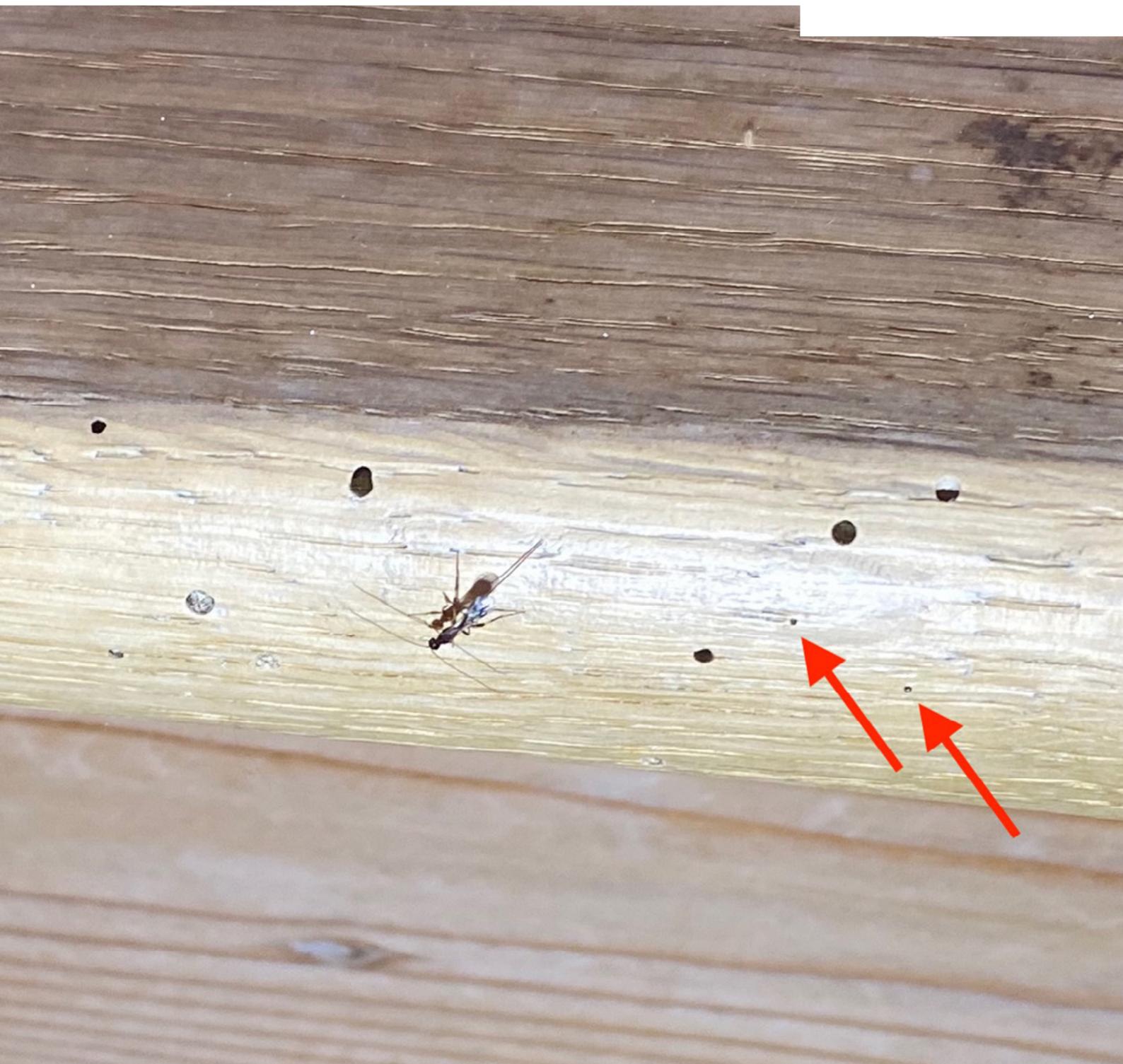


Der Einsatz von Schlupfwespen zur Bekämpfung des Gemeinen Nagekäfers in Kirchen

Ein Forschungsprojekt der Erzdiözese München und Freising

Regina Bauer-Empl, Gerd Wapler



Der Einsatz von Schlupfwespen zur Bekämpfung des Gemeinen Nagekäfers in Kirchen

Ein Forschungsprojekt der Erzdiözese München und Freising

Regina Bauer-Empl, Gerd Wapler

Ein akuter sogenannter Holzwurmbefall in Kirchen kann zu Schäden an Altären, Skulpturen und der Ausstattung aus Holz führen. Ursache dafür ist meist der Gemeine Nagekäfer *Anobium punctatum*. Seit 2012 wird in Deutschland die spezielle Schlupfwespenart *Spathius exarator* als natürlicher Feind des Schädlings zu seiner Bekämpfung eingesetzt. Ein Forschungsprojekt untersuchte, wie sich Schlupfwespen gezielt zur Schädlingsbekämpfung einsetzen lassen. An 15 ausgewählten, sehr unterschiedlichen Kirchen in der Erzdiözese München Freising wurde seit 2021 diese Methode praktiziert, durch umfangreiches Monitoring begleitet und nachweisbar dokumentiert. Der Verlauf der Schlupfwespenbehandlung zeigt eine deutliche Reduzierung des Befalls mit den Larven des Gemeinen Nagekäfers an den beobachteten Referenzflächen. Das mehrjährig und großflächig angelegte Projekt lässt eine differenzierte Betrachtung des Anobienbefalls und seiner Bekämpfung zu. Vor dem reflektierten und begründeten Aussetzen der Nützlinge steht jedoch die genaue fachkundige Beurteilung und Bewertung jeder Befallssituation. Im Sinne eines nachhaltigen und umweltschonenden Umgangs mit unseren Ressourcen konnte gezeigt werden, dass der gezielte Einsatz von Schlupfwespen eine wirkungsvolle Methode zur Holzschädlingsbekämpfung darstellt und zum Erhalt der Kunstwerke in den Kirchen beiträgt.

