

Marcus Janssens

Ihr kommt hier nicht rein!

Konzeption und Umsetzung des integrierten Schädlingsmanagements im Stadtarchiv Neuss

Der Schutz des kulturellen Erbes vor Schädlingen und Mikroorganismen ist eine Pflichtaufgabe für alle Kulturgutverwahrenden Institutionen. Seit der Mensch sammelt, aufbewahrt und Vorratswirtschaft betreibt, gibt es auch mit ihm konkurrierende Organismen. Mit zunehmendem Wohlstand und der kulturellen Entwicklung menschlicher Gesellschaften entstand so ein Konfliktbereich, in dem auch die Bewahrung des materiellen Kulturgutes zunehmend im Mittelpunkt steht.¹ Der Ausdruck »Schädling« ist in diesem Zusammenhang eine Kollektivbezeichnung für tierische Lebewesen, die den wirtschaftlichen Erfolg des Menschen schmälern oder zerstören, sei es als Zerstörer von Kulturpflanzen, als Nahrungskonkurrent oder eben durch die Zerstörung von unbeweglichem und beweglichem Kulturgut.

Das Risikopotential für Archive, Museen und Bibliotheken und für das dort gelagerte Kulturgut wird dann besonders deutlich, wenn Großereignisse wie beispielsweise der Brotkäfer-Befall von 2009 im Stadtarchiv Augsburg eintreten. Aber auch zahlreiche kleinere, oft-



Magazinsbau des
Stadtarchivs Neuss, 2021
(Stadtarchiv Neuss)

mals unbemerkte Ereignisse schädigen das schriftliche Kulturgut nachhaltig: angefressene Blattkanten, durchlöcherter Buchdeckel oder Fraßgänge in Akten und Buchblöcken sind nahezu in jedem Archiv weltweit zu finden. Ob es sich dabei um »Altlasten« vergangener Jahrhunderte oder eine aktuelle Bedrohung durch Schadinsekten oder Nagetiere handelt, ist in der Regel auf den ersten Blick nicht erkennbar. Daher kommen der Vorsorge und Langzeitbeobachtung eine zentrale Rolle im Schutz des schriftlichen Kulturgutes vor Schädlingen zu.²

Das Risiko der Einwanderung und Ausbreitung von Schädlingen wird durch den Klimawandel, den globalisierten Handel und den vermehrten Ausleihverkehr von Kulturgut erhöht. Daher besteht ein dringender Bedarf an langfristigen, kontinuierlichen und gesamtheitlichen Verfahren zur Risikominimierung und Schädlingsbehandlung. Insbesondere der Vormarsch der Papierfischchen (lat. *Ctenolepisma longicaudata*) war in jüngster Zeit wiederholt Thema in den nationalen Medien³ und Fachmagazinen⁴ und hat so auch die kulturgutverwahren Institutionen sensibilisiert. Diese Schädlinge, von denen die Niederlande bereits flächendeckend befallen sind, finden gerade in den Magazinen und Depots von Archiven und Museen optimale Lebensbedingungen und Rückzugsräume, die eine Bekämpfung deutlich erschweren.

Archive, Bibliotheken und Museen legen daher schon seit längerer Zeit ein verstärktes Augenmerk auf das Thema Schädlings- und Mikroorganismenbefall. Ausgehend von den amerikanischen Museen mit ihren vielfältigen Sammlungen unterschiedlichster Natur und Herkunft etablierte sich das Integrierte Schädlingsmanagement (engl. Integrated Pest Management = IPM)⁵ in den letzten Jahren auch in Europa als eine zentrale Aufgabe der Bestandserhaltung. In diesem Zusammenhang hat auch das Stadtarchiv Neuss seine präventiven Maßnahmen im Rahmen des integrierten Schädlingsmanagements in den letzten Jahren erheblich weiterentwickelt und intensiviert.⁶

Aufbau der IPM-Strategie im Stadtarchiv Neuss

Bereits seit einigen Jahren liegt im Stadtarchiv Neuss ein Hauptaugenmerk auf der Konservierung, also der kontinuierlichen Umsetzung präventiver bestandserhaltender Maßnahmen, die auch das integrierte Schädlingsmanagement (IPM) und die Schimmelproble-

matik⁷ mit umfassen. IPM reagiert nicht anlassbezogen, sondern geht mit einem umfassenden System präventiv gegen Schädlinge und Ursachen des Schädlingsbefalls vor, um weitestgehend auf den Einsatz von Bioziden verzichten zu können. Ziel ist die Vermeidung von Verlusten an Kulturgut durch Schädlinge und Mikroorganismen und der langfristige Erhalt der Archivalien und Sammlungsbestände.

Bei der Implementierung der IPM-Maßnahmen im Stadtarchiv Neuss standen daher drei wichtige Fragen im Mittelpunkt:

- Wo und wie können die Schädlinge in das Archiv gelangen?
- Wie kann dies weitgehend unterbunden werden?
- Wie kann verhindert werden, dass Schädlinge sich im Archiv etablieren und eine wachsende Population bilden?

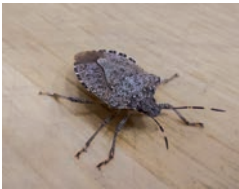
Das Stadtarchiv Neuss reagiert auf die Bedrohung eines Befalls von Schadinsekten durch externen Eintrag mit einer Kombination aus baulichen und organisatorischen Maßnahmen. Mit physikalischen und biologischen Verfahren soll ein Schädlingsbefall in den Magazinen des Stadtarchivs Neuss vermieden und dessen mögliche Ursachen beseitigt werden. Nachdem schon seit Jahren ein kontinuierliches Monitoring in den Magazinen erfolgt, wurden auch die Abläufe bei Übernahmen entsprechend dem Integrierten Schädlingsmanagement angepasst, einem wichtigen Baustein zur Vermeidung von Schädlings-eintrag.⁸



Innenansicht Magazin
(Stadtarchiv Neuss)

Die Strategien des Integrierten Schädlingsmanagement werden als zeitgemäße ganzheitliche Alternative zur Vermeidung von Chemikalien angewandt. Der Verzicht auf chemisch-synthetische Pestizide oder toxische Gase schützt vorrangig die Gesundheit und Sicherheit der Mitarbeiter*innen, aber auch das verwahrte Kulturgut.⁹ Im Gegensatz zur konventionellen Schädlingsbekämpfung, die meist anlassbezogen und mit unterschiedlichen chemischen Bekämpfungsmitteln reagieren muss, setzt das Integrierte Schädlingsmanagement auf Prävention, also auf eine vorrausschauende Vermeidung eines Befalls. Statt nur Symptome zu behandeln, nutzt es die Erkenntnisse über ökologische Zusammenhänge und Gefahren der Kontamination durch verschiedene Papierschädlinge.

