

**VOGELANPRALL AN GLASFLÄCHEN**  
**PRÜFBERICHT**

**BIRDPEN®**

**Prüfung nach ONR 191040 und WIN-Versuch**

im Flugtunnel II  
der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf

**Martin Rössler**

im Auftrag der

**Wiener Umweltschutz**

Wien, April 2015



## ZUSAMMENFASSUNG

Im Auftrag der Wiener Umweltschutzbehörde wurde eine mit *birdpen*<sup>1</sup> markierte Floatglasscheibe im Flugtunnel II der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf gemäß ONR 191040 (spiegelungsfreie Durchsicht) im Zeitraum zwischen 09. August und 02. September 2013 und unter Einbeziehung von Spiegelungen (entsprechend Fenstern in Gebäuden) von 01. August bis 15. September 2014 untersucht. Der ONR-Versuch zeigte kein positives Ergebnis, die markierte Scheibe wurde von Vögeln nicht erkannt und nicht in wenigstens signifikant geringerem Ausmaß als eine unmarkierte Referenzscheibe angefliegen. Drei Versuchsserien unter Einbeziehung von Spiegelungen (WIN 2014, Referenzversuch Spiegel versus Floatglasscheibe, Referenzversuch *birdpen* versus unmarkierte Floatglasscheibe) zeigten Anflugzahlen, die feststellbare aber sehr schwache Wirksamkeit bedeuten. Während der Hersteller aber eine Erkennbarkeit für Vögel als UV-sensitive Organismen in Aussicht stellt, ist das Produkt auch im UV nicht auffälliger als in dem für den Menschen sichtbaren Spektralbereich. Optische Messungen zeigten nur sehr schwache Kontraste im UV zwischen 350 und 400nm. Da im für den Menschen sichtbaren Spektrum die gemessenen Kontraste ebenfalls minimal sind, erweist sich *birdpen*, wie vom Hersteller angegeben, als mehr oder weniger unsichtbar. Auf Basis der Untersuchungs- und der Messergebnisse besteht kein Anlass, durch Anwendung des geprüften Produktes eine Reduktion von Vogelanprall in für Ziele des Vogelschutzes wünschenswertem Ausmaß zu erwarten. Eine Empfehlung des Produktes erscheint daher nicht begründbar.

---

<sup>1</sup> Im folgenden Bericht ist die Schreibweise für das untersuchte Produkt jener der Artikelbezeichnung auf der Website von Dr. Kolbe angeglichen ([www.birdpen.de](http://www.birdpen.de), letzter Zugriff: 24.03.2015), wurde allerdings durchgehend kursiv gesetzt.

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Wortlaut des Prüfauftrages

„Die Wiener Umwelthanwaltschaft ist an der Überprüfung eines Systems zur Vermeidung von Vogelanprall für Kleinanwender interessiert. Die Wirksamkeit von Dr. Kolbes Bird Pen soll hinsichtlich seiner dahingehenden Wirksamkeit getestet werden.“ (Wiener Umwelthanwaltschaft, 2013).

## 1.2 Prüfgegenstand

*birdpen* ist ein Filzstift, äußerlich mit Textmarkern vergleichbar, mit einer etwa 20x10mm breiten „Spitze“, mit dem eine gespeicherte Flüssigkeit auf Glas aufgebracht werden kann. Die eingetrocknete Substanz soll Kontraste im UV (Spektralbereich <400nm) erzeugen, welche Vögel vor Kollisionen mit der Glasscheibe abschrecken sollen, ohne dass die Markierung für den Menschen zu sehen ist. Prüfgegenstand ist ein entsprechend Herstellerangaben auf einer herkömmlichen Fensterscheibe aufgebrachtes *birdpen*-Streifenmuster.

### 1.2.1 Wortlaut der Produktwerbung

„Ein mit dem *birdpen* auf eine Glasfläche aufgebrachtes Streifenmuster reicht aus, um von Vögeln als Hindernis erkannt zu werden. Für den Menschen sind die Streifen nahezu unsichtbar. Nach einer wissenschaftlichen Studie können Kollisionen von Vögeln mit Glasscheiben durch den *birdpen* um rund 66 Prozent verringert werden. Der Stift ist ungiftig und lösungsmittelfrei. Die mit ihm aufgebrachten Markierungen sind etwa ein halbes Jahr haltbar und müssen nach dem Fensterputzen erneuert werden.“ (<http://www.birdpen.de/product.php?id=1> – letzter Zugriff: 24.03.2014)

### 1.2.2 Empfehlungen des Handels

Online-shops bekannter Naturschutzorganisationen wie BUND und NABU (BUND-Laden und NABU-Shop) vertreiben das Produkt online. Der BUND-Laden macht auf seiner website folgenden Hinweis (<https://www.bundladen.de/Tierwelt/Voegel/Futter-Vogelschutz/birdpen-mit-Schaber.html> - letzter Zugriff: 24.03.2014).

[...] die Meinungen um die Wirksamkeit der Bearbeitung von Fenstern für die Verhinderung von Vogelschlag werden derzeit kontrovers diskutiert. Ein Gutachten über die Wirksamkeit wurde dem Hersteller bescheinigt. <http://www.birdpen.de/pdf/gutachten.pdf>  
Hingegen werden von anderer Seite eindeutigere Lösungen zur Verhinderung von Vogelschlag gefordert. <http://www.vogelglas.info/>

### 1.2.3 Bestehende Gutachten

Der oben zitierte Link <http://www.birdpen.de/pdf/gutachten.pdf> ist zurzeit deaktiviert. Auf der website des NABU-Münster (unter <http://www.nabu-muenster.de/app/download/5726129663/Gutachten+birdpen.pdf?t=1330455320> – letzte Zugriffe 24.03.2014) ist ein Gutachten des Max-Planck-Institutes für Ornithologie, Radolfzell, auffindbar, jedoch ist unklar, ob es sich um das Originalgutachten oder eine Wiedergabe eines Gutachtens durch den Hersteller handelt. Die wissenschaftlich nicht korrekte Interpretation des Wahlversuches lässt darauf schließen, dass zumindest die unter „Fazit“ angeführte Beurteilung nicht vom Max-Planck-Institut stammt (vgl. Kasten auf Seite 10: „Interpretation von Wahlversuchen“).

Der vollständige Wortlaut des veröffentlichten Gutachtens:

**„Experimentelle Überprüfung der Wirksamkeit einer mit *birdpen* beschichteten Musterscheibe gegen Vogelschlag**

**Dr. Hans-Wilhelm Ley, Max-Planck-Institut für Ornithologie, Vogelwarte Radolfzell,**

**Schloss Möggingen, D-78315 Radolfzell**

**Dezember 2007**

*In einer Langzeituntersuchung wurde die Wirksamkeit des Musterscheiben-Prototyps "M2A" unter standardisierten Bedingungen im "Flugtunnel" getestet. Zu Versuchsaufbau und -durchführung sowie Datenanalyse siehe Abschlussbericht 2004 und Ley (2006): Ber. z. Vogelschutz 43. Ergebnis: Von 102 Anflügen waren 67 auf die Kontrollscheibe und 35 auf die Testscheibe gerichtet.*

*Fazit: Die Untersuchungen belegen eine Meidewirkung von ca. 66% auf der Basis der Stichprobengröße unter den gegebenen experimentellen Bedingungen. Danach ließen sich 2/3 der potentiellen Scheibenanflüge infolge einer Hinderniswahrnehmung verhindern.*

*Eine Übertragung dieses Ergebnis auf die Verhältnisse in der freien Landschaft (Gebäude; Lärmschutzwände etc.) bedarf noch weiterer Überprüfungen unter natürlichen bzw. naturnahen Bedingungen. Weitere Untersuchungen und Forschungsvorhaben dazu sind geplant.“*

### **1.3 Fragestellung für die vorliegende Untersuchung**

Die Fragestellungen für die Verhaltensexperimente mit Vögeln, die klären sollen, ob *birdpen* wahrgenommen wird und entscheidendem Ausmaß zur Kollisionsvermeidung beitragen kann lauten:

- 1) Wird mit *birdpen* markiertes Glas unter idealen Bedingungen (Ausschluss von Spiegelungen) von Vögeln als Hindernis erkannt?
- 2) Wie wirksam ist *birdpen* im Vergleich zu (anderen) hoch wirksamen Markierungen?
- 3) Wird mit *birdpen* markiertes Glas in mit Fenstern vergleichbaren Situationen (dunkler Hintergrund, Spiegelungen auf der Glasfläche) von Vögeln als Hindernis erkannt? Unterscheidet sich das Anflugrisiko für mit *birdpen* markiertem monolithischem Glas unter Einbeziehung von Spiegelungen (entsprechend Fenster) vom Anflugrisiko bei unmarkiertem monolithischen Fensterglas?
- 4) Kann aus dem Experiment auf eine weitgehende und für den Vogelschutz nachhaltig zufriedenstellende Kollisionsvermeidung geschlossen werden, vergleichbar mit bekannten hoch wirksamen Markierungen ?

