräten vor einer Futterquelle könnte neben dem Ausflug- auch das Sammelverhalten der mit Sendern markierten Bienen aufgenommen werden.

Rückstände

Bei den optischen Rückstandsuntersuchungen unterm Binokular konnten die kristallinen Rückstände von Oxalsäure in Zuckerwasser erfasst werden, bei der Formulierung mit Glycerin 45% der sich bildende Film auf der Körperoberfläche der Bienen.

Nach der Applikation von Oxalsäure in Zuckerwasser im Labor und Volk, waren die Bienen in beiden Fällen in der Lage, Rückstände durch Putzen zu entfernen, da eine Abnahme von Kristallen auf der Oberfläche über Zeit festgestellt wurde. Wie beim Abstreifen von Pollen wird das Abdomen dabei mit dem hinteren Beinpaar geputzt (Chapman, 1998), so dass sich viele Rückstände genau an diesen Regionen fanden. Insgesamt wurden Kristalle der Oxalsäure auf den Bienen im Volk viel seltener gefunden als auf den im Labor behandelten Tieren, die durch den individuellen Auftrag alle eine gleich hohe, definierte Dosis erhielten.

Die Ergebnisse der chemischen Analyse passen zu denen der optischen Erfassung: Auch hier nahmen die Rückstände der im Labor und im Volk behandelten Bienen für die mit Oxalsäure in Zuckerwasser behandelten Bienen exponentiell ab. Nach fünf Stunden lagen die Werte der Einzeldosis weit unter der applizierten Dosis von 175µg, wobei davon auszugehen ist, dass ein Teil der applizierten Dosis schon beim Auftrocknen verloren geht, da die auf den tot behandelten Bienen (Null-Werte) gefundene Dosis gerade mal die Hälfte der applizierten Dosis beträgt.

Während die Rückstände auf den Bienen aus dem OAS Volk über die Zeit abnehmen und im Vergleich zu den Laborbienen deutlich geringer sind, kommt es bei den Bienen aus dem OAG Volk zu einer Zunahme bzw. Wiederaufnahme der Oxalsäure auf der Einzelbiene, wahrscheinlich über Körperkontakt mit dem Material. Durch die Zugabe von Glycerin bleibt die Lösung über lange Zeit feucht und trocknet nicht auf. Im Volk kann dieser Effekt dazu führen, dass die Bienen auch lange Zeit nach der Behandlung mit der Lösung in Kontakt sind. So können Einzeldosen erreicht werden, die nach 14 Tagen in der Tendenz sogar höher liegen und doppelt so hoch sind wie die der Laborbienen. Dieser Eindruck wird auch durch die

Ergebnisse der CT-Untersuchung unterstützt wird, wie im Anschluss erläutert wird. Auch auf den Kontrollen, welche für die chemische Analyse direkt aus einem unbehandelten Volk entnommen wurden, waren niedrige Dosen von Oxalsäure zu finden. Dieses Ergebnis spricht dafür, dass auch in Völkern, die im Versuchsjahr noch nicht gegen Varroa behandelt wurden, Spuren von Oxalsäure nachweisbar sind, die wahrscheinlich aus der vorjährigen Routinebehandlung stammen.

Auf dem untersuchten Beutenmaterial ließen sich fünf Wochen nach Behandlung für beide Formulierungen Rückstände nachweisen. Die Formulierung Oxalsäure in Zuckerwasser scheint sich dabei eher ungleichmäßig im Volk verteilt zu haben: In einigen Proben fanden sich enorm hohe Werte; in allen anderen Proben waren die Rückstandswerte sehr niedrig. Bei der Behandlung mit Oxalsäure in Glycerin scheint sich die Lösung gleichmäßiger im Volk und damit auch auf dem Material verteilt zu haben: Die Rückstandswerte lagen im Vergleich zur Formulierung mit Zuckerwasser niedriger, wiesen aber nicht so starke Schwankungen zwischen den einzelnen Völkern auf.

Die Ergebnisse der Computertomographie ergänzen die Ergebnisse der optischen und chemischen Analyse. Durch die Zugabe des jodhaltigen Kontrastmittels Unilux wird die Dichte der Oxalsäurelösungen erhöht. Beim Auftrag ins Volk erhöhte sich die Dichte der Bienen, die mit der Lösung in Kontakt kamen. Für beide Formulierungen waren die Dichtewerte der Bienen nach 14 Tagen deutlich höher als vor der Behandlung, was für eine gute Haftung im Volk spricht und eine Wirksamkeit bis wenigstens zu diesem Zeitpunkt wahrscheinlich macht. In Feldversuchen wurde die maximale Wirksamkeit gegen die Milben nach einer Behandlung der Völker mit Oxalsäure in Zuckerwasser erst nach zehn Tagen erreicht (Harz und Rademacher, 2012). In laufenden Feldversuchen zur Behandlung von Völkern mit Oxalsäure in Glycerin scheint sich ein Wirkungszeitraum in wenigstens diesem Umfang zu bestätigen (Rademacher, pers. Mit., 2015). Diese Ergebnisse unterstützen die Annahme, dass die Oxalsäure noch wenigstens bis zu diesem Zeitpunkt im Volk vorhanden ist.

Auch hier zeigte sich eine bessere Haftung an Bienen und Material durch die Zugabe von Glycerin: Während das höhere Niveau der Dichte der Einzelbienen im OAG Volk über die Zeit von 14 Tagen erhalten blieb, nahmen die Dichtewerte der Bienen im OAS Volk schon nach 7 Tagen signifikant ab. Dieser Effekt wurde auch schon für kurze Zeiträume von 10 und 30 Minuten beobachtet. Dabei nahm die Dichte im OAG behandelten Volk von 10 zu 30 Minuten zu (Rademacher und Schulze, 2014), im OAS Volk nahm sie ab (Rademacher et al. 2012a).

Insgesamt haben die Rückstanduntersuchungen gezeigt, dass Honigbienen mindestens bis zu fünf Wochen nach einer Behandlung im Volk mit Oxalsäurerückständen in Kontakt kommen

können und stützen damit die Ergebnisse Moosbeckhofers über einen langen Verbleib der Säure im Volk (Moosbeckhofer und Baumgartner, 2002). Durch die hohe Viskosität und feuchthaltenden Eigenschaften vom Glycerin trocknet die Formulierung mit Glycerin nicht so schnell auf und verteilt sich gleichmäßiger im Volk, so dass die nach langen Zeiträumen noch in höheren Mengen nachweisbar ist als Oxalsäure in Zuckerwasser. Der längere Kontakt zur Säure kann eine bessere Wirkung gegen die Milbe bedeuten, aber gleichzeitig auch die Ausprägung der subletalen Effekte von Oxalsäure auf *Apis mellifera* verstärken. In den Ergebnissen dieser Arbeit konnten jedoch keine deutlichen Unterschiede in den Nebenwirkungen zwischen den beiden Formulierungen festgestellt werden, so dass Oxalsäure in Glycerin unter diesem Aspekt deshalb nicht nachteilig zu bewerten ist

Die hier gefundenen Nebenwirkungen der Säure grenzen den Nutzeffekt der Behandlung jedoch nicht ein, da sie in keinem Verhältnis zur gewünschten akariziden Wirkung des Präparates stehen. Es gibt keine Wirkung ohne Nebenwirkung. Entscheidend sind ihr Umfang und ihre Schwere. Ein Ersatz des Zuckerwassers durch Glycerin könnte die Anwendung somit optimieren, da Glycerin als Trägersubstanz eine gute Verteilung der Wirksubstanz gewährleistet und dadurch eine erhöhte Effektivität der Behandlung denkbar wäre. Zudem können Auswirkungen der Behandlung im Bienenvolk abgepuffert werden. Es ist daher im Feld zu überprüfen, ob bei Anwendung der Neuformulierung mit Glycerin die Vorteile in Verteilung und Haftung eventuelle Effekte auf die Bienen überwiegen. In den noch laufenden Feldversuchen der Arbeitsgruppe scheint sich dies zu bestätigen (Rademacher, pers. Mit., 2015). Bei aussichtreichen Ergebnissen ist eine Weiterentwicklung der Formulierung zur medikamentösen Anwendung an Bienenvölkern zu empfehlen.

V Fazit und Ausblick

Die in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, die Wirkung der Oxalsäure auf die Honigbiene und die Belastung der Tiere durch die Behandlung besser einschätzen zu können.

Insgesamt weisen die Ergebnisse auf eine allgemeine Schwächung der Tiere durch die Oxalsäure hin, die unterschiedlich ausgeprägt sein kann und sich nicht in allen Versuchsdurchgängen manifestierte. Dazu gehörten neben einer verringerten Nahrungsaufnahme auch die Veränderungen im Flugverhalten und eine verkürzte Lebensdauer.

Vor allem Jungbienen reagierten sehr empfindlich auf die Behandlung, was bei der Anwendung von Oxalsäure am Volk aber eine eher untergeordnete Rolle spielt. Während der Behandlung an brutfreien Völkern im November/Dezember sind Jungbienen in der Regel nicht mehr im Volk vorhanden. Die Tatsache, dass auf Materialproben auch fünf Wochen nach der Behandlung noch relativ hohe Rückstandswerte gefunden werden konnten und auch auf Einzelbienen unbehandelter Völker geringe Dosen von Oxalsäure nachweisbar waren, geben Hinweise, dass die Bienen auch lange nach der Behandlung gegen Varroa mit der Wirksubstanz Oxalsäuredihydrat in Kontakt kommen können bzw. bleiben.

Bei der Behandlung am Volk sind vor allem die langlebigen Winterbienen betroffen, deren Überleben ausschlaggebend für den erfolgreichen Start ins Frühjahr ist. Eine verkürzte Lebensdauer, wie sie in den Versuchen auch unter volksnahen Bedingungen nachgewiesen wurde, könnte zu einem frühzeitigen Verlust dieser wichtigen Arbeitskräften führen.

Die Bienen in den Versuchen können durch verschiedene Stressoren, wie das Handling beim Markieren und Einsetzen, vorbelastet sein. Es ist denkbar, dass die nachgewiesenen Effekte der Behandlung bei vitalen Bienen im Volk schwächer ausfallen, da es in der Lage ist, diese bis zu einem gewissen Grad abzupuffern. Ist das Volk jedoch durch andere Faktoren wie Krankheitserreger oder Futtermangel vorbelastet oder geschwächt, besteht die Gefahr von Winterverlusten, die durch die Behandlung ja eigentlich verhindert werden sollen.

Der Ersatz von Zuckerwasser durch Glycerin 45% könnte den Einsatz von Oxalsäure am Volk durch die bessere Haftung an den Bienen optimieren: Die gleichmäßige Verteilung und längere Verweildauer im Volk stellen wichtige Faktoren für die Wirksamkeit der Oxalsäure gegen die Milbe dar, da sie im Grundsatz den akarizide Effekt begünstigen. Die Ergebnisse geben keinen Hinweis, dass der längere Kontakt zur Säure die Ausprägung der subletalen Effekte von

Oxalsäure auf *Apis mellifera* verstärkt, da keine wirklichen gesteigerten Nebenwirkungen in dem Untersuchungszeitraum und unter den untersuchten Aspekten nachgewiesen wurden.

Ob die Vorteile in der Verteilung und Haftung dieser Formulierung sich auch bei der Behandlung im Volk manifestieren, muss noch überprüft werden. In den Versuchen dieser Arbeit wurden Voraussetzungen dafür geschaffen, diese Fragestellungen in Feldversuchen abzuklären. In den noch laufenden Versuchen der Arbeitsgruppe scheint sich eine gute Wirksamkeit der Glycerin-Formulierung zu bestätigen (Rademacher, pers. Mitt., 2015), so dass bei aussichtreichen Ergebnissen eine Weiterentwicklung der Formulierung zur medikamentösen Anwendung an Bienenvölkern zu empfehlen ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die in dieser Arbeit nachgewiesenen subletalen Effekte für die Gesundheit des Bienenvolkes von Bedeutung sind, denn es ist auf fitte und vitale Arbeitskräfte angewiesen. Eine Schwächung des Individuums bedeutet immer auch eine Beeinträchtigung des Gesamtgefüges Bienenvolk. Diese Nebenwirkungen stehen der akarizide Wirksamkeit der Oxalsäure am Volk gegenüber. Die Vorteile der Effektivität gegen die Milbe überwiegen bei weitem die Nachteile. Alternativ einzusetzende Präparate weisen gegenüber Oxalsäure erhebliche Nachteile auf. Die Erkenntnisse dieser Arbeit helfen, die Auswirkungen der Behandlung auf die Völker besser einschätzen zu können und setzen bilden den Ausgangspunkt für eine Optimierung des Tierarzneimittels.

Ohne eine Behandlung der Bienenvölker gegen den Parasiten *Varroa destructor* ist die Erhaltung von *Apis mellifera* nicht möglich.

VI Zusammenfassung

Die durch die parasitäre Milbe *Varroa destructor* ausgelöste Varroose stellt heute eines der größten Probleme in der Bienenzucht und –haltung dar. Um die Anzahl der Parasiten im Bienenvolk unterhalb der Schadensschwelle zu halten und eine Ausbreitung der Milben zu vermeiden, müssen die Völker vom Imker gegen die Varroose behandelt werden. Oxalsäure als Wirkstoff stellt eine wichtige Komponente dieser Behandlungen dar. In meiner Diplomarbeit konnte ich bereits subletale Effekte der Säure auf die Bienen zeigen. Da das Medikament in der Praxis durch Kombination von Oxalsäuredihydrat mit Zuckerwasser angesetzt wird, kann eine orale Aufnahme der Lösung durch die Bienen nicht ausgeschlossen werden. Diese kann zu einer erhöhten Mortalität durch die orale Toxizität der Säure führen und somit die Effekte der Säure auslösen oder verstärken.

Um Bienen von den nicht auszuschließenden Nebenwirkungen beim breiten Einsatz des Medikamentes zu schützen und Nachteile für die Völker auszuschließen, war es das Ziel dieser Arbeit die subletalen Effekte der klassischen Behandlung mit Oxalsäuredihydrat in Kombination mit Zuckerwasser (OAS) aber auch in Kombination mit dem Zuckerersatzstoff Glycerin 45% (OAG) auf das Volk und die Einzelbiene in einem möglichst weiten Spektrum zu erfassen.

Für alle Versuche, mit Ausnahme der Rückstanduntersuchungen am Volk, wurden die Bienen individuell im Labor behandelt. Dabei erhielt jede Biene 5µl OAS bzw. OAG auf die Unterseite des Abdomens aufgeträufelt (Oxalsäuredihydrat Dosis: 175µg/Biene). Die Kontrollen erhielten Glycerin 45% (G) oder Zuckerwasser (K).

In der Arbeit wurden möglichst verschiedene Parameter untersucht: Für *Veränderungen in Futteraufnahme* wurden Honigblase, Mittel- und Enddarm präpariert und auf einer Feinwaage gewogen (n=80) sowie die Futteraufnahme pro Tier in Einzelfütterungen ermittelt (n=125). Die *Empfindlichkeit gegenüber Wasser und aufsteigende Zuckerkonzentrationen* wurde mit Hilfe der Proboscis Extension Reaction (PER) überprüft (n=100). Die *motorische Aktivität* der Tiere wurde in einer vertikal aufgestellt, von oben beleuchtet Box untersucht aufgenommen (n=40). In einem Schauvolk wurden Verhalten und Lebensdauer unter volksähnlichen Bedingungen erfasst. Parallel dazu wurde die Lebensdauer auch unter Laborbedingungen aufgenommen (n=100). Die Aufnahme des *Flugverhaltens* erfolgte mit Radio Frequenz Identifikation, mit der Daten über das Aus- und Heimflugverhalten der Bienen gesammelt wurden (n=100). Neben den subletalen Effekten der Säure wurden auch ihre *Rückstände* auf der Einzelbiene optisch unterm Binokular und quantitativ mit dem Oxalsäure-Kit Enzytec™ erfasst (n=60). Durch Computertomographie erfolgten die Visualisierung der *Verteilung* im Volk und Dichtemessungen an der Einzelbiene (n≤600).

Die Behandlung mit Oxalsäure verursachte für beide Formulierungen subletale Effekte auf *Apis mellifera*. Diese äußerten sich in einer veränderten Futteraufnahme, einem erhöhten Wasserbedarf, Veränderungen im Flugverhalten und einer verkürzten Lebensdauer unter Labor- sowie volksnahen Bedingungen. Auf die Motorik und phototaktische Aktivität der Biene hatte die Behandlung keinen Einfluss. Bei den Beobachtungen im Schauvolk konnten Veränderungen im Stockverhalten, wie sie in der Diplomarbeit für OAS beobachtet wurden, für die Formulierung Oxalsäure in Glycerin 45% nicht nachgewiesen werden.

Die erhöhte Sensibilität auf Wasser 24h nach Behandlung ($p \leq 0,004$; Mc Nemar's Test) lässt eine Übersäuerung der Bienen vermuten, die sie durch vermehrte Wasseraufnahme versuchen auszugleichen und spiegelte sich in der gesteigerten Aufnahme von Zuckerwasser in den Einzelfütterungen (Versuch: Veränderungen in der Futteraufnahme) wieder ($p \leq 0,005$, $H \geq 20$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks). Die Aufnahme festerer Nahrung, wie Futterteig war dagegen zum Teil verringert ($p \leq 0,001$, $H \geq 72,609$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks).

Die Veränderungen im Flugverhalten zeigten sich in einer verringerten Ausflugsrate sieben Tage nach Behandlung ($p \leq 0,03$, $t \geq 2,83$, paired t-test) und einem verringerten Anteil an Flugbienen ($p \leq 0,043$, $z \geq 2,024$, z-test). Zusammen mit der verkürzten Lebensdauer im Labor ($p \leq 0,001$, Statistik-Wert=355,577, $DF=3$, Kaplan-Meier Survival Analysis Gehan-Breslow) und Schauvolk ($p \leq 0,003$, Statistik-Wert=11,852, $DF=2$, Kaplan-Meier Survival Analysis Gehan-Breslow) weisen die Ergebnisse auf eine allgemeine Beeinträchtigung der Tiere nach der Behandlung hin, die unterschiedlich ausgeprägt sein kann und sich nicht in allen Versuchsdurchgängen manifestierte. Der genaue Wirkmechanismus der Oxalsäure auf die Biene ist nicht bekannt. Da die gefundenen Effekte auch bei der Kombination mit Glycerin auftreten, ist nicht davon auszugehen, dass sie über eine Ingestion durch Auflecken der Säure durch die Biene verursacht werden, da Bienen Glycerin nicht freiwillig aufnehmen. Somit unterstützen die Ergebnisse die Vermutungen von Nozal, dass die Säure durch die Kutikula dringt. Dies würde auch die erhöhte Mortalität der Jungbienen ($p \leq 0,033$, $z \geq 2,131$, z-Test), die durch ihre nach weichere Kutikula empfindlicher reagiert haben könnten, erklären.

Neben diesen Effekten wurde ein verstärktes Putzen nach Applikation beider Formulierungen beobachtet ($p \leq 0,009$, $H \geq 13,398$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks), welches bei Bienen, die mit Oxalsäure in Zuckerwasser behandelt waren, länger anhielt. Während sich Oxalsäure in Glycerin schnell und gleichmäßig auf dem Körper der Bienen verteilt und nicht aufdrocknet, bildet die Oxalsäure in Zuckerwasser beim Auftrocknen Kristalle und ein Grund

dafür sein können, dass das Putzen der Bienen der OAS Gruppe länger anhielt. Im Computertomographen zeigte die Visualisierung der Verteilung beider Formulierungen eine erhöhte Dichte der Einzelbienen bis zu zwei Wochen nach Behandlung ($p \leq 0,001$, $H \geq 195,198$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks), die im OAG Volk über die Zeit nicht abnimmt und auf ein Vorhandensein der Säure im Volk hinweist. Ergänzend dazu waren Rückstände der Oxalsäure bis zu zwei Wochen auf den Bienen im Volk und bis zu fünf Wochen auf dem Material mit den Enzym-Kits nachweisbar. Das bedeutet, dass Bienen auch lange nach der Behandlung noch mit der Wirksubstanz in Kontakt kommen können.

Da Oxalsäure als Winterbehandlung im November/Dezember eingesetzt wird, sind vor allem die langlebigen Winterbienen betroffen, deren Überleben ausschlaggebend für den erfolgreichen Start des Volkes ins Frühjahr ist. Eine verkürzte Lebensdauer konnte auch unter volksnahen Bedingungen wie bei den Beobachtungsversuchen und der Untersuchung des Flugverhaltens festgestellt werden. Es ist denkbar, dass dieser Effekt der Behandlung auf vitalen Bienen im Volk schwächer ausfällt, da es in der Lage ist Effekte bis zu einem gewissen Grad abzupuffern.

Die in dieser Arbeit belegten subletalen Effekte der Oxalsäure auf *Apis mellifera* können die Gesundheit des Bienenvolkes beeinträchtigen, da eine Schädigung des Individuums auch immer Auswirkungen auf die Gruppe hat. Diese Nebenwirkungen stehen der akarizide Wirksamkeit der Oxalsäureapplikation am Volk gegenüber. Die Vorteile der Effektivität von Oxalsäure gegen die Milbe überwiegen die Nachteile. Alternativ einzusetzende Präparate weisen gegenüber Oxalsäure erhebliche Nachteile auf. Die Erkenntnisse dieser Arbeit helfen, die Auswirkungen der Behandlung auf die Völker besser einschätzen zu können und bilden den Ausgangspunkt für eine Optimierung des Tierarzneimittels.

Ohne eine Behandlung der Bienenvölker gegen den Parasiten *Varroa destructor* ist die Erhaltung von *Apis mellifera* nicht möglich.

VII Summary

The parasitic disease Varroosis in colonies of *Apis mellifera* caused by the mite *Varroa destructor* is one of the biggest problems in beekeeping. In order to keep the number of mites below the injury level and avoid spreading throughout the hive, beekeepers have to treat their colonies against Varroosis on a regular basis. Oxalic acid represents one of the main active components in medical treatments. By the use of sugar water as carrier substance it cannot be excluded that the bees ingest the syrup and the acaricide. This can lead to bee mortality, because of the oral toxicity of oxalic acid, and could increase possible effects of the acid.

The purpose of this study was to determine the sublethal effects of the conventional treatment with oxalic acid dehydrate in sugar water (OAS) and also in combination with the sugar substitute glycerol 45% (OAG) on a colony level and the individual bee in a wide range.

For all experiments, excluding the residue detections in the colonies, bees were treated individually in the laboratory with 5µl of OAS and OAG, respectively, ventral on the abdomen (dosage of oxalic acid dehydrate: 175µg/bee). Controls received glycerol 45% (G) or sugar water (S). In this work many different parameters were investigated: to find changes in the feeding behavior the crop, midgut and rectum were weighted (n=80) and the individual food uptake was determined (n=125). The bees' sensitivity to water and ascending concentrations of sucrose solution (ACSS) was tested using the proboscis extension response (n=100). Motoric activity was investigated in an open-field-like apparatus, standing vertically and illuminated from above (n=40). In an observation hive the behavior and longevity of treated bees under field-like conditions was recorded. In addition, longevity was also investigated under laboratory conditions (n=100). The flight behavior (uptake and home coming) was examined using radio frequency identification (n=100).

In addition to the investigation of sublethal effects, residues of oxalic acid on individual bees and hive material were determined optically under a binocular and quantitatively using enzymatic reaction (n=60). With computed tomography the distribution of oxalic acid was visualized and the density of bees was measured (n≤600).

The treatment with oxalic acid in both formulations caused sublethal effects on *Apis mellifera*. These could be demonstrated in changed feeding behavior, an increased sensitivity to water, changes in flight behavior and decreased longevity. On motoric activity and phototactic behavior the treatment seemed to have no effect. Effects on the in-hive behavior, could not be detected for the formulation oxalic acid in glycerol.

The increased sensitivity on water 24h after treatment ($p \leq 0.004$; Mc Nemar's Test) indicates an acidosis of the bees, which they compensated with an increased uptake of water. This could also explain the increased uptake of sugar water in the individual feedings ($p \leq 0.005$, $H \geq 20$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks). In contrast, the feeding on solid food, like sugar dough, was decreased ($p \leq 0.001$, $H \geq 72.609$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks).

The changes in flight behavior appeared in a decreased flight-rate seven days after treatment ($p \leq 0.03$, $t \geq 2.83$, paired t-test) and a decreased proportion of bees showing flight activity ($p \leq 0.043$, $z \geq 2.024$, z-test). Along with the decreased longevity in the laboratory ($p \leq 0.001$, statistics=355.577, $DF=3$, Kaplan-Meier Survival Analysis Gehan-Breslow) and observation hive ($p \leq 0.003$, statistics=11.852, $DF=2$, Kaplan-Meier Survival Analysis Gehan-Breslow), these results indicate a general impairment of the bees after treatment, which can vary in its' extend and could not be detected in all trials. The exact mode of action of the oxalic acid on the bee is yet unproven. However, it seems improbable that the effects are caused through an oral uptake by the bees, since impairments could also be found for the combination with glycerol. This would support Nozal's assumption that oxalic acid penetrates the cuticle of bees and could be an explanation for the increased mortality of young bees in this study ($p \leq 0.033$, $z \geq 2.131$, z-Test), which are more sensitive to a treatment due to their softer cuticle.

Beside these effects an increased grooming behavior after application was observed for both formulations ($p \leq 0.009$, $H \geq 13.398$, $DF=4$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks) which lasted longer in the OAS group. Oxalic acid in glycerol formed a wet film around the abdomen and distributed evenly. In contrast, the formulation with sugar water formed crystals when drying which could be found on the bees' body surface and could have provoked the prolonged selfgrooming of the OAS bees. The visualization of oxalic acid distribution with computed tomography showed an increased density of the individual bee up to 14 days after treatment with OAS and OAG resp. ($p \leq 0.001$, $H \geq 195.198$, $DF=3$, Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks) indicating the presence of oxalic acid at least up to this point. In addition, residues of oxalic acid could be detected up to two weeks on the individual bee and up to five weeks on hive material using enzymatic reaction. This implies possible exposure of bees to oxalic acid in the hive even long after a treatment.

Oxalic acid is used in November/December and affects primarily long living winter bees which are essential for overwinter survival and a successful colony development in spring. In this study a reduced longevity could also be observed under field-like conditions, in the observation hive and the examination of flight behavior. However, it is possible, that the extent of this effect

is weakened on vital bees treated in the hive due to the capability of the colony to buffer negative effects to a certain level.

The sublethal effects of oxalic acid on *Apis mellifera* demonstrated in this study can impair the health of the bee colony since an affection of the individual will always have an effect on the whole group. These adverse effects are in contrast with the high efficacy of the oxalic acid application in the hive. The benefits of the treatment clearly predominate the drawbacks. Alternative compounds have considerable disadvantages compared to oxalic acid. The findings of this study can help to estimate the effects of the treatment on the colony and to initiate an improvement of this veterinary drug.

Without a colony treatment against the parasite *Varroa destructor* the conservation and survival of *Apis mellifera* is not possible.

VIII Veröffentlichungen

Teile der Ergebnisse wurden auf Kongressen als Posterpräsentation oder als Vortrag vorveröffentlicht:

Schneider S., Rademacher E. (2014) Subletale Effekte der Oxalsäure auf *Apis mellifera*: Sensibilität auf Wasser und aufsteigende Zuckerwasserkonzentrationen. Poster auf der 6th European Conference of Apidology in Murcia, Spanien.

Schneider S., Rademacher E. (2015) Visualisierung der Verteilung von Oxalsäure im Bienenvolk Durch Computertomographie. Vortrag auf der 62. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung in Münster.

IX Literatur

- Anderson D. L., Trueman J. W. H. (2000) *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species, Ex. Appl. Acarol. 24 (3), 165-189.
- Aliano N.P., Ellis M.D., Siegfried B.D. (2006) Acute contact toxicity of oxalic acid to *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and their *Apis mellifera* (Hymenoptera : Apidae) hosts in laboratory bioassays, J. Econ. Entomol. 99 (5), 1579-1582.
- Aliouane Y., El Hassani A.K., Gary V., Armengaud C., Lambin M., Gauthier M. (2009) Subchronic exposure of honeybees to sublethal doses of pesticides: effects on behaviour, Environ Toxicol Chem 28 (1), 113-121.
- Altmann J. (1984) Observational Sampling Methods For Insect Behavioral Ecology, Fla. Entomol. 67 (1), 50-56.
- Bacandritsos N., Papnastasiou I., Saitanis C., Nanetti A., Roinioti E. (2007) Efficacy of repeated trickle applications of oxalic acid in syrup for varroosis control in *Apis mellifera*: Influence of meteorological conditions and presence of brood, Vet. Parasitol. 148 (2), 174-178.
- Birnie L.C. (1997) Sublethal effects of three acaricide treatments on honey bee (*Apis mellifera* L.) colony development and honey production, Simon Fraser University Library [online] <http://ir.lib.sfu.ca/handle/1892/8485> (abgerufen am 29 März 2015).
- Blatt J., Roces F. (2002) The control of the proventriculus in the honeybee (*Apis mellifera carnica* L.) I. A dynamic process influenced by food quality and quantity?, J Insect Physiol 48, 643-654.
- Boecking O., Genersch E. (2008) Varroosis - the ongoing crisis in bee keeping, J. Consum. and Food Safety 3 (2), 221-228.
- Bolli H.K., Bogdanov S., Imdorf A., Fluri P. (1993) Zur Wirkungsweise von Ameisensäure bei *Varroa jacobsoni* Oud. und der Honigbiene (*Apis mellifera* L.), Apidologie 24 (1), 51-57.

- Büchler R. (1998) Überprüfung der Bienenverträglichkeit von Oxalsäure an Kunstschwärmen, Allg. Dtsch. Imkerztg. 11, 21–23.
- Chapman R.F. (1998) The Insects: Structure and Function. 4th edition. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Charrière J.D. (2001) Optimisation of the oxalic acid trickling method and bee tolerability of different winter treatments: trials in Liebefeld during the last 3 years, Meeting of the European Group for Integrated Varroa Control, York, [online] <http://www.apis.admin.ch/host/varroa/york.htm>.
- Decourtye A., Devillers J., Aupinel P., Brun F., Bagnis C., Fourrier J., Gauthier M. (2011) Honey bee tracking with microchips: a new methodology to measure the effects of pesticides, Ecotoxicology London England 20(2), 429-437.
- Desneux N., Decourtye A., Delpuech J.M. (2007) The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods, Annu. Rev. Entomol. 52, 81-106.
- Deutscher Imkerbund e.V. [online] http://www.deutscherimkerbund.de/163-Bienen_Bestaeubung_Zahlen_die_zaehlen (abgerufen am 29.03.2015).
- Diehl M. (2009) Subletale Wirkungen von Oxalsäure auf *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae): Pharmakodynamik. Diplomarbeit an der Freien Universität Berlin, Institut für Biologie/ Neurobiologie.
- Droege G. (1993) Die Honigbiene von A bis Z: Ein lexikalisches Fachbuch. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, Deutschland.
- von Frisch K.. (1934) Über den Geschmackssinn der Biene. Ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie des Geschmacks, Z.Vergl.Physiol. 21 (1), 1-156.
- Genersch E. (2010) Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping, Appl. Microbiol. Biot. 87, 87–97.
- Genersch E., von der Ohe W., Kaatz H., Schroeder A., Otten C., Büchler R., Berg S., Ritter W., Mühlen W., Gisder S., Meixner M., Liebig G., Rosenkranz P. (2010) Das Deutsche

- Bienenmonitoring: Eine Langzeitstudie zum Verständnis periodisch auftretender, hoher Winterverluste bei Honigbienenvölkern, *Apidologie* 41 (3), 332-352.
- Greco M.K. (2010) Imaging techniques for improved bee management, *ALP science* No. 534.
- Gregorc A., Smodis Skerl M.I. (2007) Toxicological and immunohistochemical testing of honeybees after oxalic acid and rotenone treatments, *Apidologie* 38 (3), 296-305.
- El Hassani A.K., Dacher M., Gauthier M., Armengaud C. (2005) Effects of sublethal doses of fipronil on the behaviour of the honeybee (*Apis mellifera*), *Pharmacol Biochem Be* 82, 30-39.
- El Hassani A.K., Dacher M., Gary V., Lambin M., Gauthier M., Armengaud C. (2008) Effects of sublethal doses of acetamiprid and thiamethoxam on the behaviour of the honeybee (*Apis mellifera*), *Arch Environ Contam Toxicol* 54, 653-661.
- Harz, M., Rademacher, E. (2014) The physiological pH of the bee's intestine after treatment with oxalic acid – impact on the development of the gut parasite *Nosema ceranae*?. Posterpräsentation auf der 6th European Conference of Apidology, Murcia, Spanien.
- Henry M., Beguin M., Requier F., Rollin O., Odoux J.F., Aupinel P., Aptel J., Tchamitchian S., Decourtye A. (2012) A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees, *Science* 336 (6079), 348-350.
- Higes M., Meana A., Suárez M., Llorente J. (1999) Negative long-term effects on bee colonies treated with oxalic acid against *Varroa jacobsoni* Oud., *Apidologie* 30 (4), 289-292.
- Imdorf A., Charrière J.-D., Feuz A., Kuhn R. (2002) Oxalsäureverdampfung: Vergleich verschiedener Verdampfungsgeräte. Mitteilung Nr. 47, Schweizerisches Zentrum für Bienenforschung.
- Lambin M., Armengaud C., Raymond S., Gauthier M. (2001) Imidacloprid-induced facilitation of the proboscis extension reflex habituation in the honeybee, *Arch Insect Biochem* 49, 129-134.
- Liebig G. (1998) Zur Eignung des Aufräufelns von Oxalsäure für die Varroabehandlung, *Deutsches Bienenjournal* 6, 4–6.

- Lodesani M., Colombo M., Spreafico M. (1995) Ineffectiveness of Apistan® treatment against the mite *Varroa-Jacobsoni Oud* in several districts of Lombardy (Italy), *Apidologie* 26 (1), 67-72.
- Martin-Hernandez R., Higes M., Perez J. L., Nozal M. J., Gomez L., Meana A. (2007) Short term negative effect of oxalic acid in *Apis mellifera iberiensis*, *Span. J. Agric. Res.* 5 (4), 474-480.
- Milani N. (1995) The resistance of *Varroa-Jacobsoni Oud* to Pyrethroids - A laboratory assay, *Apidologie* 26 (5), 415-429.
- Milani N. (2001) Activity of oxalic and citric acids on the mite *Varroa destructor* in laboratory assays, *Apidologie* 32 (2), 127-138.
- Moosbeckhofer R. (2001) Varroabekämpfung mit Oxalsäure im Träufelverfahren, *Bienenvater* 12, 7–12.
- Moosbeckhofer R. (2002) Keine Wintertotenfall-Untersuchung unmittelbar nach Oxalsäureverdampfung. *Bienenvater Heft 4*, 15-17
- Moosbeckhofer R., Baumgartner M. (2002) Erste Ergebnisse zur Varroabekämpfung in Österreich, *Bienenvater* 11, 9–12.
- Moosbeckhofer R., Baumgartner M., Licek E., Pechhacker H. (2002) Effects of oxalic acid evaporation on bee mortality in cage tests, unveröffentl. Daten (Verfügbar nach Anfrage beim Autor im Institute for Apiculture (AGES), Vienna, Österreich, <http://www.ages.at>).
- Mutinelli F., Baggio A., Capolongo F., Piro R., Prandin L., Biasion L. (1997) A scientific note on oxalic acid by topical application for the control of varroosis, *Apidologie* 28 (6), 461-462.
- Nanetti A., Büchler R., Charriere J.-D., Friesd I., Helland S., Imdorf A., Korpela S. Kristiansen P. (2003) Oxalic Acid Treatments For Varroa Control (Review), *Apicata* 38, 81-87.
- Nozal M.J., Bernal J.L., Gómez L.A., Higes M., Meana A. (2003) Determination of oxalic acid and other organic acids in honey and in some anatomic structures of bees, *Apidologie* 34, 181-188.

- Rademacher E. (1990) Die Varroatose der Bienen: Geschichte – Diagnose - Therapie. Vol. 4. Schelzky & Jeep, Berlin, Deutschland.
- Rademacher E., Harz M. (2006) Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies - a review, *Apidologie* 37 (1), 98-120.
- Rademacher E., Harz M. (2009) Untersuchungen zur Toxizität von Oxalsäure an *Apis mellifera*: dermale vs. orale Applikation, Posterpräsentation, 56. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft der Bieneninstitute, Schwerin.
- Rademacher E., Harz M. (2012) HopGuard® - a new medication to control Varroosis in colonies of *Apis mellifera*. Vortrag auf der 5th European Conference of Apidology, Halle an der Saale.
- Rademacher E., Fahlberg A., Harz M. (2012a) Untersuchungen zur Verteilung von Oxalsäure im Bienenvolk von *Apis mellifera* durch Computertomographie. Poster auf der 59. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft der Institute für Bienenforschung e.V., Bonn.
- Rademacher E., Schneider S., Schulze C. (2012b) Projektarbeit: Untersuchungen zur Toxizität von Oxalsäure in Kombination mit Glycerin auf *Apis mellifera*, unveröffentlichte Daten.
- Rademacher E., Fahlberg A., Raddatz M., Schendier S., Voigt K (2013) Galenics: Studies of the toxicity and distribution of sugar substitutes on *Apis mellifera*, *Apidologie* 44 (2), 222-233.
- Rademacher E., Schulze C. (2014) Toxizität und Verteilung von Oxalsäure in Kombination mit dem Zuckerersatzstoff Glycerin auf *Apis mellifera*. Poster auf der 5th European Conference of Apidology, Halle an der Saale.
- Rademacher, E. (2015) Versuche zur Applikation von Oxalsäure in Glycerin in Völker von *Apis mellifera*, persönliche Mitteilung.
- Scheiner R., Page R.E., Erber J. (2004) Sucrose responsiveness and behavioral plasticity in honey bees (*Apis mellifera*), *Apidologie* 35, 133-142.
- Scheiner R., Abramson C. I., Brodschneider R., Crailsheim K., Farina W. Fuchs S., Grünewald B., Hahshold S., Karrer M., Koeniger G., Koeniger N., Menzel R., Mujagic S., Radspieler

- G., Schmickli T., Schneider C., Siegel A.J., Szopek M., Thenius R. (2013) Standard methods for behavioural studies of *Apis mellifera*. In Dietemann V., Ellis J.D., Neumann, P. (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume I: standard methods for *Apis mellifera* research. Journal of Apicultural Research 52(4).
- Schneider C.W., Tautz J., Grünewald B., Fuchs S. (2012) RFID Tracking of Sublethal Effects of Two Neonicotinoid Insecticides on the Foraging Behavior of *Apis mellifera*, PLoS ONE 7(1) e30023. doi:10.1371/journal.pone.0030023.
- Schneider S. (2009) Subletale Effekte der Oxalsäure auf *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae): Veränderungen im Verhalten und der Lebensdauer. Diplomarbeit an der Freien Universität Berlin, Institut für Biologie/ Neurobiologie.
- Seeley T.D. (1982) Adaptive Significance Of The Age Polyethism Schedule In Honeybee Colonies, Behav. Ecol. Sociobiol. 1(4), 287-293.
- Seeley T.D., Kolmes S.A. (1991) Age poleythism for hive duties in honey bees - illusion or reality?, Ethology 87, 284-297.
- Thompson H.M. (2003) Behavioural effects of pesticides in bees - Their potential for use in risk assessment, Ecotoxicology 12 (1-4), 317-330.

