

Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin FIWI

Vetsuisse Fakultät, Universität Bern
Länggass-Strasse 122, 3012 Bern
Tel. :031 631 24 65 / Fax: 031 631 26 11
e-mail: thomas.wahli@vetsuisse.unibe.ch

u^b

**UNIVERSITÄT
BERN**

Bericht zum Projekt

"Testung eines Elektrobetäubungsgerätes für Panzerkrebse"

Vertrag 0714001035

zwischen der

Schweizerischen Eidgenossenschaft

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen

und der

Universität Bern

Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin

Thomas Wahli & Beat von Siebenthal

Bern, Dezember 2018



Amerikanischer Hummer (*Homarus americanus*)



Taschenkrebs (*Cancer pagurus*)



Europäischer Edelkrebs (*Astacus astacus*)

Inhalt

Zusammenfassung.....	3
Ausgangslage.....	4
Projektziel.....	5
Vorgehen.....	5
Versuchsort.....	5
Versuchsgerät.....	5
Versuchstiere.....	7
Versuchsdurchführung.....	7
Resultate.....	9
Versuche mit Hummern.....	9
Versuche mit Taschenkrebse.....	16
Versuche mit Edelkrebse.....	22
Diskussion und Folgerungen.....	29
Referenzen.....	30

Zusammenfassung

Panzerkrebse werden einerseits für den menschlichen Konsum verwendet (z.B. Amerikanischer Hummer und Taschenkrebse) andererseits fallen im Rahmen der Bekämpfung invasiver Arten immer wieder teils grosse Stückzahlen von amerikanischen Flusskrebsen (Signal-, Kamber- und Sumpfkrebse) an. Da den Panzerkrebsen Schmerzempfinden zugeschrieben wird, wurden im Rahmen der letzten Revision der Tierschutzverordnung die Vorgaben für den Umgang mit Panzerkrebsen verschärft. Unter anderem dürfen Panzerkrebse nur noch betäubt getötet werden. Dies setzt effiziente und zuverlässige Betäubungsmethoden voraus. Als einzige Betäubungsart, welche die Tiere unmittelbar in einen Zustand der Wahrnehmungs- und Empfindungslosigkeit zu versetzen scheint, wird die Elektrobetäubung angegeben. Daher wird diese Methode zurzeit sowohl von der Wissenschaft wie auch von den Tierschutzorganisationen als Methode der Wahl propagiert. Es besteht daher dringender Bedarf nach geeigneten Elektrobetäubungsgeräten. Ein Hersteller von Elektrobetäubungsgeräten für Fische in der Schweiz ist die Firma "Rund um Fisch AG". Gemäss deren Angaben sollen einige ihrer Geräte auch für die Betäubung von Panzerkrebsen geeignet sein.

Ziel des vorliegenden Projektes war es, zu prüfen, ob ein von "Rund um Fisch AG" empfohlenes Gerät für die Betäubung oder gar Tötung von Panzerkrebsen eingesetzt werden kann. Die Eignung sollte mit 3 Panzerkrebsarten, dem amerikanischen Hummer, dem Taschenkrebs und dem einheimischen Edelkrebs getestet werden.

Für die drei Krebsarten wurden verschiedene beim Testgerät zur Auswahl stehende Einstellungen getestet. Die Betäubung wurde anhand eines Scores bewertet, welcher die Reaktion der Tiere während, unmittelbar nach sowie 10 und 60 Minuten nach Stromexposition bewertete. Bei Tieren, welche auch nach 60 Minuten noch betäubt schienen, wurde zudem ein Reiztest eingesetzt, um zu prüfen, ob die Tiere noch lebten.

Nur mit einer Einstellung konnte bei allen drei Arten eine Betäubung der exponierten Tiere erreicht werden. Der Stromeffekt setzte unmittelbar nach Einschalten der Stromquelle ein, d.h. die Tiere zeigten keinerlei Fluchtreaktionen. Teils zeigten die Tiere unmittelbar nach der Betäubung sowie nach 10 Minuten ganz schwache Reaktionen. Dabei handelte es sich aber nie um gerichtete Bewegungen, sondern immer nur um sehr langsame Bewegungen einzelner Körperanhänge. Die Tiere reagierten aber weder auf Berührung noch auf Entnahme aus dem Wasser mit Abwehr- oder Fluchtbewegungen. Bis zum letzten Beobachtungszeitpunkt nach 60 Minuten kam es bei keiner der drei Krebsarten zu einer vollständigen Erholung. Allerdings wurde ausser bei einzelnen Taschenkrebsen bei keinem Tier der Tod festgestellt. Die Stromexposition führte in keinem Fall zum Verlust von Körperanhängen. Die Beurteilung von histologischen Präparaten der Schwanzmuskulatur von Hummern und Edelkrebsen ergab keinerlei Hinweise auf strombedingte Veränderungen in der Muskulatur.

Mit den Versuchen konnte gezeigt werden, dass mit dem geprüften Gerät eine Betäubung von Panzerkrebsen erreicht werden kann, dass sich das Gerät aber nicht eignet um die Tiere zu töten. Das heisst, dass nach der Betäubung die eigentliche Tötung mit anderen Methoden durchgeführt werden muss, wobei die Tötung unmittelbar bzw. innerhalb von maximal 10 Minuten nach der Stromexposition erfolgen muss.

Ausgangslage

Panzerkrebse werden in der Schweiz regelmässig getötet, meistens im Rahmen der Lebensmittelproduktion bzw. in der Gastronomie aber zum Teil auch im Rahmen von Managementmassnahmen in Gewässern. Bei den für den menschlichen Konsum genutzten Arten handelt es sich zum einen um importierte Meereskrebse wie Hummer (z.B. Amerikanische Hummer *Homarus americanus*) oder Taschenkrebse (*Cancer pagurus*), aber auch um Flusskrebse (z.B. Europäischer Edelkrebs *Astacus astacus*). Für Managementmassnahmen kommt es vor, dass Panzerkrebse teilweise in recht hohen Stückzahlen im Rahmen von Schädlingsbekämpfungsmassnahmen getötet werden müssen. So finden sich in zahlreichen Schweizer Gewässern Populationen verschiedener nordamerikanischer Flusskrebsarten (z.B. Signalkrebs *Pacifastacus leniusculus* oder Kamberkrebs *Orconectes limosus*). Diese gelten als invasive Neozoen, weshalb immer wieder Versuche unternommen werden, deren Populationen zu dezimieren oder auszurotten.

Eine Vielzahl von Studien hat gezeigt, dass auch Panzerkrebse Schmerzen empfinden können (z.B. Elwood 2012) und somit leidensfähig sind. Panzerkrebse sind daher bereits seit 2008 durch die Tierschutzverordnung geschützt. Verschiedene Tierschutzorganisationen (z.B. Schweizer Tierschutz STS und fair-fish) haben jedoch wiederholt bemängelt, dass der Schutz von Hummern und anderen Panzerkrebsen unzureichend sei. 2015 wurde schliesslich in einer parlamentarischen Motion ein Importverbot für lebende Hummer gefordert. Der Bundesrat hat kein Importverbot erlassen, jedoch stattdessen beschlossen, den Schutz von Panzerkrebsen zu verstärken. So wurden im Rahmen einer Revision der Tierschutzverordnung die Vorgaben für den Transport, die Haltung und das Töten von Panzerkrebsen verschärft. Unter anderem dürfen ab dem 01.03.2018 Panzerkrebse nur noch betäubt getötet werden. Die in der Gastronomie gängige Praxis, Hummer zur Tötung unbetäubt in kochendes Wasser zu geben, ist somit künftig nicht mehr erlaubt.

Die neuen gesetzlichen Vorgaben setzen effiziente und zuverlässige Betäubungsmethoden voraus. Die Mehrzahl der für Panzerkrebse gebräuchlichen Betäubungsmethoden weisen jedoch Nachteile auf. Eine als human geltende Betäubungs- und Tötungsmethode ist beispielsweise das Herunterkühlen der Tiere gefolgt von der mechanischen Zerstörung der Nervenzentren (RSPCA 2018). Das Herunterkühlen dient dabei der Ruhigstellung der Tiere: wie alle wechselwarmen Tiere fallen auch Panzerkrebse ab einer gewissen Temperatur in eine Kältestarre. Je nach Krebsart kann es jedoch über 30 Minuten dauern, bis die Empfindungsfähigkeit ausreichend eingeschränkt ist, um die mechanische Zerstörung der Nervenzentren schonend durchzuführen. Als einzige Betäubungsart für Panzerkrebse, welche die Tiere unmittelbar in einen Zustand der Wahrnehmungs- und Empfindungslosigkeit zu versetzen scheint, wird die Elektrobetäubung angegeben. Mit einem geeigneten Gerät bzw. den richtigen Geräteeinstellungen ist sogar eine Elektrotötung möglich (d.h. Betäubung und Tötung erfolgen gleichzeitig). Daher wird diese Methode zurzeit sowohl von der Wissenschaft wie auch von den Tierschutzorganisationen als Methode der Wahl propagiert (RSPCA 2018, Yue 2008, Roth and Øines 2010). Vorreiter bei der Entwicklung und Produktion von Elektrobetäubungsgeräten für Panzerkrebse war die englische Firma Crustastun (Neil 2010, Neil 2012, Neil & Thompson 2012). Diese Firma ist bis jetzt auch die einzige kommerzielle Anbieterin von Elektrobetäubungsgeräten für Panzerkrebse. Mehrmalige Nachfragen und Versuche der Kontaktaufnahmen mit der Firma verliefen jedoch ergebnislos. Es war daher nicht klar, ob die Firma überhaupt noch exis-

tiert und wenn ja, ob sie die Tötungsgeräte noch produziert. Um die neuen Tierschutzvorschriften möglichst gut umsetzen zu können, besteht somit ein dringender Bedarf nach alternativen Elektrobetäubungsgeräten für Panzerkrebse.

