



Bayerischer Naturschutzfonds
Stiftung des Öffentlichen Rechts



„Evaluierung von Maßnahmen und Produkten zur Reduzierung von Vogelschlag in der realen Anwendung“

Abschlussbericht 2021

Inhalt

• Einleitung.....	3
• Hintergrund	3
• Organisation und Methoden	4
• <i>Test-Methoden</i>	4
• <i>Variante A „Test- und Kontrollscheibe“</i>	4
• <i>Variante B „Vorher – Nachher“</i>	5
<i>Getestete Markierungen</i>	5
• <i>Organisatorischer Ablauf der Studie</i>	5
• <i>Maßnahmen zur Teilnehmer-Akquise</i>	6
• <i>Entwicklung der Teilnehmer-Zahlen</i>	7
• Umfang der Testflächen und getesteten Markierungen.....	8
• <i>Zur Verfügung stehende Testfläche</i>	8
• <i>Umfang der getesteten Markierungen</i>	8
Ergebnisse.....	

•	<i>Gesamtdarstellung der Vogelschlag-Zahlen</i>	
•	<i>Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich Wirkung der Markierungen.....</i>	
	<i>Definition von Wirksamkeit und Aussagekraft.....</i>	
•	<i>Übersicht der Ergebnisse nach Methode und Markierung.....</i>	13
•	<i>Birdsticker.....</i>	14
•	<i>Gesamtbetrachtung.....</i>	15
•	<i>Einfluss von Scheibenparametern auf die Wirkung der einzelnen Markierungen</i>	
•	<i>Parameter: Gefährdungsursache.....</i>	16
•	<i>Parameter: Ausrichtung.....</i>	18
•	<i>Parameter: Lichtverhältnisse.....</i>	19
•	<i>Parameter: Ausstattung der Umgebung.....</i>	21
•	<i>Parameter: Entfernung zu Büschen und Bäumen.....</i>	22
•	Fehlerbetrachtung.....	
4	<i>Fehlerquellen durch die Methodenvariante Test- und Kontrollscheibe.....</i>	
	<i>Fehlerquellen durch die Methodenvariante Vorher – Nachher</i>	
5	<i>Zusammenfassung.....</i>	

- **Einleitung**

Glas ist in der modernen Architektur als Baustoff und beliebtes Gestaltungselement nicht mehr wegzudenken. Für Vögel stellt dies jedoch ein großes Problem dar, denn sie können transparentes und spiegelndes Glas nicht als Hindernis wahrnehmen. Die Kollision mit einer Glasscheibe endet für den Vogel meist tödlich. Nach einer Hochrechnung der Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW 2017) kommen jährlich rund 100 bis 115 Millionen Vögel in Deutschland auf diese Weise ums Leben. Damit ist Vogelschlag an Glas ist eines der größten Vogelschutzprobleme im Siedlungsraum.

Das Wissen, mit welchen Maßnahmen gläserne Vogelfallen vermieden werden können, ist in den letzten Jahren deutlich angewachsen. Neben sichtbaren Markierungen und Mustern, die sich als hoch wirksamer Schutz erwiesen haben, werden vermehrt auch transparente Markierungen angeboten, die durch UV-Reflexion oder UV-Absorption Glas für Vögel erkennbar machen sollen. Zu deren tatsächlicher Wirkung in der Praxis, sind aber noch viele Fragen offen.

Mit der vorliegenden Studie „Evaluierung von Maßnahmen und Produkten zur Reduzierung von Vogelschlag in der realen Anwendung“ wurde die Wirksamkeit von gängigen, transparenten UV-Markierungen in unterschiedlichen Anwendungssituationen getestet. Es handelt sich dabei um eine Feldstudie, die sich über einen Untersuchungszeitraum von 4 Jahren erstreckte. Sie wurde im September 2016 nach erfolgreicher Machbarkeitsstudie begonnen und im September 2020 abgeschlossen.

Die Studie wird durch den Bayerischen Naturschutzfonds gefördert, das LfU begleitet das Vorhaben fachlich.

- **Hintergrund**

Anlass für diese Studie sind die Diskussionen zur tatsächlichen Wirksamkeit von UV-Markierungen (z.B. Haupt 2011, Fiedler & Ley 2013). Sichtbare Markierungen haben sich zwar als sichere Lösung zum Schutz vor Vogelschlag erwiesen und sollten daher immer die erste Wahl bei Maßnahmen zur Sicherung sein (Schmid, H. et al. 2012, LfU 2019), allerdings gibt es Situationen, in denen viele von ihnen optisch mehr oder weniger stark beeinträchtigen und damit oft auf wenig Akzeptanz stoßen. In diesen Fällen könnten transparente, UV-Licht reflektierende Markierungen eine Alternative sein. Die Effektivität dieser Markierungen ist jedoch, anders als bei den sichtbaren Markierungen, zu denen bereits umfangreiche Erkenntnisse zur Wirksamkeit vorliegen, noch unzureichend untersucht. Zur Wirkung von UV-Markierungen gibt es sehr unterschiedliche Aussagen. Während in mehreren Flugtunneltests für verschiedene Produkte (z.B. Rössler 2012, Rössler 2015, Rössler 2018) durchgehend eine geringe bis fehlende Wirkung nachgewiesen wurde, liegen andererseits Rückmeldungen von Anwendern vor, nach denen die Kollisionen mehr oder weniger deutlich reduziert werden konnten.

Die vorliegende Feldstudie soll somit einen Beitrag dazu leisten, mehr Kenntnisse zu gewinnen, die die Diskrepanz zwischen systematischer Untersuchung im Flugtunnel und unsystematisch erfassten Aussagen von Anwendern erklären können. Hierfür wurden die Markierungen unter natürlichen Anwendungsbedingungen beobachtet und die jeweiligen Kollisionen nach einem standardisierten Verfahren erfasst. Zudem ergibt sich aus der oben genannten Diskrepanz die Frage, inwieweit die Wirkung von UV-Markierungen durch die Scheiben-Situation und damit der Ursache für die Kollisionen (Durchsicht oder Spiegelungen), durch äußere Bedingungen (z.B. Lichtverhältnisse) sowie durch die Ausstattung der Umgebung unterschiedlich beeinflusst wird. Auch diese Frage soll in der aktuellen Feldstudie untersucht werden.

- **Organisation und Methoden**

- *Test-Methoden*

Um den Grad der Wirksamkeit der UV-Markierungen festzustellen, wurde die Zahl der Vogelschläge an einer Glasfront mit und ohne UV-Markierung erfasst. Hierfür standen zwei verschiedenen Varianten zur Verfügung: Bei Variante A wurden die relevanten Scheibenbereiche in eine markierte Test- und eine unmarkierte Kontrollscheibe unterteilt. Bei Variante B blieben im ersten Jahr alle Scheiben ohne Markierung, und wurden dann ein weiteres Jahr mit Markierung beobachtet.

Von den meisten Teilnehmern wurde eine bestimmte UV-Markierung getestet. Dort wo mehrere geeignete Glasflächen an verschiedenen Stellen des Gebäudes zur Verfügung standen, konnte diese Markierung unter unterschiedlichen Umgebungssituationen / Ausrichtungen getestet werden. Bei einigen Teilnehmern waren auch sehr große, gut unterteilbare Glasfronten vorhanden, an denen verschiedene UV-Produkte nebeneinander unter den gleichen äußeren Bedingungen erprobt werden konnten.

1. Variante A „Test- und Kontrollscheibe“

Bei dieser Variante wurde der von Vogelschlag betroffene Scheibenbereich unterteilt, an einem Teil der Scheibe wurde eine der zu testenden UV-Markierungen angebracht (= Testscheibe), der andere Teil blieb unmarkiert (= Kontrollscheibe). Die ausgewählten Scheiben wurden 1 Jahr lang beobachtet und alle festgestellten Kollisionen schriftlich und ggf. auch mit einem Foto dokumentiert. Voraussetzung für diese Variante war, dass Test- und Kontrollscheibe jeweils gleich groß waren und nahe beieinander lagen, wobei sie aber klar voneinander abgrenzbar sein mussten. Außerdem musste sie sich in derselben Situation und Umgebung befinden, das heißt, es mussten gleiche Beschattungsverhältnisse, die gleiche Ausrichtung bezüglich der Himmelsrichtung, und gleiche Strukturen in der Umgebung (z.B. Hecken oder Bäume vor beiden Scheiben) vorliegen.

