

VOGELANPRALL AN GLASFLÄCHEN

PRÜFBERICHT

BIRDSHADES[®]

WIN-Versuch

in der Prüfanlage der
Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf

Martin Rössler

Theresa Böckle

collabs//Biologische Station Hohenau-Ringelsdorf

im Auftrag der

Wiener Umweltschutz

und der

Schweizerischen Vogelwarte Sempach

Wien, März 2024

1 ZUSAMMENFASSUNG

Im Auftrag der Wiener Umweltschutzbehörde und der Schweizerischen Vogelwarte Sempach wurde aktuell verfügbare BirdShades®-Fensterfolie auf ihre Eignung zur Reduktion von Vogelanzprallrisiken an Glasflächen untersucht. Im Zeitraum zwischen 13. August und 15. September 2023 wurde eine Prüfscheibe in einem WIN-Wahlversuch (2-fach-Isolierglasscheibe mit BirdShades®-Folienapplikation vs. unmarkierte Floatglasscheibe) unter Einbeziehung von Spiegelungen (entsprechend Fenstern und Fassaden) mit Tageslicht-adaptierten Wildvögeln getestet. Die Prüfscheibe wurde von BirdShades GmbH zur Verfügung gestellt. Sie wurde mit einer Stichprobe von n=81, (17 Tests bei diffusem Licht, 64 Tests bei direkter Sonnenstrahlung) geprüft. 36% der Anflüge waren zur Prüfscheibe gerichtet, 64% zur Referenzscheibe. Nach Hohenauer Bewertungsschema fällt die Markierung in Kategorie C (wenig wirksam). Unter mit identischem Versuchsaufbau geprüften Markierungen nimmt BirdShades® Rang 43 von 57 ein. Das Resultat liegt im Bereich anderer in Hohenau geprüfter UV-Markierungen.

2 EINLEITUNG

2.1 Wortlaut des Prüfauftrages

„Für eine von BirdShades Innovation GmbH entwickelte Klebefolie zur vogelabschreckenden Markierung von Fenstern und Fassaden soll eine Untersuchung nach WIN-Standard im Flugtunnel der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf durchgeführt werden. (Wiener Umweltschutzbehörde, Juli 2023).

„Die Schweizerische Vogelwarte berät Behördenvertreter, Fassadentechniker, Architekten und Privatpersonen über die Effizienz bestimmter Vogelschutzmarkierungen. Zurzeit erhalten wir diverse Anfragen zur Wirkung der von BirdShades Innovation GmbH entwickelten UV-Markierung. Aus diesem Grund beauftragt die Schweizerische Vogelwarte die Biologische Station Hohenau-Ringelsdorf die Wirksamkeit dieser Vogelschutzmarkierung zu überprüfen. Die nach dem WIN-Standard im Flugtunnel der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf durchgeführten Wahlversuche werden zeigen, ob die BirdShades UV-Markierung als «hoch wirksam», «bedingt geeignet», «wenig wirksam» oder «unwirksam» taxiert werden kann. Um Vogelkollisionen mit Glas effizient zu verhindern, empfiehlt die Schweizerische Vogelwarte die Verwendung von hoch wirksamen Markierungen.“ (Schweizerische Vogelwarte Sempach, Juli 2023).

2.2 Prüfgegenstand

BirdShades®-Folie ist eine transparente Folie, die ein vertikales UV-reflektierendes und für das menschliche Auge nicht erkennbares Streifenmuster aufweist. Auf Fenster und Fassaden appliziert, sollen Vögel, die dieses Muster wahrnehmen können, zu einer Ausweichreaktion veranlasst und auf diese Weise eine Kollision verhindert werden.

Im Wortlaut der Hersteller (<https://www.birdshades.com> , letzter Zugriff 06.03.2024):

BirdShades® mission is to [...] stop bird-window collisions, the 2nd largest human induced threat to birds worldwide. We have developed a special self-adhesive window-film that can be applied to float glass by professional window film installers.

Developed and meticulously tested by a team of dedicated biologists and material scientists. our technology is based on a bird-specific ability: most birds see UV light. For humans this part of the light spectrum is not visible.

Our bird protection window-film has been recognized as an effective solution to mitigate bird-window collisions and we're backed by science.

2.3 Bestehende Studien zur Wirksamkeit von BirdShades®-Folien

Zur Betonung des evidenzbasierten Entwicklungsansatzes von BirdShades® führen die Hersteller folgende Studien an (<https://www.birdshades.com/>, Zugriff 28.01.2024):

Swaddle, J. P., Emerson, L. C., Thady, R. G., & Boycott, T. J. (2020). *Ultraviolet-reflective film applied to windows reduces the likelihood of collisions for two species of songbird*. *PeerJ*, 8, e9926.

Zyśk-Gorczyńska, E., & Żmihorski, M. (2022). *Ultraviolet film reduces bird–glass collision risk*. *Ornis Fennica*, 99: 95 – 103.

Swaddle, J. P., Brewster, B., Schuyler, M., & Su, A. (2023). *Window films increase avoidance of collisions by birds but only when applied to external compared with internal surfaces of windows*. *PeerJ*, 11.

2.4 Fragestellung für die vorliegende Untersuchung:

Vögel nehmen Hindernisse optisch wahr. Zwei unabhängige Kriterien geben den Ausschlag darüber, ob ein Vogel markiertes Glas als Hindernis erkennt: 1) Wahrnehmbarkeit in Abhängigkeit von Detektionsmechanismen der Vögel und 2) Verhalten der Vögel durch Interpretation der Markierung als Reiz für eine Ausweichreaktion. Die Fragestellung der gegenständlichen Studie ist speziell auf Anwendungsfälle an Gebäuden ausgerichtet (Fenster und Fassaden) wo es, wegen dem lichtschwachen Hintergrund der Glasflächen zu Spiegelungen auf den Scheiben kommt.