The use of parasitic wasps to control the common furniture beetle in churches

A research project of the Archdiocese of Munich and Freising

*Acute so-called woodworm infestation in churches can lead to damage to altars, sculptures, and wooden furnishings. This is usually caused by the common furniture beetle (*Anobium punctatum*). Since 2012, the parasitic wasp species *Spathius exarator* has been used in Germany as a natural enemy of the pest to combat it. A research project investigates the targeted use of parasitic wasps for pest control. Since 2021, this method has been practised in 15 selected, very different churches in the Archdiocese of Munich and Freising, accompanied by extensive monitoring and verifiably documented. The progress of the ichneumon wasp treatment shows a significant reduction in infestation with the larvae of the common rodent beetle in the reference areas observed. The large-scale project over several years allows a differentiated view of the *Anobium* infestation and its control. However, before the considered and justified release of beneficial insects, each infestation situation must be precisely and expertly assessed and evaluated. In terms of a sustainable and environmentally friendly use of our resources, it was shown that the targeted use of parasitic wasps is an effective method of wood pest control and contributes to the preservation of the works of art in churches.*

Unmittelbar nach der Fällung eines Baums ist sein Holz natürlichen Verfallsprozessen preisgegeben. Insekten und Mikroorganismen beginnen das Holz zu zersetzen, um so den Kreislauf der Natur in Gang zu bringen. Was im Wald zu einem natürlichen Gleichgewicht beiträgt, kann bei verarbeitetem und veredeltem Holz zu Schäden an Kunstwerken und Kulturgütern führen. Die entsprechenden biologischen Organismen, also die „Holzschädlinge“, haben sich im Laufe der Evolution an verschiedene Bedingungen angepasst und spezialisiert. Der Gemeine Nagekäfer *Anobium punctatum* findet insbesondere in Kirchenräumen aufgrund des kühl-feuchten Klimas und der reichen hölzernen Ausstattung gute Lebensbedingungen. Um Schäden möglichst gering zu halten, versucht der Mensch seit jeher mit den verschiedensten Methoden, zum Teil mit umweltschädlichen Gasen und Giften, gegen einen „Holzwurmbefall“ vorzugehen. Die daraus häufig resultierende Kontaminierung von Konstruktionen und Kunstwerken mit Schadstoffen aus Holzschutzmitteln stellt uns heute vor große neue Herausforderungen.

In einigen Bereichen der Landwirtschaft oder im Vorratschutz gilt die Ausbringung von natürlichen Feinden, den „Nützlingen“, als gängige und wirksame Methode der biologischen Schädlingsbekämpfung. Im Holzschutz wird die Eindämmung eines Befalls mit dem Gemeinen Nagekäfer durch den Einsatz der speziellen Schlupfwespenart *Spathius exarator* in Deutschland seit 2012 kommerziell angeboten.¹ Die Hauptabteilung Kunst im Erzbischöflichen Ordinariat München² initiierte und finanzierte ein mehrjähriges Forschungsprojekt zum gezielten Einsatz von Schlupfwespen gegen den Gemeinen Nagekäfer. Hans Rohrmann übernahm die Projektleitung, die Abteilung Umwelt begleitete das Vorhaben fachlich. An 15 ausgewählten Kirchen der Erzdiözese München und Freising wird diese Methode seit 2021 praktiziert und durch das Sammeln und Auswerten von objektiven Daten nachweisbar dokumentiert. Die Ergebnisse sind hier erstmals publiziert.

1 Gemeiner Nagekäfer (*Anobium punctatum*) an einer Skulptur

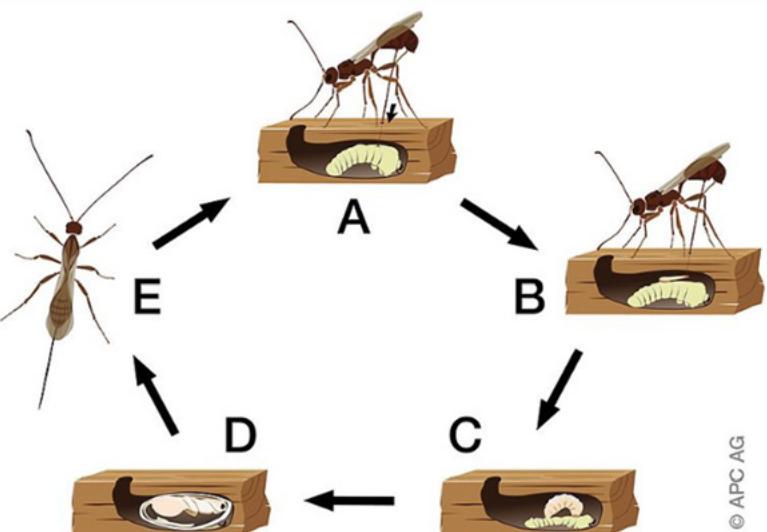


Natürliche Feinde von holzzerstörenden Insekten kommen in nahezu allen Gebäuden mit befallenen Holzobjekten vor. Das natürliche Gleichgewicht zwischen Räuber (= Nützling) und Beute (= Schädling) stellt sich so ein, dass immer ausreichend Beute vorhanden ist und die Räuber nicht überhandnehmen. Durch den gezielten Einsatz von natürlichen Gegenspielern soll dieses Gleichgewicht zugunsten der Nützlinge verändert werden und zu einer Verringerung der Schädlingspopulation führen. Zur Bekämpfung des Gemeinen Nagekäfers wird eine große Anzahl von Schlupfwespen an befallenen Stellen ausgesetzt, die sogleich mit der Eiablage beginnen. Der Einsatz von Schlupfwespen erfolgt mehrmals im Jahr über einen Zeitraum von mehreren Jahren, wodurch die Anzahl der Larven des Gemeinen Nagekäfers deutlich abnehmen soll.