Eine weitere grundsätzliche Voraussetzung für die Teilnahme war, dass nach der bisherigen Erfahrung eine möglichst hohe Anzahl von Vogelschlägen im Laufe eines Jahres zu erwarten war. Für die Variante Test- und Kontrollscheibe sollten mindestens 10, möglichst mehr Anflüge im Jahr vorkommen. Sie sollten sich zudem über die gesamte Scheibenfront verteilen, um einen realistischen Vergleich ziehen zu können. War bereits bekannt, dass sich die Kollisionen nur auf einen bestimmten Bereich konzentrieren, konnte diese Variante nicht durchgeführt werden.

Diese Variante war somit für Teilnehmer geeignet, die über großflächige, gut unterteilbare Glasfronten verfügen und bereits häufige und über den gesamten Bereich verteilte Vogelschläge beobachtet hatten. Dies war vor allem bei Schulen, aber auch Firmengebäuden der Fall, wo vor allem Gebäudeübergänge, Turnhallen oder großflächig verglaste Büros zur Verfügung standen. Zudem war der einjährige Beobachtungszeitraum günstig für Schulen, da sich dieser besser organisieren und in den Unterrichtsablauf integrieren ließ als eine zweijährige Projektdauer.

Aufgrund der vorausgegangenen Machbarkeitsstudie, die sich vor allem an Schulen richtete, waren auch die ersten Projektteilnehmer vor allem Schulen, sodass zum Beginn des Projektzeitraumes überwiegend die Variante Test-Kontrollscheibe gewählt wurde. Zum Ende des Projektzeitraumes nahm die Anzahl der Teilnehmer mit dieser Variante nochmal deutlich zu, da im letzten Jahr der praktischen Projektlaufzeit nur noch die einjährige Beobachtungsdauer möglich war.

1. Variante B „Vorher-Nachher“

Bei der Variante „Vorher-Nachher“ blieben im ersten Jahr die für die Studie ausgewählten Scheiben ohne Markierung, es wurden hier zunächst nur alle auftretenden Vogelschläge dokumentiert. Scheibenfronten, an denen im ersten Jahr eine ausreichende Anzahl von Kollisionen festgestellt wurde, konnte dann für den Test im zweiten Jahr herangezogen werden. Dabei wurde sich jeweils auf eine zusammenhängende Glasfront bezogen, die durch bestimmte Eigenschaften charakterisiert war, wobei es hier keine Rolle spielte, ob sich die Kollisionen auf bestimmte Bereiche konzentrierten oder über die ganze Front verteilt waren. Nach Abschluss des ersten Beobachtungsjahres wurde an den geeigneten Scheiben eine UV-Markierung angebracht. Diese wurde nun über ein weiteres Jahr beobachtet und alle weiterhin festgestellten Anflüge dokumentiert.

Die Vorher-Nachher Methode war geeignet für Teilnehmer, die sich bezüglich der Häufigkeit der Vogelschlag-Fälle noch unsicher waren, bei denen die Lage der Brennpunkte nicht bekannt war oder bei denen keine geeignete Kontrollscheibe zur Verfügung stand. Dies war vor allem bei vielen privaten Teilnehmern der Fall, an deren meist kleineren Glasflächen nur so eine aussagekräftige Anzahl und Vergleichbarkeit der Anflüge zu erwarten war.

Aber auch einige der im weiteren Verlauf der Teilnehmerwerbung hinzugekommenen öffentlichen Einrichtungen und Firmen wählten die zweijährige Variante, um die geeigneten Bereiche erst einmal herauszufinden. Ein Teilnehmer führt zudem beide Varianten durch, jeweils an verschiedenen Scheiben, da in einem Bereich bereits viel Vogelschlag bekannt war, in einem anderen dies jedoch nur vermutet wurde. Dieses Vorgehen führte aber auch dazu, dass zahlreiche Teilnehmer vorzeitig aus dem Test ausschieden, da nach dem ersten Jahr die für einen Vergleich erforderliche Anzahl an Kollisionen nicht zusammengekommen war.

- *Getestete Markierungen*

Für die Studie wurden verschiedene Produkte ausgewählt, die auf Basis von UV-Licht-Reflexion bzw. -Absorption einen Schutz gegen Vogelschlag bieten sollen. Dies sind die Birdsticker der Firma Dr. Kolbe GmbH.

- *Organisatorischer Ablauf der Studie*

Die Studie zum Test verschiedener UV-Markierungen in der praktischen Anwendung wurde im September 2016 begonnen und war für 3 Jahre geplant, mit Abschluss der Testphase im September 2019. Hauptaugenmerk war zunächst, eine möglichst große Anzahl von Teilnehmern zu akquirieren. Da in der vorangegangenen Machbarkeitsstudie bereits mit einigen möglichen Teilnehmern, v.a. Schulen, Kontakt aufgenommen und die Möglichkeiten einer Umsetzung besprochen worden war, konnten die ersten Teilnehmer zeitnah mit den Tests beginnen. Parallel dazu wurde über verschiedene Wege um weitere Teilnehmer geworben (s. Kap. 3.3.1.).

Zwar war das Interesse an einer Teilnahme sehr groß, trotzdem erwies es sich als schwierig, die angestrebte Anzahl von ca. 100 Teilnehmern im vorgesehenen Projektzeitraum zu erreichen. Bei vielen Interessenten stellte sich schon beim ersten Kontakt heraus, dass eine Teilnahme aus verschiedenen Gründen doch nicht möglich war (s. Kap. 3.3.2.). Hinzu kam, dass die Kommunikation mit manchen Teilnehmern eher stockend verlief und es dadurch von der ersten Kontaktaufnahme bis zum Beginn der Tests mehrere Monate dauern konnte. Nach etwas mehr als einem Jahr nach Projektbeginn wurde ein weiteres Problem deutlich, das auch während der weiteren Projektlaufzeit immer wieder auftrat. So mussten einige Teilnehmer feststellen, dass es doch nicht zu so vielen Kollisionen gekommen war wie erwartet, und dass mit den vorliegenden Zahlen keine Aussage möglich war. Um solche Verzögerungen und Abgänge besser auffangen und doch noch eine möglichst hohe Teilnehmerzahl gewährleisten zu können, wurde das Projekt 2018 um ein weiteres Jahr verlängert, um mit Ende des Testzeitraumes im September 2020.

Ende 2017 konnten die ersten Teilnehmer ihre Beobachtungen abschließen, Ende 2018 kamen dann auch die ersten Ergebnisse der zweijährigen Testvariante dazu. Die Teilnehmerakquise wurde noch bis September 2019 weitergeführt, die ursprünglich geplante Teilnehmerzahl konnte allerdings auch nach der Verlängerung nicht erreicht werden (s. Kap. 3.3.1.). Im letzten Projektjahr konnten keine weiteren Tests mehr begonnen werden, da die Beobachtungen zur Wirkung sich mindestens über ein Jahr erstrecken mussten.

Die Tests wurden Ende September 2020 abgeschlossen, bis Ende des Jahres lagen schließlich die Ergebnisse aller Teilnehmer vor.

1. Maßnahmen zur Teilnehmer-Akquise

Im Laufe der ersten drei Projektjahre wurden verschiedene Maßnahmen unternommen, um die UV-Studie öffentlich bekannt zu machen und Teilnehmer zu akquirieren. So wurde das Projekt auf der LBV-Homepage zur Vogelschlag-Beratung vorgestellt und um Teilnahme gebeten. Dieser Aufruf brachte während der gesamten Projektlaufzeit die meisten Rückmeldungen von Interessenten ein.

Innerhalb des LBV wurde die Studie durch einen wiederholten Aufruf im LBV-Newsletter, einen Artikel im LBV-Magazin VOGELSCHUTZ Heft 3-16 (Anhang 1) sowie durch ein Rundschreiben an die LBV-Kreisgruppen beworben.