Die Schweizer Firma «Rund um Fisch AG» ist ein namhafter Hersteller von Elektrobetäubungsgeräten für Fische (die Mehrzahl der Schweizer Fischzuchtbetriebe benutzt Geräte dieses Herstellers). Gemäss Angaben des Herstellers sollten einige der Geräte auch zur Betäubung, und allenfalls sogar Tötung, von Panzerkrebsen geeignet sein. Bevor die Geräte kommerziell für die Betäubung bzw. Tötung von Panzerkrebsen freigegeben und angeboten werden können, muss deren Eignung für besagten Zweck jedoch zwingend in einem Tierversuch ermittelt werden.

Projektziel

Mit einer Versuchsreihe sollte geprüft werden, ob sich ein neues Gerät der Firma "Rund um Fisch AG" erfolgreich zur Betäubung bzw. Tötung von Panzerkrebsen einsetzen lässt. Da das Gerät zudem die Wahl unterschiedlicher Einstellungen zulässt, ging es zudem darum, zu ermitteln, welches die erfolgsversprechendsten Einstellungen des Gerätes für den vorgesehenen Einsatz sind.

Das fragliche Gerät ist relativ kompakt und kann auch mit 12V Strom eingesetzt werden. Es würde sich daher sowohl für den Einsatz in der Gastronomie wie auch für den Einsatz im Feld eignen.

Bei der Studie sollten Vertreter der in der Schweiz am häufigsten genutzten Panzerkrebsarten eingesetzt werden. Konkret handelt es sich dabei um Amerikanische Hummer (*Homarus americanus*), Taschenkrebse (*Cancer pagurus*), sowie einheimische Edelkrebse (*Astacus astacus*). Ursprünglich sollte die Eignung der Geräte auch für Australische Flusskrebse der Gattung *Cherax* getestet werden, weil ein Anlagenbetreiber die Haltung und Vermarktung solcher Krebse anstrebte. Da aber die entsprechenden Bestrebungen bis zur Durchführung des Versuches nicht erfolgt waren und es daher kaum möglich gewesen wäre, lebende Krebse der Gattung *Cherax* zu beschaffen, wurde auf den Einsatz solcher Krebse im Versuch verzichtet.

Vorgehen

Versuchsort

Der Versuch wurde in den Räumlichkeiten der Firma Dörig & Brandl AG, Comestibles Import, Ballonstrasse 24, Gaswerk Nord, 8952 Schlieren durchgeführt.

Versuchsgerät

Getestet wurde das Elektrobetäubungsgerät RUF 100, welches durch die Firma „Rund um Fisch AG“, Fisch- und Räuchertechnik, Muschelberg 11, 8852 Altendorf vertrieben wird. Die technischen Daten lauten wie folgt:

- Einspeisung DC Zwischenkreis 60 VDC / max. 5 A
- Betäubungssignale:
 - Sinus (Halbwellen einzeln, gleichgerichtet, vollsinus, unsymmetrisch),

- Rechteck, DC-Rampe, DC-Spannung
(es sind beliebige Kombinationen/Abfolgen der Signale möglich)
- Betäubungsprogramm definierbar durch „Rund um Fisch AG“ (kann via Bluetooth geladen werden)
- Programmwahl durch Anwender via LCD Display
- Betäubungsparameter (Spannung, Stromstärke, Programmdauer) auf LCD Display ersichtlich
- Betäubungsspannung 60 VDC bzw. 120 Vpp
- Betäubungsstrom max. 5 A
- Deckelüberwachung mit Sicherheitsabschaltung von Leistungskreis (Personensicherheit)
- Für den Versuch wurde ein Becken mit einem Fassungsvermögen von 32 L eingesetzt

Für die hier durchgeführten Tests wurden 2 Programmvarianten eingesetzt:

Programm 1: Modulierter Sinus über 180 Sekunden

Programm 2: Abfolge unterschiedlicher Signale über 120 Sekunden

Für die Versuche mit den Edelkrebsen wurde die Expositionszeit für das Programm 1 auf 6 Minuten verlängert, wobei das Programm unverändert blieb, aber zweimal hintereinander durchgeführt wurde.

Für die Versuche mit den marinen Arten wurde die Stromstärke auf 2.7 Ampere begrenzt, was in einer durchschnittlichen Spannung von 32 V resultierte.

Für alle 3 ausgewählten Krebsarten wurde dasselbe Betäubungsbecken mit fix montierten Elektroden sowie dasselbe Steuergerät genutzt. Die Innenmasse des Beckens waren 37 x 26.5 cm, die Wasserfüllhöhe betrug 12 cm, was ein Wasservolumen von rund 12 Litern entsprach.

Eingesetzt wurden zwei unterschiedliche Netzgeräte, einmal das aktuelle RUF100 Netzgerät, das auch für die Fischbetäubung zur Anwendung kommt, und einmal ein Labornetzgerät, das mehr Parametereinstellungen zulässt.

Das Gerät wurde während des Versuches vom Inhaber der Firma "Rund um Fisch AG", Herr Roger Fässler, sowie vom Elektroingenieur Matthias Bamert von der Firma SPÄNI Elektro-Mechanik AG, Haldenstrasse 2, 8852 Altendorf, welche die Steuer- und Netzgeräte produziert, bedient. Die Betäubungsparameter wurden gemäss Empfehlungen dieser beiden Versuchsteilnehmer gewählt.

Vor jedem Betäubungsvorgang wurde das Becken mit sauberem Wasser befüllt (mit Salzwasser aus der Hälterung der Firma Dörig & Brandl für die Meereskrebse und mit Süßwasser für die Süßwasserkrebse). Das Hälterwasser für Hummer und Taschenkrebse bei Dörig & Brandl hat einen Salzgehalt von 2-3%. Es wurde darauf geachtet, dass die Wassertemperatur im Krebshälterungsbecken gleich war, wie diejenige im Betäubungsbecken (Unterschied geringer als 5°C). Das Wasser wurde so vorbehandelt, dass es mindestens 80% Sauerstoffsättigung aufwies. Bei zu niedrigem Sauerstoffgehalt wurde das Wasser vor Gebrauch mittels einer Aquarienluftpumpe belüftet.

Versuchstiere

Hummer und Taschenkrebse wurden von der Firma Dörig und Brandl zur Verfügung gestellt. Die Tiere befanden sich vor dem Versuch entweder in der normalen Hälterung der Firma (Hummer) oder es handelte sich um einen neuen Import, der noch nicht in die Hälterung eingesetzt worden war (Taschenkrebse).

Die Edelkrebse wurden von der Firma Edelkreb AG in Sins bezogen. Die Tiere wurden am Versuchstag in Sins abgeholt und nach Schlieren transportiert.

Versuchsdurchführung

Für den eigentlichen Versuch wurden die Krebse sorgfältig vom Hälterungsbecken bzw. der Transportbox in das Betäubungsbecken umgesetzt. Bei den marinen Arten wurden pro Einstellung jeweils 3 Tiere einzeln in 3 separaten Durchgängen getestet, bei den Süßwasserkrebsen wurden pro Einstellung jeweils 5 Tiere gleichzeitig in einem einzelnen Durchgang eingesetzt. Alle Tiere wurden nach der Entnahme aus dem Betäubungsbad gemessen und individuell auf dem Panzer mit einer Nummer markiert. Für die Markierung wurde ein Wachsstift verwendet.

Pro Süßwasser-Krebsart wurden 4 verschiedene Geräteeinstellungen getestet (2 verschiedene Betäubungsprogramme mit je 2 verschiedenen Netzgerätmodellen), während pro Salzwasser-Krebsart nur 2 verschiedene Geräteeinstellungen ausgetestet wurden (2 Programmvarianten mit einem Netzgerätmodell).

Damit eine Geräteeinstellung als grundsätzlich geeignet erachtet wurde, mussten die Tiere für mindestens 10 Minuten in einen Zustand der Bewusstlosigkeit versetzt werden (die Tötung von grossen Hummern im kochenden Wasser kann, inklusive Handling, ca. 3 – 5 Minuten dauern. Aus Sicherheitsgründen wurde die geforderte Betäubungszeit verdoppelt).

Zeigten die Krebse bereits vor dem Erreichen dieser Mindestbetäubungsdauer wieder Anzeichen von Bewusstsein, wurde der Durchgang abgebrochen und die entsprechenden Einstellungen wurden als ungenügend eingestuft. Mit den am besten geeigneten Geräteeinstellungen wurden zwei weitere Durchgänge durchgeführt, um die Reproduzierbarkeit der Methode zu testen.

Während des Betäubungsvorganges wurden Anzeichen von Stress der Tiere protokolliert. Typische Stressanzeichen bei Panzerkrebsen sind Fluchtreaktionen, wie Ausschlagen mit dem Schwanz und/oder den Beinen, sowie Autotomie (= Abwerfen von Körperteilen, insbesondere von Beinen und/oder Scheren). Zeigten die Tiere nach dem Einschalten des Gerätes für länger als 5 Sekunden Fluchtreaktionen und/oder Autotomie, wurde die Betäubung als unzureichend taxiert und der Betäubungsvorgang sofort abgebrochen.

Krebse, die sich nicht innerhalb von 5 Sekunden nach Einschalten des Gerätes hinreichend betäuben liessen, wurden aus dem Betäubungsbecken entfernt und umgehend mechanisch getötet, indem ihre Nervenzentren gemäss der in der in der BLV Fachinformation Tierschutz Nr. 16.8 „Panzerkrebse fachgerecht töten“ beschriebenen Methode zerstört wurden.

