



vogelwarte.ch



**Costruire con vetro e luce  
rispettando gli uccelli**

# Costruire con vetro e luce rispettando gli uccelli

Martin Rössler, Wilfried Doppler, Roman Furrer, Heiko Haupt,  
Hans Schmid, Anne Schneider, Klemens Steiof, Claudia Wegworth



vogelwarte.ch



# Impressum

## Costruire con vetro e luce rispettando gli uccelli

### Autori:

Martin Rössler, Wilfried Doppler, Roman Furrer, Heiko Haupt, Hans Schmid, Anne Schneider, Klemens Steiof, Claudia Wegworth

### Curatrice:

Stazione ornitologica svizzera di Sempach

### Co-curatore:

Wiener Umweltanwaltschaft (WUA), Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Landesbund für Vogelschutz in Bayern (LBV), collabs/Biologische Station Hohenau-Ringelsdorf

### Sostenitori:

BirdLife Schweiz, Lega italiana protezione uccelli (Lipu), Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO), Bundesamt für Naturschutz (BfN), Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (LAG VSW), Naturschutzbund Deutschland (NABU), Dark-Sky Switzerland, Schweizerischer Fachverband für hinterlüftete Fassaden (SFHF), Schweizerisches Institut für Glas am Bau (SIGAB), Metaltec Suisse

### Si ringraziano le seguenti persone e istituzioni per il loro gentile supporto, la consulenza di esperti, i suggerimenti sul manoscritto ecc.:

Reinhard Brandstetter, Verein AURING - Hohenau; Deutsche Postcode Lotterie; Marco Dinetti, Lega italiana protezione uccelli (Lipu); Judith Förster; collaboratori volontari collabs/Biologische Station Hohenau-Ringelsdorf; Christa Glauser, Eva Inderwildi, BirdLife Schweiz; Wolfgang Laube, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU); Paloma Plant, Fatal Light Awareness Program (FLAP) Canada; Werner Schulz; Sylvia Weber, LBV München; Sigrid Weiss-Lutz; Cathy Zell, Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO); René Altermatt, Marcel Burkhardt, Barbara Helm, Daniela Heynen, Hannes von Hirschheydt, Isabelle Kaiser, Matthias Kestenholz, Peter Knaus, Jacques Laesser, Paola Ricceri, Arno Schneider, Nicolas Sironi, tutti della Stazione ornitologica svizzera di Sempach

**Layout:** Isabelle Kaiser & Marcel Burkhardt

**Traduzione:** Chiara Solari

### Foto di copertina:

Futurium di Berlino, RICHTER MUSIKOWSKI Architekten (foto: Gianmarco Bresadola)

### Fotos:

Portraitor (10 [1]), M. Apollonio (21 [1]), Avda / avda-foto.de (14 [1]), G. Brandtner (24), S. Brauner Grafik (55 [1]), M. Burkhardt (49 [1]), M. Cappelletti (20 [1]), caspar/HGEsch (30), ChiemSeherin (10 [3]), M.-N. Dailly (18 [1]), I. Derschmidt Grafiken (26, 27), M. Dinetti (8 [2]), W. Doppler (16 [1,2,5], 17 [1,2,4,6], 29, 31, 46, 59 [1,4], 61 [2,10,11]), D. Feng (12 [2]), S. Feyssa (59 [3]), Flagstaff Darksky Coalition (55), R. Furrer (27 [1]), A. Gaia (50 [1]), P. Gapp (36 [1], 37 [9], 38 [1-10], 39 [1-10], 40 [1-10], 41 [1-4]), B. Georg (43 [2]), M. Haller (48 [1]), A. Hänel Grafik (53), H. Haupt (51 [1,2]), M. Huryn (7), E. Inderwildi (13, 17 [3]), T. Jantscher (22 [2]), M. Jezyk (18 [2]), M. Koringner (52), C. Lendl (54), H. Morimoto (10 [2]), W. Moser (14 [2]), NABU Brandenburg (51 [3]), D. Occhiato (5), U. Pohlmann (14 [3]), M. Roessler (16 [3,4], 27 [2], 32 [2,3], 33 [2,3], 34, 35, 36 [2-7], 37 [8, 10-14], 59 [7,8]), S. Rosenberg (19 [2]), scarchitekten Springer Jörg Mieth Robert (44 [3]), H. Schmid (12 [1], 16 [6], 45 [2,3], 61 [7, 8]), M. Schmitt (25), A. I. Schnabel (20 [2]), A. Schneider (48 [2]), K. Schreiber (50 [3]), D. Schreyer (21 [2]), W. Schulz (6, 15 [3]), Schweizerische Vogelwarte (44 [4], 58, 59 [5,6], 60, 61 [5,6]), SEEN AG (32 [1], 33 [3], 61 [4,12]), K. Steiof (47 [1]), O. Subach (50 [2]), Terrain Integral Desings E. Fornasa (44 [1,2]), V. Tsu (19 [1]), S. Weber (9, 22 [1], 49 [3], 61 [9]), C. Wegworth (15 [1,2], 17 [5], 42 [1,2], 43 [1], 45 [1], 47 [2], 48 [3], 49 [2], 59 [2,9,10,11,12], 61 [1,3], 8 [1])

### Proposta di citazione:

Rössler, M., W. Doppler, R. Furrer, H. Haupt, H. Schmid, A. Schneider, K. Steiof & C. Wegworth (2022): Costruire con vetro e luce rispettando gli uccelli. 3ª edizione aggiornata. Stazione ornitologica svizzera, Sempach.

**ISBN:** 978-3-85949-034-5

### Contatto:

Stazione ornitologica svizzera, CH-6204 Sempach, tel. (+41) 41 462 97 00, glas@vogelwarte.ch

© 2022, Stazione ornitologica svizzera di Sempach



# Contenuti

Prefazione .....	5
<b>1 Il vetro, un materiale problematico .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Il vetro: una trappola per uccelli .....</b>	<b>8</b>
2.1 Trasparenza .....	8
2.2 Riflessione .....	9
2.3 Attività degli uccelli, ambienti edificati e architettura .....	11
2.3.1 Attività .....	11
2.3.2 Ambiente .....	12
2.3.3 Architettura .....	14
2.4 «Non così» – Esempi di costruzioni in vetro pericolose .....	16
<b>3 Misure rispettose degli uccelli .....</b>	<b>18</b>
3.1 Soluzioni tecniche per costruzioni rispettose .....	18
3.2 Marcatura di superfici vetrate .....	23
3.2.1 Come gli uccelli riconoscono gli ostacoli? .....	23
3.2.2 Procedure di verifica standardizzate .....	24
3.2.3 Schema di valutazione di Hohenau: il concetto di marcature altamente efficaci .....	29
3.2.4 Criteri per marcature altamente efficaci per la protezione degli uccelli .....	30
3.2.5 Attuali sviluppi nei vetri di protezione degli uccelli per finestre e facciate .....	31
3.2.6 Elenco di marcature testate nel tunnel di volo .....	35
3.3 Misure di protezione <i>a posteriori</i> .....	42
<b>4 Misure inadeguate .....</b>	<b>46</b>
<b>5 Inquinamento luminoso .....</b>	<b>50</b>
<b>6 In breve .....</b>	<b>56</b>
6.1 Punti chiave .....	56
6.2 Il vetro quale trappola per uccelli .....	58
6.3 Soluzioni rispettose degli uccelli .....	60
<b>Ulteriori informazioni .....</b>	<b>62</b>



# Prefazione

## I confini invisibili del volo degli uccelli

Quando vediamo gli uccelli spostarsi rapidamente in volo da un albero all'altro o volteggiare in alto nel cielo, a volte desideriamo poter fare lo stesso, senza renderci conto del pericolo che si cela dietro l'angolo: le superfici in vetro, che sono diventate parte integrante della nostra vita e appartengono a uno «stile di vita» moderno. Per l'importante ruolo che il vetro svolge nella nostra società, le Nazioni Unite hanno scelto il 2022 come «Anno del vetro». Tuttavia, il vetro ha anche i suoi lati negativi: nonostante gli uccelli si orientino soprattutto con i loro occhi, non sono in grado di riconoscerlo. Ogni anno milioni di uccelli muoiono a causa di collisioni con vetrate. Questi incidenti sono oggi uno dei maggiori problemi di protezione degli uccelli nelle aree urbane. Con la costante espansione degli agglomerati urbani e la crescente popolarità del vetro e altri pannelli trasparenti quale materiale da costruzione, il problema sta diventando sempre più acuto.

Queste vittime del vetro potrebbero tuttavia essere evitate con semplici misure. Le precedenti edizioni di questa pubblicazione sono apparse nel 2008 e nel 2012, hanno incontrato un grande interesse e le raccomandazioni vengono tenute sempre più in considerazione. Nel frattempo abbiamo tuttavia a disposizione diverse nuove conoscenze e numerosi nuovi prodotti, motivo per cui si è resa necessaria un'edizione completamente rivista. In quanto curatrice dell'opuscolo, la Stazione ornitologica svizzera di Sempach si impegna a diffondere questo tema anche al di fuori della Svizzera. Anche per questa edizione aggiornata è proseguita la collaudata collaborazione, ormai ventennale, tra ricercatori ed esperti sul campo provenienti da Germania, Austria, Svizzera e Italia. Sebbene questa brochure sul vetro sia stata concepita per i Paesi di lingua tedesca, grazie alla sua traduzione in altre lingue può essere utilizzata anche in altri Paesi europei. Con le informazioni raccolte nella brochure, architetti, progettisti, costruttori e rappresentanti dell'industria del vetro possono trovare soluzioni che garantiscono la protezione degli uccelli per i nuovi edifici. Vengono inoltre proposte soluzioni anche per interventi a posteriori su edifici esistenti.

Molto resta da fare sia negli spazi privati che in quelli pubblici, saremo quindi grati a tutti coloro che contribuiranno a prevenire la morte di innumerevoli uccelli. La realizzazione di soluzioni fantasiose ed esteticamente interessanti li farà felici!

Peter Knaus

Responsabile conservazione, Stazione ornitologica svizzera di Sempach



# 1 Il vetro, un materiale problematico

Negli ultimi 50-100 anni per molte specie animali, in particolare per gli uccelli, la qualità dell'habitat delle zone agricole e anche di molti paesaggi naturali dell'Europa è drasticamente diminuita. Negli agglomerati urbani, in particolare in molte città, gli uccelli trovano invece ancora habitat piuttosto diversificati. In particolare, vanno citati gli spazi verdi con alberi e cespugli nei parchi, nei cimiteri, su terreni non edificati e lungo le strade. Queste aree sono utilizzate da numerosi uccelli nidificanti, ma anche da molte specie migratrici e ospiti invernali.

## Ogni anno, molti milioni di uccelli muoiono per collisioni con superfici in vetro

Per gli uccelli, il vetro è un fattore di pericolo diventato sempre più importante negli ultimi decenni. Le vittime di collisioni sono molte specie diffuse nelle aree urbane, ma anche uccelli migratori in sosta e ospiti in cerca di cibo, come beccacce, martin pescatori, sparvieri e astori, che muoiono in maniera relativamente frequente contro le vetrate. Tuttavia, anche fuori dalle città il vetro sta diventando sempre più un pericolo per gli uccelli. Una stima dei Centri statali germanici per la protezione degli uccelli ha mostrato che, ogni anno, solo in questo Paese circa 100-115 milioni di uccelli muoiono in incidenti con vetrate. Si tratta di oltre il 5% di tutti gli individui presenti in Germania nel corso dell'anno<sup>[1]</sup>. Per Paesi con una densità abitativa comparabile, è probabile che le cifre siano simili. Per gli Stati Uniti, ad esempio, da proiezioni sono risultate perdite di uccelli a causa di vetrate da 365 a 988 milioni di individui all'anno<sup>[2]</sup>. Al giorno d'oggi, anche durante la migrazione i nostri uccelli incontrano vetrate in molti luoghi, ad esempio nel Mediterraneo. Poiché

sono esposti a rischi superiori alla media in tutto il mondo, le vetrate potrebbero rappresentare un ulteriore fattore di minaccia per le popolazioni.

## L'estensione delle superfici vetrate mortali è in rapida crescita

A ragione, si potrebbe obiettare che in molti Paesi mediterranei ogni anno milioni di uccelli migratori vengono uccisi o catturati con trappole e reti. Solo lungo la costa mediterranea egiziana sono stati rilevati 700 chilometri di reti per la cattura degli uccelli. Per un confronto, bisogna tenere presente che attualmente nel mondo si producono circa 85 milioni di tonnellate di vetro piano all'anno, di cui il 30-40% viene utilizzato per gli esterni di edifici. Con uno spessore medio per finestre e facciate di 1-2 cm, questo aumento annuale corrisponde a una superficie di circa 800 000 000 di metri quadrati, un'immaginaria parete di vetro alta 100 metri e lunga 8000 km, una distanza che va da Parigi a Pechino. Attenzione: è l'aumento annuale! Le vetrate rappresentano quindi un rischio per gli uccelli diffuso in tutto il mondo. La loro morte per collisione è del tutto involontaria - ma è bene sapere che generalmente sarebbe evitabile.

## La morte silenziosa dei nostri uccelli

Com'è possibile che siamo ancora così inconsapevoli del problema, nonostante abbia queste dimensioni? Se guardassimo più da vicino le superfici vetrate noteremo un po' più di collisioni con gli uccelli. In caso di collisione, spesso gli uccelli più grandi (soprattutto piccioni, picchi, rapaci) lasciano impronte del piumaggio sulla vetrata, e anche singole piume poco appariscenti possono testimoniare un impatto. Tuttavia, la maggior parte degli uccelli, soprattutto quelli più pic-



*In tutto il mondo si stanno costruendo facciate di vetro di centinaia di metri quadrati ciascuna, che stanno portando a un forte aumento delle perdite di uccelli a livello globale. È necessario un ripensamento fondamentale per evitare che le collisioni di uccelli sulle superfici di vetro aumentino ulteriormente.*

coli, non lasciano tracce sulle vetrate e le loro carcasse vengono solitamente smaltite in breve tempo: di notte da volpi, ratti, gatti e faine, durante il giorno principalmente da cornacchie e gazze. Soprattutto le facciate in vetro particolarmente «produttive» vengono controllate regolarmente da questi consumatori di carogne. Anche i servizi di pulizia ed i portieri smaltiscono gli uccelli infortunati. La drastica sottovalutazione del numero di collisioni di uccelli si rivela quindi spesso solo al momento di intensi controlli sistematici.

### Non deve essere sempre vetro

Il vetro è un materiale da costruzione relativamente economico, ma presenta anche svantaggi come la riflessione dei suoni e della radiazione solare, il riscaldamento degli spazi interni in estate, perdite di calore in inverno ed un elevato consumo energetico per la sua produzione. La sua influenza sulla biodiversità di questo pianeta rende necessario mettere in discussione il nostro rapporto con il vetro. Prima di realizzare pro-

getti completamente «trasparenti» è necessario valutare in modo critico l'uso del vetro, per ogni singolo edificio. Se in ogni caso viene utilizzato molto di questo materiale, ci sono modi semplici per ridurre drasticamente le collisioni degli uccelli, senza limitare in maniera significativa la libera visuale attraverso i vetri. In questo opuscolo desideriamo mostrare queste possibilità. Nella progettazione gli aspetti puramente estetici non devono andare a scapito della biodiversità!

### Inquinamento luminoso: un pericoloso killer di uccelli

Il vetro non rappresenta un grande pericolo solo di giorno, a causa della sua trasparenza e dei riflessi. Attratti dall'eccessiva illuminazione, durante la notte innumerevoli uccelli migratori vanno a sbattere contro vetrate e sorgenti luminose. Questo inquinamento luminoso ha vari effetti sugli animali selvatici come pipistrelli e insetti, ma anche sugli esseri umani. Mostriamo quindi le misure che possono essere adottate per ridurre anche questi pericoli, in modo semplice.



*Vittime di collisioni raccolte durante la migrazione primaverile e autunnale del 2017 in alcune aree di Toronto, Mississauga e Markham, da volontari del FLAP (Fatal Light Awareness Program) Canada.*

<sup>[1]</sup> LAG VSW – Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2017): Der mögliche Umfang von Vogelschlag an Glasflächen in Deutschland – eine Hochrechnung. Berichte zum Vogelschutz 53/54: 63–67.

<sup>[2]</sup> Loss, S. R., T. Will, S. S. Loss & P. P. Marra (2014): Bird-building collisions in the United States: Estimates of annual mortality and species vulnerability. Condor 116: 8–23.

## 2 Il vetro: una trappola per uccelli

### Architettura trasparente a scapito degli uccelli

Il vetro occupa una posizione importante nell'architettura contemporanea. La proprietà ottica di apparire trasparente e «come aria» gli conferisce una leggerezza menzionata di frequente. Dal punto di vista dell'architettura, consente un'interazione tra spazio interno ed esterno, offrendo transizioni fluide e una libera connessione con l'ambiente circostante l'edificio, ma creando allo stesso tempo una piacevole demarcazione climatica e fisica. Visto dall'esterno, si aggiunge un'ulteriore proprietà, che viene spesso utilizzata consapevolmente: con la sua superficie liscia,

il vetro riflette ciò che sta di fronte e consente un gioco con l'architettura degli edifici vicini, la natura circostante e con le nuvole. Attraverso il vetro, anche l'illuminazione notturna dell'interno si spande con grande effetto verso l'esterno, creando così volutamente, dal punto di vista architettonico, corpi luminescenti nella notte.

Dal punto di vista della protezione dell'avifauna, trasparenza, riflessione e illuminazione hanno tuttavia un disastroso rovescio della medaglia, che comporta rischi gravi e mortali per gli uccelli e costa ogni anno la vita a miliardi di individui.

### 2.1 Trasparenza

#### Il muro invisibile

Gli uccelli percepiscono gli ostacoli con la vista, proprio come noi esseri umani. Un ostacolo diventa visivamente percepibile mediante un contorno esterno e una trama interna<sup>[3]</sup> ed entrambi mancano al vetro. Per questo, gli uccelli, ma anche gli esseri umani, non sono in grado di distinguere visivamente dall'aria le pareti in vetro trasparente. È parte della nostra esperienza umana sapere che in certi punti di un edificio possiamo trovare del vetro. Inconsciamente ci orientiamo tramite i bordi degli edifici, determinate strutture ripetitive di finestre e facciate, elementi di fissaggio, ecc. e abbiamo interiorizzato il vetro come parte del nostro ambiente. Eppure, su molti edifici pubblici anche per le persone il vetro viene marcato all'altezza

degli occhi, poiché in un ambiente sconosciuto gli incidenti non sono rari. Gli uccelli non dispongono di queste esperienze. Se una vetrata si trova davanti a un habitat per lui attraente, come ad esempio un boschetto, un uccello che vola verso di esso non è in grado di riconoscere il corpo solido che si trova in mezzo. Inoltre, gli uccelli si muovono più velocemente attraverso l'aria rispetto all'uomo sul terreno, rendendo il vetro una trappola per lo più mortale.

Al contrario dei riflessi, le situazioni di trasparenza si verificano quando dietro a una lastra di vetro l'ambiente è luminoso quanto davanti ad essa. Tali condizioni si trovano di solito lungo barriere fonoisolanti, parapetti in vetro, ripari in vetro alle fermate dei mezzi pubblici, ecc. Anche negli edifici ci sono aree traspa-



Trasparenza e apertura come ideale di modernismo caratterizzano l'architettura della Nuova Galleria Nazionale a Berlino. Per gli uccelli, la libera visuale attraverso l'edificio in vetro diventa una trappola mortale.



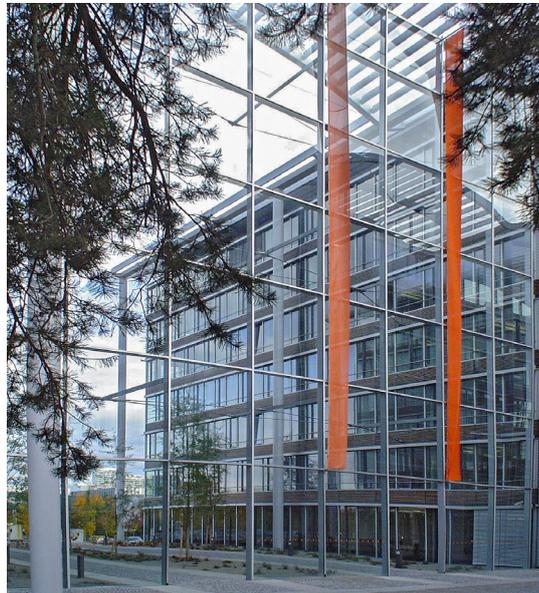
Nel gioco del Padel, i campi sono in parte circondati da vetro plastico trasparente. In Spagna, in Italia e in altri Paesi europei sono state raccolte prove di numerose collisioni di uccelli con queste pareti.

renti, come corridoi di collegamento vetrati e vetrate ad angolo, attraverso le quali gli uccelli possono vedere il cielo o strutture verdi. Anche giardini d’inverno, terrazze vetrate e altre strutture frangivento rappresentano quindi un grande pericolo.