Darüber hinaus wurden im April 2017 auch die Unteren Naturschutzbehörden aller bayerischen Landkreise über die Studie informiert und um Weitergabe dieser Information [bzw. um](#) Vermittlung potenzieller Teilnehmer gebeten (Anhang 2). Weiterhin wurde das Projekt mehrfach in einem Newsletter beworben, der an alle teilnehmenden Schulen verschickt wird, die sich um die Auszeichnung "Umweltschule in Europa / Internationale Nachhaltigkeitsschule" beworben haben. Auf den "Dillinger Umwelttagen" in der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung in Dillingen, bei denen 120 - 150 Lehrkräfte aller Schularten anwesend sind, konnte die Studie Anfang 2018 und Anfang 2019 vorgestellt und auch in Einzelgesprächen mit interessierten Lehrkräften beworben werden.

Um die Problematik Vogelschlag im Allgemeinen und das vorliegende Projekt im Speziellen einer breiten Öffentlichkeit bekannt zu machen, wurde am 29.5.2019 einer Pressemitteilung zu diesen Themen herausgebracht (Anhang 3). Weiterhin wurde die Studie in zwei Fernsehbeiträgen des BR (in der Sendung „Unkraut“ am 16.4.2018 und in der Sendung „Abendschau“ am 7.8.2019) vorgestellt. Auch wurde bei den regelmäßig eingehenden private Beratungsanfragen auf eine Teilnahme am Projekt hingewiesen.

Zur besseren Informationsverteilung, sei es bei der direkten Ansprache von Interessenten oder für die Unterstützung durch Umweltschulen oder Naturschutzbehörden, wurde ein Projekt-Infolyer erstellt (Anhang 4). Teilnehmende öffentliche Einrichtungen erhielten außerdem einen Projekt-Sticker (Anhang 5), der an den Testscheiben angebracht werden konnte und Passanten bzw. Besucher der jeweiligen Einrichtungen über die laufende Studie informierte.

1. Entwicklung der Teilnehmer-Zahlen

Während des gesamten Projektzeitraumes wurden insgesamt 219 potenziellen Teilnehmer registriert. Darin sind nur diejenigen enthalten, mit denen nach der ersten Interessensbekundung mindestens noch weitere Details zur Projektdurchführung besprochen wurden. Hinzu kommen noch zahlreiche weitere, hier nicht erfasste Interessenten, die sich nach der ersten Kontaktaufnahme und Erhalt der Projektinformationen nicht mehr zurückmeldeten. Aber auch der überwiegende Teil der Interessenten, mit denen die Durchführung genauer besprochen wurde (139), musste nach teilweise langwieriger Abstimmungsphase letztendlich doch von einer Teilnahme absehen.

Bei den 52 Firmen und öffentlichen Einrichtungen / Schulen waren organisatorische Probleme, z.B. das Sicherstellen einer regelmäßigen Kontrolle während des gesamten Projektzeitraumes, ein häufiger Grund für die Absage. Zudem wurde oft noch einmal intern die tatsächliche Menge und Verteilung der Kollisionen besprochen, sowie die Eignung der Scheibensituation mit Fotos oder ggf. auch durch einen Vororttermin mit dem LBV abgestimmt. Hierbei ergab sich dann mitunter das Ergebnis, dass doch nicht alle Voraussetzungen für eine methodenkonforme Durchführung der Tests gegeben sind.

Nicht geeignete Scheiben (z.B. hinsichtlich der Vergleichbarkeit bei der meistens gewünschten Variante Test- u. Kontrollscheibe), zu wenig zu erwartende Vogelschläge oder auch eine zu häufige Abwesenheit, um regelmäßig die Kollisionen dokumentieren zu können, waren bei den 87 interessierten Privatpersonen die überwiegenden Gründe, von einer Teilnahme abzusehen.

Hinzu kam, dass es für viele Interessenten nicht akzeptabel war, für die Vergleichszahlen auch Scheiben unmarkiert zu lassen oder erst nach einem Jahr zu markieren und somit weitere Kollisionen zu riskieren. In diesen Fällen wurde sich oft für eine sofortige und vollständige Markierung entschieden, zum Teil mit sichtbaren Markierungen, zum Teil mit UV-Markierungen.

Von den potenziellen Teilnehmern konnten 80 tatsächlich mit den Tests beginnen. Von diesen waren nach Abschluss der jeweiligen Beobachtungszeiträume jedoch nur 32 Ergebnisse verwertbar. Wie schon in Kap. 3.1.2. angesprochen, konnten von den 47 Teilnehmern, die die „Vorher-Nachher“-Variante durchführten, 24 Teilnehmer nicht genügend Vogelschläge im ersten Beobachtungsjahr feststellen. Oft handelte es sich nur um 1 oder 2 Anflüge, in einigen Fällen blieben die Kollisionen ganz aus, sodass diese Teilnehmer vorzeitig aus der Studie ausschieden. Auch bei der „Test-und-Kontrollscheiben“-Variante wurden mehr als die Hälfte der Teilnehmer von einer deutlich geringen Vogelschlagzahlen als erwartet überrascht. Aus diesem Grund waren die Ergebnisse von 17 der 33 Teilnehmer dieser Variante nicht verwertbar. Weiterhin konnten 7 Ergebnisse (4x Test-und-Kontrollscheibe, 3x Vorher-Nachher) nicht verwendet werden, weil die Daten nicht vollständig und der Methodik

entsprechend dokumentiert wurden (z.B. keine Angabe, ob Test- o. Kontrollscheibe) und in einem dieser Fälle gab es trotz mehrfacher Nachfrage keine Rückmeldung mehr.

Letztendlich konnten die Ergebnisse von 32 Teilnehmern ausgewertet werden:

- 12 Teilnehmer mit einjähriger Variante „Test-Kontrollscheiben“
(davon 7 Schulen, öffentliche Einrichtungen etc. und 5 private Teilnehmer)
- 20 Teilnehmer mit zweijähriger Variante „Vorher-Nachher“
(davon 5 Schulen, öffentliche Einrichtungen etc. und 15 private Teilnehmer)

- **Umfang der Testflächen und getesteten Markierungen**

- *zur Verfügung stehende Testfläche*

Die folgenden Angaben beziehen sich auf die 32 Teilnehmer, deren Ergebnisse ausgewertet werden konnten. Bei diesen standen **91 Glasflächen** mit einer **Gesamtfläche von 1.126 m²** zur Verfügung.

Mit der Bezeichnung Glasfläche ist in diesem Fall ein abgegrenzter, durch bestimmte Eigenschaften klar definierter Bereich gemeint, dem die hier auftretenden Vogelschlagfälle zugeordnet werden. Dieser Bereich kann eine einzelne Scheibe unterschiedlicher Größe sein, aber auch eine Glasfläche, die aus mehreren Scheiben besteht, welche durch Sprossen oder Stege getrennt sind, ebenso wie mehrere nebeneinanderliegende Fenster. Ausschlaggebend ist eine einheitliche Charakteristik hinsichtlich Lage, Umgebung und Glaseigenschaften innerhalb dieses Bereiches.

Für die Auswertung ist jedoch nicht die absolute Anzahl an Glasflächen entscheidend, sondern die Anzahl der Flächen, an der jeweils eine Markierung getestet wurde. Diese Flächen werden im weiteren Text mit Testflächen bezeichnet. Bei der Vorher-Nachher-Variante entspricht eine definierte Glasfläche, die ohne und mit Markierung kontrolliert wurde, einer Testfläche. Dagegen besteht bei der Variante Test- und Kontrollscheibe eine Testfläche aus einem Scheiben-Paar, da hier der Glasfläche, an der eine Markierung getestet wurde, eine gleichgroße, vergleichbare Glasfläche zum Vergleich zugeordnet war. Zudem wurden bei einigen Teilnehmern, bei denen eine große einheitliche Glasfläche zur Verfügung stand, mehrere Markierungen getestet. Hier war also eine Glasfläche in mehreren Testflächen unterteilt.

Insgesamt wurden **64 Testflächen** mit einer **Gesamtfläche von 848 m²** kontrolliert. Eine Testfläche war durchschnittlich 13 m² groß.