Waren die Tiere nach Beendigung der Betäubungsprogramme betäubt, wurden sie aus dem Betäubungsbecken herausgenommen, gemessen, mit einem Wachsstift auf dem Panzer individuell beschriftet und in ein Aufwachbecken mit optimalen Wasserwerten transferiert. Unmit-

telbar nach dem Umsetzen sowie nach 10 und 60 Minuten, wurde die Aktivität und Empfindungsfähigkeit jedes einzelnen Tieres nach einer Methode von Roth and Øines (2010), die für diesen Versuch leicht modifiziert worden war, bewertet. Einerseits wurden dabei Eigenbewegungen der Krebse (Aktivität) und andererseits Empfindsamkeit (Reaktion von Augen und Antennen sowie der Fortsätze (Beine, Scheren und Schwanz) und Mundwerkzeuge auf Berührungen) erfasst. Der Einfachheit halber werden im Folgenden Aktivität und Empfindsamkeit unter dem Begriff "Reaktion" zusammengefasst. Der Grad der Reaktion wurde mit einem Skore-System von 0 – 2 belegt und die Werte tabellarisch festgehalten, wobei 0 keine Reaktion und 2 annähernd normale Reaktion bedeutet. Die Summe dieser Verhaltens-Scores für die einzelnen Körperteile ergibt den Grad der Empfindsamkeit auf einer Skala von 0 bis 8. Die Reaktionen wurden anhand des Schemas in Tabelle 2, Anhang 1 beurteilt.

Wie oben ausgeführt, betrug die maximale Beobachtungszeit nach dem Betäubungsvorgang pro Tier 60 Minuten. Tiere, die nach 60 Minuten wieder Reaktionen zeigten, wurden wie oben beschrieben, mechanisch durch Zerstörung der Nervenzentren getötet.

Bei Tieren, welche auch nach 60 Minuten noch keinerlei Reaktion zeigten, wurde ein Reiztest nach Elwood et al. (2017) durchgeführt. Dabei wurde den Krebsen mittels eines Wattetupfers Essigsäure auf Augen und Mundwerkzeuge aufgetragen. Nicht betäubte bzw. schlecht betäubte Tiere sollten gemäss Elwood et al. (2017) mit Einziehen der Augen sowie mit heftigen Bewegungen der Mundwerkzeuge und mit Reiben der Mundwerkzeuge mit den Scheren reagieren. Zeigten die Tiere eine Reaktion auf den Reiztest, wurden sie sofort mittels mechanischer Zerstörung der Nervenzentren getötet. Tiere, welche auch nach dem Reiztest noch keinerlei Reaktion zeigten, wurden für tot erklärt. Sicherheitshalber wurden aber auch diesen Tieren nach dem Reiztest die Nervenzentren mechanisch zerstört.

Für eine Beurteilung der Fleischqualität wurden einzelnen Tieren Proben vom Muskelfleisch entnommen und für eine histologische Untersuchung in Formalin eingelegt. Die Proben wurden nach Routinemethoden aufgearbeitet und anschliessend wurden davon Hämatoxilin – Eosin gefärbte Schnitte hergestellt. Berücksichtigt für diese Abklärung wurden Hummer und Edelkrebse.

Resultate

Die Resultate der einzelnen Durchgänge sind in den Tabellen 1-13 zusammengestellt.

Versuche mit Hummern (Tabellen 1-5)

In keinem einzigen Fall führte die Stromeinwirkung zum Verlust von Körperanhängen. Meist zeigten die Tiere beim Einschalten des Stromes ein kurzes Zucken, aber keinerlei Fluchtreaktionen wie Schwanzschlagen.

Unmittelbar nach Entnahme der Tiere aus dem Betäubungsbad und vor dem Einsetzen in das "Aufwachbad" (Abb. 1) wurden bei mehreren Tieren meist leichtgradige Reaktionen festgestellt, wobei unterschiedliche Organe betroffen waren (Augen, Antennen, Beine, Scheren oder Mandibeln). Teilweise handelte es sich um leichte Eigenbewegungen, nicht aber auf eine Reaktion auf Berührung (Abb. 2). Nach 10 Minuten waren aber beim Programm 1 weniger Reaktionen als unmittelbar nach Entnahme aus dem Betäubungsbad festzustellen, wie auch der Gesamt-Scorewert zeigt (Fig. 1. 5 Tiere zeigten überhaupt keine Reaktionen mehr, bei 5 Tieren wurden leicht- bis mittelgradige Reaktionen der Mandibeln, bei 3 Tieren geringgradige Reaktionen der Beine und bei einem Tier geringgradige Reaktionen der Antennen und der Augen gesehen. Bei Programm 2 wurden nach 10 Minuten bereits bei beiden exponierten Tieren teils deutliche Reaktionen beobachtet (Fig. 2). Aus diesem Grund wurde kein weiteres Tier bei dieser Einstellung eingesetzt.

Bei beiden Programmen waren die Reaktionen während der Betäubung etwas ausgeprägter als bei der Beurteilung nach 10 Minuten (Fig. 1 und 2).

Nach 60 Minuten zeigten alle Tiere wieder teils deutliche, koordinierte Bewegungen der Körperanhänge. Allerdings erholten sich nicht alle Tiere innerhalb von 60 Minuten nach Stromexposition vollständig.

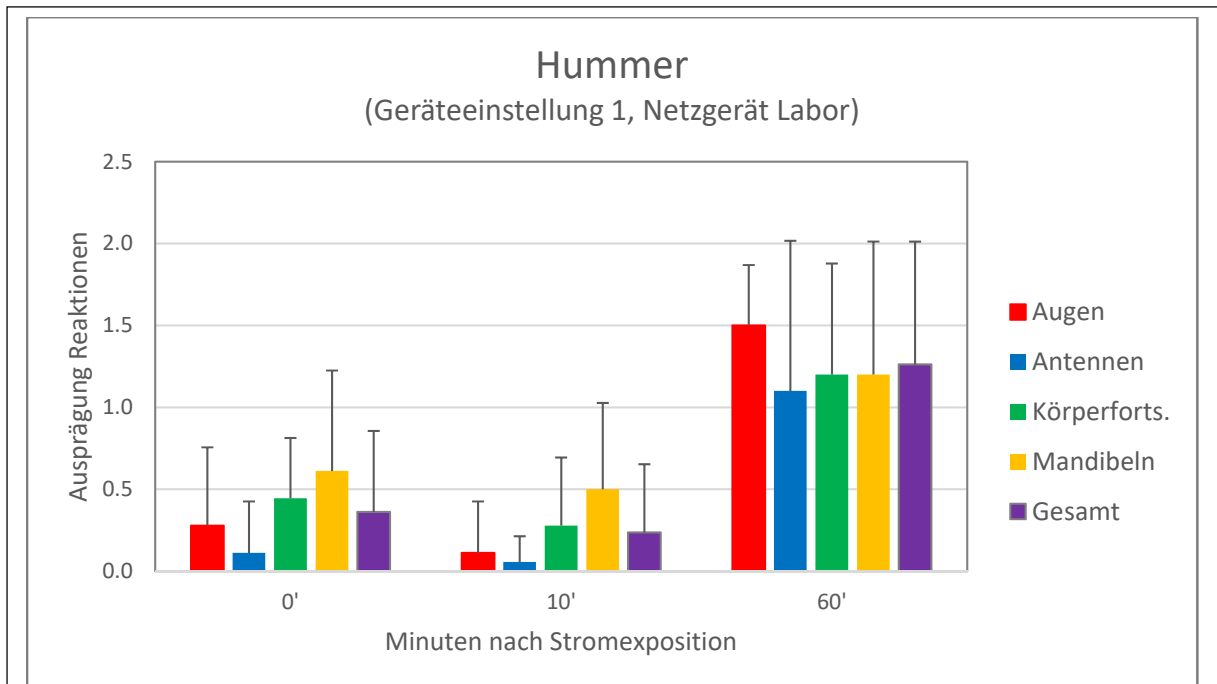
Aufgrund der Reaktionen der Krebse war die Durchführung von Reiztests weder notwendig noch sinnvoll.



Abbildung 1: Hummer im Aufwachbecken nach der Betäubung

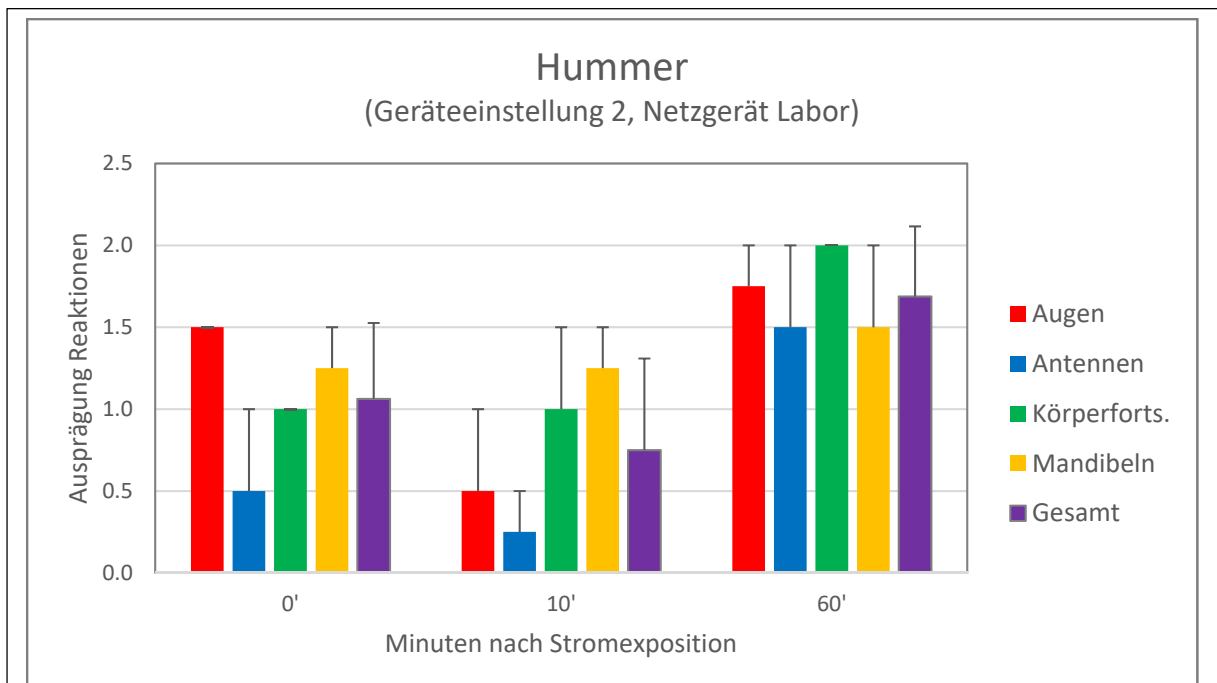


Abbildung 2: Testen der Reaktion auf Berührung unmittelbar nach Ende der Betäubungsphase.