X Anhang

Anhangsverzeichnis:

Versuche	Seite
I Veränderungen in der Futteraufnahme	149
I.1 Präparation und Gewichtnahme von Honigblase, Mittel- und Enddarm	149
I.2 Individuelle Fütterungen	163
II Empfindlichkeit auf Wasser und aufsteigende Zuckerkonzentrationen	179
III Motorische Aktivität	194
IV Verhalten im Schauvolk und Lebensdauer	216
IVI.1. Vorversuch zur Mortalität der Jungbienen	216
IVI.2 Anfangsverlust	217
IV.3 Verhaltensbeobachtungen	218
IV.4 Aufenthaltsbereiche im Volk	225
IVI.5 Lebensdauer im Labor und im Volk	229
V Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation	232
V.1 Flugdauer	232
V.2 Anzahl der Ausflüge	248
V.3 Ausflugsrate	256
V.4 Anteil Flugbienen	261
V.5 Verlorene Flugbienen	266
V.6 Lebensdauer	269
VI Rückstandsanalysen	271
VI.1. Optische Erfassung der Rückstände auf der Körperoberfläche der Einzelbiene	271
VI.2. Quantitative Erfassung der Rückstände mit dem Oxalsäure-Kit	293
VI.3 Visualisierung der Verteilung im Volk durch Computertomographie	299

Tab. I.1.1: Gewichte (in g) von Honigblase, Mittel- und Enddarm der mit Oxalsäure in Zuckerwasser behandelten Bienen

n	Honigblase			Mitteldarm			Enddarm		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
1	0,019	0,0093	0,0061	0,0206	0,017	0,0159	0,0165	0,0351	0,0475
2	0,0132	0,0059	0,007	0,0183	0,0088	0,0146	0,0494	0,0166	0,0359
3	0,0132	0,007	0,0126	0,0122	0,0221	0,018	0,009	0,021	0,032
4	0,0082	0,0134	0,0142	0,0159	0,0205	0,0027	0,0173	0,0271	0,0254
5	0,0143	0,0098	0,0053	0,0187	0,014	0,0133	0,0117	0,0263	0,0228
6	0,0087	0,0079	0,0031	0,0217	0,019	0,0151	0,0191	0,0179	0,027
7	0,0065	0,0156	0,0078	0,0178	0,0203	0,0105	0,0336	0,0172	0,0392
8	0,0294	0,0136	0,005	0,0185	0,0165	0,0192	0,0165	0,0272	0,0201
9	0,0076	0,0127	0,0101	0,0149	0,0146	0,0148	0,0299	0,0197	0,0203
10	0,0049	0,0067	0,0046	0,0117	0,0164	0,0138	0,0155	0,011	0,0259
11	0,0034	0,0195	0,0025	0,0127	0,0186	0,017	0,0329	0,03	0,0268
12	0,0091	0,0129	0,0042	0,0152	0,0227	0,0129	0,016	0,025	0,0256
13	0,0149	0,0042	0,0038	0,0188	0,0177	0,0179	0,0106	0,0279	0,0317
14	0,02	0,0136	0,0076	0,0199	0,0202	0,0162	0,0332	0,0253	0,0338
15	0,0199	0,0066	0,0128	0,0228	0,0179	0,0225	0,026	0,0342	0,0217
16	0,0109	0,0088	0,0107	0,0152	0,0142	0,0205	0,017	0,0184	0,0279
17	0,0209	0,0066	0,0095	0,0184	0,0157	0,0066	0,0389	0,0395	0,0157
18	0,0079	0,0123	0,0068	0,0119	0,0189	0,021	0,0176	0,0279	0,0244
19	0,0294	0,0078	0,0085	0,0175	0,0173	0,0142	0,0098	0,0339	0,0158
20	0,0091	0,0091	0,0164	0,0204	0,0075	0,013	0,0128	0,0188	0,0163
21	0,0105	0,008	0,0177	0,0212	0,0241	0,0186	0,0224	0,0097	0,0205
22	0,0109	0,0064	0,0023	0,0216	0,0173	0,009	0,025	0,029	0,0196
23	0,0158	0,0095	0,0084	0,0147	0,0176	0,0107	0,0276	0,0324	0,0155
24	0,0197	0,0144	0,0124	0,0172	0,019	0,0161	0,0174	0,0344	0,035
25	0,006	0,0162	0,0119	0,014	0,0193	0,0161	0,0301	0,0331	0,0147
26	0,015	0,0133	0,0198	0,021	0,0169	0,016	0,0257	0,027	0,0154
27	0,0133	0,0032	0,021	0,0238	0,0174	0,0136	0,0379	0,018	0,0196
28	0,002	0,0198	0,0075	0,0203	0,0149	0,0142	0,0195	0,0367	0,0358
29	0,0053	0,0063	0,0095	0,0158	0,0172	0,016	0,0205	0,0273	0,0392
30	0,0074	0,0055	0,0131	0,0231	0,0177	0,0126	0,0406	0,0177	0,0376
31	0,0107	0,0031	0,0165	0,0194	0,0208	0,023	0,02	0,0212	0,0182
32	0,0077	0,0046	0,0026	0,0115	0,0214	0,016	0,0095	0,0208	0,0316
33	0,0121	0,0058	0,0071	0,0231	0,024	0,0141	0,0176	0,0428	0,0307
34	0,0095	0,0027	0,0095	0,0172	0,0159	0,0195	0,0278	0,029	0,0217
35	0,0076	0,0042	0,0079	0,0181	0,0133	0,0153	0,0193	0,0108	0,0413
36	0,0086	0,0136	0,0074	0,0198	0,0099	0,0204	0,0104	0,0107	0,029
37	0,0023	0,0066	0,0203	0,0121	0,0202	0,015	0,011	0,0342	0,0344
38	0,0046	0,0069	0,0084	0,0157	0,0248	0,0172	0,0353	0,0221	0,0334
39	0,0019	0,006	0,0075	0,021	0,0257	0,019	0,0169	0,0243	0,0363
40	0,008	0,0122	0,002	0,0247	0,0165	0,0175	0,0163	0,0151	0,0215

n	Honigblase			Mitteldarm			Enddarm		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
41	0,0258	0,0113	0,0064	0,0218	0,0096	0,0115	0,0333	0,0238	0,0151
42	0,011	0,0042	0,0107	0,0244	0,0188	0,0148	0,0348	0,0185	0,0224
43	0,0308	0,0045	0,0212	0,0178	0,0129	0,0177	0,0265	0,0159	0,0257
44	0,0235	0,022	0,0146	0,0183	0,0167	0,017	0,0157	0,0173	0,0295
45	0,0167	0,0102	0,0028	0,0182	0,0162	0,0206	0,018	0,0223	0,0256
46	0,0226	0,0102	0,0055	0,0209	0,0149	0,0201	0,0211	0,0298	0,0189
47	0,0032	0,0029	0,0215	0,0231	0,0208	0,0175	0,0267	0,0197	0,0226
48	0,0049	0,0025	0,0106	0,0213	0,014	0,0169	0,0208	0,0347	0,0203
49	0,0142	0,0085	0,0014	0,0246	0,0174	0,0233	0,013	0,0114	0,0296
50	0,016	0,002	0,0098	0,0194	0,0145	0,0167	0,0112	0,0228	0,0192
51	0,0073	0,0029	0,0139	0,0156	0,0234	0,0161	0,0149	0,02	0,0183
52	0,0025	0,0077	0,0121	0,0126	0,0144	0,0112	0,0288	0,0343	0,0174
53	0,0124	0,0026	0,0302	0,0185	0,0196	0,0178	0,0192	0,0086	0,0182
54	0,0127	0,0015	0,0231	0,0172	0,0194	0,0146	0,0363	0,0294	0,0225
55	0,0097	0,0043	0,0086	0,0197	0,018	0,0153	0,014	0,0299	0,0235
56	0,0125	0,0021	0,0042	0,0159	0,0179	0,016	0,0173	0,0175	0,0322
57	0,0073	0,0171	0,0152	0,0251	0,0165	0,0179	0,024	0,0253	0,0061
58	0,0073	0,005	0,0041	0,0189	0,0166	0,0185	0,0089	0,0336	0,0105
59	0,0048	0,0061	0,0112	0,0111	0,0249	0,0158	0,013	0,0163	0,0141
60	0,0046	0,0051	0,0071	0,0139	0,0136	0,0112	0,0055	0,0094	0,0134
61	0,0226	0,0039	0,0136	0,0126	0,0134	0,0124	0,0097	0,0125	0,0152
62	0,0186	0,0099	0,0271	0,0173	0,0112	0,0121	0,019	0,0124	0,0119
63	0,0035	0,019	0,0064	0,0154	0,0173	0,0131	0,0247	0,0121	0,0202
64	0,0053	0,0119	0,0014	0,0245	0,0182	0,0138	0,0115	0,0236	0,0381
65	0,0044	0,0013	0,0012	0,0166	0,0136	0,0115	0,0149	0,0165	0,0254
66	0,0149	0,0015	0,0094	0,0149	0,0166	0,0156	0,0025	0,0306	0,0236
67	0,005	0,0014	0,0365	0,0179	0,0117	0,0101	0,0222	0,0271	0,0277
68	0,0043	0,0275	0,0213	0,0174	0,0116	0,0141	0,0168	0,0189	0,0266
69	0,0253	0,0141	0,0243	0,0145	0,0137	0,0149	0,0105	0,0165	0,0074
70	0,0336	0,0145	0,0432	0,0181	0,0134	0,0154	0,0148	0,0111	0,0235
71	0,0365	0,0411	0,0408	0,017	0,0157	0,0155	0,0173	0,009	0,0249
72	0,0486	0,0321	0,0585	0,0175	0,0185	0,009	0,0287	0,0187	0,0259
73	0,0314	0,0135	0,0199	0,0135	0,0208	0,0192	0,0146	0,0135	0,0342
74	0,0079	0,0023	0,0094	0,0185	0,0217	0,0204	0,0276	0,0173	0,0227
75	0,0435	0,0055	0,0084	0,0199	0,0117	0,0194	0,0342	0,0094	0,0471
76	0,0241	0,0037	0,002	0,0194	0,0184	0,0182	0,0287	0,0114	0,0239
77	0,0124	0,0275	0,0106	0,021	0,0194	0,0138	0,0381	0,0176	0,0344
78	0,0066	0,0229	0,0039	0,0204	0,02	0,0229	0,0286	0,0199	
79	0,0164	0,0019		0,021	0,0156	0,0199		0,0183	
80	0,0224				0,0256	0,0304		0,0279	

Tab. I.1.2: Gewichte (in g) von Honigblase, Mittel- und Enddarm der mit Oxalsäure in Glycerin behandelten Bienen

n	Honigblase			Mitteldarm			Enddarm		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
1	0,0005	0,0167	0,0153	0,0129	0,0117	0,0104	0,0164	0,0105	0,0175
2	0,0119	0,0055	0,0195	0,0126	0,0144	0,0187	0,0189	0,0183	0,0176
3	0,0004	0,0069	0,0221	0,015	0,0148	0,0146	0,0111	0,0198	0,0148
4	0,0008	0,0051	0,017	0,0104	0,0106	0,019	0,0268	0,0162	0,0237
5	0,0006	0,006	0,0288	0,0075	0,0077	0,0092	0,0144	0,0158	0,0292
6	0,0105	0,0012	0,0199	0,0098	0,0209	0,0168	0,0103	0,0073	0,01
7	0,0009	0,0093	0,0175	0,0077	0,0096	0,0084	0,0143	0,0111	0,0139
8	0,0013	0,0015	0,0261	0,0108	0,0126	0,0186	0,0149	0,0322	0,0146
9	0,0008	0,0084	0,0119	0,0079	0,0094	0,0147	0,0247	0,0158	0,0212
10	0,0006	0,0078	0,015	0,0105	0,0135	0,0161	0,01	0,0055	0,0189
11	0,0006	0,0167	0,0083	0,0165	0,0099	0,021	0,0257	0,0081	0,0245
12	0,0007	0,0038	0,0147	0,0084	0,0075	0,0216	0,0226	0,0129	0,0138
13	0,0008	0,0101	0,0174	0,0122	0,0189	0,0137	0,0205	0,0082	0,0454
14	0,0006	0,0019	0,0217	0,0216	0,012	0,0163	0,0062	0,0315	0,0162
15	0,0009	0,0081	0,0287	0,013	0,0176	0,0135	0,0051	0,0275	0,0329
16	0,0009	0,0017	0,0075	0,0185	0,0119	0,016	0,0148	0,0281	0,026
17	0,002	0,0011	0,0029	0,0211	0,0179	0,0183	0,0256	0,0339	0,024
18	0,0078	0,006	0,0046	0,0221	0,018	0,0135	0,0253	0,0274	0,0298
19	0,0026	0,004	0,0123	0,0212	0,0158	0,0171	0,0322	0,0203	0,0426
20	0,0016	0,0019	0,0029	0,0182	0,0149	0,0139	0,0166	0,0178	0,0346
21	0,0112	0,0013	0,0131	0,02	0,0147	0,0117	0,0327	0,0193	0,0412
22	0,0112	0,0018	0,0219	0,0172	0,0131	0,0145	0,0305	0,0302	0,032
23	0,0205	0,0018	0,0027	0,0133	0,018	0,0168	0,0238	0,0317	0,0206
24	0,0074	0,001	0,0042	0,0179	0,0194	0,0156	0,0259	0,0259	0,0133
25	0,0036	0,0009	0,0008	0,0228	0,0131	0,0147	0,0158	0,0343	0,0329
26	0,0093	0,0012	0,004	0,0251	0,0206	0,0147	0,0174	0,0375	0,033
27	0,0076	0,0011	0,0145	0,0202	0,0173	0,0175	0,0361	0,0241	0,0383
28	0,0058	0,0015	0,0017	0,0248	0,02	0,0178	0,0216	0,0112	0,0355
29	0,0073	0,0005	0,0145	0,0244	0,015	0,0154	0,0159	0,0294	0,0269
30	0,0053	0,0009	0,0091	0,0207	0,0191	0,0115	0,0302	0,0236	0,0309
31	0,0113	0,0008	0,0051	0,0205	0,0188	0,017	0,0316	0,0089	0,0321
32	0,0072	0,0008	0,001	0,0136	0,0187	0,0183	0,0377	0,0188	0,0291
33	0,0114	0,0005	0,0049	0,0206	0,0114	0,0153	0,0336	0,0325	0,0333
34	0,0068	0,0005	0,0063	0,0167	0,0111	0,0161	0,0249	0,0132	0,0518
35	0,0148	0,0007	0,0029	0,0242	0,0149	0,0105	0,0234	0,017	0,0178
36	0,0014	0,0009	0,004	0,0179	0,0164	0,0181	0,038	0,0218	0,0171
37	0,0014	0,0005	0,0127	0,0154	0,0168	0,0173	0,0296	0,0212	0,037
38	0,0012	0,0007	0,0045	0,0245	0,0191	0,0212	0,0383	0,0276	0,0197
39	0,0034	0,0006	0,0022	0,0182	0,0134	0,0139	0,0268	0,0385	0,0176
40	0,0005	0,0031	0,0044	0,0158	0,0114	0,0167	0,0258	0,0501	0,0362

n	Honigblase			Mitteldarm			Enddarm		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
41	1E-04	0,0006	0,0119	0,0173	0,0165	0,0114	0,0238	0,0441	0,0433
42	0,001	0,0034	0,0052	0,0261	0,0175	0,0195	0,0154	0,0349	0,0333
43	0,0011	0,0103	0,0033	0,0149	0,0123	0,0177	0,0275	0,0481	0,0125
44	0,0009	0,0086	0,0013	0,0253	0,0159	0,0184	0,0255	0,009	0,0583
45	0,0013	0,008	0,0039	0,0183	0,0113	0,0115	0,0237	0,0453	0,0102
46	0,0011	0,0012	0,0149	0,0194	0,0179	0,0095	0,0398	0,0209	0,0263
47	0,0008	0,0104	0,0018	0,0193	0,0125	0,0124	0,0171	0,0181	0,0332
48	0,0011	0,0048	0,0087	0,0175	0,0112	0,0161	0,0175	0,0446	0,0364
49	0,0009	0,0152	0,0106	0,0153	0,0146	0,0181	0,0443	0,0202	0,0431
50	0,005	0,0087	0,0039	0,02	0,0146	0,0161	0,0269	0,0343	0,0128
51	0,0007	0,0066	0,0028	0,0161	0,0215	0,0101	0,0494	0,0543	0,0163
52	0,0007	0,0051	0,0054	0,0154	0,016	0,0159	0,0151	0,047	0,0409
53	0,0058	0,0066	0,0082	0,016	0,013	0,0178	0,0223	0,018	0,0399
54	0,0084	0,0053	0,0077	0,011	0,0138	0,0174	0,0322	0,0083	0,0268
55	0,0016	0,0015	0,0143	0,0193	0,0124	0,0137	0,0196	0,0437	0,0298
56	0,0015	0,004	0,0111	0,0197	0,0168	0,0163	0,02	0,0258	0,0319
57	0,0029	0,0016	0,0074	0,0218	0,0117	0,0199	0,0424	0,0328	0,0106
58	0,001	0,0053	0,0015	0,0191	0,0139	0,0143	0,0323	0,0305	0,0273
59	0,0066	0,0069	0,0061	0,0136	0,0172	0,0185	0,0297	0,0323	0,0167
60	0,0021	0,0098	0,0063	0,0185	0,0179	0,015	0,0274	0,0399	0,028
61	0,0035	0,016	0,0147	0,0173	0,0151	0,0158	0,0262	0,0342	0,0238
62	0,0019	0,0142	0,0067	0,0149	0,0099	0,0183	0,0246	0,0198	0,0249
63	0,0026	0,009	0,0098	0,0191	0,0151	0,014	0,0126	0,0119	0,0281
64	0,0082	0,0081	0,0027	0,0138	0,0173	0,0184	0,0307	0,0311	0,0275
65	0,0079	0,0011	0,0117	0,0115	0,0108	0,0188	0,0338	0,0131	0,0452
66	0,0087	0,0083	0,0083	0,0182	0,0136	0,017	0,0138	0,0309	0,0357
67	0,008	0,0029	0,0115	0,016	0,0205	0,0169	0,0371		
68	0,0084	0,0007	0,0043	0,0135	0,0221	0,0137	0,031		
69	0,0053	0,0057		0,0187	0,0117	0,0116	0,0144		
70	0,0064			0,0189	0,0173	0,0112	0,012		
71	0,0085			0,0155	0,0155	0,0159	0,0214		
72	0,0075			0,0149	0,0127		0,0241		
73	0,0026			0,0198	0,0139				
74	0,0031			0,0188					
75	0,0023								
76	0,0093								
77	0,0062								

Tab. I.1.3: Gewichte (in g) von Honigblase, Mittel- und Enddarm der mit Glycerin behandelten Bienen

n	Honigblase			Mitteldarm			Enddarm		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
1	0,0028	0,0089	0,0047	0,0258	0,0144	0,0175	0,0102	0,0239	0,0162
2	0,006	0,002	0,004	0,0098	0,0141	0,0166	0,0134	0,024	0,0222
3	0,0217	0,0043	0,0086	0,0218	0,0147	0,0181	0,0114	0,0231	0,0107
4	0,0043	0,0223	0,0185	0,025	0,0105	0,0229	0,0173	0,021	0,0158
5	0,0123	0,02	0,0114	0,0181	0,0134	0,0149	0,0113	0,0118	0,0362
6	0,0091	0,0361	0,0023	0,018	0,0192	0,0151	0,0135	0,0226	0,024
7	0,0119	0,0034	0,0093	0,0096	0,0112	0,0112	0,0125	0,0255	0,0292
8	0,0081	0,0112	0,0072	0,0077	0,0115	0,0188	0,0124	0,0247	0,0158
9	0,0284	0,0059	0,0151	0,0179	0,0138	0,0115	0,014	0,0185	0,0244
10	0,0145	0,0169	0,0122	0,0115	0,0084	0,0137	0,0121	0,0305	0,0171
11	0,0096	0,0171	0,0111	0,0189	0,0181	0,0099	0,0169	0,0174	0,0142
12	0,0166	0,002	0,001	0,0149	0,0167	0,0182	0,0206	0,0194	0,0134
13	0,0122	0,0082	0,013	0,0146	0,0185	0,0126	0,0227	0,0141	0,0194
14	0,005	0,0057	0,0108	0,0163	0,0137	0,0185	0,027	0,0188	0,0212
15	0,0044	0,0076	0,0022	0,0121	0,0183	0,0133	0,0191	0,0122	0,0186
16	0,0009	0,009	0,0203	0,0088	0,021	0,0174	0,0149	0,0417	0,0473
17	0,0229	0,0041	0,0113	0,0114	0,026	0,0135	0,0327	0,0307	0,0118
18	0,002	0,0039	0,0083	0,0165	0,0128	0,0189	0,027	0,0316	0,017
19	0,0073	0,0164	0,01	0,0196	0,0261	0,019	0,0591	0,0471	0,0394
20	0,0191	0,0045	0,0152	0,0239	0,0247	0,0194	0,0317	0,0313	0,0499
21	0,0043	0,0053	0,0371	0,0256	0,02	0,0203	0,0102	0,0396	0,029
22	0,0164	0,0062	0,0054	0,0178	0,0233	0,0176	0,0355	0,0322	0,0427
23	0,0097	0,0033	0,0033	0,0188	0,0215	0,017	0,062	0,024	0,0361
24	0,0121	0,0021	0,0167	0,0199	0,0228	0,0231	0,0383	0,0342	0,0379
25	0,0138	0,0053	0,0094	0,032	0,0186	0,0179	0,0466	0,0264	0,0365
26	0,0062	0,0053	0,0138	0,014	0,0206	0,0132	0,0249	0,0323	0,0283
27	0,013	0,0027	0,0072	0,0247	0,0188	0,0152	0,0319	0,0213	0,0524
28	0,0088	0,004	0,0107	0,0189	0,0284	0,0163	0,0254	0,0394	0,0424
29	0,0055	0,0109	0,0173	0,0131	0,0211	0,0183	0,0363	0,0265	0,0306
30	0,0072	0,0035	0,0047	0,0192	0,0176	0,0154	0,0406	0,0213	0,0346
31	0,0086	0,0013	0,0103	0,0169	0,0183	0,0175	0,0352	0,0399	0,0284
32	0,0019	0,0015	0,0031	0,0177	0,0232	0,0172	0,0325	0,028	0,0358
33	0,0203	0,0026	0,011	0,013	0,0127	0,0146	0,017	0,0601	0,0166
34	0,0055	0,0101	0,0047	0,0168	0,0227	0,0173	0,0316	0,0185	0,0138
35	0,0019	0,0009	0,0043	0,023	0,0209	0,0133	0,0404	0,0209	0,025
36	0,021	0,0039	0,0023	0,0143	0,0151	0,0216	0,0308	0,0322	0,0154
37	0,0072	0,0007	0,0018	0,0138	0,0288	0,0172	0,0265	0,0367	0,0132
38	0,0027	0,0013	0,0009	0,0168	0,0188	0,0178	0,0259	0,0331	0,0339
39	0,0018	0,0006	0,0016	0,0192	0,0172	0,0261	0,0223	0,0333	0,0429
40	0,0017	0,0045	0,0013	0,0219	0,0234	0,0147	0,0392	0,0382	0,0331

n	Honigblase			Mitteldarm			Enddarm		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
41	0,0021	0,0009	0,0017	0,0159	0,0184	0,0155	0,0381	0,0379	0,0454
42	0,0016	0,0039	0,0027	0,0213	0,0248	0,0113	0,0242	0,038	0,0125
43	0,0076	0,001	0,0068	0,0207	0,0178	0,0156	0,0259	0,0331	0,0492
44	0,0082	0,0056	0,0081	0,0179	0,0192	0,0242	0,0259	0,0387	0,0458
45	0,0043	0,0144	0,0017	0,0261	0,016	0,0177	0,0278	0,0331	0,0145
46	0,0015	0,0028	0,0022	0,0262	0,0226	0,0202	0,0472	0,0106	0,0426
47	0,007	0,0065	0,004	0,0287	0,0142	0,02	0,0571	0,0314	0,0239
48	0,0021	0,0034	0,0054	0,0178	0,0179	0,0158	0,0544	0,0406	0,0483
49	0,0052	0,0113	0,0011	0,0207	0,0129	0,0214	0,0517	0,0409	0,0367
50	0,0051	0,0069	0,0161	0,021	0,0162	0,0158	0,0346	0,0371	0,0426
51	0,0054	0,0083	0,0161	0,0197	0,0233	0,0029	0,0426	0,0246	0,0428
52	0,0013	0,0225	0,0145	0,0226	0,0145	0,0024	0,0296	0,0347	0,0287
53	0,0121	0,004	0,0177	0,021	0,0169	0,0049	0,0293	0,0186	0,026
54	0,0019	0,0024	0,0194	0,015	0,0153	0,0047	0,0306	0,0381	0,0302
55	0,0068	0,0156	0,02	0,0179	0,014	0,0172	0,0116	0,0395	0,0362
56	0,0038	0,0101	0,0143	0,0283	0,0176	0,0072	0,0371	0,0273	0,0233
57	0,0076	0,0023	0,0199	0,0204	0,0139	0,0176	0,0371	0,037	0,0569
58	0,0019	0,0083	0,0192	0,0216	0,0092	0,0044	0,0058	0,0282	0,0464
59	0,0097	0,003	0,0161	0,0203	0,016	0,0031	0,0092	0,0362	0,0247
60	0,0091	0,0042	0,0185	0,0122	0,0165	0,0185	0,053	0,0134	0,0183
61	0,0071	0,0044	0,0193	0,0187	0,0197	0,0033	0,0308	0,0505	0,0312
62	0,0018	0,0057	0,0182	0,025	0,0131	0,0123	0,0095	0,0312	0,0415
63	0,0028	0,0015	0,0138	0,022	0,0144	0,0013	0,0393	0,0435	0,0321
64	0,0024	0,0023	0,0168	0,024	0,0121	0,0024	0,0302	0,0338	0,0347
65	0,0103	0,0011	0,0082	0,0168	0,018	0,0063	0,0325	0,0203	0,0252
66	0,0129	0,0013	0,013	0,0097	0,0146	0,0133	0,0281	0,0243	0,0485
67	0,0186	0,0056	0,0087	0,0237	0,0132	0,0215	0,0304	0,0213	0,0279
68	0,0223	0,0014	0,0117	0,0198	0,0107	0,0152	0,0386		0,0371
69	0,0246	0,0046	0,0119	0,0232	0,0146		0,0318		0,0503
70	0,0119	0,0009	0,0178	0,0168	0,0159	0,0199	0,0294		0,0272
71	0,0294		0,0053	0,0238	0,0116	0,0145	0,0337		
72	0,0194		0,0112	0,0241	0,0172	0,0219	0,017		
73	0,0305		0,0064	0,0201	0,0144	0,0157	0,0079		
74	0,0206		0,0141	0,0174	0,0166	0,0141			
75	0,0196		0,0133	0,0176	0,0134	0,0217			
76	0,0093		0,0085	0,0148	0,0113	0,0162			
77	0,0075		0,034	0,0206		0,0198			
78	0,0314		0,0155	0,0118		0,0172			
79	0,0106			0,0224		0,0201			
80				0,0177		0,0183			
81				0,0121					

Tab. I.1.4: Gewichte (in g) von Honigblase, Mittel- und Enddarm der mit Zuckerwasser behandelten Bienen

n	Honigblase			Mitteldarm			Enddarm		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
1	0,0111	0,0075	0,0064	0,021	0,0173	0,0163	0,0235		0,0199
2	0,0178	0,018	0,004	0,0146	0,0092	0,0159	0,0374	0,0365	0,0288
3	0,0078	0,0089	0,0171	0,0166	0,0305	0,0196	0,0318	0,0277	0,0228
4	0,0059	0,0186	0,0188	0,0169	0,0191	0,0278	0,0157	0,028	0,0244
5	0,0108	0,0006	0,0092	0,014	0,0115	0,0207	0,0129	0,0217	0,0309
6	0,0068	0,01	0,0039	0,017	0,0164	0,0198	0,0163	0,033	0,0211
7	0,0115	0,0093	0,0024	0,0131	0,0196	0,0155	0,0215	0,021	0,0343
8	0,0221	0,0106	0,0062	0,0201	0,013	0,02	0,0317	0,0252	0,0284
9	0,0058	0,0134	0,0035	0,0168	0,016	0,0175	0,0214	0,0148	0,0308
10	0,0149	0,0166	0,01	0,0214	0,0129	0,0218	0,0161	0,0388	0,0298
11	0,0151	0,0138	0,0053	0,0197	0,0234	0,0153	0,0252	0,0121	0,0258
12	0,0083	0,0078	0,0026	0,0154	0,0159	0,0208	0,0357	0,0472	0,0246
13	0,0189	0,0012	0,0044	0,0154	0,0174	0,018	0,0371	0,031	0,0175
14	0,0111	0,0063	0,0065	0,0149	0,0165	0,0158	0,0133	0,0219	0,0322
15	0,0132	0,0098	0,0076	0,0142	0,0159	0,0171	0,0373	0,0203	0,0337
16	0,0272	0,0091	0,0024	0,019	0,0168	0,0194	0,0411	0,0121	0,0107
17	0,0169	0,0179	0,0055	0,0178	0,0258	0,0167	0,016	0,0256	0,0206
18	0,014	0,0141	0,0032	0,0192	0,017	0,019	0,039	0,0293	0,0172
19	0,0086	0,0025	0,0045	0,0147	0,0149	0,02	0,0356	0,0514	0,0266
20	0,0107	0,0172	0,0135	0,0199	0,0182	0,0167	0,0127	0,0289	0,0333
21	0,014	0,0148	0,0118	0,02	0,0137	0,0148	0,0281	0,0274	0,015
22	0,0124	0,0075	0,0147	0,0161	0,0136	0,0129	0,0363	0,0239	0,0188
23	0,0106	0,031	0,0084	0,0164	0,0195	0,0133	0,0305	0,0316	0,0329
24	0,0093	0,0169	0,0048	0,0189	0,0136	0,0183	0,0281	0,0282	0,0201
25	0,0166	0,0083	0,0144	0,0222	0,0165	0,0194	0,0174	0,013	0,0177
26	0,0102	0,0057	0,0116	0,0271	0,0146	0,0181	0,0151	0,03	0,0245
27	0,0149	0,0164	0,0094	0,0241	0,0155	0,0193	0,0168	0,0296	0,0211
28	0,008	0,0171	0,0315	0,0269	0,0183	0,0174	0,0239	0,0104	0,0215
29	0,0264	0,0128	0,0218	0,0196	0,0222	0,0188	0,0243	0,0278	0,0241
30	0,0177	0,0126	0,0237	0,0264	0,0195	0,0198	0,0267	0,0245	0,0304
31	0,0064	0,0153	0,0065	0,0308	0,0173	0,0207	0,0053	0,019	0,0227
32	0,0191	0,0245	0,0152	0,0155	0,0166	0,018	0,0351	0,0361	0,0305
33	0,0231	0,0339	0,0197	0,0246	0,0193	0,014	0,0183	0,014	0,0207
34	0,0046	0,0098	0,0185	0,0097	0,0177	0,014	0,0437	0,023	0,0311
35	0,0159	0,0144	0,0076	0,0189	0,0135	0,0185	0,0107	0,0222	0,0214
36	0,007	0,0073	0,0081	0,0236	0,0224	0,0171	0,0396	0,0421	0,0281
37	0,0153	0,0207	0,0076	0,0221	0,0181	0,0146	0,0243	0,0379	0,0149
38	0,0068	0,0171	0,0149	0,0173	0,0186	0,0198	0,0424	0,032	0,0204
39	0,0104	0,0093	0,0027	0,0276	0,0206	0,0183	0,0125	0,0268	0,0272
40	0,008	0,0152	0,0165	0,0235	0,0211	0,0156	0,0244	0,0162	0,0186

n	Honigblase			Mitteldarm			Enddarm		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
41	0,018	0,0091	0,0233	0,0234	0,0193	0,0208	0,0165	0,0335	0,0231
42	0,0096	0,0191	0,008	0,0259	0,0186	0,0139	0,024	0,0298	0,0227
43	0,042	0,0215	0,0047	0,0184	0,0204	0,0143	0,0277	0,0302	0,0215
44	0,0119	0,0117	0,0106	0,0175	0,017	0,0155	0,0238	0,0216	0,023
45	0,0112	0,0164	0,015	0,022	0,0207	0,0195	0,0219	0,0247	0,0252
46	0,0259	0,0064	0,0076	0,0173	0,0239	0,0138	0,0188	0,0322	0,0298
47	0,0057	0,0187	0,0104	0,0213	0,0184	0,0185	0,0419	0,0218	0,0355
48	0,0108	0,0131	0,008	0,0291	0,0098	0,0252	0,0161	0,0263	0,0285
49	0,0284	0,029	0,0065	0,0196	0,0172	0,0211	0,0182	0,0389	0,0334
50	0,0163	0,0319	0,0085	0,025	0,0238	0,0201	0,0296	0,0177	0,0427
51	0,0073	0,0318	0,0173	0,029	0,0173	0,0212	0,0255	0,0193	0,0253
52	0,0084	0,0095	0,0121	0,0225	0,0162	0,0169	0,0322	0,028	0,0332
53	0,006	0,015	0,0323	0,0169	0,0189	0,0174	0,0248	0,023	0,0154
54	0,0146	0,0046	0,0082	0,0224	0,0164	0,0174	0,0341	0,0254	0,0359
55	0,0257	0,0146	0,0137	0,0222	0,0238	0,0167	0,0301	0,027	0,0274
56	0,0242	0,0235	0,0105	0,0242	0,0179	0,0172	0,0212	0,0262	0,0214
57	0,0162	0,0273	0,0057	0,0156	0,0198	0,016	0,0378	0,0162	0,0185
58	0,0172	0,0171	0,0071	0,0222	0,0114	0,023	0,0268	0,0214	0,0229
59	0,0104	0,033	0,0139	0,0133	0,0169	0,019	0,0165	0,0189	0,0296
60	0,0066	0,012	0,0247	0,0157	0,0133	0,0056	0,0164	0,014	0,0162
61	0,0199	0,005	0,0331	0,0162	0,0141	0,0133	0,0092	0,0133	0,0116
62	0,0119	0,0161	0,0182	0,0142	0,0201	0,0103	0,0141	0,0128	0,0164
63	0,0035	0,0007	0,0229	0,0209	0,0175	0,0162	0,024	0,0153	0,0278
64	0,0113	0,0017	0,0225	0,021	0,0113	0,0145	0,0099	0,0122	0,0166
65	0,007	0,0019	0,0023	0,0187	0,0182	0,0162	0,0204	0,0105	0,0128
66	0,0344	0,0195	0,0103	0,0172	0,0147	0,0118	0,032	0,0295	0,0284
67	0,0413	0,0059	0,012	0,0157	0,0161	0,0166	0,0241	0,0216	0,0182
68	0,0428	0,0165	0,0431	0,0168	0,0141	0,0188	0,0356	0,0314	0,013
69	0,0455	0,0148	0,0182	0,0168	0,0136	0,0194	0,019	0,0081	0,0228
70	0,0297	0,0264	0,0247	0,0169	0,0142	0,0184	0,0191	0,018	0,0313
71	0,0336	0,0235	0,0382	0,0145	0,0168	0,0145	0,0197	0,0225	0,0085
72	0,0136	0,0067	0,0036	0,0148	0,0144	0,0205	0,0132	0,0292	0,0239
73	0,0159	0,0186	0,0212	0,0194	0,0173	0,0258	0,016	0,0147	0,0141
74	0,0159	0,0191	0,0147	0,0198	0,0135	0,0254	0,0125	0,019	0,0254
75	0,0154	0,0037	0,0022	0,02	0,0267	0,0189	0,022	0,0375	0,0372
76	0,0125	0,0153	0,003	0,0152	0,0214	0,0248	0,0304	0,0216	0,0466
77	0,0094	0,0331	0,04	0,0175	0,0217	0,0219	0,0164	0,0286	0,0373
78			0,0251	0,0187	0,0196	0,016	0,0311	0,0275	0,0203
79			0,0156	0,0214		0,0169	0,0328	0,0235	0,0358
80						0,0176	0,0113	0,0178	0,0171

Tab. I.1.5: Mathematische Parameter der Gewichte (in g) von Honigblase, Mittel- und Enddarm aller Gruppen

Oxalsäure in Zuckerwasser									
	<i>Honigblase</i>			<i>Mitteldarm</i>			<i>Enddarm</i>		
<i>Para- meter</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
Quart 25	0,0071	0,0043	0,0062	0,0157	0,0146	0,0138	0,0148	0,0166	0,0192
Min	0,0019	0,0013	0,0012	0,0111	0,0075	0,0027	0,0025	0,0086	0,0061
Med	0,0109	0,0077	0,0095	0,0183	0,0173	0,016	0,0191	0,0209	0,0239
Max	0,0486	0,0411	0,0585	0,0251	0,0257	0,0304	0,0494	0,0428	0,0475
Quart 75	0,0187	0,0134	0,0145	0,0208	0,0195	0,0181	0,0278	0,0282	0,0316
Oxalsäure in Glycerin									
	<i>Honigblase</i>			<i>Mitteldarm</i>			<i>Enddarm</i>		
<i>Para- meter</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
Quart 25	0,0009	0,0011	0,004	0,0141	0,0123	0,0138	0,0166	0,0164	0,0177
Min	1E-04	0,0005	0,0008	0,0075	0,0075	0,0084	0,0051	0,0055	0,01
Med	0,0026	0,0038	0,0079	0,0177	0,0148	0,0161	0,0247	0,025	0,0278
Max	0,0205	0,0167	0,0288	0,0261	0,0221	0,0216	0,0494	0,0543	0,0583
Quart 75	0,0075	0,008	0,0145	0,02	0,0175	0,0178	0,0306	0,0327	0,0343
Glycerin									
	<i>Honigblase</i>			<i>Mitteldarm</i>			<i>Enddarm</i>		
<i>Para- meter</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
Quart 25	0,0043	0,0023	0,0047	0,0159	0,014	0,0133	0,017	0,022	0,0199
Min	0,0009	0,0006	0,0009	0,0077	0,0084	0,0013	0,0058	0,0106	0,0107
Med	0,0076	0,0043	0,0107	0,0188	0,0168	0,0166	0,0294	0,0312	0,0297
Max	0,0314	0,0361	0,0371	0,032	0,0288	0,0261	0,062	0,0601	0,0569
Quart 75	0,013	0,0083	0,0154	0,0219	0,0198	0,0185	0,0363	0,0371	0,041
Zuckerwasser									
	<i>Honigblase</i>			<i>Mitteldarm</i>			<i>Enddarm</i>		
<i>Para- meter</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
Quart 25	0,0093	0,0089	0,0063	0,0163	0,0148	0,0159	0,0164	0,019	0,0196
Min	0,0035	0,0006	0,0022	0,0097	0,0092	0,0056	0,0053	0,0081	0,0085
Med	0,0132	0,0146	0,0104	0,0189	0,0173	0,0178	0,024	0,0247	0,024
Max	0,0455	0,0339	0,0431	0,0308	0,0305	0,0278	0,0437	0,0514	0,0466
Quart 75	0,0178	0,0186	0,0178	0,0222	0,0195	0,0198	0,0317	0,0296	0,03

Tab. I.1.6: Statistikwerte für die Gewichte (in g) von Honigblase, Mittel- und Enddarm: Vergleich zwischen den Behandlungsgruppen

Honigblase					
Zeitpunkt	One Way ANOVA on Ranks (DF=3)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
24h	93,341	≤0,001	OAS vs. OAG	7,442	Ja
			OAS vs. G	2,488	Nein
			OAS vs. K	1,684	Nein
			OAG vs. G	4,955	Ja
			OAG vs. K	9,040	Ja
			G vs. K	4,143	ja
48h	72,609	≤0,001	OAS vs. OAG	4,352	Ja
			OAS vs. G	3,043	Ja
			OAS vs. K	3,566	Ja
			OAG vs. G	1,271	Nein
			OAG vs. K	7,783	Ja
			G vs. K	6,482	Ja
72h	4,958	0,175	-----		
Mitteldarm					
Zeitpunkt	One Way ANOVA on Ranks (DF=3)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
24h*	F=3,804*	p=0,011*	OAS vs. OAG	t=1,483*	p=0,139*
			OAS vs. G	t=0,841*	p=0,401*
			OAS vs. K	t=1,804*	p=0,072*
			OAG vs. G	t=2,319*	p≤0,001*
			OAG vs. K	t=3,257*	p≤0,001*
			G vs. K	t=0,7974*	p=0,331*
48h	18,015	≤0,001	OAS vs. OAG	3,58	Ja
			OAS vs. G	Do not test	
			OAS vs. K	Do not test	
			OAG vs. G	2,981	Ja
			OAG vs. K	3,772	Ja
			G vs. K	0,727	Nein
72h	16,59	≤0,001	OAS vs. OAG	0,223	Nein
			OAS vs. G	0,604	Nein
			OAS vs. K	3,404	Ja
			OAG vs. G	0,811	Nein
			OAG vs. K	3,536	Ja
			G vs. K	2,8	Ja

Enddarm					
<i>Zeitpunkt</i>	<i>One Way ANOVA on Ranks (DF=3)</i>		<i>Multi Comparison Procedure: Dunn's Method</i>		
	<i>H</i>	<i>p</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>Q</i>	<i>p≤0,05?</i>
24h	14,007	0,003	OAS vs. OAG	1,889	Nein
			OAS vs. G	3,741	Ja
			OAS vs. K	1,918	Nein
			OAG vs. G	1,809	Nein
			OAG vs. K	0,0216	Nein
			G vs. K	1,878	Nein
48h	20,596	≤0,001	OAS vs. OAG	1,682	Nein
			OAS vs. G	4,505	Ja
			OAS vs. K	1,731	Nein
			OAG vs. G	2,69	Nein
			OAG vs. K	0,0354	Nein
			G vs. K	2,852	Ja
72h	11,684	0,009	OAS vs. OAG	1,436	Nein
			OAS vs. G	2,812	Ja
			OAS vs. K	0,169	Nein
			OAG vs. G	1,302	Nein
			OAG vs. K	1,611	Nein
			G vs. K	3,002	Ja

*Daten waren für diesen Zeitpunkt normalverteilt; statistische Analyse erfolgte daher mit One Way ANOVA und anschließendem Multi Comparison Procedure: Holm Sidak

Tab. I.1.7: Statistikwerte für die Gewichte (in g) von Honigblase, Mittel- und Enddarm: Vergleich zwischen den Zeitpunkten nach Behandlung

Oxalsäure in Zuckerwasser					
Organ	One Way ANOVA on Ranks (DF=2)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
Honigblase	8,523	0,014	24h vs. 48h	2,914	Ja
			24h vs. 72h	1,296	Nein
			48h vs. 72h	1,604	Nein
Mitteldarm*	F=7,011*	≤0,001*	24h vs. 48h	t=1,445*	p=0,15*
			24h vs. 72h	t=3,713*	p≤0,001*
			48h vs. 72h	t=2,274*	p=0,024*
Enddarm	8,348	0,015	24h vs. 48h	1,045	Nein
			24h vs. 72h	2,854	Ja
			48h vs. 72h	1,83	Ja
Oxalsäure in Glycerin					
Organ	One Way ANOVA on Ranks (DF=2)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
Honigblase	30,929	≤0,001	24h vs. 48h	0,755	Nein
			24h vs. 72h	5,212	Ja
			48h vs. 72h	4,362	Ja
Mitteldarm	11,457	0,003	24h vs. 48h	3,345	Ja
			24h vs. 72h	2,107	Nein
			48h vs. 72h	1,215	Nein
Enddarm	3,486	0,175	-----		
Glycerin					
Organ	One Way ANOVA on Ranks (DF=2)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
Honigblase	18,928	≤0,001	24h vs. 48h	3,242	Ja
			24h vs. 72h	0,974	Nein
			48h vs. 72h	4,177	Ja
Mitteldarm	12,1	0,002	24h vs. 48h	2,229	Nein
			24h vs. 72h	3,421	Ja
			48h vs. 72h	1,144	Nein
Enddarm	F=0,543*	0,582*	-----		
Zuckerwasser					
Organ	One Way ANOVA on Ranks (DF=2)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
Honigblase	5,14	0,077	-----		

Zuckerwasser					
<i>Organ</i>	<i>One Way ANOVA on Ranks (DF=2)</i>		<i>Multi Comparison Procedure: Dunn's Method</i>		
	<i>H</i>	<i>p</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>Q</i>	<i>p≤0,05?</i>
Mitteldarm	F=5,341*	0,002*	24h vs. 48h	t=3,055*	p=0,003*
			24h vs. 72h	t=0,012*	P=0,012*
			48h vs. 72h	t=0,591*	p=0,591*
Enddarm	F=0,543*	0,582*	-----		

