

VOGELANPRALL AN GLASFLÄCHEN

PRÜFBERICHT

Liniendesign vertikal 5/95 – Decochrome

Punktraster „Dart“ 9/90 – Decochrome

WIN Versuch (Anwendungsfall Fenster, Fassaden)

im Flugtunnel II

der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf

im Auftrag von

Arnold Glas

Kirchberg, Deutschland

Martin Rössler

Wien, Februar 2021



1 ZUSAMMENFASSUNG

Im Auftrag von Arnold Glas, Kirchberg, Deutschland, wurden zwei als Vogelschutzmarkierungen konzipierte chrom-metallische Beschichtungen (Decochrome) auf ihre Vogelanzug vermeidende Wirkung hin untersucht. Es handelte sich um ein vertikales Streifenmuster („Liniendesign vertikal 5/95“) bzw. um in einem Raster angeordnete kokardenartig unterbrochene Punkte („Punktraster Dart 9/90“) auf Position 1 von VSG 66.2. Die Markierungen wurden nach der WIN-Methode geprüft, welche bei lichtschwachem Hintergrund den Einbezug von Spiegelungen auf den Scheiben ermöglicht und daher für den Anwendungsfall Fenster und Fassade gilt. Die Ergebnisse gelten nicht für Anwendungen bei hellem Hintergrund wie Lärmschutzwände und Glasbrüstungen.

Beim Prüfverfahren handelt es sich um standardisierte Wahlversuche. Die Untersuchungsmethode zielt auf einen Vergleich unterschiedlicher Kandidaten ab. Es können keine quantitativen Vorhersagen über Zahl oder einen Prozentwert im Anwendungsfall geretteter Vögel gemacht werden. Die Wahlversuche finden unter natürlichen Lichtverhältnissen mit tageslichtadaptierten Wildvögeln im Flugtunnel von collabs//Biologische Station Hohenau – Ringelsdorf, Österreich, statt. Die vorliegende Prüfung basiert auf 101 bzw. 102 gültigen Testflügen im Zeitraum 07.08. bis 13.09. 2020.

Die Markierung „Liniendesign vertikal 5/95“ – Decochrome mit vertikalen chrom-metallischen Streifen von 5mm Breite im Kantenabstand von 9,5cm ergab im Wahlversuch 8% Anflüge zur Prüfscheibe und 92% zur Referenzscheibe und wird als hoch wirksame Markierung empfohlen (Kategorie A, hoch wirksam).

Der Punktraster durchbrochener, kokardenartiger Punkte (Punktraster „Dart“ 9/90 – Decochrome) mit Durchmesser von 9mm und Mittelpunktabständen von 9cm ergab im Wahlversuch 16% Anflüge zur Prüfscheibe und 84% zur Referenzscheibe. Diese Markierung ist wirksam, unterscheidet sich aber signifikant von hoch wirksamen Markierungen (Kategorie B, bedingt geeignet).

2 PRÜFMETHODE

2.1 Versuchsaufbau

Grundlage des Wahlversuchs, welcher die Richtungsentscheidungen von Vögeln untersucht, die auf eine markierte bzw. eine unmarkierte Scheibe zufliegen, ist ein 7,5 m langer Flugtunnel, der drehbar gelagert ist, handbetrieben dem Stand der Sonne folgt und dadurch immer symmetrischen Lichteinfall auf die Prüfscheiben aufweist (Abb. 1). Die linke Hälfte und die rechte Hälfte des Tunnelendes werden von zwei unterschiedlichen Scheiben – einer unmarkierten Floatglas-Referenzscheibe auf der einen und der Prüfscheibe auf der anderen Seite – eingenommen (Abb. 2).

Die Testvögel sind Wildvögel aus dem Beringungsprogramm der Biologischen Station Hohenau – Ringelsdorf, Österreich. Sie sind beringt und damit individuell erkennbar. Damit wird vermieden, dass ein Vogel mehr als einmal pro Kalendertag für einen Flug eingesetzt wird. Die Testvögel werden tageslichtadaptiert von außen in eine Startröhre gesetzt und starten sofort vom dunklen hinteren Ende zum offenen vorderen Ende des Tunnels.

40 cm vor den Prüfscheiben befindet sich ein zum Vogelfang gebräuchliches Japannetz, welches mit Fadenstärken von 0,1 mm die frontale Sehschärfe der Vögel unterschreitet und daher nicht wahrgenommen wird. Die Vögel werden damit sanft abgefangen und vor einem Aufprall auf den Testscheiben bewahrt und unmittelbar nach dem Flug in Freiheit gesetzt. Die Versuchsflüge werden mit einer Videokamera aufgezeichnet.