Um die Wirkungsweise der Schlupfwespenbehandlung zu verstehen, ist es zunächst notwendig, die Lebensweise des meist dunkelbraunen Käfers *Anobium punctatum* sowie seines natürlichen Gegenspielers *Spathius exarator* zu kennen. Nach der Paarung legt ein Käferweibchen 20 bis 30 Eier in Holzrisse oder alte Ausfluglöcher ab. Die Entwicklungsdauer der Larven beträgt je nach Umgebungsbedingungen zwei bis drei Jahre. In dieser Zeit ernährt sich die Larve von Holzinhaltsstoffen und zersetzt so die Holzsubstanz. Je nach Umgebungstemperatur schlüpfen die Käfer etwa von April bis August aus selbst genagten kreisrunden Ausfluglöchern mit ca. 1 mm bis 2 mm Durchmesser (Abb. 1). Erwachsene Tiere haben eine Lebensdauer von etwa drei Wochen. Der flugfähige Käfer ist ortstreu und legt seine Eier im Bereich des Schlupfortes ab, sodass befallenes Holz immer wieder bis zur völligen Zerstörung besiedelt werden kann. Der Käfer befällt sowohl Nadel- als auch Laubholz, bei Farbkernhölzern bevorzugt er das Splintholz. Hohe Luftfeuchtigkeit und daraus resultierende hohe Holzfeuchte sind ideale Lebensbedingungen für das holzzerstörende Insekt. Unterhalb einer Holzfeuchte von circa 12 % können sich die Larven nicht mehr entwickeln.³

2 Kreislauf der Schlupfwespenart *Spathius exarator* bei der Parasitierung von *Anobium punctatum*

Die Schlupfwespenart *Spathius exarator* ist ein natürlich vor kommender weit verbreiteter Parasitoid, der sich an Larven verschiedener holzzerstörender Insekten, insbesondere denen des Gemeinen Nagekäfers entwickelt. Das Schlupfwespenweibchen bohrt nach der Befruchtung seine Legeröhre durch das Holz, lähmt die Nagekäferlarve, die unmittelbar ihre Fraßtätigkeit einstellt, und legt ein Ei an ihr ab (Abb. 2). Die Larve des Käfers dient als Wirtstier beziehungsweise Nahrung für die Schlupfwespenlarve, die nach der Verpuppung als erwachsenes Insekt das Holz durch ein selbst genagtes Loch mit einem Durchmesser von circa 0,5 mm verlässt. Die Entwicklungsdauer vom Ei bis zur flugfähigen Wespe beträgt circa 30 Tage, unter 20 °C auch deutlich länger.⁴ Naturgemäß entsprechen die Lebensbedingungen der Parasitoiden denen ihrer Wirtstiere. Nach der Paarung und Eiablage leben Schlupfwespen nur wenige Wochen. Da sich die Insekten nur an den Larven ihrer Wirtstiere entwickeln, ist eine unkontrollierte Vermehrung ohne Schädlingsbefall ausgeschlossen. Die Züchtung im Labor ist bisher nur den Biologen der Firma APC aus Nürnberg gelungen und wird von dieser als einziger Firma in Deutschland kommerziell angeboten.



Projektziel

Das Forschungsprojekt zur Objektivierung des Schlupfwespeneinsatzes bei der Bekämpfung des Gemeinen Nagäfers in Kirchen sollte anhand von eigenen belastbaren Daten die Wirksamkeit dieser Methode prüfen. Wichtig dabei war die Anwendung unter Praxisbedingungen, weshalb dafür mit Zustimmung des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege sehr unterschiedliche Kirchen für die Beobachtung ausgewählt wurden. In den meisten dieser Kirchen war den Akten nach bereits seit mehr als 20 Jahren ein Holzschädlingsbefall vermerkt. In einem Fall sollte eine Begasung mit Sulfuryldifluorid in Kürze durchgeführt werden. Die Gebäude – darunter große Klosterkirchen wie das ehemalige Benediktinerkloster Neumarkt St. Veit oder die Pfarr- und Klosterkirche Mariä Himmelfahrt in Au am Inn, Dorfkirchen wie Ohlstadt oder Ampfing und kleine Kapellen wie die Ölbergkapelle Sachrang oder das mit 822 Metern höchstegelegene Kloster Deutschlands Maria Eck – repräsentieren einen Querschnitt der 3.000 landschaftsprägenden kirchlichen Bauwerke des Erzbistums. Sie zeichnen sich durch ihre unterschiedliche geografische Lage, individuelle klimatische Bedingungen und Ausstattung aus. Gemeinsam ist diesen Kirchen ein akuter und augenscheinlicher Befall mit *Anobium punctatum* und eine hohe relative Luftfeuchtigkeit von 65 bis 85 % sowie schwankende Temperaturen von 0 bis maximal 24 °C im Jahresverlauf.

Die Dauer des Forschungsprojekts war auf fünf Jahre angelegt, wobei im ersten Jahr die Konzentration auf der Ermittlung aktiv befallener Objekte, der Befallsstärke und der Festlegung der Referenzflächen lag.

Projektdurchführung und Verlauf

Zu Beginn des Projekts im Jahr 2020 stand zunächst die Erfassung des Bestands anhand folgender Parameter und Daten: Relative Luftfeuchtigkeit und Temperatur wurden mittels Datenlogger, die Holzfeuchte stichpunktartig nach dem Widerstandsprinzip gemessen. Es erfolgte die Festlegung von Referenzflächen für das Monitoring sowie die Ermittlung der Aktivität von *Anobium punctatum* und die Feststellung der natürlichen Parasitierung mit *Spathius exarator*. Interessanterweise wurde in 12 der 15 Kirchen ein natürliches Vorkommen der Schlupfwespenart *Spathius exarator* auf den Referenzflächen festgestellt. Die Befallssituation in den Kirchenräumen stellte sich insgesamt sehr unterschiedlich dar und reichte von starkem, weit verbreitetem bis zu geringem Befall an Altären, den Emporen, dem hölzernen Aufbau der Orgeln und dem Gestühl bis hin zu einzelnen Holzskulpturen. Auch innerhalb der beobachteten Kirchen variierte der Befall erheblich.

