



Die Untersuchung von Tierpräparaten auf Gifte

Von Felix Divo

Verfasser: Felix Divo
Heimstättenweg 117a
64295 Darmstadt

Betreuungslehrer: Hr. Dr. Geider

Schule: Lichtenberg Gymnasium Darmstadt

1. Kurzfassung

Immer, wenn Präparatoren, Forscher, Schüler und Studenten mit alten Tierpräparaten arbeiten, begeben sie sich in die Gefahr, mit Giften in Berührung zu kommen. Tierpräparate wurden früher oft mit Giften wie Arsen und Lindan versetzt, um sie haltbar zu machen. Seit einigen Jahren dürfen Tierpräparate nicht mehr im Schulunterricht gezeigt werden. Man darf sie nur noch hinter Glas betrachten. Also habe ich mir die Frage gestellt: Wie viel Gift enthalten diese Präparate überhaupt noch, und gibt es einen für diese Analytik geeigneten schnellen Test? Dabei musste ich mich aus Sicherheitsgründen von Fachkräften der Firma Merck unterstützen lassen. Ziel der Arbeit war es, zuerst herauszufinden, welche Gifte in den letzten Jahrhunderten verwendet wurden. Danach wollte ich mit diesen Informationen bestimmte Präparate auf Gifte untersuchen und einen Schnelltest finden, um die Arbeit derer Leute zu erleichtern, die mit ihnen arbeiten. Idealerweise sollte dadurch auch eine erste Beurteilung der Giftbelastung der Proben ermöglicht werden. Dazu wurden Fell- und Standfußproben von Präparaten aus der Schulsammlung und aus Ausstellungsstücken des Hessischen Landesmuseums Darmstadt genommen. Nach einer Recherche über mögliche Schnelltests habe ich den Schnelltest Merckoquant der Firma Merck gefunden. Die Proben wurden dann mit Merckoquant-Schnellanalysen auf Arsen und Cyanid getestet. Arsen konnte nachgewiesen werden, Cyanid jedoch nicht. Diese Tests eignen sich zu der Untersuchung von Präparaten sehr gut, da sie schnell sind und den richtigen Messbereich haben. Es zeigte sich, dass in den Proben der Tier-Präparate aus der Schulsammlung der Grenzwert für Trinkwasser nicht überschritten worden ist.

2. Inhaltsverzeichnis

<u>Deckblatt.....</u>	<u>Seite 1</u>
<u>1. Kurzfassung.....</u>	<u>Seite 2</u>
<u>2. Inhaltsverzeichnis.....</u>	<u>Seite 3</u>
<u>3. Einführung.....</u>	<u>Seite 4</u>
<u>4. Methode und Ausführung</u>	<u>Seite 4</u>
<u>4.1 Literaturrecherche.....</u>	<u>Seite 4</u>
<u>4.2 Präparate.....</u>	<u>Seite 6</u>
<u>4.3 Probennahme am Standfuß.....</u>	<u>Seite 7</u>
<u>4.4 Probennahme über Abstriche.....</u>	<u>Seite 7</u>
<u>4.5 Arsentest.....</u>	<u>Seite 8</u>
<u>4.6 Cyanid-Test.....</u>	<u>Seite 9</u>
<u>5. Ergebnisse.....</u>	<u>Seite 10</u>
<u>6. Diskussion.....</u>	<u>Seite 10</u>
<u>6.1 Cyanid.....</u>	<u>Seite 10</u>
<u>6.2 Arsen.....</u>	<u>Seite 10</u>
<u>6.3 Tier-Präparate aus der Schulsammlung.....</u>	<u>Seite 10</u>
<u>6.4 Tier-Präparate aus dem HLMD.....</u>	<u>Seite 11</u>
<u>7. Zusammenfassung.....</u>	<u>Seite 11</u>
<u>8. Anhang.....</u>	<u>Seite 12</u>
<u>9. Literatur.....</u>	<u>Seite 13</u>
<u>10. Danksagung.....</u>	<u>Seite 14</u>

3. Einführung

In der Schule wurde ich in Biologie auf ein Problem aufmerksam, was nicht nur uns Schüler betrifft: Tiere mit Pelzen oder Federn dürfen schon seit mehreren Jahren (ab 1996) nicht mehr in der Schule im Unterricht gezeigt werden. Nur noch unter luftdichten Glas- oder Kunststoffglocken sind sie im Unterricht erlaubt.