Papierschädlinge



Marmorierte Baumwanze
(*Halyomorpha halys*)
(Stadtarchiv Neuss)

Insekten machen einen großen Anteil der weltweiten Tiervielfalt aus, und viele Arten sind stark angepasst und spezialisiert. Tiere die keinen wirtschaftlichen Schaden verursachen, deren Anwesenheit jedoch als störend empfunden wird, werden als »Lästlinge« bezeichnet. Sie sind für den Menschen nicht direkt gefährlich oder schadensauslösend, aber beispielsweise durch ihren Anblick oder Geruch ekelerregend oder erschreckend oder durch ihr Verhalten belästigend. Ein in unserer Region weit verbreiteter Lästling ist zum Beispiel die marmorierte Baumwanze. Sie ist aus Asien beziehungsweise Afrika eingewandert. Bei der Suche nach einem geeigneten Winterversteck migriert die Baumwanze im Herbst in Gebäude. Die Bezeichnung »Schädling« wurde im deutschen Sprachraum erstmals 1880 für die Reblaus¹⁰ gebraucht, die erhebliche Schäden beim Weinbau verursacht. Von den vielen Tausend verschiedenen Insektenarten stellen nur wenige eine wirkliche Bedrohung für das schriftliche Kulturerbe dar und werden regelmäßig in den Gebäuden beziehungsweise Magazinen von Archiven, Bibliotheken und Museen vorgefunden. Diese finden in Gebäuden ein geeignetes Biotop, einen Unterschlupf oder dringen zufällig ein.

Insekten ernähren sich von organischem Material, können jedoch auch aus anderen Gründen (Nestbau, Verpuppung usw.) sowohl organisches als auch anorganisches Material beschädigen. Insekten entwickeln sich in den Stadien Ei, Larve, Puppe und adulte Tiere (Metamorphose). Die meisten Schäden entstehen durch Larvenfraß auf Objekten (z. B. Papier, Textilien) oder im Objekt (z. B. Holz). Die

Hauptfunktion erwachsener Insekten ist die Fortpflanzung. Einige wenige Insekten sind aber auch im adultem Stadium Materialschädlinge. Die Dauer eines vollständigen Lebenszyklus kann je nach Art, Nahrung und Umgebungsbedingungen zwischen weniger als einer Woche und bis zu vielen Jahren variieren. Die meisten Arten gedeihen in warmer und häufig feuchter und dunkler Umgebung und bevorzugen ungestörte ruhige Bedingungen.

Viele Papierschädlinge sind schon lange bekannt und in der Fachliteratur ausführlich beschrieben. Dazu gehört die Familie der Nagekäfer und dabei besonders der bereits erwähnte Brotkäfer (*Stegobium paniceum*), der sich als Migrant vom Augsburger Stadtmarkt ab 2009 im Stadtarchiv Augsburg massiv ausgebreitet und schwerste Schäden an den Beständen und Sammlungen verursacht hat.¹¹ Weitere Vertreter der Familie der Nagekäfer, die unter anderem auch als Papierschädlinge gelten, sind der Diebskäfer, einer Unterfamilie der Nagekäfer (*Ptininae*) und der Gewöhnliche Nagekäfer (*Anobium punctatum*), umgangssprachlich wegen der Aktivität der Larven auch als »Holzwurm« bezeichnet. Das typische Schadensbild der Nagekäferlarven beim Befall von Archivalien und Büchern, sind die horizontalen beziehungsweise vertikalen Fraßgänge und Bohrlöcher im Papier, aber auch Fraßspuren in den Holzdeckeln von Bucheinbänden.



Brotkäfer
(*Stegobium paniceum*)
(Siga, Wikimedia Commons)



Bohrlöcher und Fraßspuren an einem spätmittelalterlichen mit Schweinsleder überzogenen Holzdeckelband, verursacht durch Nagekäferbefall im 18./19. Jahrhundert (Stadtarchiv Neuss)

Zur optimalen Entwicklung benötigen sie eine erhöhte Feuchtigkeit und geeignete Nahrungsquellen. Die bevorzugte Nahrung der Nagekäfer sind stärkehaltige pflanzliche Materialien (Stärkekleister), Holz und Zellulose (Papier).



Gemeiner Speckkäfer
(*Dermestes lardarius*)
(André Karwath Aka,
Wikimedia Commons)

Eine weitere Familie der in Archiven und Museen vorkommenden Schadinsekten, die aber auch im privaten Wohnbereich anzutreffen ist, ist die der Speckkäfer (*Dermestidae*), die weltweit circa 1.300 Arten in 50 Gattungen aufweist. Dabei sind in den kulturgutverwahrenden Institutionen überwiegend der Teppichkäfer (*Anthrenus*)¹² und der Pelzkäfer (*Attagenus*)¹³ anzutreffen. Die deutschen Namen der Käfer weisen schon auf die bevorzugten Nahrungsquellen hin, die Larven favorisieren nährstoffreiche pflanzliche und tierische Materialien wie Textilien und Pelze aber auch Pergament und Leder. Das verursachte Schadensbild ähnelt dem der Nagekäfer.

Oftmals sind in den Magazinen und Sammlungen auch sogenannte Staubläuse (*Psocoptera*) anzutreffen, eine Ordnung der Insekten, von der bisher etwa 5.600 Arten beschrieben wurden. Etwa 100 Arten sind in Mitteleuropa verbreitet. Die Tiere ernähren sich von organischen Materialien, unter anderem von Pilzgewebe, Sporen oder Ähnlichem. Einige der Arten sind in der Lage, Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf aufzunehmen und somit unabhängig von einer direkten Wasserquelle. Die Staubläuse gelten nicht primär als Papier- oder Objektschädlinge, bekommen aber bei massenhaftem Auftreten Relevanz, da sie als sogenannte Zeiger-Insekten¹⁴ ein Indikator für einen Schimmelbefall¹⁵ sind und dann auch oberflächliche Schäden an Papier und Leder verursachen können.



Australische Termiten,
diese Art ist bekannt für
ihre massive Schädigung
von Holz und Zellulose
(CSIRODie, Wikimedia
Commons)

Restaurator*innen beobachten schon seit einigen Jahren die Entwicklung beziehungsweise Ausbreitung eines weiteren Papierschädling, der durch die Klimaerwärmung und Globalisierung in den mitteleuropäischen Raum einzuwandern droht. Es handelt sich hierbei um die Termiten (*Isoptera*) auch »weiße Ameise«¹⁶ genannt, eine Staatenbildende in warmen Erdregionen vorkommende Ordnung der Insekten. Sie sind weltweit die bedrohlichsten Schädlinge und bringen die größten Gefahren für Holz und Zellulose mit sich. In vielen Archiven und Museen in den adäquaten Klimazonen, wie in Afrika, Südamerika und Asien, hat sich ein Termitenbefall des Gebäudes auch auf das Inventar und die Objekte ausgebreitet und diese schwer geschädigt. Eine Population innerhalb Europas ist bisher nur für Hamburg und Paris bekannt,

jedoch relevant bei Zugängen, Leihgaben und Transportmaterialien aus Regionen mit natürlich vorkommenden Populationen.