**Conclusione:**

**Il vetro come materiale da costruzione trasparente offre possibilità affascinanti, ma rappresenta un pericolo spesso sottovalutato per tutti gli animali che si orientano con la vista. Il vetro, barriera impercettibile, ferisce e uccide uccelli.**

*Sia le vetrate a tutta superficie che le barriere acustiche trasparenti su larga scala del complesso edilizio Uptown di Monaco rappresentavano un pericolo mortale per gli uccelli. In seguito sono state applicate marcature.*



## 2.2 Riflessione

Un uccello non è in grado di percepire come ostacolo una vetrata che riflette fedelmente il cielo oppure alberi e arbusti.

**Perché il vetro riflette?**

Se dietro una vetrata l’ambiente è più scuro che davanti ad essa, sulla superficie liscia si creano riflessi. Questo è molto spesso il caso per finestre e facciate. Fatta eccezione per l’illuminazione artificiale di notte, dietro alle finestre prevalgono condizioni di luce diffuse con luminosità molto inferiore rispetto all’esterno. Poiché i nostri occhi si adattano alla luminosità dell’ambiente che ci circonda, gli spazi interni ci sembrano luminosi anche se l’intensità della luce è solo una piccola percentuale della luce diurna fuori dalla finestra. Il cosiddetto indice di luce diurna indica il rapporto tra il grado d’illuminamento della luce diurna all’aperto e quello all’interno della stanza. Nei luoghi di lavoro dovrebbe essere compreso tra l’1 % e il 3 %. Negli edifici, l’illuminamento di aree comparabili rappresenta quindi spesso solo un centesimo di quello all’aperto.

Ci sono perciò grandi differenze tra l’esposizione degli oggetti all’aperto rispetto a quella negli spazi interni (tabella 1) e quindi nella riflessione della luce

*Tabella 1: tipici livelli d’illuminamento di oggetti all’interno e all’esterno. (Fonte: Wikipedia, 1.6.2022)*

Tipologia di illuminazione	Illuminamento tipico
Cielo sereno. Giornata estiva 60° di elevazione solare (a mezzogiorno)	90000 lx
Cielo coperto. Giornata estiva	60000 lx
Cielo coperto. Giornata invernale	3500 lx
Studio TV	1000 lx
Luogo di lavoro in ufficio	500 lx
Spazio interno con luce del giorno	50 lx

verso la vetrata. I riflessi scompaiono solo quando oggetti chiari all’interno degli edifici riflettono più fortemente verso l’esterno rispetto a quanto oggetti esterni dirigano luce sui vetri. Di norma, ciò avviene solo in caso di oggetti direttamente illuminati dalla luce solare in prossimità delle finestre.

<sup>[3]</sup> Gibson, J. J. (1958): Visually controlled locomotion and visual orientation in animals. Br. J. Psychol. 49: 182–194.



*Con la sua superficie liscia, il vetro riflette ogni volta che l'interno è meno illuminato rispetto all'esterno. Rivestimenti aggiuntivi delle vetrate della facciata possono aumentare i contrasti dei riflessi. Non solo il riflesso degli alberi, ma anche quello del cielo dà agli uccelli l'impressione di uno spazio libero di movimento.*



*Sebbene gelosie interne e tende chiare dietro alle finestre possano ridurre la riflessione della luce, spesso si creano comunque dei riflessi. Non ci si deve aspettare una protezione efficace contro le collisioni, soprattutto perché le tende non saranno tenute abbassate in modo permanente.*

In caso di cielo coperto con luce diffusa il riflesso del cielo o di muri chiari sulle vetrate predomina, mentre alberi o altri oggetti simili che riflettono più debolmente compaiono come sagome scure. Anche in condizioni di scarsa illuminazione diurna, gli spazi interni rimangono tuttavia al buio e i riflessi predominano o si creano immagini miste. Nelle giornate di

sole si creano riflessi ad alto contrasto molto realistici e dall'aspetto plastico.

**Senza marcature, il vetro a bassa riflessione non fornisce una protezione per gli uccelli**

Considerando queste grandi differenze di luce tra interno ed esterno anche utilizzando un vetro estre-

**Grado di riflessione esterna**

Una lastra di vetro float non rivestita riflette l'8% della luce incidente, il 4% su ciascuna delle due superfici. Nel caso dei vetri isolanti, la riflessione esterna aumenta poiché i valori dei vari vetri si sommano. Con rivestimenti speciali il grado di riflessione esterna può essere ridotto, ma molti rivestimenti lo fanno invece aumentare. Le pellicole antisolari riflettono spesso il 25%, a volte fino al 60% della luce incidente. Uno specchio in argento convenzionale riflette tra l'80% e il 90% della luce visibile, mentre i raggi UV vengono riflessi con intensità inferiore. Negli esperimenti il rischio di collisione aumenta con il grado di riflessione: uno specchio in argento viene avvicinato in volo tre volte più spesso di un vetro float senza marcature.



*Nell'arte della progettazione del paesaggio, per ottenere effetti speciali vengono spesso utilizzati specchi senza che gli artisti siano consapevoli del pericolo che rappresentano per gli uccelli e per altri organismi come gli insetti. L'installazione temporanea «Mirage» di Doug Aitken a Gstaad è stata dotata fin dall'inizio di un disegno a strisce nere per la protezione degli uccelli.*

mamente antiriflesso, con solo il 2% di riflessione esterna, è evidente che in pieno sole possono ancora crearsi riflessi realistici. Senza l'aggiunta di marcature, l'utilizzo di vetro a bassa riflessione non rappresenta quindi da solo una protezione degli uccelli (cap. 4).

Come misura di accompagnamento, un basso grado di riflessione esterna è comunque utile perché con l'aumentare del grado di riflessione aumenta anche il rischio di collisione. Esperimenti (cap. 3.2.2 descrizione dei metodi con il tunnel) hanno dimostrato che, a causa dei riflessi più contrastati, gli uccelli si avvicinano in volo tre volte più spesso a uno specchio in argento (riflessione >80%) che a un

vetro singolo in vetro float non rivestito. Nel caso di vetrate isolanti, a causa dei riflessi sovrapposti si creano spesso immagini speculari sfocate o leggermente distorte. Tuttavia, gli esperimenti non hanno ancora potuto dimostrare che i riflessi distorti o sfocati dei vetri isolanti riducono il numero di avvicinamenti in volo.

**Conclusione:**

**Sulle superfici lisce di finestre e facciate si creano riflessi visibili in quasi tutte le condizioni di luce diurna, poiché dagli spazi interni viene riflesso meno dell'uno per cento della luce presente all'esterno.**

## 2.3 Attività degli uccelli, ambienti edificati e architettura

**Fattori che influenzano il rischio di collisione**

Le proprietà del vetro, trasparenza e riflessione, che dipendono dalle condizioni di illuminazione, sono in gran parte responsabili del fatto che gli uccelli vanno a schiantarsi contro i vetri sia alla luce del giorno che di notte. Nelle sezioni seguenti vengono discussi fattori influenti che non hanno nulla a che vedere con le proprietà del vetro, ma che contribuiscono in maniera significativa a determinare l'entità del rischio di collisione: fattori biologici, come attività di volo e attrattiva dell'ambiente attorno a un edificio, come pure componenti architettoniche quali il dimensionamento e la disposizione delle facciate in vetro.

### 2.3.1 Attività

**Quantità e mobilità degli uccelli vengono spesso sottovalutate**

Gli uccelli a noi più familiari come fringuelli, cince, passeri o picchi, si fanno notare per i loro andirivieni da un cespuglio all'altro e da un albero all'altro, spesso accompagnati da richiami o dai loro canti. Molte altre specie, come cannaiole, silvie o lù, tendono a passare inosservate e ci sono molto meno familiari perché si sono adattate a vivere nella fitta vegetazione e abbandonano raramente questa copertura. Sia il numero di uccelli presenti che la loro mobilità vengono facilmente sottostimati, le collisioni con una vetrata sono quindi vissute come casi isolati completamente inaspettati e sorprendenti. Tuttavia, gli uccelli sono tra gli organismi più mobili

sulla Terra, tanto che la ricerca del cibo e il disturbo da parte dei predatori li tengono costantemente in movimento. Molte specie cambiano addirittura continente con l'avvicinarsi delle stagioni e gli uccelli migratori fanno scalo nell'Europa meridionale e centrale spesso per diversi giorni o settimane. Soprattutto in primavera e in autunno sono quindi presenti più uccelli, il che si ripercuote con l'aumento dei ritrovamenti delle vittime di collisioni con vetrate<sup>[4]</sup>.

**L'attività degli uccelli dipende da numerosi fattori**

Sono molti i fattori che influenzano l'attività di volo attorno a un singolo edificio: caratteristiche comportamentali delle specie di uccelli presenti al momento, ora del giorno e stagione, condizioni meteorologiche, qualità dell'habitat e offerta alimentare, distanza tra luoghi di alimentazione, posatoi, siti di riposo e dormitori, nonché frequenza dei disturbi da parte dei nemici. Tuttavia, anche in alcuni luoghi di aree apparentemente inospitali e con pochissima vegetazione all'interno di grandi città si verificano degli incidenti. L'elenco delle vittime di collisioni include specie che non ci si aspetterebbe nelle agglomerazioni cittadine, tra cui gli uccelli delle zone umide o dei boschi nordici, che si ritrovano negli habitat urbani solo durante la migrazione.

**La valutazione del potenziale di pericolo di un progetto edile richiede competenze specifiche**

L'elevata variabilità dell'attività degli uccelli rende questo fattore difficile da valutare. Un'esperienza ornitologica specifica permette di prevedere un aumento dell'attività, ma solo in pochi casi e solo con prove

<sup>[4]</sup> Steiof, K., R. Altenkamp & K. Baganz (2017): Vogelschlag an Glasflächen: Schlagopfermonitoring im Land Berlin und Empfehlungen für künftige Erfassungen. Berichte zum Vogelschutz 53/54: 69–95.

complesse è possibile prevedere in maniera attendibile piccole intensificazioni apparentemente innocue dell'attività. In generale, già con un'attività media degli uccelli la presenza di superfici vetrate rappresenta per questo gruppo faunistico un pericolo superiore alla media, la cui elevata mortalità legata alle vetrate non è determinata solo da specifici siti ad alto rischio, ma soprattutto dall'ampia diffusione delle superfici in vetro.

**Conclusione:**

**Nel rischio di impatto contro un vetro, la frequenza dei movimenti di volo è un fattore decisivo. Questa frequenza è estremamente variabile e può essere prevista solo in misura limitata, considerando anche i fattori legati al sito e alla stagione. In ogni caso, anche un'attività modesta rappresenta per gli uccelli un pericolo superiore alla media.**

**2.3.2 Ambiente**

**La vegetazione urbana attira gli uccelli**

Oltre la metà della popolazione umana mondiale vive in agglomerati urbani. Tuttavia, chi può permetterselo si stabilisce in campagna, cercando una casa con giardino in un ambiente più naturale. Con il progredire dei cambiamenti climatici e il riscaldamento delle temperature nelle città (cupola climatica), influenzato non da ultimo dalle forme architettoniche, anche la percentuale di verde urbano sta diventando sempre più importante.

Nell'Europa centrale i parcheggi stanno sempre più cedendo il posto a filari di alberi lungo le strade che forniscono ombra, filtrano le polveri dall'aria e strutturano il paesaggio stradale. Gli spazi verdi vicino a casa facilitano il contatto con la natura e soprattutto con gli uccelli, che ne sono i suoi rappresentanti più visibili.

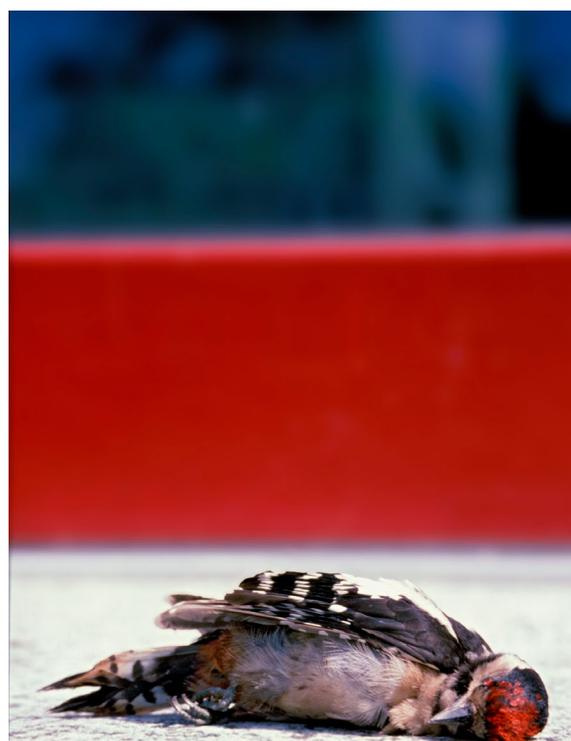
**Nelle vicinanze degli alberi il vetro è particolarmente fatale**

Sebbene il contatto con gli uccelli sia valutato positivamente e rivalorizzi le agglomerazioni, in habitat verdi e semi-naturali il vetro viene spesso gestito con noncuranza - non solo per quanto riguarda superfici di finestre e facciate, ma anche recinzioni in vetro, fermate dei trasporti pubblici, elementi paesaggistici e molto altro.

Anche nei centri città con poca vegetazione si verificano collisioni di specie di uccelli anche rare. In generale, tuttavia, la probabilità di collisione di un uccello con una vetrata è correlata alla ricchezza e all'altezza della vegetazione nell'ambiente circostante. Alcuni studi hanno mostrato che la vegetazione nelle immediate vicinanze degli edifici gioca il ruolo più importante. In presenza di alberi con un'altezza superiore ai due piani dell'edificio, il rischio di collisione risulta 3,6 volte superiore rispetto a edifici in un ambiente senza alberi<sup>5,6</sup>. Sono stati dimostrati effetti diretti nell'aumento del rischio per facciate in vetro che si trovavano fino a 100m in vista di gruppi di alberi e cespugli<sup>7</sup>. Una pianificazione urbana sostenibile dovrebbe tenere sempre più conto delle misure volte a preservare, proteggere



*Per noi i passerai sono la personificazione dell'allegria. Più uccelli vivono e si muovono attorno a un edificio, più spesso le superfici in vetro trasparenti o riflettenti diventano per loro una trappola mortale.*



*I picchi rossi maggiori sono considerati tipici abitanti del bosco. Tuttavia, molti di essi percorrono ogni giorno distanze considerevoli all'interno delle agglomerazioni urbane, restando spesso vittime di collisioni con vetrate.*

e promuovere la biodiversità, così come a migliorare il clima urbano. Con il simbolo «Animal-Aided Design» (AAD)<sup>[8]</sup>, vengono deliberatamente create strutture che servono agli animali come luoghi di alimentazione, sito di nidificazione o rifugio. Tuttavia, senza la simultanea adozione di misure per proteggere gli uccelli dalle collisioni, per questi ultimi la promozione della biodiversità è controproducente poiché attira altri uccelli in una trappola ecologica.

### I fiumi formano linee guida attraverso le città

Il vetro deve essere gestito con molta attenzione non soltanto nelle immediate vicinanze di parchi, gruppi di alberi e giardini. Nelle aree adiacenti agli agglomerati si trovano spesso biotopi specifici, in particolare zone umide e specchi d'acqua. Si tratta di hotspot ornitologici, che peraltro sono spesso riserve naturali o aree protette europee che si irradiano nell'ambiente circostante fino a una certa distanza, oppure richiedono «collegamenti aerei» tra questi luoghi da cui dipendono anche piccoli uccelli che volano a bassa quota. Trascurare questo fattore può portare a sottovalutarne i rischi. I fiumi, ad esempio, formano linee guida anche attraverso le grandi città. Inoltre, grazie ai numerosi insediamenti presenti, in caso di eventi meteorologici avversi offrono agli uccelli in migrazione un ultimo rifugio in cui trovano cibo. Di conseguenza, non sono interessanti solo per le specie legate all'acqua poiché lungo le loro rive si riuniscono anche passeriformi che di norma cercano il cibo nelle aree circostanti. Pertanto, il concetto di «ambiente» è complesso e non va considerato solo in relazione alle immediate vicinanze.

### Le finestre panoramiche uccidono ciò che vogliono mostrare

Quando l'immagine della natura deve poter essere percepita in maniera «palpabile», le caratteristiche naturali e la vita dell'ambiente attorno a un edificio hanno spesso un'influenza diretta sulla sua progettazione. Particolarmente problematiche sono quindi le opere architettoniche che creano transizioni fluide tra uno spazio abitativo sicuro, pulito, climatizzato e la natura selvaggia, concetti secondo i quali abitazioni, centri benessere e complessi alberghieri con una percentuale estremamente elevata di superfici vetrate penetrano nella natura ideale. In pratica si vorrebbe cancellare il confine visivo con la biodiversità, ma fisicamente lo si marca in



*Rinverdimento delle facciate al Musée du quai Branly di Parigi. Tali misure per la promozione della biodiversità e il miglioramento del clima urbano devono andare di pari passo con misure volte a evitare le collisioni degli uccelli contro le vetrate.*

maniera ancora più forte. Il vetro viene esaltato quale sinonimo di vicinanza alla natura, diventando invece una minaccia per lo stesso tanto agognato mondo naturale.

Ciò appare evidente anche negli edifici turistici in montagna e nei punti panoramici, dove viene utilizzato molto vetro per offrire una vista panoramica. Persino stazioni di funivie e impianti di risalita, che nelle stazioni sciistiche sono sovente in funzione solo per un periodo limitato dell'anno, vengono spesso costruite con un guscio esterno di vetro, ergendosi al di fuori della stagione turistica quali inutili, ma per l'avifauna pericolose strutture nel paesaggio. Gli uccelli dei boschi montani, ma anche quelli degli habitat alpini sopra il limite del bosco, sono molto mobili e sovente si confrontano con condizioni di scarsa visibilità, cadendo spesso vittime delle costruzioni in vetro. L'elenco di queste specie spazia da regoli e cince more ai fagiani di monte e comprende anche gli uccelli che migrano attraverso le Alpi.

### Conclusione:

**Nelle costruzioni il vetro è spesso associato alla vicinanza alla natura. Ma più l'ambiente è vicino alla natura, più le vetrate diventano problematiche. In determinati ambienti, forme abitative esclusive e strutture turistiche con architettura a finestre panoramiche possono creare notevoli rischi per gli uccelli. Per stimare i rischi di collisione, devono essere presi in considerazione gli effetti a distanza e le fluttuazioni dell'attività nel corso dell'anno.**

<sup>[5]</sup> Klem, D., C. J. Farmer, N. Delacretaz, Y. Gelb & P. Saenger (2009): Architectural and landscape risk factors associated with bird-glass collisions in an urban environment. *Wilson J. Ornithol.* 121: 126–134.

<sup>[6]</sup> Kummer, J. A., E. M. Bayne & C. S. Machtans (2016): Comparing the results of recall surveys and standardized searches in understanding bird-window collisions at residential houses. *Avian Conserv. Ecol.* 11: 4.

<sup>[7]</sup> Loss, S. R., S. Lao, J. W. Eckles, A. W. Anderson, R. B. Blair & R. J. Turner (2019): Factors influencing bird-building collisions in the downtown area of a major North American city. *PLoS ONE* 14: e0224164.

<sup>[8]</sup> Hauck, T. & W. Weisser (Hrsg.) (2019): *Animal-Aided Design im Wohnumfeld. Einbeziehung der Bedürfnisse von Tierarten in die Planung und Gestaltung städtischer Freiräume.* Kassel und München.