Uns wurde erklärt, dass dies mit den Giftstoffen zu tun hat, die früher bei der Präparation der Tiere zum späteren Schutz der Ausstellungsstücke vor Bakterien, Pilzen und Insekten verwendet werden. Dies waren oft Stoffe wie Arsen, Lindan und DDT.

Das bedeutet natürlich auch, dass sowohl die Lehrer im Sammlungsraum und insbesondere die Präparatoren der Museen eventuell einer überhöhten Schadstoffmenge ausgesetzt sind. Oder sind die präparierten Tiere vielleicht gar nicht mehr so giftig? Und ist diese Restmenge auch wirklich noch gefährlich? Das wollte ich genauer wissen!

Dazu hatte ich eine Idee:

Könnte man nicht einen leichten und für jeden durchführbaren Test finden, der auf eine mögliche Gefahr hinweist? Diesen werde ich dann testen ob er auch für diese Medien geeignet ist. Ich möchte mit solch einem Test herausfinden, ob bestimmte Präparate heute wirklich noch giftig sind.

4. Methode und Ausführung

4.1 Literaturrecherche

Nach einer Führung im zurzeit ausgelagerten Hessischen Landesmuseum in Darmstadt mit unserem Jugend forscht-Club konnte ich mich mit den Präparatorinnen vor Ort in Verbindung setzen. Diese gaben mir viele Tipps, was man bei der Präparation heute verwendet und was in früheren Zeiten an Konservierungsstoffen verwendet wurde. Zuerst einmal musste ich mich auf die wesentlichen, in der historischen Literatur genannten Gifte konzentrieren. Diese müssen aber auch im Rahmen einer Schüler experimentieren-Arbeit messbar sein.

In einer Literaturrecherche habe ich folgende Gifte gefunden und nach der Häufigkeit der Erwähnungen bewertet:

- Lindan₁
- Arsen₂; Arsenik(Asentrioxid)₁₈²; Arseniksand₇; arseniksaures Natron₁₅ und arseniksaures Kali₆; Arsenikseife₂₀; Natrium- und Kalimarsenit₂₉
- PCP (Phenylcyclohexylpiperidin)₃
- DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan)₄
- DDVP (Dimethyldichlorvinylphosphat)₃₄
- Quecksilber₅
- Salmiakgeist₁₇
- Paradichlorbenzol₈

- Tetrachlorkohlenstoff₉
- Glycerin₁₀
- Äther₁₁
- Cyankalium (Kaliumcyanid)₁₂
- DDVP (Dichlorvinyldimethylphosphat)₁₃
- Kalilauge₁₄; Ätzkali₁₄; Kalialaun₂₈; Alaun-Kalialaun (Aluminiumkaliumsulfat)₃₁
- Borax (Natrium biboracicum)₁₉
- Schwefelkohlenstoff₂₁
- Schwefeldioxid₂₂
- Karbolsäure₂₃
- Äthylenoxid₂₄
- Xylamon₂₅³
- Kampfer₂₆
- Naphthalin₂₇
- Salpeter (Kaliumnitrat)₃₀
- Borsäure (Acidum boricum) ₃₂
- Formalin (auch mit Glycerolzusatz)₃₃; Formalinalkohol₃₃; Formaldehyd₃₃

In der folgenden Tabelle habe ich aus der Literaturrecherche die Häufigkeit der Erwähnungen und Entscheidungskriterien zur endgültigen Auswahl zusammengefasst. Die vollständige Liste findet sich im Anhang.