Ein weiterer neuer Migrant ist das 11 bis 15 Millimeter (Körper ohne Anhänge) große Papierfischchen (*Ctenolepisma longicaudata*), das als Neozoen mittlerweile in ganz Europa Verbreitung gefunden und vielerorts das Silberfischchen verdrängt hat. Papier- und Silberfischchen gehören zur Insektengruppe der Fischchen (*Zygentoma*) und werden der Familie der *Lepismatidae*¹⁷ zugeordnet. Es sind flügellose, nachtaktive Insekten mit Panzerschuppen und abgeflachtem Körper, sechs Beinen, zwei Fühlern am Kopf und drei berührungsempfindlichen, fühlerrähnlichen Schwanzanhänge (*Cerci*) hinten, je einer rechts und links und einer mittig (*Terminalfilum*) in Verlängerung des Körpers.¹⁸ Die heute weltweit verbreitete Art ist bisher überall nur synanthrop¹⁹, in menschlichen Behausungen, nachgewiesen. Ihre eigentliche Herkunft ist nicht geklärt, die Wissenschaft diskutiert einen möglichen Ursprung im asiatischen Raum beziehungsweise Afrika. Das Papierfischchen wurde erstmals 1905 in Ostafrika beobachtet und durch Carl Escherich beschrieben.²⁰ 1940 beschrieb Eder Lindsay in Australien in seiner Publikation über Silberfischchen auch das Papierfischchen.²¹ Ab den 1990er Jahren mehrte sich das Auftreten des Schädlings in Europa und Amerika und damit die Erwähnungen des Phänomens Papierfischchen in Veröffentlichungen. In den letzten Jahren war der Vormarsch des Papierfischchens wiederholt Thema in den nationalen Medien. So titelte die ZEIT 2017 »Die Papierfresser kommen«²² und die Frankfurter Allgemeine Zeitung 2019 »Insekten im Museum: Die große Sorge vor Schädlingen«²³.



Papierfischchen
(*Ctenolepisma longicaudata*)
(Stadtarchiv Neuss,
Foto: Sabine Weber)

Die Verschleppung und Verbreitung der Papierfischchen in Innenräumen erfolgt über Transportnetzwerke. Dabei nutzen die Schadinsekten verschiedenste Wege, zum Beispiel Postversand, Paketdienste, Material- und Warenlieferungen. Auch der Mensch kann von den Insekten als »Taxi« genutzt werden, indem es sich an Kleidung anhängt oder in Taschen versteckt. Die eigentlich feuchtigkeitsliebenden aber zugleich trockenheitsresistenten Papierfischchen bevorzugen dunkle, ruhige Räume mit einer relativen Luftfeuchte von 55 % und Temperaturen um die 20° C – Bedingungen, die sie in Magazinen und Depots oftmals vorfinden. Bei der Vermehrung legen die Weibchen die Eier in dunkle Ritzen oder Spalten und an rauen Oberflächen ab. Die Eiablage erfolgt vorzugsweise in der Nähe der Nahrungsquelle, da das Papierfischchen als Einzelgänger keine Brutpflege betreibt. Die

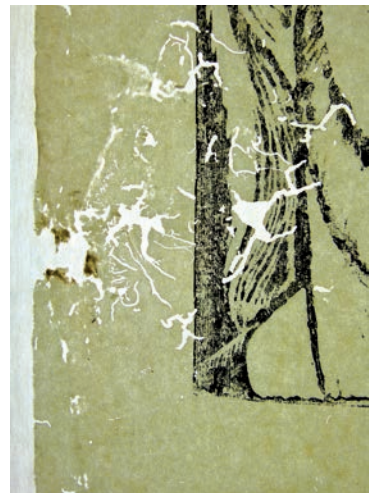


Fraßschäden an Buchumschlägen, verursacht durch einen Papierfischchenbefall in der Bibliothek der Stiftung Insel Hombroich (Stadtarchiv Neuss)

Jungtiere entwickeln sich innerhalb von ein bis drei Jahren zur Geschlechtsreife. *Imagines*, also geschlechtsreife Tiere, leben noch weitere drei bis vier Jahre, mit einer Vermehrungsrate von circa 50 bis 70 Eiern (pro Jahr). Die Entwicklung findet ohne Metamorphose statt, somit frisst und schädigt das Papierfischchen in jedem Stadium seines Lebens, von der Nymphe bis zum adulten Tier. Papierfischchen sind Generalisten²⁴ und können körpereigene zelluloseabbauende Enzyme (*Cellulasen*) produzieren. Dadurch sind sie in der Lage, Zellulosefasern optimal zu verdauen. Sie ernähren sich weiterhin von kohlenhydratreichen Stoffen wie: Zucker, Stärke, Tapeten, Strichmittel auf Papier, Fotografien, stärke- und proteinhaltige Klebstoffe, Dextrin aber auch von Textilien und Leder.²⁵ Daher bietet das Schriftgut in den Magazinen der Archive den Schadinsekten ein reichhaltiges Nahrungsangebot. Das typische Schadensbild sind Schichtabtragungen, Lochfraß, aber auch selektive Fraßspuren, zum Beispiel unter Aussparung der Schrift. Papierfischchen können Hungerphasen von bis zu 300 Tagen überstehen.²⁶ Sie benötigen keine direkten Wasserquellen, da sie über den Enddarm Wasser aus der Luft aufnehmen können.

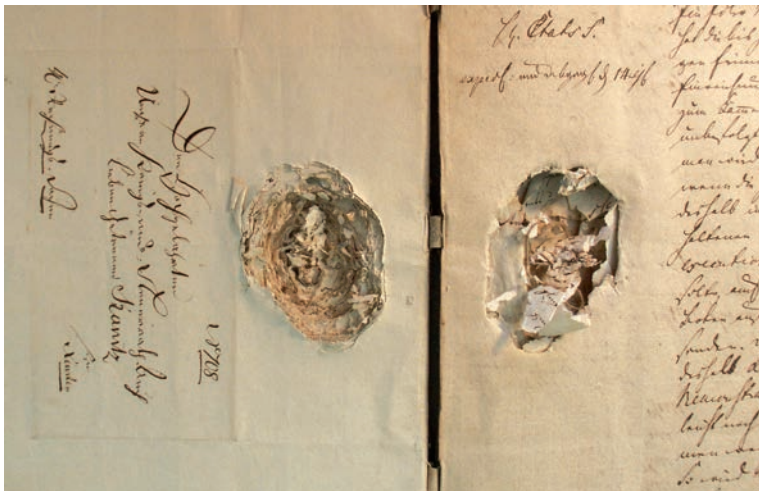
Motten stellen in den Archiven eine untergeordnete Gefahr dar, können sich jedoch in Beständen und Sammlungen etablieren und ausbreiten, die Textilien und tierische Materialien beinhalten. Einige von ihnen sind bedeutende Schädlinge an Vorräten und anderen Materialien im menschlichen Umfeld. Bekannteste weltweit verbreitete

Fraßschäden an einer Grafik, verursacht durch einen Silberfischchenbefall bei der Lagerung im feuchten Keller des Künstlers (Durchlichtaufnahme) (Stadtarchiv Neuss)



Vertreter sind die Kleidermotte (*Tineola bisselliella*) und die Pelzmotte (*Tinea pellionella*). Ausschließlich die Raupen der Motten verursachen Schäden. Durch den Fraß der Raupen kommt es zu Löchern und kahlen Stellen an Textilien und Pelzen.²⁷

Neben den Schadinsekten sind auch die Nagetiere (*Rodentia*) zu nennen. Sie sind nahezu weltweit verbreitet und haben eine Vielzahl von verschiedenen Lebensräumen besiedelt. Nagetiere können in Beständen und Sammlungen zu einem ernsthaften Problem werden. Als Kulturfolger können sie unmittelbar aus dem Außenbereich in die Magazine einwandern und sich in Gebäuden etablieren und in Bereichen mit ausreichender Nahrung stark vermehren. Es gibt nur zwei Arten in Mitteleuropa, die im archivischen Bereich zu ernsthaften Problemen führen können, die Wanderratte (*Rattus norvegicus*) und die Hausmaus (*Mus musculus*). Die Tiere sind scheu, nachtaktiv und werden dadurch leicht übersehen, aber ein Befall ist problemlos am Kot und den Nagestellen zu erkennen. Das typische Schadensbild im archivischen Bereich sind Bissspuren an den Rändern der Objekte. Für ihren Nestbau zernagen sie zum Beispiel Papier und Textilien. Dabei unterscheiden sie nicht zwischen Kulturgut, Verpackungsmaterial oder Abfällen. Dieses Schadensbild ist bis in das 20. Jahrhundert nicht selten an Archivalien zu finden gewesen, da die Magazine früher nicht so hermetisch abgeriegelt und professionell geschützt wurden, wie es heute der internationale Standard ist.



