

VOGELANPRALL AN GLASFLÄCHEN

PRÜFBERICHT

ZOOLEX ASTMUSTER

Prüfung nach ONR 191040 (Durchsicht)
und WIN Versuch (Einbezug von Spiegelungen)
im Flugtunnel II
der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf

im Auftrag der
Wiener Umwelthanwaltschaft und
Glas Gasperlmeier Ges.m.b.H.

Martin Rössler

Wien, Februar 2021



1 ZUSAMMENFASSUNG

Im Auftrag der Wiener Umweltschutzgesellschaft (WUA) und der Glas Gasperlmeier Ges.m.b.H. wurde ein von M. Fiby (ZooLex Zoo Design, Vienna) entworfenes und auf Glas appliziertes Astmuster nach zwei Methoden untersucht, um die Eignung dieser Applikation als Markierung zur Verhinderung von Vogelanprall zu prüfen: 1) ONR-Test - Durchsicht bei hellem Hintergrund; Anwendungsfall zB Lärmschutzwand, 2) WIN-Versuch- Einbezug von Spiegelungen bei lichtschwachem Hintergrund; Anwendungsfall zB Fenster und Fassaden. Bei der Markierung handelt es sich um eine leicht transluzente Folie (ONR-Versuch, 2019) bzw. um opaken Digitaldruck auf Position 1 (WIN Test, 2020) in gelboliv (RAL 6014). Bei beiden Prüfmethoden handelt es sich um standardisierte Wahlversuche unter natürlichen Lichtverhältnissen mit tageslichtadaptierten Wildvögeln im Flugtunnel der Biologischen Station Hohenau – Ringelsdorf, Österreich. Die Prüfung basiert auf 94 bzw. 101 gültigen Testflügen im Zeitraum 19.07. bis 12.08.2019 (ONR-) und 11.07. bis 07.08.2020 (WIN Test).

Sowohl im ONR-Durchsichtversuch als auch im WIN-Versuch mit Lichtverhältnissen im Hintergrund, die Innenräumen entsprechen, war das Ergebnis ausgezeichnet. Im ONR Versuch flogen 2% der Versuchsvögel zur Prüfscheibe und 98 % zur Referenzscheibe, im WIN-Versuch 4 % zur Prüfscheibe und 96 % zur Referenzscheibe. Die untersuchte Markierung ist sowohl bei hellem als auch bei lichtschwachem Hintergrund hoch wirksam im Sinne des Hohenauer Bewertungsschemas. Im Ranking der geprüften Markierungen liegt die Markierung in beiden Versuchsanordnungen an erster Stelle.

2 PRÜFMETHODE

2.1 Versuchsaufbau

Grundlage des Wahlversuchs, welcher die Richtungsentscheidungen von Vögeln untersucht, die auf eine markierte bzw. eine unmarkierte Scheibe zufliegen, ist ein 7,5 m langer Flugtunnel, der drehbar gelagert ist, handbetrieben dem Stand der Sonne folgt und dadurch immer symmetrischen Lichteinfall auf die Prüfscheiben aufweist. Der Versuchstunnel ermöglicht sowohl Untersuchungen zu Anwendungen mit Durchsicht (heller Hintergrund wie bei Lärmschutzwänden, Einfriedungen, etc.; ONR Versuch, Kap. 2.1.1) als auch unter Einbezug von Spiegelungen, also mit schwach beleuchtetem Hintergrund und unter Lichtverhältnissen, die für Fenster und Fassaden typisch sind (WIN Versuch, von: „window“, Kap. 2.1.2).

Testvögel werden am geschlossenen Ende des Flugtunnels freigelassen und fliegen mit Geschwindigkeiten von etwa 5m/sec in Richtung des vorderen offenen Endes des Tunnels (Abb. 1). Die linke Hälfte und die rechte Hälfte des Tunnel-Endes werden von zwei unterschiedlichen Scheiben – einer unmarkierten Floatglas-Referenzscheibe auf der einen und der Prüfscheibe auf der anderen Seite – eingenommen (Abb. 2 bzw. 4). Rund um den Flugtunnel befindet sich natürliche, weitestgehend homogene Vegetation.