Chemikalie	Häufigkeit	Kriterien	Auswahl
- Arsen ₂ ; Arsenik(Asentrioxid) ₁₈ ² ; Arseniksand ₇ ; arseniksaures Natron ₁₅ und arseniksaures Kali ₆ ; Arsenikseife ₂₀ ; Natrium- und Kalimarsenit ₂₉	7	Sehr häufig erwähnt, von Präparatorinnen erwähnt, nicht flüchtig, geeigneter Test vorhanden	Ja
- Paradichlorbenzol ₈	4	Häufig erwähnt, Feststoff, keine Gefahr bei Benutzung von Handschuhen ₃₆	Nein
- Kalilauge ₁₄ ; Ätzkali ₁₄ ; Kalialaun ₂₈ ; Alaun-Kalialaun (Aluminiumkaliumsulfat) ₃₁	4	nicht sehr giftig	Nein
- Tetrachlorkohlenstoff ₉	3	flüchtig, daher möglicherweise nicht mehr vorhanden	Nein
- Cyankalium (Kaliumcyanid) ₁₂	2	geeigneter Test vorhanden, von Präparatoren erwähnt, nicht flüchtig, kann durch die Haut aufgenommen werden ₃₅ , daher relevant	Ja
- Lindan ₁	2	Erwähnt, Feststoff, keine charakteristische Hinweise sichtbar (weiße Staubkügelchen)	Nein

Aufgrund der oben genannten Argumente habe ich mich für die Analyse von Arsen und Cyanid entschieden. Der Grenzwert für Arsen in Trinkwasser in Deutschland liegt seit 1996 bei 10 Mikrogramm pro Liter₃₅. Bei Cyanid beträgt die tödliche Dosis für Erwachsene 140 mg₃₅. Aus Geld- und Zeitgründen musste auf einen Test zum Lindan-Nachweis verzichtet werden.

Alle meine untersuchten Präparate hatten aber auch nicht die typischen, winzigen – aber mit dem bloßen Auge noch zu erkennenden – „Körnchen“ des Lindans auf dem Fell oder dem

Haarkleid. Dies durfte ich aus sicherheitsrechtlichen Gründen des Gesundheitsschutzes nur hinter Glas betrachten.

Ich hatte Glück, dass meine Schule häufig in der Schülerforschung mit der Firma Merck in Kontakt steht und Herr Dr. Ulrich Engel als Analytiker bereit war, mir zu helfen! Ich besuchte noch einmal das Hessische Landesmuseum und ließ mir von Dr. Engel und zwei Präparatorinnen noch einmal genau erklären, was nach meiner Literaturrecherche von der Dringlichkeit am ehesten zu untersuchen ist, und was ich als Schüler leisten kann. Dies habe ich in der obigen Tabelle notiert.

Bei der Probenentnahme (Fell, Federn) wird mir aus Gesundheitsgründen und wegen der gefährlichen Analysen immer mein Betreuungslehrer helfen bzw. die Arbeiten direkt am Tierpräparat für mich ausführen.

Manche Probenentnahmen und Analysen, einschließlich der eigentlichen Tests, darf ich nicht selbst ausführen, und muss mir dabei helfen lassen.

4.2 Präparate

Ich habe 6 Tier-Präparate aus der Schulsammlung ausgewählt und 7 Tier-Präparate aus den Sammlungen des Hessischen Landesmuseums Darmstadt (HLMD) wurden mir dort zur Verfügung gestellt um sie zu analysieren. Ich habe versucht Präparate auszuwählen, die unterschiedliche Oberflächen (Fell, Federn, Schuppen, o.ä.) haben. Die Präparate aus dem Hessischen Landesmuseum stammen alle aus der Zeit zwischen 1888 und 1972. Das Präparationsdatum und der Präparator sind von den Präparaten in der Schulsammlung unbekannt. Sie sind aber vermutlich alle nach 1945 entstanden.



Untersuchte Tier-Präparate aus der Schulsammlung



Untersuchte Tier-Präparate aus dem HLMD

Pro Präparat wurden je zwei Proben aus a) dem Standfuß sowie b) Abstriche von Haaren bzw. Federn entnommen und jeweils auf Arsen und Cyanid getestet:

4.3 Probennahme am Standfuß:

An jedem Standfuß der insgesamt 13 Präparate und an einem Stück unbehandeltem Fichtenholz aus dem Baumarkt als Nullprobe wurden je nach Beschaffenheit mehrere Proben durch Bohren oder Abschaben genommen. Dies waren immer mindestens 2g Holz oder gepresster und geschnittener Torf. Eine Ausnahme stellten die präparierten Huhn-Eingeweide dar, denn sie hatten keinen Sockel, von dem Proben genommen werden konnten.