Im Durchschnitt standen **bei jedem Teilnehmer 2 Testflächen mit einer Gesamtfläche von insgesamt 26,5 m²** für die Tests zur Verfügung

In Abhängigkeit von der Methode unterscheiden sich die durchschnittlichen Größen der jeweiligen Testflächen. Die Variante Test- und Kontrollscheibe wurde von einer geringeren Anzahl der Teilnehmer angewendet, somit gibt es hier auch weniger einzelne Testflächen (27). Obwohl es sich hier zum größeren Teil um Schulen und Firmen mit großen Fensterfronten handelte, ist an diesen Testflächen die markierte Fläche mit durchschnittlich 10,8 m² kleiner als der Durchschnitt, da die Hälfte der vorhandenen Glasfläche als unmarkierte Kontrollfläche zur Verfügung stehen musste. Die Vorher-Nachher-Variante wurde an 37 Testflächen durchgeführt, die durchschnittliche Größe liegt hier mit 15 m² etwas über dem Gesamtdurchschnitt.

- *Umfang der getesteten Markierungen*

Es wurde von Beginn an darauf geachtet, alle Markierungen soweit möglich in ungefähr gleichem Umfang zu testen. Dabei mussten natürlich die Gegebenheiten vor Ort und die Wünsche der Teilnehmer berücksichtigt werden. Da viele Teilnehmer aber auch offen für mehrere Möglichkeiten waren, konnte entsprechend darauf hingewirkt werden, dass die verschiedenen Markierungen von einer ungefähr gleichen Anzahl an Teilnehmern getestet wurden. Nicht beeinflusst werden konnte dagegen die Anzahl der Teilnehmer, deren Ergebnisse nicht gewertet werden konnten. Diese Ausfälle verteilten sich aber auch weitgehend gleichmäßig auf die einzelnen Markierungen. Nur bei den Ergebnissen zu den Birdstickern gab es etwas weniger Ausfälle, sodass hier 12 Teilnehmer gewertet werden konnten (Tab.1).

Markierung	Teilnehmer*	Testflächen	Größe aller Testflächen (m ²)	Ø Größe / Testfläche (m ²)	% Anteil an Gesamtfläche
Birdsticker	12	16	129,1	8,1	15

Tab. 1: Anzahl der Testflächen und Flächenumfang der getesteten Markierungen

* einige Teilnehmer haben 2 oder 3 verschiedene Markierungen getestet

Die getesteten nachträglichen Markierungen sind für jeweils verschiedene Einsatzbereiche und Scheibengrößen geeignet, was sich in den Flächenanteilen, an denen die einzelnen Markierungen getestet wurden, widerspiegelt. Birdsticker sind vor allem für den Hausgebrauch gedacht und eignen sich am besten für den Einsatz an eher kleineren Scheiben, wie Zimmerfenstern bis hin zur Größe von Terrassentüren. Mit einer durchschnittlichen Testflächengröße von 8 m² und 16 Testflächen (Birdsticker) stand für diese Markierung ein ähnlicher Testflächen-Umfang zur Verfügung. Die Anteile an der Gesamtfläche sind mit 15 % (Birdsticker).

	Variante Test-Kontrollscheibe			Variante Vorher-Nachher		
	Testflächen	Ø Größe in m ²	% Anteil an Ges.-Fl.	Testflächen	Ø Größe in m ²	% Anteil an Ges.-Fl.
Birdsticker	7	8,9	21	9	7,5	12

Tab. 2: Verteilung von Anzahl und Größe der Testflächen für die einzelnen Markierungen auf die Methoden-Varianten

Es wurden insgesamt mehr Tests mit der Variante Vorher-Nachher durchgeführt, somit ist auch die Anzahl der Testflächen für diese Variante höher als die Anzahl der Testflächen für die Variante Test-Kontrollscheibe (Tab. 2). Der Birdsticker wurde mit 9 Testflächen für „Vorher-Nachher“ etwas häufiger mit dieser Variante getestet (7mal „Test-Kontrollscheibe“).

Dagegen lag die Testflächengröße der Birdsticker, die mit z.T. deutlich höherer Anzahl an der Vorher-Nachher-Variante vertreten waren, bei dieser Variante mit 7,5 m² bei den Birdstickern unter der Testflächengröße der Variante Test-Kontrollscheibe, allerdings nur geringfügig (8,9 m²).

Insgesamt waren die einzelnen Markierungen bei der Variante Test-Kontrollscheibe mit weitgehend vergleichbaren Flächenanteilen vertreten (jeweils 21-22%). Sind Birdsticker mit 12 % mit etwas geringerem Anteil vertreten. **Ergebnisse**

- *Gesamtdarstellung der Vogelschlag-Zahlen*

Insgesamt wurden 474 Vogelschlagfälle festgestellt, die sich auf 64 Testflächen verteilen. Damit traten im Durchschnitt 7,4 Vogelschläge an einer Testfläche auf. Auf eine markierte Scheibe waren dabei insgesamt 127 Anflüge gerichtet.

Von Teilnehmern, die die Test- und Kontrollscheiben-Variante durchführen, wurden 124 Kollisionen gemeldet, verteilt auf 27 Testflächen (Tab. 3). Von diesen traten 37 Kollisionen an markierten Scheiben (Testscheiben) auf: 7 Fälle bei den Birdstickern (19 %). Bei den 87 Anflügen an Kontrollscheiben gehörten davon 30 (34,5 %) zu den Birdstickern. Im Durchschnitt wurden bei der Test- und Kontrollscheiben-Variante je Testfläche 4,6 Anflüge festgestellt.

Von Teilnehmern, die die Vorher-Nachher-Variante durchführten, wurden 350 Kollisionen gemeldet, verteilt auf 37 Testflächen (Tab. 2). Davon wurden 260 Kollisionen im ersten Beobachtungsjahr ohne Markierung beobachtet. Hierbei wurden insgesamt 44 Vogelschlagfälle (17 %) an Scheiben festgestellt, 64 Vogelschlagfälle (24,5 %) an Testflächen für die Birdsticker im ersten Jahr dokumentiert.

Im zweiten Beobachtungsjahr wurden insgesamt 90 Kollisionen beobachtet. Hier bei waren in 8 Fällen (9 %) mit Birdstickern markierte Scheiben betroffen.

Markierung	Test- / Kontrollscheibe			Vorher – Nachher			Vogel-schlag-gesamt	TF-gesamt	Ø Anflüge / Testfläche
	K	T	TF	V	N	TF			
Birdsticker	30	7	7	64	8	8	109	15	6,8

Tab. 3: Verteilung aller beobachteten Kollisionen auf die verschiedenen Markierungen und Methodenvarianten

T = Testscheibe der einjährigen Variante (mit Markierung)

K = Kontrollscheibe der einjährigen Variante (ohne Markierung)

N = Testscheibe der zweijährigen Variante (mit Markierung)

V = Kontrollscheibe der zweijährigen Variante (ohne Markierung)

TF = Testflächen

- *Interpretation der Ergebnisse hinsichtlich Wirkung der Markierung*
- *Definition von Wirksamkeit und Aussagekraft*

Wirksamkeit

Kategorie	Wirksamkeit der Markierung	Anflüge in der Prüfanlage in %
A	hoch wirksam – «Vogelschutzglas»	unter 10
B	bedingt geeignet	10–20
C	wenig geeignet	20–45

Die im vorangegangenen Kapitel vorgestellten Vogelschlag-Zahlen sollen im Anschluss auf ihre Aussage zur Wirkung der verschiedenen Markierungen geprüft werden. Hierzu wird der Anteil der Kollisionen an mit einer bestimmten Markierung versehenen Scheiben im Verhältnis zu allen Anflügen auf Testflächen dieser Markierung betrachtet. Je geringer der prozentuale Anteil der Anflüge auf eine Markierung ist, umso besser ist deren Wirkung. Für die Beurteilung der Wirksamkeit wurde sich an den Kategorien orientiert (Abb. 1), welche für die Bewertung der Flugtunneltests festgelegt wurden, die bereits seit 2004 von Martin Rössler an der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf (Österreich) nach einem standardisierten Verfahren durchgeführt werden (Rössler & Zuna-Kratky 2004, Rössler 2010). Die Werte, die in Abb. 1 mit „Anflüge in der Prüfanlage in %“ angegeben sind, gelten im Falle der vorliegenden Studie für den Anteil der Kollisionen, die an einer markierten Scheibe festgestellt wurden. Dabei wird im folgenden Text „bedingt geeignet“ mit einer mäßigen Wirksamkeit beschrieben, „wenig geeignet“ bedeutet eine schwache Wirksamkeit. Wurden > 45% Anflüge an eine Markierung festgestellt, ist diese Markierung unwirksam.