*Daten waren für diese Organstruktur normalverteilt; statistische Analyse erfolgte daher mit One Way ANOVA und anschließendem Multi Comparison Procedure: Holm Sidak

Tab. I.2.1: Aufnahmemenge von Zuckerwasser (in μl) bei den individuellen Fütterungen 5h bis 72h nach Behandlung, sowie die totale Aufnahmemenge in diesem Zeitraum, für Bienen, die mit Oxalsäure in Zuckerwasser behandelt wurden

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
1	14,8	10	3,9	10	9,5	6,4	54,6
2	20	20	10,1	10	15	10	85,1
3	9,5	17,8	18,3	15	14	10	84,6
4	15	20	20,2	20	24,7	17,4	117,3
5	8,3	5	6	10	6,7	21,7	57,7
6	31,1	12	13,9	13,2	20	2,1	92,3
7	9,2	5	2,9	5	10	9,2	41,3
8	18,7	12	5	3,6	4,3	1,9	45,5
9	15	15	29,6	11,7	5	17,3	93,6
10	22,6	17	20	7,9	15	10	92,5
11	13,8	10,3	10	10	9,6	15	68,7
12	8,3	5	9,8	10	13,8	12,2	59,1
13	13,4	8,1	6,9	10	7,3	4,3	50
14	17,8	5	25	30	20	21,6	119,4
15	20	20	4,4	15	7,2	6,9	73,5
16	25	25	14,3	15	20	4,3	103,6
17	5	10	1,7	10	13,6	14,4	54,7
18	20	19,8	15	5	15	15	89,8
19	15	17,6	16,8	20	23	15	107,4
20	20	10	10	10	20	30	100
21	10	12,3	9	10	12,3	0	53,6
22	15	20,8	10	23	10	10	88,8
23	13,5	12,5	4,5	16,6	15	10	72,1
24	25	20	20	15,5	15,7	18	114,2
25	12,8	20,5	8,4	13,2	7,6	6,3	68,8
26	20	14,6	15,1	10	19,3	10,8	89,8
27	8	10	7,4	6	9	9,5	49,9
28	13,2	7	5,2	3,9	0	0	29,3
29	18,2	10,7	15,7	10	25,37	17,04	97,01
30	23,9	9,5	21,5	9,1	15,2	10	89,2
31	20,7	10	5,9	10	20	19,5	86,1
32	12,2	10,5	6,9	6	19	20	74,6
33	14,7	16,1	18,8	14,3	20	20	103,9
34	12,4	11,7	10	9,5	14,7	14,3	72,6
35	15	10	10	14,4	13,1	12,5	75
36	8,8	10	5,2	8,8	3,5	9,4	45,7
37	11	17,4	12,9	16,2	9	20	86,5
38	18,3	6,8	15,4	14,3	13	10	77,8
39	9,7	19,5	10	6	11,7	8,1	65
40	15	13,7	8,6	10	5,3	15,9	68,5

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
41	34,3	10	10,4	10	10,4	11,8	86,9
42	19	5,3	10	8,1	8,7	9,2	60,3
43	19,2	17,5	29,7	14,5	0,5	8,5	89,9
44	9,6	20	18	20	9,4	18,3	95,3
45	12,9	19,5	19,3	10	9,4	11,3	82,4
46	10,7	14,5	12,2	10	7,1	7,1	61,6
47	20	20	20	24,1	20	15,9	120
48	13,9	10	10	10	19,6	0,5	64
49	29,6	20	20	9,7	6,6	12,3	98,2
50	20	22,8	19,7	15,1	11	14,4	103
51	19	10	12,1	16,3	7,4	17,7	82,5
52	14,1	20	8,5	11	2,1	9	64,7
53	4,1	10,8	19,7	9,5	7,7	9	60,8
54	20	15,1	9	10	15,5	24,5	94,1
55	17,9	8,7	9,7	6,7	5,1	9	57,1
56	19,4	19	15	17,6	20	26,8	117,8
57	20	20	13,2	30	14,7	17,2	115,1
58	13,8	12,3	2,5	4,2	5,2	15,3	53,3
59	20	8,6	13,5	10	10	20	82,1
60	9,6	6,1	20	18,2	6	18,7	78,6
61	9,1	8,8	3,7	9,7	0	4,8	36,1
62	19	23,8	9,5	7,8	8	5,4	73,5
63	10	10	9,7	20	10	13,9	73,6
64	19,1	17,2	29,7	11	13,9	21	111,9
65	10	10	7,1	20	15,5	15,7	78,3
66	9,1	0	13,9	5,8	1	8	37,8
67	7	6,2	8,7	2,7	4,7	5,5	34,8
68	8,6	6,7	1	1	5	1,5	23,8
69	26,8	20	44,7	20,5	24,8	38,8	175,6
70	30	8,8	3,5	1,5	3,8	1,5	49,1
71	20	7,4	8,8	6,7	6,2	6,3	55,4
72	18,2	27	17,4	40,8	30,2	30	163,6
73	10	20	18,5	17,3	20	16,1	101,9
74	27,5	21	21	19,7	14,3	20	123,5
75	20	10	14,1	6,4	6,6	6,2	63,3
76	10	7,9	4,8	6,3	6,5	6	41,5
77	6,7	16,8	20	10	10	7,2	70,7
78	17,2	17,4	7,2	10,9	10	10	72,7
79	17,4	26	16	28	36,5	18	141,9
80	27,3	40	30	49,4	38	30,2	214,9
81	25,2	17,9	10	28,6	10	16,9	108,6
82	16,4	14,8	7,3	1	5	7	51,5
83	10	23,5	20	9,3	28,2	9,4	100,4
84	38,2	27,4	25	16,8	30	20	157,4

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
85	20	10	14	23,5	26	8,5	102
86	14,5	17,5	8,1	8,7	10	9,6	68,4
87	43,6	20	10	38,2	19,5	26,3	157,6
88	26,4	12	18,4	14,3	20	20	111,1
89	6,8	6,7	3,9	8,9	7,5	5,9	39,7
90	7,7	6,2	6,9	10	11,5	12,1	54,4
91	13,6	9,2	20	16,7	21,1	9,4	90
92	4,2	5,7	5,2	8,9	6	5,3	35,3
93	20,5	22,5	10,7	15,4	12,3	26	107,4
94	33,7	23	26,7	26,8	23,7	20	153,9
95	30	16,4	24,5	10,7	10,6	25,4	117,6
96	19,2	19	13,8	20,3	8,2	14,6	95,1
97	17,4	20	8,9	15,8	10,3	16	88,4
98	21	6	14,8	7,7	5,4	6	60,9
99	18,3	13	11	13,8	20,5	19,2	95,8
100	9,7	18,5	6,4	8,7	7,8	9	60,1
101	9,3	28,1	44,7	32,5	40,5	46,7	201,8
102	14,6	40	33,4	10	30	20	148
103	13,7	19	17,1	21,5	10,6	30	111,9
104	13,9	14	2,2	14,5	10,2	6,4	61,2
105	19,7	9,1	7,6	13	10,6	4,8	64,8
106	26,9	12,6	19	34,7	19	8,3	120,5
107	8,9	13,6	10	8,4	7,1	5,7	53,7
108	10,7	20,8	7,3	19,4	19,6	11,9	89,7
109	27,7	6,8	13,1	10,5	7,1	4,7	69,9
110	13	8,6	36,7	20,8	30,5	11,7	121,3
111	7,7	12,9	7,7	7	9,1	7,5	51,9
112	20,4	18,3	30,4	30,3	29	18,3	146,7

Tab. I.2.2: Aufnahmemenge von Zuckerwasser (in μl) bei den individuellen Fütterungen 5h bis 72h nach Behandlung, sowie die totale Aufnahmemenge in diesem Zeitraum, für Bienen, die mit Oxalsäure in Glycerin behandelt wurden

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
1	12,7	21	3	35,5	29	28,6	129,8
2	12	36	0,2	25,2	17,6	23	114
3	0	14	2,5	21	17	15	69,5
4	15	15	15	15	25	26	111
5	9	15,9	0	20	20	21	85,9
6	0	5	0	28,5	11	10	54,5
7	0	13,3	0	14	23	13,2	63,5
8	0	0	0	40	29	31	100
9	15	12,7	0	50	33	20,4	131,1
10	24,5	30	2	35	33	27,8	152,3
11	4	29,2	3,5	38	40	38,1	152,8
12	19,3	20	0	32	13,3	24,7	109,3
13	7	14,5	0	19	20	18,7	79,2
14	3,5	23,3	10	25	12	25	98,8
15	0	19,3	0	35	15	21,8	91,1
16	3,3	20	16,5	29,4	34,4	27,2	130,8
17	8	12,8	5	35	21,5	28,3	110,6
18	14,2	33	4,5	38,3	27,7	18,3	136
19	14	29,8	33	34,2	30,2	29	170,2
20	13,3	21	0	20	30	15,8	100,1
21	15,1	15	3,3	22	15,2	18,2	88,8
22	3	20	0	50	15	15	103
23	12,2	18,4	0	18,5	20	14,2	83,3
24	10,5	25	0	34	25	23	117,5
25	8,8	20	3	30	29	30	120,8
26	0	20	25	7,8	5	9	66,8
27	0	5	22	20	2,2	8,9	58,1
28	0	15	26,9	18,3	20	10	90,2
29	0,2	30	33,9	30	23,2	29	146,3
30	0	32,8	39,7	25	20	29	146,5
31	0	20	28,3	28,2	35	40	151,5
32	0	15	25	35	16,2	25	116,2
33	2,6	10	20,7	5	13,2	10	61,5
34	0	25	20	35	20	36	136
35	0	18,1	39,5	22,8	7	0	87,4
36	0	20	30	30	10	24,6	114,6
37	0,3	10	39,5	29,8	27,5	37,9	145
38	4,7	40	26,6	34,3	13	29	147,6
39	4	10	45	25	10	40	134
40	5	10,8	7	23,1	5	13,2	64,1

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
41	0	15	25	8,3	7	11,8	67,1
42	0	15	16,8	10,8	12,7	10	65,3
43	3,1	26,2	32,6	39,5	29,5	35	165,9
44	0	20	25	20	8,2	17,8	91
45	0	15	40	40	17,1	21,9	104,2
46	0	22,8	23,3	19,1	17,6	40	132,6
47	0	20	30	25	6,9	13,1	73,1
48	3,2	10	35	5	7,9	32,8	143,2
49	0	30	30	42,5	2,6	16,6	68,4
50	4,2	20	2,8	22,2	22,8	35	158,7
51	24,5	15	27	34,4	15,9	34,7	164,3
52	22,5	24,3	33	33,9	34,5	43,1	210,1
53	25	23	44,5	40	24,4	21,8	118,4
54	2,2	15	25	30	19	40	178,5
55	0	38,3	40,4	40,8	14,3	30	123,6
56	2	21	26,7	29,6	10	10	99,5
57	23,2	20	17	19,3	20,9	17,8	95,1
58	2,2	20	23,8	10,4	13,3	35	155,1
59	9,3	33,3	28,7	35,5	0	20	81,3
60	0	12,5	24,6	24,2	2,2	23,2	83,4
61	0	25	13	20	0	11,8	66,8
62	0	25	25	5	0	10	67,9
63	0	8,3	10	39,6	15	31,6	111,2
64	2,8	20	31,8	10	9,1	20	86,1
65	0	30	17	10	23,2	36,3	150,9
66	0,1	15	41,6	34,7	0	30,7	114,5
67	0	25	32	12,8	3,3	8,4	81,5
68	4,5	15	15	26,7	18	17,86	97,06
69	0	30	17	20	17,9	28	112,9
70	0,3	15	12,3	22,5	23,8	16,7	90,6
71	0	19,6	20	11,9	20	15	86,5
72	0,5	28,8	3,1	20	5	19,5	76,9
73	0	18	12,9	15,5	22,7	16,1	85,2
74	0	21,1	7	7,8	22,3	8,1	66,3
75	6,7	25	20	30	26,9	20	128,6
76	0	20	12,6	18,3	8,3	10	69,2
77	0,6	20	19,6	31,8	26,9	14,3	113,2
78	1,7	23,8	20	26,8	23,1	15	110,4
79	0	35	28	27,1	23,3	19,4	132,8
80	1,6	22,8	12,9	31,4	9,2	25	102,9
81	1,3	14	12,1	29,4	14,4	11,8	83
82	4,8	38,1	26,9	32,3	35	17,9	155
83	0,7	29,3	8	19,7	19,4	16,8	93,9
84	3,3	39,2	20	32,8	29,53	34,1	158,93

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
85	0	12,6	14,2	6	11,8	6,7	51,3
86	0	26,8	15	7,3	23,2	20	92,3
87	15	0	23	13,2	30	11,8	93
88	13,8	16	23,2	23,1	17,7	25,5	119,3
89	12,6	20	20	22,3	12,7	23,3	110,9
90	24,8	32,7	34,6	8,3	35	41,7	177,1
91	12,1	13	14,3	22,1	24,4	19	104,9
92	0,5	0,8	20	7,8	30	5	64,1
93	19,8	30	10	41,9	16,8	17	135,5
94	21,7	25	16,6	43,3	25	33,2	164,8
95	4	0	13,3	4,5	17,4	10	49,2
96	0	20	20	31,8	25	7	103,8
97	8	21,6	5,6	17,2	19	23,2	94,6
98	8,1	15	19,4	0	13,3	12,2	68
99	12	13,3	12,9	25	33	24,2	120,4
100	14	15	14,6	16,7	27,1	23,3	110,7
101	18,1	20	16,7	11,7	22,5	22,4	111,4
102	12,9	27,2	27,4	26,9	28,3	21,7	144,4
103	26,7	16,6	22,1	40	30	27,5	162,9
104	20	35	20	20,5	16,9	9,1	121,5
105	30	30	35	49,6	33	40	217,6
106	16,7	37	38	25,5	18,3	25,4	160,9
107	7	20	42,9	49,5	44,8	39,5	203,7
108	7,7	6,7	5,5	11,1	1,4	0	32,4
109	0	8,3	14,6	13	12,7	28,4	77

Tab. I.2.3: Aufnahmemenge von Zuckerwasser (in μl) bei den individuellen Fütterungen 5h bis 72h nach Behandlung, sowie die totale Aufnahmemenge in diesem Zeitraum, für Bienen, die mit Glycerin behandelt wurden

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
1	16	22	0	13,8	10	30	91,8
2	5	30	0,3	30	19	30	114,3
3	15,2	29	0,8	23,4	15,8	34	118,2
4	18,1	32,5	2	12,7	20	24,4	109,7
5	0	20	0	0	10	28,2	58,2
6	22,5	15	0	25	13,1	20	95,6
7	10	29,5	0	2,5	13,3	33,4	88,7
8	0	0	0	8,3	20	20	48,3
9	0	20	0	8,2	27,2	33,3	88,7
10	23,2	33,5	2	20	14,5	24	117,2
11	3,5	15	0	5,3	12,5	19	55,3
12	0	25	0	19	13,5	34	91,5
13	2,5	20	0	6	7,3	26	61,8
14	0	22,9	0	8,1	15,8	20	66,8
15	24,5	30	7	31,8	20	33	146,3
16	13	19	0	8	20	33,4	93,4
17	7,5	30	0	15,8	13,4	25	91,7
18	17,4	32	0	15	13,2	32	109,6
19	25	35	0	30	15	28,2	133,2
20	5	38	0	7	30	35	115
21	16,2	28	1	8,3	18,3	28	99,8
22	7,5	33,5	0,8	18,1	8	10	77,9
23	17,3	30	0	17,8	17,3	17	99,4
24	9,6	35	25	2,8	30,2	27,8	130,4
25	0	13,3	38,3	2	20	3,3	76,9
26	0	10	15	0	11,8	0	36,8
27	0	20	25	7,5	32,6	30	115,1
28	0	15	34,6	5	25	5	84,6
29	0	18,7	32,8	0	32,5	0	84
30	0	12,6	30	5	27	0	74,6
31	0	39,5	48,8	3,8	39	1,4	132,5
32	0,2	15,2	25,3	11,8	27,7	21,8	102
33	0	19,8	27,5	0	25,5	3,3	76,1
34	0	27,6	29,4	0,8	18,2	0	76
35	0,2	35	40	2,3	27	6,9	111,4
36	0	0	15	15	4,7	25	59,7
37	1	1,7	25	20	2,2	19,8	69,7
38	0	0	15	23,8	3,1	27,1	69
39	21	14,6	32,3	31,7	6,3	19,2	125,1
40	0	0	18,1	27,2	0	15	60,3

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
41	0,2	0	25,5	38	26,8	23,4	113,9
42	0,1	0	28,2	39,6	0,9	29,6	98,4
43	3	0	15	18	1,6	14,8	52,4
44	0	0	25	30	3	30	88
45	2,3	19,2	36,9	43,7	5	35	142,1
46	0	0	25	25	5	21,9	76,9
47	0	0	20	35	0	20	75
48	0	0	35,5	44,3	5	30	114,8
49	0	0	25	23,7	0	18,3	67
50	13,2	8	25	17	3,9	19,7	86,8
51	2,2	10	37,4	38,2	11,8	28,8	128,4
52	6	3	33,8	34,8	0	34	111,6
53	0,1	3,3	15	15	0	20,2	53,6
54	0,2	0	17	15	13	35	80,2
55	3	0	20	29,7	12,7	30	95,4
56	3,8	30	16,8	5,5	19,5	10	85,6
57	2,2	16	30	4	27,1	17,6	96,9
58	3	16,9	20	3,3	25	5	73,2
59	0,2	24,7	13,9	4,5	15	5	63,3
60	0,2	15	13,3	22,8	37,4	22,4	111,1
61	0	23,2	9,3	0	21,8	7,8	62,1
62	0	31,8	6,9	18,8	37,2	18,3	113
63	2	20	15	14	17,8	9	77,8
64	5	33,4	23,3	22,2	25	0	108,9
65	0	23,1	6,3	0	17,3	10	56,7
66	0	12,9	22,4	3	23,1	7,6	69
67	2,6	20,7	30	8,1	16,8	5	83,2
68	0	17,7	23,1	21	17,5	32,9	112,2
69	0	0	13,3	17,5	1,6	20	52,4
70	0	10,5	10	10	10,2	39,8	80,5
71	0	15	14	17,7	18,8	31,8	97,3
72	6,4	11,7	26	30	40	43,2	157,3
73	0	20	35,6	16,6	38,1	39	149,3
74	0	20	18	16	24,6	15	93,6
75	0	36	38,2	29,2	17,9	9,7	131
76	0	0	15	0	20	16,6	51,6
77	0	20	20	21	21,8	24	106,8
78	0	7,8	23,1	20	26,8	32	109,7
79	0	12	18,1	22,8	15,4	12,3	80,6
80	0,2	0	25	8,4	20	23	76,6
81	0	8,2	21,9	13	35	33	111,1
82	0	20	18	25	20	30	113
83	0	15	9,8	10	0	2,8	37,6

Tab. I.2.4: Aufnahmemenge von Zuckerwasser (in μl) bei den individuellen Fütterungen 5h bis 72h nach Behandlung, sowie die totale Aufnahmemenge in diesem Zeitraum, für Bienen, die mit Zuckerwasser behandelt wurden

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
1	15,1	7,5	34,5	20	20,7	21,9	119,7
2	15	15	13,7	13,7	9,2	10	76,6
3	15	10	6,3	15	16,9	14,5	77,7
4	16,9	10	25	20	23,8	15	110,7
5	14	10	15	14	21,3	11,8	86,1
6	8	12,8	12,1	13,3	24,5	10	80,7
7	33,7	10	17,3	2,3	7,3	5	75,6
8	30	24,15	23,2	27,8	19,7	13,5	138,35
9	20	16,7	19,7	24	10	10	100,4
10	18,6	9,8	10	15	11,6	5	70
11	8,8	10	5	12,9	4,5	1,4	42,6
12	15	7,8	17	19,5	25	14,7	99
13	14,5	15	11,9	13,7	6	8,6	69,7
14	12,9	14	7,5	15	6,9	10	66,3
15	10	7,5	5	15	15	8,5	61
16	16,8	13,4	12,8	14,8	7,3	25	90,1
17	20	15	20	19,7	22,9	15	112,6
18	15	8,3	11,7	11,9	1,7	0	48,6
19	28,5	28,9	19,7	20	34,2	21	152,3
20	14,4	12,1	19,5	15	10	13,1	84,1
21	14,1	19,2	17,3	18,8	11,5	13	93,9
22	10	8,9	8,9	5,7	10	5,7	49,2
23	24,2	30	30	20	18,7	29,5	152,4
24	14,4	5,2	5,2	8,6	6,7	4,5	44,6
25	24,6	19,5	19,5	17,6	17,8	8,8	107,8
26	10	4,4	4,4	5,7	3	3,1	30,6
27	17,2	20	20	20	14,8	10	102
28	28,9	7	7	10	3,3	5,8	62
29	6,5	6,3	6,3	18,3	12,5	15,7	65,6
30	20	18,5	18,5	18,8	27,1	25,6	128,5
31	14,1	9,4	9,4	10,4	24	18,8	86,1
32	15	10	10	13,3	15,1	16,8	80,2
33	10	7	7	8,8	10	9,5	52,3
34	14,5	10,5	10,5	9,5	9	3,6	57,6
35	25	33	33	35,8	38,3	28,4	193,5
36	15,5	20	20	30	15,5	7,6	108,6
37	20	10	10	8,5	13,1	10	71,6
38	13,3	6,2	6,2	18,6	19,2	20	83,5
39	5,8	4	4	2,5	2,6	2,5	21,4
40	15,4	8,5	16,9	18	26,4	9,5	94,7

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
41	19,5	8,6	20	10	11	9,5	78,6
42	25,9	29,5	34,4	27,3	23,9	15,7	156,7
43	16,1	7	7,5	10	9,5	8,7	58,8
44	17,5	10	44,9	44,6	28,1	7,4	152,5
45	10,6	10	14,5	7,1	12,6	0	54,8
46	8,5	8,1	6,6	5,9	3,9	4,6	37,6
47	17,9	18,1	16,5	14,7	20	8,5	95,7
48	19,5	10	10,5	16,8	25	8,8	90,6
49	10	7,9	21	10,5	13,5	5,1	68
50	17,1	7,5	16,1	8,9	19	0	68,6
51	20	10	22,4	20	27	20,7	120,1
52	30	10	20	25,5	27,5	0	113
53	5,9	5,8	10	14,7	10	10	56,4
54	19	10	23,7	10	30	40	132,7
55	31	15,2	20	34,6	30	11,8	142,6
56	10	10	30	10	18,8	0	78,8
57	7,4	13,5	9,6	20	8	15	73,5
58	19,4	25,8	17	20	12,5	14,1	108,8
59	27	15,2	12,4	25,9	10,8	26,8	118,1
60	18,5	13,6	19,3	20	9,6	3	84
61	13,7	21	16,7	0	15,8	5,5	72,7
62	9,5	8,6	9,6	20	8,5	4,8	61
63	14,8	17	29,5	35,2	27,2	15,7	139,4
64	25,8	20	15,2	0,8	10,9	20	92,7
65	29	20,5	32,6	26,2	28,2	17,8	154,3
66	27,9	17,6	45	20	21,5	30,2	162,2
67	19,7	8,8	9,6	5,7	5,8	17,4	67
68	30	9,6	9,8	20	29	20	118,4
69	30	17,7	14,7	1	24,6	10	98
70	9,6	17,8	20	11,6	17,5	10	86,5
71	30	20	20	5,4	13,8	17,5	106,7
72	19,6	18,4	9	31	4,3	0,5	82,8
73	19,6	14	27	11	8,7	10	90,3
74	22	15,1	38,3	9,5	18	19,6	122,5
75	30	22,2	21,5	9,3	18,7	40	141,7
76	20	25	14,1	5,4	7,5	10	82
77	9,1	16,7	9,6	0	6,5	10	51,9
78	11,8	10	16,2	4,4	7,8	0,8	51
79	20	19,7	20	20	18,5	5,7	103,9
80	7,4	6,2	18,6	16	23,5	17	88,7
81	19,2	21,8	40	25,7	36,5	20,8	164
82	20	15,2	27,7	22,2	20,5	6,8	112,4
83	27,1	15,4	34,2	26,3	35	20	158
84	6,7	8,8	8,8	10	3,5	8,4	46,2

<i>n</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
85	19	25,3	13,6	8,1	10,4	1,5	77,9
86	30,5	49,6	30,5	26,8	8,7	9,6	155,7
87	26,5	14,2	20	35,8	26,3	28,7	151,5
88	20	14,7	9	11	5,1	5,2	65
89	15	28,5	8,9	9,6	30,6	20	112,6
90	20,3	19,5	27,2	8,1	18,8	8,3	102,2
91	20	20	4,7	20	24,8	44,7	134,2
92	13,9	20	26,6	0,3	29,3	26,2	116,3
93	18,1	18,8	20,4	13,5	20,4	13,2	104,4
94	20	19,6	16,8	26,1	18	46,3	146,8
95	14,2	16,9	15,3	2,6	23	25	97
96	18,7	21,5	37,2	22,1	14	39,1	152,6
97	30	10,8	50	39	37,7	38	205,5
98	17,8	16,8	25,4	5,9	20,4	12,3	98,6
99	28,6	25,2	27,7	16,5	19,6	31,3	148,9
100	23,7	12,6	13,1	15,8	9,3	10,3	84,8
101	8,1	9,6	7,6	3,3	10	2,7	41,3
102	14,2	23,1	29,9	3,2	30	26,9	127,3
103	18,5	11	36,3	14,9	19	13	112,7
104	24,8	27	28	17,1	15,2	12,3	124,4
105	25,6	21,1	19,4	21	29,1	18,9	135,1
106	18,5	35,4	19,7	18,3	29,5	21,3	142,7
107	23,8	8	8,8	8,9	11,1	8,6	69,2

Tab. I.2.5: Mathematische Parameter für die Aufnahmemenge von Zuckerwasser (in µl) bei den individuellen Fütterungen 5h bis 72h nach Behandlung, sowie für die totale Aufnahmemenge in diesem Zeitraum

Oxalsäure in Zuckerwasser							
<i>Parameter</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
Quart 25	10	10	7,675	9,05	7,375	7,425	60,675
Min	4,1	0	1	1	0	0	23,8
Med	15	13,65	10,85	10,25	10,6	11,75	82,45
Max	43,6	40	44,7	49,4	40,5	46,7	214,9
Quart 75	20	20	18,85	16,925	19,6	18,075	103,15
Oxalsäure in Glycerin							
<i>Parameter</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
Quart 25	0	15	8	18,3	12,7	14,3	83,4
Min	0	0	0	0	0	0	32,4
Med	3	20	19,6	25	19	21,7	110,4
Max	30	40	45	50	44,8	43,1	217,6
Quart 75	12,1	25	26,9	34	25	29	135,5
Glycerin							
<i>Parameter</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
Quart 25	0	7,9	2	5,75	10	11,15	73,9
Min	0	0	0	0	0	0	36,8
Med	0,1	17,7	18	15	17,3	21,9	91,5
Max	25	39,5	48,8	44,3	40	43,2	157,3
Quart 75	5	26,3	25,15	23,55	24,8	30	111,5
Zuckerwasser							
<i>Parameter</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>29h</i>	<i>48h</i>	<i>53h</i>	<i>72h</i>	<i>total</i>
Quart 25	14,1	9,7	9,9	9,4	9,8	7,5	69,85
Min	5,8	4	4	0	1,7	0	21,4
Med	18,5	14	17	15	16,9	10,3	93,9
Max	33,7	49,6	50	44,6	38,3	46,3	205,5
Quart 75	22,85	19,65	22,8	20	23,95	19,8	121,3

Tab. I.2.6: Statistikwerte für die Aufnahmemenge von Zuckerwasser (in μl) bei den individuellen Fütterungen: Vergleich zwischen den Zeitpunkten nach Behandlung

Behandlung	Friedman RM ANOVA on Ranks (DF=5)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	χ^2	p	Vergleich von	Q	$p \leq 0,05?$
Oxalsäure in Zuckerwasser	30,856	$\leq 0,001$	5h vs. 24h	2,214	Nein
			5h vs. 29h	4,518	Ja
			5h vs. 48h	3,946	Ja
			5h vs. 53h	3,893	Ja
			5h vs. 72h	4,286	Ja
			24h vs. 29h	2,304	Nein
			24h vs. 48h	1,732	Nein
			24h vs. 53h	1,679	Nein
			24h vs. 72h	2,071	Nein
			29h vs. 48h	0,571	Nein
			29h vs. 53h	0,625	Nein
			29h vs. 72h	0,232	Nein
			48h vs. 53h	0,0536	Nein
			48h vs. 72h	0,339	Nein
53h vs. 72h	0,393	Nein			
Oxalsäure in Glycerin	165,373	$\leq 0,001$	5h vs. 24h	8,616	Ja
			5h vs. 29h	7,566	Ja
			5h vs. 48h	11,911	Ja
			5h vs. 53h	8,67	Ja
			5h vs. 72h	9,516	Ja
			24h vs. 29h	1,05	Nein
			24h vs. 48h	3,294	Ja
			24h vs. 53h	0,0543	Nein
			24h vs. 72h	0,778	Nein
			29h vs. 48h	4,344	Ja
			29h vs. 53h	1,104	Nein
			29h vs. 72h	1,828	Nein
			48h vs. 53h	3,24	Ja
			48h vs. 72h	2,516	Nein
53h vs. 72h	0,724	Nein			

Behandlung	Friedman RM ANOVA on Ranks (DF=5)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	chi ²	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
Glycerin	91,591	≤0,001	5h vs. 24h	6,596	Ja
			5h vs. 29h	6,244	Ja
			5h vs. 48h	6,41	Ja
			5h vs. 53h	7,011	Ja
			5h vs. 72h	8,712	Ja
			24h vs. 29h	0,353	Nein
			24h vs. 48h	0,187	Nein
			24h vs. 53h	0,415	Nein
			24h vs. 72h	2,116	Nein
			29h vs. 48h	0,166	Nein
			29h vs. 53h	0,768	Nein
			29h vs. 72h	2,468	Nein
			48h vs. 53h	0,602	Nein
			48h vs. 72h	2,303	Nein
53h vs. 72h	1,701	Nein			
Zuckerwasser	40,847	≤0,001	5h vs. 24h	3,489	Ja
			5h vs. 29h	0,639	Nein
			5h vs. 48h	2,448	Nein
			5h vs. 53h	1,918	Nein
			5h vs. 72h	5,536	Ja
			24h vs. 29h	2,850	Nein
			24h vs. 48h	1,041	Nein
			24h vs. 53h	1,571	Nein
			24h vs. 72h	2,046	Nein
			29h vs. 48h	1,809	Nein
			29h vs. 53h	1,279	Nein
			29h vs. 72h	4,896	Ja
			48h vs. 53h	0,53	Nein
			48h vs. 72h	3,088	Ja
53h vs. 72h	3,617	Ja			

Tab. I.2.7: Statistikwerte für die Aufnahmemenge von Zuckerwasser (in μl) bei den individuellen Fütterungen: Vergleich der Behandlungsgruppen miteinander

Zeitpunkt	One Way ANOVA on Ranks (DF=3)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	$p \leq 0,05?$
5h	176,176	$\leq 0,001$	OAS vs. OAG	8,145	Ja
			OAS vs. G	9,345	Ja
			OAS vs. K	1,251	Nein
			OAG vs. G	1,768	Nein
			OAG vs. K	9,296	Ja
			G vs. K	10,41	Ja
24h	31,446	$\leq 0,001$	OAS vs. OAG	4,977	Ja
			OAS vs. G	1,94	Nein
			OAS vs. K	0,231	Nein
			OAG vs. G	2,667	Ja
			OAG vs. K	4,691	Ja
			G vs. K	1,707	Nein
29h	13,048	$\leq 0,001$	OAS vs. OAG	3,161	Ja
			OAS vs. G	2,094	Nein
			OAS vs. K	3,060	Ja
			OAG vs. G	0,838	Nein
			OAG vs. K	0,0858	Nein
			G vs. K	0,754	Nein
48h	60,855	$\leq 0,001$	OAS vs. OAG	7,205	Ja
			OAS vs. G	1,202	Nein
			OAS vs. K	1,412	Nein
			OAG vs. G	5,46	Ja
			OAG vs. K	5,721	Ja
			G vs. K	0,115	Nein
53h	20,186	$\leq 0,001$	OAS vs. OAG	4,406	Ja
			OAS vs. G	2,538	Nein
			OAS vs. K	2,857	Ja
			OAG vs. G	1,546	Nein
			OAG vs. K	1,517	Nein
			G vs. K	0,128	Nein

Zeitpunkt	One Way ANOVA on Ranks (DF=3)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
72h	60,786	≤0,001	OAS vs. OAG	6,167	Ja
			OAS vs. G	5,036	Ja
			OAS vs. K	0,293	Nein
			OAG vs. G	0,688	Nein
			OAG vs. K	5,806	Ja
			G vs. K	4,716	Ja
5h - 72h (totale Aufnahme- menge)	29,082	≤0,001	OAS vs. OAG	5,297	Ja
			OAS vs. G	1,616	Nein
			OAS vs. K	2,726	Ja
			OAG vs. G	3,286	Ja
			OAG vs. K	2,529	Nein
			G vs. K	0,919	Nein

Tab. II.1: Reaktion der Bienen auf Wasser vor (vB) und nach der Behandlung (nB): 0=keine Reaktion, 1=PER (Proboscic Extension Reaction)

n	Oxalsäure in Zuckerwasser		Oxalsäure in Glycerin		Glycerin		Zuckerwasser	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
1	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0	1
3	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	1	0	0	1
8	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	1	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	1	0	0	0	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	1	0
16	0	0	0	1	0	0	0	0
17	0	0	0	1	0	0	0	1
18	0	0	1	1	0	0	0	1
19	0	0	0	1	0	1	0	0
20	0	0	0	1	1	1	0	0
21	0	1	0	0	1	0	0	0
22	0	1	1	0	0	0	0	1
23	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	1	0	0	0	0	0	0
25	0	1	1	0	1	0	0	0
26	0	0	1	1	1	0	0	1
27	0	1	1	1	1	0	0	1
28	0	1	0	1	0	0	0	1
29	0	0	0	1	0	0	0	0
30	0	0	0	1	0	0	0	0
31	1	0	0	1	0	0	0	0
32	0	0	0	1	1	0	0	0
33	0	0	0	1	0	0	0	0
34	0	0	1	1	0	0	0	0
35	0	0	0	1	0	0	0	1
36	0	0	1	1	0	0	0	0
37	0	0	1	1	0	0	0	0
38	0	0	0	1	0	0	0	0
39	0	1	0	1	0	0	0	0

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>		<i>Oxalsäure in Glycerin</i>		<i>Glycerin</i>		<i>Zuckerwasser</i>	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
40	0	1	0	0	1	1	0	0
41	0	1	0	0	0	0	0	0
42	0	1	0	0	0	0	0	0
43	0	1	1	0	0	0	0	1
44	0	1	0	0	1	0	0	1
45	1	1	1	1	1	0	0	0
46	0	1	0	1	0	0	0	1
47	0	1	0	1	0	0	0	0
48	1	1	0	1	1	0	0	0
49	0	1	1	1	0	0	0	1
50	0	0	0	1	0	0	0	0
51	0	0	0	1	0	0	0	0
52	0	0	0	1	0	0	0	0
53	0	0	0	1	0	0	0	0
54	0	1	0	1	1	0	0	0
55	0	1	0	1	0	0	0	0
56	0	1	1	1	0	0	0	0
57	0	1	0	0	0	0	0	0
58	0	1	0	0	1	1	0	0
59	0	1	0	0	0	1	0	0
60	0	1	0	0	0	1	0	0
61	0	1	0	0	0	0	0	0
62	0	1	0	0	0	0	0	0
63	0	1	0	0	0	0	0	0
64	0	1	0	1	0	0	0	0
65	0	1	0	1	0	0	0	0
66	1	1	0	1	0	1	0	0
67	0	1	0	1	0	1	0	1
68	0	1	0	1	0	1	0	1
69	0	0	0	1	0	1	0	1
70	0	0	0	1	0	1	0	0
71	1	0	0	1	0	1	0	0
72	0	0	1	1	0	1	0	0
73	0	0	0	1	0	1	0	0
74	1	0	0	1	0	1	0	0
75	0	0	0	0	0	1	0	0
76	0	0	0	0	0	1	0	0
77	1	0	0	0	0	1	0	0
78	0	0	0	0	0	1	0	0
79	0	0	0	1	1	1	0	0
80	0	0	0	1	0	1	1	0
81	0	0	0	1	0	0	0	0

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>		<i>Oxalsäure in Glycerin</i>		<i>Glycerin</i>		<i>Zuckerwasser</i>	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
82	1	0	0	1	0	0	0	0
83	0	0	0	1	0	0	0	0
84	1	0	0	1	0	0	1	0
85	0	0	0	1	0	0	0	0
86	1	1	0	1	0	0	0	0
87	0	1	0	1	0	0	0	0
88	0	1	0	1	0	0	0	1
89			0	1	0	0	1	1
90			0	1	0	0		
91			0	1	0	0		
92			0	1	0	0		
93			0	1	0	0		
94			0	1	0	0		
95					0	0		
96					0	0		
97					0	0		
98					0	0		
99					0	0		
100					0	1		
Summe	12	42	15	58	15	22	4	18
In %	13,6	47,7	16	61,7	15	22	4,49	20,2

vB=vor Behandlung, nB= nach Behandlung

Tab. II.2: Reaktion der Bienen auf Zuckerwasser in aufsteigenden Konzentrationen vor (vB) und nach der Behandlung (nB) mit Oxalsäure in Zuckerwasser: 0=keine Reaktion, 1=PER (Proboscic Extension Reaction)

n	0,1%		0,3%		1%		3%		10%		30%	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
7	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
10	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
12	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
15	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
17	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
18	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
19	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
20	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
21	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
22	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
28	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
30	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
31	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
33	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
34	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
39	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
40	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1

<i>n</i>	0,1%		0,3%		1%		3%		10%		30%	
	<i>vB</i>	<i>nB</i>	<i>vB</i>	<i>nB</i>	<i>vB</i>	<i>nB</i>	<i>vB</i>	<i>nB</i>	<i>vB</i>	<i>nB</i>	<i>vB</i>	<i>nB</i>
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
45	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
47	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Total	7	17	7	13	14	16	19	22	32	34	38	41
In %	14,6	35,4	14,6	27,1	29,2	33,3	39,6	45,8	66,7	70,8	79,2	85,4

Tab. II.3: Reaktion der Bienen auf Zuckerwasser in aufsteigenden Konzentrationen vor (vB) und nach der Behandlung (nB) mit Oxalsäure in Glycerin: 0=keine Reaktion, 1=PER (Proboscic Extension Reaction)

n	0,1%		0,3%		1%		3%		10%		30%	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
7	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
8	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
9	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
10	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
11	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
13	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
14	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
16	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
17	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
18	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
23	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1
24	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
25	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
26	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
27	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
29	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
30	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
32	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
33	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
34	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Total	6	3	8	6	10	6	13	10	21	16	27	24
In%	17,1	8,57	22,9	17,1	28,6	17,1	37,1	28,6	60	45,7	77,1	68,6

Tab. II.4: Reaktion der Bienen auf Zuckerwasser in aufsteigenden Konzentrationen vor (vB) und nach der Behandlung (nB) mit Glycerin: 0=keine Reaktion, 1=PER (Proboscic Extension Reaction)

n	0,1%		0,3%		1%		3%		10%		30%	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
3	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
4	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
7	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
8	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
9	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
10	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
11	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
13	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
14	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
17	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
18	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
19	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
20	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
21	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
22	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
23	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
24	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1
25	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
26	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
27	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
28	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
29	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
30	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
31	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
32	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
33	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
34	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
36	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1
37	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
38	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
39	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
40	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0

n	0,1%		0,3%		1%		3%		10%		30%	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
41	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
42	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
43	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
44	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
45	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
46	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
47	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
48	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
49	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
50	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
51	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
52	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
53	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
54	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1
55	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
57	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
58	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
59	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
63	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
70	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	10	2	16	7	25	8	38	14	54	31	69	52
In %	12,8	2,56	20,5	8,97	32,1	10,3	48,7	17,9	69,2	39,7	88,5	66,7

Tab. II.5: Reaktion der Bienen auf Zuckerwasser in aufsteigenden Konzentrationen vor (vB) und nach der Behandlung (nB) mit Zuckerwasser: 0=keine Reaktion, 1=PER (Proboscic Extension Reaction)

n	0,1%		0,3%		1%		3%		10%		30%	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
6	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
9	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
10	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
12	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
13	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
14	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
21	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
23	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
25	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
26	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
27	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
29	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1
30	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
31	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
35	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
37	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
38	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
39	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

n	0,1%		0,3%		1%		3%		10%		30%	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
41	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
47	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
49	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
51	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
52	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
53	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
54	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
56	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
58	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
61	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Total	4	8	7	7	9	8	25	13	38	24	47	37
In %	6,56	13,1	11,5	11,5	14,8	13,1	41	21,3	62,3	39,3	77	60,7