Mäusenest in einer Archivalie, Schaden aus dem 19. Jahrhundert. (Stadtarchiv Neuss)

Prävention

In den Magazinen und Beständen des Stadtarchiv Neuss ist es bisher zu keinem Schädlingsbefall gekommen. Um die dauerhafte Erhaltung des Neusser Kulturguts auch zukünftig zu gewährleisten und die Wahrung des Ist-Zustandes, werden präventiven Maßnahmen umgesetzt. Das Integrierte Schädlingsmanagement sieht in erster Linie vor, einen Befall zu vermeiden. Die verschiedenen Ansätze dienen dazu, die Zuwanderung beziehungsweise Eintragung zu verhindern und den Lebensraum einzuschränken. Maßnahmen der Prävention betreffen sowohl die baulichen Gegebenheiten als auch die organisatorischen Abläufe, die in den Arbeitsalltag integriert werden. Das setzt die Überprüfung und Optimierung des Baukörpers voraus. Eine dichte Bau- und Außenhülle kann eine eigenständige Zuwanderung von Schadinsekten und Nagetieren erfolgreich unterbinden und bildet die erste Ebene der Schutzmaßnahmen. Das Neusser Magazinegebäude ist dabei die schützende äußere Barriere für die dort gelagerten Archivalien. Durch die baulichen Veränderungen und Optimierungen des historischen Gebäudes, das als Magazin genutzt wird, konnten erste Schritte umgesetzt und damit erste For-

Fachgerechte konservatorische Verpackung der Archivbestände (Stadtarchiv Neuss)



derungen des IPM erfüllt werden.²⁹ Bei dem Magazingebäude handelt es sich ursprünglich um ein Lagergebäude für Kerzen aus dem Jahr 1909, erst 1967 wurde es zum Magazingebäude für das Stadtarchiv umgewidmet. Aufgrund der Ansprüche an die Lagerung von Kerzen hat dieses Gebäude auch für die Lagerung von Archivalien optimale bauliche Voraussetzungen im Hinblick auf Bausubstanz und Tragfähigkeit.²⁹ Im Zuge der Erweiterung der Magazinfläche durch einen Anbau an das historische Gebäude sollen bis 2025 noch weitere bauliche Schutzmaßnahmen umgesetzt werden. Dazu gehört auch die räumliche Trennung der Restaurierungswerkstatt mit einer Quarantänestation für eingehendes Archivgut vom eigentlichen Magazin.

Ein weiterer Baustein der Prävention ist die fachgerechte konservatorische Verpackung. Das Verpacken von Archivgut in geeigneten Mappen und Archivboxen nach DIN EN ISO 9706 ist eine entscheidende Maßnahme der passiven Konservierung. Normgerechte Archivverpackungen können allein einen Schädlingsbefall nicht verhindern, doch erschweren sie durch ihren umhüllenden Charakter die Zugänglichkeit für Insekten. Auch Verunreinigungen jeglicher Art werden durch die Verpackung wirkungsvoll minimiert.

Klima-Controlling

Der Klimawandel hat nicht nur massive Auswirkungen auf die Natur, sondern auch auf das menschliche Kulturgut. Auf den verschiedensten Ebenen greift der Klimawandel die Gesamtheit der unbeweglichen und beweglichen Kulturgüter an. Diese Angriffe geschehen teilweise sichtbar, wie zum Beispiel bei Hochwasserkatastrophen, Starkregen oder lange Perioden von Hitze und Trockenheit. Aber auch im Verborgenen kommt es zu negativen Auswirkungen, so zum Beispiel zu nachteiligen Klimaentwicklungen in Magazinen und Depots. Der Klimawandel begünstigt darüber hinaus die Migration von Schadinsekten aus anderen Klimazonen in den mitteleuropäischen Bereich. Daher greift auch im Bereich der IPM-Maßnahmen, wie schon bei der Vermeidung von Schimmelbefall, das professionelle Klima-Controlling.³⁰ Dabei werden in den Magazinen möglichst negative klimatische Bedingungen für die Insekten geschaffen, die eine Ansiedlung beziehungsweise Vermehrung unterbinden. Niedrige Temperaturen ($\bar{\text{Ø}} 18^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$) und eine geringe relative Luftfeuchtigkeit ($< 55\% \text{ r.F.}$) können die Ansiedlung verhindern und verlangsamen die Entwicklungszyklen der Schadinsekten. Nahezu alle Insekten

werden bei Temperaturen unter 12° C inaktiv (keine Fortpflanzung oder Fressverhalten). Somit können kühle Temperaturen zu einer langsameren Entwicklung führen und Insektenschäden Vorbeugen. Zur Minimierung der Gefahr werden alle Magazinräume ständig überwacht und die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit durch Thermohygrographen dokumentiert und protokolliert.³¹

Monitoring

Die gegenwärtigen IPM-Maßnahmen des Stadtarchivs sind auf die jetzigen Gegebenheiten abgestimmt. Im Stadtarchiv Neuss werden über ein systematisches Monitoring kontinuierlich Informationen gesammelt und ausgewertet. So finden sich in den Archivmagazinen und in der Bibliothek des Stadtarchivs Neuss Klebe- und Lebendfallen, die an den jeweiligen Standorten dauerhaft verbleiben und regelmäßig überprüft werden. Diese Fallen verhindern oder verringern einen Schädlingsbefall nicht, sondern zeigen lediglich die Schädlingssituation in den überwachten Magazinen. Dadurch ist die Überwachung des gesamten Gebäudes gewährleistet und es werden Schwachstellen erkannt, durch die Schädlinge eindringen können. Das Aufstellen der Fallen richtet sich nach dem Verhalten der üblichen papierschädigenden Schadinsekten, die bevorzugt unmittelbar an Kanten und Ecken der Wände entlanglaufen, sowie nach den Ergebnissen einer Begehung sämtlicher Räume zur Risikobewertung des eingelagerten Archivguts. Die Klebefallen werden turnusmäßig kontrolliert und ausgewertet (bei negativen Befunden vierteljährlich). Eine große Anzahl von »Lästlingen« kann in Fallen in der Nähe von

Turnusmäßige Auswertung
der Monitoringfallen
(Stadtarchiv Neuss)



Außentüren und Fenstern gefangen werden. Insofern sollten die Fallen häufiger ersetzt werden, damit die gefangenen Insekten wiederum nicht zur Nahrungsquelle für Schädlinge werden.