## **2 METHODE**

### **2.1 Versuchs-Prinzip: Wahlversuch im Flugtunnel**

Vögel, die sich in einem dunklen Raum befinden, haben die Tendenz, in Richtung heller Öffnungen zu entkommen. In einseitig geöffneten Tunneln kann dieses Verhalten ausgenutzt werden, um zu prüfen, ob Vögel Hindernisse, die aus transparenten Materialien bestehen, erkennen können. Wahlversuche, die diesem Design entsprechen, erlauben eine Quantifizierung der Wahrscheinlichkeit, mit der ein Vogel zwischen einem transparenten Referenzkörper (z.B. unmarkiertes Floatglas) und einem Prüfkörper (z.B. Glas mit UV-Markierungen) unterscheidet.

In unserem Wahlversuch fliegen Vögel auf ein Scheibenpaar zu und treffen eine Richtungsentscheidung zu einer dieser Scheiben. Das Scheibenpaar wird von einer **markierten Prüfscheibe** und einer **nicht markierten** und für Vögel unsichtbaren (Rössler et al. 2007) **Referenzscheibe** gebildet. Die Versuchsanordnung ist so ausgelegt, dass die für die Versuchsvögel wahlentscheidenden Parameter möglichst (im Idealfall zu 100%) auf die Eigenschaften der Versuchsscheiben fokussiert sind; alle anderen Parameter (Störungen, Ablenkungen, Lichteinfallswinkel etc.) werden konstant gehalten. Wenn also im Wahlversuch links und rechts identische Prüfscheiben eingebaut sind (0-Versuch), muss das Ergebnis (bei hinreichend großem n) gleichverteilt sein, also 50:50. Wenn in derselben Versuchsanordnung eine markierte Scheibe gleich häufig angefliegen wird wie eine unmarkierte Glasscheibe, bedeutet das, dass die geprüfte Markierung von Vögeln nicht erkannt wird. Wenn viele Versuchsserien mit unterschiedlichen Markierungen, die jeweils gegen eine unmarkierte Glasscheibe geprüft wurden, verglichen werden, können Unterschiede in der Erkennbarkeit der verschiedenen geprüften Markierungen klassifiziert werden (vgl. Rössler & Doppler 2014).

#### **Grundkonzept:**

- Tendenz von Vögeln, aus einem dunklen Raum ins Licht zu fliegen (Attraktor Licht)
- Hohe Effizienz bei Kombination aus Netzfang (Vogelberingungsstation, Planberingung, 360m<sup>2</sup> Japannetz) und Versuchen auf 1m<sup>2</sup> Glasfläche (auswechselbare Versuchsscheiben)
- Wahlversuch – Prüfscheibe vs. unmarkiertes Floatglas als Referenzscheibe
- Begrenzte Zahl von Variablen, große Stichprobenhäufigkeit, statistisch erfassbare Wirksamkeits-Unterschiede zwischen Markierungen
- Wildvögel, einmalige Versuche
- Große Stichproben – n>80
- Vollständige Videodokumentation aller Versuchsflüge
- Keine Kollisionen, keine Todesopfer, Vögel werden von Japannetz vor Kollision abgefangen

## **2.2 Prüfmethoden**

*birdpen* wurde nach zwei verschiedenen Methoden geprüft:

- 1) ONR-Versuch: Wahlversuch bei spiegelungsfreier Durchsicht im Anflugwinkel 90° entsprechend der ON Regel 191040 (Austrian Standards Institute 2010)
- 2) WIN-Versuch: Wahlversuch, der den Anwendungsfall „Fenster“ bzw. „Glasfassade“ simuliert. Auf den Scheiben entstehen durch hellen Vordergrund und lichtschwachen Hintergrund kontrastreiche Spiegelungen, der Anflugwinkel beträgt 55°.

### **2.2.1 Prüfmethode nach ONR 191040**

Versuchsvögel werden am geschlossenen Ende eines 7,50m langen 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).

Dahinter befindet sich natürliche, weitestgehend homogene Vegetation. Nach jeweils drei Einzelversuchen erfolgt ein Wechsel der Prüfscheiben. Reihenfolge und Einbauseite der Prüfscheiben sind randomisiert. Die Flüge und das Wahlverhalten in den Einzelversuchen werden von einer Videokamera aufgezeichnet und in Zeitlupe bzw. in Flugsequenzen zerlegt kontrolliert und ausgewertet.

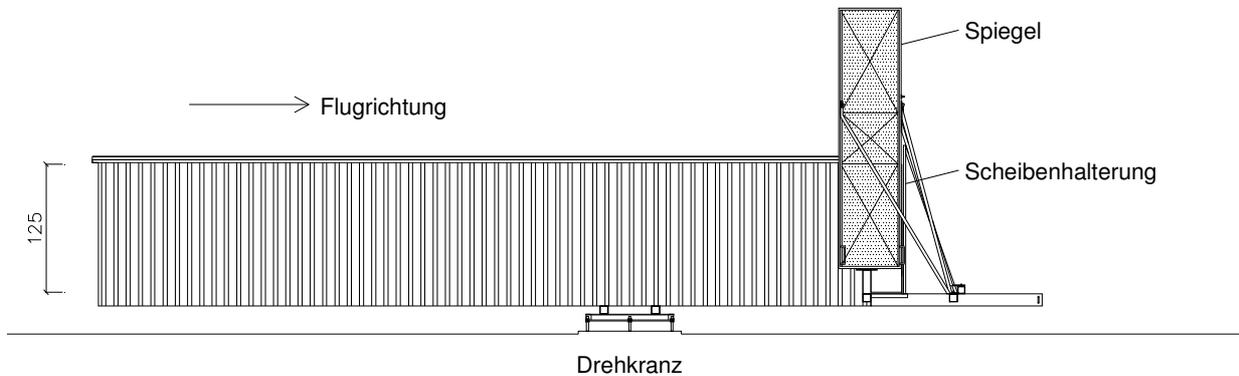


Abbildung 1: Flugtunnel II der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf im ONR-Versuch mit seitlichen Spiegeln.

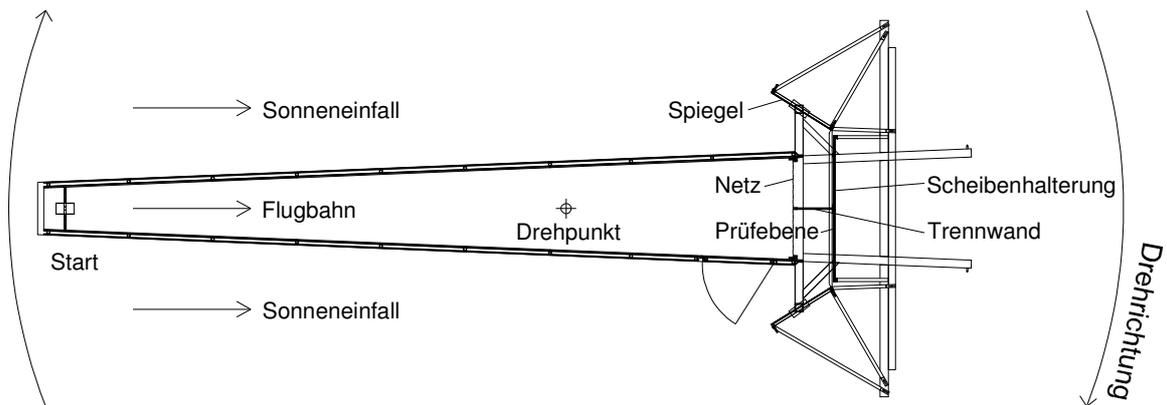


Abbildung 2: Horizontaler Schnitt durch Flugtunnel II im ONR-Versuch. Der gesamte Tunnel ist auf einem Drehkranz gelagert und wird mit dem Stand der Sonne im Uhrzeigersinn weiterbewegt. Die Richtung des Sonnenlichts ist immer parallel zur Flugachse der Vögel. Die Prüfebene wird über seitliche Spiegel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

Abb. 1 zeigt eine Ansicht des ONR-Flugtunnels. Um die Prüfscheiben gleichmäßig zu beleuchten, wird Sonnenlicht über zwei Spiegel parallel und symmetrisch auf die 90° zur Flugachse der Versuchsvögel gelagerten Prüfscheiben gerichtet. Da sich der Sonnenstand kontinuierlich ändert, wird der Tunnel auf einem Drehkranz gelagert und laufend der Sonne nachgeführt, wobei die Richtung der Sonnenstrahlen parallel zur Richtung der Flugachse der Vögel ist (Abb. 2).