Die Testvögel sind Wildvögel aus dem Beringungsprogramm der Biologischen Station. Sie sind beringt und damit individuell erkennbar. Damit wird vermieden, dass ein Vogel mehr als einmal pro Kalendertag für einen Flug eingesetzt wird. Die Testvögel werden tageslichtadaptiert von außen in eine Startröhre gesetzt und starten sofort

vom dunklen hinteren Ende zum offenen vorderen Ende des Tunnels. 40 cm vor den Versuchsscheiben befindet sich ein zum wissenschaftlichen Vogelfang gebräuchliches Japannetz, welches mit Fadenstärken von 0,1 mm die frontale Sehschärfe der Vögel unterschreitet und daher nicht wahrgenommen wird. Die Vögel werden damit sanft abgefangen und vor einem Aufprall auf den Testscheiben bewahrt und unmittelbar nach dem Flug in Freiheit gesetzt. Reihenfolge innerhalb verschiedener Kandidaten und Einbauseite von Prüf- und Referenzscheibe (Kap. 2.2) sind randomisiert. Nach jeweils drei Einzelversuchen erfolgt ein Wechsel der Prüfscheiben. Die Flüge und das Wahlverhalten in den Einzelversuchen werden von einer Videokamera aufgezeichnet und in Zeitlupe bzw. in Flugsequenzen zerlegt kontrolliert und ausgewertet.

2.1.1.1 ONR-Versuch

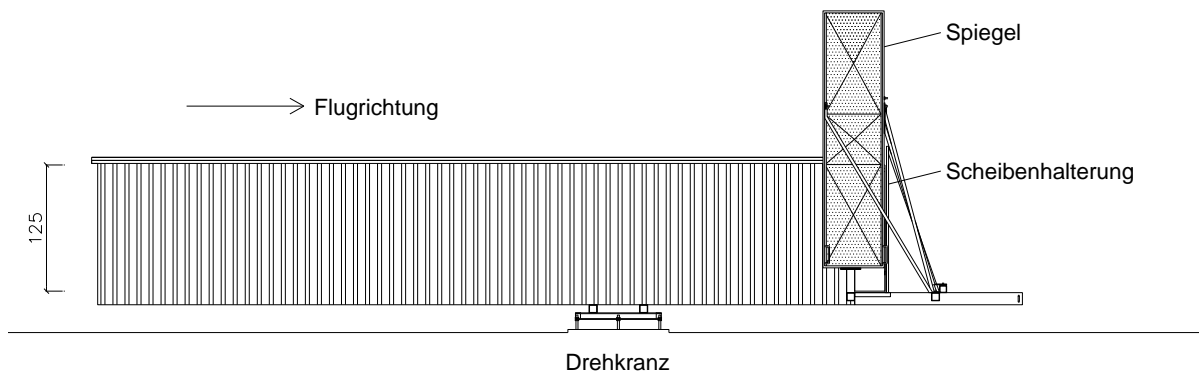


Abbildung 1: Flugtunnel II der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf im ONR-Versuch mit seitlichen Spiegeln.