Die Fragestellungen für die hier durchgeführten Verhaltensexperimente lauten:

- 1) Wird mit BirdShades®-Folie markiertes Glas in der Fenster- und Fassadenanwendung von Vögeln als Hindernis erkannt?
- 2) Wie wirksam ist eine BirdShades®-Markierung als Vogelschutzmaßnahme im Vergleich zu anderen geprüften Markierungen?

3 METHODE

3.1 Versuchs-Prinzip: Klassischer Wahlversuch mit Wildvögeln bei konstanten Anflugbedingungen

Bei der vorliegenden Prüfung handelt es sich um eine Kollaboration aus wissenschaftlicher Vogelberingung und einem „Freilandlabor“ für wahrnehmungs- und verhaltensbiologische Forschung. Nach ihrer Beringung werden Wildvögel – vornehmlich Singvögel - einem einmaligen Wahlversuch unterzogen, bei dem es um das Erkennen von optischen Signalen und dadurch ausgelöste Ausweichreaktionen (Vermeiden der Kollision) geht. Die Versuche sind so ausgelegt, dass die visuellen Eigenschaften von Glas und Markierung als wahlentscheidende Parameter im Vordergrund stehen, während andere Parameter wie Umgebungs-, Bauwerks- oder Fensterstruktur, Störungen, inter- und intraspezifische Interaktionen etc. konstant gehalten bzw. eliminiert werden.

Konstante Anflugbedingungen nach Motivation und Richtung werden durch einen 7,50m langen Flugtunnel erzeugt, in dem sich die tageslichtadaptierten Vögel bis zum Moment der Wahlentscheidung nur wenige Sekunden aufhalten. Da der Flugtunnel in der Kompassenebene drehbar gelagert ist, wird der Azimut-Winkel des Sonnenlichteinfalls relativ zur Tunnelachse konstant bei

0° und der Schattenwurf symmetrisch gehalten. Prüf- und Referenzscheibe sind dem natürlichen Tageslicht ausgesetzt, werden aber nicht von der Sonne direkt angestrahlt, um Schlagschatten zu vermeiden.

Grundkonzept:

- Wahlversuch – Prüfscheibe vs. unmarkiertes Floatglas als Referenzscheibe
- Symmetrischer direkter Lichteinfall
- Wildvögel, einmalige Versuche
- Große Stichproben – $n > 80$
- Vollständige Videodokumentation aller Versuchsflüge
- Hohe Effizienz bei Kombination aus Netzfang (Vogelberingungsstation, Planberingung, 360m² Japannetz) und Versuchen auf 1m² Glasfläche (auswechselbare Versuchsscheiben)
- Begrenzte Zahl von Variablen, große Stichprobenhäufigkeit, hoch replizierbare Ergebnisse
- Keine Kollisionen, keine Todesopfer, Vögel werden von Japannetz vor Kollision abgefangen

3.2 Prinzip WIN-Versuch mit lichtschwachem Hintergrund und Spiegelungen auf den Scheiben

Die Wirksamkeit komplexer Markierungen (z.B. transparente Markierungen, Markierungen auf Glasoberflächen im Inneren von Isoliergläsern) in Verbindung mit komplexen Scheibenaufbauten kann nur adäquat untersucht werden, wenn die Methode an zwei grundlegend unterschiedliche Anwendungsbereiche angepasst wird: 1) Anwendungen vor hellem Hintergrund wie bei Lärmschutzwänden, Glasbrüstungen, Wintergärten etc., wo Spiegelungen auf der Scheibenoberfläche fehlen oder eine sehr untergeordnete Rolle spielen. 2) Anwendungen vor lichtschwachem Hintergrund wie bei Fenstern und Fassaden, wo bei einem Innenraum-Tageslichtindex von wenigen Prozent des Tageslichtes im Außenraum immer Spiegelungen auftreten, welche die Kontrastwirkung der Markierungen reduzieren oder eliminieren können. Durchsichtversuche (heller Hintergrund) sind für die Beurteilung der Fenster- und Fassadenanwendung ungeeignet. Die vorliegende Untersuchung ist auf lichtschwachen Hintergrund ausgelegt und kann die auf den Scheiben auftretenden Spiegelungen in die Prüfung von Detektion und optomotorischer Reaktion der Vögel integrieren.

Der hier zur Anwendung kommende Versuchsaufbau („WIN-Versuch“, Abb. 1 und Abb. 2) simuliert also den Anwendungsfall „Fenster“ bzw. „Glasfassade“. Die Methode schafft im Scheibenhintergrund Innenraum-ähnliche Verhältnisse, insbesondere was die Lichtreflexion aus dem Scheibenhintergrund betrifft, und lässt im Scheibenvordergrund eine realistische Beleuchtung mit natürlichem Tageslicht zu. Ersteres wird durch die räumliche Tiefe einer „Kabine“ erzeugt, die eine homogene weiße „Rückwand“ hat, von der prozentuale Lichtmengen reflektiert werden, die der Lichtreflexion von hellen Innenraumwänden entsprechen. Zweiteres wird dadurch erreicht, dass Prüf- und Referenzscheibe an vertikaler Achse um 35° aus der Normalen zur Tunnelachse (=Flug- und Blickachse der Vögel) gedreht und wie Seitenspiegel eines Autos in die Umgebung gerichtet werden. Damit die Spiegelungen der Umgebung gleichartig sind, wird eine homogene Vegetationsstruktur (vornehmlich für aufgegebene Ackerstandorte typische starkwüchsige Chenopodiaceen/Gänsefüße) mittels jährlicher vorbereitender Pflegemaßnahmen hergestellt.