Die Prüfergebnisse sind Prozentwerte der Wahlentscheidungen für Flugrichtungen, die entweder zur markierten Prüfscheibe oder zur unmarkierten Referenzscheibe hin gerichtet sein können. Eine **geringe Rate** von Richtungsentscheidungen zur markierten **Prüfscheibe** bedeutet **hohe Wirksamkeit** der Markierung. Gemäß ONR

191040 kann dann von „Vogelschutzglas“ gesprochen werden, wenn im Wahlversuch mindestens 90% der Versuchsvögel zum Referenzkörper und höchstens 10% zum Prüfkörper fliegen.

Bis 2010 wurde in Hohenau nur die als ONR-Versuch beschriebene Methode (Austrian Standards Institute, 2010) eingesetzt. Eine in manchen Fällen kritische Einschränkung des ONR-Versuchs ergibt sich bei der Beurteilung der Wirkung von Spiegelungen auf den Scheiben. So kann etwa die Spiegelung hellen Himmels zu einer Reduzierung der Kontraste von weißen Markierungen führen. Auch können Markierungen auf Ebene 2 (Rückseite) von Spiegelungen auf Ebene 1 (Vorderseite) überlagert und die Wirkung der Markierung aufgehoben werden. Daher wurde eine weitere Untersuchungsmethode entwickelt, um diese Schwächen zu kompensieren.

## 2.2.2 WIN-Versuch

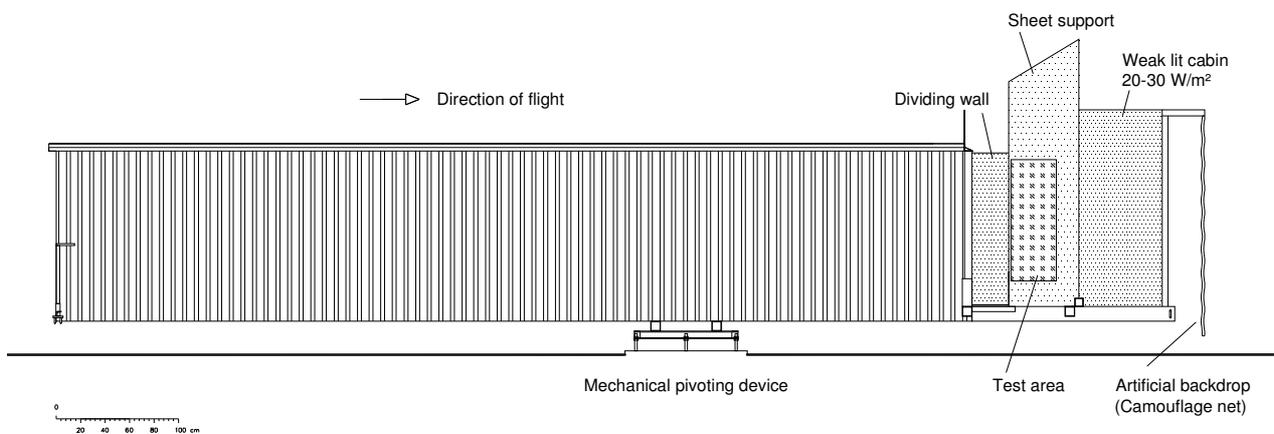


Abbildung 3: Flugtunnel für WIN-Tests. Ein Dach, Seitenwände und ein wenig lichtdurchlässiger Vorhang erzeugen eine schwach belichtete Kammer (*weak lit cabin*) im Hintergrund der Prüfscheiben. Die trapezförmige Platte (*sheet support*) verhindert die direkte Sicht der Vögel auf Himmel und Vegetation.

Um auch Fragen zur Bedeutung von Spiegelungen untersuchen zu können, wurde mit einer Adaptation des ONR-Versuchsaufbaus reagiert (Abb. 3), die nach der Anwendungs Idee Fenster, Fassade als „WIN-Versuch“ (*window*) bezeichnet wird. Die Versuchsanordnung impliziert zusätzliche Variablen, um Spiegelungen auf den Scheiben zu integrieren. Dazu werden Referenzscheibe und Prüfscheibe nicht normal, wie im ONR-Versuch, sondern im Winkel von  $55^\circ$  zur Flugachse montiert (Abb. 4) und erzeugen, ähnlich wie Seitenspiegel beim Auto, im Auge des Vogels Spiegelbilder. Die Einspiegelung von Sonnenlicht über die beiden Spiegel, die für die ONR\_Versuchsanordnung typisch sind (Abb. 2) entfällt, die Spiegel sind demontiert, Licht fällt direkt auf die Prüfscheiben. Wie im ONR-Versuch wird der Versuchstunnel dem Sonnenstand nachgeführt, um die Beleuchtungsverhältnisse symmetrisch zu halten.

Da im Hintergrund von Glasfassaden oder Fenstern nur geringe Lichtintensitäten herrschen, treten dort an Glasflächen häufig deutliche Spiegelungen auf. Beim „WIN-Versuch“ wird zur Simulation dieser Verhältnisse der Hintergrund durch Montage von Seitenwänden, Dach und einem Tarnnetz abgedunkelt und eine abgeschlossene Kammer erzeugt, in der durch indirekten Lichteinfall die Lichtintensität auf den Zielwert von  $<25\text{W/m}^2$  begrenzt wird.

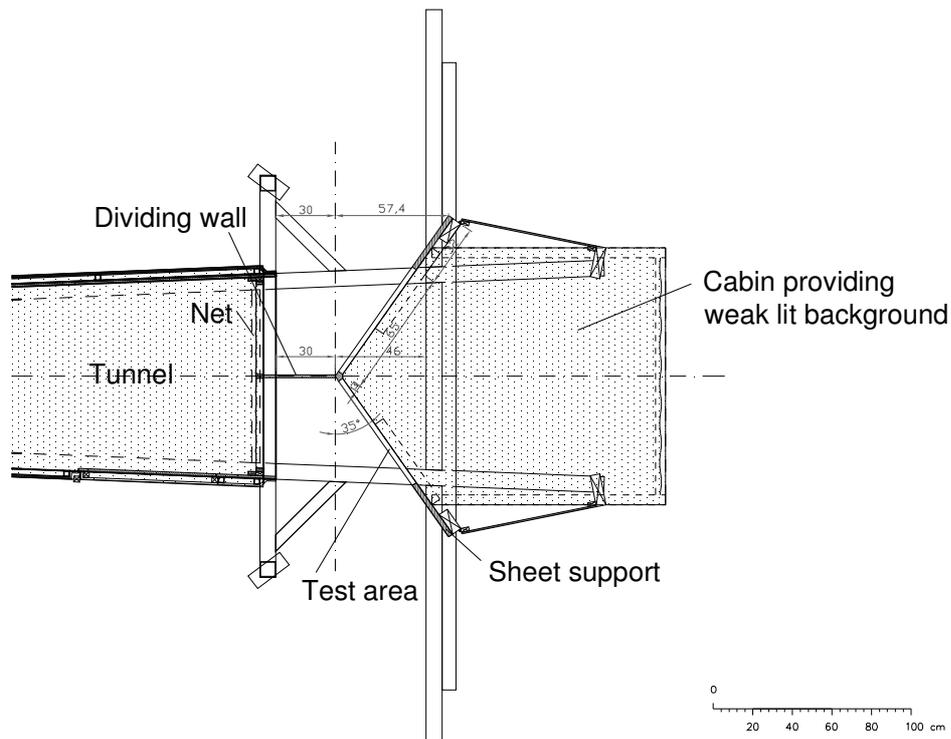


Abbildung 4: Schnitt durch Flugtunnel und überdachte Kammer (Simulation von Innenräumen) im Hintergrund der schräg zur Flugachse der Vögel stehenden Prüfscheiben (*test area*) im WIN-Versuch.

Für den WIN-Versuch existiert noch keine Norm und noch kein „Grenzwert“, der das aus Sicht des Vogelschutzes erforderliche Ausmaß des Wahlversuchsergebnisses bestimmt, derzeit zeichnet sich aber ab, dass ein Wert von höchstens 10% Anflüge zur Versuchsscheibe von hoch wirksamen Markierungen erreicht wird.

## 2.3 Referenzversuche

### 2.3.1 Referenzversuche für den ONR Versuch

Für den ONR-Versuch sind keine über die 2006 durchgeführten Vergleichsexperimente und dabei ermittelten Werte (Rössler et al. 2007) hinausgehende Referenzversuche notwendig, da Prüf- und Referenzscheibe baugleich sind.