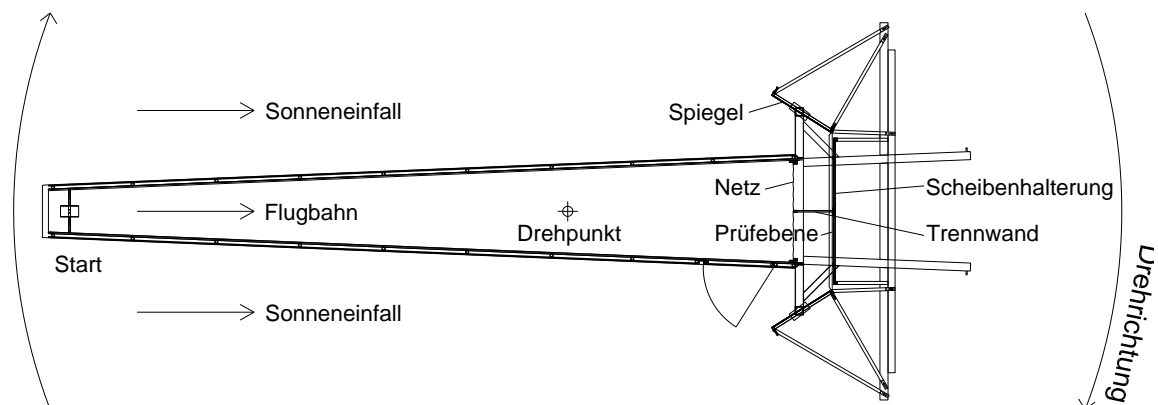


Abbildung 2: Horizontaler Schnitt durch Flugtunnel II im ONR-Versuch. Der gesamte Tunnel ist auf einem Drehkranz gelagert und wird mit dem Stand der Sonne im Uhrzeigersinn weiterbewegt. Die Richtung des Sonnenlichts ist immer parallel zur Flugachse der Vögel. Die Prüfebene wird über seitliche Spiegel mit natürlichem (Sonnen-) Licht beleuchtet.

Der ONR-Versuch prüft die Wirksamkeit von Markierungen bei spiegelungsfreier Durchsicht (zB Lärmschutzwände, Glasbrüstungen etc.). Abb. 1 und 2 zeigen eine Ansicht des ONR-Flugtunnels. Um die Versuchsscheiben gleichmäßig zu beleuchten, wird Sonnenlicht über zwei Spiegel parallel und symmetrisch auf die 90° zur Flugachse der Testvögel stehenden Scheiben gerichtet. Da sich der Sonnenstand kontinuierlich ändert, wird der Tunnel, der auf einem Drehkranz gelagert ist, laufend der Sonne nachgeführt, wobei die Richtung der Sonnenstrahlen parallel zur Richtung der Flugachse der Vögel ist, die Sonne also „im Rücken steht“.

2.1.2 WIN-Versuch

Der WIN-Versuch prüft den Anwendungsfall Fenster und Fassade, der durch geringe Lichtintensität im Scheibenhintergrund und auf den Scheiben sichtbar werdenden Spiegelungen gekennzeichnet ist. Zur Erzeugung realitätsnaher Spiegelungen befindet sich im Hintergrund der Prüfscheiben eine abgedunkelte Kammer, ca. 170 x 170 x 170 cm, in der Lichtverhältnisse hergestellt und mit Messgeräten kontrolliert werden, die Gebäudeinnerräumen entsprechen (Abb. 3 und 4). Das Licht fällt dabei durch Prüf- und Referenzscheibe direkt ein.

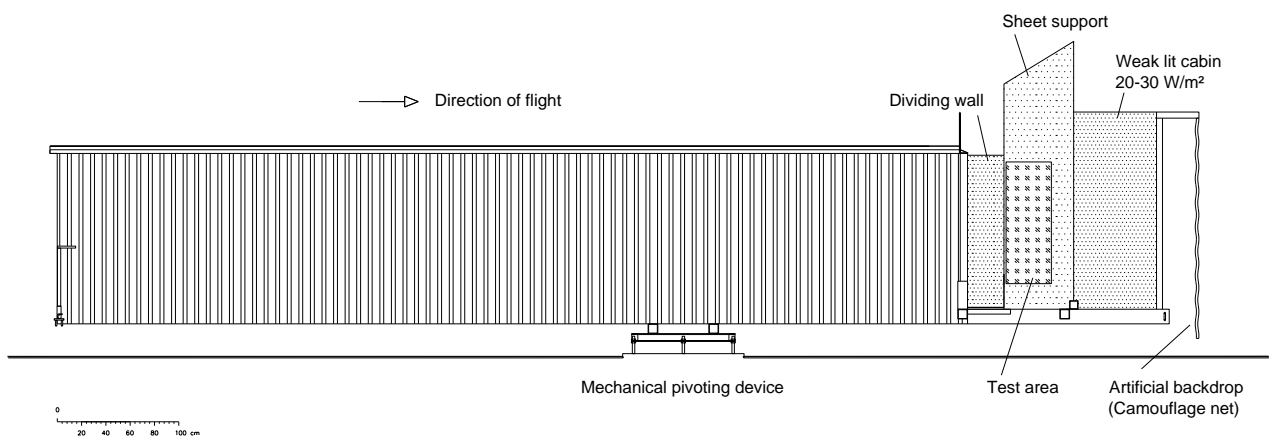


Abbildung 3: Flugtunnel für WIN-Tests. Ein Dach, Seitenwände und ein wenig lichtdurchlässiger Vorhang erzeugen eine schwach beleuchtete Kammer (*weak lit cabin*) im Hintergrund der Prüfscheiben. Die trapezförmige Platte (*sheet support*) verhindert die direkte Sicht der Vögel auf Himmel und Vegetation. Als Hintergrund (*artificial backdrop*) befindet sich vor dem Tarnnetz (*camouflage net*) anders als abgebildet eine weiße Leinwand.