Ziel der kontinuierlichen Überwachung ist es, möglichst frühzeitig einen Befall zu erkennen. Voraussetzung dafür ist die regelmäßige fachliche Überwachung der Magazinräume und der Bibliothek, um einen Neubefall möglichst präzise zeitlich eingrenzen und erkennen zu können. Der Einsatz von Fallen und die Interpretation der Fangergebnisse sind abhängig von der jeweiligen Situation und orientiert sich an der Art der Bestände und Sammlungen und den in dem Bereich vorherrschenden Umweltbedingungen. Die genaue Bestimmung der auftretenden Befunde sowie der Umfang eines Befalls ermöglichen es, die konkrete Gefahr für die betroffenen Bereiche einzuschätzen und gegebenenfalls frühzeitige geeignete Maßnahmen einzuleiten, die eine Ausbreitung verhindern oder eindämmen.



Klebe- und Lebendfallen als kontinuierliches Monitoring in den Magazinen (Stadtarchiv Neuss)

Hygiene

Ein weiterer wichtiger Baustein der IPM-Maßnahmen ist die Hygiene. Daher wurden auch die Hygienemaßnahmen im Archiv- und Magazinbereich angepasst und intensiviert. Alle Mitarbeiter*innen sind daran beteiligt, durch geeignetes Verhalten und Reagieren, sowie durch Umsetzen von Maßnahmen im Rahmen des IPM einen möglichen externen Befall zu verhindern. Dazu gehören auch die regelmäßigen täglichen Hygienemaßnahmen. Staub und Schmutz ergeben einen idealen Nährboden für Schimmelpilze und sind damit direkt und indirekt auch Nahrung für Schadinsekten. Staub ist zudem hygroskopisch und bindet lokal hohe Luftfeuchtigkeit. Dieser sammelt sich häufig in weniger frequentierten Magazinbereichen und bildet dort größere Konglomerate (Staub- bzw. Wollmäuse), welche oft Schutz und Rückzugsräume für Schadinsekten und deren Nymphen oder Larven darstellen. Papier- und Silberfischchen ernähren sich zum Beispiel auch von menschlichen Haaren, Hautschuppen und toten Insekten, welche sich im Staub anreichern können.³²

Die regelmäßige Reinigung von Fußböden und Regalen in den Magazinen ist daher unverzichtbar. Ziel der Reinigungsmaßnahmen durch eine eigene geschulte Reinigungskraft ist es, das Umfeld des gelagerten Kulturgutes so sauber zu halten, dass gewissen Schädlingen die Nahrungsgrundlage entzogen wird. Alle Hygienemaßnahmen im

Magazinbereich werden mit der Fachkraft für Bestandserhaltung abgestimmt und anhand eines entsprechenden Reinigungsplans kontinuierlich umgesetzt.

Fehlende Reinigung und Hygiene kann zu unterschiedlichen Schädlingsproblemen mit Folgeschäden an den Archivalien führen. Neben der täglichen Unterhaltsreinigung werden in den Magazinen des Neusser Stadtarchivs in regelmäßigen Abständen auch nachfolgende Bereiche kontrolliert und bei Bedarf gereinigt:

- Hohlräume hinter und unter Regalen, Schränken und Sockeln
- Spalten in Böden und an Wänden
- Kabel- oder Lüftungskanäle im Wand- und Bodenbereich

Die Böden und Regale in den Magazinen werden regelmäßig und gründlich gereinigt. Dabei ist das bevorzugte Verfahren für die Entfernung von Staub und sonstigen Verschmutzungen das Staubsaugen. Dabei werden ausschließlich Sauger verwendet, die mit einem HEPA-Filter³³ ausgerüstet sind.

Quarantänemaßnahmen im Stadtarchiv Neuss

Die Quarantänemaßnahmen in Stadtarchiv Neuss dienen der Vermeidung einer Einschleppung oder Verbreitung von Schädlingen bei der Übernahme von Archivgut (abgebende Ämter oder Privatpersonen). Dabei wird Material von außen in das Magazin eingebracht, dass als mögliches Risiko eingestuft werden muss. Seit Ende 2019 werden alle von außen eingebrachten Archivalien in einem provisorischen Quarantänebereich angenommen und zwischengelagert. Eine große Gefahr stellen auch die Anlieferungen von anderen Materialien (z.B. Hygienepapiere, Kartonagen) oder die Nutzung von Transportboxen aus Wellpappe und Holzpaletten dar.

Die Übernahme von Archivalien in das Stadtarchiv Neuss erfolgt nach einem genau festgelegten Ablauf.³⁴ Durch eine frühzeitige Absprache mit dem abgebenden Amt oder der Privatperson wird die Koordinierung der Quarantäne gesteuert, damit wird bei Anlieferung gewährleistet, dass eine entsprechende Anzahl an Quarantäneboxen und freie Kapazitäten in der Gefrierung vorhanden sind. Entsprechende Quarantäneboxen können für eine Übernahme in das Stadtarchiv Neuss ausgeliehen werden. Liefert das abgebende Amt bezie-



Blaue Quarantäneboxen zur Übernahme von Archivalien in das Stadtarchiv Neuss (Stadtarchiv Neuss)

hingweise die Privatperson in anderen Transportverpackungen (z.B. Umzugskartons), werden die Unterlagen außerhalb des Magazins in die entsprechenden Quarantäneboxen umgepackt.

Jeglicher Transport von Archivalien in das Gebäude des Stadtarchiv Neuss erfolgt in Quarantäneboxen aus Kunststoff, die es den Schädlingen unmöglich machen, daraus zu entweichen. Damit wird bei einem unentdeckten Befall der Archivalien mit Schadinsekten beziehungsweise Mikroorganismen eine Verbreitung innerhalb der Magazine verhindert. Das übernommene Archivgut wird zunächst separat im Quarantänebereich zwischengelagert und dort stichprobenartig auf Fraßspuren und lebende oder tote Schadinsekten überprüft. Verdächtige Objekte werden umgehend isoliert und je nach Schädigung beziehungsweise Schädlingsart in geeignete Schutzhüllen verbracht (z.B. fester transparenter Folienbeutel, dichte Kunststoffboxen) unter Beachtung des erforderlichen Klimas für das jeweilige Objekt. Die Dauer der Überwachung hängt von klimatischen Bedingungen und dem Entwicklungszyklus des vorgefundenen Organismus beziehungsweise seines Stadiums (Ei, Larve, Puppe, Vollinsekt) ab.

Um eine unentdeckte Migration von Schadinsekten zu unterbinden, werden alle übernommenen Materialien tiefgefroren. Niedrige Temperaturen werden zur Behandlung von Objekten gegen Insekten-

befall verwendet, entweder weil diese befallen sind oder als Vorsichts-/Vorbeugungsmaßnahme. Nach einer mindestens 48-stündigen Gefrierung der Materialien bei unter 20° C erfolgt die Akklimatisierung und die archivgerechte Verpackung. Bei Bedarf wird das Archivgut anschließend noch konservatorisch und restauratorisch durch die Bestandserhaltung des Stadtarchivs bearbeitet. Erst nach Abschluss der Quarantänemaßnahmen wird das Archivgut zur dauerhaften Lagerung in die Magazine übernommen.