In den Kirchen wurde jeweils zum Jahresende der Befall und dessen Entwicklung in einem Endmonitoring festgehalten. Anhand der erfassten Daten konnten Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Schlupfwespenbehandlung an einzelnen Objekten in den jeweiligen Kirchen und im gesamten Projekt gezogen werden.

Die Behandlungen wurden von APC unter Anleitung von Judith Auer durchgeführt sowie parallel dazu von Gutachter Gerd Wapler (Autor) begleitet und dokumentiert. Unabhängig voneinander wählten die Fachleute bis zu 20 befallene Bereiche in jeder Kirche als Referenzflächen aus, um die Anzahl von Ausfluglöchern von Anobien und Schlupfwespen durch verschiedene Methoden, wie Papierabklebungen, Folien und Fotos, zu ermitteln und gesondert auszuwerten.

Nach dem Erfassen der befallenen Bereiche wurden in jeder Kirche zwischen April und September viermal im Jahr die parasitoiden Insekten ausgebracht. Dies erfolgte durch Auslegen und Öffnen durchsichtiger Kunststoffröhrchen, in denen die Tiere transportiert wurden (Abb. 3, 4). In jedem Röhrchen befanden sich etwa hundert Schlupfwespen, davon ungefähr ein Drittel männliche und zwei Drittel weibliche Wespen. Die Gesamtzahl der ausgebrachten Tiere richtete sich nach der Größe und Anzahl der zu behandelnden Objekte, der Befallsstärke und Befallsverbreitung und reichte von etwa 400 bei wenig lokalem Befall bis hin zu über 2.500 in größeren Kirchen mit weit verbreitetem Befall. Trotz der teils hohen Anzahl von Insekten kam die Rückmeldung aus den einzelnen Pfarreien, dass die Tiere von den Kirchenbesuchern nicht wahrgenommen werden. Umgekehrt wurde auch die Aktivität der Schlupfwespen von kirchlichen Feiern nicht beeinträchtigt.

3 Schlupfwespen nach dem Öffnen eines Transportröhrchens. Die Tiere werden von Kirchenbesuchern in der Regel nicht wahrgenommen.





4 Ausbringen von Schlupfwespen. Dies wird immer an den selben Stellen wiederholt.

derselben Stelle jährlich unter vergleichbaren Aufnahmebedingungen angefertigt und ausgewertet. Diese Methode ist besonders geeignet für Nahaufnahmen von hellen Hölzern mit geringem Befall. Eine exakte Bestimmungsmöglichkeit bietet die Folienmethode, bei der auf Transparentfolien die Ausfluglöcher von Anobien und Schlupfwespen markiert werden, im nächsten Jahr neu hinzugekommene jeweils in einer anderen Farbe. Papierabklebungen mit Japanpapier (30 g/m²) und Methylcellulose⁵, die allerdings nicht für gefasste und andere empfindliche Bereiche geeignet sind, zeigen sehr deutlich die neuen Schlupflöcher, die von den Käfern und Wespen durch das dünne Papier hindurchgefressen werden (Abb. 5, 6).



Monitoring

Die Sammlung und Auswertung von Daten der Befallssituationen und deren Entwicklung erfolgte mit verschiedenen Methoden.

Mithilfe von Licht- und Klebefallen wurde im ersten Jahr das Vorhandensein von Holzschädlingen und anderen Insekten festgestellt, wobei hier kein Rückschluss auf die Befallsstärke und eine genaue Lokalisierung möglich war. Diese Methode wurde nur zur qualitativen Messung im ersten Jahr angewendet. Die Erfassung in den nächsten Jahren erfolgte durch ein differenziertes Monitoring. Wesentlich war dabei das einfache Zählen der Ausfluglöcher von Anobien wie auch der von Schlupfwespen. Dadurch konnte der Verlauf des Befalls im Vergleich zum ersten Jahr ohne Behandlung oder die Anzahl der getöteten Nagekäferlarven festgestellt werden. Zweimal im Jahr wurden sämtliche Schlupflöcher der Anobien sowie die der Spathien gezählt und die Differenz in Tabellen erfasst.

Auch das Zählen der Löcher geschah auf unterschiedliche Weise: Zum einen mit der direkten Zählmethode, wobei die Ausfluglöcher von Anobien und Schlupfwespen in der Holzoberfläche in einem exakt definierten Bereich wiederholt gezählt wurden. Die Differenz ergibt die Zahl der neu hinzugekommenen Ausfluglöcher. Eine Fotoanalyse unterstützte diese Methode. Dabei wurden fotografische Aufnahmen von

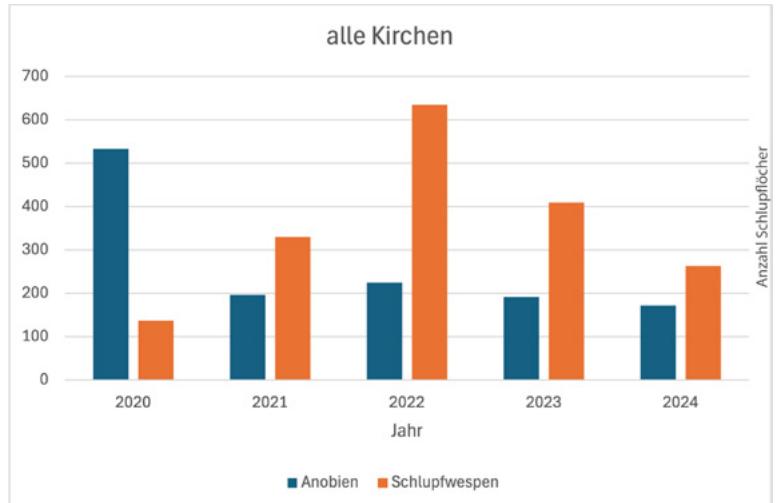


5 und 6 Papierabklebung auf der Rückseite einer Skulptur. Neue Ausschlupflöcher können gut erkannt und markiert werden.