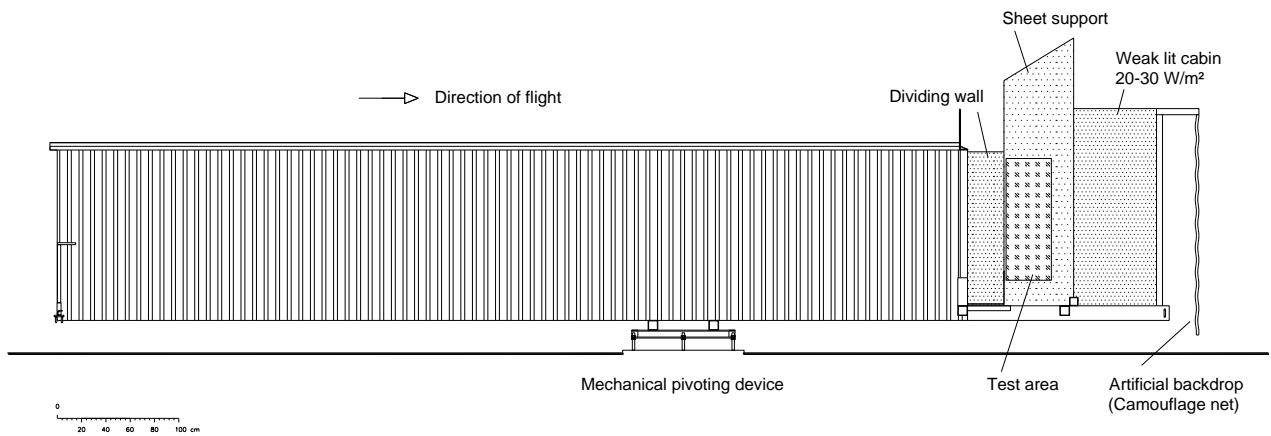


Abbildung 1: Flugtunnel für WIN-Tests. Ein Dach, Seitenwände und ein wenig lichtdurchlässiger Vorhang erzeugen eine schwach beleuchtete Kammer (*weak lit cabin*) im Hintergrund der Prüfscheiben. Die trapezförmige Platte (*sheet support*) verhindert die direkte Sicht der Vögel auf Himmel und Vegetation. Als Hintergrund (*artificial backdrop*) befindet sich vor dem Tarnnetz (*camouflage net*) anders als abgebildet eine weiße Leinwand.

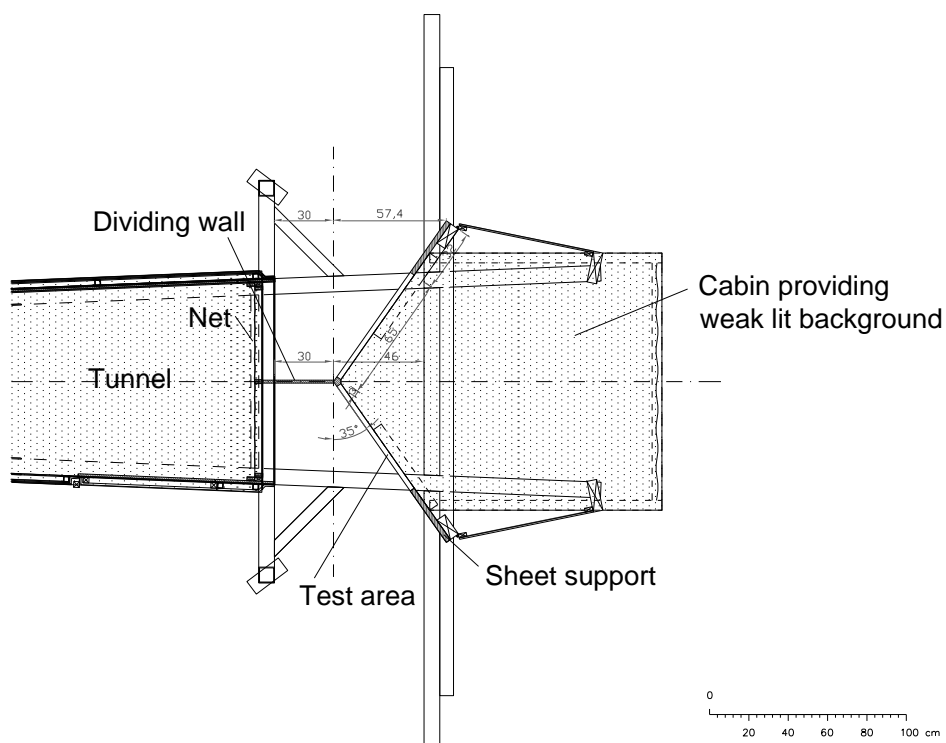
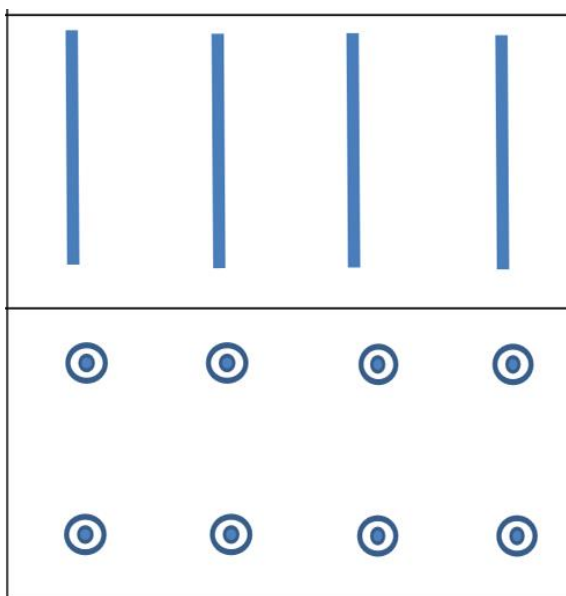