Die Proben wurden unter einem Abzug und in Schutzkleidung von den Präparatorinnen des Hessischen Landesmuseums genommen.



Probennahme im HLMD



Holzproben aus der Schulsammlung

4.4 Probennahme über Abstriche:

Des Weiteren wurden von jedem Präparat, auch von den präparierten Huhn-Eingeweiden, Oberflächenproben durch Abstriche genommen. Dies erfolgte mit Wattestäbchen. Es wurde 10 mal 10cm weit mit je einem anderen Wattestäbchen über die Oberfläche, also das Fell, Federn, Schuppen, etc., gefahren. Dies entspricht ungefähr einer Berührung mit einer Hand. Die Proben wurden unter einem Abzug und in Schutzkleidung von den Präparatorinnen des Hessischen Landesmuseums genommen. Auch hier wurde eine Nullprobe genommen, indem 10 Wattestäbchen ohne Abstriche getestet wurden.

Sowohl die Proben der Standfüße, als auch die der Haar- und Federnabstriche (als abgeschnittene „Watte-Köpfchen“ der Wattestäbchen) wurden vor der Analyse 30 Minuten in 20ml destilliertem Wasser eingelegt. Vorher wurde mit Tests aus einer 0,4mg/l ArsenstammLösung ausprobiert, dass dies zeitlich ausreicht: Eingelegte identische Proben zeigten im Vergleich nach 30 Minuten, 1 Stunde und 2 Stunden gleiche Arsenwerte, deshalb blieb ich bei mindestens 30 Minuten „Einlegzeit“.



Holzproben im destillierten Wasser

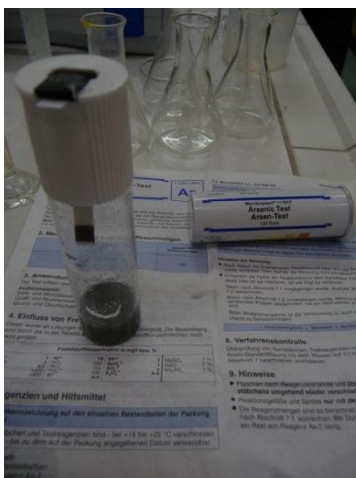
4.5 Arsentest:

Dieser Test wurde zu den Messungen verwendet:

Merckoquant® Arsen-Test Artikel-Nr.: 1.17917.0001

Zuerst wurden die Proben 30 Minuten lang in 20 ml destilliertem Wasser eingelegt. Das Wasser daraus wurde dann auf Arsen getestet.

Er funktioniert so, dass man zuerst 5ml oder 10ml (für die Messbereiche 0,1 – 3,0mg/l bzw. 0,02 – 0,5mg/l Arsen) der Probenflüssigkeit in ein Reagenzglas gibt. Danach werden nacheinander zwei Reagenzien hinzugegeben (Zink und eine feste Säure) und vollständig gelöst. Das Messstäbchen wird in das Reagenzglas geschoben und der Deckel schnell geschlossen. Das Messstäbchen darf nicht mit der Probe in Berührung kommen. Wenn in der Probe Arsen enthalten ist wird dieses zu Arsenwasserstoff (Gas) und löst in dem Messstäbchen einen Farbumschlag aus (Arsenwasserstoff reagiert mit dem Quecksilber(II)-bromid auf der Reaktionszone des Teststäbchens und bildet dort gelbbraune Arsen-Quecksilber-Halogenide, deren Verfärbungsgrad den Arsengehalt widerspiegeln.) Nach einer Wartezeit von 20 Minuten wird die möglicherweise verfärbte Reaktionszone des Teststäbchens mit den Feldern einer Farbskala verglichen. Bei der Untersuchung der präparierten Hühneingeweide trat Schaum auf. Die Tests wurden in Schutzkleidung und von Hilfspersonen durchgeführt.