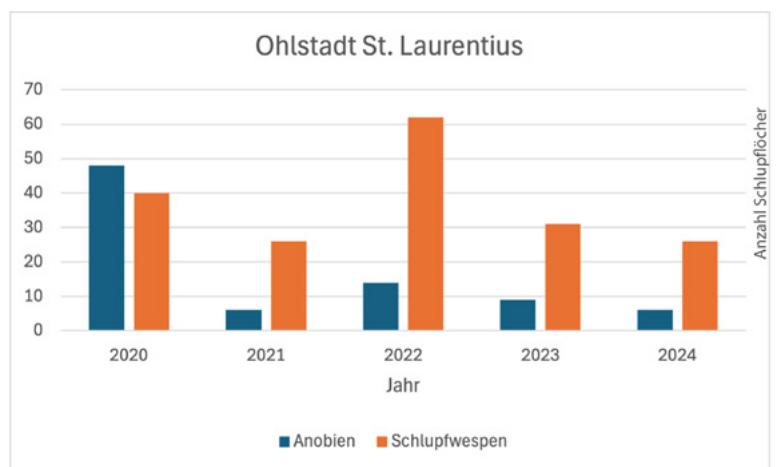
Auswertung und Ergebnisse

Je nach Größe der jeweiligen Kirchen und der betroffenen Bereiche wurden in jedem Kircheninnenraum 6 bis 21 Monitoringstellen, die von den Projektbeteiligten jeweils unabhängig voneinander ausgewählt wurden, analysiert – insgesamt 193. Dies entspricht etwa einer untersuchten Fläche von 12 m². In 12 der 15 Kirchen konnte ein natürliches Vorkommen von *Spathius exarator* auf den Referenzflächen nachgewiesen werden. Das Verhältnis von Parasitoid (*Spathius exarator*) zu Wirt (*Anobium punctatum*) veränderte sich bereits im ersten Behandlungsjahr signifikant: Es gab deutlich mehr Parasitoide als Wirtstiere und es wurde ein starker Rückgang der Anobienaktivität festgestellt. In den folgenden Jahren verlief der Rückgang langsamer und betrug über den gesamten Zeitraum hinweg durchschnittlich circa 70 %, in Einzelfällen 45 % beziehungsweise 100 % (Abb. 7). Einige ausgewählte Beispiele verdeutlichen dies im Detail. In der Pfarrkirche St. Laurentius Ohlstadt war anfangs ein starker, weit verbreiteter Befall sowie eine hohe Anzahl an natürlich vorhandenen Schlupfwespen festzustellen. Der gezielte Schlupfwespeneinsatz war hier überaus erfolgreich. Es war ein Rückgang der Holzschädlinge um 88 % während der Behandlungszeit feststellbar (Abb. 8).

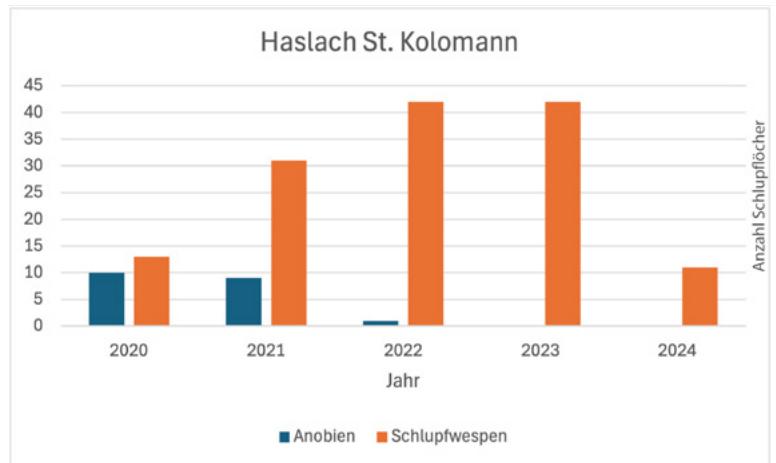
Der Rückgang des Befalls in der Filialkirche St. Kolomann Haslach war mit einem hundertprozentigen Ergebnis am größten. Hier hatte man zunächst ein zahlenmäßig geringen, aber weit verbreiteten Befall beobachtet. Eine besonders stark befallene und geschädigte historische Kreuzigungsgruppe wurde während des Projekts in einer Teilbegasung mit Sulfuryldifluorid behandelt. Diese Maßnahme hat die Erhebung der Daten und den sichtbaren Erfolg jedoch nicht beeinflusst, da dort keine Referenzstelle gegeben war (Abb. 9).