Bekämpfung im Schadensfall

Das Integrierte Schädlingsmanagement konzentriert sich darauf, die Ursachen für einen möglichen Schädlingsbefall zu erkennen und zu beseitigen, was im Stadtarchiv Neuss bislang erfolgreich gelungen ist. Zu einem wichtigen Modul einer zeitgemäßen IPM-Strategie zählt jedoch auch die Vorbereitung auf das Eintreten eines möglichen Schadensfalls. So ist das Auftreten von lebenden Schadinsekten oft der Nachweis für einen bereits fortgeschrittenen aktiven Befall. Kommt es zu so einem Befall, sollten unmittelbar Maßnahmen ergriffen werden, welche die Schädlinge vernichten oder eindämmen ohne die Objekte zu beschädigen. Bei der Feststellung eines Schädlingsbefalls in den Magazinen des Stadtarchivs Neuss würden unmittelbar für die betroffenen Bestände beziehungsweise Archivalien entsprechende Maßnahmen eingeleitet. Das umfasst auch die Einbindung von professionellen Schädlingsbekämpfungsunternehmen mit entsprechender Erfahrung und Referenzen. Diese externen Dienstleister haben verschiedene Möglichkeiten der objektschonenden Schädlingsbekämpfung.

Bei der **physikalischen Insektenbekämpfung** werden in befallenen Bereichen Trocknungsmittelstäube wie Siliciumdioxid (Silikatprodukte) oder Diatomeen-Erde (Kieselgur) ausgebracht, die die Wachsschicht an den Oberflächen der Insektenkörper schädigen und bewirken, dass sie Wasser verlieren und austrocknen. Kristallines Siliciumdioxid kann in Form von Quarzstaub Silikose auslösen. Dagegen gilt amorphes Siliciumdioxid (SiO_2) als weitgehend ungefährliches Material. Bei allen Trocknungsmittelstäuben besteht jedoch die Gefahr der Verschleppung beziehungsweise Verwirbelung im Raum und somit der Ablagerung auf den Archivalien.

Die **thermische Behandlung** von Objekten kann in Form einer Wärme- oder Kältebehandlung erfolgen.³⁵ Durch Erwärmung werden Insekten schnell abgetötet. Die tödliche Hitzeeinwirkung zielt auf die Gerinnung (Denaturierung) der lebenswichtigen Eiweiße, jedoch kann die Behandlung mit erhöhten Temperaturen durch eine externe Wärmezufuhr oder Mikrowelle im archivischen Bereich nicht eingesetzt werden, da Papiere und Pergamente ab einer Temperatur von 50° C nachhaltig geschädigt werden. Hingegen sind bei Archivalien niedrige Temperaturen (Schockgefrierung) zur Behandlung gegen Insektenbefall geeignet.³⁶ Um eine Kondensation der Objektfeuchte zu verhindern, sollten die betroffenen Objekte in Polyethylen-Kunststoff verpackt, überschüssige Luft soweit wie möglich entfernt und die Verpackung abgedichtet werden. Die Behandlungsdauer kann in Abhängigkeit von der Temperatur, dem Umfang der zu behandelnden Menge, dem Material des Objekts, der Schädlingsart und ihrem Entwicklungsstadium schwanken. Ein wichtiger Aspekt der Kältebehandlung ist die Geschwindigkeit der Temperaturabsenkung. Wenn Objekte langsam eingefroren werden, können sich einige Insekten akklimatisieren und fallen in einen winterschlafähnlichen Ruhezustand. Für viele Archive und Museen ist das kontrollierte Einfrieren eine der häufigsten verwendeten Methoden im Bereich der Quarantänemaßnahmen.



Gefriertruhe im provisorischen Quarantänebereich (Stadtarchiv Neuss)

Die **anoxischen Verfahren** gelten als die materialschonendsten Verfahren in der aktiven Bekämpfung von Schadinsekten bei Kunst- und Kulturgut. In der Praxis haben sich zwei Verfahrensarten der anoxischen Behandlung bewährt: Sauerstoffreduzierung oder Stickstoffanreicherung. Bei der Behandlung von Objekten oder Materialien mit Sauerstoffreduzierung mittels Sauerstoffabsorber³⁷ werden in einem geschlossenen System (Zelt oder Kammer) durch eine geringe Sauerstoffatmosphäre die Insekten getötet. Dieses Verfahren eignet sich nur für kleinere Objekte. Für größere Mengen hat sich der Einsatz von Stickstoff als effektives und sicheres Verfahren zur Behandlung von empfindlichen Objekten bewährt, dabei können deutlich größere Mengen wie bei der Sauerstoffreduzierung behandelt werden. Die Begasung wird in gasdichten Folienzelten oder Kammern umgesetzt. Die Wirksamkeit und Geschwindigkeit der Behandlung beruht auf der Regelung der vier Hauptparameter: Sauerstoffgehalt, Temperatur, relative Luftfeuchte und Behandlungsdauer.

Seit mehr als 30 Jahren wurde europaweit Schädlingsbefall an Kulturgut in Stickstoffkammern bekämpft. Dies hat eine EU-Verordnung³⁸ 2012 gestoppt. Innerhalb der EU ist der Einsatz von durch Generatoren erzeugtem Stickstoff für die Schädlingsbekämpfung verboten, mit schwerwiegenden Folgen: Eine der schonendsten Methoden, gegen Schädlingsbefall vorzugehen und Kunstwerke langfristig zu erhalten, darf nach der aktuellen Gesetzeslage nicht angewendet werden. Für das Jahr 2021/2022 wurde eine Ausnahmegenehmigung für Stickstoff als Biozid für die Schädlingsbekämpfung an Kunst- und Kulturgut angekündigt.



Schlupfwespe
(*Spathius exarator*),
am Hinterleib ist
der Legestachel für
die Eiablage deutlich
zu erkennen
(Foto: APC AG)

Die **Biologische Schädlingsbekämpfung** setzt auf den Einsatz von »Nützlingen«. Diese »Nützlinge« (Parasitoiden, wie z.B. Schlupfwespen bzw. Brackwespen) sind die natürlichen Widersacher mancher Arten; sie können dazu verwendet werden, Schädlingspopulationen in Räumlichkeiten, in denen Kunst- und Kulturgut untergebracht ist, zu reduzieren und zu bekämpfen. Die »Nützlinge« sind meistens hoch spezialisiert und werden von den Larven eines bestimmten Schädlings angezogen. Die Weibchen legen ihre Eier auf Eiern, in Larven oder Puppen der Wirtsinsekten ab, die dann während der Entwicklung der Nützlinge abgetötet werden. Eine gängige Methode ist das Freisetzen von Schlupfwespen (*Spathius exarator*) zur Bekämpfung von Vorrats- und Materialschädlingen, wie zum Beispiel der Nagekäfer (*Anobium punctatum*). Zur Bekämpfung des

Papierfischchens im archivischen Bereich gibt es bisher allerdings keine »Nützlinge«.