Abbildung 2: Schnitt durch Flugtunnel und überdachte Kammer (Simulation von Innenräumen) im Hintergrund der schräg zur Flugachse der Vögel stehenden Prüfscheiben (*test area*) im WIN-Versuch.

Zur Erzeugung realitätsnaher Spiegelungen befindet sich im Hintergrund der Prüfscheiben eine abgedunkelte Kammer, ca. 170 x 170 x 170 cm, in der Lichtverhältnisse hergestellt und mit Messgeräten kontrolliert werden, die Gebäudeinnenräumen entsprechen. Die angeflogenen Scheiben stehen nicht normal zur Flugachse der Vögel, sondern in einem Winkel von 125° und spiegeln in der Sichtachse der anfliegenden Vögel wie Seitenspiegel eines Autos die Umgebung. Das Licht fällt dabei durch Prüf- und Referenzscheibe frontal ein. Je nach Beleuchtungsverhältnissen (Sonne, Wolken, bedeckter Himmel) treten mehr oder weniger kontrastreiche Spiegelungen der Umgebung auf den Scheiben auf bzw. werden Strukturen der Konstruktion der dahinter liegenden Kammer erkennbar. Die Umgebungsvegetation ist homogen, sodass die Spiegelungen in beiden Scheiben weitgehend übereinstimmen. Die Flugachsen der Vögel liegen in der Ebene des Sonnenlichteinfalls, die Sonne kommt immer von hinten. Die Scheiben erhalten kein direktes Sonnenlicht. Nach jeweils drei Einzelversuchen erfolgt ein Wechsel der Prüfscheiben. Die Reihenfolge innerhalb verschiedener Kandidaten und die Einbauseite von Prüf- und Referenzscheibe (Kap. 2.2) 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.

2.2 Prüfscheiben und Referenzscheibe

Es wurden zwei Kandidaten untersucht. Bei „Liniendesign vertikal 5/95“ (Abb. 3 und 4) handelte es sich um ein vertikales Streifenmuster, bei „Punktraster „Dart“ 9/90“ um in einem Raster angeordnete kokardenartig unterbrochene Punkte (Abb. 3 und 5). Beide Markierungen waren chrom-metallische Beschichtungen (Decochrome) auf Position 1 auf VSG 66.2 (2 x 6mm Floatglas). Referenzscheibe im Wahlversuch war 4mm starkes Floatglas. Tab. 1 zeigt Eigenschaften, verwendete Referenzscheibe, Testzeitraum und Anzahl der Versuche.



Liniendesign vertikal 5/95. Chrom-metallische vertikale Streifen auf Position 1, Streifenbreite 5mm, Abstand zwischen den Streifen 9,5cm, Abstand von Streifenmitte zu Streifenmitte 10,0cm.