### 2.3.2 WIN-Referenzversuch Floatglas

Für den WIN-Versuch ist es unumgänglich, über einen Referenzversuch einen Bezugswert zu ermitteln, der z.B. die Aussage erlaubt, ob mit *birdpen* markiertes Fensterglas deutlich von unmarkiertem Fensterglas zu unterscheiden ist. Daher wird ein Vergleichsexperiment durchgeführt, bei dem eine unmarkierte Floatglasscheibe gepaart mit der Referenz Silberspiegel untersucht und ermittelt wird, in welchem Ausmaß der hellere Spiegel häufiger angefliegen wird als die dunklere unmarkierte Scheibe. So können die relativen Werte (% Anflug zur markierten Scheibe vs. Spiegel und % Anflug zur unmarkierten Scheibe vs. Spiegel) mit einander verglichen werden und zur absoluten aussage führen, ob signifikante oder darüber hinausgehende Unterschiede bestehen.

### **2.3.3 WIN-Referenzversuch *birdpen* vs. Floatglas**

Für eine weitere Absicherung der Ergebnisse wurde ein Referenzversuch durchgeführt, der eine mit *birdpen* markierte Scheibe im Wahlversuch einer unmarkierten baugleichen Scheibe entgegenstellt. Dieses Ergebnis sollte dem relativen Unterschied zwischen den in den beiden oben geschilderten Versuchsserien ermittelten Ergebnissen entsprechen aber gleichzeitig einen absoluten Wert ergeben, der eine zusätzliche Einschätzung der Risikoverminderung durch *birdpen* erlaubt.

### **2.4 Protokollierung der Einzelversuche**

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.

### **2.5 Videodokumentation**

Die Versuchsflüge wurden mit einer außerhalb des Tunnels montierten und durch ein Loch in der Rückwand auf die Flugbahn der Vögel gerichteten digitalen Videokamera (Sony DCR-SX34E) im Aufnahmemodus „HQ“ (9 MBit/sec) aufgezeichnet. Die Daten wurden täglich auf externem PC gesichert.

### **2.6 Datenauswertung**

Die Datenauswertung umfasst das Zusammenführen der Feldprotokolle mit den automatisch aufgezeichneten Lichtmesswerten und der Videoauswertung. Es werden nur eindeutige Entscheidungen zwischen zwei Scheiben („links“, „rechts“) herangezogen und „mittige“ Anflüge verworfen. Abgebrochene Flüge, zögerliche Annäherung, Flüge entlang der Decke oder einer der Seitenwände können nicht gewertet werden. Sofern bereits während der Versuche deutlich wurde, dass der Versuch nicht gewertet werden kann, wurde der Versuch mit einem anderen Vogel wiederholt. Flüge, bei denen Unregelmäßigkeiten erst bei der Videoauswertung festgestellt wurden (unsymmetrischer Lichteinfall, offene Türe etc.), wurden nachträglich ausgeschieden.

#### **2.6.1 Videoauswertung**

Mit Hilfe der Videoauswertung (nach Saisonende) werden die protokollierten visuellen Beobachtungen während der Versuchsdurchführung kontrolliert. In Zeitlupe bzw. in Sequenzen zerlegt wird jeder Testflug begutachtet und überprüft, ob der Versuch gewertet werden kann oder verworfen werden muss. Häufigster Grund für die Ungültigkeit eines Einzelversuchs ist verweigerter oder zögerlicher Flug und Landung auf oder vor dem Netz. Die Hauptaufgabe der Videoanalyse besteht darin, zu prüfen und zu entscheiden, ob in Betracht gezogen werden muss, dass die Vögel das Netz erkannt und in einem auf das Netz bezogenen Ausweichmanöver die Seite gewechselt haben. Um diese Entscheidung zu standardisieren, gilt als Regel: plötzliche Richtungsänderung innerhalb der letzten fünf Videoframes vor Netzberührung (0,2 sec) führt zur Ausscheidung des Einzelversuchs.

#### **2.6.2 Ergebnisdarstellung**

Die Auswertung der Ergebnisse ist ein simpler Vorgang, bei der die Zahl der zur Referenzscheibe und zur Prüfscheibe geflogenen Vögel ermittelt und zueinander in Relation gesetzt wird. Ein signifikanter Unterschied zwischen den ermittelten Zahlen, wird in der Regel mit einem Binomialtest geprüft, und liegt bei den von uns verwendeten Stichproben von 80-100 Einzelexperimenten bei einem Verhältnis von ca. 42:58 vor. Ein solches 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: nach ONR 191040 kann von Vogelschutzglas gesprochen werden, wenn wenigstens 90% der Vögel im Wahlversuch zur Referenzscheibe fliegen. Eine verbreitete Missinterpretation des Wahlversuchs ist die Gleichsetzung eines bestimmten Anflugverhältnisses mit der Wirksamkeit der Markierung (vgl. untenstehender Kasten: Interpretation von Wahlversuchen). Als Ergebnis kann die vergleichende Positionierung eines Prüfergebnisses im *ranking* aller bisher untersuchten Markierungen gelten. Anzustreben ist das Vogelschutzglas-Kriterium 10:90.

<b>Interpretation von Wahlversuchen</b>
<p>Im Wahlversuch wird für zwei nicht zu unterscheidende Merkmale die Zufallsverteilung (50:50) erwartet. Daher ist bei einem beobachteten Anflugverhältnis von 50:50 folgende Aussage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• falsch: „Prüfscheibe ist 50% wirksam“</li> <li>• falsch: „Das Produkt reduziert Vogelanprall um 50%“</li> <li>• richtig: „Prüfscheibe ist unwirksam“</li> </ul> <p>In verschiedenen Studien und Produktbewerbungen wird häufig der Eindruck erzeugt, dass sich aufgrund der Anflugverhältnisse in Wahlversuchen auf die Anteile geretteter Vögel bei Verwendung des Produktes schließen ließe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• falsch: „Relative Anflugverhältnissen erlauben eine Quantifizierung der Wirksamkeit / der potenziell geretteten Vögel“</li> <li>• richtig: „Mit standardisierten experimentellen Versuchen können verschiedene Prüfscheiben miteinander verglichen werden (hohe Wirksamkeit, geringe Wirksamkeit). Es kann nicht vorhergesagt werden, wie viele potenziell gefährdete Vögel in der Natur gerettet werden“</li> </ul> <p><b>Beispiel einer irreführenden Interpretation des Wahlversuches:</b> siehe 1.2.3 „Bestehende Gutachten“, S. 3f in diesem Bericht.</p> <p><i>„Ergebnis: Von 102 Anflügen waren 67 auf die Kontrollscheibe und 35 auf die Testscheibe gerichtet. Fazit: Die Untersuchungen belegen eine Meidewirkung von ca. 66% auf der Basis der Stichprobengröße unter den gegebenen experimentellen Bedingungen. Danach ließen sich 2/3 der potentiellen Scheibenanflüge infolge einer Hinderniswahrnehmung verhindern....“</i></p>

## 2.7 Lichtmessungen und optische Messungen

### 2.7.1 Strahlungsmessung (versuchsbegleitend)

Zur Messung der Strahlung wurden zwei Silikon Photovoltaik Sensoren (Environmental Measurement Systems EMS 11) am Tunnel montiert. Die Sensoren messen die insgesamt einfallende Energie der Strahlung zwischen 400 und 1.100nm. Die Messintervalle betragen zehn Sekunden, die Messungen werden als Minutenmittelwerte auf einem Datenlogger (EMS Mini Cube) registriert, alle zwei Wochen ausgelesen und auf externem PC gespeichert.

### 2.7.1.1 Messung der Globalstrahlung

Für die Messung der Globalstrahlung befindet sich ein Sensor etwa 2m über dem Boden, die Messebene ist horizontal, gemessen wird die Summe aus diffuser Himmelsstrahlung und direkter Sonnenstrahlung (Abb. 5).

### 2.7.1.2. Messung der Lichtintensität des Scheibenhintergrundes

Für die Messung der Lichtintensität des Scheibenhintergrundes, der in der Sichtachse des Testvogels im ONR-Versuch aus einer Kombination aus Himmel und Vegetation und im WIN Versuch aus dem simulierten Innenraum besteht, wurde der Sensor auf der Mittelachse des Tunnels in ca. 50cm Höhe befestigt und 30° nach oben geneigt (Abb. 6).



Abbildung 5: Photovoltaik-Sensor zur Messung der Globalstrahlung.



Abbildung 6: Photovoltaik-Sensor zur Messung der Strahlung hinter den Versuchsscheiben.