Die angeflogenen Scheiben stehen nicht normal zur Flugachse der Vögel, sondern in einem Winkel von 125° und spiegeln in der Sichtachse der anfliegenden Vögel wie Seitenspiegel eines Autos die Umgebung. Die Umgebungsvegetation ist homogen, sodass die Spiegelungen in beiden Scheiben weitgehend übereinstimmen. Die Flugachsen der Vögel liegen in der Ebene des Sonnenlichteinfalls, die Sonne kommt immer von hinten. Die Scheiben erhalten kein direktes Sonnenlicht. Je nach Beleuchtungsverhältnissen (Sonne, Wolken, bedeckter Himmel) treten mehr oder weniger kontrastreiche Spiegelungen der Umgebung auf den Scheiben auf bzw. werden Strukturen der Konstruktion der dahinter liegenden Kammer erkennbar.

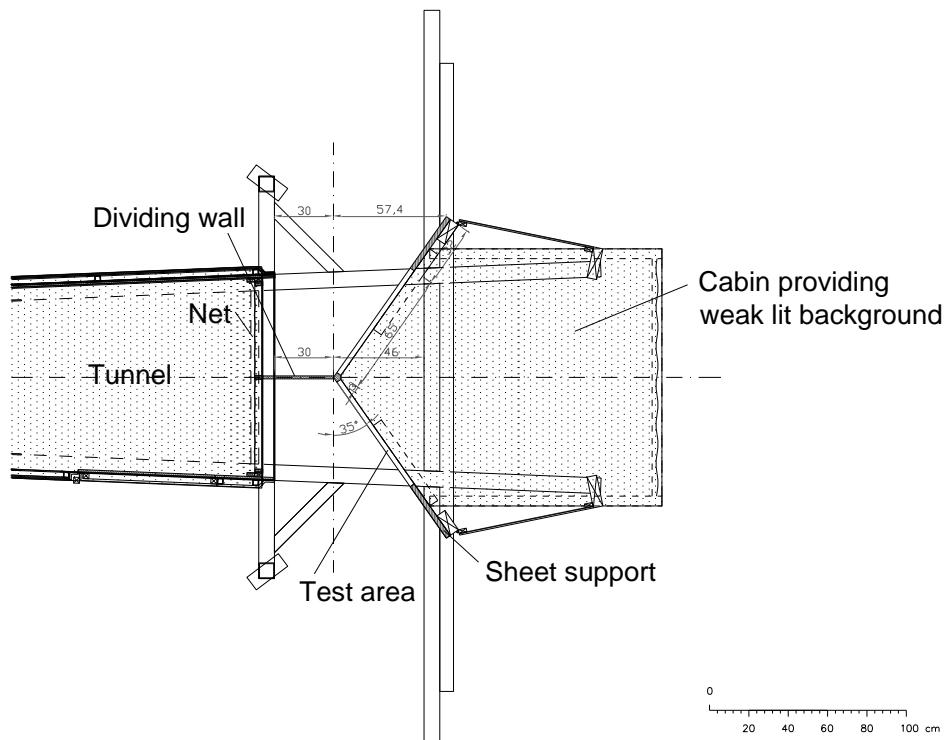


Abbildung 4: Schnitt durch Flugtunnel und überdachte Kammer (Simulation von Innenräumen) im Hintergrund der schräg zur Flugachse der Vögel stehenden Prüfscheiben (*test area*) im WIN-Versuch.