Um Vergleichbarkeit mit anderen Markierungen zu schaffen, ist es notwendig, vergleichbare Lichtsituationen herzustellen was Tageszeit, Jahreszeit, Bewölkungssituation etc. betrifft. Die Untersuchungen finden jährlich im selben Zeitfenster (Kernphase:

Anfang August bis Ende September) statt, und es wird angestrebt, alle jährlichen Kandidaten über einen Zeitraum von mehreren Wochen in einer möglichst großen Vielfalt von Lichtverhältnissen zu prüfen. Reihenfolge und Einbauseite der Prüfscheiben sind randomisiert. Nach jeweils drei Einzelversuchen erfolgt ein Wechsel.

Seitenansicht

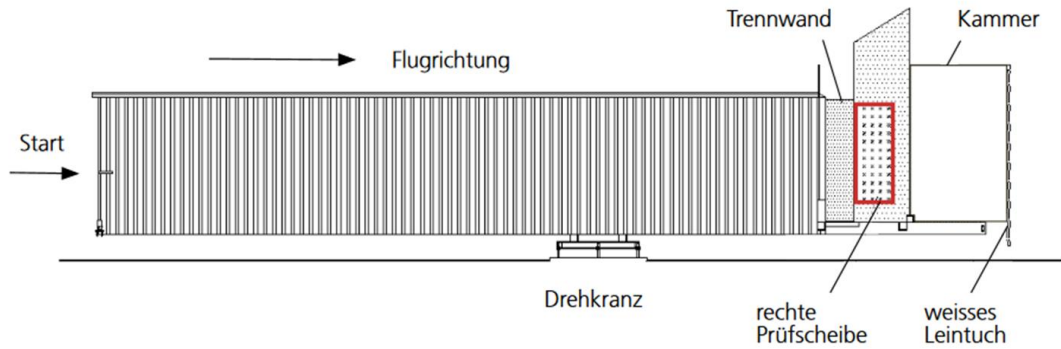


Abbildung 1: Prüfanordnung für WIN-Tests. Prüfscheibe bzw. Referenzscheibe der Wahlversuchsordnung (rot) befinden sich an der Vorderseite einer Kammer. Die Lichtverhältnisse in der Kammer werden vom Licht, das durch die Scheiben eintritt und in geringem Maß von Reflexionen des Bodens bestimmt. Ein gespanntes weißes Tuch an der Rückseite der Kammer bestimmt die Reflexionen zu den Scheiben. Ein 7,50m langer Flugtunnel standardisiert den Anflug der tageslichtadaptierten Vögel, die von außen in eine Startröhre gesetzt werden und sofort starten. Die Konstruktion wird mittels eines Drehkranzes nach der Sonne ausgerichtet (Sonne immer „von hinten“), was symmetrische Lichteinfälle und Schattenwürfe sicherstellt. (Grafik: Rössler et al. 2022)

Draufsicht

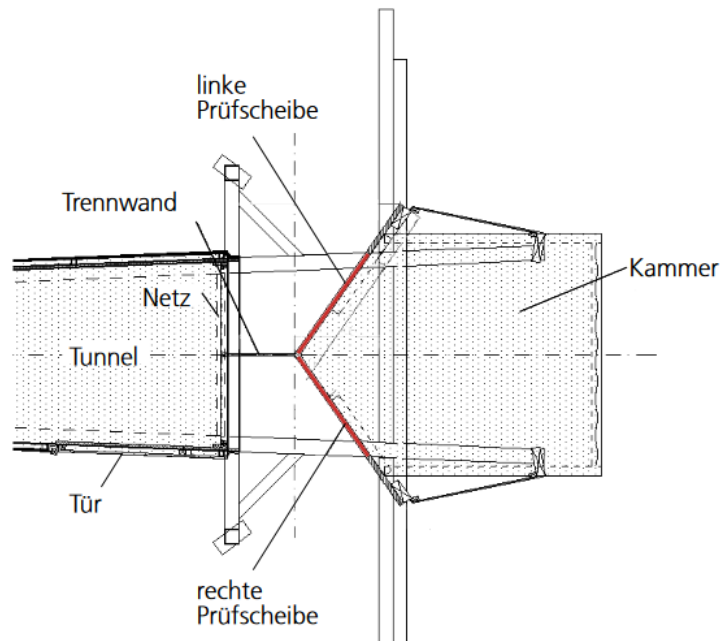


Abbildung 2: Schnitt durch die Wahlversuchsordnung und das Vorderende des Flugtunnels. Prüf- und Referenzscheibe (rot) stehen 35° zur Normalen auf die Tunnelachse, wodurch vollständige Belichtung der Scheiben entsteht. In der Blickachse der anliegenden Vögel spiegeln sich Himmel und Vegetation aus der unmittelbaren Umgebung auf den Scheiben. Die Vegetation ist im Prüfzeitraum durchgängig homogen (Chenopodiaceen) und die Spiegelbilder weitgehend gleichartig. Reihenfolge und Links-Rechts-Anordnung der Prüfscheiben und der Referenzscheibe sind randomisiert. Die Vögel werden von einem Netz 40cm vor der Kammer abgefangen und durch eine seitliche Türe nach einmaligem Testflug freigelassen. (Grafik: Rössler et al. 2022)

Der Standort der Versuchsanlage hat eine sehr starke Tageslichtexposition. Die Beleuchtung wird nicht durch Horizontüberhöhungen wie z.B. ein Kronendach von Bäumen oder hohe Hausmauern reduziert. Die spektrale Reflexion der Scheibenoberflächen ist im gesamten optischen Spektrum gegeben, wobei kürzere Wellenlängen (350-450nm) mit abnehmendem Winkel (schräge Sicht auf die Scheibe) stärker reflektiert werden als längere (Rössler 2015) und UV-Strahlung in der konkreten Prüfsituation tendenziell begünstigt ist.