Tab. II.6: Aufnahmemenge von Zuckerwasser (in μl) bei den Einzelfütterungen anschließend an die PER vor (vB) und nach Behandlung (nB)

n	Oxalsäure in Zuckerwasser		Oxalsäure in Glycerin		Glycerin		Zuckerwasser	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
1	20	5	0	0	15	0	0	5
2	20	20	0	0	10	0	5	20
3	20	20	0	0	15	10	10	20
4	20	5	25	0	10	0	10	5
5	5	15	0	0	10	15	15	0
6	0	15	25	5	10	10	20	15
7	5	10	15	5	20	5	15	20
8	5	5	5	0	10	5	10	5
9	0	20	15	0	15	10	20	20
10	25	10	10	10	5	5	0	10
11	15	15	15	5	15	0	10	5
12	5	5	5	5	15	0	15	0
13	10	10	5	0	10	0	15	10
14	15	5	10	10	15	0	15	0
15	15	0	5	0	10	0	15	5
16	0	10	10	0	10	0	15	0
17	5	10	10	10	15	0	10	20
18	15	5	25	10	15	5	10	20
19	0	15	10	5	5	0	25	0
20	5	0	15	15	15	5	5	10
21	15	20	20	20	5	10	10	0
22	15	10	10	5	15	0	0	20
23	5	10	5	15	20	5	0	0
24	10	5	0	5	10	0	15	15
25	5	0	25	20	25	5	0	5
26	5	20	15	20	25	5	10	10
27	5	15	15	15	15	0	15	0
28	15	5	20	25	10	0	5	10
29	5	15	15	25	20	0	5	5
30	15	10	20	20	20	0	10	15
31	25	15	10	10	10	0	15	0
32	5	15	10	2	15	0	15	5
33	5	15	25	20	10	5	15	15
34	5	5	15	10	5	5	15	5
35	10	10	15	25	10	5	20	15
36	5	0	15	10	10	5	0	5
37	25	10	10	15	10	0	15	0
38	10	5	10	25	15	5	15	15
39	5	5	20	10	15	5	10	10
40	10	10	15	10	10	5	15	5

n	Oxalsäure in Zuckerwasser		Oxalsäure in Glycerin		Glycerin		Zuckerwasser	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
41	15	5	15	5	10	0	0	10
42	5	5	10	5	15	0	10	5
43	5	10	15	15	15	5	10	20
44	25	5	20	0	10	20	5	0
45	25	20	15	25	10	5	10	15
46	5	15	20	20	10	5	15	15
47	20	5	10	15	25	5	20	15
48	20	20	10	10	10	5	15	20
49	15	5	0	20	10	5	10	5
50	25	10	10	15	10	5	10	0
51	5	10	20	15	10	0	10	0
52	10	5	15	5	10	20	15	0
53	5	15	15	10	10	5	5	0
54	0	0	5	5	10	10	20	0
55	15	10	5	5	5	15	10	0
56	5	10	20	25	15	10	10	0
57	5	10	20	15	20	5	10	10
58	15	10	10	5	15	5	10	0
59	10	20	20	15	10	10	5	0
60	25	15	20	15	0	10	20	0
61	10	15	20	25	25	15	10	5
62	20	20	25	10	20	10	20	15
63	10	5	15	15	0	5	0	0
64	10	5	20	20	20	15	5	0
65	10	10	15	20	25	5	10	0
66	25	25	0	10	5	15	5	5
67	15	10	20	25	25	25	25	10
68	10	15	10	10	25	10	10	5
69	0	10	0	15	5	25	10	10
70	10	5	15	15	15	25	5	0
71	15	10	5	15	25	20	15	5
72	0	5	0	15	10	15	10	10
73	0	0	0	25	20	10	25	10
74	15	0	15	15	20	10	5	0
75	20	0	20	5	0	25	15	15
76	5	5	0	10	15	5	0	0
77	15	10	10	10	20	20	5	10
78	0	10	15	5	25	15	10	0
79	0	5	0	10	0	20	10	0
80	0	0	10	25	0	0	20	0
81	15	5	15	15	20	15	0	0
82	25	10	25	25	20	0	10	0
83	0	0	5	5	10	10	0	0

n	Oxalsäure in Zuckerwasser		Oxalsäure in Glycerin		Glycerin		Zuckerwasser	
	vB	nB	vB	nB	vB	nB	vB	nB
84	20	5	0	20	25	10	10	0
85	0	5	5	10	5	5	0	10
86	20	20	10	25	25	20	0	0
87	10	0	20	25	10	15	5	0
88	20	10	5	25	10	15	10	5
89			15	15	20	10	10	20
90			10	25	20	25		
91			20	25	20	15		
92			15	20	25	10		
93			10	25	25	15		
94			0	15	0	0		
95					0	5		
96					20	10		
97					25	5		
98					20	5		
99					15	10		
Quart 25	5	5	5	5	10	0	5	0
Min	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	10	10	15	15	15	5	10	5
Max	25	25	25	25	25	25	25	20
Quart 75	15	15	18,8	20	20	10	15	10

Tab. II.7.1 Statistikwerte für die Empfindlichkeit gegenüber Wasser: Vergleich der Lösungen miteinander (Mc Nemar's Test)

Vergleich von	Chi ²	p
OAS vs. OAG	3,043	0,081
OAS vs. G	12,676	≤0,001
OAS vs. K	13,735	≤0,001
OAG vs. G	29,901	≤0,001
OAG vs. K	30,703	≤0,001
G vs. K	0,0144	0,905

Tab. II.7.2: Statistikwerte für die Empfindlichkeit gegenüber Wasser: Vergleich der Zeitpunkte „vor Behandlung“ und „nach Behandlung“ miteinander (Mc Nemar's Test)

Behandlungsgruppe	Chi ²	p
Oxalsäure in Zuckerwasser	18,283	≤0,001
Oxalsäure in Glycerin	33,283	≤0,001
Glycerin	1,241	0,265
Zuckerwasser	8,45	0,004

Tab. II.7.3: Statistikwerte für die Empfindlichkeit gegenüber aufsteigenden Zuckerkonzentrationen: Vergleich der Zeitpunkte „vor Behandlung“ und „nach Behandlung“ miteinander (Mc Nemar's Test)

Oxalsäure in Zuckerwasser		
Zuckerkonzentration	Chi ²	p
0,1%	5,063	0,024
0,3%	1,786	0,181
1%	0,0625	0,803
3%	0,211	0,646
10%	0,0833	0,773
30%	0,308	0,579
Oxalsäure in Glycerin		
Zuckerkonzentration	Chi ²	p
0,1%	0,571	0,45
0,3%	0,125	0,724
1%	0,643	0,423
3%	0,267	0,606
10%	0,762	0,383
30%	0,364	0,546
Glycerin		
Zuckerkonzentration	Chi ²	p
0,1%	4,083	0,043
0,3%	3,048	0,081
1%	8,258	0,004
3%	13,225	≤0,001
10%	10,298	≤0,001
30%	10,24	≤0,001
Zuckerwasser		
Zuckerkonzentration	Chi ²	p
0,1%	0,75	0,386
0,3%	0,1	0,752
1%	0	1
3%	5,042	0,025
10%	5,633	0,018
30%	3,115	0,078

Tab. II.7.4: Statistikwerte für die Einzelfütterungen nach der PER: Vergleich der Zeitpunkte „vor Behandlung“ und „nach Behandlung“ miteinander (Wilcoxon Signed Rank test)

<i>Behandlungsgruppen</i>	<i>p</i>
Oxalsäure in Zuckerwasser	0,118
Oxalsäure in Glycerin	0,446
Glycerin	≤0,001
Zuckerwasser	≤0,001

Tab. III.1: Motorische Aktivität – Aufenthalt (in Sekunden)t in den Ebenen (Obere=O, Mittlere=M, Untere=U) des Versuchapparates 5h nach Behandlung

n	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin			Glycerin			Zuckerwasser		
	O	M	U	O	M	U	O	M	U	O	M	U
1	125	30	25	90	10	80	60	5	65	95	20	65
2	20	30	130	45	10	125	75	45	60	90	10	80
3	175	0	5	10	5	165	60	15	105	65	10	105
4	75	10	95	50	15	115	15	15	150	75	5	100
5	80	20	80	80	15	85	0	0	180	115	15	50
6	20	0	160	115	10	55	105	30	45	55	5	120
7	0	0	180	30	20	130	30	10	140	135	40	5
8	115	30	35	0	5	175	35	45	100	125	10	45
9	125	20	35	45	10	125	60	5	115	75	0	105
10	90	20	70	75	20	85	120	5	55	120	10	50
11	100	45	35	50	0	130	25	45	110	95	10	75
12	85	25	70	0	0	180	0	180	0	70	5	105
13	175	5	0	180	0	0	20	5	155	30	15	135
14	60	20	100	85	40	55	0	0	180	30	5	145
15	0	0	180	65	25	90	15	15	150	35	40	105
16	130	10	40	175	5	0	165	15	0	145	20	15
17	120	10	50	135	15	30	0	0	180	10	170	0
18	85	95	0	0	0	180	165	15	0	155	15	10
19	160	10	10	25	35	120	5	5	170	130	20	30
20	160	15	5	0	15	165	0	150	30	55	5	120
21	50	40	90	180	0	0	145	0	35	45	20	115
22	80	15	85	0	180	0	0	125	55	65	20	95
23	180	0	0	0	180	0	90	10	80	0	0	180
24	95	0	85	0	0	180	130	5	45	10	10	160
25	120	20	40	175	5	0	10	45	125	25	15	140
26	105	15	60	75	10	95	0	30	150	65	20	95
27	65	20	95	35	15	130	25	5	150	160	5	15
28	0	0	180	110	5	65	0	0	180	80	45	55
29	135	15	30	100	15	65	175	5	0	50	35	95
30	25	5	150	170	5	5						
31	70	40	70	0	20	160	160	15	5	85	25	70
32	135	15	30	35	5	140	125	30	25	100	15	65
33	155	20	5	0	5	175	5	5	170	125	25	30
34	130	25	25	55	50	75	135	25	20	95	30	55
35	180	0	0	85	10	85	0	180	0	75	35	70
36	145	30	5	105	70	5	115	30	35	105	35	40
37	145	10	25	20	55	105	0	0	180	0	175	5
38	165	0	15	25	50	105	160	20	0	165	0	15
39	135	30	15	100	10	70	95	10	75	155	20	5
40	170	0	10	0	180	0	40	40	100	0	180	0

Tab. III.2: Motorische Aktivität – Aufenthalt (in Sekunden)t in den Ebenen (Obere=O, Mittlere=M, Untere=U) des Versuchapparates 24h nach Behandlung

n	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin			Glycerin			Zuckerwasser		
	O	M	U	O	M	U	O	M	U	O	M	U
1	105	20	45	150	10	20	105	35	40	70	10	100
2	0	0	180	25	15	140	0	15	165	0	5	175
3	75	65	40	90	0	90	75	0	105	125	5	50
4	5	5	170	105	30	45	60	35	85	85	5	90
5	30	10	140	180	0	0	25	40	115	120	30	30
6	90	35	55	90	25	65	135	10	35	45	55	80
7	65	25	90	50	35	95	70	20	90	120	10	50
8	0	5	175	120	25	35	75	0	105	0	10	170
9	115	35	30	95	25	60	125	10	45	140	35	5
10	165	5	10				110	25	45	105	55	20
11	95	10	75	55	25	100	0	45	135	60	15	105
12	145	10	25	180	0	0	180	0	0	20	30	130
13	15	20	145	65	55	60	150	20	10	130	10	40
14	175	5	0	0	0	180	0	175	5	20	0	160
15	125	25	30	170	10	0	70	45	65	145	10	25
16	135	30	15	0	0	180	0	0	180	155	25	0
17	0	0	180	0	0	180	50	5	125	160	10	10
18	150	30	0	165	10	5	15	10	155	170	5	5
19	175	5	0	160	20	0	25	15	140	115	20	45
20	165	15	0	110	30	0	0	0	0	0	0	0
21	155	5	20	55	40	85	140	15	25	110	25	45
22	160	10	10	160	10	10	110	20	50	115	25	40
23	65	10	105	155	20	5	55	10	115	45	30	105
24	150	20	10	90	80	10	85	5	90	155	15	10
25	120	10	50	115	20	45	40	10	130	95	15	70
26	155	5	20	155	5	20	75	70	35	55	15	110
27	155	10	15	155	10	15	60	30	90	125	40	15
28	125	30	25	125	30	25	180	0	0	0	0	180
29	85	25	70	85	25	70	175	5	0	180	0	0
30	150	20	10	150	20	10				135	30	15
31	160	15	5	95	25	60	25	40	115	165	10	5
32	125	15	40	50	55	75	120	15	45	160	10	10
33	140	40	0	115	25	40	145	10	25	0	5	175
34	150	25	5	20	15	145	25	30	125	170	10	0
35	130	25	25	70	20	90	85	50	45	150	15	15
36	0	0	180	30	10	140	170	10	0	5	60	115
37	155	10	15	95	5	80	0	20	160	0	100	80
38	170	5	5	100	5	75	75	85	20	145	35	0
39	145	10	25	0	45	135	0	175	5	175	0	5
40	170	5	5				180	0	0	95	35	50

Tab. III.3: Motorische Aktivität – Aufenthalt (in Sekunden)t in den Ebenen (Obere=O, Mittlere=M, Untere=U) des Versuchapparates 48h nach Behandlung

n	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin			Glycerin			Zuckerwasser		
	O	M	U	O	M	U	O	M	U	O	M	U
1	20	115	45	15	10	155	170	0	10	130	30	20
2	0	0	180	110	20	50	100	30	50	110	30	40
3	135	10	35	50	10	120	85	5	90	120	20	40
4	0	180	0	165	15	0	120	15	45	115	20	45
5	90	15	75	10	0	170	70	15	95	130	15	35
6	140	0	40	120	15	45	135	25	20	25	0	155
7	155	5	20	0	0	180	155	5	20	140	5	35
8	150	0	30	125	0	55	120	15	45	110	0	70
9	75	5	100	145	25	10	80	25	85	140	0	40
10	150	0	30				115	20	45	165	5	10
11	115	40	25	180	0	0	75	20	85	135	15	30
12	175	5	0	0	10	170	100	30	50	125	15	40
13	160	0	20	15	35	130	0	180	0	175	5	0
14	60	25	95	130	15	35	0	0	180	140	0	40
15	35	45	100	10	10	160	165	5	10	40	35	105
16	155	5	20	70	15	95	0	0	180	85	95	0
17	55	10	115	125	30	25	125	10	45	80	20	80
18	125	20	35	45	20	115	70	15	95	80	80	20
19	65	75	90	0	0	180	20	20	140	145	10	25
20	60	40	80	145	15	20						
21	105	50	25	120	15	45	120	15	45	0	155	25
22	130	10	40	160	10	10	0	0	180	0	0	180
23	125	15	40	60	5	115	115	10	55	65	5	110
24	120	25	35	90	10	80	135	10	35	25	50	105
25	155	5	20	70	5	105	80	25	75	20	155	5
26	170	5	5	155	10	15	165	5	10	125	0	55
27	145	20	15	170	10	0	160	10	10	0	145	35
28	110	10	60	140	25	15	50	15	115	110	10	60
29	130	15	35	175	5	0	10	5	165	30	25	125
30	115	10	55	175	5	0	0	0	180	155	15	10
31	0	75	105	0	0	180	0	180	0	75	45	60
32	170	5	5	60	20	100	20	110	50	40	5	135
33	145	15	20	110	45	25	130	40	10	145	20	15
34	135	25	20	40	80	60	145	10	25	140	15	25
35	145	25	10	80	100	0	80	95	5	135	25	20
36	95	20	65	105	70	5	140	25	15	0	0	180
37	175	5	0	30	20	130	160	15	5	160	5	15
38	115	30	35	20	15	145	85	40	55	110	20	50
39	45	15	120	35	40	105	120	10	50	165	10	5
40	0	0	180	175	5	0	130	20	30			

Tab. III.4: Motorische Aktivität – Aufenthalt (in Sekunden)t in den Ebenen (Obere=O, Mittlere=M, Untere=U) des Versuchapparates 72h nach Behandlung

n	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin			Glycerin			Zuckerwasser		
	O	M	U	O	M	U	O	M	U	O	M	U
1	130	10	40	175	0	5	100	20	60	160	5	15
2	150	5	25	155	15	10	130	10	45	150	10	20
3	160	20	0	0	0	180	35	10	125	45	25	110
4	45	15	120	130	10	45	115	10	55	55	25	100
5	85	45	50	0	0	0	65	25	90	165	0	15
6	170	5	5	100	70	10	135	20	25	25	25	130
7	125	5	50	55	5	120	90	45	45	25	20	135
8	125	5	50	135	10	40	125	15	45	140	35	5
9	145	15	20	15	0	165	125	5	50	140	15	25
10	165	5	10	0	0	0	95	25	60	10	5	165
11	90	20	70	145	10	25	0	0	180	110	10	60
12	150	15	15	125	40	15	45	15	120	65	25	90
13	140	30	10	100	10	70	65	95	20	150	15	15
14	40	125	15	0	0	180	0	0	180	50	20	110
15	125	20	35	105	15	60	0	0	180	80	40	60
16	130	10	40	165	10	5	145	30	5	175	5	0
17	0	0	180	0	0	180	0	0	180	60	10	110
18	105	40	35	160	20	0	120	25	35	175	5	0
19	155	20	5	0	70	110	145	25	10	135	15	30
20				35	55	90	0	0	0			
21	0	0	180	160	10	10	135	20	25	165	10	5
22	0	0	180	0	5	175	60	30	90	85	20	75
23	175	5	0	5	15	160	120	35	25	160	5	15
24	100	25	55	95	25	60	75	15	90	0	180	0
25	125	15	40	140	20	20	125	15	40	85	30	65
26	155	5	20	110	40	30	5	45	130	140	40	0
27	105	55	20	155	15	10	155	5	20	65	40	75
28	140	35	5	165	10	5	95	35	50	65	10	105
29	125	10	45	145	20	15	60	15	105	50	5	125
30	105	0	75	80	10	90	100	10	70	155	15	10
31	0	0	180	90	25	65	175	0	5	145	25	10
32	125	20	35	5	15	160	135	20	25	0	180	0
33	115	65	0	25	20	135	55	115	10	115	15	50
34	90	15	75	0	0	180	0	35	145	0	120	60
35	140	5	35	0	35	145	85	10	85	175	5	0
36	170	10	0	95	20	65	50	35	95	55	30	95
37	0	0	180	0	0	180	170	5	5	145	20	15
38	40	135	5	130	35	15	125	30	25	150	10	20
39	0	0	180	170	5	5				155	5	20
40	65	25	90									

Tab. III.5.1: Motorische Aktivität – Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) im Versuchapparat 5h nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser bzw. Oxalsäure in Glycerin (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
1	0	0	175	5	0	0	45	60	75	0
2	0	5	50	125	0	0	10	70	100	0
3	0	0	100	80	0	0	80	25	75	0
4	0	25	25	130	0	0	30	45	55	50
5	0	10	130	40	0	0	5	175	0	0
6	0	70	20	90	0	0	70	20	90	0
7	0	160	20	0	0	0	160	20	0	0
8	0	35	65	80	0	0	35	65	80	0
9	0	35	130	15	0	0	35	130	15	0
10	0	75	75	25	0	0	75	75	25	0
11	35	0	110	35	0	0	35	40	105	0
12	25	0	120	35	0	5	0	0	175	0
13	10	0	25	145	0	0	0	5	175	0
14	40	75	40	25	0	0	10	75	95	0
15	55	0	5	120	0	0	0	135	45	0
16	0	15	145	20	0	0	0	10	170	0
17	10	0	155	15	0	0	0	60	120	0
18	105	0	5	70	0	0	0	5	175	0
19	0	0	125	55	0	90	0	70	20	0
20	0	0	35	145	0	155	0	25	0	0
21	0	25	80	75	0	0	0	15	135	5
22	35	20	110	15	0	180	0	0	0	0
23	0	0	20	125	35	165	0	10	5	0
24	0	80	85	15	0	175	0	5	0	0
25	0	0	175	5	0	0	0	10	170	0
26	0	15	160	5	0	5	35	140	0	0
27	0	60	120	0	0	0	5	170	5	0
28	135	0	45	0	0	0	0	180	0	0
29	10	10	155	5	0	20	0	160	0	0
30	0	125	55	0	0	0	0	150	30	0
31	10	0	145	25	0	0	0	5	175	0
32	0	10	170	0	0	60	0	60	60	0
33	0	25	85	70	0	120	0	30	30	0
34	15	0	160	5	0	40	0	135	5	0
35	0	0	110	70	0	0	0	130	50	0
36	0	0	155	25	0	10	0	10	160	0
37	0	5	95	80	0	0	35	145	0	0
38	0	0	120	60	0	5	0	45	125	0
39	0	5	160	15	0	30	25	115	10	0
40	10	5	20	115	0	165	0	5	10	0

Tab. III.5.2: Motorische Aktivität – Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) im Versuchapparat 5h nach Behandlung mit Glycerin bzw. Zuckerwasser (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
1	0	90	60	30	0	0	50	85	40	0
2	0	45	95	40	0	0	25	150	5	0
3	0	10	150	15	5	0	100	20	60	0
4	0	50	15	115	0	0	90	60	30	0
5	0	60	5	115	0	0	20	155	5	0
6	0	90	0	65	25	0	50	100	30	0
7	0	150	25	0	5	0	10	70	100	0
8	0	90	75	0	15	0	95	35	50	0
9	0	110	70	0	0	0	115	55	10	0
10	0	35	80	65	0	0	50	115	15	0
11	0	0	110	70	0	0	75	85	20	0
12	0	0	0	180	0	5	90	85	0	0
13	90	0	65	25	0	110	0	45	25	0
14	180	0	0	0	0	0	130	50	0	0
15	0	60	45	75	0	95	45	35	5	0
16	0	0	10	165	5	0	25	135	20	0
17	180	0	0	0	0	180	0	0	0	0
18	90	0	35	55	0	65	0	80	35	0
19	95	0	80	5	0	0	5	145	30	0
20	160	0	20	0	0	110	0	35	35	0
21	0	0	50	130	0	110	0	35	35	0
22	80	10	60	30	0	160	0	20	0	0
23	10	5	150	15	0	165	0	15	0	0
24	0	30	145	5	0	85	0	85	10	0
25	30	0	5	145	0	5	45	130	0	0
26	150	0	0	30	0	0	0	155	25	0
27	60	65	55	0	0	0	0	180	0	0
28	175	0	5	0	0	0	85	90	5	0
29	0	0	0	180	0	10	10	160	0	0
30	0	0	175	5	0	5	20	140	15	0
31	0	25	145	10	0	45	0	80	5	0
32	35	5	30	105	0	15	0	160	5	0
33	10	15	145	10	0	5	0	150	25	0
34	175	0	0	0	5	75	0	90	15	0
35	5	0	125	50	0	15	15	145	5	0
36	165	0	5	5	5	0	0	5	160	15
37	0	5	140	35	0	0	15	140	25	0
38	10	0	150	20	0	15	0	115	45	0
39	5	0	135	40	0	180	0	0	0	0

Tab. III.6.1: Motorische Aktivität – Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) im Versuchapparat 24h nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser bzw. Oxalsäure in Glycerin (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
1	0	20	150	Re	0	0	0	180	0	0
2	0	75	15	35	55	0	75	10	30	65
3	0	30	75	75	0	0	55	95	30	0
4	0	25	30	65	60	0	80	85	15	0
5	0	20	45	110	5	0	10	120	50	0
6	0	50	115	15	0	0	40	100	30	10
7	0	20	110	35	15	0	30	150	0	0
8	0	85	20	70	5	0	40	130	10	0
9	0	65	60	55	0	0	40	120	20	0
10	0	0	20	110	50					
11	0	50	115	5	10	0	10	130	40	0
12	0	0	140	40	0	0	0	55	120	5
13	0	25	30	125	0	5	40	40	40	55
14	0	0	5	175	0	0	0	10	170	0
15	0	0	105	75	0	0	0	155	25	0
16	5	0	90	40	0	115	0	60	5	0
17	175	0	5	0	0	0	0	5	175	0
18	30	0	115	35	0	0	0	25	35	120
19	0	0	45	135	0	0	0	60	115	0
20	0	0	65	115	0	0	0	135	45	0
21	0	5	100	75	0	10	5	140	25	0
22	0	0	55	125	0	0	0	120	60	0
23	0	70	70	35	5	0	40	130	10	0
24	0	0	180	0	0	0	25	100	55	0
25	0	40	125	0	0	0	0	125	55	0
26	0	0	180	0	0	0	0	180	0	0
27	0	0	155	25	0	0	0	155	25	0
28	0	0	180	0	0	0	0	180	0	0
29	0	65	115	0	0	0	65	115	0	0
30	0	0	180	0	0	0	0	180	0	0
31	0	25	115	40	0	0	10	70	100	0
32	0	5	115	60	0	10	0	150	20	0
33	0	0	145	35	0	0	0	175	5	0
34	0	15	150	15	0	50	0	130	0	0
35	0	25	135	20	0	0	10	165	5	0
36	0	0	0	170	10	10	0	140	30	0
37	0	0	170	10	0	0	0	110	70	0
38	20	0	95	65	0	25	0	0	155	0
39	0	0	160	20	0	50	0	20	110	0
40	0	0	10	60	0					

Tab. III.6.2: Motorische Aktivität – Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) im Versuchapparat 24h nach Behandlung mit Glycerin bzw. Zuckerwasser (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
1	0	35	120	25	0	0	105	50	20	5
2	0	35	55	80	10	0	120	5	55	0
3	0	40	80	40	20	0	35	135	5	0
4	0	90	45	25	20	0	60	65	30	25
5	0	110	40	10	20	0	75	85	15	5
6	0	0	45	130	5	0	35	105	20	20
7	0	95	70	15	0	0	45	125	10	0
8	0	85	80	15	0	0	45	0	130	5
9	0	25	150	5	0	0	0	130	50	0
10	0	0	180	0	0	0	25	120	10	25
11	0	0	160	20	0	5	65	80	30	0
12	0	0	45	135	0	0	0	100	80	0
13	0	0	30	150	0	0	0	95	85	0
14	0	5	5	170	0	0	80	35	65	0
15	155	0	25	0	0	0	15	110	15	5
16	130	0	10	40	0	0	0	60	120	0
17	0	5	70	105	0	85	0	80	15	0
18	0	0	165	15	0	0	0	130	50	0
19	115	0	65	0	0	0	5	175	10	0
20			0			0	0	0	0	0
21	0	0	180	0	0	10	0	170	0	0
22	0	5	140	35	0	0	0	180	0	0
23	15	10	145	10	0	25	0	155	0	0
24	5	5	170	0	0	0	0	175	5	0
25	0	0	95	85	0	0	0	165	15	0
26	0	5	175	0	0	0	0	65	115	0
27	0	0	160	20	0	0	0	180	0	0
28	0	0	5	175	0	180	0	0	0	0
29	0	0	10	170	0	0	0	60	85	5
30						35	0	145	0	0
31	0	0	180	0	0	5	0	95	80	0
32	0	5	150	25	0	0	0	165	15	0
33	0	5	175	0	0	70	0	25	85	0
34	55	0	120	5	0	25	0	10	145	0
35	60	5	110	5	0	0	25	145	10	0
36	15	0	0	165	0	10	0	45	75	50
37	0	0	0	180	0	85	0	10	80	5
38	115	0	65	0	0	0	0	170	10	0
39	180	0	0	0	0	0	0	80	100	0
40	20	0	135	25	0	30	0	145	5	0

Tab. III.7.1: Motorische Aktivität – Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) im Versuchapparat 48h nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser bzw. Oxalsäure in Glycerin (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
1	0	15	35	130	0	0	5	175	0	0
2	0	40	0	130	10	0	0	160	20	0
3	0	5	160	15	0	0	115	65	0	0
4	0	0	0	90	90	0	0	145	35	0
5	0	10	170	0	0	0	15	0	5	160
6	0	0	65	115	0	0	15	150	15	0
7	0	0	75	105	0	0	0	0	160	20
8	0	45	55	75	15	0	50	65	60	5
9	0	20	160	0	0	0	10	145	25	0
10	0	15	145	15	0	0	0	0	0	0
11	0	0	145	35	0	40	0	20	120	0
12	0	0	35	145	0	120	0	45	10	0
13	0	10	165	5	0	75	0	100	0	0
14	0	0	165	10	0	0	25	145	10	0
15	20	0	75	75	0	80	0	100	0	0
16	0	0	120	60	0	0	80	55	45	0
17	0	115	65	0	0	0	55	120	0	0
18	5	40	15	115	0	5	75	90	5	0
19	35	0	95	50	0	180	0	0	0	0
20	100	0	80	0	0	0	15	145	20	0
21	0	5	140	35	0	0	80	50	50	0
22	0	20	150	10	0	0	35	100	45	0
23	0	15	165	0	0	0	90	90	0	0
24	0	0	150	30	0	0	0	120	60	0
25	0	5	165	10	0	0	0	125	55	0
26	5	0	170	5	0	0	0	160	5	15
27	0	10	165	5	0	10	0	170	0	0
28	0	0	175	5	0	0	5	160	15	0
29	0	25	150	5	0	0	0	45	135	0
30	5	10	165	0	0	0	5	175	0	0
31	0	0	0	180	0	0	0	0	180	0
32	0	0	25	155	0	0	0	110	70	0
33	0	15	20	65	60	0	15	155	10	0
34	0	0	165	15	0	55	50	70	5	0
35	0	5	160	15	0	0	0	35	145	0
36	0	10	170	0	0	0	0	20	160	0
37	0	0	10	170	0	0	0	180	0	0
38	0	0	160	20	0	5	0	135	40	0
39	30	0	100	50	0	25	5	140	10	0
40	0	0	0	45	135					

Tab. III.7.2: Motorische Aktivität – Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) im Versuchapparat 48h nach Behandlung mit Glycerin bzw. Zuckerwasser (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
1	0	0	100	80	0	0	5	95	80	0
2	0	0	180	0	0	0	5	100	75	0
3	0	0	180	0	0	0	20	120	40	0
4	0	5	125	50	0	0	35	110	35	0
5	0	70	110	0	0	0	15	160	5	0
6	0	25	155	0	0	0	0	25	155	0
7	0	0	180	0	0	0	5	175	0	0
8	0	0	180	0	0	0	0	180	0	0
9	0	10	170	0	0	0	15	115	50	0
10	0	0	150	30	0	0	5	60	95	0
11	0	0	105	70	5	0	0	75	105	0
12	0	5	80	95	0	0	0	170	10	0
13	175	0	0	0	0	0	0	5	160	0
14	160	0	20	0	0	0	5	170	5	0
15	0	0	50	125	0	0	75	105	0	0
16	180	0	0	0	0	80	0	0	100	0
17	0	30	140	10	0	0	5	165	10	0
18	0	0	170	10	0	5	0	115	55	0
19	160	0	10	5	0	0	0	165	15	0
20	0	15	145	20	0	45	0	0	135	0
21	35	0	20	125	0	105	0	10	65	0
22	0	0	180	0	0	5	0	150	25	0
23	0	20	160	0	0	10	10	95	65	0
24	0	0	125	55	0	0	0	5	175	0
25	0	0	145	35	0	0	10	170	0	0
26	0	0	165	15	0	0	0	25	110	45
27	0	0	70	65	45	0	20	160	0	0
28	0	85	95	0	0	20	70	85	5	0
29	0	0	110	60	10	0	0	40	140	0
30	0	0	5	165	10	0	0	175	5	0
31	0	0	35	135	10	0	0	50	110	20
32	5	0	145	30	0	0	0	170	10	0
33	0	5	175	0	0	0	0	170	10	0
34	0	0	95	85	0	0	0	180	0	0
35	0	0	175	5	0	0	0	0	180	0
36	0	15	160	5	0	0	0	175	5	0
37	0	0	65	115	0	0	20	110	50	0
38	0	0	110	70	0	0	0	170	10	0
39	0	0	175	5	0					

Tab. III.8.1: Motorische Aktivität – Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) im Versuchapparat 72h nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser bzw. Oxalsäure in Glycerin (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
1	0	15	16	5	0	0	0	165	15	0
2	0	0	36	0	0	0	40	130	10	0
3	0	0	29	6	0	0	95	15	70	0
4	0	13	20	3	0	0	35	140	5	0
5	0	5	23	8	0					
6	0	0	36	0	0	0	0	5	170	5
7	0	25	11	0	0	0	120	35	25	0
8	0	0	20	16	0	0	5	160	15	0
9	0	0	33	3	0	0	55	20	90	15
10	0	0	10	3	23					
11	0	0	165	15	0	0	0	180	0	0
12	0	0	45	135	0	90	0	80	10	0
13	50	0	0	125	5	0	70	110	0	0
14	105	0	75	0	0	180	0	0	0	0
15	10	0	155	15	0	65	0	75	40	0
16	0	0	170	10	0	0	10	160	10	0
17	0	0	30	150	0	25	0	5	145	5
18	20	0	100	60	0	35	0	110	35	0
19	150	0	30	0	0	60	45	50	25	0
20			0			0	0	45	135	0
21	0	0	0	170	10	0	0	180	0	0
22	0	0	0	0	180	0	175	5	0	0
23	10	0	170	0	0	0	40	80	60	0
24	0	0	125	55	0	0	0	145	35	0
25	0	35	140	5	0	0	0	170	10	0
26	0	0	180	0	0	0	10	160	10	0
27	0	0	105	75	0	0	0	170	10	0
28	0	15	145	20	0	0	0	65	115	0
29	0	20	155	5	0	0	0	180	0	0
30	0	5	145	30	0	0	75	105	0	0
31	0	0	0	165	15	5	0	155	20	0
32	0	15	135	30	0	5	10	165	0	0
33	0	0	105	75	0	0	0	140	40	0
34	0	0	90	75	15	145	0	0	35	0
35	0	20	145	15	0	110	0	25	45	0
36	0	0	15	60	105	0	0	155	25	0
37	0	0	135	45	0	0	0	0	45	135
38	0	5	30	15	130	30	5	135	10	0
39	0	0	0	165	15	65	10	80	25	0
40	5	0	150	25	0					

Tab. III.8.2: Motorische Aktivität – Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) im Versuchapparat 72h nach Behandlung mit Glycerin bzw. Zuckerwasser (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

<i>n</i>	<i>Glycerin</i>					<i>Zuckerwasser</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
1	50	15	105	10	0	0	5	110	65	0
2	0	0	120	60	0	0	0	105	75	0
3	0	130	40	10	0	0	110	70	0	0
4	5	35	140	0	0	0	25	90	65	0
5	0	0	180	0	0	0	0	180	0	0
6	0	15	145	20	0	95	0	80	5	0
7	0	0	165	15	0	0	60	60	60	0
8	0	0	150	30	0	0	35	95	45	0
9	0	35	140	5	0	0	15	150	15	0
10	0	0	135	45	0	120	0	15	35	0
11	180	0	0	0	0	5	0	80	95	0
12	140	0	40	0	0	0	0	180	0	0
13	0	10	80	90	0	0	0	180	0	0
14	145	0	35	0	0	0	70	100	10	0
15	180	0	0	0	0	0	25	155	0	0
16	10	15	150	5	0	0	0	30	140	10
17	65	0	10	105	0	95	0	80	5	0
18	0	15	135	30	0	0	0	15	165	0
19	20	0	105	50	5	0	0	175	5	0
20	15	0	160	5	0	10	0	10	160	0
21	5	0	175	0	0	15	0	165	0	0
22	0	25	130	25	0	10	0	170	0	0
23	0	0	110	70	0	10	0	0	170	0
24	0	0	180	0	0	0	0	170	10	0
25	0	20	160	0	0	0	0	150	30	0
26	0	15	160	5	0	0	0	160	20	0
27	0	0	160	10	10	35	0	130	15	0
28	0	0	120	60	0	70	0	95	10	5
29	0	0	165	15	0	25	0	130	25	0
30	0	0	90	85	5	0	15	155	10	0
31	0	0	170	10	0	0	0	0	180	0
32	0	0	110	70	0	0	0	150	30	0
33	25	0	150	5	0	180	0	0	0	0
34	0	0	160	20	0	0	0	35	145	0
35	0	5	75	100	0	5	0	165	5	5
36	0	0	80	25	75	0	0	170	10	0
37	0	5	170	5	0	0	5	175	0	0
38						0	10	145	25	0

Tab. III.9 Motorische Aktivität – Aufenthalt (in Sekunden)t in den Ebenen (Obere=O, Mittlere=M, Untere=U) des Versuchapparates und Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) der Referenzbienen (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

<i>n</i>	<i>Ebenen</i>			<i>Verhalten</i>				
	<i>O</i>	<i>M</i>	<i>U</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
1	155	15	10	0	5	165	10	0
2	100	20	60	0	15	140	5	20
3	80	20	80	0	5	155	15	0
4	60	30	90	0	35	135	5	0
5	160	10	10	0	0	180	0	0
6	135	20	25	0	20	150	10	0
7	95	30	45	0	50	45	85	0
8	65	40	75	0	45	85	50	0
9	165	15	0	140	0	30	10	0
10	105	20	55	0	15	150	15	0
11	95	35	50	75	0	80	25	0
12	150	25	5	0	10	170	0	0
13	105	10	65	0	25	90	65	0
14	60	35	85	25	25	120	10	0
15	105	70	5	100	30	50	0	0
16	30	15	135	0	145	35	0	0
17	130	20	30	0	15	150	15	0
18	40	40	100	125	0	30	25	0
19	135	25	20	0	25	150	5	0
20	125	20	35	0	20	80	55	15
21	75	40	65	0	15	140	25	0
22	110	35	35	20	10	140	10	0
23	20	25	135	175	0	5	0	0
24	105	35	40	0	0	165	15	0
25	105	35	40	30	35	90	25	0
26	70	40	70	5	0	175	0	0
27	110	25	45	15	10	150	5	0
28	155	5	20	0	30	135	15	0
29	80	45	55	0	5	175	0	0
30	105	25	50	65	35	70	10	0
31	75	25	80	60	15	105	0	0
32	85	45	50	55	10	115	0	0
33	135	20	25	10	35	135	0	0
34	110	20	50	50	0	95	35	0
35	135	15	30	0	5	170	5	0

Tab. III.10.1 Mathematische Parameter für den Aufenthalt (in Sekunden)t in den Ebenen (Obere=O, Mittlere=M, Untere=U) des Versuchapparates

5h nach Behandlung												
Parameter	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin			Glycerin			Zuckerwasser		
	O	M	U	O	M	U	O	M	U	O	M	U
Quart 25	73,8	3,75	13,8	7,5	5	48,8	2,5	5	32,5	47,5	10	30
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	118	15	37,5	50	10	87,5	35	15	80	75	15	70
Max	180	95	180	180	180	180	175	180	180	165	180	180
Quart 75	145	25	86,3	100	21,3	130	118	30	150	118	27,5	105
24h nach Behandlung												
Parameter	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin			Glycerin			Zuckerwasser		
	O	M	U	O	M	U	O	M	U	O	M	U
Quart 25	82,5	5	10	55	10	11,3	25	7,5	22,5	45	8,75	10
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	133	10	25	95	20	60	75	15	50	115	15	42,5
Max	175	65	180	180	80	180	180	175	180	180	100	180
Quart 75	155	25	71,3	150	25	90	123	35	115	146	30	101
48h nach Behandlung												
Parameter	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin			Glycerin			Zuckerwasser		
	O	M	U	O	M	U	O	M	U	O	M	U
Quart 25	63,8	5	20	32,5	5	12,5	60	7,5	17,5	46,3	5	20
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	123	15	35	90	15	55	100	15	45	113	15	40
Max	175	180	180	180	100	180	170	180	180	175	155	180
Quart 75	146	25	76,3	143	20	125	133	25	87,5	140	28,8	67,5
72h nach Behandlung												
Parameter	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin			Glycerin			Zuckerwasser		
	O	M	U	O	M	U	O	M	U	O	M	U
Quart 25	75	5	12,5	2,5	5	10	51,3	10	25	55	10	11,3
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	125	15	35	95	10	60	95	17,5	50	113	15	27,5
Max	175	135	180	175	70	180	175	115	180	175	180	165
Quart 75	143	22,5	72,5	143	20	140	125	30	93,8	150	25	93,8

Tab. III.10.2 Mathematische Parameter für die Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) im Versuchapparat 72h nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser bzw. Glycerin (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

5h nach Behandlung										
<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
Quart 25	0	0	43,8	12,5	0	0	0	10	5	0
Min	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
Med	0	5	105	30	0	0	0	52,5	47,5	0
Max	135	160	175	145	35	180	160	180	175	50
Quart 75	10	25	145	80	0	22,5	31,3	130	109	0
24h nach Behandlung										
<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
Quart 25	0	0	45	15	0	0	0	60	5	0
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	0	0	108	40	0	0	0	120	30	0
Max	175	85	180	175	60	115	80	180	175	120
Quart 75	0	25	141	75	0	0	27,5	145	55	0
48h nach Behandlung										
<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
Quart 25	0	0	50	5	0	0	0	47,5	0	0
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	0	2,5	143	25	0	0	0	100	15	0
Max	100	115	175	180	135	180	115	180	180	160
Quart 75	0	15	165	78,8	0	2,5	20	145	52,5	0
72h nach Behandlung										
<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>					<i>Oxalsäure in Glycerin</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
Quart 25	0	0	19	3	0	0	0	35	10	0
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	0	0	40,5	15	0	0	0	110	20	0
Max	150	35	180	170	180	180	175	180	170	135
Quart 75	0	5	141	60	0	25	35	160	40	0

Tab. III.10.3 Mathematische Parameter für die Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) im Versuchapparat 72h nach Behandlung mit Glycerin bzw. Zuckerwasser (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

5h nach Behandlung										
<i>n</i>	<i>Glycerin</i>					<i>Zuckerwasser</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
Quart 25	0	0	5	5	0	0	0	35	5	0
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	0	0	52,5	30	0	5	10	85	15	0
Max	180	150	175	180	25	180	130	180	160	15
Quart 75	85	40	114	67,5	0	70	50	140	30	0
24h nach Behandlung										
<i>n</i>	<i>Glycerin</i>					<i>Zuckerwasser</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
Quart 25	0	0	35	1,25	0	0	0	57,5	8,75	0
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	0	0	80	20	0	0	0	97,5	17,5	0
Max	180	110	180	180	20	180	120	180	145	50
Quart 75	12,5	5	150	83,8	0	6,25	27,5	145	80	1,25
48h nach Behandlung										
<i>n</i>	<i>Glycerin</i>					<i>Zuckerwasser</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
Quart 25	0	0	68,8	0	0	0	0	45	5	0
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	0	0	125	10	0	0	0	110	35	0
Max	180	85	180	165	45	105	75	180	180	45
Quart 75	0	5	166	67,5	0	0	7,5	170	97,5	0
72h nach Behandlung										
<i>n</i>	<i>Glycerin</i>					<i>Zuckerwasser</i>				
	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
Quart 25	0	0	82,5	5	0	0	0	65	5	0
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med	0	0	135	10	0	0	0	110	15	0
Max	180	130	180	105	75	180	110	180	180	10
Quart 75	10	15	160	45	0	10	5	163	63,8	0

Tab. III.10.4 Mathematische Parameter für den Aufenthalt (in Sekunden) in den Ebenen (Obere=O, Mittlere=M, Untere=U) des Versuchapparates und die Dauer der gezeigten Verhaltensweisen (in Sekunden) der Referenzbienen (F = Fächeln, FI = Fliegen, L = Laufen, P = Putzen, T = Trägheit)