2.2 Prüfscheibe und Referenzscheibe

Abbildungen 5 und 6 zeigen Prüfscheibe und unmarkierte Referenzscheibe aus der Perspektive der durch den Tunnel anfliegenden Testvögel. Im spiegelungsfreien Durchsichtstest (ONR-Versuch, Abb. 5) war die Prüfscheibe mit transluzenter Folie mit 25% Transparenz, gelboliv, RAL 6014, beklebt. Im Spiegelungen einbeziehenden Test für Fenster und Fassaden (WIN-Versuch, Abb. 6) handelte es sich um einen Digitaldruck, opak, gelboliv, RAL 6014. Die Prüfscheiben hatten eine Stärke von 6mm. Referenzscheibe war in beiden Fällen (Abb. 5: links, Abb. 6: rechts) eine 4mm starke unmarkierte Floatglasscheibe.



Abb. 5: Referenzscheibe (links) und Prüfscheibe (rechts) aus Perspektive der anfliegenden Vögel im ONR-Versuch (spiegelungsfreie Durchsicht, Anwendung zB Lärmschutzwand). Prüfscheibe: ZOOLEX Astmuster; asymmetrisches Astmotiv, Folie (25% Transparenz) auf Position 1, RAL 6014 (gelboliv).



Abb. 6: Prüfscheibe (links) und Referenzscheibe (rechts) aus Perspektive der anfliegenden Vögel im WIN-Versuch. Prüfscheibe: ZOOLEX Astmuster; Digitaldruck auf Position 1, opak, RAL 6014 (gelboliv). Bei auf den Scheiben sichtbarer Vegetation und Himmel handelt es sich um Spiegelungen. Aus dem Scheibenhintergrund erkennt man ein weißes Leinentuch als Rückseite der Kammer hinter den Prüfscheiben.

2.3 Untersuchungszeitraum und Tageszeit der Versuche

Die Untersuchungen fanden zwischen 19.07. und 12.08. 2019 (ONR-Versuch) und zwischen 07.08. und 28.08.2020 (WIN-Versuch) zu unterschiedlichen Tageszeiten und Witterungs- und Lichtbedingungen statt. Die Mehrzahl der Versuche fand in den Morgen- und Vormittagsstunden statt, jeweils 42 % bzw. 40 % in den Zeitintervallen 6:00 bis 9:00 Uhr bzw. 9:00 bis 12:00 Uhr (Abb. 5). Ein geringer Anteil der Versuche wurde am Nachmittag bis Sonnenuntergang durchgeführt. Dies entspricht etwa der tageszeitlichen Aktivitätsverteilung der Vögel in den Monaten Juli und August.

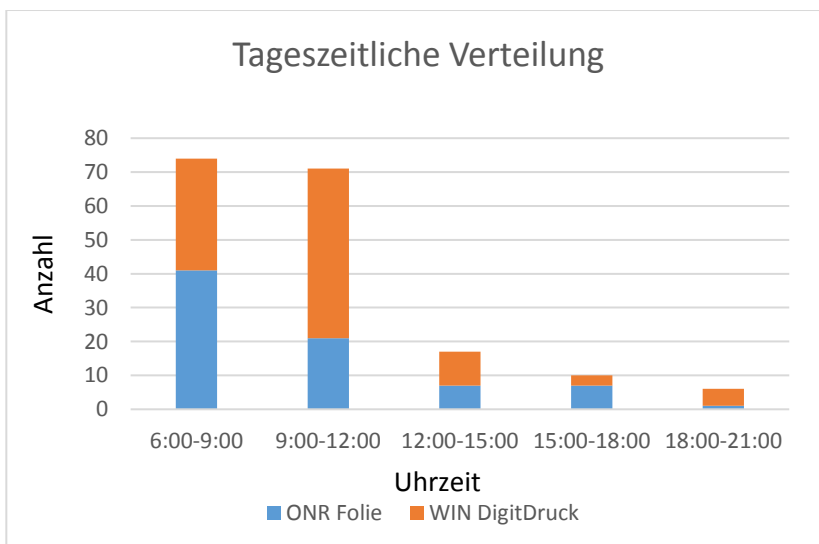


Abbildung 5: Anzahl der Versuche innerhalb dreistündiger Zeitintervalle zwischen 6:00 und 21:00 Uhr.