Die Prüfvögel sind Wildvögel aus dem Fangprogramm der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf. Für Fang und Wahlversuch bestehen unabhängige behördliche Genehmigungen. Die Vögel, die in der Regel mit anthropogenen Baukonstruktionen nicht vertraut sind, werden den Versuchsbedingungen einmalig ausgesetzt. Ausnahmen stellen Vögel dar, die an unterschiedlichen Kalendertagen wiedergefangen werden: sie werden für nochmalige Versuchsflüge verwendet, nie jedoch am selben Kalendertag. Die Vögel werden, bevor es zu einer tatsächlichen Kollision mit einer der Glasscheiben kommt, von einem Japannetz (spezielles Netz für wissenschaftlichen Vogelfang) abgefangen und sofort freigelassen. Das Netz befindet sich in einem Abstand von 40cm vor der Halterung der Prüfscheiben. Die Flüge und das Wahlverhalten in den Einzelversuchen werden von einer Videokamera aufgezeichnet. In der Regel wird durch die Belichtungseinstellung dafür gesorgt, dass die auswertenden Personen die Markierungen, und somit die Position der Prüfscheibe, nicht erkennen können, um Voreingenommenheit auszuschließen. Ein gültiges Ergebnis basiert auf der Videoauswertung von mindestens 80 Einzelexperimenten.

3.3 Ablauf der Wahlversuche

Testvögel werden nach der Beringung in mäßig lichtdurchlässigen Säckchen zur Versuchsanlage gebracht. Sie werden einzeln und in zufälliger Reihenfolge den Versuchen ausgesetzt. Die Protokollierung der Versuche umfasst die Aufnahme relevanter Daten des Testvogels (Art, Ringnummer zur Synchronisation mit der Datenbank der Beringungsstation), Uhrzeit (zur Synchronisation mit Lichtmessung und Videodokumentation), Bewölkung, visuell beobachtete Wahlentscheidung des Testvogels und Ereignisse, welche für die Versuchsauswertung relevant sein können. Während der Protokollierung dieser grundlegenden Daten sind die Testvögel dem Tageslicht ausgesetzt und adaptieren sich. Sie werden danach durch eine lichtdichte Schleuse in eine Startröhre gesetzt, aus der sie in der Regel sofort starten. Sie beschleunigen auf Fluggeschwindigkeiten von etwa 5m/sec. Nach etwa 2 Sekunden Flugdauer werden sie von einem speziellen, für die Vögel nicht sichtbaren Netz abgefangen, welches 40cm vor der Scheibenhaltung montiert ist. Die Vögel werden sofort aus dem Netz befreit und freigelassen.

3.4 Auswertung

Die Auswertung basiert auf der Videodokumentation der Testflüge. Dabei werden Gültigkeit, Eindeutigkeit und gewertete Anflugseite geprüft. Als ungültig angesehen und nicht gewertet werden zögerliche und erratische Flüge, solche bei denen Decke, Boden oder Seitenwände berührt werden und Flüge, bei denen Fehler in der Bedienung vorliegen, das Videomaterial nicht verwertbar ist, etc. Da es in einem Bereich ab ca. 1m vor dem Auffangnetz Vögeln möglich ist, alternative seitliche Fluchtwege zu erkennen und durch einen abrupten Richtungswechsel seitlich abzuzweigen, werden Anflüge an das Netz in Winkeln von $< 45^\circ$ zur Netzebene als ungültig ausgeschieden.

Insgesamt ist das Auswertesystem durch mehrfachblinde Prüfungsmechanismen gestützt. 10% des Videomaterials (zufällig ausgewählt) werden von zwei Personen ausgewertet, darüber hinaus werden auch alle als Anflugwinkel-bedingt ungültig

klassifizierten Versuche von zwei Personen analysiert. Eine Beeinflussung der Beobachter durch Kenntnis der Position von Prüf- und Referenzscheibe wird durch Überbelichtung der Aufnahmen ausgeschlossen.

3.5 Ergebnisermittlung

Die Auswertung der Ergebnisse ist ein vergleichsweise simpler Vorgang, bei der die Zahl der zur Referenzscheibe und zur Prüfscheibe gerichteten Anflüge ermittelt und in Relation gesetzt wird. Ein signifikanter Unterschied zwischen den ermittelten Zahlen, wird mit einem einseitigen Binomialtest geprüft. Ein signifikantes Ergebnis weist auf einen für Vögel wahrnehmbaren Unterschied zwischen der Referenzscheibe und der Prüfscheibe hin. Für den Vogelschutz werden allerdings wesentlich höhere Effekte als ein gerade noch signifikanter Unterschied angestrebt: gemäß dem seit 2008 bestehenden, von Teilnehmern eines Symposiums der Wiener Umwelthanwaltschaft beschlossenen und in Europa breit anerkannten Hohenauer Bewertungsschema, gilt eine Markierung als „hoch wirksam“, wenn wenigstens 90% der Vögel im Wahlversuch zur Referenzscheibe fliegen (Rössler et al. 2022). Das Ergebnis kann nicht zur quantitativen Vorhersage von Effekten an einzelnen Gebäuden verwendet werden, es können die Ergebnisse aber direkt mit Prüfergebnissen anderer Kandidaten verglichen werden (Ranking aus derzeit 57 mit identischem Versuchsaufbau geprüften Markierungen). Das Ergebnis erlaubt die Einteilung in Wirksamkeitsklassen (Hohenauer Bewertungsschema, Rössler et al. 2022) und die Bestimmung, ob eine Markierung überhaupt erkannt wird oder keinen Einfluss auf das Wahlverhalten von Vögeln hat.