Abb. 1: Kategorien zur Wirksamkeit von Vogelschlag-Markierungen (aus Schmid et al. 2012)

Aussagekraft

Für die einzelnen Markierungen liegen methodenbedingt unterschiedliche große Datenmengen je Variante vor. Dies hat unvermeidbare Auswirkungen auf die Aussagekraft der Ergebnisse.

Die Aussagekraft ist umso höher, je größer die Anzahl der Testflächen und der insgesamt daran registrierten Anflüge ist. Daher wird der Anteil der Fehlentscheidungen (Anflüge an eine markierte Scheibe) auch mit der Anzahl an Testflächen, an der die jeweilige Markierung getestet wurde, in Bezug gesetzt, ebenso mit der jeweiligen Gesamtzahl der Kollisionen.

Dazu muss grundsätzlich vorangestellt werden, dass ausgehend von den 80 Teilnehmern, die mit dem Test begonnen haben, letztendlich nur die Ergebnisse von 32 Teilnehmern dann auch genutzt werden konnten (s. Kap. 3.3.2). Dadurch erreicht auch die Gesamtzahl an Stichproben und registrierten Kollisionen nicht die notwendige Größenordnung, um sie mit den standardisierten Flugtunneltests vergleichen zu können. Die vorliegenden Daten sind somit als Tendenzen zu betrachten, die nur die unterschiedliche Wirksamkeit der Markierungen im Vergleich zueinander darstellen können. Zudem wurden Ergebnisse mit sehr geringen Anflugzahlen, die klar als zufälliges Ereignis einzustufen sind, nicht bei der Bewertung berücksichtigt, um ein Mindestmaß an Aussagekraft zu gewährleisten. Daher wurden nur Ergebnisse von Teilnehmern gewertet, die insgesamt mindestens 5 Kollisionen verzeichnet hatten.

Für die einheitliche Bewertung der Aussagekraft anhand der Testflächen-Anzahl je Markierung wurden entsprechende Kategorien festgelegt:

Aussagekraft nach Anzahl Testflächen	
gut	> 10
mäßig	6 - 10
gering	< o. = 5

Zusätzlich wurde auch die Gesamtzahl der Kollisionen beim Test der jeweiligen Markierung betrachtet, da eine größere Datenmenge grundsätzlich die Aussagekraft erhöht. Hierbei ist aber auch immer das Verhältnis der Gesamtzahl der Kollisionen zur Anzahl der Testflächen, an denen diese festgestellt wurden, zu beachten. Bei einer größeren Anzahl von Testflächen sollte auch eine entsprechend hohe Anzahl an Anflügen vorliegen. Nur so ist gesichert, dass die Gesamtbewertung auf aussagekräftigen Einzelergebnissen mit jeweils hohen Anflugzahlen je Testfläche basiert.

- Übersicht der Ergebnisse nach Methode und Markierung

Variante	Kollisionen gesamt	Kollisionen nach Markierung				
			Birdsticker			
Test- Kontrollscheibe (TK)						
ohne Markierung	87		30			
mit Markierung	37		7			
gesamt	124		37			
Testflächen	27		7			
<i>Anflüge an markierter Scheibe (%) – TK</i>	30		19			
Vorher-Nachher (VN)						
ohne Markierung	260		64			
mit Markierung	90		8			
gesamt	350		72			
Testflächen	37		9			
<i>Anflüge an markierter Scheibe (%) – VN</i>	26		11			
Gesamtbetrachtung						
ohne Markierung	326		94			
mit Markierung	117		15			
gesamt	453		109			
Testflächen	64		16			
<i>Anflüge an markierter Scheibe (%)</i>	26		14			

Tab. 4: Verteilung der Kollisionen auf die verschiedenen Markierungen und Methodenvarianten sowie Anteil der Fehlentscheidungen (Anflüge an markierte Scheibe)

Betrachtet man die vorliegenden Daten ohne Berücksichtigung der Methode, mit der sie erhoben wurden oder der getesteten Markierung, waren von insgesamt 453 Anflügen 117 auf eine Scheibe mit Markierung gerichtet, was einem Anteil an Fehlentscheidungen (d.h. die Markierung wurde nicht erkannt) von 26 % entspricht (Tab. 4). Für dieses Gesamtergebnis standen mit 64 Testflächen eine aussagekräftige Anzahl an Stichproben zur Verfügung.

Bei einer Unterscheidung nach den einzelnen Markierungen ergibt sich ein deutlich differenziertes Bild. Daher soll im Anschluss jede Markierung hinsichtlich ihrer Ergebnisse bei den beiden Methoden-Varianten sowie hinsichtlich ihres Gesamtergebnisses betrachtet werden, um mögliche methodenbedingte Einflüsse auf das Ergebnis besser einschätzen zu können.

1. Birdsticker

Die Birdsticker wurden an insgesamt 16 Testflächen getestet, an denen insgesamt 109 Kollisionen festgestellt wurden. Davon waren 15 Anflüge an eine markierte Scheibe gerichtet, dies entspricht einem Anteil von 14 % Fehlentscheidungen und bedeutet eine bedingte Eignung als Schutzmaßnahme.

Mit der Testvariante Test- und Kontrollscheibe wurde auch bei dieser Markierung ein schlechteres Ergebnis als im Gesamtschnitt erreicht. Hier wurden von 37 Kollisionen 7 Anflüge an einer markierten Scheibe festgestellt, das entspricht einem Anteil von 19 % Fehlentscheidungen.

Bei der Vorher-Nachher-Variante wurden von insgesamt 72 Anflügen 8 an einer markierten Scheibe festgestellt, dies entspricht einem Anteil von 11 % Fehlentscheidungen womit sich die mäßige Wirksamkeit bestätigt.

1. Gesamtbetrachtung

	% Anflüge an Markierung	Wirkung	Kollisionen gesamt	Testflächen
Birdsticker	14	bedingt wirksam	109	16

Tab. 5: Rangfolge der Markierungen entsprechend ihrer Wirksamkeit

Bei den Birdstickern ergab sich die Einstufung bedingt wirksam (14 % Fehlentscheidungen). Hier standen 16 Testflächen zur Verfügung, an denen insgesamt 109 Anflüge verzeichnet wurden. Betrachtet man nur die Einzelergebnisse von Testflächen mit insgesamt 10 und mehr Kollisionen (2 Testflächen mit jeweils 10, und je eine Testfläche mit 20 bzw. 21 Kollisionen) wird auch hier das Ergebnis mit knapp 16 % Fehlentscheidungen deutlich bestätigt.

Einfluss von Scheibenparametern auf die Wirkung der einzelnen Markierungen

Eine Fragestellung dieser Studie ist es, den Einfluss äußerer Faktoren auf die Wirkung der UV-Markierungen zu klären. Hierzu zählen zum einen die Ausrichtung der Scheibe in eine bestimmte Himmelsrichtung, sowie zusätzlich beschattend wirkende Einflüsse (z.B. Vordächer, umgebende hohe Bebauung oder Bäume usw.), aus denen sich die vorherrschenden Lichtverhältnisse im Bereich der Scheibe ergeben. Zum anderen zählt dazu die Gestaltung der Umgebung, also ob sich in der unmittelbaren Umgebung z.B. dichtes Gebüsch, strukturreiches Gartengelände, offene Wiesen oder überbautes Gebiet befindet. Auch könnte die Entfernung der Gehölze, von denen die Anflüge erfolgen können, einen Einfluss darauf haben, ob der Vogel die Markierung wahrnimmt. Diese Parameter wurden daher für jede getestete Scheibe erfasst, ebenso wie der Grund der Gefährdung: Spiegelung, Durchsicht oder einer Kombination aus beiden.

Für die Bewertung der Ergebnisse hinsichtlich des Einflusses eines bestimmten äußeren Faktors müssen alle Daten, die für jeweils eine Markierung mit derselben Methode erhoben wurden, noch entsprechend den verschiedenen Ausprägungen des jeweiligen Faktors unterteilt werden. Angesichts der vorliegenden Datenmenge wären aber bei einer solche Unterteilung nicht für jede Markierung und Methode alle möglichen Ausprägungen des jeweiligen Faktors mit Daten abgedeckt. Daher erfolgt die Auswertung, wie die genannten Parameter die Wirksamkeit beeinflussen, nur hinsichtlich der verschiedenen Markierungen ohne Berücksichtigung, mit welcher Methode die Daten erhoben wurden.