Proben im Arsen Test

4.6 Cyanid-Test:

Dieser Test wurde zu den Messungen verwendet:

Merckoquant® Cyanid-Test Artikel-Nr.: 1147980001

Zuerst wurden 6ml der Probenlösung, möglichst schnell nach der Probennahme, mit zwei Reagenzien und 3 Tropfen Lösung vermischt und 5 Minuten stehen gelassen.

Chlorierungsmittel Chlorzyan bildet dabei mit 1,3 Dimethylbarbitursäure sowie Pyridin mit Cyanid-Ionen einen violetten Farbstoff. Durch einen Vergleich der Färbung der Messlösung mit den Farbfeldern einer Farbscheibe kann die CN^- Konzentration bestimmt werden. Die Tests wurden in Schutzkleidung und von Hilfspersonen durchgeführt.



Cyanid-Test-Set



Cyanid-Test Auswertung

5. Ergebnisse

In der folgenden Tabelle habe ich alle Messergebnisse aufgelistet.

Schulsammlung/HLMD-Präparat	Tierpräparat-Name (HLMD-Inv.-Nr.)	Präparationsdatum	Standfußmessung			Oberflächenmessung		
			Standfuß-Material	gem. Arsen Standfuß in mg/l	gem. Cyanid Standfuß in mg/l	Oberflächenbeschaffenheit	gem. Arsen Oberfläche pro 10 Abstriche in mg	gem. Cyanid Oberfläche pro 10 Abstriche in mg
HLMD-Präparat	Bergfink	1907 (?)	Holz	10	0*	Federn	0,18	0*
HLMD-Präparat	Heidelerche (A-777)	1969 (?)	Torf	10	0*	Federn	0,034	0*
HLMD-Präparat	Prälatfasan (A-1694)	1972 (?)	Torf	10	0*	Federn	0,004	0*
HLMD-Präparat	Huhn-Eingeweide***	ca. 1880	Kein Sockel vorhanden!	-	-	Oberfläche	0*	0*
HLMD-Präparat	Riesenglattechse	vor 1900	Holz	10	0*	Hornschuppen	0,002	0*
HLMD-Präparat	Schnabeligel**	1955	Holz	0*	0*	Fell und Stacheln	0,034	0*
HLMD-Präparat	Schnabeltier	vor 1900	Holz	2	0*	Fell	0,02	0*
Schulsammlung	Eichelhäher	unbekannt	Holz	0*	0*	Federn	0,01	0*
Schulsammlung	Elster	unbekannt	Holz	0*	0*	Federn	0,002 - 0,004	0*
Schulsammlung	Haubentaucher	unbekannt	Holz	0*	0*	Federn	0,004 - 0,01	0*
Schulsammlung	Bisamratte	unbekannt	Holz	0*	0*	Fell	0,001 - 0,002	0*
Schulsammlung	Feldhase	unbekannt	Holz	0*	0*	Fell	0,01	0*
Schulsammlung	Maulwurf	unbekannt	Holz	0*	0*	Fell	0,002	0*
Nullprobe			Fichtenholz	0*	0*	Wattestäbchen	0*	0*

* unter der Nachweisgrenze

** Zuvor 50 Jahre in Ethanol konserviert, starke Schäumung bei der Beprobung Sockelmessung auf Arsen

*** anatomisches Echtpräparat

6. Diskussion

6.1 Cyanid

In keinem der Tier-Präparate konnte Cyanid nachgewiesen werden. Bei Cyanid beträgt die tödliche Dosis für Erwachsene bei 140 mg₃₅. Somit stellt Cyanid in den untersuchten Proben keine Gefahr da.

6.2 Arsen

Der Grenzwert für Trinkwasser von Arsen in Deutschland liegt seit 1996 bei 10 Mikrogramm pro Liter₃₅.

6.3 Tier-Präparate aus der Schulsammlung:

In keinem der Standfüße der Tier-Präparate aus der Schulsammlung konnte Arsen nachgewiesen werden. Auf allen Oberflächen (Fell, etc.) aller Tierpräparate aus der Schulsammlung konnte Arsen nachgewiesen werden.