3.6 Prüfscheibe und Referenzscheibe

Als Prüfscheibe wurde 2-fach Isolierglas (4mm Floatglas//16mm//4mm Floatglas ohne Funktionsbeschichtungen) mit BirdShades®-Folienapplikation auf Position #1 verwendet (Tab. 1, Abb. 3). Die Folie weist eine vertikale zueinander kontrastierende Streifung auf, welche die abschreckenden Effekte erzielen soll, aber für das menschliche Auge praktisch nicht zu sehen ist. Unter bestimmtem Lichteinfall und bei bestimmtem Hintergrund sind Streifenkanten im Abstand von 2,5cm schwach zu erkennen (Abb. 4). Es wurde mit den Herstellern vereinbart, keine eigenen Reflexionsmessungen durchzuführen. Angaben zu Deckungsgrad der UV reflektierenden Zonen und zur spektralen Reflektanz stehen uns nicht zur Verfügung. Es wurde mitgeteilt, dass derzeit nur eine Variante von BirdShades®-Folie existiert¹. Zwei identische Prüfscheiben-Exemplare wurden uns von BirdShades kostenlos zur Verfügung gestellt und am 11.08.2023 am Prüfstandort persönlich übergeben. Als Referenzscheibe wurde, wie in allen anderen für das Ranking herangezogenen Prüfungen, monolithisches 4mm starkes Floatglas verwendet.

Tabelle 1: Beschreibung von Prüfscheibe, Referenzscheibe, Testzeitraum und Anzahl der gültigen Versuche.

Prüfscheibe	Prüfscheibenaufbau	Beschreibung der Markierung	Referenzscheibe	Testzeitraum	Anzahl gültiger Versuche
BirdShades®	2-fach Isolierglas, 4mm Floatglas // SZR 16mm // 4mm Floatglas Außenreflexion der Prüfscheibe ohne Folie: 14,6%	BirdShades®-Folie, im UV-Bereich reflektierende vertikale Streifen, Breite 25mm Position: #1	4 mm Floatglas, unmarkiert	13.08.-15.09.2023	81

¹ Auf der website eines Händlers werden allerdings Spezifikationen wie Sonnenschutzfolie erwähnt. Z.B.: <https://www.xylo-wolf.de/portfolio/vogelschutzfolie-unsichtbare-lebensretter/> (letzter Zugriff: 29.02.2024)



Abbildung 3: Blick aus Perspektive der anfliegenden Vögel auf Prüfscheibe (links) und Referenzscheibe (rechts) im Flugtunnel.



Abbildung 4: Die vertikale Streifenmarkierung ist an feinen vertikalen Kantenlinien schwach zu erkennen. Es wurde mit den Herstellern vereinbart, keine eigenen spektralen Messungen durchzuführen.

3.7 Untersuchungszeitraum und Zahl der gültigen und ungültigen Einzelversuche

Die Untersuchungen fanden zwischen dem 13.08. und dem 15.09.2023 statt. Es konnten nach abschließender Videoanalyse von 81 Einzelversuche (61,4%) zur Auswertung herangezogen werden. 51 Vögel (38,6%) flogen nicht oder nur zögerlich, flogen mittig an oder wurden wegen eines Netzanflugwinkels $< 45^\circ$ (Sicht ins Freiland) als ungültig gewertet.

3.8 Tageszeitliche Verteilung der Einzelversuche

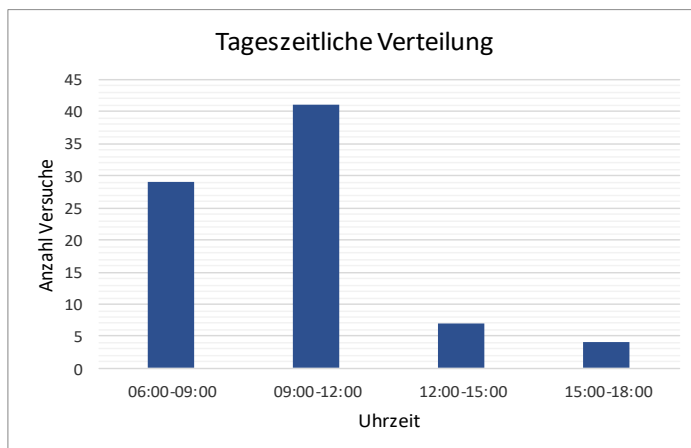


Abbildung 5: Tageszeitliche Verteilung der Versuche nach Tageszeit innerhalb dreistündiger Zeitintervalle zwischen 06:00 und 18:00 Uhr.

Die Versuche fanden in Abhängigkeit von den jeweils herrschenden Sonnenaufgangs-Zeitpunkten, den jeweiligen Tageslängen und der zeitlichen Verteilung der Freilandfänge im Rahmen des Beringungsprogramms statt. Die zeitliche Verteilung der Einzelversuche zeigt hohe Aktivität am Vormittag und entspricht größenordnungsmäßig der täglichen Aktivitätsverteilung der Vögel im Freiland. 86% der Versuche fanden am Morgen und Vormittag (zwischen 6:00 und 12:00 MESZ) statt (Abb. 5).