7 Zusammenfassung der Daten aller Kirchen im Forschungsprojekt



8 Pfarrkirche St. Laurentius Ohlstadt. Sehr hohe Anzahl an natürlich vorhandenen Schlupfwespen; guter Befallsrückgang



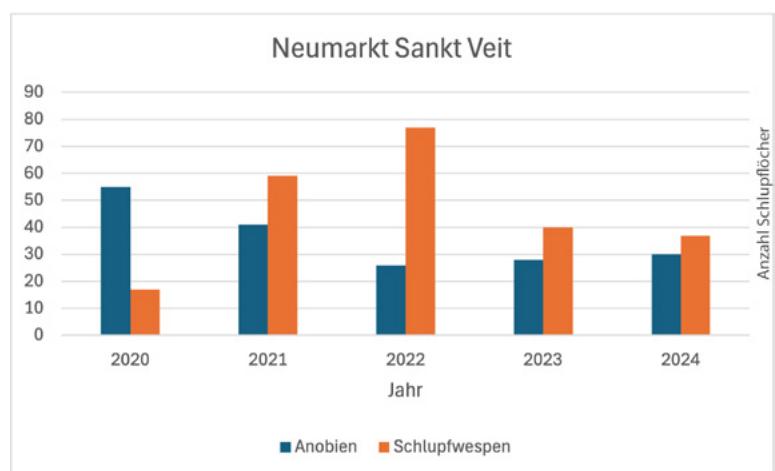
9 Filialkirche St. Kolomann Haslach. Hier ist ein besonders starker Rückgang des Befalls sowie eine starke Parasitierung von Schlupfwespen zu beobachten.

Der ganzjährig feuchte Innenraum ohne Südfenster in der Klosterkirche Neumarkt St. Veit war zu Beginn großflächig von *Anobium punctatum* besiedelt. Die Gründe für den relativ geringen Rückgang um 45 % müssen in einem nächsten Schritt ermittelt werden. Möglicherweise müssen die Anzahl der ausgebrachten Schlupfwespen und die Behandlungs-dauer erhöht werden (Abb. 10).

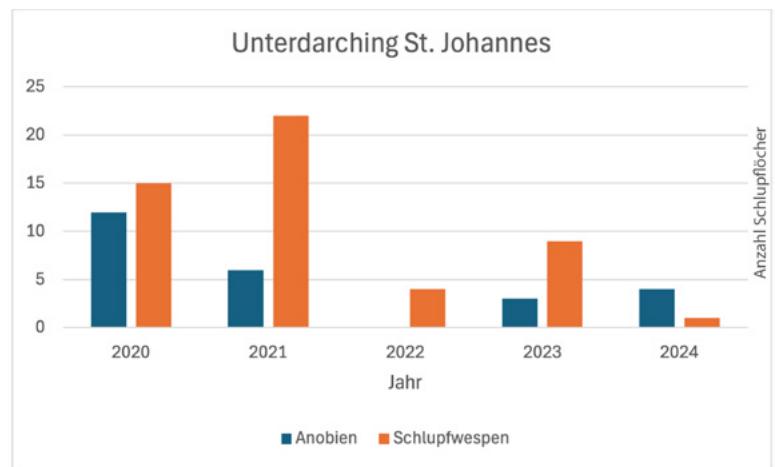
Im Kircheninnenraum der Pfarrkirche St. Johannes in Unter-darching ließ sich ein schwankender, aber deutlicher Rück-gang des Befalls feststellen. Sechs Jahre vor dem Start des Schlupfwespenprojekts war der Kirchenraum mit Sulfuryl-difluorid begast worden und zeigte trotz der Behandlung einen zwar zahlenmäßig geringen, aber weit verbreiteten Befall (Abb. 11).

Da der Befall mit *Anobium punctatum* in den Kirchen und den einzelnen Objekten in Stärke und Ausbreitung wie auch die Parasitierung mit *Spathius exarator* sehr unterschiedlich war, sollte ein möglicher Zusammenhang mit Holzschutz-mitteln geklärt werden. Dazu entnahm man an ausgewählten Monitoringstellen in allen untersuchten Kirchenräumen stichpunktartig Proben zur Analyse auf Wirkstoffe aus Holzschutzmitteln. Anhand der Analyseergebnisse⁶ ließ sich jedoch kein direkter Zusammenhang zwischen den mit Holzschädlingsbekämpfungsmittel behandelten und unbehandelten Objekten sowie deren Befall oder Para-sitierung feststellen. Trotz nachgewiesener, in einem Fall bedenklich hoher Kontaminierung durch Bestandteile von Holzschutzmitteln konnten an einigen Probestellen sowohl Anobienbefall als auch Parasitierung durch Schlupfwespen nachgewiesen werden.

Die Auswertung der Holzfeuchtemessungen ergab, dass die Holzfeuchte im Zuge dieser Forschungsarbeit nicht unmittelbar in Zusammenhang mit der Befallsstärke von *Anobium punctatum* gebracht werden kann.⁷ Aufgrund der Komplexität dieser Fragestellung sind hier weiterführende Forschungen notwendig.



10 Klosterkirche St. Veit Neumarkt, starker und weit verbreiteter Befall mit langsamem Rückgang



11 Pfarrkirche St. Johannes Unterdarching, Befall trotz Begasung im Jahr 2014, schwankender Rückgang des Befalls

Zusammenfassung und Ausblick

Mit Hilfe der verschiedenen Monitoringmethoden konnte der Verlauf der Befallsstärke mit *Anobium punctatum* und der Parasitierung mit *Spathius exarator* gut beobachtet und dokumentiert werden. In allen Fällen lieferten das Zählen und die Auswertung der neu hinzugekommenen Ausfluglöcher exakte Daten über den Verlauf des Befalls und der Parasitierung.

Deutlich wurde bei der Untersuchung die Relevanz eines Monitorings. Es zeigte sich, dass allein mit der Erfassung von exakten Zahlen eine belastbare Aussage über die Aktivität eines Anobienbefalls getroffen werden kann. Oftmals führen Rückschlüsse auf einen Befall allein aufgrund von Spuren, wie Bohrmehlauswurf und -häufchen, zu Fehlinterpretationen, da diese sehr häufig von natürlichen Gegen Spielern oder von Bewohnern der Fraßgänge verursacht werden. Die Ergebnisse des Schlupfwespenprojekts zeigen jedoch eindeutig, dass der Befall mit Larven des Gemeinen Nagekäfers in Kircheninnenräumen durch den Einsatz der Schlupfwespenart *Spathius exarator* nicht nur möglich und praxistauglich, sondern auch effizient ist. In einigen Fällen kann der Schlupfwespeneinsatz als alleinige Bekämpfungs methode durchaus sinnvoll sein, in anderen Fällen ist er als Teil einer umfassenden Bekämpfungsstrategie wirksam.