2.4 Lichtverhältnisse

Bei der Protokollierung der Lichtverhältnisse wurde nach Beleuchtung durch diffuses Licht (Bewölkung vor Sonne) bzw. durch direkte Sonnenstrahlung unterschieden. Weiters wurde die Globalstrahlung gemessen und die Ergebnisse für Strahlungswerte $<400 \text{ W/m}^2$ und $>400 \text{ W/m}^2$ ausgewertet. Im ONR-Versuch (2019) fanden 17

Versuche bei diffusem Licht, 77 bei direkter Sonnenstrahlung statt, 60 Versuche bei <math> < 400 \text{ W/m}^2 </math>, 33 Versuche bei > 400 W/m² (Datenverlust einer Messung). Im WIN-Versuch (2020) fanden witterungsbedingt keine Versuche bei diffusem Licht, 101 Versuche bei direkter Sonnenstrahlung, 37 Versuche bei <math> < 400 \text{ W/m}^2 </math> und 64 Versuche bei > 400 W/m² statt (Tab. 1).

Tabelle 1: Gesamtzahl gültiger Versuche und Anzahl von Versuchen in Abhängigkeit von Lichtverhältnissen.

Kandidat	Anzahl Versuche	Diffuses Licht	Sonnig	<math> < 400 \text{ W/m}^2 </math> R global	>400 W/m ² R global
ONR-Versuch	94	17	77	60	33
WIN Test	101	0	101	37	64

2.5 Testvögel

Für die insgesamt 195 gültigen Testflüge wurden Wildvögel aus 27 Arten verwendet. Die Vögel stammen aus dem Beringungsprogramm der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf (Tab. 2).

Tabelle 2: Individuenanzahl von Testvögeln aus 27 Arten (2019: 24, 2020: 20) gereiht nach Häufigkeit.

		ONR 2019	WIN 2020	Summe
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>	18	17	35
Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	11	12	23
Drosselrohrsänger	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	12	10	22
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	7	11	18
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	4	9	13
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	8	4	12
Grünling	<i>Carduelis chloris</i>	5	7	12
Stieglitz	<i>Carduelis carduelis</i>	1	8	9
Buntspecht	<i>Dendrocopos major</i>	2	5	7
Blaukehlchen	<i>Luscinia svecica</i>	4	2	6
Mönchsgrasmücke	<i>Sylvia atricapilla</i>	2	4	6
Andere (16 Arten)		20	12	32
Summe		94	101	195

3 ERGEBNISSE

Im auf Durchsicht ausgerichteten Wahlversuch mit hellem Hintergrund (ONR-Versuch) flogen 2 % (zwei von 94 Testvögeln) und bei schwach beleuchtetem Hintergrund und Spiegelungen auf Prüf- und Referenzscheibe (WIN-Versuch) 4 % (vier von 101 Testvögeln) zur Prüfscheibe. Die jeweils restlichen Vögel flogen zur unmarkierten Referenzscheibe (Tab.3). Für unterschiedliche Beleuchtungs- und Lichtverhältnisse (diffuses Licht vs. Sonne, bzw. $<400 \text{ Wm}^{-2}$ vs. $>400 \text{ Wm}^{-2}$, Tab. 4) konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die geprüfte Markierung belegt sowohl im Ranking aller ONR-Versuche als auch im Ranking aller WIN-Versuche mit Floatglasreferenz im Zeitraum 2014 bis 2020 Rang eins.

Tabelle 3: Richtungsentscheidungen Wahlversuch zur Prüfscheibe und zur unmarkierten Referenzscheibe.

Prüfverfahren	Summe	Anzahl Anflüge zur		Anflüge [%] zur Prüfscheibe
		Prüfscheibe	Referenzscheibe	
ONR	94	2	92	2
WIN	101	4	97	4

Tabelle 4: Richtungsentscheidungen im Wahlversuch zu Referenzscheibe und Prüfscheibe bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen (diffuses Licht, direkte Sonnenstrahlung, Globalstrahlung $< 400 \text{ W/m}^2$, $> 400 \text{ W/m}^2$).