<i>5h nach Behandlung</i>								
<i>n</i>	<i>Ebenen</i>			<i>Verhalten</i>				
	<i>O</i>	<i>M</i>	<i>U</i>	<i>F</i>	<i>FI</i>	<i>I</i>	<i>P</i>	<i>T</i>
Quart 25	77,5	20	27,5	0	5	82,5	0	0
Min	20	5	0	0	0	5	0	0
Med	105	25	50	0	15	135	10	0
Max	165	70	135	175	145	180	85	20
Quart 75	133	35	67,5	40	27,5	150	20	0

Tab. III.11.1 Statistikwerte für den Aufenthalt in den Ebenen (Obere=O, Mittlere=M, Untere=U) des Versuchapparates

5h nach Behandlung					
<i>Behandlungsgruppe</i>	<i>Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=2)</i>		<i>Multi Comparison Procedure: Dunn's Method</i>		
	<i>H</i>	<i>p</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>Q</i>	<i>p≤0,05?</i>
Oxalsäure in Zuckerwasser	42,734	≤0,001	O vs. M	6,521	Ja
			O vs. U	3,145	Ja
			M vs. U	3,376	Ja
Oxalsäure in Glycerin	15,925	≤0,001	O vs. M	3,955	Ja
			O vs. U	2,154	Nein
			M vs. U	1,256	Nein
Glycerin	13,66	≤0,001	O vs. M	1,562	Nein
			O vs. U	2,004	Nein
			M vs. U	3,674	Ja
Zuckerwasser	25,228	≤0,001	O vs. M	4,67	Ja
			O vs. U	3,922	Ja
			M vs. U	0,256	Nein
24h nach Behandlung					
<i>Behandlungsgruppe</i>	<i>Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=2)</i>		<i>Multi Comparison Procedure: Dunn's Method</i>		
	<i>H</i>	<i>p</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>Q</i>	<i>p≤0,05?</i>
Oxalsäure in Zuckerwasser	33,875	≤0,001	O vs. M	5,768	Ja
			O vs. U	3,46	Ja
			M vs. U	1,025	Nein
Oxalsäure in Glycerin	27,187	≤0,001	O vs. M	5,385	Ja
			O vs. U	1,23	Nein
			M vs. U	2,925	Ja
Glycerin	16,303	≤0,001	O vs. M	28,385	Ja
			O vs. U	2,142	Nein
			M vs. U	3,23	Ja
Zuckerwasser	24,24	≤0,001	O vs. M	4,911	Ja
			O vs. U	1,286	Nein
			M vs. U	2,542	Ja

48h nach Behandlung					
<i>Behandlungsgruppe</i>	<i>Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=2)</i>		<i>Multi Comparison Procedure: Dunn's Method</i>		
	<i>H</i>	<i>p</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>Q</i>	<i>p≤0,05?</i>
Oxalsäure in Zuckerwasser	39,602	≤0,001	O vs. M	6,268	Ja
			O vs. U	3,515	Ja
			M vs. U	2,753	Ja
Oxalsäure in Glycerin	24,842	≤0,001	O vs. M	4,782	Ja
			O vs. U	1,217	Nein
			M vs. U	3,565	Ja
Glycerin	21,708	≤0,001	O vs. M	4,583	Ja
			O vs. U	1,611	Nein
			M vs. U	2,973	Ja
Zuckerwasser	27,851	≤0,001	O vs. M	39,974	Ja
			O vs. U	19,658	Ja
			M vs. U	20,289	Ja
72h nach Behandlung					
<i>Behandlungsgruppe</i>	<i>Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=2)</i>		<i>Multi Comparison Procedure: Dunn's Method</i>		
	<i>H</i>	<i>p</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>Q</i>	<i>p≤0,05?</i>
Oxalsäure in Zuckerwasser	28,925	≤0,001	O vs. M	5,363	Ja
			O vs. U	2,604	Ja
			M vs. U	2,759	Ja
Oxalsäure in Glycerin	15,843	≤0,001	O vs. M	3,523	Ja
			O vs. U	0,192	Nein
			M vs. U	3,523	Ja
Glycerin	27,716	≤0,001	O vs. M	5,034	Ja
			O vs. U	1,208	Nein
			M vs. U	3,826	Ja
Zuckerwasser	27,582	≤0,001	O vs. M	5,112	Ja
			O vs. U	3,545	Ja
			M vs. U	1,567	Nein
Referenzbienen	54,101	≤0,001	O vs. M	7,284	Ja
			O vs. U	4,454	Ja
			M vs. U	2,83	Ja

Tab. III.11.2 Statistikwerte für die Dauer der gezeigten Verhaltensweisen im Versuchapparat der Referenzbienen

5h nach Behandlung					
Verhalten	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=4)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
Fächeln	5,26	0,262	-----		
Fliegen	5,151	0,272	-----		
Laufen	15,674	0,003	OAS vs. OAG	Do not test	
			OAS vs. G	0,525	Nein
			OAS vs. K	Do not test	
			OAS vs. Ref	Do not test	
			OAG vs. G	Do not test	
			OAG vs. K	Do not test	
			OAG vs. Ref	0,238	Nein
			G vs. K	Do not test	
			G vs. Ref	3,168	Ja
			K vs. Ref	Do not test	
Putzen	17,089	0,002	OAS vs. OAG	Do not test	
			OAS vs. G	Do not test	
			OAS vs. K	Do not test	
			OAS vs. Ref	3,151	Ja
			OAG vs. G	Do not test	
			OAG vs. K	2,568	Nein
			OAG vs. Ref	42,566	Ja
			G vs. K	Do not test	
			G vs. Ref	1,423	Nein
			K vs. Ref	Do not test	
Trägheit	9,649	0,047	Do not test		
24h nach Behandlung					
Verhalten	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=4)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
Fächeln	12,368	0,015	Do not test		
Fliegen	7,338	0,119	-----		
Laufen	4,039	0,401	-----		

24h nach Behandlung					
Verhalten	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=4)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
Putzen	13,398	0,009	OAS vs. OAG	0,775	Nein
			OAS vs. G	1,26	Nein
			OAS vs. K	1,073	Nein
			OAS vs. Ref	3,477	Ja
			OAG vs. G	0,478	Nein
			OAG vs. K	0,284	Nein
			OAG vs. Ref	2,685	Nein
			G vs. K	0,201	Nein
			G vs. Ref	2,44	Nein
K vs. Ref	2,217	Nein			
Trägheit	6,104	0,191	-----		
48h nach Behandlung					
Verhalten	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=4)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
Fächeln	10,845	0,028	Do not test		
Fliegen	19,229	≤0,001	OAS vs. OAG	Do not test	
			OAS vs. G	Do not test	
			OAS vs. K	Do not test	
			OAS vs. Ref	2,36	Nein
			OAG vs. G	Do not test	
			OAG vs. K	Do not test	
			OAG vs. Ref	Do not test	
			G vs. K	Do not test	
			G vs. Ref	3,813	Ja
K vs. Ref	3,108	Ja			
Laufen	3,075	0,545	-----		
Putzen	3,653	0,059	-----		
Trägheit	2,302	0,68	-----		
72h nach Behandlung					
Verhalten	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=4)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method		
	H	p	Vergleich von	Q	p≤0,05?
Fächeln	5,965	0,202	-----		
Fliegen	10,751	0,03	Do not test		

72h nach Behandlung				
Verhalten	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=4)		Multi Comparison Procedure: Dunn's Method	
	H	p	Vergleich von	Q
Laufen	10,751	0,03	Do not test	
Putzen	0,909	0,244	-----	
Trägheit	7,294	0,121	-----	

Tab. IV.1.1 Vorversuch: Totenfall von 1 bis 4 Tage alten Jungbienen im Labor nach Behandlung mit Oxalsäure in Glycerin

Behandlungsalter	n	Totenfall nach			Absolut	In %
		24h	48h	72h		
1 Tag	36	25	6	2	32	88,89
2 Tage	29	9	2	8	19	65,52
3 Tage	29	7	4	2	13	44,83
4 Tage	29	0	9	2	11	37,93
Kontrollen	64	1	2	1	4	6,25

Tab. IV.1.2 Statistikwerte für den Totenfall von 1 bis 4 Tage alten Jungbienen im Labor nach Behandlung mit Oxalsäure in Glycerin: Vergleich der Altersgruppen miteinander bzw. mit der Kontrollgruppe (z-Test)

Vergleich von	z	p
1 Tag vs. 2 Tage	2,798	0,005
1 Tag vs. 3 Tage	4,913	≤0,001
1 Tag vs. 4 Tage	5,613	≤0,001
1 Tag vs. Kontrolle	8,921	≤0,001
2 Tage vs. 3 Tage	2,131	0,033
2 Tage vs. 4 Tage	2,887	0,004
2 Tage vs. Kontrolle	6,656	≤0,001
3 Tage vs. 4 Tage	0,593	0,553
3 Tage vs. Kontrolle	4,691	≤0,001
4 Tage vs. Kontrolle	4,011	≤0,001

Tab. IV.2.1 Anfangsverlust nach dem Einsatz ins Schauvolk

Durchgang 1				
<i>Behandlungsgruppen</i>	<i>n</i>	<i>Im Volk nach Einsatz</i>	<i>Verlust nach Einsatz</i>	<i>Verlust in %</i>
Oxalsäure in Glycerin	151	63	88	58,28
Glycerin	100	76	24	24
Kontrolle	100	89	11	11
Durchgang 2				
<i>Behandlungsgruppen</i>	<i>n</i>	<i>Im Volk nach Einsatz</i>	<i>Verlust nach Einsatz</i>	<i>Verlust in %</i>
Oxalsäure in Glycerin	151	21	133	86,1
Glycerin	100	67	33	33
Kontrolle	100	65	35	35

Tab. IV.2.2 Statistikwerte für den Anfangsverlust nach dem Einsatz ins Schauvolk: Vergleich der Gruppen miteinander (z-Test)

Durchgang 1		
<i>Vergleich von</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
OAG vs. G	5,177	≤0,001
OAG vs. K	7,333	≤0,001
G vs. K	2,233	≤0,001
Durchgang 2		
<i>Vergleich von</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
OAG vs. G	8,477	≤0,001
OAG vs. K	8,196	≤0,001
G vs. K	0,149	0,881

Tab. IV.3.1.1 Verhalten im Schauvolk für die mit Oxalsäure in Glycerin behandelten Bienen im Alter von 5 bis 13 Tagen: Anzahl der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Laufen	29	40	41	31	37	35	53	54	34
Putzen	26	19	25	23	21	36	17	23	8
Deckel-Nagen	29	32	23	22	8	4	6	9	13
Fächeln	3	0	0	0	0	0	2	1	0
Inspektion Brut	14	10	13	6	17	5	7	10	12
Brutpflege	0	1	0	0	1	1	1	0	0
Inspektion Honig	3	2	4	3	2	3	5	10	0
Futterverarbeitung	3	2	6	6	2	3	7	12	0
Wachsbearbeitung	0	0	0	0	0	0	0	1	6
Trägheit	9	38	40	48	24	33	17	11	21
Trophallaxis	4	8	3	2	6	6	2	7	4
Kontakt mit Königin	4	2	0	2	0	0	0	0	0
Inspektion Zelle	0	2	2	0	2	2	1	2	2
Zellreinigung	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Putzt andere Biene	0	1	0	0	0	0	0	1	1

Tab. IV.3.1.2 Verhalten im Schauvolk für die mit Oxalsäure in Glycerin behandelten Bienen im Alter von 14 bis 22 Tagen: Anzahl der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Laufen	39	37	40	21	20	40	30	27	44
Putzen	23	13	16	9	12	24	20	24	30
Deckel-Nagen	4	6	3	7	3	3	6	3	5
Fächeln	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inspektion Brut	6	1	6	2	1	1	1	0	0
Brutpflege	2	0	0	1	0	0	0	0	0
Inspektion Honig	0	5	2	0	0	0	0	0	0
Futterverarbeitung	0	6	2	0	0	0	0	0	0
Wachsbearbeitung	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Trägheit	10	17	16	6	10	23	33	13	19
Trophallaxis	9	1	2	3	1	5	4	9	2
Kontakt mit Königin	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inspektion Zelle	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Zellreinigung	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Putzt andere Biene	0	1	0	0	0	0	0	0	2

Tab. IV.3.1.3 Verhalten im Schauvolk für die mit Oxalsäure in Glycerin behandelten Bienen im Alter von 5 bis 13 Tagen: Relative Probability of task Performance (RPTP) der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Laufen	0,531	0,593	0,603	0,511	0,694	0,59	1,01	0,872	0,719
Putzen	0,784	0,464	0,606	0,625	0,649	1	0,534	0,612	0,279
Deckel-Nagen	1	0,894	0,638	0,684	0,283	0,127	0,216	0,274	0,518
Fächeln	0,984	0	0	0	0	0	0,683	0,289	0
Inspektion Brut	0,805	0,465	0,601	0,311	1,001	0,264	0,419	0,507	0,796
Brutpflege	0	0,354	0	0	0,448	0,403	0,455	0	0
Inspektion Honig	0,342	0,185	0,367	0,308	0,234	0,315	0,594	1	0
Futterverarbeitung	0,285	0,153	0,458	0,513	0,194	0,262	0,691	1	0
Wachsbearbeitung	0	0	0	0	0	0	0	0,126	0,992
Trägheit	0,208	0,712	0,745	1	0,569	0,703	0,41	0,225	0,561
Trophallaxis	0,342	0,554	0,206	0,154	0,526	0,473	0,178	0,528	0,395
Kontakt mit Königin	1,016	0,411	0	0,458	0	0	0	0	0
Inspektion Zelle	0	0,708	0,703	0	0,896	0,805	0,455	0,772	1
Zellreinigung	0	0	0	0	0	0,725	0	0	0
Putzt andere Biene	0	0,398	0	0	0	0	0	0,434	0,568

Tab. IV.3.1.4 Verhalten im Schauvolk für die mit Oxalsäure in Glycerin behandelten Bienen im Alter von 14 bis 22 Tagen: Relative Probability of task Performance (RPTP) der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Laufen	0,81	0,887	1	0,872	0,831	0,795	0,629	0,641	0,839
Putzen	0,787	0,513	0,659	0,616	0,821	0,786	0,69	0,938	0,942
Deckel-Nagen	0,157	0,271	0,141	0,548	0,235	0,112	0,237	0,134	0,18
Fächeln	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inspektion Brut	0,391	0,075	0,471	0,261	0,13	0,062	0,066	0	0
Brutpflege	0,992	0	0	0,992	0	0	0	0	0
Inspektion Honig	0	0,747	0,312	0	0	0	0	0	0
Futterverarbeitung	0	0,745	0,259	0	0	0	0	0	0
Wachsbearbeitung	0	0,375	0	0	0	0	0	0	0
Trägheit	0,263	0,515	0,506	0,315	0,525	0,578	0,874	0,39	0,458
Trophallaxis	0,873	0,112	0,234	0,582	0,194	0,465	0,392	0,998	0,178
Kontakt mit Königin	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inspektion Zelle	0,992	0	0,597	0	0	0	0	0	0
Zellreinigung	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Putzt andere Biene	0	0,644	0	0	0	0	0	0	1

Tab. IV.3.2.1 Verhalten im Schauvolk für die mit Glycerin behandelten Bienen im Alter von 5 bis 13 Tagen: Anzahl der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Laufen	37	52	47	46	43	50	52	73	51
Putzen	68	32	25	32	24	49	17	22	31
Deckel-Nagen	34	32	30	27	9	9	13	11	10
Fächeln	3	2	1	2	0	1	1	0	0
Inspektion Brut	25	23	14	14	17	9	9	9	8
Brutpflege	1	2	0	0	1	0	2	3	2
Inspektion Honig	5	5	4	2	16	8	7	16	0
Futterverarbeitung	5	7	7	4	16	11	11	23	4
Wachsbearbeitung	0	0	0	0	0	0	1	2	3
Trägheit	18	46	41	72	45	39	38	9	36
Trophallaxis	1	4	7	10	3	9	3	5	6
Kontakt mit Königin	1	4	4	0	2	1	0	0	0
Inspektion Zelle	2	1	4	1	2	3	2	3	0
Zellreinigung	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Putzt andere Biene	0	0	0	2	0	0	0	0	0

Tab. IV.3.2.2 Verhalten im Schauvolk für die mit Glycerin behandelten Bienen im Alter von 14 bis 22 Tagen: Anzahl der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Laufen	47	45	48	38	16	65	39	52	36
Putzen	27	19	22	19	9	59	23	39	30
Deckel-Nagen	12	9	8	6	11	11	5	9	1
Fächeln	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Inspektion Brut	7	7	9	0	2	1	3	1	0
Brutpflege	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Inspektion Honig	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Futterverarbeitung	2	1	1	0	2	0	0	0	0
Wachsbearbeitung	8	1	0	0	0	0	0	0	0
Trägheit	17	27	25	8	14	20	32	39	5
Trophallaxis	7	3	5	7	2	12	11	8	8
Kontakt mit Königin	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Inspektion Zelle	0	0	1	0	0	0	1	1	0
Zellreinigung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Putzt andere Biene	3	4	4	2	0	1	1	2	1

Tab. IV.3.2.3 Verhalten im Schauvolk für die mit Glycerin behandelten Bienen im Alter von 5 bis 13 Tagen: Relative Probability of task Performance (RPTP) der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Laufen	0,425	0,58	0,589	0,503	0,59	0,586	0,762	1	0,716
Putzen	1	0,457	0,401	0,448	0,421	0,735	0,319	0,386	0,557
Deckel-Nagen	1	0,917	0,966	0,759	0,317	0,271	0,49	0,387	0,361
Fächeln	0,985	0,638	0,358	0,626	0	0,335	0,419	0	0
Inspektion Brut	1	0,895	0,612	0,534	0,813	0,368	0,46	0,43	0,392
Brutpflege	0,274	0,532	0	0	0,327	0	0,699	0,98	0,669
Inspektion Honig	0,262	0,255	0,229	0,1	1,001	0,428	0,468	1,001	0
Futterverarbeitung	0,182	0,248	0,279	0,139	0,697	0,409	0,512	1,002	0,178
Wachsbearbeitung	0	0	0	0	0	0	0,123	0,231	0,354
Trägheit	0,262	0,651	0,652	1	0,783	0,58	0,707	0,157	0,642
Trophallaxis	0,057	0,22	0,433	0,54	0,203	0,52	0,217	0,338	0,415
Kontakt mit Königin	0,224	0,87	0,978	0	0,535	0,228	0	0	0
Inspektion Zelle	0,448	0,217	0,978	0,213	0,535	0,685	0,572	0,802	0
Zellreinigung	0	0	0	0	0,98	0	1	0	0
Putzt andere Biene	0	0	0	0,303	0	0	0	0	0

Tab. IV.3.2.4 Verhalten im Schauvolk für die mit Glycerin behandelten Bienen im Alter von 14 bis 22 Tagen: Relative Probability of task Performance (RPTP) der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Laufen	0,698	0,807	0,811	0,963	0,525	0,781	0,722	0,726	0,856
Putzen	0,513	0,436	0,476	0,616	0,378	0,908	0,545	0,697	0,914
Deckel-Nagen	0,458	0,415	0,347	0,391	0,928	0,34	0,238	0,323	0,061
Fächeln	0	0,513	0	0	0,939	0	0	0	0
Inspektion Brut	0,362	0,438	0,53	0	0,229	0,042	0,194	0,049	0
Brutpflege	0,354	0	0	0	0	0,286	0	0	0
Inspektion Honig	0	0	0,231	0	0	0	0	0	0
Futterverarbeitung	0,094	0,057	0,054	0	0,209	0	0	0	0
Wachsbearbeitung	1	0,151	0	0	0	0	0	0	0
Trägheit	0,32	0,614	0,536	0,257	0,583	0,305	0,751	0,691	0,151
Trophallaxis	0,512	0,265	0,416	0,875	0,324	0,711	1,003	0,551	0,938
Kontakt mit Königin	0	0,35	0	0	0	0	0	0	0
Inspektion Zelle	0	0	0,329	0	0	0	0,361	0,272	0
Zellreinigung	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Putzt andere Biene	0,616	0,993	0,935	0,701	0	0,166	0,256	0,386	0,329

Tab. IV.3.3.1 Verhalten im Schauvolk für die Kontrollen im Alter von 5 bis 13 Tagen: Anzahl der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Laufen	72	62	62	46	64	83	61	75	65
Putzen	63	26	32	26	20	61	31	27	39
Deckel-Nagen	48	45	35	36	13	17	18	18	28
Fächeln	9	0	3	2	3	0	1	1	2
Inspektion Brut	39	24	12	16	18	5	10	22	17
Brutpflege	1	1	2	0	1	1	2	4	0
Inspektion Honig	16	6	11	4	16	11	15	16	0
Futterverarbeitung	19	11	11	7	19	15	18	21	3
Wachsbearbeitung	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Trägheit	25	77	91	108	52	76	51	21	35
Trophallaxis	7	4	6	5	4	7	7	5	5
Kontakt mit Königin	4	3	0	3	2	1	0	0	1
Inspektion Zelle	3	13	9	3	11	6	1	4	6
Zellreinigung	0	0	0	0	2	0	1	1	1
Putzt andere Biene	2	2	1	0	0	1	1	3	3

Tab. IV.3.3.2 Verhalten im Schauvolk für die Kontrollen im Alter von 14 bis 22 Tagen: Anzahl der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Laufen	69	58	47	68	60	88	81	63	70
Putzen	38	26	22	31	35	65	38	66	47
Deckel-Nagen	12	19	20	16	18	14	13	25	7
Fächeln	2	2	0	2	1	0	1	0	0
Inspektion Brut	7	5	7	5	4	2	5	0	0
Brutpflege	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Inspektion Honig	0	5	5	0	0	0	0	0	0
Futterverarbeitung	0	6	6	0	0	4	0	0	0
Wachsbearbeitung	4	2	1	0	0	0	0	0	0
Trägheit	31	35	65	10	25	57	53	85	7
Trophallaxis	8	5	8	2	7	6	6	7	12
Kontakt mit Königin	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Inspektion Zelle	3	1	3	2	2	0	1	1	0
Zellreinigung	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Putzt andere Biene	1	3	7	3	2	3	8	1	3

Tab. IV.3.3.3 Verhalten im Schauvolk für die Kontrollen im Alter von 5 bis 13 Tagen: Relative Probability of task Performance (RPTP) der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Laufen	0,549	0,51	0,523	0,409	0,684	0,654	0,665	0,821	0,633
Putzen	0,86	0,383	0,484	0,415	0,383	0,862	0,605	0,53	0,68
Deckel-Nagen	0,991	1,003	0,8	0,868	0,377	0,363	0,532	0,534	0,739
Fächeln	1,003	0	0,37	0,26	0,469	0	0,159	0,16	0,285
Inspektion Brut	1,003	0,666	0,342	0,481	0,65	0,133	0,368	0,814	0,559
Brutpflege	0,176	0,19	0,39	0	0,247	0,182	0,504	1,012	0
Inspektion Honig	0,695	0,281	0,529	0,203	0,976	0,494	0,932	0,999	0
Futterverarbeitung	0,629	0,393	0,403	0,271	0,883	0,514	0,853	1	0,127
Wachsbearbeitung	0	0	0	0	0	0	0	0	0,986
Trägheit	0,198	0,659	0,799	1	0,579	0,623	0,578	0,239	0,354
Trophallaxis	0,372	0,229	0,353	0,31	0,298	0,384	0,532	0,382	0,339
Kontakt mit Königin	1,029	0,833	0	0,901	0,722	0,266	0	0	0,329
Inspektion Zelle	0,193	0,903	0,641	0,225	0,993	0,399	0,092	0,37	0,493
Zellreinigung	0	0	0	0	1,043	0	0,532	0,534	0,475
Putzt andere Biene	0,186	0,201	0,103	0	0	0,096	0,133	0,401	0,356

Tab. IV.3.3.4 Verhalten im Schauvolk für die Kontrollen im Alter von 14 bis 22 Tagen: Relative Probability of task Performance (RPTP) der beobachteten Verhaltensweisen pro Tag

Verhalten	Alter der Bienen in Tagen								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Laufen	0,718	0,681	0,558	0,999	0,818	0,742	0,82	0,532	0,83
Putzen	0,708	0,547	0,468	0,816	0,855	0,983	0,689	0,998	0,999
Deckel-Nagen	0,338	0,605	0,643	0,637	0,665	0,32	0,357	0,572	0,225
Fächeln	0,304	0,344	0	0,43	0,2	0	0,148	0	0
Inspektion Brut	0,246	0,198	0,28	0,248	0,184	0,057	0,171	0	0
Brutpflege	0,481	0	0	0	0	0	0	0	0
Inspektion Honig	0	0,335	0,338	0	0	0	0	0	0
Futterverarbeitung	0	0,306	0,309	0	0	0,147	0	0	0
Wachsbearbeitung	0,702	0,397	0,2	0	0	0	0	0	0
Trägheit	0,335	0,428	0,802	0,153	0,355	0,5	0,558	0,746	0,086
Trophallaxis	0,58	0,409	0,661	0,205	0,665	0,353	0,423	0,412	0,992
Kontakt mit Königin	0	0	0	0	0,461	0	0	0	0
Inspektion Zelle	0,263	0,099	0,3	0,248	0,23	0	0,085	0,071	0
Zellreinigung	0	0,573	0	0	0	0	0	0	0
Putzt andere Biene	0,127	0,43	1,013	0,538	0,333	0,309	0,988	0,103	0,434

Tab. IV.3.4 Statistikwerte für die Verhaltensweisen im Schauvolk: Vergleich der RPTP-Werte der Behandlungsgruppen miteinander (Kolmogorov-Smirnov-Test; n.s. = nicht signifikant)

<i>Verhalten</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>p</i>
Laufen	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	n.s.
Putzen	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	≤0,025
Deckel-Nagen	OAG vs. G	≤0,005
	OAG vs. K	≤0,005
	G vs. K	≤0,025
Inspektion Brut	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	n.s.
Brutpflege	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	n.s.
Inspektion Honig	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	≤0,025
Futterverarbeitung	OAG vs. G	≤0,025
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	≤0,025
Wachsbearbeitung	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	n.s.
Trägheit	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	n.s.
Trophallaxis	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	n.s.
Inspektion Zelle	OAG vs. G	≤0,005
	OAG vs. K	≤0,005
	G vs. K	≤0,05

Tab. IV.4.1 Anzahl und Relative Probability of Task Performance (RPTP) der Bienen in den Stockbereichen Brutnest, Honigraum und Randbereich pro Tag für die mit Oxalsäure in Glycerin behandelten Bienen

<i>Alter in Tagen</i>	<i>Anzahl Bienen im Bereich</i>			<i>RPTP</i>		
	<i>Rand</i>	<i>Honig</i>	<i>Brut</i>	<i>Rand</i>	<i>Honig</i>	<i>Brut</i>
5	13	15	117	0,186364	0,761905	0,984416
6	13	22	113	0,197727	0,7	0,994805
7	14	27	104	0,218182	0,880952	0,933766
8	12	27	99	0,204545	0,928571	0,928571
9	13	25	103	0,206818	0,828571	0,954545
10	13	25	97	0,220455	0,866667	0,936364
11	13	24	97	0,220488	0,852878	0,940105
12	15	15	90	0,284091	0,595238	0,974026
13	5	28	111	0,078914	0,925926	1,001082
14	19	17	74	0,392562	0,735931	0,873672
15	12	20	77	0,250209	0,873744	0,917431
16	6	19	64	0,153218	1,016586	0,933898
17	12	9	72	0,293255	0,460829	1,005446
18	13	4	38	0,53719	0,34632	0,897285
19	13	7	36	0,527597	0,595238	0,834879
20	35	5	70	0,72314	0,21645	0,826446
21	46	3	56	0,995671	0,136054	0,692641
22	25	1	63	0,638407	0,053505	0,919305

Tab. IV.4.2 Anzahl und Relative Probability of Task Performance (RPTP) der Bienen in den Stockbereichen Brutnest, Honigraum und Randbereich pro Tag für die mit Glycerin behandelten Bienen

<i>Alter in Tagen</i>	<i>Anzahl Bienen im Bereich</i>			<i>RPTP</i>		
	<i>Rand</i>	<i>Honig</i>	<i>Brut</i>	<i>Rand</i>	<i>Honig</i>	<i>Brut</i>
5	24	46	162	0,1027	0,1987	0,6986
6	13	47	153	0,1045	0,2104	0,6851
7	21	44	147	0,0998	0,2089	0,6913
8	27	38	155	0,121	0,1731	0,7059
9	25	44	148	0,114	0,2028	0,6832
10	17	10	149	0,082	0,1963	0,7217
11	21	41	137	0,310375	0,981096	0,809932
12	15	28	114	0,281004	0,849257	0,854253
13	16	34	119	0,278455	0,958016	0,828402
14	23	33	98	0,439267	1,020408	0,748663
15	14	34	118	0,248051	0,97533	0,836286
16	8	10	106	0,189753	0,384025	1,005693
17	12	12	112	0,259516	0,420168	0,968858
18	8	10	72	0,261438	0,529101	0,941176
19	11	10	47	0,475779	0,70028	0,813149
20	39	7	144	0,603715	0,175439	0,891641
21	39	4	73	0,988844	0,164204	0,740365
22	42	3	118	0,757849	0,087642	0,851678

Tab. IV.4.3 Anzahl und Relative Probability of Task Performance (RPTP) der Bienen in den Stockbereichen Brutnest, Honigraum und Randbereich pro Tag für die Kontrollen

<i>Alter in Tagen</i>	<i>Anzahl Bienen im Bereich</i>			<i>RPTP</i>		
	<i>Randber.</i>	<i>Honigraum</i>	<i>Brutnest</i>	<i>Randber.</i>	<i>Honigraum</i>	<i>Brutnest</i>
5	30	68	214	0,256316	0,749655	0,815714
6	25	42	242	0,217105	0,466897	0,931071
7	29	61	207	0,254474	0,707241	0,83119
8	24	81	188	0,216842	0,948621	0,764881
9	23	71	195	0,213421	0,847586	0,80131
10	27	82	178	0,246316	0,983103	0,739643
11	28	60	196	0,259451	0,728509	0,821596
12	19	55	134	0,240385	0,911804	0,766941
13	16	60	130	0,204394	1,004352	0,751271
14	16	48	169	0,180709	0,710374	0,863478
15	24	43	146	0,296516	0,696131	0,816007
16	21	23	134	0,310467	0,445564	0,896201
17	27	15	149	0,372003	0,270807	0,928696
18	17	7	130	0,290499	0,15674	1,004947
19	25	12	126	0,403616	0,253861	0,920245
20	67	5	185	0,686054	0,067087	0,856958
21	58	17	148	0,684447	0,262873	0,790092
22	99	4	155	1,009792	0,053462	0,715209

Tab. IV.4.4.1 Statistikwerte für den Aufenthalt der Bienen in den Stockbereichen Brutnest, Honigraum und Randbereich: Vergleich der RPTP-Werte der Behandlungsgruppen miteinander (Kolmogorov-Smirnov-Test; n.s. = nicht signifikant)

<i>Stockbereich</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>p</i>
Randbereich	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	n.s.
Honigraum	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	n.s.
Brutnest	OAG vs. G	n.s.
	OAG vs. K	n.s.
	G vs. K	n.s.

Tab. IV.4.4.2 Statistikwerte für den Aufenthalt der Bienen in den Stockbereichen Brutnest, Honigraum und Randbereich: Vergleich der RPTP-Werte der Nestbereiche miteinander (Kolmogorov-Smirnov-Test; n.s. = nicht signifikant)

<i>Behandlungsgruppe</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>p</i>
Oxalsäure in Glycerin	Randber. vs. Honigraum	n.s.
	Randber. vs. Brutnest	$\leq 0,005$
	Honigraum vs. Brutnest	$\leq 0,005$
Glycerin	Randber. vs. Honigraum	n.s.
	Randber. vs. Brutnest	$\leq 0,005$
	Honigraum vs. Brutnest	$\leq 0,005$
Kontrolle	Randber. vs. Honigraum	n.s.
	Randber. vs. Brutnest	$\leq 0,005$
	Honigraum vs. Brutnest	$\leq 0,005$

Tab. IV.5.1 Lebensdauer im Labor: Anzahl der Bienen in den Versuchskästchen und mathematische Parameter zum Alter der Bienen

<i>Tag nach Behandlung</i>	<i>Alter der Bienen</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Zuckerwasser</i>
1	5	187	193	172	170
2	6	110	41	168	166
3	7	80	23	167	166
4	8	73	8	162	164
5	9	42	0	135	161
6	10	39		131	160
7	11	33		130	160
8	12	30		130	160
9	13	19		129	155
10	14	10		123	155
11	15	5		81	154
12	16	4		78	151
13	17	4		77	151
14	18	4		75	147
15	19	4		69	138
16	20	3		64	118
17	21	3		59	48
18	22	3		58	44
19	23	3		58	44
20	24	3		57	42
21	25	3		57	42
22	26	3		57	42
23	27	2		46	40
24	28	2		44	39
25	29	2		41	35
26	30	0		38	31
27	31	0		32	20
28	32	0		32	20
29	33	0		32	20
30	34	0		0	0
Quart 25		8	5	26	20
Min		6	5	18	20
Med		8	5	30	29
Max		29	8	33	33
Quart 75		12	6	33	33

Tab. IV.5.2 Lebensdauer im Volk: Anzahl der Bienen im Schaukasten und mathematische Parameter zum Alter der Bienen

<i>Tag nach Behandlung</i>	<i>Alter der Bienen</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Zuckerwasser</i>
1	5	62	76	89
2	6	56	73	89
3	7	54	71	88
4	8	50	67	85
5	9	48	60	82
6	10	45	57	79
7	11	45	57	79
8	12	42	51	74
9	13	42	50	72
10	14	40	49	69
11	15	40	48	69
12	16	39	47	69
13	17	36	47	67
14	18	31	45	65
15	19	29	45	64
16	20	29	41	61
17	21	26	39	59
18	22	23	38	59
19	23	21	34	48
20	24	13	22	37
21	25	11	15	31
22	26	9	14	27
23	27	8	13	24
24	28	5	11	17
25	29	5	11	17
26	30	5	9	17
27	31	5	9	17
Quart 25		9	10,5	17
Min		5	5	6
Med		17,5	21,5	23
Max		31	31	31
Quart 75		23	24	27

Tab. IV.5.2.1 Statistikwerte für die Lebensdauer im Labor

Vergleich der Lebenskurven (Abnahme der Bienen über die Zeit)				
<i>Kaplan-Meier Survival Analysis:</i> Gehan Breslow (DF=3)		Vergleich von	<i>Multicomparison test: Holm Sidak</i> Method	
Statistik-Wert	p		Statistik-Wert	p
355,577	≤0,001	OAS vs. OAG	121,817	≤0,001
		OAS vs. G	151,608	≤0,001
		OAS vs. K	140,163	≤0,001
		OAG vs. G	131,234	≤0,001
		OAG vs. K	117,791	≤0,001
		G vs. K	1,793	0,181
Vergleich der Altersdaten				
<i>Kruskal-Wallis One ANOVA on Ranks</i> (DF=3)		Vergleich von	<i>Multicomparison test: Dunn's Method</i>	
H	p		Q	p≤0,05?
270,467	≤0,001	OAS vs. OAG	5,964	Ja
		OAS vs. G	8,405	Ja
		OAS vs. K	7,496	Ja
		OAG vs. G	13,845	Ja
		OAG vs. K	12,792	Ja
		G vs. K	1,024	Nein

Tab. IV.5.2.2 Statistikwerte für die Lebensdauer im Volk

Vergleich der Lebenskurven (Abnahme der Bienen über die Zeit)				
<i>Kaplan-Meier Survival Analysis:</i> Gehan Breslow (DF=2)		Vergleich von	<i>Multicomparison test: Holm Sidak</i> Method	
Statistik-Wert	p		Statistik-Wert	p
11,852	0,003	OAG vs. G	1,183	0,277
		OAG vs. K	11,523	≤0,001
		G vs. K	5,434	0,02
Vergleich der Altersdaten				
<i>Kruskal-Wallis One ANOVA on Ranks</i> (DF=3)		Vergleich von	<i>Multicomparison test: Dunn's Method</i>	
H	p		Q	p≤0,05?
11,838	0,003	OAG vs. G	1,081	Nein
		OAG vs. K	3,29	Ja
		G vs. K	2,301	Ja

Tab. V.1.1.1 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Flugdauer (Stunden:Minuten:Sekunden) der Bienen im Alter 11-18 Tage in Durchgang 1

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
1	00:05:42	00:01:28	00:03:08	00:00:19
2	00:01:37	00:02:41	00:01:32	00:09:12
3	00:00:00	00:02:35	00:00:39	00:01:37
4	00:01:48	00:01:07	00:03:36	00:02:16
5	00:01:43	00:01:43	00:02:58	00:00:44
6	00:06:42	00:01:37	00:02:34	00:02:00
7	00:02:42	00:02:59	00:02:05	00:02:58
8	00:02:36	00:03:47	00:00:44	00:05:19
9	00:03:13	00:02:47	00:02:14	00:05:06
10	00:01:08	00:04:39	00:01:14	00:01:20
11	00:03:41	00:01:56	00:00:00	00:01:35
12	00:01:54	00:01:49	00:02:26	00:02:59
13	00:01:38	00:03:55	00:01:45	00:02:35
14	00:05:48	00:12:25	00:11:37	00:02:53
15	00:02:53	00:17:29	00:02:36	00:04:54
16	00:03:04	00:04:35	00:24:00	00:11:55
17	00:02:38	00:00:01	00:06:24	00:00:22
18	00:00:00	00:05:07	00:03:18	00:07:29
19	00:00:14	00:47:49	00:01:12	00:13:59
20	00:01:47	00:04:01	00:01:40	00:00:00
21	00:02:21	00:01:54	00:01:56	00:01:43
22	00:02:40	00:01:41	00:03:17	00:02:06
23	00:03:50	00:01:25	00:04:53	00:20:18
24	00:03:08	00:01:18	00:20:27	00:00:54
25	00:01:57	00:03:15	00:12:09	00:04:10
26	00:01:32	00:02:34	00:02:40	00:00:38
27	00:01:52	00:02:46	00:05:16	00:01:31
28	00:02:11	00:03:33	00:01:50	00:02:19
29	00:01:36	00:07:03	00:02:25	00:02:03
30	00:00:58	00:02:44	00:01:35	00:02:28
31	00:10:37	00:00:31	00:01:17	00:02:13
32	00:00:03	00:01:01	00:03:59	00:01:36
33	00:16:35	00:03:19	00:00:25	00:35:25
34	00:03:49	00:03:00	00:42:27	00:51:11
35	00:23:48	00:03:19	00:03:55	00:38:19
36	00:00:30	00:00:03	00:00:30	00:21:07
37	00:06:20	00:01:26	00:02:30	00:01:31
38	00:24:20	00:01:05	00:01:23	00:08:24
39	00:03:25	00:04:14	00:01:49	00:00:05
40	00:10:32	00:08:40	00:10:59	00:12:53

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
41	00:09:45	00:14:41	00:01:20	00:01:54
42	00:08:29	00:21:32	00:03:58	00:00:10
43	00:01:54	00:00:53	00:01:47	00:01:36
44	00:20:21	00:02:32	00:01:42	00:02:21
45	00:00:50	00:09:18	00:01:28	00:02:04
46	00:04:26	00:56:18	00:03:43	00:18:23
47	00:02:03	00:00:09	00:02:32	00:00:00
48	00:09:55	00:13:45	00:01:43	00:01:50
49	00:02:05	00:35:50	00:01:18	00:01:51
50	00:00:02	01:02:10	00:15:56	00:01:40
51	00:01:57	00:51:14	00:02:55	00:02:00
52	00:05:24	01:03:43	00:02:41	00:04:29
53	00:00:05		00:02:39	00:04:54
54	00:15:15		00:02:05	00:01:50
55	00:03:23		00:24:05	00:01:59
56	00:01:13		00:00:44	00:02:27
57	00:04:04		00:01:40	00:03:00
58	00:08:27		00:01:43	00:01:45
59	00:07:17		00:01:46	00:12:18
60	00:02:33		00:01:45	00:01:25
61	00:02:08		00:02:21	00:07:02
62	00:00:53		00:01:28	00:26:14
63	00:02:25		00:02:21	00:01:32
64	00:02:09		00:05:33	00:06:57
65	00:00:42		00:01:58	00:14:15
66	00:00:05		00:00:05	00:01:30
67	00:18:09		00:01:31	00:03:03
68	00:10:26		00:01:53	00:10:35
69	00:35:26		00:03:22	00:02:00
70	00:03:29		00:03:43	00:01:53
71	00:08:12		00:14:04	00:00:01
72	00:03:50		00:01:18	00:11:52
73	00:01:36		00:01:00	00:00:47
74	00:00:39		00:00:13	00:04:40
75	00:03:19		00:01:19	00:01:30
76	00:04:54		00:15:06	00:00:06
77	00:01:00		00:10:16	00:02:54
78	00:07:08		00:11:09	00:04:57
79	00:09:36		00:02:25	00:05:33
80	00:01:29		00:00:02	00:03:59
81	00:05:04		00:01:06	00:02:23
82	00:48:50		00:11:26	00:12:42
83	00:25:07		00:02:01	00:00:41