Der aktive Schädlingsbefall lässt sich in Stärke und Ausbreitung mithilfe verschiedener Monitoringmethoden ermitteln. Aus den Ergebnissen können geeignete Bekämpfungskonzepte objektspezifisch erstellt werden. Eine unkontrollierte Vermehrung des Nützlings ist bei der Behandlung ausgeschlossen, da sich die Schlupfwespen lediglich an den Larven des Gemeinen Nagekäfers entwickeln. Eine Behandlung mit Schlupfwespen erfolgt über mehrere Jahre und sollte in vielen Fällen auch nach der Grundbehandlung fortgesetzt werden. Die Abtötung der holzzerstörenden Insekten zu 100 % ist in der Regel jedoch nicht gegeben. Zu empfehlen ist daher bei Kirchenräumen mit weniger als dem erwarteten oder angestrebten Befallsrückgang eine genaue Ursachenermittlung und gegebenenfalls die separate Behandlung von Einzelobjekten.

Seit vielen Jahren ist die Bekämpfung eines starken Holzschädlingsbefalls in Kircheninnenräumen durch die Begasung mit Sulfuryldifluorid die wohl am häufigsten angewandte Methode. Dabei werden alle nach außen und in den Dachraum führenden Öffnungen gasdicht verschlossen und der Innenraum über mehrere Tage begast. Dies führt zur relativ sicheren Abtötung aller im Kircheninnenraum befindlicher Lebewesen – auch der Nützlinge. Separat eingehauste Einzelobjekte können einer Teilbegasung unterzogen werden. Im Einzelfall kann ein Befall auch *in situ* in mit Spezialfolie gasdicht verschlossenen Zelten mittels Sauerstoffabsorbern behandelt werden – ein sonst eher im musealen Bereich übliches Verfahren. Sind bewegliche Objekte wie Skulpturen befallen, können diese extern mit Sulfuryldifluorid begast oder in Stickstoffkammern verbracht werden. Eine thermische Behandlung ist im Kirchen-

innenraum in der Regel ungeeignet, da viele empfindliche Materialien und Oberflächen vorhanden sind. Im Einzelfall kann bei unempfindlichen Objekten auf Wärmebehandlung beispielsweise mittels Mikrowelle oder der Anwendung von Heizdecken zurückgegriffen werden. Eine großflächige Behandlung mit wirkstoffhaltigen, aber gesundheitsschädlichen Holzschutzmitteln sollte heute im Kircheninnenraum jedoch vermieden werden.

Im Vergleich zu den genannten herkömmlichen Methoden hat der Einsatz von Schlupfwespen einige Vorteile: Es ist ein rein biologisches Verfahren, das sich die natürlichen Lebensweisen der Tiere zu Nutze macht und die Umwelt nicht belastet oder schädigt. Im Sinne einer präventiven Denkmalpflege, bei der die Kunstwerke vor Ort verbleiben, sind hier keine Transporte, wie zum Beispiel in eine Stickstoff- oder feuchteregulierte Wärmekammer nötig. Die Nützlinge sind am Einsatzort aktiv, im Kircheninnenraum nicht wahrnehmbar und hinterlassen keine Rückstände. Schlupfwespen greifen auch auf empfindlichen und gefassten Oberflächen, allerdings mit der Einschränkung, dass dicke Grundierungs- und Fassungsschichten mit dem Lege stachel schlecht durchdrungen werden können.

Der Einsatz von Schlupfwespen kann Teil einer mehrjährigen IPM-Maßnahme sein, wobei die Grundbehandlung ein etwa viermaliges Aussetzen im Jahr über einen Zeitraum von drei bis vier Jahren bedeutet. Je nach Rückgang des Befalls kann eine Fortführung der Behandlung im Ein- bis Zweijahresrhythmus sinnvoll sein. Die längere Dauer dieser Methode bedeutet, dass die behandelten Objekte längerfristig im Blick behalten werden, während nach einer Begungsaktion oftmals jegliche Nachsorge fehlt und zum Teil sogar das alte Bohrmehl vorhanden bleibt. Der mehrjährige Einsatz ist dadurch begründet, dass Schlupfwespen mit ihrem Legestachel nur nahe an der Oberfläche befindliche



12 *Spathius exarator* (Weibchen) an Ausfluglöchern von Anobien und den sehr kleinen Löchern der Schlupfwespen (rote Pfeile)

Larven des Gemeinen Nagekäfers angreifen, weshalb ein wiederholtes Aussetzen notwendig ist, um den Großteil der Larven zu erreichen. Das entstehende Ausflugloch ist mit 0,5 mm gegenüber einer weiter fortschreitenden holzzerstörenden Fraßtätigkeit der Anobienlarve und deren Ausflugloch mit circa 1 mm bis 2 mm Durchmesser vernachlässigbar (Abb. 12). Die Erfahrungen der letzten fünf Jahre haben jedoch deutlich gemacht, dass es durch einen mancherorts massiven Anobienbefall für einen Schlupfwespen-einsatz zu spät war, sodass zur Rettung eines Kunstwerks schnell wirksame Methoden angewandt werden mussten. In Haslach beispielsweise wurde eine Kreuzigungsgruppe aufgrund ihres äußerst instabilen Zustandes durch Larvenfraß einer Teilbehandlung durch Vikane®⁸ unterzogen. Auch in Au am Inn hat der Absturz einer am Sockel völlig zerfressenen Skulptur eine Stickstoffbegasung und umfangreiche Konservierungsmaßnahmen nach sich gezogen.