### 2.7.2 Optische Messungen zum Reflexions- und Absorptionsverhalten von *birdpen* (Lichtlabor)

*birdpen* wird als für den Menschen unsichtbare Substanz beworben, die für Vögel auf Grund einer entstehenden „speziellen UV-Beschichtung“ ([http://www.drkolbe.de/userfiles/files/pdf/Dr\\_Kolbe\\_Flyer.pdf](http://www.drkolbe.de/userfiles/files/pdf/Dr_Kolbe_Flyer.pdf) - letzter Zugriff: 24.03.2015) abschreckend wirkt. Zu erwarten ist nach der Produktbeschreibung, dass es im UV zu deutlich unterschiedlichen Reflexions-Niveaus zwischen 350-400nm (für viele Singvögel theoretisch wahrnehmbares UV) einerseits und 400-700nm (für Menschen wahrnehmbares Licht) andererseits kommen wird und dass das optische Verhalten zumindest im UV stark von jenem der unbeschichteten Floatglasscheibe abweicht.

Um die spektrale Wirkung der speziellen UV-Beschichtung optisch darzustellen, wurde eine tunnelversuchsidentische Floatglasscheibe auf zwei getrennten Flächen mit *birdpen* beschichtet (Beschichtung 1 und 2) und im Dezember 2013 im Lichtlabor des Institutes für Meteorologie der Universität für Bodenkultur spektrometrisch gemessen.

Als Lichtquelle dient eine Halogen-Lampe (HLX64625 100W), die sich zur Vermeidung von Streulicht in einem Gehäuse mit einer zum Messgerät hin orientierten Öffnung von 10 x 10mm befindet. Der von der Lichtquelle ausgesendete Lichtstrahl trifft auf einen Lichtleiter (LI-J1010 –SMA) mit vorgesetzter Blende. Der Lichtleiter leitet von ultraviolett bis langwelligem Licht verlustarm zum Messsensor.

Das Messobjekt ist stehend auf einem Drehtisch montiert, der mit computergesteuerten Stellmotoren den Winkel von Prüfebene und Lichtstrahl in 7200 Schritten den Messerfordernissen anpassen kann. Die Messfläche befindet sich in der Drehachse. Die Lichtquelle rotiert unabhängig um den gemeinsamen Drehpunkt.

Zu Beginn und am Ende jeder Mess-Sitzung werden Referenzmessungen des Lichtes (direkt ungehindert) und des Dunkelstromes (Grundrauschen des Spektrometers) vorgenommen.

Das Spektrometer von Ocean Optics (USB 2000+) misst Wellenlängen von 188,94 nm bis 896,40 nm in insgesamt 2048 Schritten. Jede Messung ist ein Mittelwert aus 100 Einzelmessungen. In dieser Studie wird nur der Spektralbereich 350 – 700 nm dargestellt, da andere Wellenlängen für das Vogelaugengewebe ohne Bedeutung sind. Die Ergebnisse sind Mittelwerte aus zwei bis fünf Messungen, für die der gemessene Ausschnitt jeweils leicht verschoben wurde, um den zwangsläufig nicht vollständig homogenen *birdpen*-Film möglichst umfassend erfassen und darstellen zu können.



Abbildung 7: Spektrale Messung, hier der Transmissions-Eigenschaften, einer großflächigen *birdpen*-Beschichtung. Rechts: Lichtquelle, Bildmitte angestrahlte *birdpen*-Beschichtung. Der Sensor des Spektrometers befindet sich dahinter (links). Die Prüfscheibe wird mit Computer-gesteuerten Stellmotoren ausgerichtet.

## 2.8 Beschreibung der Prüfscheibe



Abbildung 8: Applikation am Arbeitstisch: Streifen praktisch nicht sichtbar und Arbeitsfortschritt schwer kontrollierbar.



Abbildung 9: Ins Licht gedreht oder im Gegenlicht werden Klebstoff-Rückstand-artige Schlieren erkennbar.

In beiden Jahren wurde jeweils ein Set *birdpen* am 19.06.2013 beim NABU Natur-Shop bzw. am 23.07.2014 bei Dr. Martin Regner bestellt und langten am 28.06.2013 bzw. am 30.07.2014 ein. Am 06.08.2013 und am 01.08.2014 wurden jeweils 2 Floatglasscheiben (Länge 100cm, Breite 50cm bzw. 65cm, Stärke 4mm) wie in der beigelegten Gebrauchsanweisung beschrieben mit *birdpen* -Markierungen versehen. Dazu wurden die Scheiben gereinigt. Danach wurden mit Schablonen 2cm breite Streifen von 100cm Länge bei Kantenabständen von 5cm wie angegeben in einem Zug aufgetragen, die Scheiben kurz zum Trocknen aufgestellt und dann staubgeschützt bis

zum Beginn der Untersuchungen verstaubt. Am 01.09.2013 und am 30.08.2014 wurde dieser Vorgang wiederholt. Dies war notwendig, da in unserem Versuch konstant mit gereinigten Scheiben gearbeitet wird und ständige Reinigung bei der ablösbaren *birdpen*-Beschichtung nicht möglich ist.



Abbildung 10: *birdpen*, vertikale Streifen gegen natürlichen Hintergrund



Abbildung 11: ONR-Versuch. Blick aus Perspektive der durch den Tunnel fliegenden Vögel auf Referenzscheibe (links) und Prüfscheibe (rechts).

Die Scheiben lagen beim Auftragen von *birdpen* auf einem Arbeitstisch, das Licht kam von oben. Bei den so herrschenden Lichtverhältnissen war es kaum möglich, die Arbeit zu kontrollieren, da praktisch kein Ergebnis zu sehen war und es keine Kontrolle darüber gab, ob nicht eventuell der ganze Stift fehlerhaft war (Abb. 8). Im Gegenlicht wurden die Streifen aber als Klebstoff-Rückstand-artige Schlieren sichtbar (Abb. 9 und 10). Abb. 11 zeigt das Scheibenpaar bestehend aus Referenzscheibe (links) und Prüfscheibe (rechts) aus Sicht des anfliegenden Vogels in der ONR-Versuchsanordnung, Abb. 12 zeigt die Anordnung für den Wahlversuch im Standard WIN-Versuch (links Spiegel, rechts Versuchsscheibe) und Abb. 13 zeigt die Konfiguration für den Referenzversuch *birdpen* vs. Floatglas (links eine unmarkierte Floatglasscheibe und rechts Floatglas mit *birdpen*-Markierung).



Abbildung 12: WIN-Versuch. Links Spiegel (Referenz), rechts Prüfscheibe (*birdpen* auf Floatglas)



Abbildung 13: WIN-Referenztest *birdpen* vs. Floatglas. Links unmarkierte Floatglasscheibe (Referenz), rechts Prüfscheibe (*birdpen* auf Floatglas).

## 2.9 Beschreibung der Referenzscheiben

### 2.9.1 Referenzscheibe im ONR Versuch – Floatglas unmarkiert

Die Referenzscheibe im ONR-Versuch ist unmarkiertes 4mm Floatglas, das identisch ist mit jenem Glas, auf das *birdpen* aufgebracht wurde.

### 2.9.2 Referenzscheibe (Referenzreflektor) im WIN Versuch – herkömmlicher Silberspiegel

Der WIN-Versuch prüft die Wirksamkeit von Markierungen unter spiegelnden Bedingungen, wobei die Spiegelungen von den Lichtverhältnissen vor und hinter den Scheiben und von der Beschaffenheit der Gläser abhängen. Die Unterschiede im Handel erhältlicher Gläser von herkömmlichem monolithischem Floatglas, über Glas mit speziellen „entspiegelnden“ Beschichtungen, bis zur Vielzahl in der Regel stark spiegelnder Isoliergläser legt auch eine Vielzahl von „baugleichen“ Referenzscheiben nahe. Die Folge davon wäre, dass sich keine generalisierbare Rangfolge verschiedener und unterschiedlich markierter Produkte machen ließe und jeweils nur die Aussage möglich wäre, dass ein bestimmter Markierungstyp X auf einer Scheibe Y um einen gewissen Wert anprallsicherer wäre als Scheibe Y ohne Markierung. Die Aussicht auf solchermaßen beschränkte Aussagen bedingt die Suche nach einem „Universalreflektor“, mit dem auch unterschiedliche Wirksamkeiten verschiedener Markierungstypen auf verschiedenen Produkten zu einander in Bezug gesetzt werden können. Der von uns gewählte Universalreflektor ist ein Silberspiegel, gleich jenem der im ONR-Versuch für die Beleuchtung der Scheiben sorgt (Reflexionswerte: Rössler et al. 2007), da zu erwarten ist, dass sein Reflexionsvermögen von keinem der potenziellen Prüfgläser übertroffen wird.

### 2.9.3 Referenzscheibe im Referenzversuch *birdpen* vs. Floatglas

Im WIN-Referenzversuch *birdpen* vs. Floatglas ist unmarkiertes 4mm Floatglas die Referenzscheibe.