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
84	00:00:05		00:02:49	00:13:53
85	00:00:02		00:01:22	00:12:58
86	00:01:07		00:05:33	00:05:50
87	00:02:42		00:01:37	00:01:25
88	00:02:02		00:03:07	00:00:45
89	00:16:08		00:02:53	00:01:32
90	00:00:38		00:03:22	00:04:51
91	00:21:30		00:09:44	00:08:20
92	00:01:47		00:02:13	00:02:40
93	00:02:27		00:10:30	00:01:01
94	00:02:08		00:08:12	00:02:51
95	00:29:58		00:07:55	00:02:20
96	00:04:20		00:19:13	00:26:55
97	00:02:42		00:00:01	00:00:04
98	00:56:56		00:22:37	00:02:06
99	00:34:07		00:01:43	00:23:06
100	00:02:39		00:03:48	00:00:02
101	00:35:42		00:00:53	00:35:20
102	00:53:26		00:01:20	00:00:02
103	01:24:11		00:02:53	00:38:45
104	01:00:35		00:10:52	00:02:08
105			00:01:43	00:01:42
106			00:01:41	00:02:36
107			00:01:49	00:04:23
108			00:05:48	00:02:22
109			00:10:42	00:04:31
110			00:01:16	00:14:51
111			00:00:56	00:03:22
112			00:02:08	00:34:41
113			00:01:31	00:30:00
114			00:03:33	00:44:58
115			00:01:22	00:47:26
116			00:03:44	00:09:51
117			00:00:29	00:02:44
118			00:03:04	00:19:27
119			00:03:05	00:26:40
120			00:00:08	00:00:35
121			00:00:08	00:05:01
122			00:01:00	00:39:06
123			00:00:44	01:02:32
124			00:21:59	01:15:24
125			00:01:21	
126			00:03:19	

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
127			00:14:55	
128			00:00:31	
129			00:02:27	
130			00:01:03	
131			00:01:43	
132			00:20:15	
133			00:02:29	
134			00:48:37	
135			00:58:40	
136			00:01:41	
137			01:04:06	
138			01:09:11	
139			01:17:03	
140			01:02:25	
141			01:09:28	
142			01:24:59	
Quart 25	00:01:42	00:01:40	00:01:29	00:01:37
Min	00:00:00	00:00:01	00:00:00	00:00:00
Med	00:02:42	00:02:59	00:02:26	00:02:42
Max	01:24:11	01:03:43	01:24:59	01:15:24
Quart 75	00:08:16	00:07:27	00:05:29	00:10:02

Tab. V.1.1.2 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Flugdauer (Stunden:Minuten:Sekunden) der Bienen im Alter ab 19 Tagen in Durchgang 1

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
1	00:01:21	00:16:53	00:00:37	00:22:56
2	00:03:18	00:08:14	00:01:27	00:27:00
3	00:04:09	00:01:21	00:01:17	00:26:19
4	00:01:25	00:02:03	00:01:24	00:04:54
5	00:01:22	00:01:06	00:01:43	00:53:08
6	00:30:42	00:00:51	00:02:39	00:02:09
7	01:00:15	00:51:24	00:00:32	00:08:34
8	00:14:03	00:00:03	00:16:46	00:09:12
9	00:02:37	00:02:54	00:15:50	00:16:27
10	00:19:21	00:27:59	00:15:05	00:21:36
11	00:33:05	00:22:15	00:20:29	00:01:21
12	00:03:24	00:31:02	00:27:43	00:25:43
13	00:09:16	00:20:25	01:09:36	00:32:26
14	00:33:03	00:00:01	00:07:18	00:00:02
15	00:38:55	00:24:55	00:04:58	00:33:50

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
16	00:45:48	00:32:25	00:04:11	00:02:35
17	01:25:20		00:01:21	00:07:36
18	01:17:56			00:03:09
19	00:44:58			00:01:15
20	00:00:00			00:12:30
21	00:14:31			00:01:27
22	00:35:03			00:32:01
23	00:26:51			00:07:13
24	01:20:17			00:02:01
25	01:11:47			00:06:22
26	00:29:13			00:14:18
27	00:11:02			00:47:24
28	00:30:42			
29	01:00:15			01:02:33
30	00:14:03			00:19:40
31	01:02:19			00:12:53
32	00:00:07			00:25:38
33	00:06:31			00:00:00
34				
35	01:21:56			00:31:22
36				00:04:30
37				00:02:34
38				00:00:00
39				01:25:22
Quart 25	00:04:45	00:01:17	00:01:24	00:02:35
Min	00:00:00	00:00:01	00:00:32	00:00:00
Med	00:28:02	00:12:34	00:04:11	00:12:30
Max	01:25:20	00:51:24	01:09:36	01:25:22
Quart 75	00:45:36	00:25:41	00:15:50	00:26:19

Tab. V.1.2.1 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Flugdauer (Stunden:Minuten:Sekunden) der Bienen im Alter 11 bis 18 Tagen in Durchgang 2

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
1	00:00:39	00:27:05	00:36:57	00:15:07
2	00:18:17	00:01:33	00:02:25	00:01:05
3	00:05:55	00:09:13	00:00:00	00:21:55
4	00:23:31	00:04:53	00:02:53	00:00:43
5	00:07:45	00:02:24	00:02:09	00:01:44
6	00:00:56	00:00:00	00:02:13	00:05:51
7	00:00:59	00:10:26	00:00:45	00:00:18
8	00:00:00	00:01:46	00:00:00	00:00:36
9	00:01:20	00:01:37	00:02:09	00:03:20
10	00:02:58	00:03:08	00:01:28	00:01:34
11	00:00:50	00:00:47	00:00:00	00:02:05
12	00:02:44	00:00:14	00:02:35	00:01:30
13	00:00:00	00:03:47	00:02:01	00:01:19
14	00:21:18	00:01:53	00:03:01	00:05:54
15	00:06:21	00:38:05	00:00:00	00:00:38
16	00:02:00	00:08:19	00:18:29	00:03:52
17	00:10:23	00:03:00	00:02:49	00:00:16
18	00:00:12	00:12:10	00:01:10	00:04:29
19	00:04:06	00:02:32	00:01:08	00:02:55
20	00:02:45	00:07:24	00:37:39	00:00:55
21	00:02:13	00:01:07	00:00:02	00:05:02
22	00:02:09	00:31:18	00:00:26	00:02:26
23	00:01:24	00:05:01	00:01:58	00:01:06
24	00:01:23	00:02:20	00:00:46	00:01:45
25	00:01:46	00:02:06	00:13:33	00:01:37
26	00:01:46	00:02:41	00:03:51	00:01:18
27	00:11:15	00:39:43	00:01:20	00:14:39
28	00:01:23	00:44:46	00:02:23	00:01:32
29	00:09:19	00:06:41	00:05:24	00:00:08
30	00:02:01	00:41:19	00:01:54	00:00:44
31	00:01:36	00:02:36	00:01:22	00:29:40
32	00:01:44	00:43:13	00:03:06	00:03:21
33	00:02:43	00:43:11	00:01:43	00:02:06
34	00:03:57	00:06:14	00:30:06	00:02:10
35	00:06:53	00:07:23	00:00:11	00:05:04
36	00:01:42	00:45:56	00:01:21	00:02:43
37	00:15:15	00:10:12	00:01:51	00:01:42
38	00:01:11	00:12:09	00:00:31	00:03:13
39	00:20:28	00:01:12	00:00:31	00:03:02
40	00:05:46	00:07:33	00:02:05	00:01:47

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
41	00:03:39	00:37:26	00:14:51	00:02:49
42	00:00:15		00:02:02	00:01:07
43	00:06:27		00:02:20	00:02:00
44	00:01:09		00:03:33	00:01:34
45	00:00:04		00:08:11	00:01:53
46	00:00:53		00:01:52	00:10:01
47	00:01:51		00:01:44	00:01:27
48	00:12:05		00:02:33	00:01:16
49	00:04:14		00:00:32	00:01:06
50	00:03:24		00:28:43	00:05:19
51	00:00:36		00:00:01	00:01:19
52	00:05:28		00:04:14	00:00:56
53	00:01:55		00:01:18	00:02:40
54	00:00:35		00:43:51	00:02:34
55	00:09:12		00:00:49	00:00:05
56	00:00:56		00:00:24	00:01:09
57	00:08:23		00:19:38	00:16:13
58	00:13:13		00:02:03	00:02:42
59	00:01:12		00:03:43	00:01:32
60	00:05:37		00:01:26	00:00:14
61	00:00:38		00:10:14	00:03:15
62	00:02:50		00:01:23	00:03:55
63	00:01:49		00:03:03	00:02:09
64	00:04:48		00:02:58	00:00:50
65	00:02:48		00:08:21	00:00:43
66	00:00:21		00:01:16	00:11:44
67	00:01:37		00:04:18	00:02:05
68	00:01:24		00:03:39	00:01:25
69	00:01:54		00:01:47	00:27:14
70	00:01:00		00:27:29	00:34:15
71	00:01:51		00:33:25	00:00:37
72	00:00:01		00:48:29	00:24:39
73	00:02:38		00:00:03	00:07:34
74	00:01:15		00:00:01	00:32:50
75	00:00:01		00:03:11	00:03:36
76	00:02:10		00:04:18	00:03:08
77	00:03:26		00:06:57	00:08:18
78	00:01:59		00:05:05	00:01:40
79	00:05:03		00:13:57	00:10:02
80	00:02:51		00:27:42	00:01:53
81	00:01:01			00:02:28
82	00:01:03			00:02:24
83	00:20:58			00:01:08

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
84	00:01:22			00:07:02
85	00:01:46			00:01:42
86	00:05:00			00:02:58
87	00:16:01			00:00:57
88	00:35:23			00:02:24
89	00:04:06			00:01:41
90	00:02:23			00:00:15
91	00:06:19			00:03:57
92	00:11:12			00:03:48
93	00:38:53			00:03:56
94	00:02:39			00:04:39
95	00:00:27			00:04:13
96	00:27:45			00:03:59
97	00:01:17			00:04:04
98	00:11:51			00:02:02
99	00:00:12			00:01:06
100	00:00:18			00:01:50
101	00:04:01			00:03:38
102	00:25:10			00:01:13
103	00:37:09			00:11:07
104	00:00:07			00:02:07
105	00:01:50			00:40:22
106	00:02:11			01:00:10
107	00:02:11			00:53:11
108	00:13:14			00:00:32
109	00:00:05			00:00:58
110	00:00:03			00:01:22
111	00:00:28			00:17:46
112	00:00:10			00:00:58
113	00:00:32			00:00:02
114	00:00:37			00:00:52
115	00:43:57			00:00:22
116	00:00:10			00:20:45
117	00:12:32			00:01:17
118	00:00:06			00:02:19
119	00:01:21			00:00:04
120	00:00:03			00:16:38
121	00:06:18			00:01:17
122	00:01:13			00:07:13
123	00:14:32			00:00:01
124	00:27:14			00:01:20
125	00:27:07			00:01:23
126	00:22:17			00:20:55

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
127	00:02:37			00:14:57
128	00:01:02			00:20:48
129	00:09:47			00:01:07
130	00:27:37			00:11:53
131	00:00:52			00:05:26
132	00:44:00			00:01:59
133	00:11:50			00:01:54
134	00:05:35			00:00:33
135	01:03:00			00:02:08
136				00:01:51
137				00:02:13
138				00:05:08
139				00:30:16
140				00:00:29
141				00:00:48
142				00:10:42
143				00:04:12
144				00:00:01
145				00:03:03
146				00:01:57
147				00:01:53
148				00:02:05
149				00:01:57
150				00:18:35
151				00:05:56
152				00:00:04
153				00:06:17
154				00:19:25
155				00:18:59
156				00:02:16
157				00:02:02
158				00:12:48
159				00:00:17
160				00:11:39
161				00:01:54
162				00:06:55
163				00:04:56
164				00:00:15
165				00:02:14
166				00:01:36
167				00:00:05
168				00:00:37
169				00:24:35

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
170				00:03:42
171				00:02:18
172				00:01:28
173				00:45:35
174				00:18:16
175				00:01:23
176				00:01:33
177				00:00:59
178				00:01:58
179				00:01:07
180				00:20:10
181				00:21:58
182				00:00:20
183				00:04:10
184				00:17:13
185				00:00:55
186				00:02:35
187				00:13:58
188				00:11:10
189				00:28:38
190				00:17:08
191				00:00:15
192				00:11:00
193				00:01:37
194				00:24:15
195				00:01:25
196				00:01:05
197				00:00:10
198				00:01:07
199				00:17:14
200				00:00:20
201				00:15:41
202				00:09:32
203				00:10:40
204				00:05:19
205				00:00:30
206				00:53:45
207				00:17:13
208				00:08:00
209				00:01:50
210				00:04:01
211				00:28:10
212				00:21:16

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
213				00:10:08
214				00:19:48
215				00:01:32
216				00:00:01
217				00:03:17
218				00:13:26
Quart 25	00:01:02	00:02:20	00:01:18	00:01:17
Min	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:01
Med	00:02:11	00:06:14	00:02:11	00:02:15
Max	01:03:00	00:45:56	00:48:29	01:00:10
Quart 75	00:07:19	00:12:10	00:04:30	00:07:54

Tab. V.1.2.2 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Flugdauer (Stunden:Minuten:Sekunden) der Bienen im Alter ab 19 Tagen in Durchgang 2

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
1	00:08:06	00:12:27		00:01:11
2	00:11:37	00:08:39		00:16:17
3	00:13:36	00:05:53		00:02:50
4	00:18:13	00:00:02		00:07:59
5	00:06:00	00:15:10		00:00:13
6	00:00:49	00:06:41		00:35:53
7	00:37:41	00:01:24		00:02:02
8	00:22:02	00:00:40		00:23:32
9	00:00:08	00:01:26		00:30:52
10	00:01:54	00:02:33		00:22:13
11	00:46:18	00:01:50		00:12:33
12	00:01:24	00:15:58		00:07:46
13	00:24:06	00:02:16		00:01:01
14	00:10:35	00:10:43		00:10:25
15	00:03:47	00:05:07		00:00:09
16	00:14:47	00:24:49		00:08:23
17	00:09:31	01:39:21		00:10:17
18	00:14:33	00:43:30		00:01:40
19	00:30:00	00:27:48		00:33:26
20	00:13:46	01:05:18		00:57:30
21	00:55:28	00:47:36		00:24:56
22	00:14:22	00:41:41		00:03:50
23	00:14:36	00:00:47		00:04:27
24	00:52:28	00:00:02		00:07:43
25	00:00:22	00:01:00		00:03:36
26	00:00:34	00:43:06		00:20:14

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
27	00:13:34	00:01:12		00:02:35
28	00:19:57	00:10:46		00:01:31
29	00:39:52			00:09:45
30	00:15:33	00:07:21		00:37:48
31	00:05:33			00:34:29
32	00:28:13			00:06:03
33	00:24:58	00:41:57		00:11:28
34	00:18:53			00:30:29
35	00:18:41	00:42:21		01:38:16
36	00:05:53	01:32:47		01:01:45
37	00:03:47			00:42:43
38	00:14:47	00:43:30		00:49:41
39	00:09:31	00:27:48		01:01:51
40	00:14:33	01:05:18		01:07:35
41	00:03:35			00:16:55
42	00:04:02			00:24:00
43	00:01:53			01:02:51
44	00:07:18			00:58:50
45	00:05:02			00:28:50
46	00:12:33			00:11:19
47	00:03:17			00:05:23
48	00:34:06			00:21:12
49	00:16:21			00:27:53
50	00:05:52			01:21:31
51	00:13:42			00:01:41
52	00:15:20			00:05:11
53	00:22:24			00:07:07
54	00:18:26			00:12:46
55	00:09:27			00:01:26
56	00:00:25			00:02:01
57	00:20:36			00:19:55
58	00:20:07			00:43:55
59	00:22:09			00:00:06
60	01:35:39			00:22:48
61	00:13:59			00:33:02
62	00:15:13			00:31:33
63	00:58:18			00:20:54
64	00:41:35			00:16:56
65	00:49:11			00:43:04
66				00:14:11
67				00:05:48
68				01:13:25
69				00:08:38

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
70				00:00:02
71				00:04:02
72				00:58:03
73				00:41:06
74				01:05:48
75				01:22:30
76				00:27:59
77				00:00:26
78				00:02:43
79				00:48:21
80				00:06:27
81				00:20:55
82				00:27:43
83				00:00:20
84				00:27:43
85				00:15:29
86				00:47:09
87				00:54:00
88				00:00:21
89				00:04:47
90				01:04:12
91				00:02:30
92				01:19:14
93				00:41:30
94				00:06:23
95				00:02:27
96				00:12:56
97				00:11:28
98				00:30:29
99				01:01:45
100				00:42:43
101				00:49:41
102				01:01:51
103				01:07:35
104				00:16:55
105				01:02:51
106				00:24:00
107				00:58:50
108				00:28:50
109				00:11:19
110				00:02:36
111				00:16:01
112				00:02:26

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
113				00:10:41
114				00:11:33
115				00:02:33
116				00:01:46
117				00:58:53
118				00:08:29
119				00:00:01
120				00:29:39
121				00:38:20
122				00:39:42
123				00:32:04
124				00:32:56
125				00:03:02
126				00:05:57
127				00:10:43
128				00:11:00
129				00:17:08
130				01:23:21
131				01:13:43
132				00:01:51
133				00:11:42
134				00:01:36
135				00:06:33
136				00:25:08
137				00:57:44
138				
139				00:57:29
140				00:00:00
141				00:39:06
142				01:22:24
143				00:55:11
144				00:30:27
145				01:06:41
146				01:21:05
147				01:18:58
148				01:12:49
149				01:10:57
150				00:46:45
151				00:19:57
152				01:20:37
153				01:24:13
154				00:55:30
155				00:52:34

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
156				01:02:37
157				00:00:05
158				00:48:28
159				00:47:11
160				00:59:52
161				00:46:49
162				00:35:17
163				00:20:30
164				00:39:36
165				00:07:36
166				00:00:06
167				01:08:18
168				00:00:41
169				00:16:36
170				01:26:34
171				01:02:29
172				01:19:36
173				01:14:29
174				00:02:51
175				01:11:49
176				00:44:00
177				00:46:20
178				01:16:13
179				01:04:47
180				01:08:20
181				01:00:47
182				01:08:41
183				01:04:05
184				01:17:20
185				01:21:24
Quart 25	00:05:53	00:02:03		00:06:58
Min	00:00:08	00:00:02		00:00:00
Med	00:14:33	00:10:46		00:26:26
Max	01:35:39	01:39:21		01:38:16
Quart 75	00:22:02	00:42:09		00:57:34

Tab. V.1.3.1 Statistikwerte für die Flugdauer der Bienen in Durchgang 1: Vergleich der Behandlungsgruppen miteinander

Alter	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=3)		Vergleich von	Multicomparison test: Dunn's Method	
	H	p		Q	p≤0,05?
11-18 Tage	2,618	0,454	-----		
Ab 19 Tage	8,982	0,03	OAS vs. OAG	1,98	Nein
			OAS vs. G	2,751	Ja
			OAS vs. K	1,757	Do not test
			OAG vs. G	0,622	Do not test
			OAG vs. K	0,611	Do not test
			G vs. K	1,364	Nein

Tab. V.1.3.2 Statistikwerte für die Flugdauer der Bienen in Durchgang 2: Vergleich der Behandlungsgruppen miteinander

Alter	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=3)		Vergleich von	Multicomparison test: Dunn's Method	
	H	p		Q	p≤0,05?
11-18 Tage	10,832	0,013	OAS vs. OAG	3,065	Ja
			OAS vs. G	0,203	Do not test
			OAS vs. K	0,456	Do not test
			OAG vs. G	2,995	Do not test
			OAG vs. K	2,981	Ja
			G vs. K	0,601	Nein
Ab 19 Tage	11,488	0,003	OAS vs. OAG	0,127	Nein
			OAS vs. K	2,981	Ja
			OAG vs. K	2,188	Ja

Tab. V.2.1 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Anzahl der Ausflüge pro Biene in Durchgang 1

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
1	1	1	1	1
2	1	3	2	3
3	1	1	2	2
4	1	2	1	1
5	1	1	1	1
6	2	1	1	2
7	4	1	1	2
8	2	4	1	5
9	6	1	1	5
10	1	1	2	8
11	4	3	1	5
12	1	1	1	2
13	1	1	1	3
14	3	1	1	1
15	1	1	1	2
16	3	1	1	2
17	3	1	1	2
18	4	2	1	1
19	5	1	1	3
20	2	1	1	2
21	1	2	1	4
22	2	2	2	1
23	1	2	2	1
24	1	1	3	2
25	3	1	2	3
26	1	1	1	3
27	1	5	4	4
28	1	4	2	4
29	1	4	1	1
30	1	1	1	0
31	1	1	1	1
32	4	1	1	3
33	3	1	1	1
34	3	1	1	1
35	2	2	1	1
36	3	1	1	1
37	1	2	3	1
38	2	1	7	1
39	2	1	2	1
40	2	1	2	1

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
41	3	2	3	1
42	1	3	5	1
43	2	4	1	1
44	1		1	1
45	2		1	3
46	1		1	2
47	1		1	5
48	3		1	1
49	1		1	1
50	1		2	1
51	2		2	4
52	3		1	2
53	5		1	1
54	2		1	9
55	5		1	1
56	1		5	1
57	2		2	3
58	4		2	1
59	1		4	1
60	1		2	1
61	1		3	1
62	3		1	2
63	2		2	5
64	1		1	3
65	4		2	2
66	2		1	2
67	7		1	1
68	1		1	2
69	1		4	1
70	2		2	1
71			2	2
72			4	3
73			2	2
74			2	1
75			2	2
76			2	2
77			1	1
78			2	
79			5	
80			1	
81			1	
82			1	
83			1	

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
84			3	
85			1	
86			1	
87			1	
88			1	
89			1	
90			1	
91			3	
92			2	
93			4	
94			4	
95			1	
96			1	
97			1	
98			1	
99			1	
100			1	
101			2	
102			1	
103			1	
104			1	
105			1	
106			2	
Quart 25	1	1	1	1
Min	1	1	1	0
Med	2	1	1	2
Max	7	5	7	9
Quart 75	3	2	2	3

Tab. V.2.2 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Anzahl der Ausflüge pro Biene in Durchgang 2

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
1	2	3	1	1
2	2	5	3	6
3	1	2	1	1
4	1	1	1	1
5	1	4	1	1
6	2	1	1	3
7	1	1	4	1
8	1	1	6	1
9	1	1	2	3
10	3	1	1	2
11	1	1	1	1
12	2	1	1	1
13	1	3	2	1
14	1	3	5	1
15	1	8	2	1
16	1	8	1	1
17	2	3	1	1
18	1	2	3	2
19	2	2	1	6
20	2	1	1	14
21	2	3	1	9
22	4	4	1	5
23	3	2	1	7
24	1	2	3	6
25	1	3	1	4
26	2	3	7	4
27	1	2	3	2
28	1	1	1	1
29	2	3	1	2
30	1	5	4	2
31	2	1	1	2
32	1		4	2
33	5		1	2
34	8		2	3
35	2		2	6
36	2		3	3
37	1		1	2
38	1		1	2
39	2		3	2
40	6		1	3

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
41	2		1	5
42	2			8
43	3			5
44	3			1
45	3			2
46	1			2
47	1			4
48	6			2
49	3			1
50	1			1
51	2			1
52	4			1
53	4			1
54	5			1
55	6			1
56	5			1
57	5			2
58	2			1
59	6			1
60	2			2
61	2			1
62	4			2
63	1			1
64	9			2
65	1			5
66	4			4
67	3			6
68	2			4
69	3			5
70	8			3
71	2			1
72	1			2
73	3			1
74	1			1
75	9			2
76				1
77				1
78				3
79				3
80				2
81				3
82				2
83				3

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
84				1
85				1
86				1
87				4
88				4
89				3
90				3
91				4
92				5
93				4
94				4
95				5
96				4
97				1
98				2
99				4
100				4
101				3
102				2
103				2
104				2
105				1
106				2
107				5
108				4
109				2
110				2
111				3
112				6
113				1
114				4
115				1
116				2
117				2
118				1
119				2
120				5
121				1
122				2
123				1
124				1
125				1
126				1

<i>n</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrolle</i>
127				1
128				1
129				2
130				2
131				1
132				2
133				2
134				1
135				1
136				2
137				1
138				3
139				8
140				6
141				4
142				2
143				2
144				2
145				6
146				4
147				6
148				7
Quart 25	1	1	1	1
Min	1	1	1	1
Med	2	2	1	2
Max	9	8	7	14
Quart 75	3	3	3	4

Tab. V.2.3 Statistikwerte für die Anzahl der Flüge pro Biene in beiden Durchgängen: Vergleich der Behandlungsgruppen miteinander

<i>Durchgang</i>	<i>Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=3)</i>		<i>Vergleich von</i>	<i>Multicomparison test: Dunn's Method</i>	
	<i>H</i>	<i>p</i>		<i>Q</i>	<i>p</i>
1	7,315	0,062		-----	
2	5,934	0,115		-----	

Tab. V.3.1.1 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Ausflugrate (=Flugereignisse am Tag in Relation zur Anzahl von Bienen im Volk) der mit Oxalsäure in Zuckerwasser bzw. Glycerin behandelten Bienen in Durchgang 1

Datum	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin		
	Flugereignisse	Bienen im Volk	Ausflugrate	Flugereignisse	Bienen im Volk	Ausflugrate
09.08.2014	3	22	0,134	7	22	0,32
10.08.2014	19	11	1,73	9	10	0,9
11.08.2014	7	7	1	3	9	0,33
12.08.2014	16	7	2,29	7	8	0,875
13.08.2014	15	7	2,14	6	7	0,86
14.08.2014	14	6	2,33	4	6	0,67
15.08.2014	8	5	1,6	2	4	0,5
16.08.2014	10	5	2	4	3	1,33
17.08.2014	7	4	1,75	6	3	2
18.08.2014	11	4	2,75	7	3	2,33
19.08.2014	2	2	1	11	2	5,5
20.08.2014	0	2	0	1	1	1
21.08.2014	3	2	1,5	2	1	2
22.08.2014	2	2	1	2	1	2
23.08.2014	3	2	1,5	0	1	0
24.08.2014	0	2	0	0	1	0
25.08.2014	1	2	0,5	1	1	1
26.08.2014	2	2	1	1	1	1
27.08.2014	4	2	2	5	1	5
28.08.2014	9	2	4,5	4	1	4
29.08.2014	3	1	3	0	1	0
30.08.2014	3	1	3	0	1	0
31.08.2014	0	1	0			
01.09.2014	0	1	0			
02.09.2014	0	1	0			
03.09.2014	5	1	5			

Tab. V.3.1.2 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Ausflugrate (=Flugereignisse am Tag in Relation zur Anzahl von Bienen im Volk) der mit Glycerin behandelten Bienen bzw. der Kontrollen in Durchgang 1

Datum	Glycerin			Kontrollen		
	Flugereignisse	Bienen im Volk	Ausflugrate	Flugereignisse	Bienen im Volk	Ausflugrate
09.08.2014	4	22	0,18	3	24	0,125
10.08.2014	37	15	2,47	35	18	1,94
11.08.2014	13	9	1,44	19	14	1,36
12.08.2014	6	6	1	24	12	2
13.08.2014	15	6	2,5	23	11	2,09
14.08.2014	10	5	2	18	11	1,64
15.08.2014	7	5	1,4	7	11	0,64
16.08.2014	11	5	2,2	11	10	1,1
17.08.2014	13	5	2,6	8	8	1
18.08.2014	11	5	2,2	6	6	1
19.08.2014	10	4	2,5	7	4	1,75
20.08.2014	4	4	1	2	2	1
21.08.2014	6	4	1,5	2	2	1
22.08.2014	7	4	1,75	2	2	1
23.08.2014	0	4	0	0	2	0
24.08.2014	0	4	0	1	2	0,5
25.08.2014	4	4	1	3	2	1,5
26.08.2014	3	2	1,5	7	1	7
27.08.2014	5	2	2,5			
28.08.2014	9	2	4,5			
29.08.2014	4	2	2			

Tab. V.3.2.1 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Ausflugrate (=Flugereignisse am Tag in Relation zur Anzahl von Bienen im Volk) der mit Oxalsäure in Zuckerwasser bzw. Glycerin behandelten Bienen in Durchgang 2

Datum	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin		
	Flugereignisse	Bienen im Volk	Ausflugrate	Flugereignisse	Bienen im Volk	Ausflugrate
12.08.2014	34	14	2,43	10	8	1,25
13.08.2014	28	11	2,55	12	4	3
14.08.2014	10	6	1,67	2	3	0,67
15.08.2014	7	6	1,17	0	3	0
16.08.2014	16	6	2,67	1	3	0,33
17.08.2014	19	6	3,17	1	3	0,33
18.08.2014	14	5	2,8	5	3	1,67
19.08.2014	6	3	2	10	2	5
20.08.2014	4	3	1,33	3	2	1,5
21.08.2014	6	2	3	3	2	1,5
22.08.2014	4	2	2	10	2	5
23.08.2014	4	2	2	4	2	2
24.08.2014	2	2	1	2	2	1
25.08.2014	3	2	1,5	5	2	2,5
26.08.2014	7	2	3,5	3	1	3
27.08.2014	3	1	3	3	1	3
28.08.2014	1	1	1	0	1	0
29.08.2014	2	1	2	3	1	3
30.08.2014	4	1	4	4	1	4
31.08.2014	4	1	4			
01.09.2014	5	1	5			
02.09.2014	6	1	6			
03.09.2014	5	1	5			
04.09.2014	5	1	5			

Tab. V.3.2.2 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Ausflugrate (=Flugereignisse am Tag in Relation zur Anzahl von Bienen im Volk) der mit Glycerin behandelten Bienen bzw. der Kontrollen in Durchgang 2

Datum	Glycerin			Kontrollen		
	Flugereignisse	Bienen im Volk	Ausflugrate	Flugereignisse	Bienen im Volk	Ausflugrate
12.08.2014	17	14	1,21	41	21	1,95
13.08.2014	29	10	2,9	37	18	2,06
14.08.2014	14	7	2	27	14	1,93
15.08.2014	6	5	1,2	27	14	1,93
16.08.2014	7	4	1,75	25	12	2,083
17.08.2014	3	3	1	17	10	1,7
18.08.2014	4	2	2	17	9	1,89
19.08.2014				25	7	3,57
20.08.2014				11	7	1,57
21.08.2014				13	5	2,6
22.08.2014				7	5	1,4
23.08.2014				14	4	3,5
24.08.2014				4	4	1
25.08.2014				4	3	1,33
26.08.2014				2	3	0,67
27.08.2014				6	3	2
28.08.2014				16	3	5,3
29.08.2014				21	3	7
30.08.2014				15	3	5
31.08.2014				8	3	2,67
01.09.2014				9	3	3
02.09.2014				10	3	3,33
03.09.2014				15	3	5
04.09.2014				17	3	5,67
05.09.2014				14	3	4,67
06.09.2014				11	2	5,5
07.09.2014				5	1	5
08.09.2014				3	1	3
09.09.2014				1	1	1

Tab. V.3.3.1 Statistikwerte für die Ausflugsrate (=Flugereignisse am Tag in Relation zur Anzahl von Bienen im Volk) der Bienen in Durchgang 1: Vergleich zwischen den Gruppen (Paired t-test/*Wilcoxon Signed Rank Test)

<i>Vergleich über</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>t / W*</i>	<i>p</i>
Gesamten Versuchszeitraum	OAS vs. OAG	0,232	0,641
	OAS vs. G	17*	0,712
	OAS vs. K	-0,732	0,472
	OAG vs. G	20**	0,632
	OAG vs. K	57*	0,19
	G vs. K	56*	0,159
Zeitraum „7 Tage nach Behandlung“	OAS vs. OAG	4,196	0,006
	OAS vs. G	1,132	0,301
	OAS vs. K	0,132	0,899
	OAG vs. G	24*	0,047
	OAG vs. K	-3,56	0,012
	G vs. K	-0,795	0,457

Tab. V.3.3.2 Statistikwerte für die Ausflugsrate (=Flugereignisse am Tag in Relation zur Anzahl von Bienen im Volk) der Bienen in Durchgang 2: Vergleich zwischen den Gruppen (Paired t-test)

<i>Vergleich über</i>	<i>Vergleich von</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Gesamten Versuchszeitraum	OAS vs. OAG	0,609	0,55
	OAS vs. G	1,785	0,124
	OAS vs. K	-0,045	0,964
	OAG vs. G	-2,83	0,03
	OAG vs. K	0,297	0,297
	G vs. K	-0,942	0,383
Zeitraum „7 Tage nach Behandlung“	OAS vs. OAG	3,301	0,016
	OAS vs. G	1,785	0,124
	OAS vs. K	1,495	0,186
	OAG vs. G	-2,83	0,03
	OAG vs. K	-2,371	0,055
	G vs. K	-0,942	0,383

Tab. V.4.1.1 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Anteil der Flugbienen der mit Oxalsäure in Zuckerwasser bzw. Glycerin behandelten Bienen in Durchgang 1

<i>Datum</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>			<i>Oxalsäure in Glycerin</i>		
	<i>Bienen im Volk</i>	<i>Bienen die ausflogen</i>	<i>Anteil</i>	<i>Bienen im Volk</i>	<i>Bienen die ausflogen</i>	<i>Anteil</i>
12.08.2014	34	14	2,43	10	8	1,25
09.08.2014	22	6	27,27	22	1	4,55
10.08.2014	11	11	100	10	5	50
11.08.2014	7	4	57,14	9	3	33,33
12.08.2014	7	7	100	8	6	75
13.08.2014	7	7	100	7	4	57,14
14.08.2014	6	6	100	6	4	66,67
15.08.2014	5	2	40	4	2	50
16.08.2014	5	5	100	3	3	100
17.08.2014	4	3	75	3	3	100
18.08.2014	4	4	100	3	3	100
19.08.2014	2	0	0	2	1	50
20.08.2014	2	2	100	1	1	100
21.08.2014	2	2	100	1	1	100
22.08.2014	2	2	100	1	1	100
23.08.2014	2	1	50	1	1	100
24.08.2014	2	0	0	1	0	0
25.08.2014	2	1	50	1	1	100
26.08.2014	2	1	50	1	1	100
27.08.2014	2	2	100	1	1	100
28.08.2014	2	2	100	1	1	100
29.08.2014	1	1	100	1	0	0
30.08.2014	1	1	100	1	1	100
31.08.2014	1	0	0			
01.09.2014	1	0	0			
02.09.2014	1	0	0			
03.09.2014	1	0	0			
Gesamt	104	70	67,31	88	44	50

Tab. V.4.1.2 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Anteil der Flugbienen der mit Glycerin behandelten Bienen bzw. der Kontrollen in Durchgang 1

<i>Datum</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>			<i>Oxalsäure in Glycerin</i>		
	<i>Bienen im Volk</i>	<i>Bienen die ausflogen</i>	<i>Anteil</i>	<i>Bienen im Volk</i>	<i>Bienen die ausflogen</i>	<i>Anteil</i>
09.08.2014	24	6	25	22	3	13,64
10.08.2014	18	18	100	15	15	100
11.08.2014	14	11	78,56	9	8	88,89
12.08.2014	12	11	91,67	6	5	83,33
13.08.2014	11	10	90,91	6	6	100
14.08.2014	11	10	90,91	5	4	80
15.08.2014	11	6	54,55	5	2	40
16.08.2014	10	9	90	5	5	100
17.08.2014	8	7	87,5	5	4	80
18.08.2014	6	5	83,33	5	3	60
19.08.2014	4	2	50	4	2	50
20.08.2014	2	2	100	4	3	75
21.08.2014	2	2	100	4	3	75
22.08.2014	2	2	100	4	3	75
23.08.2014	2	2	100	4	2	50
24.08.2014	2	1	50	4	0	0
25.08.2014	2	1	50	4	3	75
26.08.2014	1	1	100	2	2	100
27.08.2014	0	0		2	2	100
28.08.2014	0	0		2	1	50
29.08.2014	0	0		2	1	50
Gesamt	142	106	74,65	119	77	64,71

Tab. V.4.2.1 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Anteil der Flugbienen der mit Oxalsäure in Zuckerwasser bzw. Glycerin behandelten Bienen in Durchgang 2

<i>Datum</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>			<i>Oxalsäure in Glycerin</i>		
	<i>Bienen im Volk</i>	<i>Bienen die ausflogen</i>	<i>Anteil</i>	<i>Bienen im Volk</i>	<i>Bienen die ausflogen</i>	<i>Anteil</i>
12.08.2014	14	12	85,71	8	6	75
13.08.2014	11	11	100	4	4	100
14.08.2014	6	6	100	3	2	66,67
15.08.2014	6	4	66,67	3	0	0
16.08.2014	6	6	100	3	1	33,33
17.08.2014	6	5	83,33	3	1	33,33
18.08.2014	5	5	100	3	2	66,67
19.08.2014	3	3	100	2	1	50
20.08.2014	3	3	100	2	1	50
21.08.2014	2	2	100	2	2	100
22.08.2014	2	2	100	2	2	100
23.08.2014	2	1	50	2	2	100
24.08.2014	2	2	100	2	1	50
25.08.2014	2	2	100	2	2	100
26.08.2014	2	2	100	1	0	0
27.08.2014	1	1	100	1	0	0
28.08.2014	1	1	100	1	0	0
29.08.2014	1	1	100	1	1	100
30.08.2014	1	1	100	1	1	100
31.08.2014	1	1	100			
01.09.2014	1	1	100			
02.09.2014	1	1	100			
03.09.2014	1	1	100			
04.09.2014	1	1	100			
Gesamt	81	75	92,59	46	29	63,04

Tab. V.4.2.2 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Anteil der Flugbienen der mit Glycerin behandelten Bienen bzw. der Kontrollen in Durchgang 2

Datum	Oxalsäure in Zuckerwasser			Oxalsäure in Glycerin		
	Bienen im Volk	Bienen die ausflogen	Anteil	Bienen im Volk	Bienen die ausflogen	Anteil
12.08.2014	14	14	100	21	16	76,19
13.08.2014	10	9	90	18	18	100
14.08.2014	7	6	85,71	14	13	92,86
15.08.2014	5	3	60	14	11	78,5714286
16.08.2014	4	4	100	12	11	91,67
17.08.2014	3	3	100	10	9	90
18.08.2014	2	2	100	9	9	100
19.08.2014	0	0	90,82	7	3	42,86
20.08.2014	0	0		7	6	85,72
21.08.2014	0	0		5	5	100
22.08.2014	0	0		5	5	100
23.08.2014	0	0		4	3	75
24.08.2014	0	0		4	1	25
25.08.2014	0	0		3	3	100
26.08.2014	0	0		3	2	66,67
27.08.2014	0	0		3	3	100
28.08.2014	0	0		3	3	100
29.08.2014	0	0		3	3	100
30.08.2014	0	0		3	3	100
31.08.2014	0	0		3	3	100
01.09.2014	0	0		3	2	66,67
02.09.2014	0	0		3	3	100
03.09.2014	0			3	3	100
04.09.2014	0			3	3	100
05.09.2014	0			3	3	100
06.09.2014	0			2	2	100
07.09.2014	0			1	1	100
08.09.2014	0			1	1	100
09.09.2014	0			1	1	100
Gesamt	45	41	91,11	168	146	86,9

Tab. V.4.3.1 Statistikwerte für Anteil der Flugbienen in Durchgang 1: Vergleich zwischen den Gruppen (z-test)

<i>Vergleich von</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
OAS vs. OAG	2,241	0,025
OAS vs. G	1,232	0,218
OAS vs. K	0,173	0,863
OAG vs. G	3,732	≤0,001
OAG vs. K	2,024	0,043
G vs. K	1,627	0,104

Tab. V.4.3.2 Statistikwerte für Anteil der Flugbienen in Durchgang 2: Vergleich zwischen den Gruppen (z-test)

<i>Vergleich von</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
OAS vs. OAG	4,001	≤0,001
OAS vs. G	0,0548	0,956
OAS vs. K	1,199	0,23
OAG vs. G	2,917	0,004
OAG vs. K	3,525	≤0,001
G vs. K	0,472	0,637

Tab. V.5.1 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Zahl der verlorenen Bienen (=Bienen, die nach ihrem zweiten Ausflug nicht mehr ins Volk zurück kehrten) in Durchgang 1

<i>Datum</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrollen</i>
09.08.2014	0	0	0	0
10.08.2014	1	0	1	1
11.08.2014	0	0	0	1
12.08.2014	1	0	0	0
13.08.2014	0	0	1	1
14.08.2014	1	0	0	0
15.08.2014	0	0	0	0
16.08.2014	1	0	0	0
17.08.2014	0	0	1	0
18.08.2014	1			0
19.08.2014	0	1	1	0
20.08.2014	0	0	0	0
21.08.2014	0	0	0	0
22.08.2014	0	0	0	0
23.08.2014	0	0	0	0
24.08.2014	0	0	0	0
25.08.2014	0	0	0	0
26.08.2014	0	0	0	1
27.08.2014	0	0	0	1
28.08.2014	0	1	0	0
29.08.2014	0	0	0	1
Gesamt	5	2	4	6
In%	20	8	16	24

Tab. V.5.2 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Zahl der verlorenen Bienen (=Bienen, die nach ihrem zweiten Ausflug nicht mehr ins Volk zurück kehrten) in Durchgang 2

<i>Datum</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrollen</i>
09.08.2014	0	0	0	0
10.08.2014	0	0	0	0
11.08.2014	0	0	0	0
12.08.2014	1	1	0	0
13.08.2014	4	1	0	6
14.08.2014	0	0	0	0
15.08.2014	0	0	0	0
16.08.2014	0	0	0	1
17.08.2014	0	0	0	0
18.08.2014	1	0	2	2
19.08.2014	1	1	0	0
20.08.2014	0	0	0	0
21.08.2014	1	0	0	1
22.08.2014	0	0	0	0
23.08.2014	0	0	0	0
24.08.2014	0	0	0	0
25.08.2014	0	0	0	0
26.08.2014	1	1	0	0
27.08.2014	0	0	0	0
28.08.2014	0	0	0	0
29.08.2014	0	0	0	0
30.08.2014	0	0	0	0
31.08.2014	0	0	0	0
01.09.2014	0	0	0	0
02.09.2014	0	0	0	0
03.09.2014	0	0	0	0
04.09.2014	1	0	0	0
05.09.2014	0	0	0	1
06.09.2014	0	0	0	1
Gesamt	10	4	2	12
In%	40	16	8	48

Tab. V.5.3.1 Statistikwerte für den Anteil der verlorenen Bienen in Durchgang 1: Vergleich zwischen den Gruppen (z-test)

<i>Vergleich von</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
OAS vs. OAG	Do not test	
OAS vs. G	1,191	0,234
OAS vs. K	Do not test	
OAG vs. G	1,191	0,234
OAG vs. K	Do not test	
G vs. K	1,191	0,234

Tab. V.5.3.2 Statistikwerte für Anteil der Flugbienen in Durchgang 2: Vergleich zwischen den Gruppen (z-test)