Basierend auf den Erfahrungen der letzten Jahrzehnte sollte die Verwendung von **Bioziden**³⁹ und **Insektiziden**⁴⁰ beim schriftlichem Kulturerbe nur dann in Betracht gezogen werden, wenn keines der vorher genannten Verfahren greift oder zur Verfügung steht. Biozide Produkte und Insektizide werden in verschiedenen Formen aufgebracht, wie zum Beispiel fest, gelförmig, flüssig und gasförmig. Die Anwendung kann nur durch einen Fachmann durchgeführt werden und muss gezielt erfolgen. Die Begleitung der Maßnahmen durch einen Restaurator*in ist zwingend erforderlich. Der Erfolg der Maßnahme hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, zum Beispiel der Art des Schädlings, Ursache und Wirkung, Empfindlichkeit von Materialien oder Exposition von Menschen. Über die Jahre hat sich gezeigt, dass es erneut zu einem Schädlingsbefall, zum Beispiel an pestizidbelasteten Textilien oder an holzschutzmittelbelasteten Hölzern kommen kann, was auf eine entwickelte Resistenz der Schadinsekten zurückzuführen ist.⁴¹

Evolution anstatt Revolution

Das Stadtarchiv Neuss hat als kommunales Archiv mit der schrittweisen Einführung und der kontinuierlichen Umsetzung der präventiven Maßnahmen im Bereich des Integrierten Schädlingsmanagement (IPM) eine zeitgemäße Strategie mit den entsprechenden Lösungsansätzen in die tägliche Arbeit integriert. Aus den Erfahrungen der letzten Jahre lässt sich zusammenfassend sagen, dass die tägliche Prävention kombiniert mit den Hygienemaßnahmen und die kontrollierte fachgerechte Übernahme von Archivalien einen sicheren Schutz bieten. Alle IPM-Maßnahmen im Stadtarchiv Neuss basieren auf der Grundlage:

Verhindern -> Überwachen -> Behandeln

Das Team des Stadtarchivs Neus wurde in den letzten Jahren entsprechend sensibilisiert und wird durch die Bestandserhaltung kontinuierlich in die laufenden Maßnahmen und Prozesse mit eingebunden. Dadurch konnte das Integrierte Schädlingsmanagement in die organisatorischen Abläufe und somit in den Arbeitsalltag implementiert werden. Darüber hinaus wurden weitere Neusser Kulturinstitute

für das Thema sensibilisiert und geschult. Infolgedessen konnte frühzeitig im Depot des Clemens Sels Museum Neuss ein Nagekäferbefall entdeckt werden. Dieser wird zurzeit mit externer Unterstützung durch Freisetzung von »Nützlingen« und begleitenden organisatorischen Maßnahmen bekämpft. Ebenso konnte das Archiv und die Bibliothek der Stiftung Insel Hombroich auf der Raketenstation Hombroich bei einem massiven Befall mit Papierfischchen beratend unterstützt und erste Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Das Integrierte Schädlingsmanagement ist ein wichtiger Baustein zur Vermeidung eines möglichen Schadensfalles durch Etablierung von Schädlingen in den Beständen und Sammlungen. Auch aus wirtschaftlicher Sicht sind Maßnahmen des IPM weniger kostenintensiv als mögliche Einsätze von Bioziden beziehungsweise Pestiziden. Darüber hinaus gefährden die IPM-Maßnahmen nicht die Gesundheit der Mitarbeiter*innen und Nutzer*innen oder schädigen das schriftliche Kulturgut. Grundsätzlich sind Konservierung und Prävention immer aufwendigen und kostenintensiven restauratorischen Maßnahmen in Folge eines möglichen Schadensfalles vorzuziehen.

In den nächsten Jahren werden die im Stadtarchiv Neuss eingeführten Vorgehensweisen regelmäßig überprüft und angepasst, da alle bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnisse noch im kontinuierlichen Wandel sind. Die internationale Forschung steht noch am Anfang, federführend in der Forschung über die Biologie der Papierfischchen sind Norwegen, die Niederlande und das Rathgen-Forschungslabor der Staatlichen Museen zu Berlin – Stiftung Preußischer Kulturbesitz (SPK). Für die Zukunft wäre eine allgemeine Bekämpfungsstrategie für die Archive auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene in Form eines Leitfadens, erstellt durch entsprechende Ausschüsse, wie zum Beispiel der Konferenz der Leiterinnen und Leiter der Archivverwaltungen des Bundes und der Länder (KLA) oder der Bundeskonferenz der Kommunalarchive im Deutschen Städtetag (BKK), basierend auf den aktuellen Forschungsergebnissen empfehlens- und wünschenswert.

Anmerkungen:

- 1 Vgl. David PEINIGER, Bill LANDSBERGER, Adrian MEYER, Pascal QUERNER, Handbuch Integriertes Schädlingsmanagement in Museen, Archiven und historischen Gebäuden, 2016, Berlin, S. 15.
- 2 Vgl. Empfehlungen der Konferenz der Leiterinnen und Leiter der Archivverwaltungen des Bundes und der Länder (KLA), Prävention und Behandlung von Schädlingsbefall in Archiven, 2016, S. 1.
- 3 Vgl. »Insekten im Museum«, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ) vom 18. November 2019 »Die Papierfresser kommen«, in: ZEIT online vom 16. März 2017, »Auf der Jagd nach dem Papierfischchen« Neuss-Grevenbroicher-Zeitung vom 17. Oktober 2020.
- 4 Vgl. Birgit GELLER, »Papierfischchen auf dem Vormarsch«, in: Archivpflege in Westfalen und Lippe, 88 (2018), S. 9f., Schädlingsprävention und Schädlingsbefall in: Archivar 71. Jahrgang, Heft 04, 2018, S. 326–344.
- 5 Auch Integrated Pest Control = IPC. Die Bezeichnung »Integrated Pest Management« wurde erstmalig im landwirtschaftlichen Agrarbereich Ende der 1950er Jahre im Zusammenhang mit der zunehmenden Erkenntnis über die negativen Nebeneffekte von überdosierten Insektizideinsatz auf Nützlinge verwendet.
- 6 Vgl. Stadt Neuss, Kulturausschuss vom 18. März 2020, Mitteilung der Verwaltung 415-002-2020, Maßnahmen gegen die Bedrohung von Kulturgut durch externen Schädlingsbefall.
- 7 Vgl. Marcus JANSSENS, Dem Schimmel keine Chance – Der Umgang mit den unsichtbaren Mikroorganismen im Neusser Stadtarchiv, in: Novesium 2020, Neusser Jahrbuch für Kunst, Kultur und Geschichte, S. 292–312.
- 8 Stadt Neuss (Hrsg.), Jahresbericht Kultur 2020, Neuss 2021, S. 67.
- 9 In der Vergangenheit wurden in Museen chemische Bekämpfungen (zum Teil mehrfach) durchgeführt und Kulturgut wie Holz oder Textilien mit PCP, Lindan oder anderen Chemikalien behandelt. In vielen Bibliotheken oder Kirchen gelten Oberflächen nach der Behandlung mit Blausäure als kontaminiert, wie es auch aus den Naturkundemuseen bei Tierpräparaten mit Arsen bekannt ist.
- 10 Die Reblaus (*Daktulosphaira vitifoliae*) ist eine Pflanzenlaus aus der Familie der Zwergläuse. In Europa als Neozoon aus Nordamerika eingeschleppt, gilt sie bis heute als bedeutender Schädling im Weinbau.
- 11 Kerstin LENGGER, Brotkäferbefall im Stadtarchiv Augsburg! Maßnahmen der Schädlingsbekämpfung bei der Verlagerung der Archivbestände in den Jahren 2009–2016, in: Das neue Stadtarchiv Augsburg. Beiträge zur Geschichte der Stadt Augsburg, Bd. 6. (Hg.) Augsburg, 2016, S. 145–162.
- 12 Die am häufigsten in Mitteleuropa vorkommende Art ist die der Wollkrautblütenkäfer (*Anthrenus verbasi*).
- 13 Die häufigste in Deutschland anzutreffende Art ist der Braune Pelzkäfer (*Attagenus smirnovi*).
- 14 Ein weiteres Zeiger-Insekt ist der Moderkäfer (*Latridiidae*), er deutet auf einen aktiven Schimmelpilzbefall hin, der seine Entwicklungs- und Ernährungsgrundlage bildet.
- 15 Vgl. JANSSENS, Dem Schimmel keine Chance, S. 302.
- 16 Termiten sind keine Ameisen, sondern gehören der Ordnung Isoptera an. Termiten gehören zu den Insekten und sind mit den Schaben und Fangheuschrecken verwandt.
- 17 Wohnungsfischchen: Papierfischchen (*Ctenolepisma longicaudata*), Kammfischchen o. Streifenfischchen (*Ctenolepisma lineata*), Geisterfischchen (*Ctenolepisma calva*), Offenfischchen (*Lepismodes inquilinus*); Freilandfischchen: Ameisenfischchen (*Atelura formicaria*).
- 18 Vgl. Landesarchiv Baden-Württemberg, Infoblatt Papier- und Silberfischchen, www.landesarchiv-bw.de/sixcms/media.php/120/Infoblatt%20Papier-%20und%20Silberfischchen.pdf (eingesehen am 27.05.2021).
- 19 Der Begriff Synanthropie (von altgriechisch σύν σύν »zusammen, mit« und ἄνθρωπος ἄνθρωπος »Mensch«) bezeichnet die Anpassung einer Tierart (z.B. Papierfischchen, Menschenfloh, Bettwanze, Stubenfliege) oder Pflanzenart (z.B. Indisches Springkraut) an den menschlichen Siedlungsbereich, so dass sie nicht auf Ergänzung ihrer Population von außen angewiesen ist.