In den Proben aus den untersuchten Tier-Präparaten der Schulsammlung überschritt der gemessene Wert nie den Grenzwert für einen Liter Trinkwasser in Deutschland. Somit besteht keine große Gefahr beim Tragen von Handschuhen durch Arsen beim Anfassen der untersuchten Tier-Präparate.

6.4 Tier-Präparate aus dem HLMD:

Beide Präparate mit einem Standfuß aus Torf waren mit Arsen kontaminiert. Auf allen Oberflächen (Fell, etc.) aller Tierpräparate außer der der Huhneingeweiden konnte Arsen nachgewiesen werden.

In den Oberflächenproben aus den untersuchten Tier-Präparaten aus dem HLMD überschritt der gemessene Wert den Grenzwert für einen Liter Trinkwasser in Deutschland um das bis zu 3,4-fache. Eine gewisse Vorsicht ist also bei dauerndem Kontakt angebracht. Somit sollte man sich unbedingt durch geeignete Schutzausrüstung schützen.

In den Sockelproben aus den untersuchten Tier-Präparaten aus dem HLMD überschritt der gemessene Wert den Grenzwert für einen Liter Trinkwasser in Deutschland um das bis zu 1000-fache. Wie viel davon von einem Menschen aufgenommen im Einzelfall über die Schleimhäute aufgenommen werden kann, ist natürlich nur schwer einzuschätzen und sicherlich sehr unterschiedlich. Somit sollte man sich unbedingt durch geeignete Schutzausrüstung schützen und das Material staubsicher lagern.

7. Zusammenfassung

In der Schulsammlung besteht zumindest für die untersuchten Tier-Präparate und Gifte keine ernsthafte Gefahr bei der Benutzung von Schutzhandschuhen in Bezug auf die Gifte Arsen und Cyanid.

Im HLMD besteht eine gewisse Gefahr durch Arsen, denn hier überschritt der gemessene Wert den Grenzwert für Trinkwasser deutlich. Allerdings werden die Tiere ja nur leicht berührt. Eine eigentliche Gefahr durch die Präparate bei den von mir untersuchten Proben in Bezug auf Arsen besteht also nicht. Inwieweit dies für alle Präparate gilt, ist nur schwer abzuschätzen.

Eine Gefährdung durch Lindan wurde bei meinen Messungen nicht untersucht, aus diesem Grund ist natürlich weiterhin ein vorsichtiger Umgang mit den Präparaten nötig.

Ein Arbeitssicherheitsfachmann sollte deswegen zur genaueren und weiteren Bewertung der Belastung befragt werden und weitere Untersuchungen müssen dazu durchgeführt werden. Eine ausführliche Studie zur „Ermittlung der Gefahrstoffbelastung bei Tierpräparatoren und Mitarbeitern von zoologischen Sammlungen und Ausstellungen“ (Leimbrock, W. und Wagner, B., 1997³⁷) im Freistaat Sachsen, kam zu dem Schluss, dass als Ergebnis der Untersuchung auf Arsenik, DDT, Lindan und Permethrin sowie weiteren Stoffen „von einer geringen Belastung der Mitarbeiter ausgegangen werden“ kann. Und: „Eine Gesundheitsgefährdung“.....“ist nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand und der gültigen Rechtslage nicht gegeben.“

Dies deckt sich gut mit meinen Ergebnissen.

Allerdings ist es sicherlich wichtig, trotzdem auf größtmöglichen Schutz zu achten, da ein Gefahrenpotential einzelner Präparate nie auszuschließen ist.