Da hierbei zwei Methoden zusammengefasst werden, ist die Aussagekraft herabgesetzt. Hinzu kommt, dass vor allem bei Parametern, die in vier oder mehr verschiedenen Ausprägungen unterteilt werden können, weiterhin Datenlücken für einzelnen Markierungen vorhanden sind. Somit kann mit dieser Auswertung nur eine ungefähre Gewichtung vorgenommen werden, bei welcher Ausprägung eines bestimmten Parameters die bestmögliche Wirkung einer Markierung zu erwarten ist.¹ *Parameter:*

Gefährdungsursache

Hinsichtlich der Gefährdungsursache wird in drei Situationen: Durchsicht, Spiegelung und Kombination aus Durchsicht und Spiegelung unterschieden (Tab. 6).

Markierung	Methode		Durchsicht	Spiegelung	Durchsicht und Spiegelung
Birdsticker	o. M.		1	43	50
	m. M.		0	6	9
	VS gesamt		1	49	59
<i>% Anflüge an Markierung</i>			<i>0</i>	<i>12</i>	<i>15</i>

Tab. 6: Einfluss der Gefährdungsursache auf die Wirkung der einzelnen Markierungen

m. M. = Scheibe mit Markierung (Testscheibe o. Scheibe im zweiten Beobachtungsjahr)

o. M. = Scheibe ohne Markierung (Kontrollscheibe o. Scheibe im ersten Beobachtungsjahr)

VS = Vogelschlag

Auch bei den Birdstickern ergaben die Situationen mit Spiegelung oder der Kombination Durchsicht und Spiegelung ein ähnliches Ergebnis, mit 12 % bzw. 15 % Fehlentscheidungen war hier jedoch jeweils eine mäßige Wirkung festzustellen. In Situationen mit Durchsicht lag nur ein Vogelschlag vor, dieser wurde an einer unmarkierten Scheiben festgestellt.

Eine Gesamtbewertung, welche Gefährdungs-Situationen grundsätzlichen einen positiven oder negativen Einfluss auf UV-Markierungen haben, ist nicht sinnvoll, da zwischen den Produkten sehr große Unterschiede in dieser Hinsicht vorliegen. Nur in der Situation mit einer Kombination aus Durchsicht und Spiegelung war überwiegend eine geringe Wirkung festzustellen und nur in einem Fall (Birdsticker) eine mäßige Wirkung, wobei auch dies das schlechteste Ergebnis für diese Markierung darstellte.

1. Parameter: Ausrichtung

Markierung	Methode		Nord	NO	Ost	SO	Süd	SW	West	NW
Birdsticker	o. M.		4	4	9	4	28	22	15	8
	m. M.		0	0	0	0	5	2	6	2
	VS gesamt		4	4	9	4	33	24	21	10
% Anflüge an Markierungen			0	0	0	0	15	8	29	20

Tab. 7: Einfluss der verschiedenen Ausrichtungen der Testflächen auf die Wirkung der einzelnen Markierungen

m. M. = Scheibe mit Markierung (Testscheibe o. Scheibe im zweiten Beobachtungsjahr)

o. M. = Scheibe ohne Markierung (Kontrollscheibe o. Scheibe im ersten Beobachtungsjahr)

VS = Vogelschlag

NO = Nordost

SO = Südost

SW = Südwest

NW = Nordwest

Bei der Bewertung des Einflusses der Ausrichtung wird in 8 verschiedene Himmelsrichtungen unterschieden: den vier Grundrichtungen Nord, Süd, Ost und West, sowie den Unterteilungen Nordost, Südost, Südwest und Nordwest. Fast alle Markierungen konnten in jeder Himmelsrichtung getestet werden. (Tab. 7).

Bei den Birdstickern ergeben sich bei den Ausrichtungen Nord, Nordost, Ost, Südost und Südwest die besten Ergebnisse, hier zeigt sich mit meist 0 % Fehlentscheidungen eine gute Wirkung. Dabei ist zu beachten, dass diesem Ergebnis nur 4 oder 9 Vogelschläge zugrunde liegen, was eine geringe Datenmenge bedeutet. Ausnahmen ist die Ausrichtung Südwest mit 8 % Fehlentscheidungen bei 24 Kollisionen. Eine mäßige Wirkung (15 % Fehlentscheidungen) wird bei der Ausrichtung Süd festgestellt. Bei Scheiben mit der Ausrichtung West oder Nordwest liegt nur eine geringe Wirkung vor (mit 29 % bzw. 20 % Fehlentscheidungen).

1. Parameter: Lichtverhältnisse

Bei der Bewertung des Einflusses der vorherrschenden Lichtverhältnisse wird in drei verschiedene Kategorien unterschieden: überwiegend sonnig, zeitweise schattig oder überwiegend schattig. Jede Markierung konnte unter allen drei Bedingungen getestet werden (Tab. 8).

Für die Birdsticker wurde unter überwiegend schattigen Verhältnissen eine gute Wirksamkeit festgestellt (0 % Fehlentscheidungen), hier handelt es sich allerdings mit 18 Vogelschlägen um die geringste zugrundeliegende Datenmenge für die Birdsticker. Bei sonnigen und zeitweise schattigen Verhältnissen liegt mit 18 % bzw. 16 % Fehlentscheidungen noch eine mäßige Wirksamkeit vor.

Markierung	Methode		sonnig	zeitweise schattig	überwiegend schattig
Birdsticker	o. M.		23	53	18
	m. M.		5	10	0
	VS ges.		28	63	18
% Anflüge an Markierung			18	16	0

Tab. 8: Einfluss der verschiedenen Lichtverhältnisse im Bereich der Testflächen auf die Wirkung der einzelnen Markierungen

m. M. = Scheibe mit Markierung (Testscheibe o. Scheibe im zweiten Beobachtungsjahr)

o. M. = Scheibe ohne Markierung (Kontrollscheibe o. Scheibe im ersten Beobachtungsjahr)

VS = Vogelschlag

Auch hinsichtlich der Lichtverhältnisse lässt sich keine Tendenz erkennen, dass eine der Situationen besonders positive oder negative auf UV-Markierungen im Allgemeinen hat. Die Ergebnisse für die einzelnen Produkte zeigen hier jeweils sehr große Differenzen.

1. Parameter: Ausstattung der Umgebung

Hinsichtlich der Ausstattung der Umgebung konnte in sechs Kategorien unterschieden werden: 1) geschlossener Baumbestand oder Gehölze im unmittelbaren Umfeld der Scheiben; 2) ein Mosaik aus Gehölzen und offenen Grünflächen wie Wiesen oder Äcker; 3) bebaute Flächen (hierzu zählen auch offenen, versiegelte Flächen wie Straßen oder Parkplätze) in Kombination mit Gehölzen und begrünten Flächen (Gärten); 4) Innenhöfe mit Gehölzen oder Grünpflanzen; 5) bebaute Flächen ohne Gehölze; 6) Innenhöfe ohne Gehölze. Die letzten beiden Kategorien kamen bei keinem Teilnehmer vor, sodass sie in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt werden. Die meisten Testflächen befanden sich in einer Umgebung mit offenen Grünflächen und Gehölzen (Kat. 2) oder in bebauten Flächen mit Gehölzen (Kat. 3).

Markierung	Methode		Baumbestand oder Gehölz	Gehölze u. offene Flächen	bebaute Fläche mit Gehölzen	Innenhof mit Gehölzen
Bird-	o. M.		3	72	17	2
sticker	m. M.		0	12	3	0
	VS gesamt		3	84	20	2
% Anflüge an Markierung			0	14	15	0

Tab. 9: Einfluss der verschiedenen Möglichkeiten der Umgebungs-Ausstattung im Bereich der Testflächen auf die Wirkung der einzelnen Markierungen

m. M. = Scheibe mit Markierung (Testscheibe o. Scheibe im zweiten Beobachtungsjahr)

o. M. = Scheibe ohne Markierung (Kontrollscheibe o. Scheibe im ersten Beobachtungsjahr)

VS = Vogelschlag

Die Birdsticker sind in einer Umgebung mit Gehölzen und offenen Grünflächen oder in bebauten Flächen mit Gehölzen mäßig wirksam (14 % bzw. 15 % Fehlentscheidungen). In den anderen beiden Kategorien wurden 3 Kollisionen (Baumbestand oder Gehölze) bzw. 2 Kollisionen (Innenhof mit Gehölzen) jeweils an unmarkierten Scheiben festgestellt, was eine Wirksamkeit bedeutet.