Figur 1: Betäubungsversuch mit Hummern mit Geräteeinstellung 1 und einem Labornetzgerät. Mittelwert von 9 Krebsen. Gesamt = Mittelwert aller 4 Beurteilungsparameter

Bei keinem einzigen Tier führte die Stromexposition zum Tod. Daher mussten alle Krebse mittels mechanischer Zerstörung der Nervenzentren getötet werden.



Figur 2: Betäubungsversuch mit Hummern mit Geräteeinstellung 2 und einem Labornetzgerät. Mittelwert von 2 Krebsen. Gesamt = Mittelwert aller 4 Beurteilungsparameter

Von den Tieren 1-3 und 10-12, die alle mit dem Programm 1 und dem Labornetzgerät betäubt worden waren, wurden Muskelproben histologisch untersucht. Dabei konnten in der Muskulatur keinerlei Veränderungen festgestellt werden (Abb. 3).

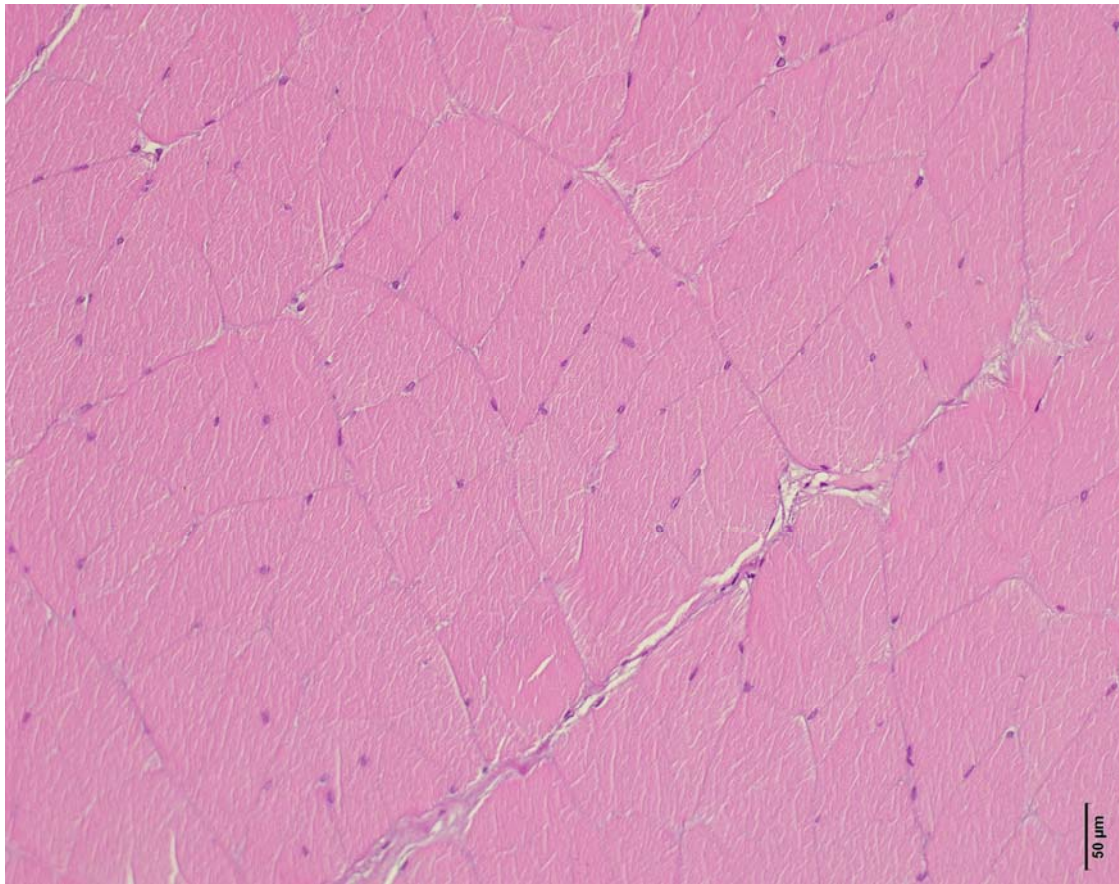


Abbildung 3: H&E Schnitt durch Schwanzmuskulatur eines Hummers. Die Muskulatur zeigt eine normale, nicht veränderte Struktur.

Tabelle 1: Versuch 1 Krebsart: Hummer; Geräteeinstellung: 1 Netzgerät: Labor; Durchgang: 1-3 Datum: 23.10.18 Startzeit: 9:41

Krebs Nr.		1 (36 cm)	2 (37 cm)	3 (36 cm)
Während Betäubung	Flucht	Nein	Nein	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen	1-2 Sekunden Zucken nach Einschalten	Nach Einschalten kurzes Zucken dann Seitenlage	1 Sek. Zucken des Schwanzes, Mundwerkzeuge und Beine zucken nach 1 Min.; Programmabbruch nach 1:50 Min ¹⁾
Direkt nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	1 (Beine, Schwanz)	0	1
	Mandibeln / Maxillipeden	1-2	0-1	1-2
	Bemerkungen	--	--	--
	Gesamtscore	2.5	0.5	2.5
10 Minuten nach Betäubung	Augen	0	0	1
	Antennen	0	0	0-1
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0	1
	Mandibeln / Maxillipeden	1-2	0-1	1
	Bemerkungen	Ausfahren Augen nach 18' Leichte Bewegung Antennen nach 36'	Leichte Bewegung der Mundwerkzeuge nach 45'	--
	Gesamtscore	0.5	0.5	2
60 Minuten nach Betäubung	Augen	1-2	1-2	0-1
	Antennen	1-2	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	1	0-1	0-1
	Mandibeln / Maxillipeden	1-2	0-1	0
	Bemerkungen	--	--	--
	Gesamtscore	6	3	3
Reaktion auf Reiztest		n.d.	n.d.	Leichte Bewegung der Mundwerkzeuge

Messwerte: Leitfähigkeit: 32.5 ms Temperatur: 6.1°C O2-Sättigung: 105% O2 (mg/L): 10.7 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

¹⁾ Programmabbruch wegen Überhitzung des Steuergerätes

Proben für Histologie genommen

Tabelle 2: Versuch 2: Krebsart: Hummer; Geräteeinstellung: 2; Netzgerät: Labor; Durchgang: 4-6 Datum: 23.10.18 Startzeit: 10:43

Krebs Nr.		4 (38.5 cm)	5 (38 cm)	
Während Betäubung	Flucht	Nein	Ja	
	Autotomie	Nein	Nein	
	Beobachtungen	Nach Einschalten kurzes Zucken Schwanz, dann Seitenlage	Nach Einschalten Erbrechen, Abwehr > 5 Sekunden	Wegen Reaktion von Tier 4 und 5 kein weiteres Tier eingesetzt
Direkt nach Betäubung	Augen	1-2	1-2	
	Antennen	0	1	
	Beine, Scheren, Schwanz	1	1	
	Mandibeln / Maxillipeden	1-2	1	
	Bemerkungen	--	--	
	Gesamtscore	4	4.5	
10 Minuten nach Betäubung	Augen	0	1	
	Antennen	0-1	0	
	Beine, Scheren, Schwanz	0-1	1-2	
	Mandibeln / Maxillipeden	1-2	1	
	Bemerkungen	--	Nach 30' Bewegung Beine und Mundwerkzeuge	
	Gesamtscore	2.5	3.5	
60 Minuten nach Betäubung	Augen	1-2	2	
	Antennen	1	2	
	Beine, Scheren, Schwanz	2	2	
	Mandibeln / Maxillipeden	1	2	
	Bemerkungen	Nach 60' Abwehrbewegungen Schwanz	--	
	Gesamtscore	5.5	8	
Reaktion auf Reiztest		n.d.	n.d.	

Messwerte: Leitfähigkeit: 36.5 ms Temperatur: 5.8°C O₂-Sättigung: 95% O₂ (mg/L): 9.7 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

2) Programmabbruch wegen Überhitzung des Steuergerätes

Tabelle 3: Versuch 3: Krebsart: Hummer; Geräteeinstellung: 1; Netzgerät: Labor; Durchgang: 7-9 Datum: 23.10.18 Startzeit: 11:31

Krebs Nr.		7 (38 cm)	8 (36 cm)	9 (37.5 cm)
Während Betäubung	Flucht	Nein	Nein	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen	Nach Einschalten 1x Zucken, 1x Erb-rechen	Nach Einschalten leichtes Zucken	
Direkt nach Be-täubung	Augen	0	0-1	0
	Antennen	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0-1	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0	1	0
	Bemerkungen	--	--	
	Gesamtscore	0	2	0
10 Minuten nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0-1	1	0
	Mandibeln / Maxillipeden	1	0-1	0
	Bemerkungen	Nach 36' bewegt Beine	Nach 25' bewegt Antennen; nach 35' bewegt Beine, Mundwerkzeuge und Antenen	Nach 30' läuft über Boden, bewegt Mundwerkzeuge, Antennen und alle Beine
	Gesamtscore	1.5	1.5	0
60 Minuten nach Betäubung	Augen			
	Antennen			
	Beine, Scheren, Schwanz			
	Mandibeln / Maxillipeden			
	Bemerkungen	Wegen starken Bewegungen aller Tiere Abbruch nach 30-50 Minuten und keine Bewertung nach 60 Minuten		
	Gesamtscore			
Reaktion auf Reiztest		n.d.	n.d.	n.d.