3.9 Testvögel

Als Versuchsvögel wurden alle Vögel herangezogen, die im Untersuchungszeitraum an der Beringungsstation Hohenu-Ringelsdorf gefangen und beringt bzw. kontrolliert wurden und die für den Versuch geeignet waren. Daraus ergibt sich ein von den lokalen Gegebenheiten geprägtes Artengefüge von Vögeln und eine von der Beringung abhängige Reihenfolge der Versuchsvögel. Tab. 2 zeigt die Artenliste der Versuchsvögel für 81 gewertete Versuche. Insgesamt wurden 21 Vogelarten in die Versuche einbezogen. Die Individuenzahl der fünf häufigsten Vogelarten, (Schilf- und Sumpfrohrsänger, Feldsperling, Dorn- und Mönchsgrasmücke) entspricht 59% der Gesamtindividuenzahl der Testvögel.

Tabelle 2: Artenliste der 81 gültigen Versuche; Arten (21) und Anzahl der Versuchsvögel

Vogelart			Anzahl
Schilfrohrsänger	Sedge Warbler	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	13
Sumpfrohrsänger	Marsh Warbler	<i>Acrocephalus palustris</i>	12
Feldsperling	Tree Sparrow	<i>Passer montanus</i>	9
Dorngrasmücke	Common Whitethroat	<i>Sylvia communis</i>	8
Mönchsgrasmücke	Eurasian Blackcap	<i>Sylvia atricapilla</i>	6
Blaumeise	Eurasian Blue Tit	<i>Cyanistes caeruleus</i>	6
Teichrohrsänger	European Reed Warbler	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	5
Wendehals	Eurasian Wryneck	<i>Jynx torquilla</i>	3
Drosselrohrsänger	Great Reed Warbler	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	3
Gartengrasmücke	Garden Warbler	<i>Sylvia borin</i>	2
Kohlmeise	Great Tit	<i>Parus major</i>	2
Neuntöter	Red-backed Shrike	<i>Lanius collurio</i>	2
Rohrhammer	Common Reed Bunting	<i>Emberiza schoeniclus</i>	2
Eisvogel	Common Kingfisher	<i>Alcedo atthis</i>	1
Kleinspecht	Lesser Spotted Woodpecker	<i>Dendrocopos minor</i>	1
Nachtigall	Common Nightingale	<i>Luscinia megarhynchos</i>	1
Blaukehlchen	Bluethroat	<i>Luscinia svecica</i>	1
Schlagschwirl	River Warbler	<i>Locustella fluviatilis</i>	1
Sperbergrasmücke	Barred Warbler	<i>Sylvia nisoria</i>	1
Fitis	Willow Warbler	<i>Phylloscopus trochilus</i>	1
Stieglitz	European Goldfinch	<i>Carduelis carduelis</i>	1
Summe			81

3.10 Verteilung der Scheibenpositionen und der Anflüge zur linken bzw. rechten Seite

Es ist beabsichtigt, dass die Prüfscheiben gleich häufig sowohl links als auch rechts positioniert sind, um eventuelle Asymmetrien der Versuchsanlage auszugleichen. Ein Kennzeichen für die Integrität der Versuche ist unter diesen

Voraussetzungen die Gleichverteilung der Anflüge, sowohl unabhängig als auch abhängig davon, ob die Vögel zur Referenzscheibe oder zur Prüfscheibe anfliegen. Tab. 3 stellt die Verhältnisse sowohl für alle 2023 nach dem WIN-Test geprüfte Kandidaten als auch für die Prüfsituation mit BirdShades® dar. Alle Abweichungen von der Gleichverteilung sind nicht signifikant.

Tabelle 3: Verteilung auf die linke und die rechte Seite im Wahlversuch von 1) Position der Prüfscheibe, 2) Anflügen unabhängig von Position von Prüf- und Referenzscheibe, 3) Anflüge zur Referenzscheibe, wenn diese links bzw. rechts positioniert war 4) Anflüge zur Referenzscheibe, wenn diese links bzw. rechts positioniert war. In allen Fällen herrscht Gleichverteilung. P-Werte (χ^2 tests) gelten für die Wahrscheinlichkeit, dass Gleichverteilung vorliegt.

Position der Referenz	links	%	rechts	%	Summe	p-Wert
Alle WIN-Kandidaten 2023	603	51,7	564	48,3	1167	0,2536
Birdshades®	42	51,9	39	48,1	81	0,7389
Anflugseite						
Alle WIN-Kandidaten 2023	611	52,4	556	47,6	1167	0,1079
Birdshades®	37	45,7	44	54,3	81	0,4367
Anflüge zur Referenz						
Alle WIN-Kandidaten 2023	416	53,0	369	47,0	785	0,0934
Birdshades®	25	48,1	27	51,9	52	0,7815
Anflüge zur Prüfscheibe						
Alle WIN-Kandidaten 2023	195	51,0	187	49,0	382	0,6823
Birdshades®	12	41,4	17	58,6	29	0,3532

4 ERGEBNIS

Tab. 4 zeigt das Gesamtergebnis und das nach Lichtverhältnissen differenzierte Ergebnis. 29 Vögel (36%) flogen zur Prüfscheibe, 52 Vögel (64%) flogen zur Referenzscheibe. Bei gegebener Stichprobengröße zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen Lichtverhältnissen mit direkter Sonnenstrahlung und diffusem Licht ($p > 0,05$). Nach Hohenauer Bewertungsschema (Rössler et al. 2022) ist die Markierung wenig wirksam. Im Ranking von 57 mit identischer Methode geprüften Markierungen belegt die geprüfte BirdShades®-Folie Platz 43.