## 2.10. Untersuchungszeitraum und tageszeitliche Verteilung der Einzelversuche

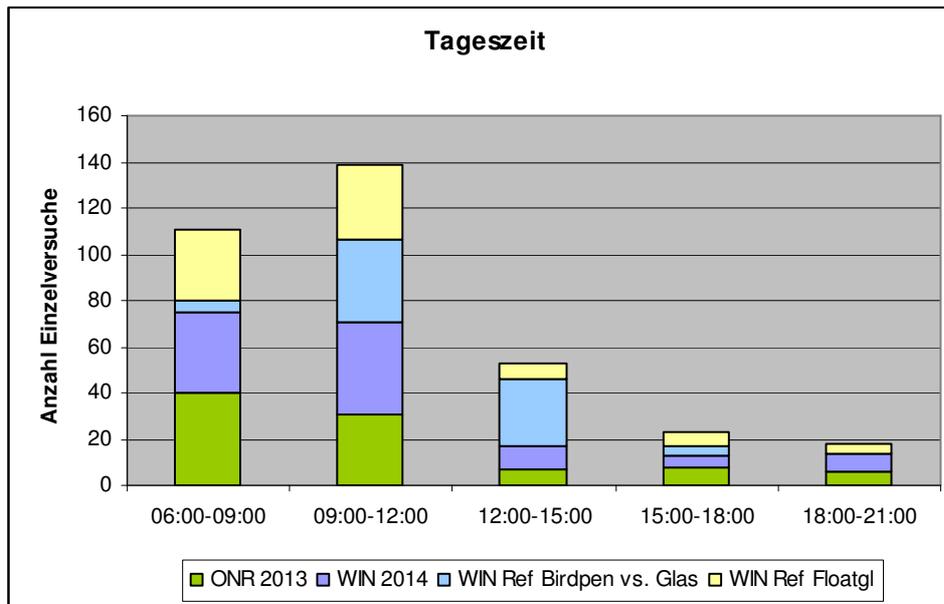


Abbildung 14: Tageszeitliche Verteilung der Versuche nach Tageszeit ONR 2013 (ideale Durchsicht), WIN 2014 (Berücksichtigung von Spiegelungen), WIN Ref *birdpen* vs. Glas (Referenzversuch entsprechend WIN mit Floatglas als Referenzscheibe), WIN Ref Floatglas (Referenzversuch WIN für unmarkierte Floatglasscheibe).

Die Untersuchungen fanden zwischen dem 09.08 und dem 02.09.2013 (ONR-Test) und zwischen 01.08. und 15.09. 2014 (WIN Test und Referenzversuche) statt. Die Versuche fanden in Abhängigkeit von den jeweils herrschenden Sonnenaufgangs-Zeitpunkten, den jeweiligen Tageslängen und der zeitlichen Verteilung der Netzfänge statt. Die zeitliche Verteilung der Einzelversuche (Abb. 14) entspricht größenordnungsmäßig der täglichen Aktivitätsverteilung der Vögel im Freiland. Etwa drei Viertel der Versuche fanden am Morgen und Vormittag (bis 12:00 MESZ) statt.

## 2.11 Zahl der gültigen und ungültigen Einzelversuche

Es konnten nach abschließender Videoanalyse 344 Einzelversuche (78%) zur Auswertung herangezogen werden. 107 Vögel (22%) verweigerten den Flug oder flogen nur zögerlich zum Netz, flogen mittig an oder wurden auf Basis der Videoanalyse wegen wahrscheinlicher Netzerkennung ausgeschieden.

## 2.12 Versuchsvögel

Tabelle 1: Übersicht über die Versuchsvögel (30 Arten).

Vogelart		ONR 2013	WIN 2014	Referenzversuche 2014		Summe
				WIN Referenz <i>birdpen</i> vs Glas	WIN Referenz Floatglas	
		Durchsicht	Spiegelung			
Bienenfresser	<i>Merops apiaster</i>	3				3
Wendehals	<i>Jynx torquilla</i>	3		1	2	6
Buntspecht	<i>Dendrocopos major</i>		1	1	1	3
Kleinspecht	<i>Dendrocopos minor</i>	1				1
Rauchschwalbe	<i>Hirundo rustica</i>		1		1	2
Baumpieper	<i>Anthus trivialis</i>				1	1
Heckenbraunelle	<i>Prunella modularis</i>				1	1
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>				1	1
Nachtigall	<i>Luscinia megarhynchos</i>	1	2			3
Blaukehlchen	<i>Luscinia svecica</i>	1	1	1		3
Gartenrotschwanz	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>		1			1
Braunkehlchen	<i>Saxicola rubetra</i>	1				1
Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	7	6	6	6	25
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>	16	16	1	22	55
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	4	2	2	1	9
Drosselrohrsänger	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	9			3	12
Sperbergrasmücke	<i>Sylvia nisoria</i>	1				1
Klappergrasmücke	<i>Sylvia curruca</i>			2		2
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	8	11	3	4	26
Gartengrasmücke	<i>Sylvia borin</i>	4	5	4	1	14
Mönchsgrasmücke	<i>Sylvia atricapilla</i>	2	18	7	2	29
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>				3	3
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	1	2		1	4
Grauschnäpper	<i>Ficedula hypoleuca</i>	1		1		2
Blaumeise	<i>Parus caeruleus</i>	1	11	5	3	20
Kohlmeise	<i>Parus major</i>	6	8	11	11	36
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	8	5	2		15
Raubwürger	<i>Lanius excubitor</i>				1	1
Feldsperling	<i>Passer montanus</i>	4	5	20	14	43
Grünling	<i>Carduelis chloris</i>	1		1		2
<b>Summe</b>		<b>92</b>	<b>98</b>	<b>73</b>	<b>81</b>	<b>344</b>

## 3 ERGEBNISSE

### 3.1 Optische Messungen der *birdpen*-Beschichtung auf Floatglas

*birdpen* wird vom Hersteller als unsichtbar für den Menschen und sichtbar für Vögel beschrieben und dies mit nicht näher erläuterten Wirkungen im UV-Bereich begründet. Genauere Angaben über optische Eigenschaften der Substanz sind nicht verfügbar. Zu erwarten sind auf Grund der Beschreibung der Wirkungsweise von *birdpen* deutliche Kontraste zwischen unbeschichtetem und mit *birdpen* beschichtetem Floatglas. Diese sollen vor allem oder zur Gänze im für den Menschen unsichtbaren UV auftreten.

#### 3.1.1 Transmission

In Abb. 15 dargestellt sind die Messwerte für die spektrale Lichtstärke in Prozent der von der Lichtquelle emittierten Strahlung bei Durchtritt durch unbeschichtetes 4mm starkes Floatglas (blaue Kurve) bzw durch eine *birdpen*-Beschichtung auf 4mm starkem Floatglas (grüne Kurven). Die Transmissionsmessung zeigt deutlich eine stärkere UV-Absorption (350 – 400nm) von *birdpen* als von unbeschichtetem Floatglas.

Diese Kontraste werden in der Praxis allerdings nur dann relevant, wenn sich hinter der Scheibe eine UV-Quelle wie Wolken, Himmel, Sonne, Wasser oder Schnee befinden, Innenräume von Häusern und Oberflächen von Pflanzen etc. reflektieren kein UV. Bei Anwendungen von *birdpen* an Fenstern ist diese Charakteristik also irrelevant. Im ONR-Versuch kann ein Kontrast zwischen Beschichtung und unmarkierten Abschnitten an der Glasoberfläche zum Tragen kommen, da etwa ein Drittel des Blickfeldes der Vögel von Himmel eingenommen wird. Dies begünstigt eine potenziell bessere Erkennbarkeit im Vergleich zu Anwendungen auf Fenstern von Gebäuden mit UV-freier Hinterleuchtung.

#### 3.1.2 Reflexion unter 90°

Im Reflexionsverhalten bei orthogonaler Sicht (90°) auf das Glas und orthogonalem Lichteinfall reflektiert die *birdpen* Beschichtung generell geringere Lichtmengen als Floatglas, was auf Streuung an der raueren Oberfläche zurückzuführen ist (Abb. 16). Im UV ist der Verlust stärker als bei Wellenlängen >400nm. Diese Kontraste sind aber sehr gering. Zwischen 350 und 400nm werden im UV von Glas durchschnittlich 9,2% und von *birdpen* 7,2%, im Spektralbereich >400nm von Glas 7,2% und von *birdpen* 6,0% der Lichtmenge reflektiert.

#### 3.1.3 Reflexion unter 35°

Bei seitlich einfallendem Licht (Winkel 35°) ist die Reflexion generell etwas höher, ohne dass sich am Gesamtbild oder an den Kontrasten etwas ändert (Abb. 17). Zwischen 350 und 400nm werden im UV von Glas durchschnittlich 12,2% und von *birdpen* 9,8%, im Spektralbereich >400nm von Glas 8,4% und von *birdpen* 6,4% der von der Lichtquelle einfallenden Lichtmenge reflektiert.