Messwerte: Leitfähigkeit: 37.5 ms Temperatur: 5.8°C O₂-Sättigung: 90% O₂ (mg/L): 9.9 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

Tabelle 4: Versuch 4: Krebsart: Hummer; Geräteeinstellung: 1; Netzgerät: Labor; Durchgang: 10-12 Datum: 23.10.18 Startzeit: 12:01

Krebs Nr.		10 (36.5 cm)	11 (38.5 cm)	12 (36 cm)
Während Betäubung	Flucht	Nein	Nein	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen	Nach Einschalten 1x Zucken	Nach Einschalten 1x Zucken	Nach Einschalten 1x Zucken
Direkt nach Betäubung	Augen	1-2	0-1	0
	Antennen	1	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0-1	0-1	0-1
	Mandibeln / Maxillipeden	1	0	0
	Bemerkungen	--	--	
	Gesamtscore	4	1	0.5
10 Minuten nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0	0	0
	Bemerkungen	--	--	--
	Gesamtscore	0	0	0
60 Minuten nach Betäubung	Augen	2	2	1-2
	Antennen	2	2	
	Beine, Scheren, Schwanz	2	2	
	Mandibeln / Maxillipeden	2	2	
	Bemerkungen		--	Wegen starken Bewegungen Abbruch nach 50 Minuten und keine Bewertung nach 60 Minuten
	Gesamtscore	8	8	
Reaktion auf Reiztest		n.d.	n.d.	n.d.

Messwerte: Leitfähigkeit: 36.4 ms Temperatur: 5.6°C O₂-Sättigung: 90% O₂ (mg/L): 9.4 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

Proben für Histologie genommen

Versuche mit Taschenkrebsen (Tabellen 5-8)

Mit der Einstellung "Programm 1" und dem Labornetzteil konnte unmittelbar nach Stromexposition eine Immobilisierung der Taschenkrebse erreicht werden. Abbildung 4 zeigt einen Krebs im Betäubungsbad. Dabei ist erkennbar, dass die Scheren nicht zum Körper hingezogen werden. Einzig bei 2 Tieren waren noch kaum wahrnehmbare Bewegungen der Mandibeln und bei einem dieser beiden Krebse zudem eine ganz leichte Bewegung der Körperanhänge zu sehen (Fig. 3). Nach 10 Minuten waren immer noch kaum Bewegungen und/oder Reaktionen festzustellen. So waren 4 der individuell markierten Tiere (Abb. 5) völlig regungslos, 3 zeigten ganz leichte Bewegungen der Körperanhänge, bei vier Tieren konnten Reaktionen der Mandibeln bei Berührung bewirkt werden (Abb. 6) und 1 Tier zeigte Bewegungen der Antennen.

Alle Bewegungen waren aber entweder kaum wahrnehmbar oder höchstens leichtgradig. Auch nach 60 Minuten zeigten die Tiere kaum oder höchstens leichtgradige Bewegungen. 5 Tiere reagierten nicht auf den Reiztest und wurden daher als tot gewertet. Ein weiteres Tier reagierte zwar ebenfalls nicht direkt, zeigte aber immer noch leichte Bewegungen. Keiner der Krebse fand aber innerhalb der 60 Minuten Beobachtungszeit zu einem normalen Bewegungsmuster zurück.

Im Gegensatz zu den Reaktionen bei den Hummern waren bei den Taschenkrebsen die Reaktionen 10' nach Entnahme aus dem Betäubungsbad etwas stärker als unmittelbar bei der Betäubung (Fig. 3).



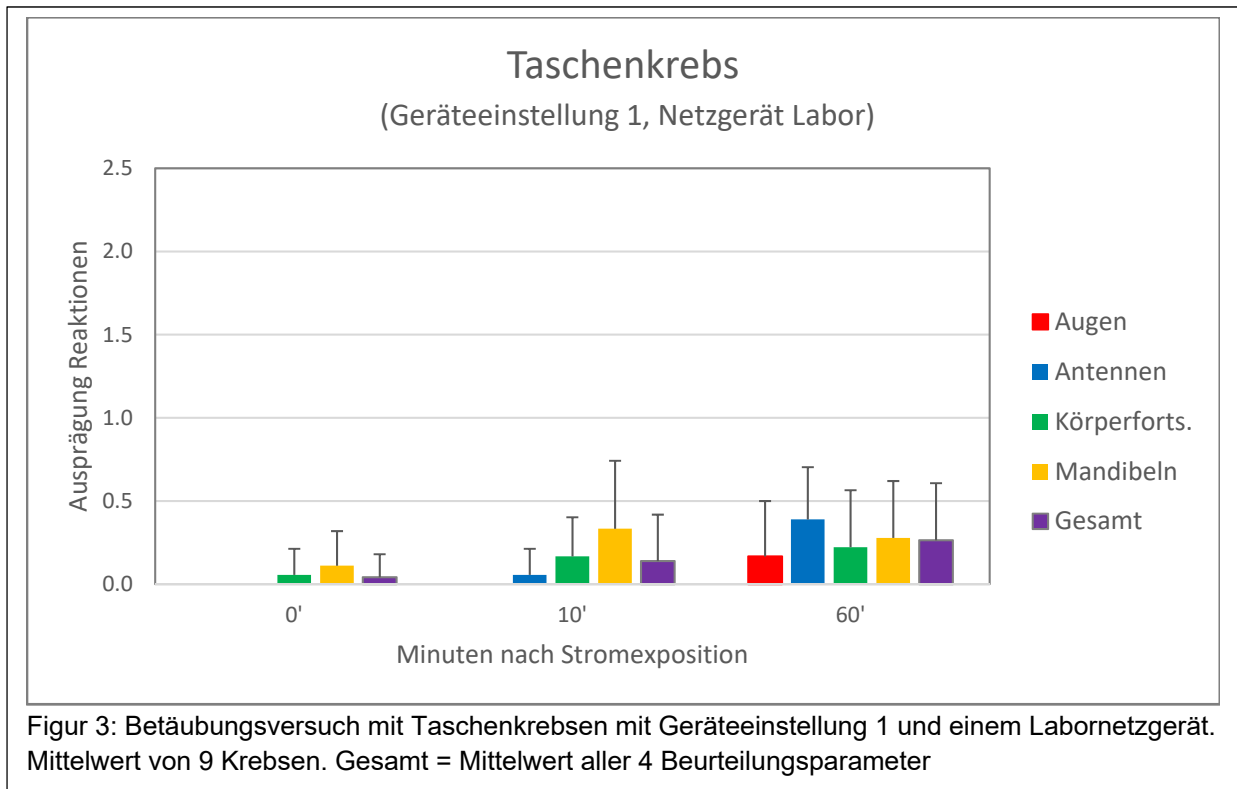
Abbildung 4: Taschenkrebs im Betäubungsbad



Abbildung 5: Markierung eines Taschenkreb- ses mit einem Wachsstift.



Abbildung 6: Test der Reaktion eines Taschen- kreb- ses auf einen Berührungsreiz.



Mit der Einstellung "Programm 2" war beim ersten eingesetzten Tier während und unmittel- bar nach der Stromexposition kaum eine betäubende Wirkung zu erkennen. Aus diesem Grund wurde dieser Versuch abgebrochen und es wurden keine weiteren Tiere mit dem Pro- gramm 2 getestet.

Weder mit Programm 1 noch mit Programm 2 zeigte sich Autotomie.

Tabelle 5: Versuch 5: Krebsart: Taschenkreb; Geräteeinstellung: 1; Netzgerät: Labor; Durchgang: 1-3 Datum: 23.10.18 Startzeit: 13:26

Krebs Nr.		1 (19.5 cm)	2 (18.5 cm)	3 (20 cm)
Während Betäubung	Flucht	Nein	Nein	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen	Keine Reaktion beim Einschalten	Keine Reaktion beim Einschalten	Keine Reaktion beim Einschalten
Direkt nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0	0-1
	Mandibeln / Maxillipeden	0	0	0-1
	Bemerkungen	--	--	
	Gesamtscore	0	0	1
10 Minuten nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0-1	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0	0-1	0
	Bemerkungen	Nach 40' Augen rausgestreckt, aber keine Reaktion auf Reiz		
	Gesamtscore	0	1	1
60 Minuten nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	"eingezogen"	0-1	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0-1	0-1	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0	0	0
	Bemerkungen	--	--	
	Gesamtscore	0.5	1	0
Reaktion auf Reiztest		Keine Reaktion → tot	Keine Reaktion → > tot	Leichte Reaktion der Mandibeln

Messwerte: Leitfähigkeit: 37 ms Temperatur: 5.8°C O₂-Sättigung: 95% O₂ (mg/L): 9.5 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

Tabelle 6: Versuch 6: Krebsart: Taschenkrebs; Geräteeinstellung: 2; Netzgerät: Labor; Durchgang: 4 Datum: 23.10.18 Startzeit: 13:26

Krebs Nr.	4 (17 cm)		
Während Betäubung	Flucht	Nein	
	Autotomie	Nein	
	Beobachtungen	Keine Reaktion beim Einschalten	
Direkt nach Betäubung	Augen	1-2	
	Antennen	1-2	
	Beine, Scheren, Schwanz	1-2	
	Mandibeln / Maxillipeden	1-2	
	Bemerkungen	Aufgrund der Wirkungslosigkeit des Stromes Durchgang abgebrochen und keine weiteren Tiere bei dieser Einstellung eingesetzt	
	Gesamtscore	6	
10 Minuten nach Betäubung	Augen		
	Antennen		
	Beine, Scheren, Schwanz		
	Mandibeln / Maxillipeden		
	Bemerkungen		
	Gesamtscore		
60 Minuten nach Betäubung	Augen		
	Antennen		
	Beine, Scheren, Schwanz		
	Mandibeln / Maxillipeden		
	Bemerkungen		
	Gesamtscore		
Reaktion auf Reiztest			