<i>Vergleich von</i>	<i>z</i>	<i>p</i>
OAS vs. OAG	1,425	0,154
OAS vs. G	-0,285	0,776
OAS vs. K	2,205	0,027
OAG vs. G	1,425	0,154
OAG vs. K	3,753	≤0,001
G vs. K	2,205	0,027

Tab. V.6.1 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Anzahl der mit Sendern markierten Bienen im Volk und mathematische Parameter zum Alter der Bienen in Durchgang 1

<i>Tag nach Behandlung</i>	<i>Alter in Tagen</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrollen</i>
1	11	22	22	24	22
2	12	10	10	18	13
3	13	7	9	14	9
4	14	7	8	12	6
5	15	7	7	11	5
6	16	6	6	11	5
7	17	5	4	11	5
8	18	4	3	10	5
9	19	4	3	8	5
10	20	3	3	6	5
11	21	2	2	4	4
12	22	2	1	2	4
13	23	2	1	2	4
14	24	2	1	2	4
15	25	2	1	2	4
16	26	2	1	2	4
17	27	2	1	2	4
18	28	2	1	1	2
19	29	2	1	0	2
20	30	2	0	0	2
21	31	1	0	0	2
22	32	1	0	0	0
23	33	1	0	0	0
24	34	1	0	0	0
25	35	1	0	0	0
26	36	1	0	0	0
Quart 25		12	12	12	12
Min		11	11	11	11
Med		12	12	14	13
Max		37	30	29	32
Quart 75		16	16	20	14

Tab. V.6.2 Aufnahme des Flugverhaltens mit Radio Frequenz Identifikation: Anzahl der mit Sendern markierten Bienen im Volk und mathematische Parameter zum Alter der Bienen in Durchgang 2

<i>Tag nach Behandlung</i>	<i>Alter in Tagen</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>	<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	<i>Glycerin</i>	<i>Kontrollen</i>
1	11	14	8	14	21
2	12	7	4	10	14
3	13	6	3	7	14
4	14	6	3	5	14
5	15	6	3	4	12
6	16	6	3	3	10
7	17	5	3	0	7
8	18	3	2	0	7
9	19	3	2	0	7
10	20	2	2	0	5
11	21	2	2	0	5
12	22	2	2	0	4
13	23	2	2	0	4
14	24	2	2	0	3
15	25	1	1	0	3
16	26	1	1	0	3
17	27	1	1	0	3
18	28	1	1	0	3
19	29	1	1	0	3
20	30	1	0	0	3
21	31	1	0	0	3
22	32	1	0	0	3
23	33	1	0	0	3
24	34	0	0	0	3
25	35	0	0	0	2
26	36	0	0	0	1
27	37	0	0	0	1
28	38	0	0	0	1
29	39	0	0	0	1
Quart 25		11	11	11	12
Min		11	11	11	11
Med		12	11	12	15
Max		34	30	17	40
Quart 75		13	12	14	20

Tab. V.6.3.1 Statistikwerte für die Lebensdauer der mit Sendern markierten Bienen in Durchgang 1

Vergleich der Lebenskurven (Abnahme der Bienen über die Zeit)				
<i>Kaplan-Meier Survival Analysis: Gehan Breslow (DF=3)</i>		<i>Vergleich von</i>	<i>All pairwise multiple comparison procedures: Holm Sidak Method</i>	
<i>Statistik-Wert</i>	<i>p</i>		<i>Statistik-Wert</i>	<i>p</i>
6,162	0,104		-----	
Vergleich der Altersdaten				
<i>Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=3)</i>		<i>Vergleich von</i>	<i>Multicomparison test: Dunn's Method</i>	
<i>H</i>	<i>p</i>		<i>Q</i>	<i>p≤0,05?</i>
5,806	0,121		-----	

Tab. V.6.3.2 Statistikwerte für die Lebensdauer der mit Sendern markierten Bienen in Durchgang 2

Vergleich der Lebenskurven (Abnahme der Bienen über die Zeit)				
<i>Kaplan Meyer Survival Analysis (DF=3)</i>		<i>Vergleich von</i>	<i>All pairwise multiple comparison procedures: Holm Sidak Method</i>	
<i>Statistik-Wert</i>	<i>p</i>		<i>Statistik-Wert</i>	<i>p</i>
15,136	0,002	OAS vs. OAG	711,5	0,153
		OAS vs. G	641,5	0,946
		OAS vs. K	526	0,031
		OAG vs. G	562	0,145
		OAG vs. K	462	≤0,001
		G vs. K	507,5	0,012
Vergleich der Altersdaten				
<i>Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=3)</i>		<i>Vergleich von</i>	<i>Multicomparison test: Dunn's Method</i>	
<i>H</i>	<i>p</i>		<i>Q</i>	<i>p≤0,05?</i>
14,846	0,002	OAS vs. OAG	1,421	Nein
		OAS vs. G	0,122	Do not test
		OAS vs. K	2,196	Do not test
		OAG vs. G	1,299	Do not test
		OAG vs. K	3,617	Ja
		G vs. K	2,318	Nein

Tab. VI.1.1.1. Optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser sowie tot behandelten Bienen (0-Werte) im Labor für den Körperabschnitt Abdomen

<i>n</i>	<i>0-W</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
1	2,5	1	1,5	0	1
2	3,5	1,5	1	2	1,5
3	4	1,5	1,5	0,5	0,5
4	3,5	1,5	1,5	1,5	1,5
5	3,5	1	2	1,5	0,5
6	3,5	0,5	2	1,5	1
7	2,5	1	2	0,5	0,5
8	2,5	0	1,2	0	0,5
9	3	1,5	1,2	1	0
10	3,5	2	1,5	1	0
11	4	0,5	1	1	1,5
12	2,5	1	2	1	0,5
13	3,5	1	2	1	0
14	2,5	1	2,5	0	0
15	2,5	1	2	1	0,5
16	3	0,5	1	1	1,5
17	3,5	1	1,5	0,5	0,5
18	3	2	1	1	1
19	2,5	1,5	2,5	1,5	0,5
20	4	2		1,5	0
21	2,5	1	1,5	1	0
22	3,5	0,5	1,5	0	0,5
23	3,5	0,5	0,5	1,5	0
24	3,5	1,5	1	0	0,6
25	2,5	0,5	1	0,5	0
26	2,5	1	1,5	0,5	0,5
27	3	0,5	1,5	0,5	0,5
28	2,5	1	1,5	1	0
29	2,5	0,5	0,5	0,5	0,5
30	3,5	0,5	1	0,5	0,5
31	3,5	2	0	0,5	1
32	2	1,5	1	0,5	0,5
33	3,5	1,5	1	0,5	0,5
34	3,5	1,5	0,5	0,5	0,5
35	3	1	0,5	0,5	0
36	2,5	0,5	1	1	0,5
37	2,5	0,5	2,5	0,5	0,5
38	2,5	1	1	0,5	1
39	2,5	2,5	1	1	0,5
40	3	0,5	1,5	1,5	0,5

<i>n</i>	<i>0-W</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
41	3,5	0,5	1	0,5	0,5
42	3	0,6	1	1	0,5
43	3	0,5	1	0,5	0,5
44	2,5	1	0,5	0,5	0
45	3	1	0,5	0	0
46	2,5	0,5	0,5	1	0
47	3	1	0	0,5	0,5
48	3	2	1	0,5	1,5
49	2,5	1	1,5	0	0
50	3	1	0	0,5	0
51	2,5	0,5	0,5	1	0,5
52	3	0,5	0,5	0,5	0
53	3	1	1	0	0
54	3,5	1,5	1	1	0,5
55	3,5	1	1	0,5	0,5
56	3,5	1	0,5	0,5	0,5
57	3,5	1	1,5	0,5	0,5
58	3,5	1,5	1,5	1	0,5
59	3,5	1,5	1	0,5	0,5
60	3,5	1		0,5	
Quart 25	2,5	0,5	1	0,5	0
Min	2	0	0	0	0
Med	3	1	1	0,5	0,5
Max	4	2,5	2,5	2	1,5
Quart 75	3,5	1,5	1,5	1	0,5

Tab. VI.1.1.2 Optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser sowie tot behandelten Bienen (0-Werte) im Labor für den Körperabschnitt Thorax

<i>n</i>	<i>0-W</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
1	1		0	0,5	1
2	0	0	0	0,5	0
3	0	1	0	0	0
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	0	0
6	1	0	1	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	1	2	0	1	0
12	0,5	0,5	0	0	0
13	0	1	0	0	0
14	0,5	0	0,5	0	0
15	0	0,5	0	0,5	0
16	1,5	1	0	0	0
17	0	0	1	0	0
18	0	0	0	0	0,5
19	0	0	1	1	0,5
20	0	1		0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	1	0	0
23	1	0	0	0,5	0
24	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0,5	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0,5	0
31	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0
33	0	0	0	1	0
34	0	0	1	0	0
35	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0
38	0,5	0	0,5	0	1
39	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	1

<i>n</i>	<i>0-W</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
41	0,5	0,5	0,5	0	0
42	0	0	0,5	0	0
43	0	0	0,5	0	0
44	0	0	0,5	1	0
45	0	0	2	0	0
46	0	0	0	0	0
47	0	1	0,5	0	0
48	0	0,5	1	0	0,5
49	0	0	1	0	0
50	0	0	0,5	0	0
51	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0
54	0	0,5	0	0,5	0
55	0	0	0	0	0
56	0	0	1,5	0	0
57	0	0,5	0	0	0,5
58	0	0,5	0	0	0,5
59	0	0	0	0,5	0,5
60	0	0		0,5	
Quart 25	0	0	0	0	0
Min	0	0	0	0	0
Med	0	0	0	0	0
Max	1,5	2	2	1	1
Quart 75	0	0,25	0,5	0	0

Tab. VI.1.1.3 Optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser sowie tot behandelten Bienen (0-Werte) im Labor für den Körperabschnitt Beine

<i>n</i>	<i>0-W</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
1	1	1,5	2	2	0,5
2	4	1,5	6	3	1
3	1	0	4,5	1	0
4	2	4,5	3,5	0,5	1
5	1	2	2,5	1	0,5
6	1	1,5	3	1	1
7	7	2	4,5	0	0
8	2	0,5	1	1	0
9	0	1,5	2	0,5	0
10	2	1,5	3,5	0,5	0
11	1	1	0,5	1	0
12	0,5	1,5	0	3,5	0,5
13	2	1	1,5	0	0
14	4	1	3	0	0
15	3,5	4	1,5	2	1
16	0	1	2	0	1
17	0	2	2	0	0
18	4	1,5	2	1,5	0
19	1,5	1,5	0,5	2,5	0
20	2	2	2,5	2	0,5
21	5,5	5	1,5	0,5	0
22	6	0	2	0	0
23	0	1	1,5	0,5	0
24	3	3	1,5	0	0,5
25	3,5	1,5	1,5	1	0
26	1	1,5	2	1	0,5
27	2,5	2,5	2	0,5	0,5
28	2	1	0	0,5	0
29	2	1	2	0,5	0
30	1	1,5	3	1	0
31	1	3	2	0	0
32	2,5	1,5	0,5	1	0,5
33	1,5	1	1	0	0
34	2	3	0,5	1	0,5
35	4,5	3,5	0,5	0	0
36	0	2,5	1	0,5	1
37	2,5	0	2	0	1
38	1,5	1	1	0	1
39	4	1,5	1	1	1,5
40	4	2	1	0	1

<i>n</i>	<i>0-W</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
41	3	2,5	0,5	1,5	2
42	1,5	2	1	2,5	0,5
43	4,5	2	0	2,5	1,5
44	4,5	2,5	1	2,5	0,5
45	3,5	1,5	1	1,5	1,5
46	1,5	0,5	1	2,5	2
47	2,5	0,5	1	1,5	1
48	2,5	2	1	1,5	1,5
49	1,5	0,5	1	0,5	1
50	1,5	1,5	1,5	0	2
51	1	1	1	0,5	2
52	1	0,5	0,5	0	0,5
53	3	0,5	1,5	1,5	0,5
54	2,5	0,5	1	2	0,5
55	1	2	3	1,5	0,5
56	1	0,5	2	1	0,5
57	2	0,5	2	1	0,5
58	2,55	1	0,5	3	0,5
59	2	1,5	0,5	1	0
60	1,5	1	0	2,5	0
Quart 25	1	1	1	0,375	0
Min	0	0	0	0	0
Med	2	1,5	1,5	1	0,5
Max	7	5	6	3,5	2
Quart 75	3	2	2	1,5	1

Tab. VI.1.1.4 Optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser sowie tot behandelten Bienen (0-Werte) im Labor für den gesamten Körper

<i>n</i>	<i>0-W</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
1	4,5	3	1,5	0,5	0,5
2	7,5	1,5	3,5	1,5	0,5
3	5	0	2,5	0	0
4	5,5	2	1,5	0,5	0
5	4,5	1,5	1,5	0	0,5
6	5,5	1	2	0,5	1
7	9,5	2	2,5	0	0
8	4,5	0	1	0,5	0
9	3	1,5	1,5	0,5	0
10	5,5	1,5	1,5	0,5	0
11	6	3,5	1,5	3	1,5
12	3,5	3	2	4,5	1
13	5,5	3	3,5	1	0
14	7	2	6	0	0
15	6	5,5	3,5	3,5	1,5
16	4,5	2,5	3	1	2,5
17	3,5	3	4,5	0,5	0,5
18	7	3,5	3	2,5	1,5
19	4	3	4	5	1
20	6	5	0	3,5	0,5
21	8	6	3	1,5	0
22	9,5	0,5	4,5	0	0,5
23	4,5	1,5	2	2,5	0
24	6,5	4,5	2,5	0	1,1
25	6	2	2,5	1,5	0
26	3,5	2,5	3,5	1,5	1
27	5,5	3	3,5	1	1
28	4,5	2	1,5	2	0
29	4,5	1,5	2,5	1	0,5
30	4,5	2	4	2	0,5
31	4,5	5	2	0,5	1
32	4,5	3	1,5	1,5	1
33	5	2,5	2	1,5	0,5
34	5,5	4,5	2	1,5	1
35	7,5	4,5	1	0,5	0
36	2,5	3	2	1,5	1,5
37	5	0,5	4,5	0,5	1,5
38	4,5	2	2,5	0,5	3
39	6,5	4	2	2	2
40	7	2,5	2,5	1,5	2,5

<i>n</i>	<i>0-W</i>	<i>5h</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>
41	7	3,5	2	2	2,5
42	4,5	2,6	2,5	3,5	1
43	7,5	2,5	1,5	3	2
44	7	3,5	2	4	0,5
45	6,5	2,5	3,5	1,5	1,5
46	4	1	1,5	3,5	2
47	5,5	2,5	1,5	2	1,5
48	5,5	4,5	3	2	3,5
49	4	1,5	3,5	0,5	1
50	4,5	2,5	2	0,5	2
51	3,5	1,5	1,5	1,5	2,5
52	4	1	1	0,5	0,5
53	6	1,5	2,5	1,5	0,5
54	6	2,5	2	3,5	1
55	4,5	3	4	2	1
56	4,5	1,5	4	1,5	1
57	5,5	2	3,5	1,5	1,5
58	6,05	3	2	4	1,5
59	5,5	3	1,5	2	1
60	5	2		3,5	
Quart 25	4,5	1,5	1,5	0,5	0,5
Min	2,5	0	0	0	0
Med	5,5	2,5	2	1,5	1
Max	9,5	6	6	5	3,5
Quart 75	6,01	3	3,5	2	1,5

Tab. VI.1.2.1 Optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser im Volk für den Körperabschnitt Abdomen

<i>n</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>7d</i>	<i>14d</i>
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0,05	0	0,05	0
4	0,5	0,05	0,05	0	0
5	0	0	0,05	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0,05	0
9	0,5	0	0,05	0	0
10	0	0	0	0,5	0
11	0,05	0	0	0	0
12	0	0	0,05	0	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0,05	0
16	0,5	0	0,05	0	0
17	0	0	0,05	0	0
18	0,5	0	0	0	0
19	0,5	0	0	0	0
20	0	0	0,05	0	0
21	0,5	0	0	0	0
22	0,5	0	0	0	0
23	0,05	0	0	0	0
24	1	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0
26	0,5	0	0	0	0
27	0,5	0	0	0	0
28	0,05	0	0	0	0
29	0	0,05	0	0	0
30	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0
33	0,05	0	0	0	0
34	0,05	0	0	0,05	0
35	0	0	0,05	0	0
36	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0
40	0,05	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0
42	0,05	0	0,05	0	0

<i>n</i>					
43	0,5	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0
46	0	0	0,05	0	0
47	0	0	0,05	0	0
48	0	0	0	0	0
49	0,5	0	0,05	0	0
50	0	0	0	0	0
51	0,05	0	0,05	0	0
52	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0
54	0,05	0	0,05	0	0
55	0	0	0	0	0
56	0	0	0,05	0	0
57		0	0	0	
58		0	0	0	
59		0	0	0	
60		0	0	0	
Quart 25	0	0	0	0	0
Min	0	0	0	0	0
Med	0	0	0	0	0
Max	1	0,05	0,05	0,5	0
Quart 75	0,05	0	0,013	0	0

Tab. VI.1.2.2 Optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser im Volk für den Körperabschnitt Thorax

<i>n</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>7d</i>	<i>14d</i>
1	1	0,05	0	0,05	0
2	0	0	0,05	0	0
3	0	0,05	0,05	0	0
4	1	0	0,05	0	0
5	1	0	0,05	0,05	0
6	0	0	0	0	0
7	0,5	0	0,05	0	0
8	0,5	0,05	0,05	0	0
9	0,5	0	0,05	0	0
10	1	0	0	0	0
11	0,5	0,05	0	0	0
12	0,5	0	0,05	0,05	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0
17	0	0,05	0	0	0
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0
21	0,5	0	0	0	0
22	0,5	0	0,05	0	0
23	0	0	0	0	0
24	0,05	0	0	0	0
25	0,05	0,05	0	0	0
26	0,5	0,05	0,05	0	0
27	0,5	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0
32	0,05	0	0,05	0,05	0
33	0,05	0	0	0	0,05
34	0,05	0	0,05	0,05	0
35	0,05	0,5	0	0	0
36	0,05	0	0	0	0
37	0	0	0,05	0	0
38	0	0	0,05	0	0
39	0,5	0	0	0	0
40	0,05	0	0,05	0	0
41	0	0,05	0	0	0
42	0,05	0	0,5	0	0

<i>n</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>7d</i>	<i>14d</i>
43	0,5	0	0	0	0
44	0,05	0	0	0	0
45	0	0	0,05	0	0
46	0	0	0	0	0
47	0,05	0	0	0,05	0
48	0	0	0,5	0,05	0
49	0,05	0	0,05	0	0
50	0,05	0	0,05	0	0
51	0	0	0	0	0
52	0,5	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0
55	0,05	0,5	0	0	0
56	0	0,05	0	0	0
57		0	0	0	
58		0	0	0	
59		0	0	0	
60		0	0	0	
Quart 25	0	0	0	0	0
Min	0	0	0	0	0
Med	0,05	0	0	0	0
Max	1	0,5	0,5	0,05	0,05
Quart 75	0,5	0	0,05	0	0

Tab. VI.1.2.3 Optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser im Volk für den Körperabschnitt Beine

<i>n</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>7d</i>	<i>14d</i>
1	1	1,05	0,55	0,1	0,05
2	0	0	1	0,1	0,05
3	0,5	1,1	0	0,15	0
4	0,5	0,5	1	0,05	0
5	0	0,55	0,5	0	0,05
6	2	0,05	1	0,05	0
7	2	0	0,15	0	0,05
8	0,5	0,15	0	0,05	0
9	0,5	0,1	0,1	0	0
10	0,5	0,05	0,15	0,05	0,05
11	0	0	0,5	0	0
12	0	0,1	0	0,05	0
13	0,5	0,05	0,05	0,05	0
14	0,5	0	0	0,05	0
15	0,05	0,05	0	0,05	0,05
16	0	0,1	0,1	0,05	0
17	0,05	0	0,1	0,05	0
18	0,5	0	0	0,5	0
19	0,5	0	0,05	0,05	0,05
20	0,5	0	0,05	0,1	0,1
21	0,5	0	0	0,05	0
22	1	0	0,55	0,05	0,05
23	0,55	0,1	0,05	0,15	0
24	0	0	0,5	0,1	0
25	0	0	0,05	0,1	0,05
26	0,1	0	0,05	0,1	0,1
27	0,05	0,5	0	0	0,1
28	0	0	0,1	0	0,05
29	0	0,1	0	0	0
30	0	0	0,05	0	0
31	0	0	0,1	1	0,05
32	0,05	0	0,1	0,1	0
33	0	0	0,05	0,05	0
34	0,05	0	0	0,1	0,05
35	0,05	0	0,1	0,1	0
36	0	0	0,1	0,55	0
37	0,1	0,05	0	0,15	0
38	0,05	0	0,05	0	0,05
39	0	0,05	0,15	0,55	0,15
40	0,05	0,1	0,6	0,1	0,05
41	0	0,1	0,1	0,05	0
42	0,6	0	0,6	0,1	0

<i>n</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>7d</i>	<i>14d</i>
43	0,05	0,05	0	0,1	0
44	0,05	0	0,05	0,05	0,15
45	0,05	0	0,1	0,1	0,15
46	0	0	0,6	0,15	0
47	0,1	0	0,6	0,1	0,1
48	0,05	0	0,55	0,1	0,05
49	0,05	0	0,1	0,05	0
50	0,05	0	0,1	0,1	0
51	0,05	0,05	0,05	0	0,05
52	0,05	0	0,1	0	0
53	0,05	0,05	0	0,05	0
54	0,15	0	0,05	0,05	0
55	0,05	0	0,05	0,05	0
56	0,1	0	0,05	0	0
57	0	0	0,05	0,05	0
58	0	0	0,1	0	0
59	0	0,05	0	0,05	0
60	0	0	0,05	0,05	0
Quart 25	0	0	0,05	0,05	0
Min	0	0	0	0	0
Med	0,05	0	0,075	0,05	0
Max	2	1,1	1	1	0,15
Quart 75	0,5	0,05	0,15	0,1	0,05

Tab. VI.1.2.4 Optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser im Volk für den gesamten Körper

<i>n</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>7d</i>	<i>14d</i>
1	2	1,1	0,55	0,15	0,05
2	0	0	1,05	0,1	0,05
3	0,5	1,2	0,05	0,2	0
4	2	0,55	1,1	0,05	0
5	1	0,55	0,6	0,05	0,05
6	2	0,05	1	0,05	0
7	2,5	0	0,2	0	0,05
8	2	0,2	0,05	0,1	0
9	1,5	0,1	0,2	0	0
10	1,5	0,05	0,15	0,55	0,05
11	0,55	0,05	0,5	0	0
12	0,5	0,1	0,1	0,1	0
13	0,5	0,05	0,05	0,05	0
14	0,5	0	0	0,05	0
15	1,05	0,05	0	0,1	0,05
16	0,5	0,1	0,15	0,05	0
17	0,05	0,058	0,15	0,05	0
18	1	0	0	0,5	0
19	1	0	0,05	0,05	0,05
20	0,5	0	0,1	0,1	0,1
21	1,5	0	0	0,05	0
22	2	0	0,6	0,05	0,05
23	0,6	0,1	0,05	0,15	0
24	1,05	0	0,5	0,1	0
25	0,05	0,05	0,05	0,1	0,05
26	1,1	0,05	0,1	0,1	0,1
27	1,05	0,5	0	0	0,1
28	0,05	0	0,1	0	0,05
29	0	0,15	0	0	0
30	0	0	0,05	0	0
31	0	0	0,1	1	0,05
32	0,1	0	0,15	0,15	0
33	0,1	0	0,05	0,05	0,05
34	0,15	0	0,05	0,2	0,05
35	0,1	0,5	0,15	0,1	0
36	0,05	0	0,1	0,55	0
37	0,1	0,05	0,05	0,15	0
38	0,05	0	0,1	0	0,05
39	0,5	0,05	0,15	0,55	0,15
40	0,15	0,1	0,65	0,1	0,05
41	0	0,15	0,1	0,05	0
42	0,7	0	1,15	0,1	0

<i>n</i>	<i>24h</i>	<i>48h</i>	<i>72h</i>	<i>7d</i>	<i>14d</i>
43	1,05	0,05	0	0,1	0
44	0,1	0	0,05	0,05	0,15
45	0,05	0	0,15	0,1	0,15
46	0	0	0,65	0,15	0
47	0,15	0	0,65	0,15	0,1
48	0,05	0	1,05	0,15	0,05
49	0,6	0	0,2	0,05	0
50	0,1	0	0,15	0,1	0
51	0,1	0,05	0,1	0	0,05
52	0,55	0	0,1	0	0
53	0,05	0,05	0	0,05	0
54	0,2	0	0,1	0,05	0
55	0,1	0,5	0,05	0,05	0
56	0,1	0,05	0,1	0	0
57		0	0,05	0,05	
58		0	0,1	0	
59		0,05	0	0,05	
60		0	0,05	0,05	
Quart 25	0,09	0	0,05	0,05	0
Min	0	0	0	0	0
Med	0,5	0,025	0,1	0,05	0
Max	2,5	1,2	1,15	1	0,15
Quart 75	1,01	0,069	0,2	0,1	0,05

Tab. VI.1.3.1 Statistikwerte für die optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser im Labor: Vergleich der Körperabschnitte miteinander (Abd=Abdomen, Th=Thorax, B=Beine)

Zeit nach Behandlung	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=2)		Vergleich von	Multicomparison test: Dunn's Method	
	H	p		Q	p≤0,05?
5h	71,977	≤0,001	Abd vs. Th	7,283	Ja
			Abd vs. B	0,151	Nein
			Th vs. B	7,088	Ja
24h	69,128	≤0,001	Abd vs. Th	7,48	Ja
			Abd vs. B	0,951	Nein
			Th vs. B	6,497	Ja
48h	51,223	≤0,001	Abd vs. Th	6,134	Ja
			Abd vs. B	0,517	Nein
			Th vs. B	5,618	Ja
72h	31,633	≤0,001	Abd vs. Th	4,817	Ja
			Abd vs. B	0,91	Nein
			Th vs. B	3,907	Ja
Tot behandelte Bienen (Null- Wert)	136,226	≤0,001	Abd vs. Th	11,331	Ja
			Abd vs. B	6,376	Ja
			Th vs. B	47,133	Ja

Tab. VI.1.3.2 Statistikwerte für die optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser im Labor: Vergleich der Zeitpunkte nach Behandlung (0-W = tot behandelte Bienen)

Körperabschnitt	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=4)		Vergleich von	Multicomparison test: Dunn's Method	
	H	p		Q	p≤0,05?
Abdomen	181,722	≤0,001	0-W vs. 5h	7,868	Ja
			0-W vs. 24h	6,993	Ja
			0-W vs. 48h	16,372	Ja
			0-W vs. 72h	12,242	Ja
			5h vs. 24h	0,808	Nein
			5h vs. 48h	2,504	Nein
			5h vs. 72h	4,408	Ja
			24h vs. 48h	3,29	Ja
			24h vs. 72h	5,175	Ja
			48h vs. 72h	1,914	Nein
Thorax	5,115	0,276	-----		
Beine	47,489	≤0,001	0-W vs. 5h	1,047	Do not test
			0-W vs. 24h	1,393	Nein
			0-W vs. 48h	3,596	Ja
			0-W vs. 72h	5,991	Ja
			5h vs. 24h	0,355	Nein
			5h vs. 48h	2,549	Nein
			5h vs. 72h	4,948	Ja
			24h vs. 48h	2,173	Do not test
			24h vs. 72h	4,552	Ja
			48h vs. 72h	2,409	Nein
Gesamter Körper	169,153	≤0,001	0-W vs. 5h	6,523	Ja
			0-W vs. 24h	6,602	Ja
			0-W vs. 48h	9,881	Ja
			0-W vs. 72h	12,108	Ja
			5h vs. 24h	0,106	Nein
			5h vs. 48h	3,358	Ja
			5h vs. 72h	5,612	Ja
			24h vs. 48h	3,238	Ja
			24h vs. 72h	5,483	Ja
			48h vs. 72h	2,268	Nein

Tab. VI.1.3.3 Statistikwerte für die optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser im Volk: Vergleich der Körperabschnitte miteinander (Abd=Abdomen, Th=Thorax, B=Beine)

Zeit nach Behandlung	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=2)		Vergleich von	Multicomparison test: Dunn's Method	
	H	p		Q	p≤0,05?
24h	6,542	0,038	Abd vs. Th	14,81	Do not test
			Abd vs. B	2,381	Nein
			Th vs. B	0,875	Do not test
48h	22,446	≤0,001	Abd vs. Th	1,23	Nein
			Abd vs. B	3,303	Ja
			Th vs. B	2,073	Nein
72h	54,719	≤0,001	Abd vs. Th	0,802	Nein
			Abd vs. B	6,135	Ja
			Th vs. B	5,333	Ja
7d	88,495	≤0,001	Abd vs. Th	0,205	Nein
			Abd vs. B	6,862	Ja
			Th vs. B	6,657	Ja
14d	48,513	≤0,001	Abd vs. Th	0,152	Nein
			Abd vs. B	3,633	Ja
			Th vs. B	3,481	Ja

Tab. VI.1.3.2 Statistikwerte für die optische Analyse der Rückstände auf der Einzelbiene nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser im Labor: Vergleich der Zeitpunkte nach Behandlung

Körperabschnitt	Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=4)		Vergleich von	Multicomparison test: Dunn's Method	
	H	p		Q	p≤0,05?
Abdomen	48,715	≤0,001	24h vs. 48h	3,372	Ja
			24h vs. 72h	1,6	Nein
			24h vs. 7d	3,054	Ja
			24h vs. 14d	3,715	Ja
			48h vs. 72h	1,803	Do not test
			48h vs. 7d	0,324	Do not test
			48h vs. 14d	0,443	Do not test
			72h vs. 7d	1,48	Do not test
			72h vs. 14d	2,215	Nein
			7d vs. 14d	0,761	Do not test
Thorax	60,243	≤0,001	24h vs. 48h	3,817	Ja
			24h vs. 72h	2,522	Nein
			24h vs. 7d	4,462	Ja
			24h vs. 14d	5,226	Ja
			48h vs. 72h	1,318	Do not test
			48h vs. 7d	0,656	Do not test
			48h vs. 14d	1,498	Do not test
			72h vs. 7d	1,975	Do not test
			72h vs. 14d	2,794	Nein
			7d vs. 14d	0,835	Do not test
Beine	40,683	≤0,001	24h vs. 48h	3,047	Ja
			24h vs. 72h	1,107	Nein
			24h vs. 7d	0,295	Do not test
			24h vs. 14d	3,687	Ja
			48h vs. 72h	4,153	Ja
			48h vs. 7d	3,341	Ja
			48h vs. 14d	0,641	Nein
			72h vs. 7d	0,812	Do not test
			72h vs. 14d	4,794	Ja
			7d vs. 14d	3,982	Ja

Gesamter Körper	76,503	≤0,001	24h vs. 48h	6,149	Ja
			24h vs. 72h	2,104	Nein
			24h vs. 7d	3,743	Ja
			24h vs. 14d	7,454	Ja
			48h vs. 72h	4,116	JA
			48h vs. 7d	2,448	Nein
			48h vs. 14d	1,433	Nein
			72h vs. 7d	1,668	Nein
			72h vs. 14d	5,478	Ja
			7d vs. 14d	3,839	Ja

Tab. VI.2.1 Rückstandsanalyse mit Enzym-Kits: Absorbationsmessungen vor (A1) und nach Zugabe des Enzyms (A2) und ermittelte Dosis Oxalsäuredihydrat ($\mu\text{g}/\text{Biene}$) auf Einzelbienen nach Behandlung im Labor (Dilution Factor, $df=0,913$; 0-W=tot behandelte Bienen)

Oxalsäure in Zuckerwasser					
<i>Probennummer und Zeitpunkt nach Behandlung</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A2 - df * A1</i>	ΔA	<i>Dosis ($\mu\text{g}/\text{ml}$ bzw. $\mu\text{g}/\text{Biene}$)</i>
RB	0,071	0,064	-0,001	-0,002	---
SK	0,038	0,842	0,807	0,806	---
P1_0-W	0,039	1,65	1,614	1,614	90,03
P2_0-W	0,039	1,727	1,691	1,691	94,33
P3_0-W	0,04	1,202	1,165	1,165	64,99
P1_5h	0,039	0,768	0,732	0,732	40,82
P2_5h	0,044	0,614	0,574	0,573	31,97
P3_5h	0,045	0,75	0,709	0,708	39,51
P1_24h	0,04	0,514	0,477	0,477	26,60
P2_24h	0,039	0,461	0,425	0,425	23,69
P3_24h	0,037	0,641	0,607	0,606	33,84
P1_48h	0,04	0,15	0,113	0,113	6,29
P2_48h	0,039	0,282	0,246	0,246	13,70
P3_48h	0,037	0,317	0,283	0,282	15,76
P1_72h	0,037	0,283	0,249	0,248	13,86
P2_72h	0,036	0,269	0,236	0,235	13,13
P3_72h	0,039	0,266	0,230	0,230	12,81
P_4d	0,035	0,156	0,124	0,123	6,88
P_5d	0,038	0,189	0,154	0,153	8,56
P_6d	0,036	0,186	0,153	0,152	8,50
P_7d	0,041	0,153	0,116	0,115	6,40
P_14d	0,038	0,143	0,108	0,107	6,00
Oxalsäure in Glycerin					
<i>Probennummer und Zeitpunkt nach Behandlung</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A2 - df * A1</i>	ΔA	<i>Dosis ($\mu\text{g}/\text{ml}$ bzw. $\mu\text{g}/\text{Biene}$)</i>
P1_0-W	0,038	1,422	1,387	1,387	82,27
0-Wert	0,056	1,228	1,177	1,176	69,79
0-Wert	0,07	1,406	1,342	1,342	79,59
P2_0-W	0,08	0,64	0,567	0,566	33,60
P3_0-W	0,038	0,554	0,519	0,519	30,77
P1_5h	0,06	0,61	0,555	0,555	32,91
P2_5h	0,038	0,419	0,384	0,384	22,77
P3_5h	0,04	0,422	0,385	0,385	22,84
P1_24h	0,039	0,42	0,384	0,384	22,77
P2_24h	0,075	0,506	0,438	0,437	25,92
P3_24h	0,071	0,511	0,446	0,446	26,44

<i>Probennummer und Zeitpunkt nach Behandlung</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A2 - df * A1</i>	ΔA	<i>Dosis ($\mu\text{g/ml}$ bzw. $\mu\text{g/Biene}$)</i>
P3_48h	0,037	0,321	0,287	0,287	17,01
P1_72h	0,072	0,395	0,329	0,329	19,50
P2_72h	0,044	0,421	0,381	0,380	22,56
P3_72h	0,036	0,315	0,282	0,282	16,70
P_4d	0,032	0,217	0,188	0,187	11,11
P_5d	0,024	0,201	0,179	0,179	10,59
P_6d	0,025	0,167	0,144	0,144	8,52
P_7d	0,026	0,18	0,156	0,156	9,24
P_14d	0,026	0,19	0,166	0,166	9,83

Tab. VI.2.2 Rückstandsanalyse mit Enzym-Kits: Absorbationsmessungen vor (A1) und nach Zugabe des Enzyms (A2) und ermittelte Dosis Oxalsäuredihydrat ($\mu\text{g}/\text{Biene}$) auf Einzelbienen nach Behandlung im Volk (Dilution Factor, $df=0,913$)

Oxalsäure in Zuckerwasser					
<i>Probennummer und Zeitpunkt nach Behandlung</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A2 - df * A1</i>	ΔA	<i>Dosis ($\mu\text{g}/\text{ml}$ bzw. $\mu\text{g}/\text{Biene}$)</i>
RB	0,071	0,064	-0,001	-0,002	---
SK	0,038	0,842	0,807	0,806	---
P1_24h	0,04	0,334	0,297	0,297	16,55
P2_24h	0,038	0,279	0,244	0,243	13,59
P3_24h	0,046	0,377	0,335	0,334	18,65
P1_48h	0,038	0,285	0,250	0,249	13,92
P2_48h	0,04	0,252	0,215	0,215	11,98
P3_48h	0,037	0,195	0,161	0,160	8,95
P1_72h	0,041	0,226	0,189	0,188	10,48
P2_72h	0,037	0,189	0,155	0,154	8,61
P3_72h	0,037	0,223	0,189	0,188	10,51
P1_7d	0,038	0,164	0,129	0,128	7,17
P2_7d	0,039	0,201	0,165	0,165	9,18
P3_7d	0,043	0,249	0,210	0,209	11,66
P1_14d	0,035	0,134	0,102	0,101	5,65
P2_14d	0,051	0,169	0,122	0,122	6,79
P3_14d	0,038	0,169	0,134	0,133	7,45
Oxalsäure in Glycerin					
<i>Probennummer und Zeitpunkt nach Behandlung</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A2 - df * A1</i>	ΔA	<i>Dosis ($\mu\text{g}/\text{ml}$ bzw. $\mu\text{g}/\text{Biene}$)</i>
P1_24h	0,027	0,277	0,252	0,252	14,94
P2_24h	0,026	0,262	0,238	0,238	14,10
P3_24h	0,023	0,253	0,232	0,231	13,73
P1_48h	0,026	0,172	0,148	0,148	8,76
P2_48h	0,027	0,176	0,151	0,151	8,95
P3_48h	0,027	0,19	0,165	0,165	9,78
P1_72h	0,026	0,254	0,230	0,230	13,63
P2_72h	0,039	0,313	0,277	0,277	16,42
P3_72h	0,026	0,203	0,179	0,179	10,60
P1_7d	0,024	0,14	0,118	0,118	6,97
P2_7d	0,029	0,193	0,167	0,166	9,85
P3_7d	0,029	0,237	0,211	0,210	12,46
P1_14d	0,029	0,297	0,271	0,270	16,02
P2_14d	0,027	0,347	0,322	0,322	19,09
P3_14d	0,026	0,354	0,330	0,330	19,56

Tab. VI.2.3 Rückstandsanalyse mit Enzym-Kits: Absorbionsmessungen vor (A1) und nach Zugabe des Enzyms (A2) und ermittelte Dosis Oxalsäuredihydrat ($\mu\text{g}/\text{Biene}$) auf Beutenmaterial nach Behandlung am Volk

Oxalsäure in Zuckerwasser					
<i>Probennummer</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A2 - df * A1</i>	ΔA	<i>Dosis ($\mu\text{g}/\text{ml}$ bzw. $\mu\text{g}/200\text{mg}$)</i>
RB	0,034	0,101	0,070	0,069	
SK	0,035	1,724	1,692	1,622	
M1	0,036	0,086	0,053	0,053	1,46
M2	0,039	0,122	0,086	0,086	2,38
M3	0,037	0,081	0,047	0,047	1,29
M4	0,039	0,538	0,502	0,502	13,92
M5	0,025	0,093	0,070	0,070	1,93
M6	0,027	1,41	1,385	1,385	38,42
M7	0,026	0,0701	0,046	0,046	1,27
M8	0,027	0,073	0,048	0,048	1,33
M9	0,028	0,08	0,054	0,054	1,49
M10	0,027	0,105	0,080	0,080	2,21
Quart 25					5,44
Min					5,08
Med					6,85
Max					153,67
Quart 75					9,36
Oxalsäure in Glycerin					
<i>Probennummer</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A2 - df * A1</i>	ΔA	<i>Dosis ($\mu\text{g}/\text{ml}$ bzw. $\mu\text{g}/200\text{mg}$)</i>
M1	0,024	0,136	0,114	0,114	3,15
M2	0,033	0,345	0,315	0,314	8,72
M3	0,027	0,085	0,060	0,060	1,66
M4	0,031	0,283	0,255	0,254	7,05
M5	0,025	0,124	0,101	0,101	2,79
M6	0,026	0,248	0,224	0,224	6,21
M7	0,023	0,128	0,107	0,106	2,95
M8	0,024	0,488	0,466	0,466	12,91
M9	0,025	0,098	0,075	0,075	2,07
M10	0,025	0,105	0,082	0,082	2,26
Quart 25					9,58
Min					6,63
Med					12,2
Max					51,66
Quart 75					27,36

Tab. VI.2.4 Statistikwerte für die Rückstandsanalyse mit Enzym-Kits: Korrelation der Einzeldosen mit dem Zeitpunkt nach der Behandlung (Pearson-Korrelation; 0-Wert = tot behandelte Bienen)

Behandlung im Labor				
<i>Probe</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>		<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	
	<i>y-Wert (Dosis in µg/Biene)</i>	<i>x-Wert (log 10 Zeit nach Behandlung in Stunden)</i>	<i>y-Wert (Dosis in µg/Biene)</i>	<i>x-Wert (log 10 Zeit nach Behandlung in Stunden)</i>
P1_0-W	90,034	0,000	82,269	0,000
P2_0-W	94,330	0,000	69,785	0,000
P3_0-W	64,985	0,000	79,587	0,000
P1_5h	40,820	0,699	33,602	0,699
P2_5h	31,972	0,699	30,775	0,699
P3_5h	39,510	0,699	32,905	0,699
P1_24h	26,596	1,380	22,766	1,380
P2_24h	23,690	1,380	22,835	1,380
P3_24h	33,836	1,380	22,771	1,380
P1_48h	6,286	1,681	25,923	1,681
P2_48h	13,702	1,681	26,436	1,681
P3_48h	15,757	1,681	17,006	1,681
P1_72h	13,860	1,857	19,500	1,857
P2_72h	13,130	1,857	22,559	1,857
P3_72h	12,810	1,857	16,704	1,857
P_4d	6,876	1,982	11,107	1,982
P_5d	8,564	2,079	10,591	2,079
P_6d	8,499	2,158	8,520	2,158
P_7d	6,402	2,225	9,237	2,225
P_14d	5,997	2,526	9,830	2,526
Bestimmtheitsmaß R²	-0,928		-0,917	
p	≤0,001		≤0,001	
Behandlung im Volk				
<i>Probe</i>	<i>Oxalsäure in Zuckerwasser</i>		<i>Oxalsäure in Glycerin</i>	
	<i>y-Wert (Dosis in µg/Biene)</i>	<i>x-Wert (log 10 Zeit nach Behandlung in Stunden)</i>	<i>y-Wert (Dosis in µg/Biene)</i>	<i>x-Wert (log 10 Zeit nach Behandlung in Stunden)</i>
P1_24h	16,553	1,380	14,937	1,380
P2_24h	13,586	1,380	14,102	1,380
P3_24h	18,646	1,380	13,730	1,380
P1_48h	13,921	1,681	8,762	1,681
P2_48h	11,977	1,681	8,945	1,681
P3_48h	8,950	1,681	9,776	1,681
P1_72h	10,476	1,857	13,627	1,857
P2_72h	8,615	1,857	16,423	1,857