Das Forschungsprojekt hat gezeigt, dass der Schlupfwespen-einsatz einen Anobienbefall wirksam reduziert. Das mehrjährig und großflächig angelegte Projekt lässt eine differenzierte Betrachtung des Anobienbefalls und seiner Bekämpfung zu. Es trug dazu bei, das Wissen über die Lebensweise des Gemeinen Nagekäfers und seines Feindes, *Spathius exarator*, zu erweitern. Vor dem reflektierten und begründeten Aussetzen der Nützlinge stehen zwingend eine genaue fachkundige Beurteilung und Bewertung jeder Befallssituation sowie die Begleitung einer Maßnahme an. Im Sinne eines nachhaltigen und umweltschonenden Umgangs mit unseren Ressourcen und der Verantwortung für die Schöpfung zeigt sich, dass der gezielte Einsatz von Schlupfwespen in vielen Fällen eine wirkungsvolle Methode der Holzschädlingsbekämpfung darstellt und zum Erhalt von Holzobjekten und Kunstwerken in Kirchen einen wesentlichen Beitrag leisten kann.

Anmerkungen

- 1 APC AG, Ostendstraße 132, 90482 Nürnberg
- 2 Projektleiter war Hans Rohrmann, Fachreferent für kirchliche Kunstpflage im Ordinariat München
- 3 Vgl. Haustein 2010, S. 96
- 4 Vgl. Auer 2015
- 5 BenecelTM A4C Fa. Kremer Pigmente, 5 %ig in Wasser gelöst
- 6 Neben den Fungiziden Propiconazol, Tebuconazol und IPBC wurden die Insektizide Permethrin, Cypermethrin, Flufenoxuron in unbedenklichen Konzentrationen nachgewiesen. Der Belastung mit PCP und Lindan in einer Kirche wird nachgegangen.
- 7 Die Holzfeuchte hängt aufgrund der hygrokopischen Eigenschaften von Holz direkt mit der relativen Luftfeuchtigkeit zusammen und gleicht sich dieser in einem bestimmten Verhältnis an. Dieser Prozess benötigt je nach Holzart und Dimension eine gewisse Zeit. Die stichpunktartig gemessenen Holzfeuchten an den Monitoringstellen entsprachen den aufgrund der Klimadaten zu erwarteten Werten und lagen durchweg zwischen 13 % und 18 %. Erhöhte Werte bis zu 40 % waren hauptsächlich an Stellen zu messen, an denen das Holz in direktem Kontakt zu mineralischen Untergründen oder Stein stand, wie zum Beispiel am Altar oder dem Gestühlspodium. Diese Werte lassen sich mit Bildung von Kondenswasser an kalten Oberflächen oder auch mit Fehlmessungen aufgrund von Salzen erklären.
- 8 Handelsname von Sulfurydifluorid als Holzschutzmittel

Gerd Wapler

öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Holzschutz
monumentconsult GmbH
Weidacherbergstr. 2c
84424 Isen
gerd.wapler@monumentconsult.de

Regina Bauer-Empl

Restauratorin
Hauptabteilung Kunst
ERZBISCHÖFLICHES ORDINARIAT MÜNCHEN
Erzdiözese München und Freising (KdöR)
Kapellenstr. 4
80333 München
rbauerempl@eomuc.de

Literatur

AUER 2015:

Judith Auer, Schlupfwespen gegen Anobien. In: Restauro online, <https://www.restauro.de/schlupfwespen-gegen-anobien/> [Zugriff: 15.07.2015]

HAUSTEIN 2010:

Tilo Haustein, Zur Diagnose und integrierten Bekämpfung Holz zerstörender Insekten unter besonderer Berücksichtigung der Bunkäfer (Coleoptera, Cleridae) als deren natürliche Gegenspieler im historischen Gebäude. Stuttgart 2010

Weiterführende Literatur

Günther Becker, Ökologische und physiologische Untersuchungen über die holzzerstörenden Larven von *Anobium punctatum* de Geer. In: Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere, 39 (2), 1942, S. 98–152

Günther Becker, Beobachtungen über Schädlichkeit, Fraß und Entwicklungsdauer von *Anobium punctatum* De Geer. In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Bd. 50, 1940, S. 159–173

Stephan Biebl und Judith Auer, The practical use of braconid wasps for the control of the common furniture beetle (Coleoptera: Anobiidae). In: Michael Paul Davies, Christoph Pfeiffer und Walter Hanry Robinson (Hrsg.), Proceedings of the Ninth International Conference on Urban Pests. Birmingham 2017, S. 367–375

Stephan Biebl und Gerd Wapler, Diagnose von aktivem Holzwurmbefall. Update 2023. In: Restauro, Heft 4, 2023, S. 40–43

Alexander Kassel, Christine Opitz und Judith Auer, Retrospect, insights and foresights: Biological control of *Anobium punctatum* with *Spathius exarator*. In: Cornel Adler et al. (Hrsg.), Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection (IWCSPP), 7.–11. Oktober 2018, Berlin, Nr. 463. Quedlinburg 2018, S. 419–424

Alexander Kassel, Christine Opitz und Judith Auer, Biological control of wood destroying beetles with *Spathius exarator*. In: Bruno Conti und Pasquale Trematerra (Hrsg.), Proceedings of the 12th Conference of the Working Group Integrated Protection of Stored Product IOBC-WPRS, 2019, Barcelona, S. 70–75

Thomas Trübswetter, Holztrocknung: Verfahren zur Trocknung von Schnittholz – Planung von Trocknungsanlagen. Leipzig 2006

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 3, 5–12: Gerd Wapler

Abb. 2: APC AG

Abb. 4: Regina Bauer-Empl

Titel: Detail aus Abb. 12

Lizenz

Dieser Beitrag ist unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-NC-ND 4.0 veröffentlicht.