## 2.3.3 Architettura

### Integrazione della protezione degli uccelli nella progettazione di edifici

Mentre originariamente il vetro era utilizzato soprattutto per fornire luce agli interni, oggi è utilizzato come strumento di design architettonico in quasi tutte le aree dell'edificio. L'architettura di un edificio influenza la sua pericolosità per gli uccelli da un lato con la semplice somma delle superfici in vetro delle pareti esterne, dall'altro con le scelte di disposizione spaziale e di strutturazione degli edifici e delle stesse pannellature vetrate. In linea di principio, il rischio di collisione si intensifica con l'aumentare delle superfici in vetro. Tuttavia, con un'elevata attività degli uccelli e un ambiente attraente, anche superfici in vetro relativamente piccole possono aumentare in maniera significativa il rischio di morte per collisione contro un edificio. Fin dall'inizio questo



*L'attività degli uccelli non si collega solo alle immediate vicinanze di un edificio. Per valutare i rischi di collisione è necessario considerare un raggio di diverse centinaia di metri. Nel centro di Berlino sono documentate numerose collisioni contro il caseggiato Paul-Löbe, la stazione ferroviaria principale, la Nuova Galleria Nazionale o alla Potsdamer Platz. La vicinanza al fiume Sprea e al Giardino zoologico anima di biodiversità ampie aree della città (Avdalavda-foto.de).*



*Concetti architettonici che costruiscono fluide transizioni tra interno ed esterno, promettendo una vita come in natura, creano barriere mortali per tutto ciò che vola.*

rischio è tuttavia particolarmente elevato su elementi costruttivi trasparenti come barriere fonoisolanti o pareti frangivento, parapetti in vetro, corridoi di collegamento e ponti vetrati, come pure vetrate ad angolo.

### Fonti di pericoli particolari

Soprattutto in un ambiente urbano, la disposizione di singole strutture sopra una certa altezza influenza le traiettorie di volo degli uccelli. Se, correndo parallele o disposte l'una verso l'altra, queste strutture indirizzano gli uccelli verso un vicolo cieco o una strettoia, in quei punti il rischio di collisione aumenta, in particolare se ci sono superfici riflettenti o trasparenti che suggeriscono una via d'uscita. Questo accade anche nei cortili interni completamente chiusi. Nel caso di cortili con spazi ristretti, questo effetto viene intensificato perché gli uccelli fanno fatica a spiccare il volo con un angolo ripido. In tali situazioni, disorientamento e panico possono portare a un numero maggiore di collisioni anche con vetrate non molto grandi.

### Altezza dell'edificio e rischio di collisione

La stragrande maggioranza di tutte le collisioni durante il giorno si verifica ai piani che si trovano fino a poco sopra l'altezza delle cime degli alberi (circa sei piani), poiché è in queste aree che l'attività degli uccelli è maggiore. Sembra che i rischi di collisione diminuiscano nettamente con l'aumentare dell'altezza dell'edificio. Tuttavia, finora ciò non è ancora stato chiarito in maniera conclusiva poiché è difficile effettuare un'indagine sistematica su queste parti degli edifici. Durante il giorno solo poche specie di uccelli utilizzano quote elevate per cacciare o percorrere grandi distanze. Ciononostante sono state registrate collisioni di uccelli anche in queste parti della facciata, non da ultimo su terrazze accessibili ad altezze elevate.

### La luce artificiale attira gli uccelli

I pericoli associati all'architettura includono anche l'illuminazione interna, che si spande attraverso il ve-



*L'imponente facciata in vetro del Parlamento europeo a Strasburgo si estende per 13 000 metri quadrati lungo le rive dell'Ill e del canale Reno-Marna e intende simboleggiare la trasparenza democratica dell'Unione europea.*



*Lunghe fasce di finestre e vetrate riflettenti sono percepite dagli uccelli come un comodo passaggio per volare attraverso la struttura dell'edificio. Le singole suddivisioni delle superfici vetrate hanno scarsa influenza sulla riduzione delle collisioni.*



*Nei cortili interni con spazi verdi o nelle aree degli edifici chiuse su più lati il rischio di collisione con vetrate aumenta. La vegetazione attira gli uccelli quando sorvolano i tetti delle case, ma se atterrano spiccare poi il volo con un angolo ripido può essere difficile.*

tro verso l'esterno, e l'illuminazione notturna degli edifici. Importanti strutture architettoniche che restano illuminate di notte, ma anche l'illuminazione notturna di semplici corridoi o uffici, creano situazioni pericolose specialmente durante la migrazione. A Berlino, prima dell'alba sono state registrate le vittime di avvicinamenti notturni in volo vicino al suolo: erano volate verso punti luce, come i monitor pubblicitari, nettamente più luminosi dell'ambiente circostante. Il rischio di collisioni di uccelli con vetrate aumenta anche quando la facciata è illuminata. Sebbene la migrazione notturna degli uccelli tenda a svolgersi ad alta quota, specialmente in caso di vento contrario, precipitazioni o nebbia, per determinate specie diventano un problema non

solo torri e grattacieli. A volte ciò può portare anche a eventi di collisioni di massa, riportati poi dalla stampa locale (cap. 5).

**Conclusione:**

**La protezione degli uccelli dovrebbe diventare scontata come quella antincendio o dalle cadute, dal rumore, dal freddo, dal caldo, ecc. Riteniamo che l'architettura abbia il dovere di dare il suo contributo alla conservazione della biodiversità. Oltre all'attenzione per materiali da costruzione che preservano le risorse, a un concetto energetico sostenibile e a una sistemazione semi-naturale dell'ambiente circostante, ci vuole anche una progettazione degli edifici rispettosa degli uccelli.**



*Attici vetrate alti diversi metri su un grattacielo: qui gli uccelli non si schiantano solo dall'esterno, ma vanno a sbattere contro le vetrate anche dall'interno quando finiscono nell'area recintata.*

## 2.4 «Non così» – Esempi di costruzioni in vetro pericolose

Chiunque abbia familiarità con la problematica delle collisioni con il vetro noterà in molti luoghi delle situazioni che mettono in pericolo gli uccelli. Corridoi trasparenti che collegano edifici o barriere frangivento e pannelli fonoisolanti ne sono esempi tipici, così come facciate in vetro in cui si rispecchiano arbusti e alberi. Non è necessario cercare a lungo per trovare edifici con elementi problematici di questo tipo.



*Pareti in vetro su ponti e corridoi vetrati sono tra le trappole per uccelli più evidenti. La presenza di sagome di rapaci, rivelatesi inefficaci, testimonia l'esistenza del problema.*



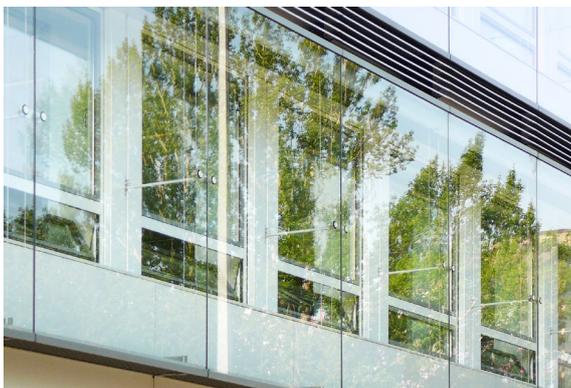
*Il pericolo rappresentato da pareti in vetro e corridoi vetrati viene aggravato quando un fronte di edifici su entrambi i lati guida inevitabilmente gli uccelli verso l'ostacolo in vetro.*



*In un ambiente con vegetazione, le strutture in vetro come questo ingresso di stazione ferroviaria sono particolarmente pericolose per gli uccelli.*



*Tettoie per utenti dei trasporti pubblici sono spesso costruite in vetro senza pensare a misure di sicurezza per gli uccelli.*



*Riflessi realistici possono crearsi anche su facciate a schermo avanzato.*



*Sebbene l'edificio sporga per diversi metri, sulle finestre si possono vedere chiari riflessi che l'ombra non elimina.*



*Spesso gli uccelli sorvolano l'edificio a breve distanza dal bordo, senza accorgersi del parapetto in vetro.*



*I pannelli fonoisolanti trasparenti proteggono cortili interni verdi e giardini, consentendo di godere il paesaggio lungo le autostrade. Interrompono tuttavia la traiettoria di volo, mietendo numerose vittime tra gli uccelli che vivono in quei luoghi.*



*Nel giardino d'inverno si prende coscienza che gli uccelli non riconoscono il vetro come ostacolo. Il pericolo è maggiore se si combinano elevata trasparenza e ambiente ricco di uccelli.*



*Lungo le rive di specchi e corsi d'acqua troviamo numerosi uccelli, specialmente al crepuscolo. Qui il vetro è particolarmente problematico per gli uccelli acquatici con volo veloce.*



*I segni di collisione mostrano chiaramente che i vetri colorati non forniscono protezione contro gli impatti.*



*Opere d'arte in vetro e riflettenti non devono essere poste all'esterno o devono essere dotate sistematicamente di dispositivi di protezione.*

## 3 Misure rispettose degli uccelli

### 3.1 Soluzioni tecniche per costruzioni rispettose

#### Vetro traslucido e materiali alternativi

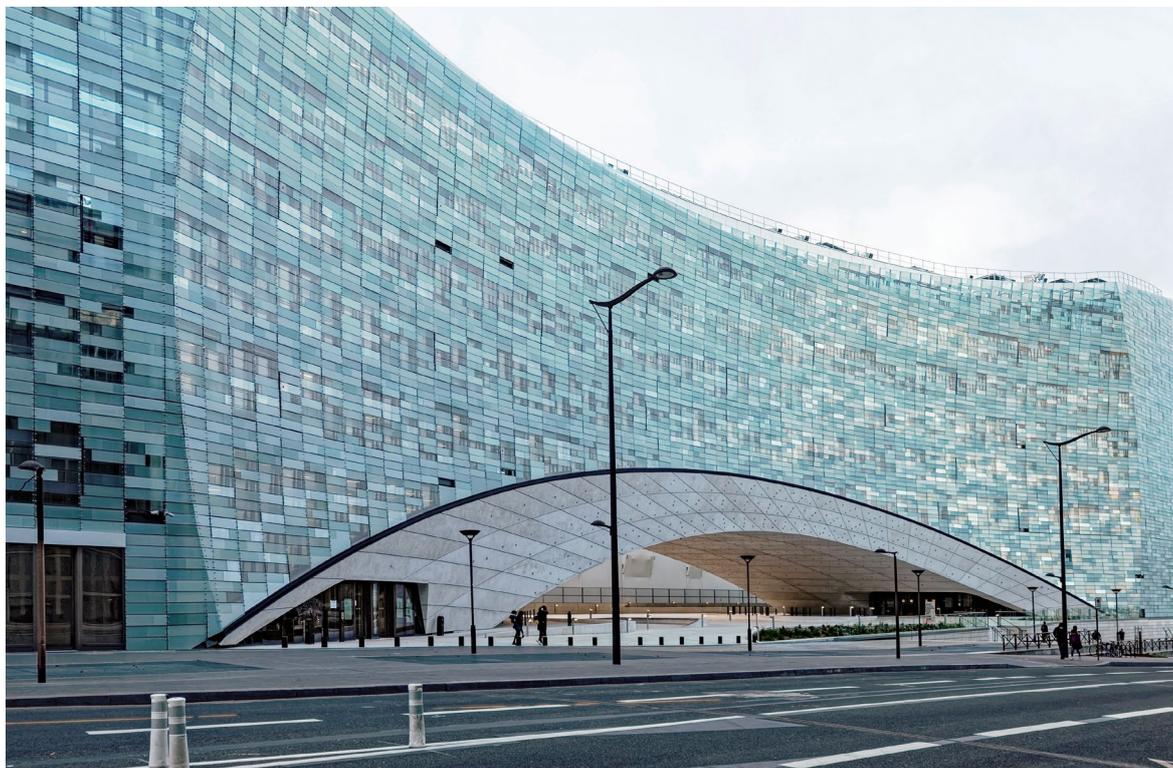
Il vetro opaco e strutturato e i corrispondenti prodotti in policarbonato non creano riflessi realistici sulle superfici. Questi materiali forniscono una piacevole luce diffusa senza ombreggiature rigide e sono una soluzione rispettosa degli uccelli per tutte le aree dell'edificio che servono a illuminare, ma non a offrire una vista verso l'esterno.



*Una facciata in vetro strutturato e opaco garantisce luce diurna sufficiente all'interno dell'edificio, mentre le finestre più piccole in vetro trasparente vengono utilizzate con parsimonia e in maniera mirata solo dove è necessaria una vista verso l'esterno. Al Théâtre le Manège di Mons (Belgio), l'Atelier d'Architecture Pierre Hebbelinck ha lavorato con questo interessante mix di diverse strutture in vetro.*



*Al Museo della Slesia a Katowice, cuboidi con una facciata in vetro satinato forniscono luce diurna alle sale museali sotterranee. I cubi astratti in vetro dello studio di architettura Riegler Riewe si inseriscono armoniosamente nell'insieme degli edifici storici esistenti.*



La facciata della sede centrale di Le Monde, realizzata da Snøhetta a Parigi, è composta da oltre 20 000 elementi in vetro. Variano per struttura e trasparenza e sono disposti in modo da massimizzare la luce negli uffici e la vista verso l'esterno nelle giuste posizioni.



L'involucro della palestra di pallamano di Ingolstadt (Germania) di Fink+Jocher consiste in una costruzione in vetro profilato riempita con isolamento termico traslucido tra i due gusci del profilo in vetro. Ciò garantisce un'illuminazione sufficiente senza ombre fastidiose sul campo di gioco.

**Strutture a schermo avanzato e dispositivi fissi di protezione solare**

Strutture a schermo avanzato poste davanti a grandi finestre e facciate in vetro possono servire sia da elemento decorativo, sia da protezione solare. Se vengono rispettati i parametri per marcature testate (cap. 3.2.4) tali elementi di facciata forniscono anche una buona protezione contro le collisioni di uccelli.



*La Città del Sole a Roma dello studio di architettura Labics è un complesso multifunzionale con funzioni pubbliche e private. Sia il design della facciata realizzata con profili in alluminio che le lamelle in vetro traslucido sui vari edifici garantiscono sia la protezione dal sole, sia la protezione degli uccelli.*



*Il padiglione ovale in vetro della Dornbirn (Austria) City Library di Dietrich | Untertrifaller è avvolto in una struttura di 8000 elementi prefabbricati in ceramica. Disposti verticalmente e inclinati, gli ornamenti di protezione solare ricordano gli scaffali delle librerie e assicurano una piacevole illuminazione degli ambienti.*



*Nel blocco ovest del Centre d'Idiomes de la Universitat de València dello studio di architettura Arkitera SLP la struttura della facciata è determinata dalla combinazione di lamelle fisse e mobili per la protezione solare.*



*Nel corso di un cambiamento di destinazione, durante la ristrutturazione della casa Grossenbündt a Hittisau (Austria), tutelata come monumento storico, la gruber locher architekten ha riunito le superfici di accesso dietro uno strato semitrasparente. Per motivi di protezione solare, la struttura della facciata tradizionale in legno è stata fatta proseguire al piano superiore mediante una lunga fascia di finestre, mentre nell'ala residenziale sono state conservate le classiche finestre a cassetta. Gli uccelli sono in grado di riconoscere bene questi materiali e queste strutture.*



*Il cubo di vetro del Centro ebraico di Wandel Hoefer Lorch + Hirsch a Monaco di Baviera è circondato da una struttura portante in acciaio e da una rete di bronzo. Un motivo triangolare di stelle di Davide crea un'atmosfera speciale nella sala di preghiera grazie al gioco di luci e ombre.*



*Le singole unità costruttive dell'Università Tecnica di Graz (Austria), dello studio di architettura Riegler Riewe, sono collegate da ponti a più piani. Gli elementi di facciata realizzati in griglia di acciaio offrono trasparenza e illuminazione, restando comunque facilmente riconoscibili come ostacolo da parte degli uccelli.*

## 3.2 Marcatura di superfici vetrate

Le marcature dei punti di pericolo sono frequenti compagne dei nostri percorsi quotidiani: aste di fissaggio dei segnali stradali, bordi di scale e scalini, fosse di scavo dei cantieri, ecc. sono dotati di segnaletica per le persone, ad esempio di barre gialle e nere o tratteggi bianchi e rossi. Per fare in modo che, se siamo di fretta, non andiamo a sbattere contro barriere in vetro, anche queste ultime vengono marcate all'altezza degli occhi con motivi a larghe strisce. Secondo lo stesso principio, si può ridurre il rischio di collisione con il vetro anche per gli uccelli. I risultati della ricerca sulla percezione e il comportamento degli uccelli sono una base importante per sviluppare marcature efficaci che siano avvertite dall'occhio umano come poco o per nulla fastidiose.

### 3.2.1 Come gli uccelli riconoscono gli ostacoli?

#### Capacità visive degli uccelli

Per scoprire come marcare il vetro in maniera efficace è importante sapere come gli uccelli percepiscono il loro ambiente, come riconoscono gli ostacoli e come li evitano. La domanda è: quanto piccole e discrete possono essere le marcature che un uccello è ancora in grado di riconoscere, in particolare se avanza rapidamente e non può farsi un'«immagine dell'ambiente» in tutta tranquillità e con la luce migliore? Gli uccelli dipendono da abilità visive particolari più di altri vertebrati, per questo, rispetto ad altri esseri viventi dispongono di un'area del cervello più ampia per l'elaborazione degli stimoli visivi. Possono riconoscere strutture molto fini e distinguere con precisione i colori<sup>[9]</sup>. Ma ciò vale anche in caso di volo veloce, di condizioni d'illuminazione precarie e per il riconoscimento delle marcature del vetro?

#### La prospettiva a volo d'uccello

Solo una minoranza di uccelli, che nello spazio aereo si muove spesso senza battere le ali ma volando in cerchio o planando, dispone regolarmente della proverbiale vista panoramica o a volo d'uccello. Frin-

guelli, cince, passeri, merli, capinere, ed altre specie di uccelli più diffuse in Europa di solito restano «a terra», sfruttando la copertura della vegetazione. Trascorrono gran parte del loro tempo alla ricerca di cibo e devono stare sempre attenti a non diventare essi stessi preda dei loro nemici. Ciò può sorprendere: sebbene per noi il volo sia la caratteristica più tipica degli uccelli, la loro vista non si è evoluta tanto in direzione di una visione ad alta risoluzione della traiettoria di volo, ma piuttosto verso il riconoscimento del cibo e dei nemici<sup>[10]</sup>.

#### Orientamento in volo

Nell'ambiente naturale, dove oggetti solidi come tronchi, rami e ostacoli geologici sono grandi, volare non richiede una risoluzione particolarmente elevata di strutture fini. La disposizione laterale degli occhi nella maggior parte degli uccelli fornisce un campo visivo complessivamente molto ampio. Al contrario, la visione spaziale e stereoscopica è limitata a zone ristrette davanti al becco, il che indica già che ci sono necessità più importanti per la sopravvivenza degli uccelli che investire nel rilevamento dettagliato della traiettoria di volo. Per questo, nella maggior parte degli uccelli le regioni con risoluzione ottica più elevata (fovea) sulla retina sono orientate lateralmente.

#### L'«occhio di falco»

Tuttavia, anche globalmente non tutta l'avifauna è dotata di «occhi di falco»: ci sono solo pochi uccelli (rapaci) che «hanno una vista più acuta» e possono distinguere fini dettagli a grande distanza meglio degli esseri umani. La risoluzione dell'occhio umano è circa due volte più elevata di quella di un gheppio, quattro volte superiore a quella di un piccione e 14 volte più elevata rispetto a quella di una passera europea<sup>[10]</sup>. Con la diminuzione della luminosità la risoluzione diminuisce fortemente: all'alba è nettamente più bassa rispetto a quando il sole è alto<sup>[11,12]</sup>.

#### Conclusione:

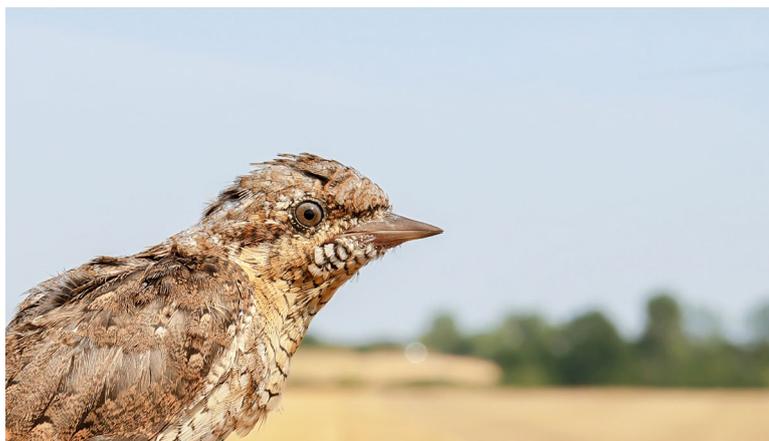
**Generalmente, gli occhi degli uccelli hanno una risoluzione ottica inferiore rispetto agli esseri umani. Nella maggior parte degli uccelli la vista laterale è più im-**

<sup>[9]</sup> Hodos, W. (1993): The visual capabilities of birds. In: Zeigler, H.P. & H.-J. Bischof (Eds.): Vision, Brain, and Behavior in Birds. MIT Press Cambridge (MA).