Messwerte: Leitfähigkeit: 36.6 ms Temperatur: 5.4°C O₂-Sättigung: 96% O₂ (mg/L): 9.6 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

Tabelle 7: Versuch 7: Krebsart: Taschenkrebs; Geräteeinstellung: 1; Netzgerät: Labor; Durchgang: 7-9 Datum: 23.10.18 Startzeit: 14:04

Krebs Nr.		7 (17.5 cm)	8 (17.5 cm)	9 (21.5 cm)
Während Betäubung	Flucht	Nein	Nein	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen	Kurzes Zucken beim Einschalten	Keine Reaktion beim Einschalten	Keine Reaktion beim Einschalten
Direkt nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0	0	0
	Bemerkungen	--	--	
	Gesamtscore	0	0	0
10 Minuten nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0-1	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0	0	1
	Bemerkungen	--	--	--
	Gesamtscore	0	0	1
60 Minuten nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	0	0-1	0-1
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0-1	0	0-1
	Bemerkungen	--	--	
	Gesamtscore	0.5	0.5	2
Reaktion auf Reiztest		Keine Reaktion → tot	Keine Reaktion → > tot	Leichte Reaktion der Mandibeln und Antennen

Messwerte: Leitfähigkeit: 37.2 ms Temperatur: 5.8°C O₂-Sättigung: 94% O₂ (mg/L): 9.9 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

Tabelle 8: Versuch 8: Krebsart: Taschenkrebs; Geräteeinstellung: 1; Netzgerät: Labor; Durchgang: 10-12 Datum: 23.10.18 Startzeit: 14:36

Krebs Nr.		10 (19 cm)	11 (17.5 cm)	12 (18 cm)
Während Betäubung	Flucht	Nein	Nein	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen	Keine Reaktion beim Einschalten	Kurzes Zucken beim Einschalten	Keine Reaktion beim Einschalten
Direkt nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0	0	0-1
	Bemerkungen	--	--	
	Gesamtscore	0	0	0.5
10 Minuten nach Betäubung	Augen	0	0	0
	Antennen	0-1	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0-1	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	1	0	0-1
	Bemerkungen	Nach 40' Augen rausgestreckt, aber keine Reaktion auf Reiz		
	Gesamtscore	0	0	0.5
60 Minuten nach Betäubung	Augen	1	0	0-1
	Antennen	1	0	0-1
	Beine, Scheren, Schwanz	1	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	1	0	0-1
	Bemerkungen	--	--	
	Gesamtscore	4	0	1.5
Reaktion auf Reiztest		Zieht Augen ein → nicht tot	Keine Reaktion → > tot	Keine Reaktion aber nicht tot

Messwerte: Leitfähigkeit: 37.8 ms Temperatur: 5.4°C O₂-Sättigung: 92% O₂ (mg/L): 9.9 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

Versuche mit Edelkrebsen (Tabellen 9-13)

Mit keiner der durchgeführten Einstellungen zeigten die Krebse Autotomie.

Von den vorgesehenen 4 Einstellungsvarianten wurden 3 getestet (Abb. 7). Bei der Variante Geräteeinstellung 1 und Standardnetzgerät zeigten die getesteten Krebse bereits nach 10 Minuten zumindest teilweise wieder deutliche Bewegungen, was darauf schließen lässt, dass die Betäubung nicht tief und nicht anhaltend war (Tab. 9, Fig. 4).



Abbildung 7: Edelkrebsen im Betäubungsbad. Auf dem Panzer ist die individuelle Markierung der Tiere erkennbar.

Bei der Geräteeinstellung 2 mit Standardnetzgerät zeigten zwei Tiere über längere Zeit Fluchtreaktionen ausgedrückt durch Schwanzschlagen (Tab. 10). Da dies nicht den Vorgaben des Versuches entsprach, wonach eine unmittelbare Betäubung eintreten soll, wurde der Versuch abgebrochen. Aufgrund dieser Befunde sowie der Resultate mit den Hummern mit dieser Einstellung, wurde die Geräteeinstellung 2 mit dem Labornetzteil nicht getestet.

Die Geräteeinstellung 1 in Kombination mit dem Labornetzteil erwies sich im ersten Durchgang als erfolgversprechend (Tab. 11), daher wurden mit dieser Einstellung zwei weitere Durchgänge durchgeführt (Tab. 12-13), wobei die Einwirkdauer von den vorgesehenen 3 Minuten von Anfang an auf 6 Minuten verlängert wurde, d.h. dasselbe Programm wurde zweimal unmittelbar nacheinander gestartet. Mit dieser Einstellung waren die Krebse sofort nach Ein-



Abbildung 8: Test der Reaktion eines Edelkrebsses auf einen Berührungsreiz.

schalten des Stromes weitgehend bewegungslos, d.h. sie zeigten keine bzw. höchstens minime Bewegungen. Bei einzelnen Tieren wurde Erbrechen festgestellt, teils auch nach Einsetzen der Stromexposition. Der Mittelwert aller Score-Werte lag bei 0.2. Auch 10 Minuten nach der Entnahme aus dem Betäubungsbad waren die Tiere weitestgehend bewegungslos und zeigten kaum Reaktionen auf Reize. Einzelne geringe Bewegungen konnten allerdings bei einzelnen Tieren gesehen werden (Tab. 11-13, Fig. 5). Die Berechnung des Mittelwertes aller Scores ergab eine Wert von 0.2. Nach einer Zeitspanne von 60

Minuten nach Entnahme aus dem Betäubungsbad waren teils wieder normale Bewegungen der Augen und der Mandibeln zu sehen, während die Bewegungen von Antennen und anderen Körperanhängen immer noch eingeschränkt war. Keines der Tiere bewegte sich zu diesem Zeitpunkt wieder normal in den Halterbecken fort. Als Mittelwert aller Scores wurde 1.0 berechnet. Bei 5 Tieren wurde ein Reiztest durchgeführt, der bei allen getesteten Tieren zu einer schwachen Reaktion führte.

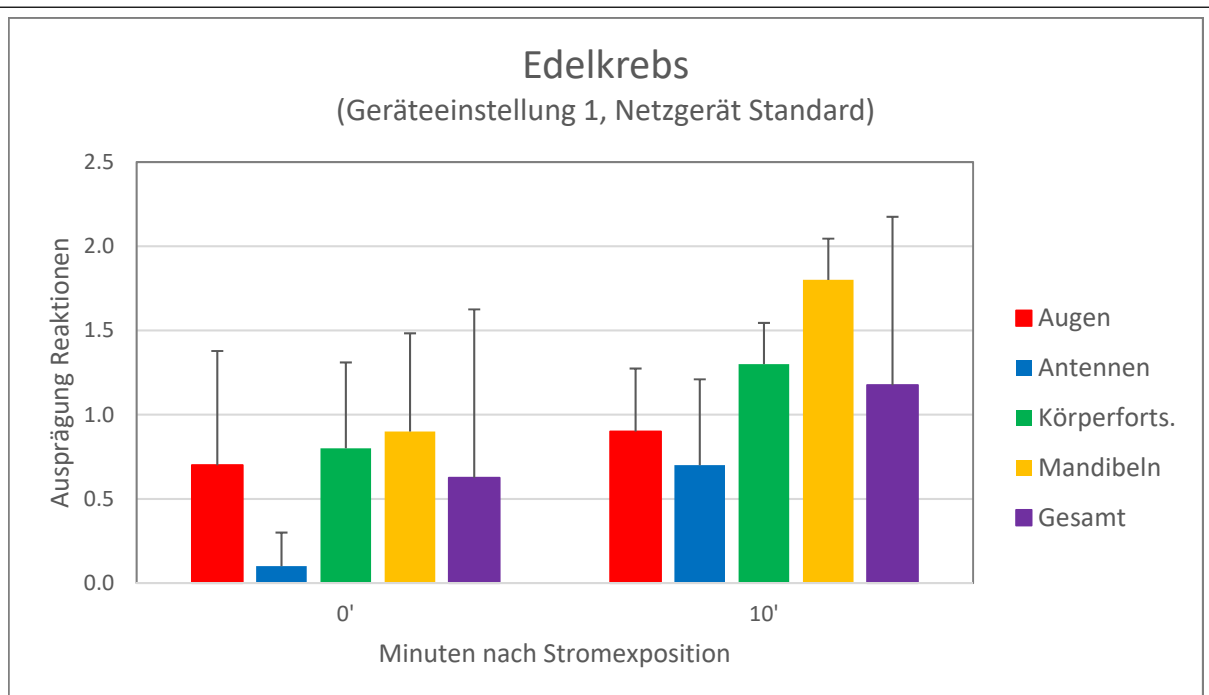


Fig. 4: Betäubungsversuch mit Edelkrebsen, Geräteeinstellung 1 und dem Standard Netzteil. Mittelwert von 5 Krebsen eines Durchganges. Gesamt = Mittelwert aller 4 Beurteilungsparameter

Bei der Bewertung von histologischen Schnitten konnten keine Veränderungen in der Schwanzmuskulatur festgestellt werden (Abb. 9).