Punktraster „Dart“ 9/90. Chrom-metallische konzentrische Kreise auf Position 1, Gesamtdurchmesser: 9mm, Breite Außenring: 2mm, DM Innenkreis: 3mm, Abstand zw. Innenkreis und Außenring: 1mm, Mittelpunktabstand vertikal und horizontal: 90mm.

Abbildung 3: Prüfmusterungen, freier Maßstab. Vgl. Abb. 4 und 5.



Abbildung 4: Liniendesign vertikal 5/95. Chrom-metallische vertikale Streifen auf Position 1.



Abbildung 5: Punktraster „Dart“ 9/90. - Chrom-metallischer Raster durchbrochener Punkte auf Position 1

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

2020 Test-Code	Typ	Beschreibung	Referenz	Testzeitraum	Anzahl gültiger Versuche
Liniendesign vertikal 5/95	VSG 66.2, PVB laminiert	Beschichtung: chrom-metallisch (Decochrome), Position 1; Vertikale Streifen, Breite der Streifen 5mm, Kantenabstand 95mm (s. Abb. 3)	4 mm Floatglas, unmarkiert	07.08. – 13.09.	101
Punktraster „Dart“ 9/90		Beschichtung wie oben, Position 1; Punkte, 9 mm Durchmesser, Mittelpunktabstd. im regelm. Raster: 90 mm; Punktelemente zusammengesetzt aus: Innerer Punkt DM 3mm, Außenkreis Breite 2mm, Abstd. zw innerem Punkt und Außenkreis: 1mm (s. Abb. 3)			102

2.3 Untersuchungszeitraum und tageszeitliche Verteilung der Testflüge

Die Markierungen wurden im Zeitraum 07.08.2020 bis 13.09.2020 zwischen 7:00 und 19:45 mit einer Stichprobengröße von jeweils 101 bzw. 102 Testflügen geprüft. Knapp drei Viertel (72%) der Versuche fanden am Morgen bzw. Vormittag statt (7:00-12:00), der Rest verteilte sich relativ gleichmäßig auf die Nachmittags- und Abendstunden (Abb.6).

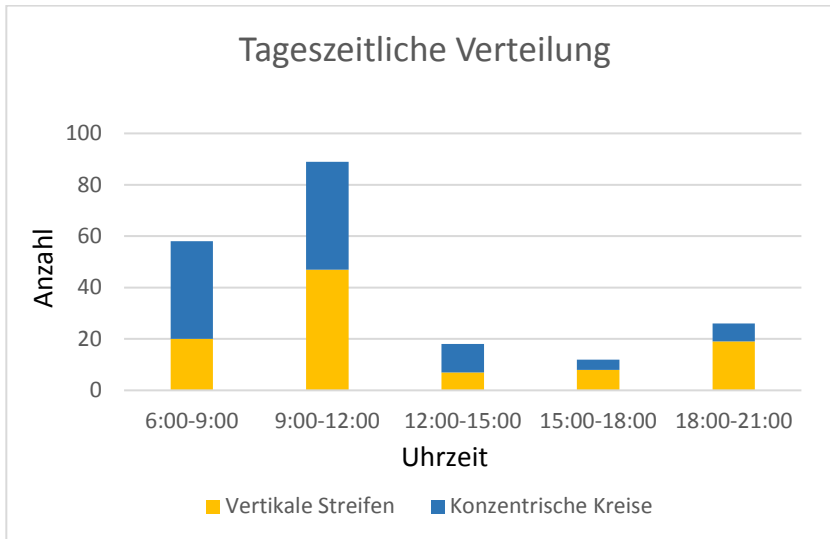


Abbildung 6: Anzahl der Versuche innerhalb dreistündiger Zeitintervalle zwischen 6:00 und 21:00 Uhr. Die Legende „vertikale Streifen“ und „konzentrische Kreise“ bezieht sich auf „Liniendesign vertikal 5/95“ und Punktraster „Dart“ 9/90.

2.4 Lichtverhältnisse

Bei der Protokollierung der Lichtverhältnisse wurde nach Beleuchtung durch diffuses Licht (Bewölkung vor Sonne) bzw. direkte Sonnenstrahlung unterschieden. Weiters wurde die Globalstrahlung gemessen und die Ergebnisse für Strahlungswerte $<400 \text{ W/m}^2$ und $>400 \text{ W/m}^2$ ausgewertet (Tab. 2). Witterungsbedingt fand die Mehrzahl der Versuche (jeweils 85%) bei Sonnenschein statt. Die Intensität der Globalstrahlung betrug bei knapp zwei Drittel der Versuche (61%) $<400 \text{ W/m}^2$ und bei einem guten Drittel (39%) $>400 \text{ W/m}^2$.