<sup>[10]</sup> Martin, G. (2017): The sensory ecology of birds. Oxford Avian Biology Series. Oxford.

<sup>[11]</sup> Lind, O., T. Sunesson, M. Mitkus, & A. Kelber (2012): Luminance-dependence of spatial vision in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) and Bourke's parrots (*Neopsephotus bourkii*). J. Comp. Physiol. A 198: 69–77.

<sup>[12]</sup> Mitkus, M., S. Potier, G. R. Martin, O. Duriez, & A. Kelber (2018): Raptor vision. In: Oxford research encyclopedia of neuroscience.



*Rispetto alle dimensioni della testa, gli uccelli hanno occhi molto grandi, con assi visivi rivolti verso i lati. Per scoprire i nemici e trovare cibo una visione il più possibile completa a 360 gradi è più importante di uno «sguardo acuto» in avanti.*

**portante di quella frontale. Per questo, strutture fini o piccoli punti ravvicinati non sono adatti come marcatura del vetro. Perché gli uccelli possano percepirle a distanza e reagire in tempo utile, le marcature devono avere una certa dimensione minima.**

#### Percezione degli ostacoli

Gli uccelli devono avere la capacità di percepire velocemente gli ostacoli per poterli evitare rapidamente. Le collisioni con vetri verticali lungo la traiettoria di volo non possono essere evitate con un piccolo cambio di direzione ma solo effettuando una virata completa, il che limita il tempo a disposizione. In spazi aperti, i passeriformi si muovono spesso a una velocità di cinque metri al secondo. Neuroni specializzati devono attivarsi mezzo secondo prima dell'impatto per innescare una sufficiente reazione (inconscia) del cervelletto che porta alla virata. Per un uccello questa rapida reazione è radicalmente diversa dall'esplorazione di una siepe in cerca di bacche o dalla scelta di un partner dagli splendidi colori. Un «sistema opto motorio» risponde alle particolari esigenze necessarie per vedere in movimento, dirigersi verso un sito di atterraggio, catturare una preda e valutare i movimenti di un nemico<sup>[13]</sup>. Secondo lo stato attuale delle conoscenze questo sistema non vede né i colori né i raggi UV<sup>[14]</sup>.

#### Senza colore, nulla si perde

Per quanto riguarda la percezione dell'ambiente e degli ostacoli in volo, senza il colore si perdono solo

poche informazioni essenziali. La distribuzione di luce e buio, di luce e ombra e le linee di contrasto forniscono le informazioni determinanti perché immagini così semplificate possono essere elaborate rapidamente. Dove i colori sono importanti, ad esempio nella scelta di un partner, la vista è un processo molto più complesso. Anche la percezione UV, di cui molte specie di passeriformi dispongono, è importante.

La constatazione che per la visione in movimento non vengano utilizzati i colori non implica che i segni possano essere solo in bianco o nero. I sensori e i neuroni che rilevano e calcolano gli avvicinamenti hanno infatti anche una sensibilità spettrale specifica, reagiscono cioè più fortemente a determinate lunghezze d'onda della luce, percependo quindi certi «colori» più intensamente di altri. Con un'appropriata composizione spettrale della marcatura, il contrasto e quindi l'effetto possono essere migliorati. Questo è uno degli attuali compiti della ricerca per lo sviluppo di marcature del vetro.

#### Conclusione:

**La percezione dei movimenti, la visione in movimento e lo «strumento» per le reazioni rapide di evitamento differiscono notevolmente dal «vedere senza pressione temporale», sia in termini di percezione nell'occhio, sia di elaborazione neuronale nel cervello. L'elaborazione dello stimolo in connessione con il movimento avviene probabilmente senza una visione dei colori e dei raggi UV.**

### 3.2.2 Procedure di verifica standardizzate

#### Esame delle costruzioni

Lo studio, lo sviluppo e la verifica dell'efficacia delle marcature richiedono metodi di indagine efficienti in condizioni standardizzate e con risultati ripetibili. Rispettando questi criteri, su edifici esistenti ciò non è praticamente possibile poiché non vi è comparabilità a causa della diversità degli ambienti, diversa intensità di attività degli uccelli, esposizione, composizione e dimensioni delle superfici vetrate. Procedure automatizzate di rilevamento dati, utilizzabili in gran numero su diverse facciate e che potrebbero fornire informazioni su ogni incidente, non sono ancora disponibili. Finora hanno fallito a causa delle caratteristiche delle vittime: piccole, veloci, a basso

<sup>[13]</sup> Frost, B. J. (2010): A taxonomy of different forms of visual motion detection and their underlying neural mechanisms. *Brain, Behav. Evol.* 75: 218–235.

<sup>[14]</sup> Campenhausen, M. & K. Kirschfeld (1998): Spectral sensitivity of the accessory optic system of the pigeon. *J. Comp. Physiol. A* 183: 1–6.

contrasto e spesso attive in condizioni di illuminazione insufficienti.

### Esperimento della Stazione biologica Hohenau-Ringelsdorf (Austria)

Se l'efficacia di una marcatura deve essere quantificata da risultati comparabili e ripetibili, è necessario un approccio metodologico in cui gli eventi di impatto possano essere concentrati su superfici limitate e facili da controllare, mantenendo costanti le variabili d'influenza determinanti e inserendo in maniera controllata il maggior numero possibile di condizioni naturali (ad es. condizioni d'illuminazione, uccelli selvatici). Di conseguenza, è opportuno utilizzare procedure sperimentali che combinino condizioni di laboratorio e di campo.

Il laboratorio all'aperto con cui, in Europa, è stata acquisita la maggior parte delle conoscenze sull'efficacia delle marcature del vetro è il tunnel di volo della Stazione biologica di Hohenau-Ringelsdorf, in Austria. Dietro all'idea di inviare uccelli attraverso un tunnel c'è il fatto che essi fondamentalmente fuggono dal buio verso la luce. All'estremità luminosa del tunnel c'è un ostacolo che devono riconoscere. Più quest'ultimo è riconoscibile per gli uccelli in volo, più spesso ci si deve aspettare che venga evitato attivamente. In questo caso, l'ostacolo è la marcatura del vetro. Per la riproduzione di condizioni naturali è importante che gli uccelli non siano adattati all'oscurità del tunnel ma alla luce del giorno e che la permanenza nel canale di volo

stesso sia di pochi secondi fino al completamento dell'esperimento.

### Luce e sfondo naturali

I test nel tunnel di volo di Hohenau sono esperimenti che vengono effettuati in condizioni di luce naturale e su sfondo naturale omogeneo. Per garantire che l'incidenza di luci e ombre sia simmetrica, il corpo del tunnel lungo 7 m è ruotabile e viene costantemente allineato in base alla posizione del sole. La luce cade nella direzione di volo degli uccelli, quindi proviene sempre da dietro. Gli uccelli adattati alla luce del giorno sono collocati a un'estremità nel tunnel, da dove spiccano immediatamente il volo per lasciare di nuovo il tunnel. Volano verso due lastre in vetro adiacenti, una delle quali è dotata di una marcatura sperimentale (lastra di prova), mentre l'altra è un vetro senza marcatura (lastra di riferimento), mantenuto costante in tutti gli esperimenti. Gli uccelli vengono intercettati immediatamente prima dell'impatto da una speciale rete (mistnet), le cui maglie sottili non vengono percepite visivamente dall'occhio dell'uccello, dopodiché vengono subito rilasciati. Il tunnel di volo è collegato a una stazione di campo per l'inanellamento scientifico degli uccelli, per cui ha a disposizione un numero sufficiente di uccelli selvatici.

### Valutazione dei voli di prova

Per l'analisi dei dati viene utilizzata la registrazione video dei voli di prova. Mentre nel caso di una marcatura sperimentale inefficace è prevedibile che gli avvicina-



*Il tunnel di volo della Stazione biologica di Hohenau-Ringelsdorf prima dell'inizio della stagione di ricerca, con sviluppo incompleto della vegetazione. La radura circolare corrisponde allo spazio di rotazione della struttura sperimentale, che è ruotabile per mantenere il sole sempre «alle spalle» degli uccelli. Questi ultimi vengono posizionati nel tunnel all'estremità più stretta e spiccano immediatamente il volo in direzione delle lastre di prova (a destra). Intercettati da una rete, gli uccelli vengono rilasciati illesi all'esterno attraverso una porta laterale.*

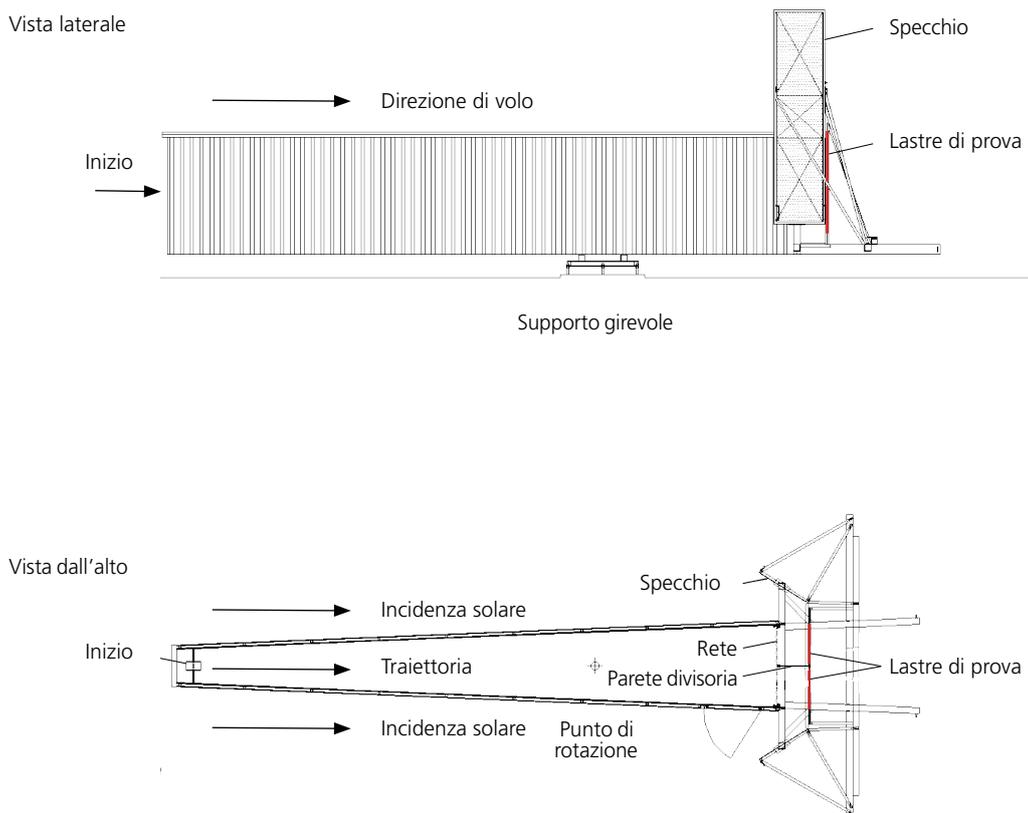
menti in volo siano distribuiti in maniera casuale (cioè metà degli uccelli vola verso la marcatura, mentre l'altra metà vola verso il vetro non marcato), con l'aumentare della riconoscibilità e dell'efficacia della marcatura il rapporto tra i voli di avvicinamento si sposta in favore della lastra di riferimento non marcata. Nelle ricerche di Hohenau viene effettuato un numero minimo di 80 voli di prova per marcatura sperimentale, distribuiti su un lungo periodo di tempo. In questo modo l'effetto di una marcatura può essere valutato per momenti della giornata e con condizioni di luce e meteorologiche diverse. Anche con una ripetizione degli esperimenti, i risultati dei test erano statisticamente identici. I risultati

consentono confronti tra marcature di diversa efficacia, con la stesura della relativa graduatoria.

#### «Test ONR» e «Test WIN»

A Hohenau, due modifiche della configurazione del test consentono di studiare sia la trasparenza senza riflessioni («Test ONR»), sia gli effetti delle riflessioni («Test WIN»), inserto p. 28), vedi riquadro. In questo modo, è possibile distinguere tra risultati per siti con sfondo luminoso, come pannelli fonoisolanti o parapetti in vetro, e risultati per siti con sfondo scarsamente illuminato, come nel caso di finestre e facciate, dove i riflessi influenzano l'effetto delle marcature.

#### Tunnel di volo Hohenauer per test ONR



*Impianto sperimentale per determinare l'efficacia delle marcature in caso di trasparenza (sfondo luminoso). La luce solare è diretta parallelamente e simmetricamente sulle due lastre di prova tramite due specchi (ciascuno montato sul lato sinistro e destro). Le lastre di prova (qui nascoste dallo specchio destro) si trovano a 90° rispetto all'asse di volo degli uccelli adattati alla luce del giorno.*



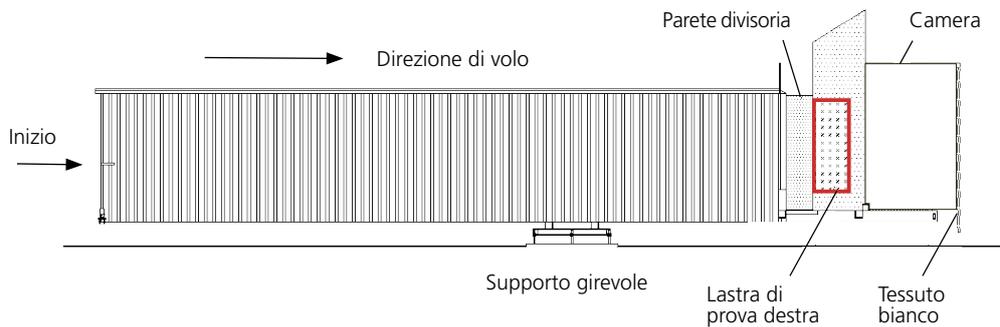
L'uccello sottoposto al test (mano destra) è stato catturato in precedenza con una delle 16 reti speciali, inanellato, misurato e registrato nella Stazione di inanellamento degli uccelli di Hohenau-Ringelsdorf. Presso il tunnel di volo il numero dell'anello viene nuovamente registrato. Il volo di circa tre secondi degli uccelli adattati alla luce del giorno è registrato in un video. Gli esposimetri memorizzano automaticamente la situazione di illuminazione.



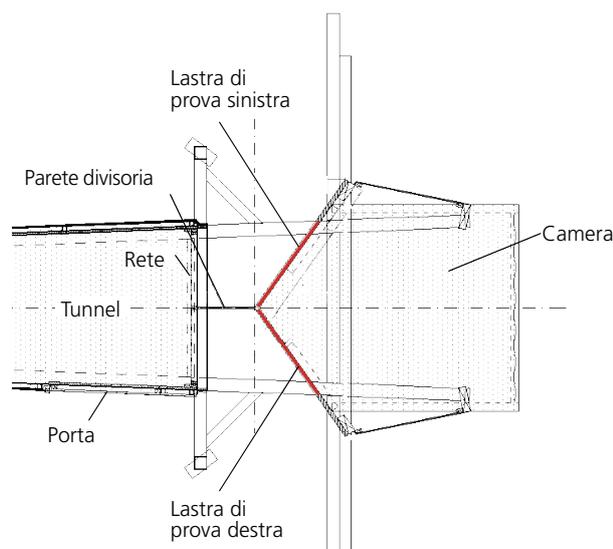
Le lastre di prova vengono disposte in serie in modo casuale e cambiate ogni tre voli di prova allo scopo di testare tutte le marcature durante un lungo periodo di tempo in diverse condizioni d'illuminazione. Le lastre devono essere portate al tunnel lungo un breve «sentiero nella giungla».

### Tunnel di volo Hohenauer per test WIN

Vista laterale



Vista dall'alto



Impianto sperimentale per l'integrazione di riflessi (sfondo poco illuminato). Le due lastre di prova sono ruotate ciascuna di 35° verso l'esterno (125° rispetto all'asse di volo degli uccelli) e riflettono l'ambiente omogeneo come specchietti laterali di un'auto. Le riflessioni si creano perché sullo sfondo è montata una camera in cui l'intensità della luce corrisponde a quella di spazi interni (cfr. Tab 1, p 9).

### Sviluppo dei test nel tunnel di volo per la valutazione di marcature del vetro

#### Daniel Klem, Muhlenberg College (USA)

Già nel 1980 D. Klem ha lavorato negli Stati Uniti con una «gabbia di volo»<sup>[15]</sup> che sfruttava la fuga degli uccelli verso la luce per testare l'effetto di vari oggetti (strisce di tessuto, sagome di rapaci, ghirlande luminose) e per confrontare quantitativamente le reazioni di evitamento. Con questi esperimenti sono state fatte numerose scoperte importanti, non da ultimo sull'inefficacia delle sagome di uccelli.

#### Hans-Willi Ley, Max-Planck-Institut für Ornithologie, Radolfzell (D)

Negli anni 2000 H. W. Ley ha lavorato presso l'Istituto Max Planck di Radolfzell-Möggingen in una ex voliera di capinere usata per i famosi esperimenti sulla migrazione di P. Berthold. Trasformandola in un tunnel di volo Ley ha potuto utilizzare questa voliera per studi sull'efficacia delle marcature UV per il vetro<sup>[16]</sup>. Ha lavorato con uccelli selvatici del programma di cattura della Stazione ornitologica di Radolfzell. L'apertura luminosa era divisa in due: da un lato c'era una lastra di riferimento non marcata, dall'altro una lastra di prova marcata. Mediante una speciale rete, per loro invisibile, tutti gli uccelli potevano essere intercettati prima della collisione e rilasciati illesi in natura. Gli uccelli erano adattati al buio, cioè alla debole luce del tunnel, e le lastre di prova erano illuminate artificialmente con una lampada Osram Vitalux.

#### Martin Rössler, Stazione biologica di Hohenau-Ringelsdorf (A)

A Hohenau è stato possibile basarsi sull'esperienza di Ley. Tuttavia, a Hohenau gli uccelli sono collocati nel tunnel dall'esterno e sono quindi adattati alla luce del giorno, in questo modo si evita un eventuale abbagliamento dovuto allo sfondo luminoso. A causa della distribuzione spettrale innaturale e dello sfarfallio della lampada (flicker), la luce artificiale è stata sostituita da un'illuminazione naturale. A differenza dei suoi predecessori, la valutazione dei voli di prova si basa su registrazioni video e non su un'unica osservazione diretta<sup>[17,18]</sup>.

Una decisiva innovazione è frutto di test preliminari in un tunnel fisso, orientato sud-nord, durante i quali gli uccelli venivano inviati attraverso il tunnel verso l'esterno senza ostacoli (nessuna lastra di prova, nessuna rete). Si era infatti subito ottenuto un risultato sorprendente: al mattino, all'uscita dal tunnel la stragrande maggioranza degli uccelli girava verso sinistra (ovest), mentre nel pomeriggio girava verso destra (est). Questa possibile influenza della posizione del sole sui risultati dell'esperimento ha potuto inizialmente essere eliminata con un'estensione del tunnel simile a una tenda, ma per rispondere a domande più dettagliate è stato necessario migliorare il metodo. Tra il 2004 e il 2006 M. Rössler, W. Laube, C. Schauer e O. Schweinberger hanno sviluppato un tunnel in cui le lastre di prova, a 40 cm dalla rete e a 30 cm dalla fine del tunnel, erano illuminate in maniera uniforme da specchi laterali (fig. p. 26)<sup>[19]</sup>. L'intera costruzione è stata posta su un anello girevole, con il quale il tunnel era man mano allineato al sole, mantenendo la direzione di incidenza della luce solare costantemente nella direzione di volo degli uccelli e l'ombra proiettata simmetrica. Ogni anno circa 2500 uccelli selvatici vengono «concentrati» in condizioni di illuminazione naturale e con uno sfondo naturale su un campo di prova limitato a poco più di un metro quadrato; l'osservazione di ogni «evento» richiede solo pochi secondi. Fino al 2010 questo tunnel di volo è stato utilizzato esclusivamente per effettuare esperimenti con trasparenza su uno sfondo naturale luminoso. La procedura è fissata nella regola tecnica ONR 191040 e il metodo è noto in Europa come «test ONR». Il metodo è stato adottato da C. Sheppard negli USA nel 2010<sup>[20]</sup>, dove gli uccelli volano verso uno sfondo artificiale (blu) che è illuminato dal sole più o meno forte a seconda del caso.