Lichtverhältnisse	Richtungsentscheidung zu		
	Referenzscheibe (Float 4mm unmarkiert)	Prüfscheibe	% zu Prüfscheibe
ONR-Versuch			
diffus	17	0	0
Sonne	75	2	3
$< 400 \text{ W/m}^2$ global	60	0	0
$> 400 \text{ W/m}^2$ global	31	2	6
WIN-Versuch			
diffus	0	0	-
Sonne	97	4	4
$< 400 \text{ W/m}^2$ global	36	1	3
$> 400 \text{ W/m}^2$ global	61	3	5

4 DISKUSSION UND EMPFEHLUNGEN

Im Vorfeld dieser Untersuchung war es schwierig, eine Prognose über die Wirksamkeit der Markierung abzugeben. Die Farbgebung und die organische Form ließen nicht nur eine positive Prognose sondern auch die Vermutung zu, dass Vögel die abstrahierte Astform der Markierung mit einem konkreten Baum „verwechseln“ bzw. nicht ausreichend abgeschreckt werden. Es hat sich in der Prüfung herausgestellt, dass derartige Vermutungen unbegründet sind. Der ONR-Durchsichtversuch 2019 und der WIN-Spiegelungsversuch 2020, hat

mit 2% Anflügen zur ONR-Prüfscheibe und 4% Anflügen zur WIN-Prüfscheibe deutlich gezeigt, dass die Markierung hoch wirksam und zur Vermeidung von Vogelanprall sowohl bei hellem Hintergrund (zB. Lärmschutzwände, verglaste Absperrungen, etc) als auch bei lichtschwachem Hintergrund (zB. Glasfassaden) im Sinne des Hohenauer Bewertungsschemas hoch wirksam ist. Indirekt wurde ein Ergebnis aus dem Jahr 2004 bestätigt, als die Markierung „Koralle“ im Gegenlichtversuch (feststehender Flugtunnel mit Befestigung der Prüfscheiben direkt am Tunnelende) mit 4,8 % Anflügen zur Prüfscheibe abgeschnitten hat (Rössler & Zuna-Kratky 2004, Rössler et al. 2015).

Witterungsbedingt fanden sämtliche WIN Versuche bei direkter Sonneneinstrahlung statt, da diffuse Lichtsituation erzeugende Bewölkung über den gesamten Prüfzeitraum hinweg während der Versuche nicht aufgetreten war. Da Spiegelungen bei Sonne kontrastreicher sind als bei diffusem Licht, wird darin aber kein die Beurteilung einschränkender Nachteil gesehen. Es ist zu beachten, dass sich die Versuchsanlage unter freiem Himmel befindet, also nicht beschattet ist. Bei Anwendungen im Dauerschatten und stark reduzierter Helligkeit des Umgebungslichtes ist die Aussagekraft der Untersuchung eingeschränkt. Allerdings weist die Differenzierung nach Lichtquelle und Lichtintensität (Tab. 4) auf eine Robustheit der Ergebnisse bei geringen Lichtintensitäten bzw. Abwesenheit von Sonne hin. Es ist darauf zu achten, dass in Anwendungen mit dunklem Hintergrund, entsprechend WIN-Versuch, die Markierung auf Position 1 liegt, also auf der hellen Seite der Verglasung. Die Versuchsergebnisse gelten selbstverständlich nicht für nächtliche Kollisionsgefahren (Innenbeleuchtung von Gebäuden hinter Glas). Für den Einsatz hinter der Außenfläche von vorgehängten Fassaden und *Closed Cavity Facades* (CCF) können keine Aussagen getroffen werden. Es ist zu erwarten, dass Reflexionen an Position 1 der Außenfläche die hier nachgewiesene Wirkung reduzieren oder aufheben. Daher gelten die vorliegenden Testergebnisse immer für die Anwendung auf Pos. 1 der Außenhülle. Die Methode erlaubt einen Vergleich verschiedener geprüfter Markierungen untereinander und kann keine quantitativen Aussagen darüber treffen, wie viele Vögel im Anwendungsfall gerettet werden.

4 LITERATUR

Rössler, M. & T Zuna-Kratky 2004: Vermeidung von Vogelanprall an Glasflächen. Experimentelle Versuche zur Wirksamkeit verschiedener Glas-Markierungen bei Wildvögeln. Hrsg. Wiener Umwelthanwaltschaft, Wien. 39 pp. https://wua-wien.at/images/stories/naturschutz_stadtoekologie/vogelschlagstudie-2004.pdf

Rössler, M., E. Nemeth & A. Bruckner 2015: Glass pane markings to prevent bird-window collisions: less can be more. *Biologia* 70: 535-541. DOI: 10.1515/biolog-2015-0057