#### 3.1.4 Zusammenfassung der optischen Messergebnisse

Zusammengefasst bedeutet dies, dass, 1) im für den Menschen nicht wahrnehmbaren Spektralbereich <400nm keine starken Kontraste entstehen, 2) eine Ausnahme darin in einer stärkeren UV-Absorption aus dem Scheibenhintergrund besteht, die allerdings bei Fenstern von Gebäuden keine praktische Relevanz hat (kein UV hinter den Scheiben) und 3) nicht begründbar ist, warum *birdpen* bei derart geringen Kontrasten, im UV deutlicher wahrnehmbar sein könnte als im für den Menschen sichtbaren Spektralbereich.

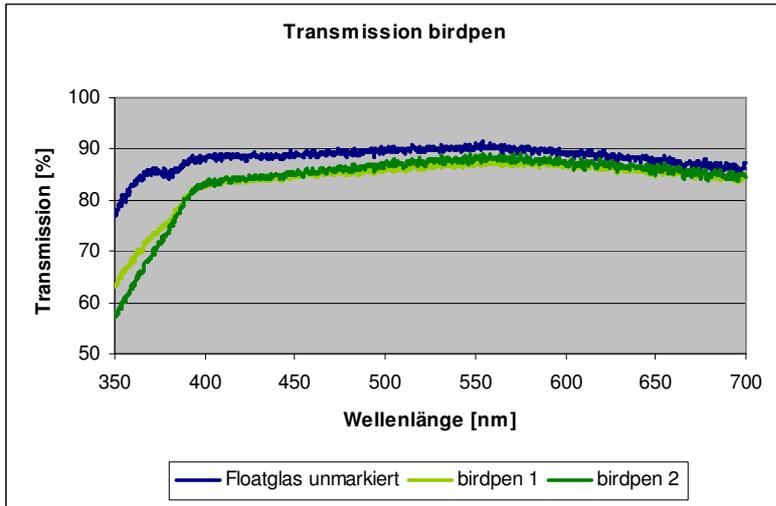


Abbildung 15: Spektrale Transmission bei unmarkiertem Floatglas (blau) und Floatglas mit *birdpen*-Beschichtung (Grüntöne). Stärkere UV-Absorption von *birdpen* ist deutlich erkennbar. In der praktischen Anwendung als Fenstermarkierung ist UV-Absorption aus dem Hintergrundlicht jedoch ohne Bedeutung, da von Innenräumen kein UV ausgesendet wird.

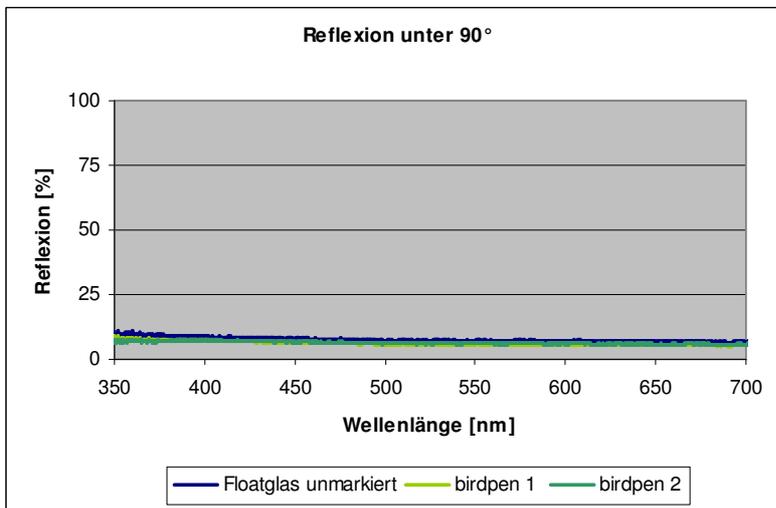


Abbildung 16: Spektrale Reflexion bei unmarkiertem Floatglas (blau) und *birdpen* (Grüntöne). Die Messung zeigt geringe Kontraste, die im UV etwas stärker sind als im Spektralbereich >400nm

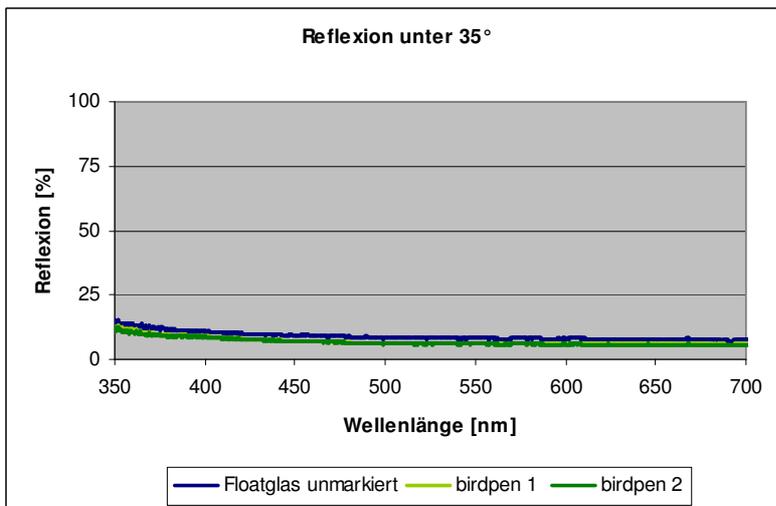


Abbildung 17: Spektrale Reflexion bei unmarkiertem Floatglas (blau) und *birdpen* (Grüntöne). Die Messung zeigt geringe Kontraste, die im UV etwas stärker sind als im Spektralbereich >400nm

### 3.2 Messungen der Lichtverhältnisse während der Untersuchung

#### 3.2.1 ONR - Versuche

Die Prüfscheiben werden nie direkt von der Sonne angestrahlt, um harte Schatten auf den Markierungen zu vermeiden. Bei Sonne werden die Prüfscheiben über die seitlichen Spiegel stark und homogen ausgeleuchtet, bei diffuser Strahlung nimmt die Beleuchtung der Prüfscheiben nach innen und nach unten zu ab. 95% der Versuche konnten bei direkter Sonneneinstrahlung gemacht werden (Tab. 2). Die Globalstrahlung betrug maximal  $908 \text{ Wm}^{-2}$ . 38% der Einzelversuche fanden bei Globalstrahlungs-Werten über  $400 \text{ Wm}^{-2}$  statt. Die im Hintergrund der Scheiben gemessene Strahlung betrug zur Hälfte weniger zur Hälfte mehr als  $60 \text{ Wm}^{-2}$ .

Tabelle 2: Anzahl von ONR Versuchen bei 1) diffusem Licht bzw. direkter Sonneneinstrahlung, 2) Intensität der Globalstrahlung, 3) Lichtintensität der Vegetation im Hintergrund

Beleuchtung		Lichtintensität [ $\text{Wm}^{-2}$ ]			
		Globalstrahlung		Hintergrund	
diffus	Sonne	< 400	> 400	< 60	> 60
5	87	57	35	47	45
5,4%	94,6%	62,0%	38,0%	51,1%	48,9%

#### 3.2.2 WIN – Versuche

Die WIN Versuche, fanden zum überwiegenden Teil bei direkter Sonneneinstrahlung statt, beim WIN-Referenztest birdpen vs. Floatglas gab es allerdings etwa gleich häufig Sonneneinstrahlung wie diffuses Licht (Tab. 3). In die Beleuchtungskategorie mit einer Globalstrahlung über  $400 \text{ Wm}^{-2}$  fiel ca. ein Drittel der Experimente.

Tabelle 3: Anzahl von WIN Versuchen bei diffusem Licht bzw. direkter Sonneneinstrahlung und unterschiedlicher Intensität der Globalstrahlung,

	Beleuchtung		Globalstrahlung [ $\text{Wm}^{-2}$ ]		
	diffus	Sonne	< 400	> 400	nicht gem.
WIN 2014	18	80	57	41	
WIN Referenz <i>birdpen</i> vs Glas	39	34	54	18	1
WIN Referenz Floatglas	22	59	48	32	1
<b>Summe</b>	<b>79</b>	<b>173</b>	<b>159</b>	<b>91</b>	<b>2</b>
Anteil	31,3%	68,7%	63,1%	36,1%	0,8%

### 3.3 Versuchsergebnisse

#### 3.3.1 Methodische Integrität der Versuche

Eine Voraussetzung für die Integrität der Versuche besteht in der zufälligen Reihenfolge der einzelnen Versuche und in der gleichen Häufigkeit der Seite (links oder rechts), auf der die Versuchsscheiben im Wahlversuch angebracht wurden. Erwartungsgemäß sollten sich bei gleicher Verteilung der Versuchsscheiben auf die linke und rechte Seite, auch die Anflüge gleich verteilen, und auch bei einer Differenzierung in Anflüge zur unmarkierten Referenzscheibe und zur markierten Prüfscheibe sollten sich diese gleich auf die linke und die rechte Seite verteilen. Tab. 4 zeigt, dass die beobachteten Verteilungen nicht von der erwarteten Gleichverteilung abweichen und die Voraussetzungen erfüllt sind.