Nel 2010 a Hohenau è stata realizzata un'estensione metodologica del test: per tenere conto dei riflessi che si creano su finestre e facciate, dietro alle lastre di prova è stata costruita una camera (Fig. p. 27) nella quale prevalgono condizioni di illuminazione che corrispondono a spazi interni e che riflettono indietro sui vetri solo circa l'1% della luce diurna. Gli specchi utilizzati nel test di trasparenza sono stati smontati e le lastre sono state ruotate di 35° verso l'esterno, in modo che fossero dirette verso la vegetazione circostante omogenea, che fossero direttamente illuminate e che riflettessero l'ambiente nell'asse visivo degli uccelli come specchietti laterali di un'auto. Attualmente la maggior parte dei risultati di Hohenau sono ottenuti con questo «metodo WIN» (da WINDOW).

[15] Klem, D. (1990): Collisions between birds and windows: mortality and prevention. *J. Field Ornithol.* 61: 120–128.

[16] Ley, H. W. (2006): Experimentelle Tests zur Wahrnehmbarkeit von UV-reflektierenden «Vogelschutzgläsern» durch mitteleuropäische Singvögel. *Berichte zum Vogelschutz* 43: 87–91.

[17] Rössler, M. & T. Zuna-Kratky (2004): Vermeidung von Vogelanzprall an Glasflächen: Experimentelle Versuche zur Wirksamkeit verschiedener Glas-Markierungen bei Wildvögeln. *Wiener Umweltanwaltschaft*.

[18] Rössler, M., E. Nemeth & A. Bruckner (2015). Glass pane markings to prevent bird-window collisions: less can be more. *BioLogia* 70: 535–541.

[19] Rössler, M., W. Laube & P. Weihs (2009): Avoiding bird collisions with glass surfaces. Experimental investigations of the efficacy of markings on glass panes under natural light conditions in Flight Tunnel II. *BOKU-Met Report* 10.

[20] Sheppard, C. D. (2019): Evaluating the relative effectiveness of patterns on glass as deterrents of bird collisions with glass. *Global Ecology and Conservation* 20: e00795.

### 3.2.3 Schema di valutazione di Hohenau: il concetto di marcature altamente efficaci

#### Premesse e obiettivi

Le collisioni di uccelli contro vetri trasparenti o riflettenti non possono mai essere completamente escluse. La misurabilità dell'efficacia delle misure è tuttavia un prerequisito importante per evitare il maggior numero possibile di vittime e garantire una sicurezza progettuale e giuridica a tutte le parti in causa. Con i metodi descritti sono possibili confronti riproducibili in condizioni standardizzate tra tutte le marcature testate, con la loro suddivisione in classi di efficacia. Sperimentalmente non è tuttavia possibile ottenere previsioni quantitative su quanti uccelli possano effettivamente riconoscere la marcatura su un edificio, nelle condizioni di illuminazione che naturalmente sono molto variabili, e quindi per quanti di essi si possa evitare la collisione.

Il concetto di marcatura altamente efficace mira a definire marcature di livello superiore statisticamente comprovato, raggiungibile con diversi approcci tecnici. Da queste marcature ci si può aspettare che soddisfino i requisiti di protezione degli uccelli in diverse condizioni di luce diurna e in luoghi diversi.

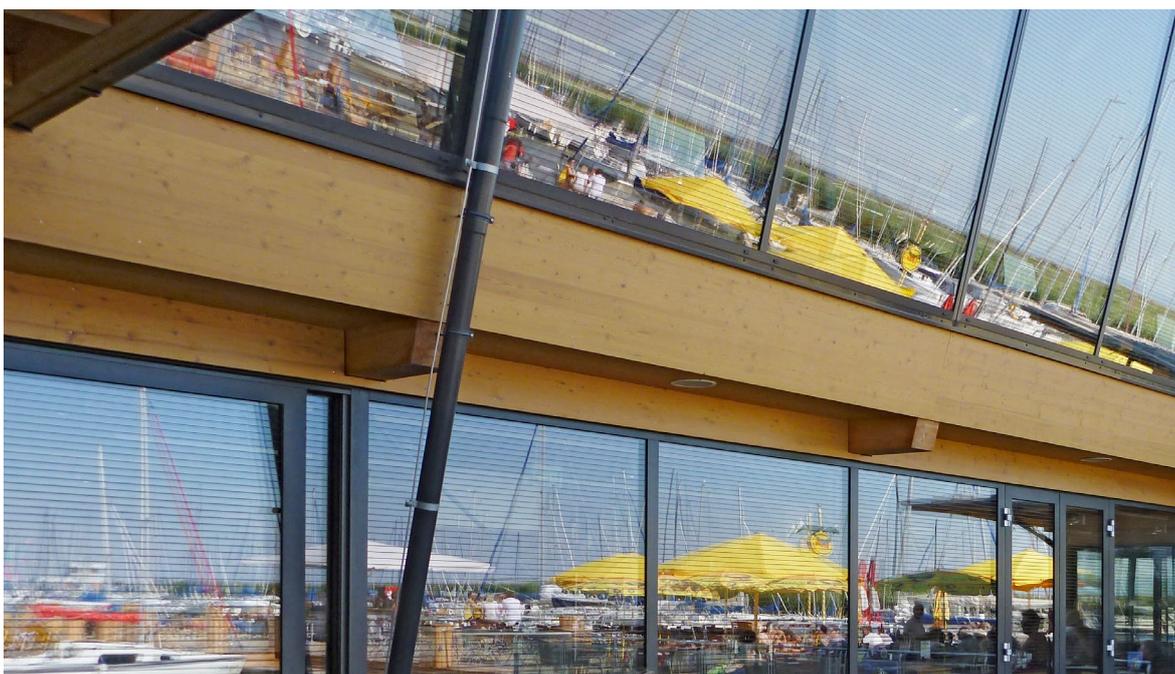
#### Schema di classificazione

La Stazione biologica di Hohenau-Ringelsdorf formula le sue raccomandazioni secondo uno schema di classificazione ampiamente riconosciuto, concordato tra specialisti a livello internazionale nel 2008, che costituisce la base per la norma tecnica austriaca

ONR 191040. I risultati dei test si suddividono in quattro categorie con i seguenti valori, che valgono sia per i test di trasparenza che per quelli di riflessione: per la categoria A («**altamente efficace**») le marcature vengono raccomandate in maniera incondizionata. Il limite per la categoria A è una distribuzione di 10:90. Ciò significa che almeno il 90 % dei voli di prova è diretto verso la lastra di riferimento non marcata e mostra che la marcatura è riconosciuta in larga misura. Secondo lo schema di Hohenau, marcature testate che presentano avvicinamenti in volo alla lastra di prova > 10 % fino al 20 % sono descritte come «**parzialmente efficaci**». Di regola non sono raccomandate poiché in condizioni diverse, ad esempio in luoghi con scarsa illuminazione, non può essere esclusa una forte riduzione della loro ef-

Tabella 2: Schema di valutazione di Hohenau per marcature testate, basato su esperimenti di selezione tra lastre di prova dotate di marcatura e lastre di riferimento non marcate. Per motivi statistici di solito una marcatura può essere raccomandata se presenta fino al 12 % degli avvicinamenti in volo alla lastra di prova.

	Avvicinamenti in volo [%] alla lastra di prova	Raccomandazione
<b>Categoria A altamente efficace</b>	0-10	raccomandata incondizionatamente
<b>Categoria B parzialmente efficace</b>	> 10-20	di regola non raccomandata
<b>Categoria C poco efficace</b>	> 20-42	non raccomandata
<b>Categoria D inefficace</b>	> 42	non raccomandata



Sul lato esterno delle vetrate del ristorante sul lago presso il Parco nazionale di Neusiedler (Austria) sono state stampate sottili linee nere.

ficacia. Nel caso di più del 20 % di avvicinamenti in volo alla lastra con marcatura, si applica la classificazione «**poco efficace**». In questa categoria ci sono marcature per le quali è stato dimostrato un qualche effetto, ma non sufficiente per parlare di un'efficace protezione degli uccelli. Le marcature a partire da un rapporto di avvicinamento in volo di 42:58 sono definite «**inefficaci**», poiché per un tale risultato non è possibile dire con certezza statistica se la marcatura influenzi ancora la scelta della direzione.

Le marcature riconosciute come altamente efficaci in situazioni di trasparenza non sono necessariamente le più adatte su superfici vetrate riflettenti, per questo, la procedura di verifica deve corrispondere al campo di applicazione. Per le superfici vetrate con trasparenza (pannelli fonoisolanti, parapetti in vetro, ecc.) si applicano i risultati dei test ONR, per le superfici vetrate a riflessione (finestre e facciate) quelli dei test WIN.

### 3.2.4 Criteri per marcature altamente efficaci per la protezione degli uccelli

Attraverso lo studio standardizzato dell'efficacia è stato possibile ottenere alcune conoscenze fondamentali sulle marcature del vetro. La domanda è: quali marcature possono essere riconosciute come un ostacolo dagli uccelli in volo? Come componenti di base

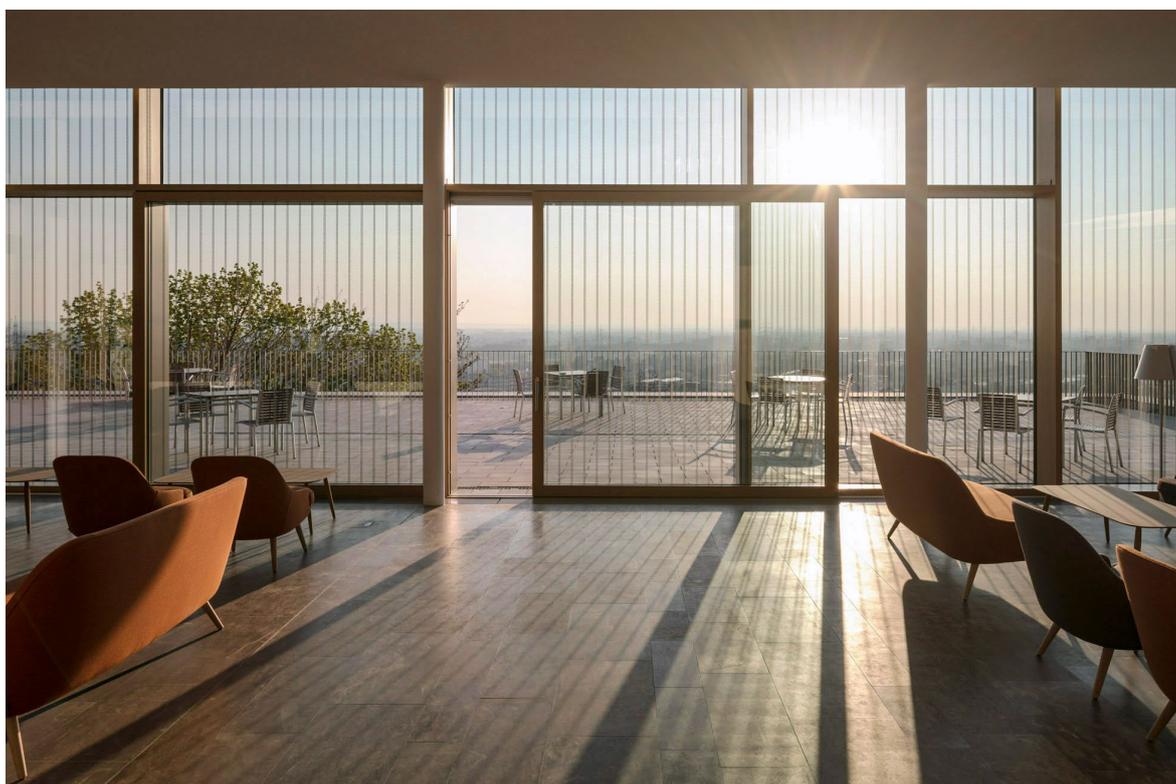
entrano in gioco le dimensioni, la distanza, il contrasto ed eventualmente anche la forma degli elementi che formano la marcatura.

#### Dimensioni degli elementi di marcatura

Per quanto riguarda la dimensione degli elementi, sono determinanti la risoluzione ottica dell'occhio dell'uccello e lo «spazio di frenata», cioè la distanza dall'ostacolo, come pure la velocità e il tempo di reazione degli uccelli. Strisce orizzontali ben contrastanti sono percepite sufficientemente bene a partire da una larghezza di 3 mm, mentre per le strisce verticali gli studi indicano una larghezza minima di 5 mm. Per i punti, il minimo è di 9 mm di diametro. Minore è il contrasto, maggiore deve essere la larghezza della striscia o il diametro del punto.

#### Scoperte sorprendenti sulla distanza consentita tra punti e tra strisce

La distanza tra gli elementi di marcatura non concerne la percezione ma le reazioni comportamentali, cioè se qualcosa che l'uccello vede fa anche in modo che cambi direzione. Se viene rilevato un pericolo si mettono in moto rapide reazioni inconsce. Attraverso circuiti neuronali, gli allarmanti stimoli sensoriali vengono trasmessi in una frazione di secondo direttamente al cervelletto. È stato dimostrato che la distanza critica tra gli elementi di marcatura non è una grandezza assoluta ma dipende dall'o-



*Durante la ristrutturazione dell'Abbazia di Michaelsberg, lo studio caspar.architects ha inserito come elemento di design marcature altamente efficaci per proteggere gli uccelli dalle collisioni.*



La struttura tridimensionale del riparo fonico della Treusch architecture presso il Theodor-Körner-Hof di Vienna viene volutamente rinforzata dal punto di vista visivo mediante marcature utilizzate per la protezione degli uccelli

rientamento e dalla forma degli ostacoli rilevati. La distanza massima è di 50 mm per strisce orizzontali altamente efficaci, 100 mm per strisce verticali e 90 mm per punti, sia orizzontalmente che verticalmente. Sorprendentemente, per i punti possono essere consigliate distanze verticali maggiori rispetto alle strisce orizzontali. In questo modo, si può ridurre in maniera significativa l'area utilizzata dalla marcatura. Tuttavia, le marcature non possono essere scalate. Reticoli densi di piccoli punti hanno poco o nessun effetto; ad esempio, un reticolo di punti di 3 mm con una distanza tra i punti di 14 mm non viene riconosciuto come ostacolo.

#### **Colore delle marcature, contrasto e grado di copertura**

Come già accennato, dimensioni e distanze critiche si applicano al massimo contrasto, ottenibile, ad esempio, con il nero intenso. Il grigio più scuro è già significativamente meno efficace del nero e il grigio più chiaro è significativamente meno efficace del bianco. Più una lastra di vetro riflette, più diventa difficile creare forti contrasti. Al contrario, marcature con riflessi metallici possono produrre contrasti particolarmente forti grazie alla loro estrema luminosità e ottenere un'elevata efficacia già con meno dell'1 % di copertura della superficie. Marcature con un effetto di contrasto inferiore richiedono un grado di copertura più elevato. Per marcature semitrasparenti, tipo vetro smerigliato, il grado di copertura necessario è più alto, idealmente dell'11 % (cfr. p. 39, n. 2), men-

tre per le pellicole semitrasparenti almeno del 20 % (cfr. p. 37, n. 8 e n. 10.).

### **3.2.5 Attuali sviluppi nei vetri di protezione degli uccelli per finestre e facciate**

#### **Collaborazione tra industria e ornitologia**

Non è possibile ridurre il numero delle collisioni di uccelli senza modificare le proprietà visive del vetro. Gli sviluppi si stanno tuttavia muovendo in direzione di marcature molto più discrete. Mentre i primi esperimenti si effettuavano ancora con strisce adesive, pellicole, vernice spray e simili, oggi le marcature vengono create in laboratori di produttori di vetro e di istituti di ricerca che consentono l'uso di materiali e rivestimenti speciali. Attraverso una ricerca e uno sviluppo di ingegneria fisica e di processo in collaborazione con l'ornitologia scientifica, è attualmente in corso un'ulteriore spinta innovativa che ogni anno porta «sul vetro» nuove idee e concetti, oppure migliora progressivamente marcature già testate. Per questo, quanto qui esposto può rappresentare solo un'istantanea, in cui le fasi di sviluppo sono descritte nella cronologia della loro storia delle idee. Tutte le marcature mostrate qui sono state testate su uno sfondo poco luminoso (test WIN, cap. 3.2.2) e non sono automaticamente adatte per applicazioni in caso di trasparenza.



*L'interesse dell'industria del vetro per la protezione degli uccelli e la cooperazione con la ricerca ornitologica favorisce lo sviluppo di marcature discrete ed eleganti. Sebbene le case unifamiliari presentino spesso alti tassi di collisioni, in quell'ambito c'è sovente anche un alto livello di accettazione nei confronti delle marcature. Questo reticolo di punti altamente efficace è stato applicato in una fase successiva.*

#### **Marcature metalliche e motivo a specchio unidirezionale – contrasto molto elevato**

Basandosi sulle idee di un team del gruppo inglese NSG-Pilkington, nel 2013 è stata avviata una fondamentale spinta innovativa. I rivestimenti metallici producono riflessi molto chiari e luminosi su vetri poco riflettenti e possono così produrre contrasti molto forti. NSG Pilkington ha sviluppato motivi a strisce composti da rivestimenti metallici estremamente sottili all'esterno dei vetri, che creano un effetto a specchio unidirezionale: all'esterno, il motivo a strisce presenta netti contrasti, mentre dall'interno

il motivo è praticamente invisibile. Nel 2021 è stata lanciata sul mercato una variante classificata come altamente efficace.

Allo stesso modo è possibile creare motivi collaudati, come strisce verticali larghe 5 mm composte da rivestimenti metallici opachi, classificandoli come altamente efficaci.

#### **Reticoli di punti – inaspettatamente efficaci**

Mentre negli Stati Uniti le disposizioni dei punti a reticolo vengono raccomandate già da anni, in Europa si è iniziato solo nel 2017 a studiare sistematicamente i



*Cosa vede l'uccello nel tunnel di volo. Pilkington AviSafe™: altamente efficace come protezione contro le collisioni di uccelli, praticamente invisibile dall'interno (a sinistra lastra di prova, a destra lastra di riferimento).*



*Arnold Glas Orniflux® design lines 5/95: marcatura metallica altamente efficace con classico motivo a strisce (a sinistra lastra di prova, a destra lastra di riferimento).*

reticoli di punti. Paradossalmente, i punti consentono tendenzialmente distanze maggiori rispetto alle strisce, un fenomeno che attualmente risulta ancora inspiegabile. In generale, anche qui gioca un ruolo decisivo la corretta scelta di dimensioni, distanza e contrasto. Valori indicativi sono da 9 a 12 mm di diametro e da 90 a 100 mm di distanza. Al contrario le stampe di reticoli composte da piccoli punti (da 1 a 3 mm,

grado di copertura fino al 30%), che vengono utilizzate come protezione solare e sono state ripetutamente proposte da utenti come protezione per uccelli, non sono adatte per la prevenzione delle collisioni.

**Verso marcature trasparenti altamente efficaci**

Attualmente si presta grande attenzione allo sviluppo di marcature con un'elevata trasparenza, tentando di



*Eastman Saflex® FlySafe™ SEEN shiny 9/90: punti metallici con un diametro di 9 mm a una distanza di 90 mm: altamente efficaci e adatti anche per la posizione 2 grazie all'elevata riflettanza (a sinistra lastra di prova, a destra lastra di riferimento)..*

*Reticolo di punti inefficace nonostante la piccola distanza tra i punti: anche un denso reticolo di punti neri con un diametro di 3 mm non è stato riconosciuto dagli uccelli neanche alla posizione 1 (a sinistra lastra di prova, a destra lastra di riferimento).*



*Questo reticolo di punti metallici larghi 9 mm a una distanza di 90 mm è laminato all'interno di un vetro isolante e tuttavia altamente efficace. A causa dei riflessi, finora le marcature nere potevano avere successo solo sul lato esterno delle vetrate di una facciata.*

applicare le attuali conoscenze sulla percezione del contrasto da parte degli uccelli in volo. Tramite complessi metodi di rivestimento, si intende generare riflessi in intervalli spettrali ottimali. Singoli prototipi dell'Istituto Fraunhofer per Sistemi a Energia solare (ISE) stanno già ottenendo un'elevata efficacia. Tuttavia, un'elevata trasparenza non significa necessariamente invisibilità, per questo sono ancora in corso ricerche in varie direzioni per soddisfare ulteriormente le esigenze estetiche.