- 20 Karl ESCHERICH, Das System der Lepismatiden. Zoologica, Original-Abhandlungen aus dem Gesamtgebiete der Zoologie Heft 43., Stuttgart 1904. Die Erstbeschreibung wird jedoch dem Jahr 1905 zugeordnet. Anlass dafür ist die Zählung des Verlages Nägele innerhalb der Zeitschriften-Serie: Zoologica 18 (43), 1905: 1–16, S. 75, 78, 83 f.
- 21 Eder A. LINDSAY, The biology of the silverfish *Ctenolepisma longicauda* Esch, with particular reference to its feeding habits, in: Proceedings of the Royal Society of Victoria 52, Melbourne, 1940, S. 35–83.
- 22 Vgl. DIE ZEIT, Nr. 10/2017, vom 2. März 2017.
- 23 Vgl. Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ) vom 17. November 2019.
- 24 Allgemeine Bezeichnung für Tiere, die sowohl bezüglich der Ansprüche an die Umwelt als auch des Verhaltens keine oder nur eine geringe Spezialisierung aufweisen.
- 25 Wiederholt wurde bei den Papierfischchen auch Kannibalismus beobachtet.
- 26 Überlebensmöglichkeit der Papierfischchen ohne Nahrung bei 45% rel. Luftfeuchtigkeit nur wenige Wochen, bei 50% rel. Luftfeuchtigkeit maximal 1 Monat und bei 55% rel. Luftfeuchtigkeit mehr als 3 Monate (Eder A. Lindsay 1940).
- 27 Pheromonköder und -fallen für Kleidermotten sind sehr gut für ein genaues Monitoring und zur Frühwarnung in sensiblen Bereichen geeignet. Sie sollten häufig (monatlich) überprüft werden. Die Pheromonwirkung lässt im Laufe der Zeit nach (meist nach drei bis sechs Monaten), da der Wirkstoff flüchtig ist. Dies ist abhängig vom Fallentyp und den klimatischen Bedingungen.
- 28 Vgl. DIN EN 16790, Erhaltung des kulturellen Erbes – integrierte Schädlingsbekämpfung (IPM) zum Schutz des kulturellen Erbes, Dezember 2016.
- 29 Vgl. Bernd ROSSMÜLLER, »Schatzkästchen der Stadtgeschichte«, Das Magazingebäude des Stadtarchivs Neuss wird 100 Jahre, in: Novaesium 2009, Neusser Jahrbuch für Kunst, Kultur und Geschichte, S. 215–220.
- 30 Vgl. JANSSENS, Dem Schimmel keine Chance, S. 299.
- 31 Vgl. DIN ISO 11799, Information und Dokumentation – Anforderungen an die Aufbewahrung von Archiv- und Bibliotheksgut (ISO 11799:2015), April 2017.
- 32 Vgl. Volker HINGST, Handreichung – Umgang mit Integriertem Schädlingsmanagement (IPM), Pulheim, 2021, S. 1.
- 33 HEPA-Filter (HEPA = High Efficiency Particulate Airfilter) sind Hochleistungs-Filter zur Ausscheidung von Schwebstoffen aus der Luft. Sie zählen zu den Tiefenfiltern und scheiden Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner 1 µm ab, z.B. Pollen, Milbeneier und -ausscheidungen, und Stäube.
- 34 Vgl. Merkblatt Quarantäne, Quarantänemaßnahmen bei der Übernahme von Unterlagen in das Stadtarchiv, Stadtarchiv Neuss, 2020.
- 35 Thermische Behandlungen mit Kälte oder Wärme können sowohl objektbezogen, als auch im Bereich des Denkmalschutzes durch gezielte Erwärmung ganzer Gebäude erfolgen.
- 36 Thomas J. K. STRANG, A Review of Published Temperatures for the Control of Pest Insects in Museums, Collection Forum 8(2), 1922, S. 41–67.
- 37 Die Verwendung schwefelfreier Absorber ist notwendig, z.B. O2-Absorber.
- 38 Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten.
- 39 Biozide sind im nicht-agrarischen Bereich eingesetzte Chemikalien oder Mikroorganismen zur Bekämpfung von Schädlingen (wie Ratten, Insekten, Pilzen, Mikroben), also beispielsweise Desinfektionsmittel, Rattengifte, oder Holzschutzmittel.
- 40 Ein Insektizid ist ein Pestizid, das zur Abtötung, Vertreibung oder Hemmung von Insekten und deren Entwicklungsstadien verwendet wird (insektizide Wirkung). Insektizide werden in der Land- und Forstwirtschaft, zum Vorrats- und Materialschutz sowie im Hygienebereich und in privaten Haushalten angewendet. Einige Insektizide, wie Lindan (seit 2007 in der EU verboten), werden zusätzlich zur lokalen Behandlung von Parasitäre Infektionskrankheit verwendet.
- 41 Vgl. DIN EN 16790, Erhaltung des kulturellen Erbes – integrierte Schädlingsbekämpfung (IPM) zum Schutz des kulturellen Erbes, Dezember 2016, S. 28 f.