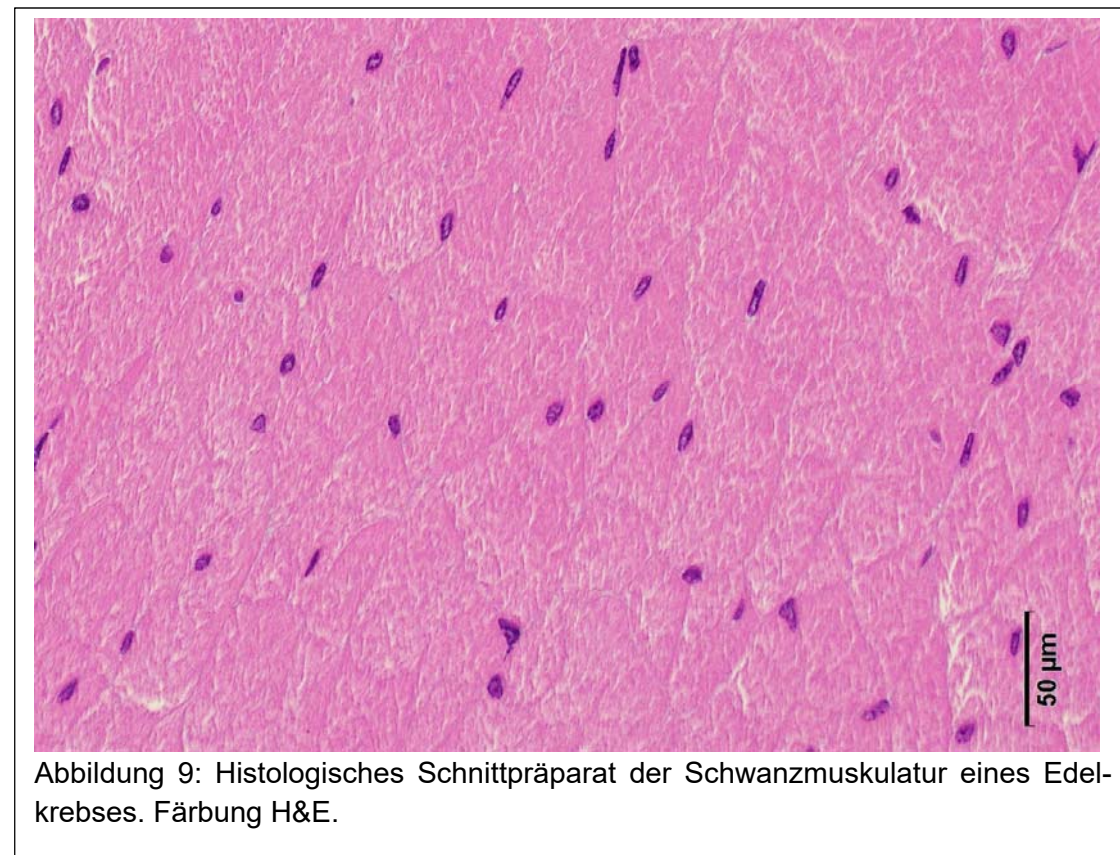
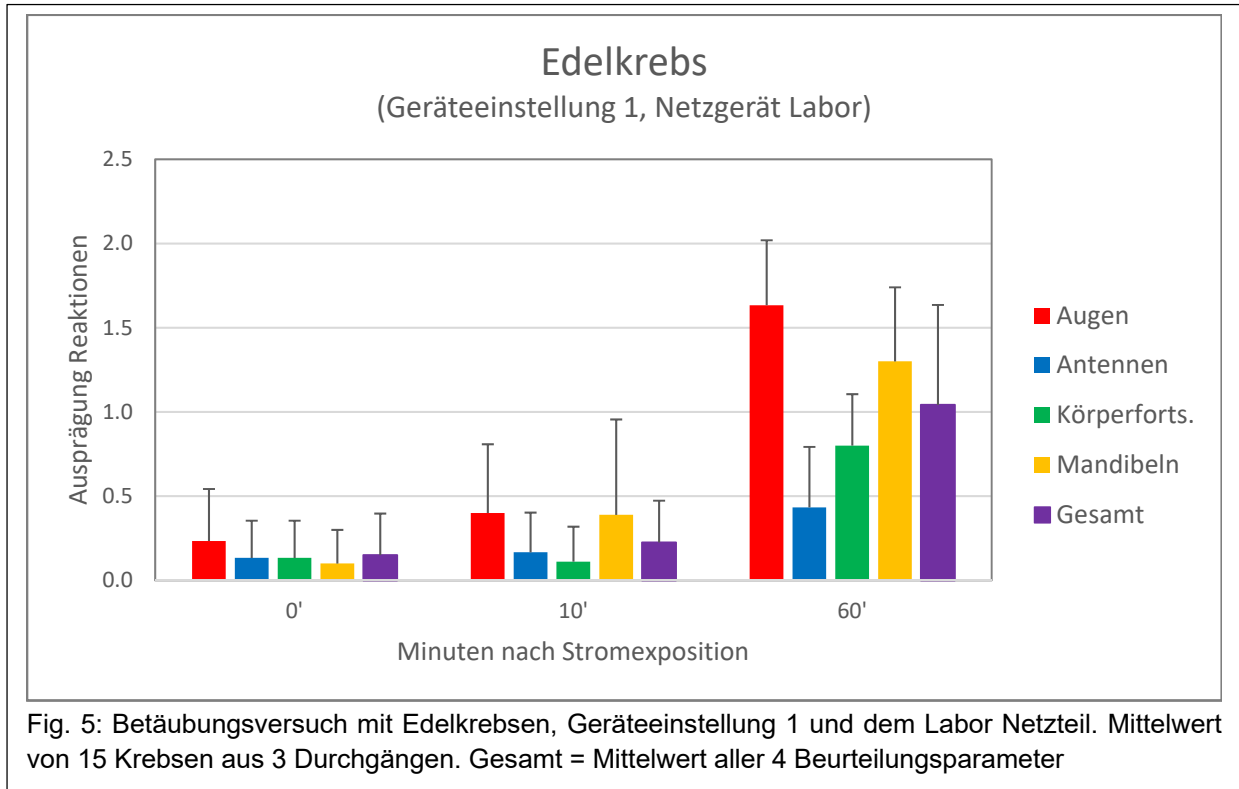


Tabelle 9: Versuch 9: Krebsart: Edelkrebs; Geräteeinstellung: 1; Netzgerät: Standard; Durchgang: 1 Datum: 24.10.18 Startzeit: 9:53

Krebs Nr.		1 (17 cm)	2 (15 cm)	3 (13 cm)	4 (16.5 cm)	5 (16 cm)
Während Betäubung	Flucht	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen nach Einschalten	Kurzes Zucken mit Schwanz, dann in Seitenlage	Kurzes Zucken mit Schwanz	Keine Reaktion	Seitenlage	Keine Reaktion
Direkt nach Betäubung	Augen	1-2	1-2	0	0-1	0
	Antennen	0	0	0-1	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	1	1-2	0-1	1	0
	Mandibeln / Maxillipeden	1-2	1	0-1	1-2	0
	Bemerkungen	--	--	--	--	--
	Gesamtscore	4	4	1.5	3	0
10 Minuten nach Betäubung	Augen	1	0-1	1-2	0-1	1
	Antennen	0-1	0	1-2	0-1	1
	Beine, Scheren, Schwanz	1-2	1	1-2	1-2	1
	Mandibeln / Maxillipeden	1-2	2	2	2	1-2
	Bemerkungen	Da nach 10' Kriterien für Betäubung nicht erfüllt, wurde Versuch abgebrochen und keine Beurteilung nach 60' durchgeführt				
	Gesamtscore	4.5	3.5	6.5	4.5	4.5

Messwerte: Leitfähigkeit: 400 µs Temperatur: 11.8°C O₂-Sättigung: 93% O₂ (mg/L): 9.5 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

Tabelle 10: Versuch 10: Krebsart: Edelkrebs; Geräteeinstellung: 2; Netzgerät: Standard; Durchgang: 3 Datum: 24.10.18 Startzeit: 10:16

Krebs Nr.		11	12	13	14	15
Während Betäubung	Flucht	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen nach Einschalten	Kurzes Zucken mit Schwanz, dann in Seitenlage	Kurzes Zucken mit Schwanz	Keine Reaktion	Seitenlage	Keine Reaktion
Direkt nach Betäubung	Bemerkungen	Wegen der Fluchtreaktion von Tier 12 und 13 wurde die Einstellung als ungeeignet gewertet und der Versuch abgebrochen				

Messwerte: Leitfähigkeit: 400 µs Temperatur: 9.7°C O₂-Sättigung: 95% O₂ (mg/L): 10.5 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

Tabelle 11: Versuch 11: Krebsart: Edelkrebs; Geräteeinstellung: 1; Netzgerät: Labor; Durchgang: 2 Datum: 24.10.18 Startzeit: 10:49

Krebs Nr.		6 (13.5 cm)	7 (13 cm)	8 (14.5 cm)	9 (16.5 cm)	10 (16.5 cm)
Während Betäubung	Flucht	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen nach Einschalten	Erbrechen	Erbrechen	Erbrechen	Keine Reaktion	Nach 10' in Seitenlage
Direkt nach Betäubung	Augen	0	0	0	0	0-1
	Antennen	0	0	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0	0	0-1	0-1
	Mandibeln / Maxillipeden	0	0	0	0	0
	Bemerkungen	--	--	--	--	--
	Gesamtscore	0	0	0	0.5	1
10 Minuten nach Betäubung	Augen	0-1	1	0	0	0-1
	Antennen	0	0	0	0	0-1
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0-1	0	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0	1	0	0	0
	Bemerkungen	Leichtes Zucken Beine nach 25'	--	Leichtes Zucken Beine nach 25'	--	--
	Gesamtscore	0.5	2.5	0	0	1
60 Minuten nach Betäubung	Augen	1-2	1-2	2	1	2
	Antennen	0	0-1	0	0	0-1
	Beine, Scheren, Schwanz	0-1	0	1	1	0-1
	Mandibeln / Maxillipeden	1	1	1-2	1	1
	Bemerkungen	--	--	--	--	--
	Gesamtscore	3	3	4.5	3	4
Reaktion auf Reiztest		Schwache Reaktion Augen	Schwache Reaktion Augen	Schwache Reaktion Augen; Mundwerkzeuge keine Reaktion	Schwache Reaktion Augen (eher mechanisch durch Berührung)	Schwache Reaktion Augen (eher mechanisch durch Berührung)