### Marchature UV – tuttora non raccomandate

Dai primi anni 2000, approcci diversi dalla semplice stampa e laminazione con motivi opachi si sono basati sull'idea di marchature UV «invisibili». Si partiva dal presupposto che gli uccelli possano percepire la luce UV, mentre gli esseri umani non ne sono in grado - un'idea che prometteva una soluzione perfetta al problema. Tuttavia, la semplice affermazione «gli uccelli vedono gli UV» non è del tutto corretta per i seguenti motivi:

- 1) L'intensità della radiazione UV dipende dall'altezza del sole e dalla densità delle nuvole. In caso di maltempo, in aree ombreggiate, nel bosco e nella fitta vegetazione l'intensità diminuisce rapidamente.
- 2) Solo quattro gruppi di specie di uccelli (struzzi, gabbiani, pappagalli, passeriformi ad eccezione dei corvidi) hanno sensori UV specifici<sup>[21]</sup>.

Nei test del tunnel di volo di Hohenau, tenendo conto dei riflessi le marchature UV trasparenti si sono quasi sempre dimostrate totalmente inefficaci o solo scarsamente efficaci (Tabella 3). Su sette marchature te-



Una marcatura in fase di sviluppo (Fraunhofer ISE) con strisce trasparenti alla posizione 1 si è rivelata molto efficace (a sinistra lastra di prova, a destra lastra di riferimento).

state come inefficaci, cinque erano marchature UV. Su 40 marchature testate, nella graduatoria le marchature UV occupavano i posti tra 31 e 40. In impianti sperimentali con sfondo chiaro che non tengono conto dei riflessi, i risultati erano tendenzialmente leggermente migliori. In uno studio sul campo del Landesbund für Vogelschutz, svoltosi dal 2016 al 2020, in cui quattro diverse marchature UV hanno potuto essere testate e valutate in situazioni di applicazione reali, in singoli casi è stata riscontrata una significativa riduzione delle collisioni di uccelli ma a fronte di ciò sta tuttavia una percentuale nettamente più elevata di test con solo poco o nessun effetto. Dei 453 avvicinamenti in volo registrati, il 26 % era diretto verso una lastra con marcatura UV.

Tabella 3: Risultati dei test di selezione (test WIN) nel tunnel di volo della Stazione biologica di Hohenau-Ringelsdorf.

Marchatura testata	Avvicinamento in volo alla marcatura testata	Avvicinamento in volo alla lastra di riferimento	Risultato
Ornilux Mikado® <sup>[22]</sup>	56 %	44 %	inefficace
Kolbe Bird Sticker® sagome di uccelli, copertura 21,7 % <sup>[23]</sup>	53 %	47 %	inefficace
Kolbe Bird Pen®, copertura 21,6 % <sup>[24]</sup>	36 %	64 %	poco efficace*

\* Sorprendentemente, la misurazione ottica non mostra una maggiore riflessione nell'intervallo UV<sup>[24]</sup>.

<sup>[21]</sup> Martin, G. R. (2017): The sensory ecology of birds. Oxford University Press.

<sup>[22]</sup> Rössler, M. (2012): Mikado®: <https://wua-wien.at/images/stories/publikationen/vogelanprall-ornilux-mikado.pdf> (Stato 28.9.2022).

<sup>[23]</sup> Rössler, M. (2018): birdsticker®: <https://wua-wien.at/images/stories/publikationen/pruefbericht-birdsticker-2018.pdf> (Stato 28.9.2022).

<sup>[24]</sup> Rössler, M. (2015): birdpen®: <https://wua-wien.at/images/stories/publikationen/pruefbericht-birdpen-2015.pdf> (Stato 28.9.2022).



*Gli adesivi con sagome di uccelli rapaci indicano di solito che ci si è accorti dell'esistenza di un problema di collisione. Tuttavia, non forniscono alcun rimedio e non dovrebbero essere utilizzati poiché le collisioni continueranno a verificarsi in prossimità degli adesivi. È necessario utilizzare marcature testate che segnino l'intera superficie del vetro.*

### 3.2.6 Elenco di marcature testate nel tunnel di volo

Le pagine seguenti mostrano una selezione dei risultati più importanti di test effettuati nel tunnel di volo di Hohenau. Qui, per la prima volta, viene fatta una distinzione tra i contrassegni per le situazioni di trasparenza su fondo luminoso, come i pannelli fonoisolanti (test ONR, pp. 36-37) e marcature per applicazioni su sfondo con debole illuminazione, come finestre e facciate (test WIN, pp. 38-41). Il colore della barra laterale si riferisce alle quattro categorie dello schema di valutazione di Hohenau (cap. 3.2.3). La percentuale indica gli avvicinamenti in volo alla lastra di prova durante l'esperimento: più basso è questo numero, migliore è il riconoscimento di una marcatura da parte degli uccelli e più in alto quest'ultima si trova nella graduatoria.

Anche piccole modifiche di una marcatura per quanto riguarda il design, la scala, il colore o il materiale possono influenzarne l'efficacia. In particolar modo nel test WIN, bisogna porre attenzione anche alla riflessione esterna: il risultato del test è valido solo fino alla riflettanza specificata della lastra di prova.

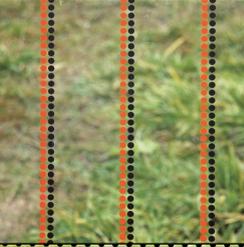
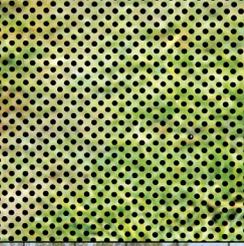
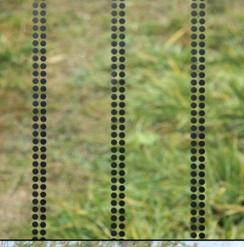
#### Abbreviazioni

- GC: grado di copertura, percentuale della superficie ricoperta dalla marcatura
- GRE: grado di riflessione esterna dell'intero costruito della lastra di prova
- DM: diametro
- DTB: distanza tra i bordi
- DTC: distanza tra i centri
- STL: spazio tra le lastre

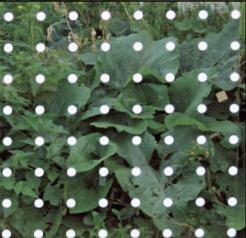
Per «**posizione**» si intende il livello di applicazione di un rivestimento nell'ordine delle superfici delle lastre, a partire dalla posizione 1 - «lato di avvicinamento in volo» (esterno) della lastra, posizione 2 - retro di una lastra singola o della prima lastra di un vetro isolante, posizione 3 - parte anteriore della seconda lastra di un vetro isolante, ecc.

I **rapporti di valutazione** sono disponibili in tedesco sul sito web dell'Ufficio degli avvocati ambientali di Vienna [wua-wien.at/publikationen](http://wua-wien.at/publikationen).

Motivi testati per pareti antirumore e parapetti (test ONR, trasparenza)

Nr.	Avvicinamenti in volo	Immagini	Descrizione
1	2%		Denominazione: ZOOLEX Astmotiv / Gasperlmair Materiale/colore: pellicola RAL 6014 giallo oliva, 25 % di trasparenza Posizione: 1 GC: 20-25 %
2	2%		Denominazione: Eckelt 4Bird V3066 serie di punti verticali Misure: DM 8 mm, DTB tra le serie di punti 100 mm Materiale/colore: serigrafia, nero e arancione Posizione: 1 GC: 9 %
3	3%		Denominazione: Eckelt Litex 540 reticolo diagonale di punti neri Misure: DM 7,5 mm, DTC diagonale 12,7 mm Materiale/colore: serigrafia, nero Posizione: 1 GC: 27 %
4	3%		Denominazione: strisce nere verticali Misure: larghezza 5 mm, DTB 95 mm Materiale/colore: stampa nera su policarbonato Posizione: 1 GC: 5 %
5	5%		Denominazione: Eckelt 4Bird V3067 serie di punti verticali Misure: DM 8 mm, DTB tra le serie di punti 100 mm Materiale/colore: serigrafia, nero Posizione: 1 GC: 9 %
6	5%		Denominazione: strisce nere orizzontali Misure: larghezza 3 mm, DTB 47 mm Materiale/colore: stampa nera su policarbonato Posizione: 1 GC: 6 %
7	6%		Denominazione: strisce verticali arancioni Misure: larghezza 5 mm, DTB 100 mm Materiale/colore: vernice arancione spray Duplicolor Platinum RAL 2009 Posizione: 1 GC: 4,8 %

Categoria A, altamente efficace	Categoria B, parzialmente idoneo	Categoria C, poco efficace	Categoria D, inefficace
---------------------------------	----------------------------------	----------------------------	-------------------------

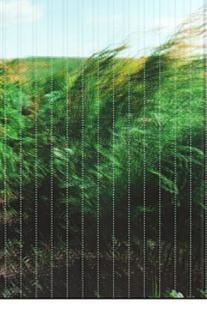
Nr.	Avvicinamenti in volo	Immagini	Descrizione
8	6%		Denominazione: Glasdecor 25 Misure: strisce di larghezza irregolare 15-40 mm, distanza orizzontale < 100 mm Materiale/colore: pellicola adesiva ORACAL Etched Glass Cal 8510, opaco, traslucido Posizione: 1 GC: 25 %
9	6%		Denominazione: Saflex® FlySafe™ 3D SEEN shiny 9/90 reticolo di punti 9/90 Misure: 9 mm DM, DTC 90 mm Materiale/colore: alluminio Posizione: 2 GC: 0,8 % Struttura: VSG 44.2
10	10%		Denominazione: ABC Bird Tape strisce doppie verticali Misure: strisce larghe 20 mm, distanze tra le strisce alternativamente 5 mm e 100 mm Materiale/colore: ABC Bird Tape traslucido Posizione: 1 GC: 22,8 %
11	15%		Denominazione: reticolo di punti bianchi Misure: DM 18 mm, DTC 82 mm Materiale/colore: serigrafia, bianco Posizione: 1 GC: 3,8 %
12	35%		Denominazione: plexiglas Soundstop® Misure: spessore 15 mm Materiale/colore: vetro acrilico colorato, marrone fumo
13	37%		Denominazione: Ornilyx Mikado (Ornilyx Neutralux 1.1 – giugno 2011) Materiale/colore: rivestimenti all'interno del vetro isolante che, secondo le informazioni fornite dal produttore, riflettono e assorbono la radiazione UV
14	54%		Denominazione: Birdpen® Materiale/colore: con un pennarello vengono applicate al vetro sostanze che, secondo il produttore, creano contrasti nella gamma UV Posizione: 1 GC: ca. 50 %

Motivi testati per finestre e facciate (test WIN, riflessione)

Nr.	Avvicinamenti in volo	visto dall'esterno (riflesso dell'ambiente circostante)	visto dall'interno	Descrizione della marcatura	Note
1	4 %			Denominazione: ZOOLEX Astmuster / Gasperlmaier Tipo: forma non geometrica Misure: variabile Materiale/colore: stampa digitale, RAL 6014 giallo oliva Posizione: 1 GC: 20-25 % Struttura: monolito 6 mm Float Rivestimento funzionale: nessuno GRE: 8 % Anno del test: 2020	Questa marcatura è stata sviluppata per l'uso negli zoo
2	6 %			Denominazione: AGC Interpane, tono satinato Tipo: strisce doppie verticali tratteggiate Misure: rettangoli, 8 x 30 mm Materiale/colore: serigrafia, similcolore satinato Posizione: 1 GC: 11 % Struttura: VSG 66.2 Rivestimento funzionale: nessuno GRE: 8 % Anno del test: 2019	Questa marcatura serigrafica è stata testata in due varianti (cfr. n. 13), qui la variante con tono satinato è significativamente più efficace.
3	6 %			Denominazione: Saflex® FlySafe™ 3D SEEN shiny 9/90 ISO Tipo: reticolo a punti Misure: 9 mm DM, DTC 90 mm Materiale/colore: alluminio, multistrato Posizione: 2 GC: 0,8 % Struttura: vetro isolante VSG 44.2 / STL 16 mm / 4 mm Float Rivestimento funzionale: Low-E (Clima Guard Premium Posizione 4) GRE: 12 % Anno del test: 2020	Le marcature Saflex® sono state testate più volte, qui con un rivestimento Low-E in vetro isolante. Questa marcatura è stata testata per la prima volta come «SEEN elements» (n. 6 e 7).
4	8 %			Denominazione: Ornilux® design lines 5/95 - Decochrome Tipo: righe verticali Misure: larghezza 5 mm, DTB 95 mm Materiale/colore: decochrome Posizione: 1 GC: 5 % Struttura: VSG 66.2 Rivestimento funzionale: nessuno GRE: nessuna indicazione Anno del test: 2020 Rapporto di valutazione: WUA	Ornilux® design indica marcature visibili con superfici metalliche. Da non confondere con le varianti UV sotto il nome Ornilux®.
5	9 %			Denominazione: AviSafe™ AS/h (hard-edge) laminated 70/40 Tipo: strisce verticali Misure: strisce larghe 40 mm, distanza 60 mm, contorni sfuocati Materiale/colore: rivestimento a specchio unidirezionale (trasparente dall'interno), riflesso metallico Posizione: 1 GC: nessuna indicazione Struttura: vetro isolante VSG 64.2//4mm Float Rivestimento funzionale: Solar Control 70/40 Posizione: 4 GRE: nessuna indicazione Anno del test: 2021	Le marcature AviSafe™ riflettono all'esterno e dall'interno sono trasparenti e solo poco visibili.

Categoria A, altamente efficace	Categoria B, parzialmente idoneo	Categoria C, poco efficace	Categoria D, inefficace
---------------------------------	----------------------------------	----------------------------	-------------------------

Nr.	Avvicinamenti in volo	visto dall'esterno (riflesso dell'ambiente circostante)	visto dall'interno	Descrizione della marcatura	Note
6	9 %			Denominazione: SEEN shiny 9/90 (poi Saflex®) Tipo: reticolo a punti Misure: 9 mm DM, DTC 90 mm Materiale/colore: alluminio multistrato GC: 0,8 % Posizione: 2 Struttura: VSG 44.2 Rivestimento funzionale: nessuno GRE: 8 % Anno del test: 2019 Rapporto di valutazione: WUA	SEEN elements shiny hanno superfici concave lucide con riflessione della luce molto forti e sono altamente efficaci anche alla posizione 2. Adatti per applicazione in un secondo tempo alla posizione 1.
7	9 %			Denominazione: SEEN matt 9/90 Tipo: reticolo a punti Misure: 9 mm DM, DTC 90 mm Materiale/colore: rivestimento in alluminio GC: 0,8 % Posizione: 2 Struttura: VSG 44.2 Rivestimento funzionale: nessuno GRE: 8 % Anno del test: 2019 Rapporto di valutazione: WUA	SEEN elements matt hanno superfici opache e piane che riflettono in maniera uniformemente luminosa. Adatti all'applicazione in un secondo tempo alla posizione 1.
8	10 %			Denominazione: Saflex® FlySafe™ 3D SEEN shiny 9/90 Tipo: reticolo a punti Misure: 9 mm DM, DTC 90 mm Materiale/colore: alluminio multistrato Posizione: 2 GC: 0,8 % Struttura: VSG 44.2 Rivestimento funzionale: St. Gobain COOL-LITE® ST167 GRE: 19 % Anno del test: 2021	In questo caso è stato testato il reticolo a punti Saflex® 9/90 in VSG con il 19 % di riflessione esterna (cfr. n. 6).
9	10 %			Denominazione: quadrati SEDAK di 12 mm, nero Tipo: reticolo a punti Misure: quadrati di 12 mm di lato, DTC 90 mm Materiale/colore: serigrafia, RAL 9005 Posizione: 1 GC: 1,8 % Struttura: VSG 44.2 Rivestimento funzionale: nessuno GRE: 8 % Anno del test: 2019 Rapporto di valutazione: WUA	I reticoli in serigrafia e pellicola neri sono stati finora testati solo per la posizione 1 (cfr. n. 10, 17).
10	11 %			Denominazione: reticolo a punti antracite 10/100, nessun produttore specifico Tipo: reticolo a punti Misure: punti 10 mm DM, DTC 100 mm Materiale/colore: pellicola adesiva prestampata, RAL 7016 Posizione: 1 GC: 0,8 % Struttura: monolito 4 mm Float Rivestimento funzionale: nessuno GRE: 8 % Anno del test: 2018	Adatto all'applicazione in un secondo tempo

Nr.	Avvicinamenti in volo	visto dall'esterno (riflesso dell'ambiente circostante)	visto dall'interno	Descrizione della marcatura	Note
11	14 %			Denominazione: Saflex® FlySafe™ SEEN shiny 3/50 Tipo: reticolo a punti Misure: 3 mm DM, DTC 50 mm Materiale/colore: alluminio multistrato Posizione: 2 GC: 0,3 % Struttura: VSG 44.2 Rivestimento funzionale: nessuno GRE: 12 % Anno del test: 2020	Punti metallici di 3 mm DM sono meno efficaci di quelli di 9 mm DM (n. 3, 6, 7).
12	16 %			Denominazione: Ornilux® design dart 9/90 - Decochrome Tipo: reticolo a punti Misure: punti traforati simili a coccarde, anello esterno di 2 mm, anello interno di 3 mm DM, spaziatura del reticolo: 90 mm Materiale/colore: decochrome Posizione: 1 GC: 0,4 % Struttura: VSG 66.2 Rivestimento funzionale: nessuno GRE: k.A. Anno del test: 2020 Rapporto di valutazione: WUA	I punti metallici traforati («coccarde») sono meno efficaci dei motivi metallici a strisce n. 4.
13	16 %			Denominazione: AGC Interpane Ipasol grey / Ipasol bright Tipo: doppie strisce verticali interrotte Misure: rettangoli, 8 x 30 mm Materiale/colore: serigrafia Ipasol grey / Ipasol bright Posizione: 1 GC: 11 % Struttura: VSG 66.2 Rivestimento funzionale: nessuno GRE: 8 % Anno del test: 2020	Versione trasparente del tono satinato n. 2.
14	32 %			Denominazione: reticolo diagonale a punti 5 mm tono satinato Tipo: reticolo diagonale a punti Misure: 5 mm DM, DTC diagonale 35 mm Materiale/colore: satinato Posizione: 1 GC: 1,6 % Struttura: vetro isolante 6 mm Float / STL: 1 6 mm / 6 mm Float Rivestimento funzionale: Low-E alla posizione 3 GRE: nessuna indicazione Anno del test: 2021	Reticolo a punti in tono satinato con un DM dei punti di 5 mm poco efficace (contrasto troppo basso e DM troppo piccolo).
15	45 %			Denominazione: serie verticali di punti di 3 mm neri Tipo: serie verticali di punti Misure: 3 mm DM, DTC nella serie 6 mm, tra le serie 38 mm Materiale/colore: serigrafia, nero Posizione: 2 GC: 3,1 % Struttura: vetro isolante 6 mm Float / STL: 16 mm / 6 mm Float Rivestimento funzionale: Low-E alla posizione 3 GRE: nessuna indicazione Anno del test: 2021	Serie di punti di 3 mm di DM alla posizione 2 sono inefficaci (motivo troppo fine).

Nr.	Avvicinamenti in volo	visto dall'esterno (riflesso dell'ambiente circostante)	visto dall'interno	Descrizione della marcatura	Note
16	47 %			<p>Denominazione: Kolbe birdsticker® Silhouetten                      Tipo: 15 pz. sagome uccelli                      Misure: 94 cm<sup>2</sup>/sagoma                      Materiale/colore: trasparente, riflessione UV                      Posizione: 1                      GC: 21,7 %                      Struttura: monolito 4 mm Float                      Rivestimento funzionale: nessuno                      GRE: 8 %                      Anno del test: 2017                      Rapporto di valutazione: WUA</p>	<p>Marcatura UV inefficace.</p>
17	48 %			<p>Denominazione: reticolo a punti antracite 3/14                      Tipo: reticolo a punti                      Misure: punti 3 mm DM, DTC 14 mm                      Materiale/colore: pellicola adesiva prestampata, RAL 7016                      Posizione: 1                      GC: 3,6 %                      Struttura: monolito 4 mm Float                      Rivestimento funzionale: nessuno                      GRE: 8 %                      Anno del test: 2018                      Rapporto di valutazione: WUA</p>	<p>Reticolo a punti di 3 mm DM, nero, alla posizione 1 inefficace (motivo troppo fine; cfr. anche serie di punti n. 15).</p>

### 3.3 Misure di protezione *a posteriori*

#### **Interventi *a posteriori* più cari dei prodotti rispettosi degli uccelli**

L'intervento più comune che si può effettuare in un secondo tempo su vetrate problematiche esistenti è l'applicazione di pellicole con motivi stampati o di elementi adesivi prestampati mediante una pellicola di supporto, con cui vetrate trasparenti e riflettenti possono essere rese visibili agli uccelli.