Tabelle 4: 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. In allen Fällen herrscht Gleichverteilung (Pearson's  $\chi^2$ -test, in allen Fällen n.s.).

	links	rechts	Summe	p-value
<b>ONR 2013</b>				
Position der Prüfscheibe	45	47	92	
Anflüge in den Einzelversuchen	47	45	92	
Anflüge zur Referenzscheibe	22	20	42	0,921
<b>WIN 2014</b>				
Position der Prüfscheibe	44	54	98	
Anflüge in den Einzelversuchen	57	41	98	
Anflüge zur Referenzscheibe	47	34	81	0,109
<b>WIN Referenz <i>birdpen</i> vs Glas</b>				
Position der Prüfscheibe	31	42	73	
Anflüge in den Einzelversuchen	36	37	73	
Anflüge zur Referenzscheibe	26	31	57	0,708
<b>WIN Referenz Floatglas</b>				
Position der Prüfscheibe	38	43	81	
Anflüge in den Einzelversuchen	43	38	81	
Anflüge zur Referenzscheibe	32	27	59	0,629

#### 3.3.2 Prüfergebnis ONR 2013

Die Prüfung nach ONR (2013) zeigt, dass sich die Anflüge zufällig auf die linke und rechte Scheibe verteilen: 54,3% der Vögel flogen zur mit *birdpen* markierten Scheibe, 45,7% flogen zur unmarkierten Referenzscheibe (Tab. 5). Es konnte also bei spiegelungsfreier Durchsicht keine von der Beschichtung ausgehende Wirkung erkannt werden. Eine Auswertung der Anflugverhältnisse bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen zeigt keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse. Ein Einfluss von direkter Sonneneinstrahlung, Globalstrahlung und der Lichtstärke im Scheibenhintergrund konnte nicht festgestellt werden.

Tabelle 5: Prüfergebnis ONR-Versuch: Verteilung der Anflüge zur Prüf- und zur Referenzscheibe.

Anzahl Einzelversuche	Anflug zu		
	Referenzscheibe	Prüfscheibe	Prüfscheibe [%]
92	42	50	54,3

### 3.3.3 Prüfergebnis WIN-Versuche

Für den zu erwartenden Hauptanwendungsbereich von *birdpen* sind vor allem die Ergebnisse der WIN-Versuche ausschlaggebend, da hier Spiegelungen und dunkler Scheibenhintergrund integriert werden. Im Standard-WIN Versuch (WIN 2014) fliegen 17,3% der Vögel zur mit *birdpen* markierten Scheibe. Eine gänzlich unmarkierte Floatglasscheibe wird unter vergleichbaren Bedingungen von 27,2% der Vögel angefliegen. Die mit *birdpen* markierte Scheibe wird also signifikant seltener angefliegen als eine unmarkierte Scheibe (Fisher's Exact test  $p=0,038$ ). Das Ausmaß, in welchem die markierte Scheibe seltener angefliegen wird, ist allerdings gering. Der Referenzversuch *birdpen* versus Floatglas verdeutlicht dies mit einem Ergebnis von 35,6% Anflüge zur mit *birdpen* markierten Scheibe (Binomialtest:  $p = 0,019$ ).

Tabelle 6: Ergebnisse des Bezugs-Referenztests (WIN Referenztest Floatglas) für den Standard WIN Versuch Standard-WIN Versuch (WIN 2014), dem und einen vergleichenden Test (WIN Referenztest *birdpen* vs. Floatglas).

Versuch	Prüfscheibe	Referenz	Anzahl Einzelversuche	Anflug zu		
				Referenzscheibe	Prüfscheibe	Prüfscheibe [%]
WIN 2014	<i>birdpen</i>	Spiegel	98	81	17	17,3
WIN Referenztest Floatglas	Floatglas unmarkiert	Spiegel	81	59	22	27,2
WIN Referenztest <i>birdpen</i> vs. Floatglas	<i>birdpen</i>	Floatglas unmarkiert	73	47	26	35,6
Summe			252	187	65	

## 4 ABSCHLIESSENDE BEURTEILUNG

Optische Messungen der *birdpen*-Beschichtung liefern keine Hinweise auf die vom Hersteller als wissenschaftliche Begründung für die Wirksamkeit angeführten UV-Kontraste zwischen unbeschichtetem und mit *birdpen* versehenem Glas. Es konnten keine relevanten optischen Merkmale im UV gemessen werden. Es wäre wünschenswert, dass der Hersteller alternative Messungen veröffentlicht, sofern er über solche verfügt.

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen von *birdpen* zeigen Unterschiede zwischen spiegelungsfreier Durchsicht und Untersuchung bei dunklem Hintergrund mit fakultativen Spiegelungen. Unter idealen Bedingungen mit spiegelungsfreier Durchsicht wird *birdpen* von Vögeln nicht erkannt und erweist sich im ONR-Versuch als unwirksam. In 92 gültigen Einzelversuchen flogen die Vögel Referenz- und Prüfscheibe in zufälligem Ausmaß an. Im WIN Versuch (98 Einzelversuche), der den zu erwartenden Hauptanwendungsbereich (Markierung von Fensterscheiben bei relativ dunklem Hintergrund; Inneres von Gebäuden) simuliert, zeigt sich eine gewisse Erkennbarkeit der mit *birdpen* markierten Scheibe, die signifikant (ca. 10%-Punkte) über der von unmarkiertem Floatglas (81 Einzelversuche) liegt. Der Standard WIN-Versuch wurde mit einem Referenzversuch verknüpft, bei dem das Prüfscheibenpaar einen direkten Vergleich von markierter mit unmarkierter Scheibe ermöglicht (73

Einzelversuche). Das entsprechende Ergebnis (35,6% Anflüge zur markierten Scheibe) mit signifikanter aber schwacher Wirkung ist kongruent zu den oben gezeigten Ergebnissen. Dies erlaubt keinesfalls die in 1.2.3 als „Fazit“ dargestellte Interpretation („ca. 66% Meidewirkung“), wie dies bereits im Abschnitt 2.6.2 zu erklären versucht wurde. *birdpen* wird auf einem Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  aber  $p > 0,01$  sowohl im Vergleich der beiden Versuchsreihen mit der Referenzscheibe Spiegel (WIN 2014 und WIN Referenztest Floatglas) weniger häufig angefliegen, als auch im Versuch, bei dem die mit *birdpen* markierte Scheibe gepaart mit einer unmarkierten Scheibe geprüft wird. Es handelt sich um ein gerade noch statistisch signifikantes Ergebnis, was auf eine gerade noch belegbare Erkennbarkeit schließen lässt, wobei diese Erkennbarkeit vermutlich nicht auf die (niedrigen) Kontraste im UV zurückzuführen ist. Interessanterweise passt das Ergebnis von 35,6% zum von Ley ermittelten Wert von 34,3% (35 von 102 zur markierten Scheibe – siehe 1.2.3), wobei Ley mit Durchsicht auf natürlichen Hintergrund und mit künstlicher Beleuchtung der markierten Scheibe mit einer OSRAM Vitalux – Lampe gearbeitet hat.

Das statistisch (gerade noch) signifikante Ergebnis belegt keinen besonderen Wert von *birdpen* für den Vogelschutz, vielmehr ist das Ergebnis als „ganz schwache Wirksamkeit“ zu interpretieren, das sehr weit von hoch wirksamen Markierungen entfernt ist, die mittlerweile auch im WIN-Versuch geprüft worden sind und Werte von unter 10% Anflüge zur Prüfscheibe erreichen. Von einer Empfehlung von *birdpen* sollte also in Kenntnis anderer Markierungsmöglichkeiten abgesehen werden.

## 5 LITERATUR

Austrian Standards Institute (2010): ONR 191040. Vogelschutzglas – Prüfung der Wirksamkeit. Wien. 17 pp.

Rössler, M. & W. Doppler (2014): Vogelanprall an Glasflächen. Geprüfte Muster. Folder der Wiener Umweltschutzgesellschaft. Wien.

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. Hohenau a.d. March, 56 pp.

Prüfer:

DI Martin Rössler  
Matznergasse 8/28  
A-1140 Wien  
email: [m\\_roessler@gmx.at](mailto:m_roessler@gmx.at)

Im Auftrag der  
Wiener Umweltschutzgesellschaft  
Muthgasse 62  
A-1190 Wien  
Kontakt: [wilfried.doppler@wien.gv.at](mailto:wilfried.doppler@wien.gv.at)