Messwerte: Leitfähigkeit: 387 μ s Temperatur: 10.4°C O₂-Sättigung: 100% O₂ (mg/L): 10 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

Doppelte Zeit im Elektrobad → 6 Minuten

Proben für Histologie entnommen

Tabelle 12: Versuch 12: Krebsart: Edelkrebs; Geräteeinstellung: 1; Netzgerät: Labor; Durchgang: 5 Datum: 24.10.18 Startzeit: 11:16

Krebs Nr.		21 (15.5 cm)	22 (15.5 cm)	23 (16 cm)	24 (15 cm)	25 (16 cm)
Während Betäubung	Flucht	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen nach Einschalten	--	--	Erbrechen; Bewegung Fächer der Mundwerkzeuge	Erbrechen; Bewegung Fächer der Mundwerkzeuge	Erbrechen; Bewegung Fächer der Mundwerkzeuge
Direkt nach Betäubung	Augen	0	0-1	0-1	0	1
	Antennen	0	0-1	0	0-1	0-1
	Beine, Scheren, Schwanz	0-1	0	0	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0-1	0	0	0	0-1
	Bemerkungen	--	--	1x Schwanzzucken nach 10'	--	--
	Gesamtscore	1	1	0.5	0.5	2
10 Minuten nach Betäubung	Augen	0-1	0	1	1	0
	Antennen	0-1	0-1	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0-1	0	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	1-2	1	0	0	0
	Bemerkungen		--	Leichtes Zucken Beine nach 25'		
	Gesamtscore	2.5	2	1	1	0
60 Minuten nach Betäubung	Augen	1-2	1	2	2	2
	Antennen	0	1	0	0-1	0-1
	Beine, Scheren, Schwanz	0-1	1	1	1	1
	Mandibeln / Maxillipeden	1	1-2	1-2	2	1
	Bemerkungen	Leichte Beinbewegung nach 55'	Leichte Beinbewegung nach 25'	--		
	Gesamtscore	3	4.5	4.5	5.5	4.5
Reaktion auf Reiztest		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Messwerte: Leitfähigkeit: 378 μ s Temperatur: 10.8°C O₂-Sättigung: 93% O₂ (mg/L): 9.9 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion; n.d.: nicht durchgeführt

Doppelte Zeit im Elektrobad → 6 Minuten

Tabelle 13: Versuch 13: Krebsart: Edelkrebs; Geräteeinstellung: 1; Netzgerät: Labor; Durchgang: 6 Datum: 24.10.18 Startzeit: 11:34

Krebs Nr.		26 (15.5 cm)	27 (13.5 cm)	28 (17.5 cm)	29 (15 cm)	30 (15.5 cm)
Während Betäubung	Flucht	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Autotomie	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Beobachtungen nach Einschalten	Erbrechen nach 6'		Erbrechen und Wackeln mit Schwimmbeinen nach 3'	Erbrechen nach 3'	Erbrechen
Direkt nach Betäubung	Augen	0	0	0-1	0-1	0
	Antennen	0	0	0	0-1	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0	0-1	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	0	0	0-1	0	0
	Bemerkungen	Zuckt mit Schwanz und Beinen	--	--	--	--
	Gesamtscore	0	0	1.5	1	0
10 Minuten nach Betäubung	Augen	0	0-1	0-1	0-1	0
	Antennen	0	0	0	0	0
	Beine, Scheren, Schwanz	0	0	0	0	0
	Mandibeln / Maxillipeden	1	0	0-1	0	0
	Bemerkungen	--	--	--	--	--
	Gesamtscore	1	0.5	1	0.5	0
60 Minuten nach Betäubung	Augen	2	1-2	1	2	1-2
	Antennen	0-1	1	0-1	1	0-1
	Beine, Scheren, Schwanz	1	1	1	1	0-1
	Mandibeln / Maxillipeden	1-2	2	1-2	2	1
	Bemerkungen	Leichte Beinbewegung nach 40'	1 Bein bewegt nach 35'; Leichte Beinbewegung nach 40'	Leichte Beinbewegung nach 40'	--	Leichte Beinbewegung nach 40'
	Gesamtscore	5	5.5	4	6	3.5
Reaktion auf Reiztest		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Messwerte: Leitfähigkeit: 378 µs Temperatur: 11.7°C O₂-Sättigung: 95% O₂ (mg/L): 9.6 mg/L

0 = keine Reaktion; 1 = schwache Reaktion; 2 = normale Reaktion

Doppelte Zeit im Elektrobad → 6 Minuten

Diskussion und Folgerungen

Bei den durchgeführten Versuchen konnte ein Einfluss des Stroms auf den Zustand der Krebse festgestellt werden, unabhängig von der Krebsart. Die Geräteeinstellung 1 in Zusammenspiel mit dem Labornetzteil erwies sich als am effektivsten, während bei allen anderen Varianten die Versuche abgebrochen werden mussten, weil zuvor aufgestellte Kriterien nicht erfüllt wurden.

Mit der Einstellung 1 und dem Labornetzgerät erfolgte eine sofortige Wirkung bei den Krebsen, welche anschliessend längere Zeit anhielt. Ausser bei einigen Taschenkrebsen war aber der Stromeinfluss nie tödlich und die Tiere erholten sich zumindest teilweise wieder innerhalb einer Stunde, wobei die Erholung ausser bei einem Teil der Hummer nicht vollständig war.

Bei den leichten Bewegungen, die während der Betäubung und 10' nach Entnahme aus dem Betäubungsbad in allen Gruppen auftraten, handelte es sich nie um gerichtete Aktionen, sondern meist um sehr langsame Bewegungen einzelner Körperanhänge oder einem Fächeln der Maxillen. Die Tiere reagierten aber weder auf Berührung noch auf Entnahme aus dem Wasser mit Abwehr- oder Fluchtbewegungen, was darauf hinweisen könnte, dass sie immer noch in einem Betäubungszustand waren. Dass die Bewegungen sowohl bei den Hummern als auch den Edelkrebsen nach 10' weniger ausgeprägt waren als unmittelbar nach der Betäubung könnte darauf hinweisen, dass es sich nicht um bewusste Bewegungen handelte und die Tiere in einem Betäubungszustand waren.

Die Versuche haben klar gezeigt, dass mit dem eingesetzten Gerät eine Betäubung erreicht werden kann, dass sich das Gerät aber nicht eignet um Krebse zu töten. Einzig bei den Taschenkrebsen wurden bei einzelnen Tieren auch nach 60' Minuten noch keine Bewegungen festgestellt. Hier gilt es aber zu berücksichtigen, dass diese Tiere direkt aus den Transportkisten und nicht aus einer Zwischenhälterung im Wasser des Betriebes stammten. Möglicherweise waren die Tiere daher etwas vorgeschwächt, dies im Gegensatz zu den Hummern, welche an das Wasser in der Hälterung angepasst worden waren.

Bei den Salzwasserarten könnte möglicherweise durch eine Reduktion des Salzgehaltes im Hälterwasser auf einen Wert, der von den Krebsen noch gut ertragen wird, die Stromwirksamkeit und damit die Betäubung noch leicht verbessert werden.

Empfehlungen

Insgesamt spricht die rasche Wirksamkeit des Stromes und das fast vollständige Fehlen einer Reaktion auf Berührungsreize nach 10' dafür, dass die Methode zum Betäuben von Krebsen eingesetzt werden kann. Da eine ausreichende Betäubung aber nur für die ersten 10' gewährleistet werden kann, sollte der an die Betäubung anschliessende Tötungsvorgang unbedingt innerhalb von 5 Minuten erfolgen.

Voraussetzung für einen Einsatz des Betäubungsgerätes ist, dass der Hersteller ein ausreichend stark dimensioniertes Seriennetzteil mitliefert, dass gewährleistet, dass die eingestellten Werte über die gesamte Betäubungsdauer eingehalten werden können, ohne dass das Netzteil überhitzt.

Referenzen

- Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, 2018. Panzerkrebse fachgerecht töten. BLV-Fachinformation Tierschutz Nr. 16.8
- Elwood, R.W., 2012. Evidence for pain in decapod crustaceans. *Animal Welfare* 21(S2): 23-27
- Elwood, R.W., Dalton, N., Riddell, G., 2017. Aversive responses by shore crabs to acetic acid but not to capsaicin. *Behavioural Processes* 140: 1-5
- Neil, D., 2010. The effect of the Crustastun on nerve activity in crabs and lobsters. Project report. University of Glasgow, Glasgow, UK
- Neil, D., 2012. The effect of the Crustastun™ on nerve activity in two commercially important decapod crustaceans: the edible brown cancer *Pagurus* and the European lobster *Homarus gammarus*. Project report. University of Glasgow, Glasgow, UK
- Neil, D., Thompson, J., 2012. The stress induced by the Crustastun™ process in two commercially important decapod crustaceans: the edible brown cancer *Pagurus* and the European lobster *Homarus gammarus*. Project Report. University of Glasgow, Glasgow, UK
- Roth, B., Øines, S., 2010. Stunning and killing of edible crabs (*Cancer pagurus*). *Animal Welfare* 19(3): 287-294
- RSPCA, 2018. Humane killing and processing of crustaceans for human consumption. RSCPA information paper. RSPCA Australia. http://kb.rspca.org.au/What-is-the-most-humane-way-to-kill-crustaceans-for-human-consumption_625.html
- Yue, S., 2008. The welfare of crustaceans at slaughter. Humane Society of the United States.