Tuttavia, rispetto ai prodotti in vetro rispettosi degli uccelli (ad esempio vetri stampati, traslucidi o strutturati), tali misure applicate in un secondo tempo hanno una durata di vita inferiore e devono essere rinnovate regolarmente. Rispetto alle misure di protezione degli uccelli già integrate nella progettazione di una costruzione, a lungo termine bisogna quindi prevedere costi più elevati. Inoltre, va tenuto presente che l'uso di pellicole genera grandi quantità di rifiuti.

Un'ulteriore opzione per una successiva messa in sicurezza di superfici in vetro da collisioni di uccelli è la costruzione di un avancorpo composto di strutture a maglie fini come rete metallica, griglie di legno, corde o reti, ecc.

L'applicazione su vaste superfici, in un secondo tempo, di misure per la protezione degli uccelli viene in genere effettuata da ditte specializzate. Costi aggiuntivi derivano dall'uso spesso necessario di piattaforme elevatrici o ponteggi.

#### **Marcare sempre all'esterno le superfici riflettenti!**

In caso di misure a posteriori va tenuto presente che su finestre e altre vetrate riflettenti le marcature vanno sempre applicate all'esterno. In caso di vetrate autoportanti, per le quali il fattore di rischio rilevante è la

trasparenza, la misura può essere applicata sul lato della vetrata dove è più conveniente intervenire.

#### **Pellicole stampate con marcature per la protezione degli uccelli**

Pellicole trasparenti stampate con una marcatura per la protezione degli uccelli vengono applicate al vetro su tutta la superficie. Le pellicole devono essere adatte per uso esterno. Il montaggio sul lato degli avvicinati in volo garantisce che, grazie alla marcatura, vengano smorzati anche i riflessi sulla superficie esterna del vetro. Occorre fare attenzione che i motivi desiderati soddisfino i requisiti per marcature altamente efficaci (cap. 3.2.4).

Qualora siano altamente trasparenti, varie pellicole speciali (antifondamento, antischegge, ecc.) possono essere stampate con una marcatura per la protezione degli uccelli.

In caso di pellicole stampate, bisogna prestare attenzione alla solidità alla luce (resistenza ai raggi UV) e all'opacità della stampa, perché solo colori intensi ben coprenti garantiscono il contrasto necessario per una protezione anticollisione affidabile. Secondo le indicazioni dei produttori le pellicole hanno una durata di vita da 5 a 15 anni. In seguito, se necessario, devono essere rinnovate. Una sigillatura professionale dei bordi della pellicola può aumentarne la durata di vita.

#### **Motivi prestampati su lamina di supporto**

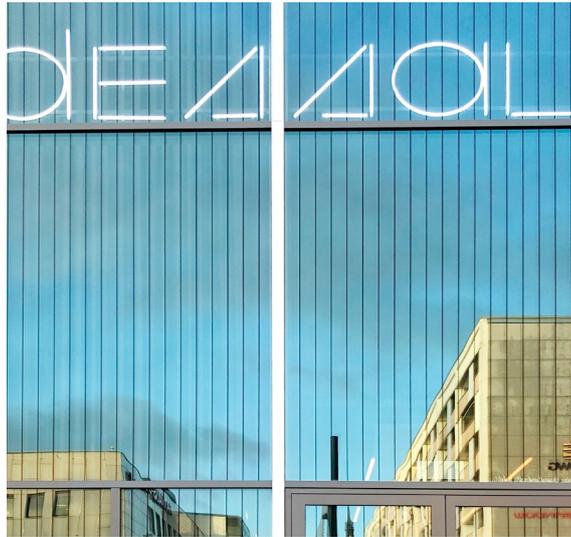
Un'altra possibilità di marcatura in un secondo tempo mediante pellicole adesive è l'applicazione di motivi prestampati tramite una lamina di supporto. Poiché



*Pellicole stampate vengono applicate al vetro su tutta la superficie.*



In caso di applicazione di motivi prestampati su lamina di supporto vengono incollati solo gli elementi stessi del motivo.



Per una protezione da collisioni di uccelli, nel nuovo Museo Bauhaus di Dessau (Germania) più di 2700 m<sup>2</sup> di facciate in vetro sono stati dotati in un secondo tempo di un motivo a linee prestampato.

le pellicole utilizzate a questo scopo sono solitamente realizzate in materiale plastico tinto, il rischio di sbiadimento è inferiore rispetto alle pellicole stampate. I motivi ritagliati al plotter vengono realizzati individualmente in base alle esigenze del cliente. Uno svantaggio rispetto alle pellicole applicate su tutta la superficie è una maggiore vulnerabilità ai danneggiamenti e agli influssi meteorologici. Le indicazioni dei produttori per quanto riguarda la durata di vita variano tra 5 e 15 anni.

#### **Rischio di rottura termica dei vetri a causa dell'applicazione in un secondo tempo di pellicole adesive**

Rotture di vetri per motivi termici si verificano in caso di grandi differenze di temperatura sulla superficie del vetro.

In caso di forte luce solare la superficie del vetro si riscalda. Se grandi aree della lastra di vetro sono rivestite con colori scuri o altri materiali assorbenti, di solito si riscaldano maggiormente rispetto al resto della superficie. Con una differenza di temperatura superiore a 40 Kelvin, in caso di vetri non temprati può verificarsi una rottura del vetro indotta da shock termico. Il vetro temprato (vetro di sicurezza) e il vetro parzialmente temprato hanno una resistenza agli shock termici molto più elevata. Questi vetri possono assorbire senza problemi i maggiori carichi termici causati da pellicole, vernici o incisioni applicate, senza che questi ultimi provochino un aumento del rischio di rottura.

La maggior parte delle marcature per la protezione degli uccelli testate hanno elementi estremamente piccoli. Queste marcature non creano quindi un riscaldamento di intere parti delle vetrate e, di conseguenza, possono essere utilizzate in modo sicuro sia come motivi prestampati su lamina di supporto sia come pellicole stampate.

Eccezione: soprattutto in caso di vetri tripli, a causa della colorazione antisolare aggiuntiva, la combina-

zione di pellicola di protezione solare con una marcatura di protezione degli uccelli stampata può portare a un aumento delle differenze di temperatura tra i singoli vetri e quindi a un aumento del rischio di rottura per shock termico.

In caso di applicazione in un secondo tempo di pellicole adesive per la protezione degli uccelli è necessario che ciò avvenga sul lato esterno, non solo per smorzare i riflessi ma anche per evitare un possibile riscaldamento. All'esterno, la costante ventilazione tende a garantire in maniera maggiore il raffreddamento del vetro, mentre una forte irradiazione solare può portare rapidamente a un accumulo di calore sul lato interno e quindi alla rottura del vetro.

#### **Sabbiatura e satinatura**

Per prevenire collisioni di uccelli, le vetrate possono essere dotate di una superficie opaca mediante sabbiatura o satinatura. I vetri trattati in questo modo hanno proprietà non trasparenti e non riflettenti e possono essere utilizzati, ad esempio, per facciate di edifici o parapetti di balconi.

Nel processo di sabbiatura, grazie al suo effetto abrasivo, la sabbia soffiata sulla superficie con aria compressa trasforma una superficie liscia e riflettente in una superficie ruvida e diffusamente riflettente. Nella finitura satinata la superficie del vetro viene opacizzata con un processo chimico.

Possono essere modificate intere vetrate oppure può essere marcata solo una parte della superficie. In linea di principio, queste tecnologie possono essere utilizzate anche per interventi *a posteriori* in loco.

#### **Reti in acciaio**

Reti in acciaio, come quelle utilizzate per la messa in sicurezza e l'inverdimento delle facciate, possono



Una facciata sabbiata in un secondo tempo a Scharnstein (Austria): per l'intervento a posteriori, i singoli vetri fortemente riflettenti hanno potuto essere tolti dalla facciata ed essere poi modificati in loco mediante sabbiatura parziale (reticolo a punti di diametro variabile simile a una scheda perforata) secondo i principi della protezione degli uccelli.

essere applicate con successo a un edificio in un secondo tempo in maniera permanente. Quando vengono utilizzate per proteggere da collisioni di uccelli, è importante che lo spessore dei cavi e la dimensione delle maglie soddisfino i requisiti delle marcature che sono state testate come altamente efficaci. Pertanto, devono avere uno spessore dei cavi di almeno 3 mm e maglie non troppo grandi (se montate diagonalmente, massimo 7 x 7 cm o un massimo di 10 cm nel loro punto più largo).

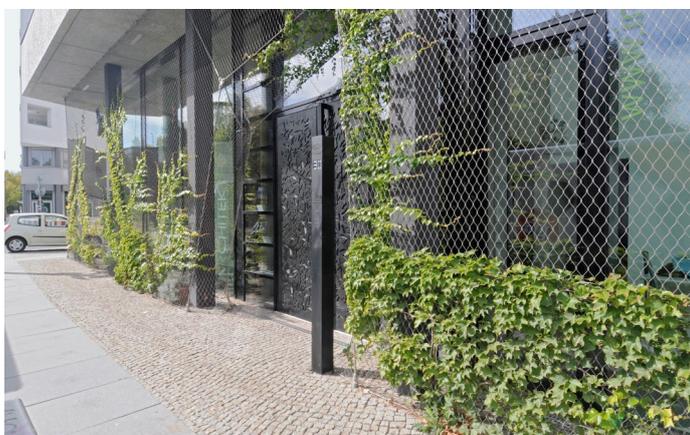
#### Reti in materiale sintetico

Quale soluzione temporanea d'emergenza si possono utilizzare reti in materiale sintetico. Come per le reti in acciaio, lo spessore del materiale deve essere di al-

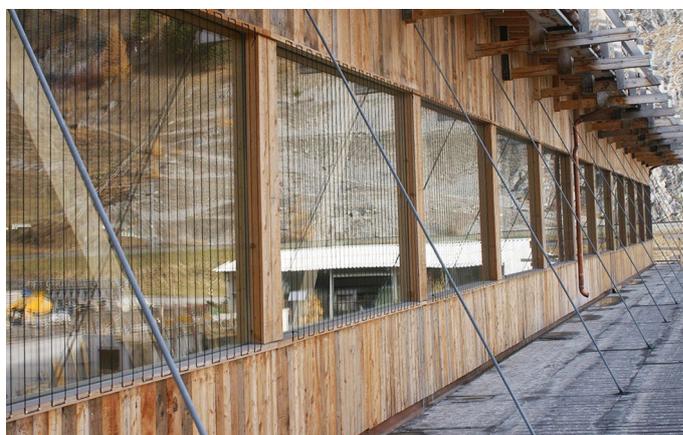
meno 3 mm, con una dimensione massima delle maglie di 10 cm. Possono essere utilizzati solo colori ben contrastanti. La rete deve essere ben tesa e trovarsi a contatto della vetrata, altrimenti gli uccelli potrebbero rimanere intrappolati nelle maglie.

#### Corde

Un modo semplice ed economico per rendere le vetrature visibili agli uccelli è quello di tendere corde davanti ad esse. A tale scopo, davanti alla vetrata vengono fissate verticalmente corde di almeno 3 mm di spessore a una distanza di 10 cm l'una dall'altra. Le corde devono essere fatte di materiale resistente alle intemperie e il colore deve formare un buon contrasto con lo sfondo. Gli uccelli riconoscono meglio



Le reti in acciaio, spesso utilizzate per l'inverdimento delle facciate, possono servire anche per proteggere gli uccelli se lo spessore dei cavi è corretto. Di norma, vengono integrate sin dall'inizio nei progetti architettonici. A seconda della struttura della facciata, possono tuttavia essere installate anche in un secondo tempo.



Dopo ripetute collisioni di uccelli contro le finestre riflettenti di un capannone a S-chanf (Svizzera), davanti ad esse sono state tese corde di nylon nero a una distanza di 8-10 cm. Dopo l'intervento non sono più state documentate collisioni di uccelli.

quali ostacoli corde nere, bianche o rosse / arancioni. Tali trame di corde possono essere autoprodotte con mezzi semplici e sono facilmente adattabili alle condizioni specifiche per quanto riguarda le dimensioni e le tecniche di montaggio. Come prodotto finito, in Nord America sono conosciute sotto il nome di «Aco-pian Bird Savers».

### Punti adesivi

Nel settore privato e quando si tratta di vetrature piuttosto piccole, è possibile creare un reticolo di punti efficace anche con mezzi semplici. A tale scopo, si possono applicare all'esterno della vetrata punti adesivi disponibili in commercio nei colori nero, bianco, arancione o rosso, con un diametro da 1,2 a 2 cm e posti a una distanza massima di 9 cm uno dall'altro. Tuttavia, questa misura non è adatta a grandi progetti edili e nuove costruzioni. In questi casi è indispensabile applicare le misure presentate ai capitoli 3.1 e 3.2.

### Interventi artistici a posteriori

A volte le vetrature si prestano anche per interventi a posteriori individualizzati e decorativi. Ad esempio, con colori per la decorazione di finestre o pennarelli indelebili si possono dipingere sui vetri motivi creativi per la protezione degli uccelli. Per garantire una buona visibilità dovrebbero essere usati i colori nero, bianco, arancione o rosso. In alternativa ai colori per finestre, è possibile utilizzare anche altre tecniche come stencil, vernici spray o adesivi decorativi per finestre.

Nella scelta dei motivi non ci sono limiti all'immaginazione; è importante solo assicurarsi che tutta la superficie della finestra sia marcata e che non rimangano spazi vuoti di più di 5 cm di altezza o di 10 cm di larghezza.

Anche quando si procede a una decorazione individuale per proteggere gli uccelli, in caso di riflessioni



*Nel caso di questa marcatura creativa i motivi vengono distribuiti su tutta la superficie senza lasciare grandi lacune. La vista verso l'esterno non viene tuttavia seriamente pregiudicata e anche l'illuminazione è garantita.*

quest'ultima deve sempre essere applicata all'esterno della finestra. In questo caso, i materiali utilizzati devono essere indelebili e resistenti alle intemperie. Solo in situazioni di sola trasparenza le marcature possono essere applicate anche all'interno.



*A causa dei forti riflessi della vegetazione, sulle grandi vetrature della Scuola cantonale di Beromünster (Svizzera) si verificavano frequenti collisioni di uccelli. Per questo circa 20 anni fa erano state applicate sagome di rapaci, che tuttavia non hanno permesso di migliorare in alcun modo la situazione. Con un progetto scolastico, i bambini hanno allora progettato una creativa marcatura delle finestre che soddisfasse i requisiti per un'efficace protezione degli uccelli.*

## 4 Misure inadeguate

Sono ancora in circolazione raccomandazioni per presunte misure idonee e affermazioni riguardo a proprietà di marcature che si sono rivelate errate. Per questo, vengono ancora offerti prodotti che non preven- gono sufficientemente le collisioni di uccelli. Sebbene alcune delle misure menzionate qui sotto possano contribuire in una certa misura a ridurre il rischio di collisione in determinate condizioni, nessuna di esse offre una protezione sufficiente.

### Riduzione del grado di riflessione esterna

I riflessi sui vetri vengono creati dalla differenza di luminosità davanti e dietro la vetrata. Poiché la differenza tra l'interno e l'esterno degli edifici è molto elevata, anche con una forte riduzione del grado di riflessione esterna i riflessi di solito non scompaiono (cap. 2.2.). Per questo, l'uso esclusivo di vetro poco riflettente (fino a un minimo del 2 % di riflettanza) senza marcature non costituisce un'efficace protezione degli uccelli. Inversamente vale, tuttavia, che con gradi di riflessione più elevati il rischio di collisione continua ad aumentare e anche l'efficacia di molte marcature diminuisce. Per questo motivo, i rivestimenti funzionali che riducono il grado di riflessione esterna sono comunque generalmente preferibili ai rivestimenti che lo aumentano.

### Sagome di rapaci

Sagome di rapaci applicate alle vetrate, quale presunta misura di protezione degli uccelli, sono ancora frequenti ma non hanno alcun effetto deterrente. Gli uccelli in avvicinamento in volo non percepiscono la

sagoma come un potenziale predatore, dal quale gi- rerebbero alla larga. Nella pratica, riconoscono le sagome al massimo come un ostacolo puntuale, schian- tandosi spesso contro la finestra proprio accanto ad esse.

### Marcature UV

Finora non è stato possibile dimostrare che marca- ture UV trasparenti, sia integrate nel vetro sia appli- cate in un secondo tempo come adesivi, pellicole o con penne, possano proteggere in modo affidabile gli uccelli dalle collisioni. Sebbene sia stato dimostrato, in linea di principio, che alcune specie di uccelli sono in grado di vedere la luce ultravioletta, molte specie indigene ad alto rischio di collisione, come rapaci, picchi e piccioni, non dispongono di sensori che per- cepiscono in maniera sufficiente i raggi UV. Inoltre, i meccanismi di visione dipendono dal comportamento momentaneo dell'uccello. A differenza di situazioni come la ricerca del cibo o la scelta di un partner, la visione UV svolge un ruolo subordinato o nullo ne- gli uccelli in movimento che devono riconoscere ra- pidamente ed evitare un ostacolo (cap. 3.2.1). Inol- tre, quando il cielo è nuvoloso o quando il sole è basso, la luce presenta pochi raggi UV. Tuttavia, pro- prio al mattino e alla sera molti uccelli sono partico- larmente attivi in volo.

In studi sperimentali l'effetto delle marcature UV tende a essere correlato a una forte illuminazione, luce (artificiale) ricca di UV e sfondo luminoso. In condizioni di scarsa illuminazione o con uno sfondo scarsamente illuminato, nella maggior parte dei casi non è possibile rilevare alcun effetto. Né prove nel tunnel di volo Hohenau-Ringelsdorf né uno studio supplementare sul campo in Baviera hanno potuto dimostrare un effetto sicuro o approssimativamente comparabile a quello della maggior parte delle marca- ture visibili (cap. 3.2.5).

### Laser per la creazione di linee sottili

In linea di principio, la tecnologia laser può essere utilizzata per «graffiare» qualsiasi disegno nei rive- stimenti o per incidere sulla plastica, comprese marca- ture molto efficaci. Tuttavia, i laser sono utilizzati principalmente per creare strutture precise e molto fini. Le linee sottilissime con cui si promette la pro- tezione degli uccelli non possono però essere perce- pite dagli uccelli (v. fig. p. 49, cfr. reti per la cattura degli uccelli). È quindi consigliabile essere scettici nei confronti dei prodotti laser e verificare se i modelli pubblicizzati soddisfino i criteri di una marcatura ef- ficace (dimensioni, spaziatura, contrasto) e se sono stati eseguiti dei test. I modelli a linee sottili non pro- teggono gli uccelli.



*I segni dell'impatto si trovano a volte direttamente accanto a sagome di uccelli rapaci. Anche una pulizia poco frequente delle vetrate non offre alcuna protezione contro le collisioni degli uccelli.*

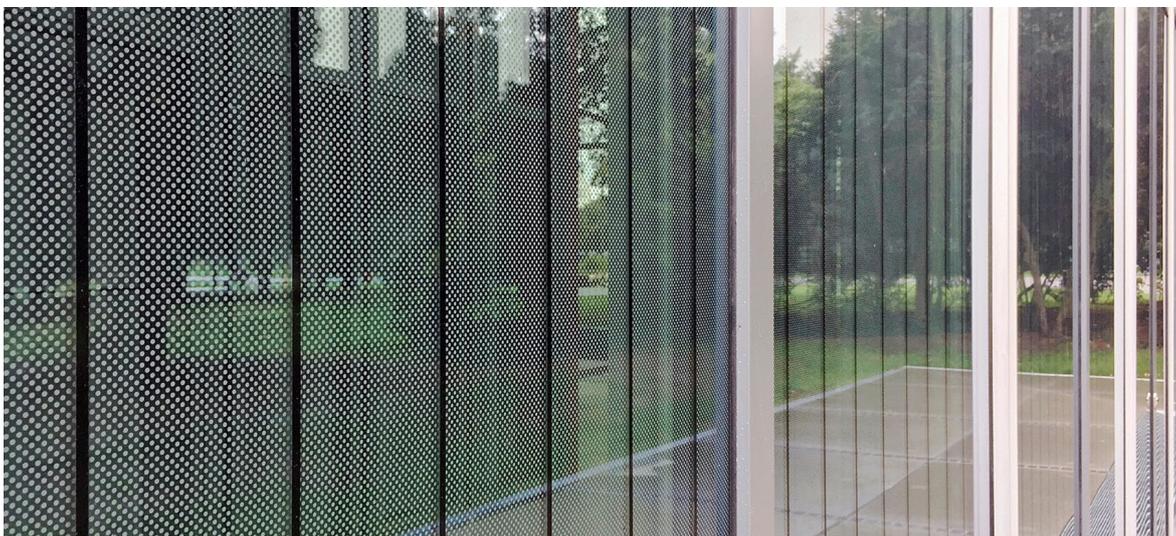


*Sagome trasparenti che riflettono i raggi UV non vengono riconosciute dagli uccelli. A volte si possono trovare tracce di collisione proprio sopra questi adesivi.*

#### **Grado di copertura superiore al 20 o 30 percento**

Già dal 2005 lo standard è rappresentato da marcature con una copertura (densità) della superficie compresa tra il 5 e il 10%. Nel frattempo, esistono marcature altamente efficaci con meno dell'1% di area coperta. Solo per marcature semitrasparenti (strisce simili a vetro smerigliato) era richiesto dal 20% al 25%; nel 2019 è stata testata come altamente efficace una marcatura simile a vetro smerigliato con doppie righe interrotte con una copertura del 15%.