Tabelle 2: Gesamtzahl gültiger Versuche und Anzahl von Versuchen abhängig von Lichtverhältnissen.

Kandidat	Anzahl Versuche	Diffuses Licht	Sonnig	$<400 \text{ W/m}^2$ R global	$>400 \text{ W/m}^2$ R global
Liniendesign vertikal 5/95	101	15	86	67	34
Punktraster „Dart“ 9/90	102	16	86	57	45
Summe	203	31	172	124	79

2.5 Testvögel

Für die insgesamt 203 gültigen Testflüge wurden Wildvögel aus 28 Arten verwendet, wobei zwei Drittel (66%) der Testvögel aus drei Rohrsängerarten, Neuntöter, Stieglitz, Grünling und Dorngrasmücke gebildet wurden. Die Vögel stammen aus dem Beringungsprogramm der Biologischen Station Hohenau-Ringelsdorf (Tab. 3).

Tabelle 3: Individuenzahlen von Testvögeln aus 28 Arten gereiht nach Häufigkeit.

Vogelart		Liniendesign vertikal 5/95	Punktraster „Dart“ 9/90	Summe
Sumpfrohrsänger	<i>Acrocephalus palustris</i>	13	21	34
Schilfrohrsänger	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	18	6	24
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	8	13	21
Stieglitz	<i>Carduelis carduelis</i>	4	12	16
Drosselrohrsänger	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	8	6	14
Grünling	<i>Carduelis chloris</i>	5	7	12
Dorngrasmücke	<i>Sylvia communis</i>	5	7	12
Andere Arten (21)		40	30	70
Summe		101	102	203

3 ERGEBNISSE

Im WIN-Versuch, der die Anwendung der geprüften Markierungen auf Position 1 für den Anwendungsfall Fenster und Fassaden unter Einbezug von auftretenden Spiegelungen prüft, erwiesen sich beide Markierungen als wirksam, schnitten aber unterschiedlich gut ab. Prüfscheiben mit „Liniendesign vertikal 5/95“ wurden von 8% der Prüfvögel, Prüfscheiben mit dem „Punktraster „Dart“ 9/90“ (beide Decochrome auf Pos. 1) wurden von 16% der Prüfvögel angefliegen, der Rest der Vögel flog zur unmarkierten Referenzscheibe (Tab.4).

Tabelle 4: Richtungsentscheidungen im Wahlversuch zu Referenzscheibe und Prüfscheibe

Kandidat	Anzahl gültiger Versuchsflüge	Richtungsentscheidung zu		
		Referenzscheibe	Prüfscheibe	% zu Prüfscheibe
Liniendesign vertikal 5/95	101	93	8	8
Punktraster „Dart“ 9/90	102	86	16	16

Bei unterschiedlicher Lichtqualität (Sonne vs. diffuses Licht) bzw. bei einer Globalstrahlung von $<400\text{W}/\text{m}^2$ bzw. $>400\text{W}/\text{m}^2$ zeigen sich statistisch keine Unterschiede, und es sollte bei der Interpretation scheinbar deutlich unterschiedlicher Zahlen berücksichtigt werden, dass in ca. 85% der Testflüge direktes Sonnenlicht vorhanden war (Tab. 5).

Tabelle 4: Richtungsentscheidungen im Wahlversuch zu Referenzscheibe und Prüfscheibe bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen (diffuses Licht, direkte Sonnenstrahlung, Globalstrahlung < 400 W/m², > 400W/m²); p-Werte für Fisher's exact test.