8. Anhang

Chemikalie	Häufigkeit	Kriterien	Auswahl
- Arsen ₂ ; Arsenik(Asentrioxid) ₁₈ ² ; Arseniksand ₇ ; arseniksaures Natron ₁₅ und arseniksaures Kali ₆ ; Arsenikseife ₂₀ ; Natrium- und Kalimarsenit ₂₉	7	Sehr häufig erwähnt, von Präparatorinnen erwähnt, nicht flüchtig, geeigneter Test vorhanden	Ja
- Paradichlorbenzol ₈	4	Häufig erwähnt, Feststoff, keine Gefahr bei Benutzung von Handschuhen ₃₆	Nein
- Kalilauge ₁₄ ; Ätzkali ₁₄ ; Kalialaun ₂₈ ; Alaun-Kalialaun (Aluminiumkaliumsulfat) ₃₁	4	nicht sehr giftig	Nein
- Tetrachlorkohlenstoff ₉	3	flüchtig, daher möglicherweise nicht mehr vorhanden	Nein
- Cyankalium (Kaliumcyanid) ₁₂	2	geeigneter Test vorhanden, von Präparatoren erwähnt, nicht flüchtig, kann durch die Haut aufgenommen werden ₃₅ , daher relevant	Ja
- Lindan ₁	2	Erwähnt, Feststoff, keine charakteristische Hinweise sichtbar (weiße Staubkügelchen)	Nein
- Schwefelkohlenstoff ₂₁	2	Siedepunkt 46°C - flüchtig, daher möglicherweise nicht mehr vorhanden	Nein
- Naphthalin ₂₇	2	nicht sehr giftig, keine Gefahr bei Benutzung von Handschuhen ₃₆	Nein
- Salpeter (Kaliumnitrat) ₃₀	2	nicht sehr giftig	Nein
- PCP (Phenylcyclohexylpiperidin) ₅	1	zu selten erwähnt	Nein
- DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan) ₄	1	zu selten erwähnt	Nein
- DDVP (Dimethyldichlorvinylphosphat) ₃₄	1	zu selten erwähnt	Nein
- Quecksilber ₅	1	zu selten erwähnt	Nein
- Salmiakgeist ₁₇	1	zu selten erwähnt	Nein
- Glycerin ₁₀	1	zu selten erwähnt	Nein
- Äther ₁₁	1	zu selten erwähnt	Nein
- DDVP (Dichlorvinylphosphat) ₁₃	1	zu selten erwähnt	Nein
- Borax (Natrium boricacicum) ₁₉	1	zu selten erwähnt	Nein
- Schwefeldioxid ₂₂	1	zu selten erwähnt	Nein
- Karbolsäure ₂₃	1	zu selten erwähnt	Nein
- Äthylenoxid ₂₄	1	zu selten erwähnt	Nein
- Xylamon ₂₅ ³	1	zu selten erwähnt	Nein
- Kampfer ₂₆	1	zu selten erwähnt	Nein
- Borsäure (Acidum boricum) ₃₂	1	zu selten erwähnt	Nein
- Formalin (auch mit Glycerolzusatz) ₃₃ ; Formalinalkohol ₃₃ ; Formaldehyd ₃₃	1	zu selten erwähnt	Nein