Probe	Oxalsäure in Zuckerwasser		Oxalsäure in Glycerin	
	y-Wert (Dosis in µg/Biene)	x-Wert (log 10 Zeit nach Behandlung in Stunden)	y-Wert (Dosis in µg/Biene)	x-Wert (log 10 Zeit nach Behandlung in Stunden)
P3_72h	10,512	1,857	10,601	1,857
P1_7d	7,169	2,225	6,972	2,225
P2_7d	9,183	2,225	9,846	2,225
P3_7d	11,657	2,225	12,456	2,225
P1_14d	5,648	2,526	16,016	2,526
P2_14d	6,786	2,526	19,090	2,526
P3_14d	7,448	2,526	19,560	2,526
Bestimmtheitsmaß	-0,839		0,32	
R²				
p	≤0,001		0,24	

Tab. VI.3.1.1 Visualisierung der Verteilung durch Computertomographie: Dichtewerte der Einzelbienen (in Hounsfield Units, HU) im Volk vor und nach Behandlung mit Oxalsäure in Zuckerwasser

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
1	-446	-283	-283	-332
2	-355	-200	-209	-363
3	-234	-80	-164	-342
4	-260	-114	-146	-283
5	-257	-217	-181	-275
6	-245	-12	-201	-278
7	-295	-44	-129	-340
8	-372	-181	-121	-298
9	-353	-103	-71	-346
10	-350	0	-13	-364
11	-384	-14	-131	-334
12	-361	-145	-111	-270
13	-389	-74	-51	-280
14	-373	-292	-119	-273
15	-389	-37	-241	-294
16	-260	-80	-205	-193
17	-281	-228	-135	-159
18	-338	-91	-260	-14
19	-305	-155	-290	-78
20	-191	-61	-311	-261
21	-340	-55	-174	-252
22	-316	-139	-229	-220
23	-220	-87	-328	-215
24	-316	-98	-178	-229
25	-355	-113	-262	-57
26	-375	-123	-144	-300
27	-385	-159	-225	-146
28	-273	-96	-300	-172
29	-350	-171	-186	-219
30	-262	-198	-158	-218
31	-296	-114	-87	-204
32	-325	-192	-170	-79
33	-281	-90	-115	-144
34	-294	-54	-226	-84
35	-286	-249	-180	-71
36	-343	-288	-197	-179
37	-350	-178	-177	-167
38	-371	74	-170	-264
39	-373	-225	-178	-237
40	-369	-20	-117	-231

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
41	-393	-244	-115	-185
42	-215	-180	-174	-26
43	-265	-161	-240	-132
44	-258	-225	-106	-23
45	-301	-176	-125	-120
46	-274	-135	-195	-52
47	-324	-255	-100	-224
48	-300	29	-197	-216
49	-315	-84	-240	-193
50	-202	-45	-174	-182
51	-246	-149	-218	-175
52	-315	-179	-210	-231
53	-320	-158	-206	-252
54	-274	-154	-267	-59
55	-309	-221	-74	-159
56	-327	-180	-284	-162
57	-298	-92	-92	-232
58	-320	-180	-209	-258
59	-223	-199	-194	-176
60	-239	-145	-67	-108
61	-351	-117	-267	-199
62	-345	-28	-158	-194
63	-177	-53	-144	-186
64	-353	-125	-250	-82
65	-309	-177	-180	-104
66	-218	-117	-97	-165
67	-373	-96	-65	-70
68	-381	-146	-187	-119
69	-250	-102	-139	-195
70	-227	-228	-81	-181
71	-290	-143	-42	-107
72	-256	63	-151	-125
73	-167	-268	-204	-50
74	-241	-152	-213	-95
75	-277	-123	-95	-146
76	-126	-265	-121	-122
77	-354	-149	-210	-193
78	-387	-239	-95	-136
79	-300	-149	-104	-216
80	-326	-156	-46	-163
81	-245	12	-98	-206
82	-205	-244	-18	-210
83	-289	-287	-84	-189
84	-39	-191	-132	-241

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
85	-210	-137	-92	-184
86	-228	-133	-187	-142
87	-326	-287	-91	-254
88	-308	-143	-139	-74
89	-245	-256	-159	-181
90	-263	-195	-85	31
91	-192	-143	-94	-94
92	-327	-322	-141	-161
93	-125	-258	-214	-184
94	-13	-227	-170	-60
95	-71	-63	-78	-80
96	-248	-126	-286	-39
97	-210	-286	-250	-124
98	-197	-95	-168	-218
99	-185	-169	-228	-89
100	-198	1	-239	-153
101	-229	-99	-50	-59
102	-281	-70	-65	-89
103	-133	105	-125	-178
104	-240	82	-197	-123
105	-201	-132	-145	-161
106	-275	-126	-155	-211
107	-161	-118	-195	-81
108	-289	2	-139	-210
109	-83	88	-155	-186
110	-121	86	-169	-241
111	-262	-166	-110	-155
112	-74	-128	26	-91
113	-178	34	-30	-184
114	-214	42	-204	-202
115	-189	-163	-145	-52
116	-216	33	-144	-49
117	-224	-135	-96	-122
118	-229	-89	-162	-136
119	-320	-99	-24	2
120	-135	-207	-194	-251
121	-69	-101	-65	-125
122	-187	-71	-152	-154
123	-199	-51	-132	-254
124	-257	-249	-79	-202
125	-285	-80	-273	-301
126	-205	-152	-181	-175
127	-210	-270	-161	-64
128	-299	-141	-247	-211

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
129	-195	-47	-88	-92
130	-191	-81	33	-195
131	-180	-55	-41	-193
132	-259	-41	-193	-130
133	-188	-209	1	-53
134	-243	-34	-232	-276
135	-194	-199	-177	-196
136	-268	-119	-95	-92
137	-156	-131	-106	-83
138	-8	-283	-24	-139
139	-149	-131	-86	-192
140	-178	-168	-97	-201
141	-233	-108	94	-204
142	-174	-39	-99	-300
143	-91	-205	-60	-164
144	-90	-71	10	-171
145	-206	-110	-202	-117
146	-108	-181	-136	-155
147	-174	-95	-206	-164
148	-144	-213	-192	-112
149	-156	39	-190	-123
150	-241	-189	6	40
151	-224	-197	-64	-244
152	-266	-203	-271	-53
153	-136	-163	-61	-220
154	-261	-162	-111	-221
155	-194	-86	-158	-110
156	-175	-155	-57	-93
157	-144	-197	-137	-119
158	-215	-216	-132	-76
159	-92	-383	-120	-157
160	-26	-166	-186	-153
161	-168	48	-186	-228
162	-42	-21	-84	-111
163	-187	-83	-157	-220
164	-217	-195	-152	-105
165	-188	-37	-111	-67
166	-190	-261	-119	-97
167	-188	-30	-89	-90
168	-163	-205	-18	-203
169	-73	-207	-131	-180
170	-168	-85	-259	-122
171	-256	-185	-122	-181
172	-269	-46	-181	-217

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
173	-207	-111	-203	-257
174	-204	-125	-133	-43
175	-190	-122	-77	-100
176	-146	-163	-114	-199
177	-242	-139	-145	-172
178	-120	-164	-195	-214
179	-114	107	-159	-211
180	-212	130	-54	-135
181	-268	-294	-121	-132
182	-199	-288	-174	-59
183	-202	-235	-171	-43
184	-280	-196	-156	-153
185	-170	-69	-152	-137
186	-152	-85	-157	-184
187	-244	19	-193	-138
188	-87	-134	-101	-226
189	-108	-160	-106	-150
190	-96	-77	-73	-213
191	-180	35	-102	-221
192	-147	-84	-147	-57
193	-104	-180	-252	-194
194	-184	-39	-56	-183
195	-170	5	-201	-14
196	-249	-183	-109	-232
197	-222	-46	-159	-140
198	-306	-18	-46	-188
199	-208	-233	-137	-131
200	-276	55	-193	-192
201	-259	-173	-78	-137
202	-233	-221	-90	-245
203	-308	-53	-208	-36
204	-190	-200	-52	-44
205	-201	-162	-6	-183
206	-25	-233	-185	-144
207	-261	-179	-108	-127
208	-172	23	-148	-264
209	-180	-4	-231	-214
210	-95	88	-186	-192
211	-150	-32	-68	-148
212	-195	-117	-77	-83
213	-187	-64	-109	-82
214	-246	-162	48	-145
215	-184	-30	-259	-99
216	-241	-169	-110	-135

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
217	-191	8	-192	-28
218	-276	-179	-204	-103
219	-257	-101	-110	-111
220	-151	-60	-199	-147
221	-270	-372	-259	-167
222	-163	-93	-272	-149
223	-272	-60	-102	-139
224	-279	-129	-24	-189
225	-248	-186	-173	-238
226	-255	-244	-178	-218
227	-312	-45	-123	-166
228	-274	-73	-222	-150
229	-183	-273	-96	53
230	-106	-143	-81	-86
231	-144	-341	-84	-207
232	-202	-201	-231	-136
233	-286	-325	-147	-154
234	-255	-146	-234	-273
235	-262	-204	-107	-156
236	-187	-148	-201	-136
237	-140	-234	32	-171
238	7	-182	-236	-155
239	-272	-187	-202	-224
240	-140	-155	-82	-244
241	-71	-257	-44	-39
242	-202	-119	-162	-80
243	-225	-174	-116	-224
244	-189	-212	-196	-189
245	-238	-106	-250	-307
246	-150	-35	-199	-248
247	-243	-68	-119	-104
248	-195	-88	-267	-185
249	-200	-53	-12	-227
250	-166	-206	-266	-250
251	-185	32	-82	-145
252	-156	-126	-211	-169
253	-258	-65	-240	-151
254	-326	-47	-244	-176
255	-226	17	-214	-161
256	-251	-261	-115	-195
257	-254	-124	-134	-203
258	-177	-250	-121	-233
259	-96	-138	-284	-205
260	-253	-109	-229	-204

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
261	-278	-81	-181	-145
262	-97	-152	-144	-145
263	-203	-99	-84	-137
264	-343	-145	-104	-159
265	-29	15	-259	-238
266	-5	-23	-239	-198
267	-212	-43	-216	-148
268	-128	-285	-152	-217
269	-120	-135	-304	54
270	12	-160	-344	-107
271	-44	-153	-208	-173
272	-84	-133	-268	-188
273	-207	-265	-198	-136
274	-88	-261	-246	-184
275	-305	-218	-188	-222
276	-103	-170	-177	-155
277	-282	-129	-299	-160
278	-9	-48	-253	-192
279	-247	-139	-169	-185
280	-161	-217	-85	-115
281	-225	-176	-268	-176
282	-156	-213	-152	-114
283	-55	-27	-282	-238
284	-207	-108	-169	-138
285	-85	-93	-203	-40
286	-208	-134	-198	-128
287	-127	-71	-246	-121
288	-152	-203	-274	-70
289	-64	-99	-279	-153
290	-77	73	-227	-171
291	-180	178	-155	-85
292	-150	-64	-222	-60
293	-225	-59	-216	-195
294	-231	66	-270	-13
295	-219	-1	-131	-233
296	-86	-241	-182	-163
297	-124	-120	-74	-54
298	-192	8	-175	-216
299	-149	-259	-198	-124
300	-198	-206	-232	-232
301	-206	-165	-64	-61
302	-25	-246	-144	-38
303	-143	-176	-145	-49
304	-235	-132	-122	36

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
305	-248	-191	-231	-206
306	-76	-76	-114	-176
307	-224	-204	-226	-57
308	-143	-160	-282	-241
309	-185	-244	-194	-145
310	-223	-156	-186	-232
311	-211	-261	-191	-245
312	-209	-76	-140	-145
313	-181	-108	-174	-163
314	-192	-110	-210	-72
315	-180	-189	-117	-218
316	-142	-120	-249	-82
317	-146	-220	-193	-42
318	-270	-173	-207	-71
319	-189	-75	-198	-145
320	-129	-32	-196	-136
321	-151	-157	-195	-78
322	-227	-57	-194	-148
323	-399	-147	-156	-218
324	-286	-143	-228	-87
325	-179	-179	-289	-64
326	-191	30	-202	12
327	-60	-207	-304	-10
328	-238	-121	47	-133
329	-217	-187	-60	-50
330	-223	-193	-11	-64
331	-232	-15	-235	-161
332	-284	-270	-144	21
333	-288	-119	-244	-226
334	-210	-242	-296	-201
335	-279	-130	-321	-222
336	-193	-224	-171	-130
337	-311	-147	-238	-174
338	-183	-129	-309	-67
339	-331	-49	-173	-182
340	-188	-197	-223	-189
341	-168	-197	-88	-121
342	-36	-236	-82	-195
343	-196	-204	-249	-149
344	-118	-196	-281	-189
345	-234	-148	-239	-84
346	-74	-261	-290	-241
347	-158	-91	-205	-73
348	-199	-205	-165	-219

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
349	-292	-136	-118	-91
350	-32	-214	-170	-59
351	-245	-137	-125	-181
352	-206	-153	-196	-150
353	-273	-180	-298	-21
354	-201	-278	-135	-216
355	-306	-187	-167	-158
356	-239	-19	-127	-179
357	-165	-126	-89	-111
358	-144	-262	-52	-75
359	-194	-142	-198	1
360	-241	-199	-201	104
361	-223	-236	-132	-70
362	-180	-228	-133	-14
363	-291	-156	-172	-169
364	-279	-218	-30	-183
365	-195	-75	-19	17
366	-279	-202	37	-168
367	-165	-187	-106	-73
368	-76	-194	-174	-140
369	-109	-194	29	-91
370	-54	-180	-145	-89
371	-219	-112	-118	-157
372	-313	-261	-79	-38
373	-303	-94	-92	-106
374	-227	-194	-194	-114
375	-155	-241	-146	-90
376	-297	-215	-61	-157
377	-239	-75	-145	-193
378	-179	-84	-196	-50
379	-176	-103	-26	-193
380	-143	-87	-165	-175
381	-310	-257	-194	-122
382	-193	-205	-249	-201
383	-203	-85	-241	-170
384	-58	-267	-249	-144
385	-246	-194	-191	2
386	-269	-95	-229	-139
387	-192	-155	-68	-130
388	-203	-86	-203	-184
389	-213	-218	-143	-178
390	-193	-114	-119	-226
391	-265	-63	-93	-284
392	-186	-99	-160	-105

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
393	-240	-60	-112	-209
394	-84	54	-109	-199
395	-88	-110	-106	-187
396	-255	-271	-62	-196
397	-160	-118	-196	-218
398	-100	-259	-241	14
399	-262	-51	-224	-247
400	-3	-152	-143	-167
401	-371	-128	-219	-92
402	-283	-154	-57	-31
403	-205	-126	-98	-39
404	-289	40	-75	-154
405	-231	-187	-116	-42
406	-161	-131	-191	-35
407	-133	-31	-200	-70
408	-152	-24	-276	-90
409	-100	-144	-193	-39
410	-187	-98	-226	-153
411	-175	-59	-91	-242
412	-152	-151	-204	-57
413	-141	0	13	-254
414	-145	-62	-55	-199
415	-269	-71	-139	-176
416	-247	-276	-178	-74
417	-311	-112	-148	-89
418	-173	-247	-217	-61
419	-30	-192	-150	-74
420	-202	-234	-113	-94
421	-212	-57	-121	-6
422	-224	-41	-126	-149
423	-226	-76	-126	-170
424	-153	-203	-178	-195
425	-44	50	-155	-171
426	-171	-167	-290	-207
427	-53	-159	-220	-187
428	-126	-103	-294	-59
429	-88	-28	-158	-178
430	-148	-178	-170	-192
431	-227	-196	-255	-210
432	-261	-266	-229	-221
433	-96	-254	-195	-209
434	-214	-224	-60	-173
435	-199	-149	-75	-212
436	-301	-245	-168	-135

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
437	-135	-181	-134	-6
438	-45	-65	-197	-57
439	-176	-200	-80	11
440	-157	-220	-28	65
441	-232	-154	-96	-82
442	-267	1	-102	-153
443	-312	-95	-154	-81
444	-184	-98	-71	-139
445	-188	-182	-184	-240
446	-224	-227	-45	-186
447	-114	-255	-199	-254
448	-255	-155	-202	-185
449	-247	-193	-103	-100
450	-126	-194	-109	-230
451	-159	-125	-179	-127
452	-54	-222	-199	-172
453	-190	-201	-202	-316
454	-328	-100	-121	-226
455	-265	-113	-117	-44
456	-200	-63	-194	-121
457	-282	-295	-26	-125
458	-205	-267	-182	-41
459	-271	-37	-288	-168
460		-257	-253	-240
461	-115	-21	-280	-147
462	-202	43	-119	-42
463	-73	-49	-276	-239
464	-192	-171	-246	-193
465	-110	-166	-219	-242
466	-64	-49	-132	-187
467	-178	-182	-101	-163
468	-174	-197	-118	-47
469	-295	-290	-80	-162
470	-129	-198	-243	-164
471	-139	-141	10	-220
472	-179	-72	-261	-195
473	-243	-247	-312	-121
474	-170	-166	25	-51
475	-165	-161	-67	-144
476	-141	-49	-259	-278
477	-154	-196	-153	-132
478	-239	-209	-253	-238
479	-308	-22	-189	-183
480	-268	-40	-56	-267

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
481	-226	53	-212	-101
482	-240	-9	-192	-264
483	-318	-195	-12	-242
484	-165	2	-179	-197
485	-128	-234	-98	-259
486	-40	-209	-167	-228
487	20	-81	-228	-251
488	-67	-108	-86	-151
489	-141	-133	8	-221
490	-118	-150	-127	-212
491	-217	31	-171	-183
492	-166	-90	-92	-255
493	-197	-100	-214	-274
494	-119	-229	-217	-277
495	-132	-247	-42	-223
496	2	-196	-289	-194
497	-210	-169	-113	-166
498	-96	37	-212	-200
499	-47	-38	-151	-132
500	-212	-123	-200	-200
501	-118	-234	-10	-243
502	-109	-109	9	-291
503	-145	-210	-212	-268
504	-151	186	-194	-281
505	-234	-49	-123	-121
506	-204	-143	-273	-195
507	-188	-201	-91	-166
508	-150	-114	-152	-230
509	-187	-282	-168	-155
510	-44	-127	-203	-274
511	-17	-60	-133	-235
512	-211	-109	-29	-82
513	-38	-208	-102	-53
514	-127	-274	-99	-288
515	-30	-1	-98	-160
516	-70	-165	-40	-117
517	-43	-91	-172	-135
518	-23	-101	-41	-193
519	19	-71	9	-266
520	-126	19	-49	-299
521	-174	-100	-132	-270
522	-190	43	-182	-262
523	-114	-91	-33	-189
524	-269	117	2	-242

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
525	-48	-62	-80	-84
526	-115	-77	-45	-182
527	-266	-26	-215	-210
528	-328	-77	-132	-162
529	-322	-156	-9	-192
530	-175	-82	-150	-224
531	-242	-196	-51	-327
532	-290	-129	-286	-219
533	-119	-154	-179	-286
534	-161	-225	-66	-236
535	-334	-133	-212	-116
536	-291	-43	-150	-199
537	-248	-41	-230	-10
538	-173	-127	-208	-173
539	-272	-185	-152	-193
540	-187	-181	-130	-67
541	-144	-12	-93	-280
542	-287	-262	-89	44
543	-397	-194	-142	-247
544	-252	-105	-67	-120
545	-248	37	-109	-222
546	-185	-80	-90	-170
547	-196	-36	-11	-319
548	-161	-95	-166	-201
549	-208	-198	-8	-16
550	-165	-112	-153	-161
551	-224	-100	-198	-215
552	-154	-168	-141	-128
553	-98	-15	-141	-294
554	-145	-67	-145	-127
555	-271	-13	-215	-82
556	-220	-153	-213	-143
557	-240	-163	-73	-162
558	-196	-57	-74	-189
559	-173	-189	23	-198
560	-153	-103	-253	-194
561	-162	-104	-27	-139
562	-53	-181	-252	-168
563	-200	-69	-164	41
564	-73	-83	-124	-202
565	-191	-106	-156	-115
566	-320	-153	-72	-285
567	-329	-190	-51	-58
568	-204	-203	-30	-153

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
569	-254	-136	-136	-92
570	1	-118	-178	-253
571	-205	-191	-2	-13
572	-69	-96	2	-287
573	-62	-68	-133	-254
574	-102	-38	-127	-208
575	-61	-218	-173	-267
576	-213	-139	-221	-189
577	-39	-169	-181	-154
578	-53	-136	-109	-256
579	4	-209	-52	-111
580	-119	-96	-120	-284
581	-125	-67	-64	-154
582	-121	-106	-239	-121
583	-290	-67	-104	-245
584	-173	-44	-211	-129
585	-239	-88	-30	-106
586	-91	-151	-119	-218
587	-289	-102	-93	-105
588	-60	30	-130	-290
589	-264	-38	-151	
590	-171	-55	-199	
591	-361	-98	-239	
592	-219	-44	-240	
593	-225	-40	-49	
594	-135	-88	-229	
595	-29	-102	-100	
596	-211	-55	-236	
597	-146	-68	-184	
598	-244	-107	-67	
599	-259	-55	-180	
600		32	-208	
601		41		
602		-119		
603		129		
604		-141		
605		-138		
606		-240		
607		-256		
608		-221		
609		-89		
610		97		
611		3		
612		-105		

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
613		7		
614		-248		
615		-68		
616		-122		
617		-173		
618		-42		
Quart 25	-260,75	-194,75	-204	-213,25
Min	-446	-383	-344	-364
Med	-202	-133	-154,5	-164,5
Max	20	186	94	104
Quart 75	-147,25	-69,25	-98	-105,75

Tab. VI.3.1.2 Visualisierung der Verteilung durch Computertomographie: Dichtewerte der Einzelbienen (in Hounsfield Units, HU) im Volk vor und nach Behandlung mit Oxalsäure in Glycerin

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
1	-356	-268	-46	-131
2	-241	-337	-111	-132
3	-183	-116	-62	-204
4	-216	-224	-154	-56
5	-69	-59	-195	-80
6	-272	31	-156	58
7	-183	-103	-111	-192
8	-213	-105	-255	-184
9	-336	-283	-212	-225
10	-315	-253	-211	-163
11	-114	-170	-88	-204
12	-287	-177	-139	-206
13	-243	-167	-67	-198
14	-390	-221	-56	-129
15	-316	-178	-76	-189
16	-327	-32	-130	-178
17	-308	-86	-58	-90
18	-349	-133	-126	-197
19	-364	-252	-123	-82
20	-295	-245	-127	-167
21	-229	-28	-81	-78
22	-192	-93	22	-216
23	-265	-108	-160	-143
24	-246	-139	-172	-194
25	-352	-304	-67	-100
26	-280	-171	-258	-148
27	-91	-193	-224	-167
28	-253	-146	-81	-108
29	-224	-149	-53	-211
30	-318	-156	-119	-99
31	-263	-227	-127	-173
32	-107	-185	-123	-199
33	-261	-190	-134	-96
34	-165	-188	-131	-94
35	-212	-149	-68	-103
36	-66	-127	-125	-179
37	-135	-130	-95	-99
38	-147	-157	-113	-82
39	-85	-117	-177	-129
40	-159	-112	-55	-209

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
41	-288	-51	-61	-187
42	-156	-98	-35	-191
43	-196	-180	-148	-111
44	-321	-123	-185	-202
45	-127	-153	-105	4
46	-150	-209	-119	-176
47	-80	-130	-125	-147
48	-221	-257	-173	-160
49	-143	-227	-287	-104
50	-258	-171	-209	-130
51	-182	-15	-101	-146
52	-304	-150	-185	-190
53	-276	-214	-100	54
54	-111	-205	-113	-146
55	-301	-113	-192	-201
56	-299	56	-98	-270
57	-182	-184	-178	-259
58	-24	-128	-78	-207
59	-298	-63	-151	-207
60	-149	-61	-183	-25
61	-83	-93	-172	-57
62	-199	-60	-96	-200
63	-23	-133	-54	-89
64	-47	-30	-157	-135
65	-36	24	-161	-131
66	-120	-151	-140	-85
67	-284	-7	-14	-191
68	-32	-61	53	-262
69	-140	-236	-84	-221
70	-75	-110	-115	-213
71	-164	-164	-136	-146
72	-72	-187	-282	-138
73	-186	-231	16	-106
74	-72	-113	-116	-103
75	-293	-192	-148	-9
76	-171	-182	-29	-184
77	-79	-119	-239	-155
78	-52	-15	-153	-135
79	-211	-125	-202	-170
80	-114	-10	-155	-187
81	-236	-129	-158	-37
82	-180	-71	-53	-210
83	-151	-138	-188	-109
84	-210	-223	-127	-287

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
85	-120	-225	-144	-160
86	-67	-206	-68	-211
87	-86	-108	-77	-179
88	-129	-150	-155	-155
89	-268	-94	-71	-224
90	-193	-74	-307	-150
91	-127	-228	-136	-170
92	-210	-197	-243	-85
93	-109	-200	-277	-86
94	-179	-133	-191	-103
95	-274	-126	-98	-82
96	-202	-88	-188	-46
97	-162	-87	-121	-40
98	-227	-261	23	-223
99	-182	-17	-35	-24
100	-266	-75	-77	-83
101	-287	-89	-197	-6
102	-257	67	-62	-102
103	-257	-73	-111	-50
104	-34	-49	-106	-14
105	-195	-136	-168	-136
106	-161	-81	-227	2
107	-155	-125	-109	-31
108	-176	-87	-71	-100
109	-220	-95	-114	-39
110	-282	-104	-129	-97
111	-193	-108	-91	-150
112	-201	-218	-207	37
113	-137	-199	-95	-72
114	-234	-153	-43	63
115	-377	-176	-116	-133
116	-242	-108	-76	-13
117	-124	-206	-20	-40
118	-197	-88	-60	17
119	-194	-71	-70	-180
120	-293	-105	-110	7
121	-252	-89	-201	47
122	-329	-49	-78	17
123	-289	-124	-37	-1
124	-261	-127	-126	-57
125	-10	-83	-133	-192
126	-248	-74	-174	-99
127	-97	-54	-115	-16
128	-122	-155	-144	-187

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
129	-277	-85	-191	-28
130	-372	-165	-131	-59
131	-298	-155	-136	-64
132	-220	-164	46	-64
133	-288	-98	-218	-69
134	-282	-54	-159	-215
135	-194	-257	-190	-137
136	-182	-104	-135	-128
137	-257	-8	-4	-141
138	-256	-132	29	-70
139	-212	-5	-258	-40
140	-177	63	-161	-107
141	-219	-154	-14	-20
142	-402	-118	-167	31
143	-208	-129	-51	-152
144	-124	-57	-43	-28
145	-272	-70	25	-194
146	-228	-134	25	-181
147	-240	75	-4	-133
148	-234	-34	-212	-129
149	-51	-137	-104	-66
150	-154	48	-31	-4
151	-210	-136	-77	-85
152	-95	-153	-158	-152
153	-271	-149	-94	-102
154	-152	-142	-112	63
155	-234	-29	-95	-82
156	-277	-125	44	-68
157	-97	8	-71	-100
158	38	-76	-22	-75
159	-112	-114	-207	-104
160	-288	-73	-212	-61
161	-256	-102	-146	31
162	-359	-164	-27	63
163	-217	-8	-17	-139
164	-307	-85	-130	-103
165	-296	-153	-189	-85
166	-310	-29	-143	17
167	-145	-116	-81	-202
168	-148	-123	-99	-66
169	-121	-9	-78	-40
170	-241	-34	-112	-66
171	-326	-111	-55	-121
172	-178	-49	-162	-58

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
173	-149	-120	-146	71
174	-245	4	-141	82
175	-186	-91	-76	16
176	-179	-102	-112	3
177	-118	-192	-38	-50
178	-206	-123	-224	-138
179	-208	-23	5	-105
180	-313	-119	-184	-255
181	-270	-3	94	-207
182	-186	-59	46	-143
183	-100	-77	-127	-79
184	-188	89	86	-107
185	-196	-163	-182	10
186	-74	-86	-125	-101
187	-241	-156	-193	-126
188	-121	-148	-106	-70
189	-320	-79	-208	-185
190	-87	-91	-104	-151
191	-229	-70	-102	-105
192	-312	-59	-146	-115
193	-322	-50	-167	-117
194	-209	-164	-193	-162
195	-190	-13	-98	-196
196	-177	1	-219	-209
197	-270	-98	-180	-136
198	-220	-77	-220	-56
199	-165	12	-241	64
200	-165	-86	-115	-64
201	-143	-12	-98	36
202	-28	21	-22	93
203	-242	53	-181	-100
204	-74	26	-185	-84
205	-273	-42	-158	-20
206	-73	-50	34	-21
207	-101	-136	-96	37
208	-113	-203	-6	-51
209	-1	-141	-113	-64
210	-235	-182	-104	-143
211	-214	-122	-151	-23
212	-317	-66	-34	-122
213	-245	-214	-96	-43
214	-271	-113	-87	-122
215	-40	-92	-62	-101
216	-148	-73	-73	-107

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
217	-172	-85	-164	54
218	-163	-34	-68	-81
219	-307	-90	59	39
220	-329	-106	-38	58
221	-66	-137	26	18
222	-211	-210	-93	-74
223	-156	-82	-119	-101
224	-183	-92	32	15
225	-32	-52	-227	-59
226	-67	62	11	-75
227	-66	1	-69	-121
228	-102	-14	-178	-119
229	-122	-91	-96	-28
230	-187	-90	46	87
231	-108	66	7	-35
232	-161	-39	-63	-66
233	-103	-38	-73	-109
234	-115	-189	25	-52
235	-214	-95	-113	-56
236	-234	-47	-179	-55
237	-309	-76	-96	-28
238	-119	-59	34	87
239	-209	-191	-40	-102
240	-228	-94	27	-159
241	-141	-112	-151	-48
242	-222	6	23	19
243	-286	-122	-26	-42
244	-67	-126	-39	-191
245	-125	-95	-134	-170
246	-196	-83	-76	-140
247	-115	-76	-63	-114
248	-259	-113	-61	-105
249	-163	-177	-114	-41
250	-230	-62	-119	55
251	-94	-131	18	39
252	-166	-145	-56	-166
253	-227	-195	-89	-153
254	-173	-169	-56	-156
255	-54	-190	-8	-174
256	-131	-229	-164	-103
257	-227	-58	-7	-144
258	-290	-86	-115	-120
259	10	-123	-123	-31
260	19	-111	-29	10

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
261	-38	-93	-89	-43
262	-142	-87	-174	-233
263	-243	-31	-184	2
264	-133	-23	-24	-188
265	-262	-172	-40	-69
266	-272	-110	-217	20
267	-242	-238	-100	22
268	-166	-211	-71	-69
269	-93	-133	-139	-123
270	-229	-66	-33	-30
271	-186	-32	6	-111
272	-228	-20	-227	51
273	-83	-62	-122	12
274	-185	-112	-92	-89
275	-60	-94	-153	-132
276	-101	-17	-147	-69
277	-190	-128	-139	-189
278	-133	-183	-159	-156
279	-127	-201	-146	73
280	-212	-125	-25	-78
281	-223	-38	-203	-23
282	-143	6	14	30
283	-143	-119	-5	51
284	-305	-51	-87	-100
285	-179	-29	-262	-26
286	-44	-174	-169	-51
287	-156	-163	-73	-109
288	-160	-122	-121	-49
289	-60	-221	-176	9
290	-287	-51	-40	-62
291	-235	2	-93	-28
292	-219	-149	-119	-57
293	-108	-4	-143	-26
294	-211	41	-135	-154
295	-158	45	-161	51
296	-98	-204	10	-146
297	-303	-88	-115	-104
298	-77	-66	-179	-80
299	-68	-80	-139	39
300	-120	52	-148	-28
301	-54	-187	-112	-62
302	-199	-126	-103	-207
303	-270	-134	-90	-288
304	-148	-51	-39	-109

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
305	-260	-38	-126	-175
306	-174	-132	-7	-231
307	-121	-4	-105	-228
308	-198	-94	-180	-191
309	-245	-152	-149	-172
310	-221	-166	-147	-8
311	-164	-27	-68	-131
312	31	-11	-43	60
313	-170	3	-59	-139
314	-152	12	-63	-211
315	-50	-13	-118	4
316	42	-157	-23	-89
317	-110	-272	-166	-174
318	-125	26	-116	-206
319	-248	-47	-98	-104
320	-140	-70	-113	-162
321	-122	-28	-113	-198
322	-164	-43	-236	-121
323	-162	-35	-129	-26
324	-106	-200	-210	-73
325	-199	-107	-148	61
326	-78	-47	-103	-113
327	-127	-201	-39	-187
328	-75	-229	-197	-142
329	-83	-219	-242	11
330	-133	-65	-246	-28
331	-137	-217	-222	-181
332	-249	-58	-119	-34
333	-199	-82	-69	-64
334	-84	-54	-135	-143
335	-195	-137	-75	-92
336	-300	-82	-154	-21
337	-117	-58	-37	-46
338	-248	-31	-76	-22
339	-196	-70	-92	-13
340	-197	-50	-180	-143
341	-134	-104	-44	-174
342	-202	-107	-99	-141
343	-210	-188	-105	-62
344	-173	31	-74	-152
345	-12	-14	-239	-71
346	-231	-158	-122	-56
347	-194	-18	-66	-5
348	-167	-89	-119	-23

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
349	-157	-124	-109	21
350	-197	-239	-168	-88
351	-209	-146	-141	-226
352	-264	-129	-211	63
353	-239	31	-102	-95
354	-154	-174	-206	-117
355	-209	-153	-188	-203
356	-133	-220	-104	-139
357	-201	-157	-226	-92
358	-200	-19	-214	-108
359	-321	-67	-130	-178
360	-211	-124	-46	-200
361	-204	-64	4	-146
362	-237	-96	-113	-112
363	-206	-22	-42	-165
364	-270	-129	-223	-185
365	-176	-146	-107	-171
366	-147	-67	-47	-172
367	-195	-19	-65	-27
368	-43	-144	-95	-157
369	-59	-161	-172	-206
370	-192	-200	-156	-166
371	-174	-173	-103	-136
372	-272	-139	-111	-232
373	-210	61	-217	61
374	-197	-1	-185	-10
375	-180	-127	-155	-135
376	-193	-85	-97	-129
377	-165	-159	-170	-22
378	-197	-67	-194	-188
379	-145	-97	-201	-42
380	-252	-59	-105	-106
381	-136	-122	-199	-165
382	-241	-8	-208	-213
383	-193	9	-127	-182
384	-224	-143	-214	-185
385	-318	6	-199	-138
386	-100	62	-179	-195
387	-68	-95	-136	-163
388	-283	-118	-88	-159
389	-118	-68	-28	-43
390	-137	-32	-111	-86
391	-176	-46	30	-79
392	-143	-116	-167	-191

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
393	-251	-70	-151	-10
394	-74	-73	-131	74
395	-98	91	-142	-59
396	-195	-103	-197	-80
397	-282	-68	-231	-90
398	-139	-69	-235	-78
399	-288	-92	-17	-160
400	-257	-164	-194	-84
401	-285	-34	-70	-130
402	-272	-131	-90	-120
403	-217	-53	-201	-215
404	-235	-123	-194	-118
405	-245	-136	-196	-299
406	-334	-113	-99	-127
407	-216	-167	-10	-75
408	-225	-127	-129	-126
409	-176	-55	-84	-13
410	-211	-98	-257	-63
411	-208	-11	-229	-98
412	-203	-84	-144	-152
413	-126	-119	-263	-131
414	-177	-103	-165	-120
415	-206	-76	-189	-199
416	-214	-207	-187	-176
417	-122	15	-279	-137
418	-171	-172	-171	-87
419	-187	-8	-70	-36
420	-197	-130	-185	-132
421	-135	-181	-113	-97
422	-102	-157	-194	-79
423	-78	-85	-193	-132
424	-125	-183	-183	-281
425	-147	-79	-211	-236
426	-71	-135	-198	-181
427	-259	-173	-222	12
428	-66	-99	-237	17
429	-244	-145	-174	-138
430	-158	-63	-155	40
431	-19	-117	-50	50
432	-136	-101	-241	-82
433	-151	-140	-127	-210
434	-324	-108	-169	-185
435	-82	-220	-168	-213
436	-82	-109	-90	-161

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
437	-179	-160	-96	-77
438	-196	-50	-146	-189
439	-132	-40	-201	-213
440	-100	-139	-118	-75
441	-202	-143		-190
442	-287	-252		-24
443	-125	-121		-131
444	-156	-141		-213
445	-45	-133		-75
446	-314	-62		-217
447	-283	-252		-193
448	-97	-237		-90
449	-137	-166		-34
450	-314	-117		-74
451	-101	-143		-207
452	-170	-145		-7
453	-84	-200		-58
454	-143	-193		-160
455	-25	-182		-46
456	-50	-253		-31
457	8	-237		-41
458	-181	-121		-178
459	-171	-227		-162
460	-61	-147		-242
461	-47	-182		-124
462	-45	-242		-287
463	-75	-199		-225
464	-239	-196		-211
465	-267	-45		-144
466	-170	-106		-161
467	-175	-37		-64
468	-291	-116		-108
469	-135	-178		-158
470	-218	-249		-170
471	21	-110		-87
472	-145	-196		-110
473	-217	-115		-29
474	-131	-75		29
475	-240	37		46
476	-127	-140		-93
477	-82	-260		-100
478	-257	-201		-111
479	-240	-162		-42
480	-66	-202		-124

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
481	-190	-62		-68
482	-58	-116		-249
483	-182	-181		-190
484	-139	-60		-87
485	-307	-189		-172
486	-197	-109		-162
487	-139	-98		-135
488	-97	-97		-168
489	-31			-169
490	-220			-82
491	-269			-29
492	-159			-7
493	98			-213
494	-232			-42
495	-44			-147
496	-273			-194
497	-310			-211
498	-289			-129
499	-162			-174
500	-178			-45
501	-203			-146
502	-168			-203
503	-134			-78
504	-239			-162
505	-272			-235
506	-273			-192
507	-311			-192
508	-253			-178
509	-227			-82
510	-229			-73
511	-84			-280
512	-281			-218
513	-241			-138
514	-314			-191
515	-299			-161
516	-89			27
517	-230			-159
518	-324			-161
519	-259			-204
520	-227			-40
521	-266			-136
522	-321			-106
523	-289			-180
524	-256			-202

<i>n</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
525	-319			-161
526	-223			-227
527	-268			-177
528	-114			-157
529	-210			-67
530	-105			-68
531	-156			-48
532	-65			-63
533	-262			-160
534	-223			-149
535	-175			-157
536	-51			-241
537	-295			-67
538				-68
539				-63
540				-174
541				-63
542				-205
Quart 25	-245	-157	-172	-168,75
Min	-402	-337	-307	-299
Med	-190	-110	-118,5	-107,5
Max	98	91	94	93
Quart 75	-125	-59,75	-70,75	-51,25

Tab. VI.2.2.1 Visualisierung der Verteilung durch Computertomographie: Anzahl der Bienen für die jeweilige Rangnummer der Dichtewerte der Einzelbienen im Volk vor und nach Behandlung

Oxalsäure in Zuckerwasser				
<i>Rangnummer</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
1 (-450 bis -300)	74	5	8	12
2 (-300 bis -200)	229	127	157	165
3 (-200 bis -100)	211	256	278	271
4 (-100 bis 0)	77	175	137	123
5 (0 bis 150)	7	55	21	17
Oxalsäure in Glycerin				
<i>Rangnummer</i>	<i>Vor Behandlung</i>	<i>3 Tage nach Beh.</i>	<i>7 Tage nach Beh.</i>	<i>14 Tage nach Beh.</i>
1 (-400 bis -250)	128	14	11	10
2 (-250 bis -150)	223	122	139	168
3 (-150 bis -50)	154	252	231	230
4 (-50 bis 50)	31	88	73	111
5 (50 bis 150)	1	12	4	23

Tab. VI.3.3 Statistikwerte für die Dichtewerte der Einzelbienen: Vergleich zwischen den Zeitpunkten vor Behandlung (vB) und nach der Behandlung (nB)

<i>Behandlung</i>	<i>Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks (DF=3)</i>		<i>Vergleich von</i>	<i>Multicomparison Test: Dunn's Method</i>	
	<i>H</i>	<i>p</i>		<i>Q</i>	<i>p≤0,05?</i>
Oxalsäure in Zuckerwasser	195,198	≤0,001	vB vs. 3d nB	13,637	Ja
			vB vs. 7d nB	9,487	Ja
			vB vs. 14d nB	7,978	Ja
			3d nB vs. 7d nB	4,083	Ja
			3d nB vs. 14d nB	5,536	Ja
			7dnB vs. 14d nB	1,463	Nein
Oxalsäure in Glycerin	274,618	≤0,001	vB vs. 3d nB	13,854	Ja
			vB vs. 7d nB	11,53	Ja
			vB vs. 14d nB	14,2	Ja
			3d nB vs. 7d nB	1,902	Nein
			3d nB vs. 14d nB	0,0299	Nein
			7dnB vs. 14d nB	1,92	Nein

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Titel „Subletale Wirkungen von Oxalsäure in Kombination mit Zuckerwasser oder Glycerin auf Apis mellifera: Untersuchung der Toxizität, der Pharmakodynamik, des Verhaltens und der Lebensdauer, sowie der Rückstände auf Bienen und Beutenmaterial“ selbständig innerhalb der gesetzten Abgabefrist und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, wurden durch Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht.

Berlin, den

Saskia Schneider