Tabelle 4: Richtungsentscheidungen im Wahlversuch zu Referenzscheibe und Prüfscheibe.

	Anzahl gültiger Versuchsflüge	Richtungsentscheidung zu		
		Referenzscheibe Float 4mm unmarkiert	Prüfscheibe	Prüfscheibe [%]
Gesamtergebnis				
Birdshades ISO	81	52	29	36
Ergebnis differenziert nach Lichtverhältnissen		χ^2 test: p-Wert= 0,097 (nicht signifikant)		
Bei diffusem Licht (Bewölkung)	17	8	9	53
Bei Sonne	64	44	20	31

5 DISKUSSION

Das Ergebnis zeigt, dass die untersuchte BirdShades®-Folie einen messbaren Einfluss auf das Anflugverhalten der Vögel hat. Dieser ist allerdings im Vergleich zu hoch wirksamen Markierungen gering. Das Gesamtergebnis der vorliegenden Untersuchung mit 36% Anflügen zur Prüfscheibe und 64% Anflügen zur Referenzscheibe fügt sich in die bisher mit der hier beschriebenen Methode gefundenen Wahlversuchsergebnisse mit UV-Markierungen sehr gut ein (Tab. 5).

5.1 UV-Markierungen im WIN-Test

Für die Gesamtheit der bisher untersuchten UV-Markierungen entsteht insgesamt ein sehr geschlossenes Bild: zehn seit 2014 mit exakt der gleichen WIN-Versuchsordnung geprüften von ihren Herstellern als UV-Markierung bezeichnete Markierungen befinden sich auf den letzten 15 Plätzen von 57 mit identischer Methode untersuchten Prüfscheiben. Die besten bisher erreichten Werte in den Wahlversuchen sind Anflugzahlen zur Prüfscheibe von 36% (Tab. 5). Fünf UV-Markierungen fallen in Kategorie C („wenig wirksam“), bei fünf Markierungen ist kein Einfluss auf die Richtungswahl der Vögel zu erkennen, sie sind völlig unwirksam.

Tabelle 5: Übersicht über 10 seit 2014 mit identischem Versuchsaufbau geprüften UV-Markierungen (im Sinne der Herstellerbezeichnung). In drei Fällen waren es Klebefolien, in einem Fall ein Stift mit klebriger Substanz (BirdPen®), in einem Fall eine sehr komplexe Beschichtung (Fraunhofer). Für fünf Kandidaten bestanden Non-Disclosure-Agreements (NDA). In diesen Fällen ist die Beschichtung unzureichend bekannt. (*)Das zusätzlich wiedergegebene Ergebnis für Ornilux Mikado® (2012) basiert auf unwesentlich anderem Versuchsaufbau (Seitenblenden).

Kandidat	Jahr	Ranking	n	% Anflug Prüfscheibe
Dr. Kolbe BirdPen®, vertikale Streifen, „Filz“-Stift, (Eigenmessung: reflektiert NICHT im UV! Rössler 2015), DG: 28%, Pos. #1	2014	43	73	36
Fraunhofer UV, vertikale Streifen; DG 19%, Pos. #2	2020	43	91	36
BirdShades®-Folie, vertikale Streifen, Pos. #1	2023	43	81	36
NDA	2021	47	68	38
NDA	2021	48	93	41
NDA	2021	51	67	46
Dr. Kolbe UV-Birdsticker®, transparente Greifvogelsilhouetten in hoher Dichte; DG: 21,7%, Pos. #1 (Rössler 2018)	2017	53	100	47
Dr. Kolbe identisches Folienmaterial, vertikale Streifen; DG: 15,4%, Pos 1 (Rössler 2018)	2017	54	83	48
NDA	2021	56	89	51
NDA	2023	57	97	56
[Ornilux Mikado (Rössler 2012)]*	2011	-	81	56]*

5.2 BirdShades®-Folie in Vorläufer-Studien

Unter den in 2.3 genannten Studien verfolgt Swaddle et al. (2020) eine vergleichbare Fragestellung wie wir in der gegenständlichen Studie. Sie kommen mit einer als „ökologisch relevanter“ bezeichneten Versuchsanordnung zu Ergebnissen, die in eine ähnliche Richtung weisen wie unser Ergebnis. In Versuchen mit Volierenvögeln bieten die Autoren den Probanden zwei gleichartige, entweder mit neutraler Folie (im Folgenden: „unmarkiert“) oder mit Birdshades®-Folie beklebte Scheiben an. Im Falle eines Anflugs zu den Scheiben werden die Vögel mit einem Netz abgefangen und das Ereignis als Kollision gewertet. Bei reiner Betrachtung der Ergebnisse dieser Flugversuchs-Experimente zeigt sich, dass Zebrafinken (n=24) mit unmarkierten Scheiben in 85% der Versuche und in Experimenten mit BirdShades®-Scheiben in 42% der Versuche mit den Scheiben kollidierten. Die Autoren interpretieren das als 50%-ige Reduktion des Anprallrisikos. Braunkopf-Kuhstärlinge (n=18, Wildfänge, vor den Versuchen eine Woche in der Voliere gehalten) kollidierten in Experimenten mit unmarkierten Scheiben in 100% und in Experimenten mit BirdShades®-Scheiben in 71% der Fälle. Das wird als 30%-ige Reduktion des Kollisionsrisikos interpretiert. Die stark divergierenden Ergebnisse (Zebrafinken: 42% / Kuhstärlinge: 71%) sprechen zwar nicht für eine hohe Replizierbarkeit der Ergebnisse bei gegebener Stichprobe und Artenzahl, weisen aber mit Kollisionsraten an der Birdshades®-Folie bis zu 71% in Richtung hoher Kollisionsrisiken trotz Folie.