9. Literatur

- ¹ Mikroskopische Präparationstechnik Teil II von Rudolf Piechocki und Joachim Händel, 4. Auflage, 1996;
Mikroskopische Präparationstechnik Teil II von Rudolf Piechocki, 3. Auflage, 1985
 - ² Das Sammeln, Konservieren von Wirbeltieren von Gerhard Schröder, 1936;
Die Praxis der Naturgeschichte Teil I von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1869
 - ³ Präparatorenzeitschrift „Restauro“, Ausgabe 5 Juli/August 2005
 - ⁴ Präparatorenzeitschrift „Restauro“, Ausgabe 5 Juli/August 2005
 - ⁵ Die Praxis der Naturgeschichte Teil II von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1870
 - ⁶ Die Praxis der Naturgeschichte Teil II von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1870
 - ⁷ Die Praxis der Naturgeschichte Teil II von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1870
 - ⁸ Mikroskopische Präparationstechnik Teil II von Rudolf Piechocki und Joachim Händel, 4. Auflage, 1996
Mikroskopische Präparationstechnik Teil II von Rudolf Piechocki, 3. Auflage, 1985;
Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
Das Sammeln, Konservieren von Wirbeltieren von Gerhard Schröder, 1936
 - ⁹ Mikroskopische Präparationstechnik Teil II von Rudolf Piechocki und Joachim Händel, 4. Auflage, 1996
Mikroskopische Präparationstechnik Teil II von Rudolf Piechocki, 3. Auflage, 1985;
Das Sammeln, Konservieren von Wirbeltieren von Gerhard Schröder, 1936
 - ¹⁰ Die Praxis der Naturgeschichte Teil I von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1869
 - ¹¹ Die Praxis der Naturgeschichte Teil I von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1869
 - ¹² Die Praxis der Naturgeschichte Teil I von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1869
 - ¹³ Mikroskopische Präparationstechnik Teil II von Rudolf Piechocki und Joachim Händel, 4. Auflage, 1996
 - ¹⁴ Die Praxis der Naturgeschichte Teil II von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1870
 - ¹⁵ Die Praxis der Naturgeschichte Teil II von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1870;
Die Praxis der Naturgeschichte Teil I von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1869
 - ¹⁷ Die Praxis der Naturgeschichte Teil I von Bernhard Friedrich Voigt., bearbeitet von Philipp Leopold Martin, 1869
 - ¹⁸ Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ¹⁹ Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ²⁰ Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ²¹ Das Sammeln, Konservieren von Wirbeltieren von Gerhard Schröder, 1936;
Das Sammeln, Präparieren und aufstellen der Wirbeltiere von Inspektor Friedrich Kerz, 1912
 - ²² Das Sammeln, Konservieren von Wirbeltieren von Gerhard Schröder, 1936
 - ²³ Das Sammeln, Konservieren von Wirbeltieren von Gerhard Schröder, 1936
 - ²⁴ Das Sammeln, Konservieren von Wirbeltieren von Gerhard Schröder, 1936
 - ²⁵ Das Sammeln, Konservieren von Wirbeltieren von Gerhard Schröder, 1936
 - ²⁶ Das Sammeln, Präparieren und aufstellen der Wirbeltiere von Inspektor Friedrich Kerz, 1912;
Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ²⁷ Das Sammeln, Präparieren und aufstellen der Wirbeltiere von Inspektor Friedrich Kerz, 1912;
Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ²⁸ Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ²⁹ Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ³⁰ Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ³¹ Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ³² Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ³³ Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
 - ³⁴ Mikroskopische Präparationstechnik Teil II von Rudolf Piechocki und Joachim Händel, 4. Auflage, 1996
- ² Wichtig Mengenangabe: Arsenik: „Arsenik (Asentrioxid) ist das gebräuchlichste Mittel gegen Schadinsektenfraß (Mottenraupen, Speck-, Pelz- und Museumskäfer). Früher war es üblich, 40g reines Arsenik in 100g lauwarmen Wasser aufzulösen. Diese Giftmischung wurde auf die Rückseite des Fells oder auf die Fleischseite der Vogelhaut gestrichen.“ S.16, Z.23
Aus: Mikroskopische Präparationstechnik Teil I von Rudolf Piechocki, 4. Auflage, 1986
- ³ Nur gegen Holzfraß eingesetzt: Das Sammeln, Konservieren von Wirbeltieren von Gerhard Schröder, 1936
- ³⁵ Wikipedia, die freie Enzyklopädie, Stand: 13.12.2010
- ³⁶ Joachim Händel Institut für Zoologie der Martin-Luther-Universität Domplatz 4 06099 Halle (Saale)
- ³⁷ Leimbrock, W. und Wagner, B. (1997): Ermittlung der Gefahrstoffbelastung bei Tierpräparatoren und Mitarbeitern von zoologischen Sammlungen und Ausstellungen, Sächsisches Landesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Chemnitz

10. Danksagung

Ich danke meinem Projektleiter Dr. Martin Geider, für seine Unterstützung und Hilfe bei der Probennahme, den Messungen und vielem mehr. Ich danke der Firma Merck und insbesondere dem Analytiker Dr. Ulrich Engel für die Bereitstellung der Tests und den vielen Tipps. Auch danke ich den Präparatorinnen Susanne Steinmetzger und Frau Michaela Kurbel für die Hilfe bei der Probennahme und der Bereitstellung von historischer Literatur. Dem Hessischen Landesmuseum Darmstadt danke ich für die Bereitstellung der Präparate. Ich danke meinen Eltern für die Hilfe beim Besorgen von Materialien und dem Umrechnen der Messergebnisse. Und ich danke allen anderen die mich inspiriert haben oder mir anders geholfen haben.