Die Ausstattung der Umgebung zeigt ebenfalls keinen grundsätzlichen Einfluss auf die Wirkung von UV-Markierungen in einer bestimmten Ausprägung.

1. Parameter: Entfernung zu Büschen und Bäumen

Für die Bewertung, welchen Einfluss die Entfernung der umgebenden Bäume und Gehölze auf die Wirkung der Markierung hat, wurde die Entfernung in vier Kategorien unterteilt: 1) Bäume und Gehölze unmittelbar vor der Scheibe: bis 50 cm Abstand; 2) Bäume und Gehölze dicht vor der Scheibe: 50 cm bis 5 m Entfernung; 3) Bäume und Gehölze weiter von der Scheibe entfernt: 5 m bis 50 m Entfernung; 4) Bäume und Gehölze in großer Entfernung: mehr als 50 m entfernt.

Die Birdsticker sind in der Situation mit Gehölzen, die sich weiter weg von der Scheibe befinden, mit 8 % Fehlentscheidungen gut wirksam. Bei dicht vor der Scheibe befindlichen Gehölzen sind sie mit 16 % Fehlentscheidungen noch bedingt wirksam. Für Gehölze in großer Entfernung wurden nur 2 Kollisionen an einer markierten Scheibe festgestellt.

			Entfernung Gehölze			
Markierung	Methode		unmittelbar (bis 50 cm)	dicht (bis 5 m)	weiter weg (bis 50 m)	in großer Entfernung (> 50 m)
Bird-	o. M.		-	47	47	0
sticker	m. M.		-	9	4	2
	VS gesamt		-	56	51	2
% Anflüge an Markierung			-	16	8	100

Tab. 10: Einfluss der Entfernung der Gehölze vor den Testflächen auf die Wirkung der einzelnen Markierungen

m. M. = Scheibe mit Markierung (Testscheibe o. Scheibe im zweiten Beobachtungsjahr)

o. M. = Scheibe ohne Markierung (Kontrollscheibe o. Scheibe im ersten Beobachtungsjahr)

VS = Vogelschlag

Beim Einfluss der Entfernung der Gehölze zeichnet sich für fast jede der Markierungen ab, dass eine größere Entfernung der Gehölze die jeweilige Wirkung verbessert. Die Abweichung bei den Birdsticker in der Kategorie Gehölzen in großer Entfernung ist dabei eher der sehr geringen Datenmenge geschuldet.

- **Fehlerbetrachtung**

Bei der vorliegenden Untersuchung handelte es sich um eine Feldstudie mit langen Erfassungszeiträumen, bei der die Daten zudem durch freiwillige Teilnehmer erhoben wurden, die zumeist keine oder wenig Erfahrung mit naturwissenschaftlichen Erfassungen haben. Daher musste eine Erfassungsmethode gefunden werden, die nicht nur eindeutige und vergleichbare Ergebnisse liefern, sondern die zudem leicht und ohne größeren Aufwand auch über einen längeren Zeitraum hinweg durchgeführt werden kann. Außerdem sollte die Methode auch bei unterschiedlichen Voraussetzungen seitens der Teilnehmer durchführbar sein, da sich die Zielgruppe von Privatpersonen über Firmen und öffentlichen Einrichtungen bis hin zu Schulen erstreckte und hier die unterschiedlichsten personellen und räumlichen Gegebenheiten zu erwarten waren. Vor diesem Hintergrund wurden zwei Methodenvarianten, wie in Kap. 3.1 dargestellt, entwickelt, um den unterschiedlichen Voraussetzungen gerecht zu werden. Dabei wurde auf eine gute Anwendbarkeit ebenso geachtet, wie darauf, dass vergleichbare und aussagekräftige Ergebnisse gewährleistet werden können. Dennoch sind bei beiden Methodenvarianten potenzielle Fehlerquellen zu beachten, die die Ergebnisse beeinflussen können.

- *Fehlerquellen durch die Methodenvariante Test- und Kontrollscheibe*

Bei der Variante Test- und Kontrollscheibe wurden zwei nebeneinander liegende Scheiben verglichen. Voraussetzungen für eine Vergleichbarkeit waren zum einen die unmittelbare Nähe und zum anderen die gleiche Größe, gleiche Glaseigenschaften sowie eine im Bereich der Scheiben weitgehend einheitliche Umgebungsstruktur (z.B. Bäume, Gebäude oder Offenland). Dennoch konnte nur auf Basis dieser Parameter nicht ausgeschlossen werden, dass eine der beiden Scheiben, aus für den Menschen nicht ersichtlichen Gründen (Flugkorridor, Sonneneinstrahlung etc.), stärker angefliegen wird als die unmittelbar benachbarte Scheibe. Um dieses Fehlerpotenzial zu verringern, kamen für diese Variante nur Scheiben in Frage, die schon länger vorhanden sind und zu denen bereits Kenntnisse zum bisherigen Vogelschlag-Geschehen vorliegen. Dies wurde mit den Teilnehmern im Vorfeld abgeklärt. Gab es Hinweise darauf, dass sich die Kollisionen auf einen bestimmten Bereich der Scheiben konzentrieren, der nicht in zwei abgrenzbare Bereiche und damit in Test- und Kontrollscheibe unterteilen lässt, wurden diese Scheiben nicht für die Test- und Kontrollscheiben-Variante zugelassen. Andersfalls musste mit einer Verfälschung der Ergebnisse gerechnet werden: wenn z.B. ein verstärkt von Anflügen betroffenen Bereich als Teil der Kontrollscheibe gewählt worden wäre, würde dies eine hohe Wirksamkeit der Markierung an der Testscheibe suggerieren, tatsächlich wäre der Bereich der Testscheibe aber auch ohne Markierung kaum von Anflügen betroffen gewesen.

Ein weiteres Problem bei der Beobachtung mit Test- und Kontrollscheiben war die Notwendigkeit, eine möglichst hohe Anzahl von Anflügen zu dokumentieren. Grundsätzlich ist die Aussagekraft der Daten umso höher, je mehr Kollisionen je Testfläche dokumentiert

werden. Bei der Variante Test- und Kontrollscheibe ist dies umso wichtiger, da sich die innerhalb eines Jahres erfassten Anflüge auf zwei Scheibenvarianten verteilen und hier miteinander verglichen werden müssen. Bei mehreren Teilnehmern kam im Laufe des Testjahres allerdings nur eine geringe Anzahl an Kollisionen zusammen, aus der noch keine sinnvolle Aussage zur Wirksamkeit abgeleitet werden konnte. Wenn möglich wurden in diesen Fällen die Beobachtungen auch im Folgejahr fortgesetzt, um über einen längeren Zeitraum eine aussagekräftige Menge an Anflügen zusammen zu bekommen. Die Dauer der Dokumentation spielte bei der Variante Test- und Kontrollscheibe eine untergeordnete Rolle für die Vergleichbarkeit, da sich hier die Anzahl der Kollisionen automatisch immer auf den gleichen Beobachtungszeitraum von markiertem und unmarkiertem Bereich einer Testfläche bezieht. Die Aussage zur Wirkung der Markierung ergibt sich damit ausschließlich aus dem Verhältnis der über die Dauer der Beobachtung erfassten Anflüge an Test- und Kontrollscheibe.