5.3 Replizierbarkeit von Ergebnissen

Die im vorangehenden Abschnitt angesprochene Replizierbarkeit der experimentell gewonnenen Ergebnisse ist wichtig für die Beurteilung der Stichhaltigkeit der Prüfung. Seit 2004 wurden an der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf insgesamt 236 Versuchsserien mit unterschiedlichem Wahlversuchsaufbau durchgeführt. 149 Versuchsserien waren WIN-Versuche (unterschiedliche Referenzscheiben) mit 12.556 Einzelflügen. Es wurden im Laufe der Jahre Referenz-Versuchsserien eingestreut, welche ausnahmslos eine extrem hohe Replikation vorangegangener Ergebnisse aufweisen. Als Beispiel zeigt Tab. 6 einen direkten Vergleich einer dreifach wiederholten Versuchsanordnung zur Frage, welchen Einfluss die Reflektanz auf das Wahlverhalten der Vögel hat, wobei 8% reflektierendes unmarkiertes Floatglas und ein unmarkierter Silberspiegel (beschrieben in Rössler et al. 2007) direkt verglichen wurden. Der Silberspiegel wurde in drei aufeinanderfolgenden Jahren zu 72%, 73% und 77% angefliegen, die unmarkierte Floatglasscheibe zu 28%, 27% und 23%.

Tabelle 6: Referenzversuch Silberspiegel vs. unmarkierte Floatglasscheibe (WIN Versuch).

Kandidat	Referenz	Jahr	n	% Anflug Prüfscheibe
Silberspiegel	Floatglas	2013	101	72
Silberspiegel	Floatglas	2014	81	73
Silberspiegel	Floatglas	2015	94	77

5.3 Abschließende Beurteilung

Das Gesamtergebnis der vorliegenden Untersuchung mit 36% Anflügen zur Prüfscheibe und 64% Anflügen zur Referenzscheibe fügt sich in die bisher mit der hier beschriebenen Methode gefundenen Wahlversuchsergebnisse mit UV-Markierungen sehr gut ein. Im Vergleich von 57 seit 2014 mit identischem Versuchsaufbau geprüften Markierungen liegt BirdShades® auf Rang 43. Für hoch wirksamen Vogelschutz werden Anflugverhältnisse im Wahlversuch von maximal 10% zur Prüfscheibe angestrebt. Mit 36% Anflügen zur Prüfscheibe (n=81) im Wahlversuch fällt die Markierung nach Hohenauer Bewertungsschema (Rössler et al. 2022) in Kategorie C (wenig wirksam). Der Vergleich der Ergebnisse bei diffusen bzw. sonnigen Lichtverhältnissen zeigt keinen signifikanten Unterschied. Es bleibt aber festzuhalten, dass sich die Anflüge bei diffusem Licht (Bewölkung) bei gegebener

Stichprobe von n=17 zufällig verteilen: 53% der Vögel flogen bei Bewölkung zur Prüfscheibe. Das Ergebnis zeigt, dass die untersuchte BirdShades®-Folie einen messbaren Einfluss auf das Anflugverhalten der Vögel hat. Dieser ist allerdings gering im Vergleich zu hoch wirksamen Markierungen.

5 LITERATUR

Rössler, M. (2012): Vogelanprall an Glasflächen. Prüfbericht Ornilux Mikado®, Prüfung im Flugtunnel II der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf. Wiener Umweltschutzgesellschaft. 28 pp.

Online: <https://wua-wien.at/images/stories/publikationen/vogelanprall-ornilux-mikado.pdf>

Rössler, M. (2015). Vogelanprall an Glasflächen. Prüfbericht Birdpen®. Wiener Umweltschutzgesellschaft. 21 pp.

Online: <https://wua-wien.at/images/stories/publikationen/pruefbericht-birdpen-2015.pdf>

Rössler, M. (2018): Vogelanprall an Glasflächen - Prüfbericht Dr. Kolbe Birdsticker®, Prüfung unter Einbezug von Spiegelungen im Flugtunnel II der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf. Schweizerische Vogelwarte Sempach. 10pp.

Online: <https://wua-wien.at/images/stories/publikationen/pruefbericht-birdsticker-2018.pdf>

Rössler, M., W. Laube & P. Weihs (2007): Vermeidung von Vogelanprall an Glasflächen. Experimentelle Untersuchungen zur Wirksamkeit von Glas-Markierungen unter natürlichen Lichtbedingungen im Flugtunnel II. Wiener Umweltschutzgesellschaft, Wien. 57 pp. Online: <https://www.wien.gv.at/wua/pdf/studie-roessler-2007.pdf>

Rössler, M., W. Doppler, R. Furrer, H. Haupt, H. Schmid, A. Schneider, K. Steiof & C. Wegworth (2022): Vogel-freundliches Bauen mit Glas und Licht. 3., überarbeitete Auflage. Schweizerische Vogelwarte Sempach. 63 pp.

Online: https://vogelglas.vogelwarte.ch/downloads/files/broschueren/Glasbroschuere_2022_D.pdf

Swaddle, J. P., L. C. Emerson, R. G. Thady, & T.J. Boycott (2020): Ultraviolet-reflective film applied to windows reduces the likelihood of collisions for two species of songbird. *PeerJ*, 8, e9926. Online: <https://peerj.com/articles/9926/#fig-5>

Studie im Auftrag von:

Wiener Umweltschutzgesellschaft
Muthgasse 62
A-1190 Wien
Kontakt: post@wua.wien.gv.at

Schweizerische Vogelwarte
Seerose 1
6204 Sempach