Lichtverhältnisse	Richtungsentscheidung zu		
	Referenzscheibe (Float 4mm unmarkiert)	Prüfscheibe	% zu Prüfscheibe
Liniendesign vertikal 5/95			
diffus	13	2	13,3
Sonne	80	6	7,0
p-Wert	0,34 (nicht signifikant)		
< 400 W/m ² global	61	6	9,0
> 400 W/m ² global	32	2	5,9
p-Wert	0,71 (nicht signifikant)		
Punktraster „Dart“ 9/90			
diffus	13	3	18,8
Sonne	73	13	15,1
p-Wert	0,71 (nicht signifikant)		
< 400 W/m ² global	47	10	17,5
> 400 W/m ² global	39	6	13,3
p-Wert	0,60 (nicht signifikant)		

4 DISKUSSION UND EMPFEHLUNGEN

Im Vorfeld der Untersuchung bestanden sehr gute Aussichten auf eine hohe Wirksamkeit des vertikalen Liniendesigns, wobei durch die Neuartigkeit der Beschichtung das Prüfergebnis durchaus nicht von vornherein vorhersehbar war. Für den Punktraster 9/90 waren Vorhersagen hinsichtlich angestrebter hoher Wirksamkeit erst recht nicht möglich, da bei einem Durchmesser von 9mm in vorhergehenden Untersuchungen sowohl bessere als auch schlechtere Ergebnisse bezogen auf das Hohenauer 10%-Kriterium erzielt wurden und das Ergebnis mit Variablen des eingesetzten Materials und dem erzeugten Kontrast um den kritischen Wert schwankte.

Das auf Position 1 aufgebrachte Liniendesign vertikal 5/95 – Decochrome hat in den WIN-Wahlversuchen mit 8% Anflügen zur Prüfscheibe und 92% Anflügen zur Referenzscheibe sehr gut abgeschnitten und ist nach dem Hohenauer Bewertungsschema „hoch wirksam“. Die Stichprobengröße lässt keine sichere Beurteilung über die spezielle Eignung oder Benachteiligung der Markierung bei bestimmten Lichtverhältnissen zu, es gibt aber in den Ergebnissen Hinweise darauf, dass die Markierung ihre Stärken besonders bei sonnigen und strahlungsreichen Bedingungen hat. Im Ranking von 25 zwischen 2014 und 2020 mit dieser Methode geprüften Markierungen liegt die geprüfte Linienmarkierung derzeit an fünfter Stelle.

Punktraster „Dart“ 9/90 – Decochrome mit Durchmessern von 9mm und Mittelpunktabständen von 90mm verursachte im WIN-Wahlversuch 16% Anflüge zur Prüfscheibe und 84% zur Referenzscheibe. Die Markierung ist zweifelsfrei wirksam, unterscheidet sich jedoch signifikant von „hoch wirksamen“ Markierungen nach dem Bewertungsschema von collabs//Biologische Station Hohenau-Ringelsdorf. Im Ranking der 25 zwischen 2014 und

2020 mit dieser Methode geprüften Markierungen liegt der geprüfte Punktraster „Dart“ 9/90 derzeit an fünfzehnter Stelle. Die Markierung könnte vermutlich durch Vergrößerung der Durchmesser der Rasterpunkte, eine Erhöhung der Reflektanz und eventuell auch eine erhöhte Kantenschärfe durch weitere Verbesserungen des Beschichtungsverfahrens in ihrer Wirkung verbessert werden.

Die Vogelschutz-Markierungen wurden für den Einsatz als Fassadenglas mit geringen Lichtstärken im Hintergrund, nicht aber für Durchsichtssituation mit hellem Hintergrund geprüft. Daher ist das Ergebnis nicht auf Lärmschutzwände, Glasbrüstungen etc. übertragbar. Die Versuchsergebnisse gelten nicht für nächtliche Kollisionsgefahren. Weiters ist zu beachten, dass sich die Versuchsanlage unter freiem Himmel befindet, also nicht beschattet ist. Bei Anwendungen im Dauerschatten und stark reduzierter Helligkeit des Umgebungslichtes ist die Aussagekraft der Untersuchung eingeschränkt. Für den Einsatz hinter der Außenfläche von vorgehängten Fassaden und Closed Cavity Facades (CCF) können keine Aussagen getroffen werden. Es ist zu erwarten, dass Reflexionen an Position 1 der Außenhülle die hier nachgewiesene Wirkung reduzieren oder aufheben. Daher gelten die vorliegenden Testergebnisse immer für die Anwendung auf Pos. 1 der Außenhülle. Nach bisherigen Erkenntnissen ergibt sich durch den Einbau der als VSG geprüften Markierung in einen Isolierglas-Verbund keine Verschlechterung der Prüfergebnisse, sofern der Außenreflexionswert der nach innen folgenden Scheiben die Außenreflexionswerte der Prüfscheiben nicht übersteigt. Dies bezieht sich weiters auch auf Low E Beschichtungen in Verbundgläsern.