- *Fehlerquellen durch die Methodenvariante Vorher – Nachher*

Bei der Vorher-Nachher-Variante wurde ein und dieselbe Testfläche ohne und später mit Markierung für jeweils ein Jahr beobachtet. Um vergleichbare Daten zu erhalten, war es dabei wichtig, dass der Beobachtungszeitraum ohne Markierung genauso lang war wie der Zeitraum mit Markierung. Nicht relevant war hier, ob einige Teilbereiche der Scheiben stärker angefliegen werden als anderen. Allerdings ist bei der Betrachtung der Vorher-Nachher-Ergebnisse zu beachten, dass die Aktivität der Vögel in einzelnen Jahren deutlich schwanken kann. Vor allem wenn im zweiten Beobachtungsjahr insgesamt weniger Vögel im Untersuchungsumfeld vorhanden waren, wodurch auch die Kollisionswahrscheinlichkeit sank, konnte das zu Fehlinterpretationen der Beobachtungsergebnisse führen. Durch eine hohe Stichprobenzahl und viele Teilnehmer mit möglichst hoher zu erwartender Anzahl an Kollisionen (aufgrund langfristiger Erfahrungen) sollte dieser Einfluss auf das Ergebnis etwas abgemildert werden. Um den Einfluss möglicherweise unterschiedlich starker Vogelaktivität besser beurteilen zu können, wurden zudem Teilnehmer, die das zweite Beobachtungsjahr abgeschlossen haben, auch um eine Einschätzung zur allgemein beobachteten Vogelaktivität im Umfeld der untersuchten Scheiben gebeten, insbesondere ob ein auffälliger Unterschied zwischen den beiden Beobachtungsjahren festgestellt wurde. So wurde von zwei Teilnehmern nach dem zweiten Beobachtungsjahr noch ein weiteres Jahr dokumentiert, um das Ergebnis abzusichern. Hier war während des zweiten Jahres aufgefallen, dass deutlich weniger Vögel anwesend waren wie in den Vorjahren, sodass die auf null zurückgegangenen Kollisionen auch darauf zurückzuführen sein können. Im dritten Beobachtungsjahr hat sich dann in beiden Fällen das Ergebnis des ersten Testjahres bestätigt werden, wobei die Vogelaktivität als wieder vergleichbar mit der Aktivität im Beobachtungsjahr ohne Markierung angegeben wurde.

Ein recht offensichtlicher Rückgang der Vogelaktivität, vor allem im zweiten Projektjahr 2018 und teilweise auch 2019, führte bei einer größeren Anzahl von Teilnehmern dazu, dass diese

nach dem Beobachtungsjahr ohne Markierung wegen zu weniger Kollisionen die Teilnahme am Projekt abbrechen mussten. In den meisten dieser Fälle lag die glaubhafte Aussage vor, dass in den vorangegangenen Jahren die Vogelaktivität höher war und es damit auch zu deutlich mehr Kollisionen gekommen ist. Aufgrund dieser gehäuften Beobachtungen ist zu vermuten, dass es einen zeitweilig überregional spürbaren Rückgang der Vogelaktivität, möglicherweise bedingt durch die ungewöhnlichen Witterungsbedingungen im Frühjahr und Sommer 2018 und 2019, gegeben hat. Insofern muss bei den zweijährigen Beobachtungen grundsätzlich bedacht werden, dass eine deutliche Verringerung der Vogelschläge auch, zumindest teilweise, auf eine Verringerung der Individuenzahl in der Umgebung der Projektscheiben zurückzuführen sein kann. Im letzten Projektjahr wurde kaum noch von einem offensichtlichen Rückgang der Vogelaktivität berichtet. Tatsächlich konnte wieder die gewohnte Anzahl und Aktivität von Vögeln beobachtet werden, was vor allem durch gezielte Nachfragen und Beobachtungen, wie dem oben genannten Beispiel, deutlich wurde.

- **Zusammenfassung**

Glas als beliebter Baustoff stellt ein großes Risiko für Vögel dar, da Vögel Glas nicht als Hindernis erkennen können und mit den Scheiben kollidieren. Neben den flächendeckenden Markierungen mit sichtbaren Mustern, die sich als sicherer Schutz, bewährt haben, werden zunehmend auch transparenten UV-Markierungen als Alternative angeboten. Allerdings ist auf dem Gebiet der UV-Markierungen bisher nur unzureichend geklärt, ob bzw. unter welchen Bedingungen diese einen wirksamen Schutz bieten können. Im Rahmen des Projektes „Evaluierung von Maßnahmen und Produkten zur Reduzierung von Vogelschlag in der realen Anwendung“ wurden verschiedene gängige UV-Markierungen in unterschiedlichen Anwendungssituationen getestet. Bei den ausgewählten Produkten handelte es sich die Birdsticker der Firma Dr. Kolbe GmbH.

Das Projekt wurde in Form einer Feldstudie über einen Untersuchungszeitraum von September 2016 bis September 2020 mit Unterstützung freiwilliger Teilnehmer durchgeführt. Bei den Teilnehmern handelte es sich um Privatpersonen und Firmen ebenso wie um Schulen und öffentlichen Einrichtungen. Die Beobachtungen erfolgten entweder über ein Jahr, wobei die relevanten Scheibenbereiche in eine markierte Test- und eine unmarkierte Kontrollscheibe, beide gut miteinander vergleichbar, unterteilt wurden. Oder die Beobachtung erfolgte über zwei Jahre, wobei im ersten Jahr die Kollisionen an den unmarkierten Scheiben erfasst und im zweiten Jahr die Anflüge nach der Markierung dieser Scheiben dokumentiert wurden.

Aufgrund methodischer Schwierigkeiten und z.T. ausbleibender Kollisionsereignisse konnten ausgehend von den 80 Teilnehmern letztendlich nur die Ergebnisse von 32 Teilnehmern für die Auswertung verwendet werden. Daraus ergibt sich eine Datenmenge, aus der sich keine statistisch abgesicherten Aussagen ableiten lassen. Die vorgestellten Ergebnisse sind somit als Tendenzen zu betrachten, die vor allem die unterschiedliche Wirksamkeit der Markierungen im Vergleich zueinander darstellen.

Insgesamt standen 64 Testflächen mit einer Gesamtfläche von 848 m² zur Verfügung. Unabhängig von der Art Markierung wurden 453 Anflügen registriert, von denen 117 auf eine Scheibe mit Markierung gerichtet waren. Dies entspricht was einem Anteil an Fehlentscheidungen (d.h. die Markierung wurde nicht erkannt) von 26 %.

In der Betrachtung der einzelnen Markierungen findet sich dieses Ergebnis beim Test der Birdsticker wurden 109 Kollisionen an 16 Testflächen erfasst, davon waren 15 Anflüge an eine markierte Scheibe gerichtet. Mit dem sich daraus ergebenden Anteil von 13 % Fehlentscheidungen sind die Birdsticker mäßig wirksam.

Weiterhin wurde untersucht, in wie fern äußerer Faktoren, wie die Ausrichtung der Scheiben in eine bestimmte Himmelsrichtung, die vorherrschenden Lichtverhältnisse (sonnig, schattig, halbschattig), die Ausstattung der Umgebung mit Gehölzen oder sonstigen für Vögel attraktiven Strukturen, die Entfernung der Gehölze zu den Scheiben sowie der Grund der Gefährdung (Spiegelung oder Durchsicht), einen Einfluss auf die Wirkung von UV-Markierungen haben. Die Ergebnisse konnten kaum Hinweise darauf geben, dass die genannten Parameter in einer bestimmten Ausprägung die Wirkung von UV-Markierungen deutlich positiv oder negativ beeinflussen. Nur beim Gefährdungsgrund scheint die „Kombination von Durchsicht und Spiegelung“ grundsätzlich zu einer schlechteren Wirksamkeit zu führen als nur Durchsicht oder Spiegelung allein. Und beim Einfluss der Entfernung der Gehölze zeichnet sich ab, dass eine größere Entfernung der Gehölze die jeweilige Wirkung verbessern könnte. Allerdings sind diese Ergebnisse nur als Tendenzen zu sehen, da insgesamt bei allen Faktoren sehr große Unterschiede zwischen den Produkten vorhanden sind und zudem bei fast allen Parametern für einige Ausprägungen nur wenige oder keine Daten für einzelne Produkte vorliegen.

Insgesamt konnte keine grundsätzlich gute Wirksamkeit von UV-Markierungen festgestellt werden. In Einzelfällen wurde zwar eine deutliche Reduzierung festgestellt, dem steht aber ein deutlich höherer Anteil an Tests mit nur geringer oder fehlender Wirkung gegenüber. Für die beiden Produkten mit dem rechnerisch besten Ergebnis, das eine Wirksamkeit nahelegt, liegen zu wenige Stichproben vor, die diese Wirksamkeit verifizieren. Somit kann keine der getesteten UV-Markierungen als geeigneter Vogelschlag-Schutz empfohlen werden.