Non esiste quindi una correlazione diretta tra efficacia e grado di copertura di una marcatura. Dipende dalla riconoscibilità (dimensioni minime, contrasto sufficiente in diverse condizioni di illuminazione) e dalla reazione comportamentale prevedibile degli uccelli (distanza massima degli elementi di marcatura). Meno può quindi essere di più: anche reticoli densi di piccoli punti con un'area stampata > 10% si sono rivelati inefficaci.



*Museo Bauhaus a Dessau (Germania): nonostante un grado di copertura del 30%, il fine reticolo a punti non è adatto alla protezione degli uccelli a causa della sua bassa riconoscibilità. La facciata è stata quindi dotata in un secondo tempo di strisce nere.*

### **Marcatura parziale di vetrate**

Le vetrate devono sempre essere rese visibili agli uccelli, nella loro globalità. Poiché gli uccelli sono attivi a tutte le altezze, questo vale sia per superfici in vetro poste molto in alto sia per l'area di una lastra a livello del suolo. Se una parte delle vetrate rimane non marcata, sulle superfici senza marcatura le collisioni possono continuare a verificarsi.

### **Ombreggiatura con vetrate arretrate**

La formazione di riflessi pericolosi non può essere evitata ombreggiando le superfici vetrate o con misure architettoniche come l'arretramento delle vetrate dietro spioventi o sporgenze. Anche in questo modo possono sorgere situazioni critiche per gli uccelli.

### **Superfici vetrate inclinate**

Anche su vetrate inclinate possono crearsi riflessi pericolosi e l'inclinazione del vetro non è in grado di ridurre significativamente la forza di un impatto. Solo i vetri in gran parte orizzontali, come tetti in vetro o lucernari, non sono problematici dal punto di vista della protezione degli uccelli.

### **Inverdimento di facciate**

L'inverdimento di facciate davanti a superfici vetrate può essere considerato come una misura efficace contro le collisioni di uccelli solo in condizioni molto specifiche. La vegetazione deve essere abbastanza densa da impedire un attraversamento diretto in volo e deve essere abbastanza vicina alla vetrata in modo che gli uccelli che partono in volo dalla vegetazione non possano raggiungere un'alta velocità di impatto. Un inverdimento della facciata davanti a vetrate è infatti attraente anche come fonte



*Nonostante su questa facciata in vetro vi siano marcature approvate per proteggere gli uccelli, possono ancora verificarsi collisioni perché sulle finestre rimangono libere aree troppo grandi.*

di cibo, rifugio, luogo di sosta o dormitorio e aumenta la densità di uccelli in questi luoghi potenzialmente pericolosi.

### **Dispositivi mobili di protezione solare**

Gelosie esterne, lamelle o tende da sole non sono sufficienti misure di protezione degli uccelli. Sebbene coprano interamente le vetrate dietro di loro quando



*I riflessi su questa facciata inclinata in vetro di un edificio scolastico sono nitidi come su un vetro verticale e quindi comportano un alto rischio di collisione.*



*Se abbassate, le gelosie esterne possono proteggere da collisioni. Non sono tuttavia adatte come soluzione permanente, poiché sono una misura che dipende dall'utente.*

vengono abbassate, ciò avviene solo occasionalmente. Nel tempo rimanente queste superfici in vetro presentano un elevato rischio di collisione, che resta invariato. L'abbassamento di dispositivi mobili di protezione solare può servire solo come misura immediata, semplice e rapida, quando viene rilevata per la prima volta la collisione di un uccello, ma non è adatto come soluzione permanente. Gelosie interne o tende chiare dietro alle vetrate possono ridurre i riflessi durante il giorno, ma anche queste ultime non offrono un'efficace protezione degli uccelli.

### Zanzariere

L'efficacia delle zanzariere nel rendere identificabile una finestra come ostacolo dipende fortemente dalle condizioni di illuminazione. Non sono quindi raccomandate come protezione efficace contro le collisioni di uccelli.

### Pulizia meno frequente delle vetrate

Di norma, lo sporco quotidiano sui vetri non porta a una sufficiente riduzione delle collisioni di uccelli. Tracce di collisione sono spesso particolarmente facili da riconoscere su superfici di vetro non pulite. Tuttavia, le finestre appena pulite presentano un rischio particolarmente elevato di collisione. Solo per questo motivo, si consiglia di pulire le finestre soprattutto nei momenti di bassa attività degli uccelli e a intervalli distanziati.

### Pellicole di protezione solare

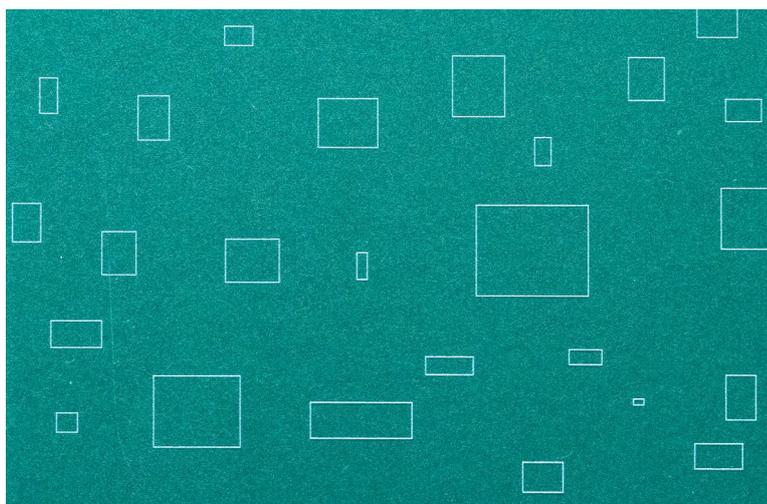
Le pellicole di protezione solare possono aumentare la riflessione esterna della vetrata creando immagini speculari molto nitide. In questo modo, il rischio per gli uccelli dovuto ai riflessi viene addirittura ulteriormente aumentato. Dal punto di vista della protezione degli uccelli, tali pellicole di protezione solare sono quindi accettabili solo in combinazione con marcature efficaci.

### Vetro tinto o colorato

Anche vetro tinto o colorato può avere un forte effetto riflettente. A quanto pare, la distorsione del riflesso dovuta al colore non gioca un ruolo decisivo per gli uccelli. Anche in situazioni di trasparenza, vetri colorati non forniscono una protezione sicura.

### Misure acustiche di prevenzione

La riproduzione di grida di paura o richiami di allarme, di canti territoriali o l'invio di onde sonore non specifiche non rappresentano soluzioni adatte per scacciare gli uccelli e prevenire collisioni. Inoltre, continue emissioni sonore disturbano il vicinato e le persone che passano accanto a tali impianti. Anche gli ultrasuoni, non percepiti dall'uomo, non hanno alcun influsso sugli uccelli perché il loro udito funziona sulla stessa banda di frequenze del nostro.



*Le marcature applicate tramite tecnologia laser sono generalmente troppo fini. Gli uccelli non hanno il tempo per vederle.*



*Pellicole per la protezione solare riflettenti creano immagini speculari realistiche: gli uccelli percepiscono queste finestre come un passaggio attraversabile in volo.*



*Anche su vetri colorati si formano riflessi nitidi che possono essere attraenti per gli uccelli.*

## 5 Inquinamento luminoso – impatto ambientale dell'illuminazione artificiale

La luce artificiale può influenzare numerosi organismi, compresi gli esseri umani. Qui di seguito vengono esaminati in modo più dettagliato alcuni degli effetti su uccelli, pipistrelli e insetti, elencando le misure tecniche di illuminazione utili per ridurre l'impatto su fauna selvatica ed esseri umani.



*I fari lungo le coste europee hanno mostrato da sempre che la luce artificiale può rappresentare un pericolo mortale per gli uccelli migratori. Solo più recentemente ci si sta maggiormente rendendo conto dei pericoli nell'entroterra.*

### Uccelli

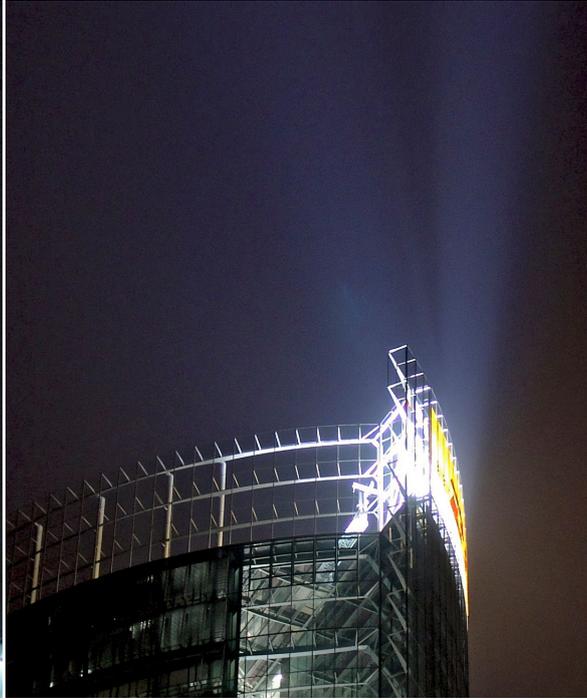
Da secoli è noto che gli uccelli migratori vengono attratti da forti fonti luminose. Soprattutto lungo le coste o in mare, sono stati osservati drammatici voli di uccelli migratori disorientati contro fari, turbine eoliche illuminate, piattaforme petrolifere o navi.

Nell'entroterra, tali fenomeni sono principalmente descritti in Nord America, dove a volte si verificano avvicinamenti in volo di massa a grattacieli illuminati, antenne e altre strutture. Grattacieli illuminati o altre fonti di luce esposte possono far deviare gli uccelli migratori dalla loro traiettoria di volo: gli uccelli volano verso la sorgente luminosa, vi orbitano attorno disorientati e si scontrano con essa o altri ostacoli. In Europa questo comportamento dei migratori nel cono luminoso di riflettori è stato confermato mediante radar: morte, stress o perdita di energie sono le possibili conseguenze.

Nell'Europa centrale ci sono ulteriori risultati sull'effetto degli edifici illuminati: i dati più precisi provengono dagli studi alla Post Tower di Bonn, alta 163 m. In quel caso erano soprattutto l'appariscente illuminazione della facciata e i loghi aziendali illuminati sul tetto a causare collisioni, a partire dalle tarde ore serali. D'altro canto, persino quando l'illuminazione della facciata era spenta, per tutta la notte presso questo grattacielo si verificavano avvicinamenti in volo di uccelli in concomitanza con l'illuminazione di emergenza notturna dei corridoi. Anche se essa risultava



*In occasione della commemorazione annuale dell'11 settembre, per sette giorni in sette anni più di un milione di uccelli migratori si sono persi nei coni di luce del «Tribute in Light» di New York. In dipendenza dell'attività degli uccelli, i fari vengono temporaneamente spenti.*

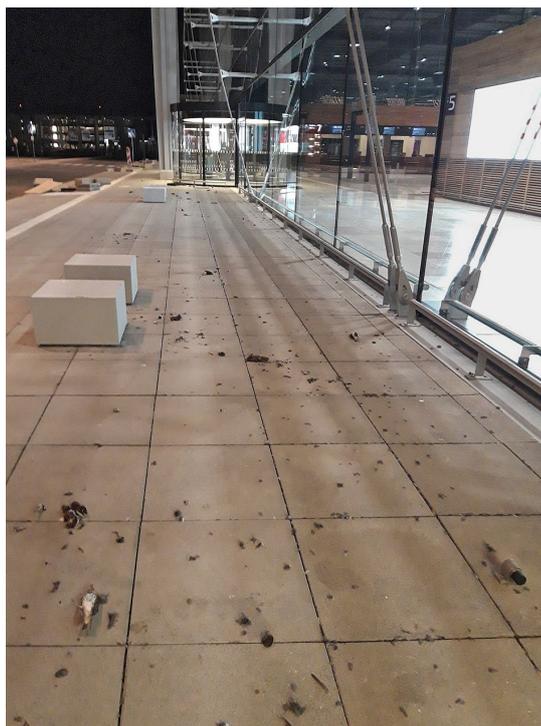


*L'illuminazione a effetto dietro alla facciata esterna in vetro e i luminosi loghi aziendali sul tetto attirano gli uccelli migratori verso la loro rovina alla Post Tower di Bonn. Strutture esposte e illuminate come possono essere superfici pubblicitarie, gru da cantiere, illuminazioni di sicurezza per il traffico aereo e altre fonti di luce ad altezze elevate, si trovano nella traiettoria di volo degli uccelli migratori e presentano un potenziale di rischio che finora viene spesso sottovalutato.*

apparentemente debole, anche in quelle condizioni gli uccelli andavano a schiantarsi contro le vetrate antistanti. La maggior parte di questi uccelli erano migratori, principalmente fiorrancini.

Nell'autunno 2020, ad Amburgo, una ricerca giornaliera di cadaveri presso tre complessi edilizi con facciate alte da 23 a 90 metri ha permesso di identificare numerose vittime per collisione, di cui il 77 % erano migratori notturni, soprattutto pettirossi e tordi bottacci. Sebbene non si sia potuto chiarire a quali altezze gli uccelli volassero contro le facciate, si è scoperto che più una facciata era illuminata, più elevato era il numero di uccelli che vi si schiantavano.

A Berlino, sempre nel 2020, quattro edifici alti fino a 42 metri attorno alla stazione principale sono stati esaminati per quanto riguarda le collisioni di uccelli. Mediante osservazione diretta durante la notte – come alla Post Tower – si è potuto constatare ripetutamente che, nella seconda metà della notte, gli uccelli migratori (anche in questo caso pettirossi e tordi bottacci) volavano anche a livello del suolo verso l'illuminazione a quel momento più brillante, schiantandosi contro la facciata in vetro. Gli uccelli migratori vengono quindi ancora attratti dalla luce anche dopo essersi posati al suolo dopo una migrazione notturna.



*Decine di tordi bottacci si sono schiantati in una notte di migrazione contro il terminal illuminato dell'aeroporto di Berlino Brandeburgo.*

**Caso di studio: la Nottola comune**

Con l'esempio della Nottola comune si può mostrare chiaramente l'influenza dell'illuminazione artificiale sui pipistrelli. Nel 2019 i ricercatori dell'Istituto per la ricerca sugli zoo e la fauna selvatica di Leibniz hanno equipaggiato nattole comuni con mini-trasmittitori GPS, registrando le loro traiettorie di volo nei cieli sopra Berlino. Le nattole comuni hanno mostrato di preferire le aree buie della città, evitando aree illuminate e costruite. Corridoi bui come boschi urbani, parchi o corsi d'acqua sono di grande importanza per raggiungere aree di alimentazione e dormitori. Alcune altre specie di pipistrelli reagiscono persino in modo ancora più sensibile alla luce artificiale.

Secondo questi risultati si può altresì supporre che, di notte, fonti di luce particolarmente luminose possano attrarre maggiormente gli uccelli migratori anche in un ambiente già diffusamente illuminato.

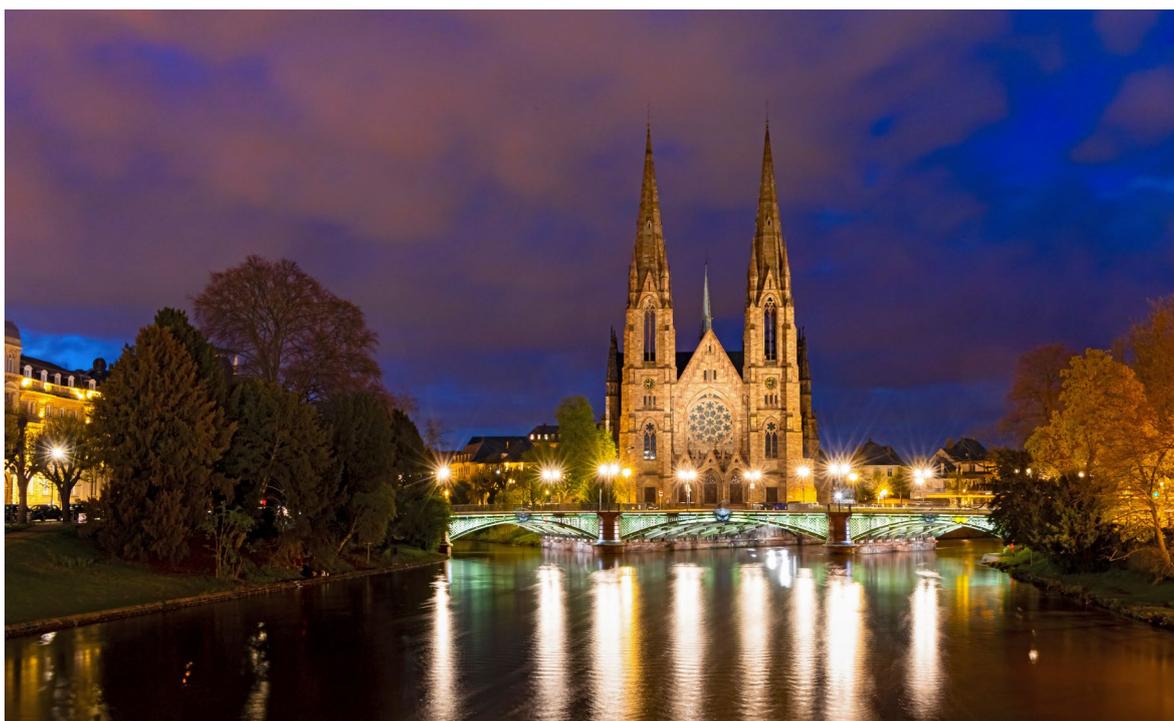
Ciò non richiede necessariamente edifici o strutture più alte. Ci sono anche osservazioni di numerosi avvicinamenti e collisioni notturne presso edifici funzionali e residenziali di pochi piani all'interno di aree luminose urbane, nonché da piccole strutture isolate situate in ambienti bui. Ciò dimostra che, in ultima analisi, conta l'esposizione delle sorgenti luminose in relazione agli uccelli che si avvicinano ad esse. Anche se la maggiore altezza di una sorgente luminosa implica un'esposizione superiore, e quindi aumenta il pericolo per gli uccelli migratori, una maggiore altezza non è un prerequisito necessario.

Nell'Europa centrale, i periodi centrali della migrazione degli uccelli sono leggermente spostati a livello regionale da nord-est a sud-ovest e durano general-

mente da inizio febbraio a fine maggio e da metà luglio a fine novembre. Dipendentemente dalle condizioni meteorologiche, sono possibili variazioni da questo schema. Gli uccelli migratori possono quindi subire incidenti presso fonti di luce artificiale quasi tutto l'anno. Tuttavia, questi incidenti si verificano soprattutto nei mesi autunnali di ottobre e novembre, poiché in quel periodo i volumi di migrazione raggiungono il loro apice ed i voli degli uccelli avvengono spesso a bassa quota a causa dei frequenti venti contrari e delle condizioni meteorologiche critiche, con la formazione frequente di nuvole e nebbia.

**Pipistrelli**

I pipistrelli evitano la luce perché altrimenti potrebbero essere facilmente individuati dai predatori come rapaci diurni e notturni. Particolarmente problematica è l'illuminazione delle aperture d'involo dei loro rifugi, ad esempio nelle capriate dei tetti delle chiese. Ciò



*Le capriate illuminate dei tetti delle chiese rendono più difficile ai pipistrelli uscire in volo dai loro quartieri. Anche l'illuminazione della vegetazione e delle rive di specchi e corsi d'acqua è un problema per pesci e insetti.*

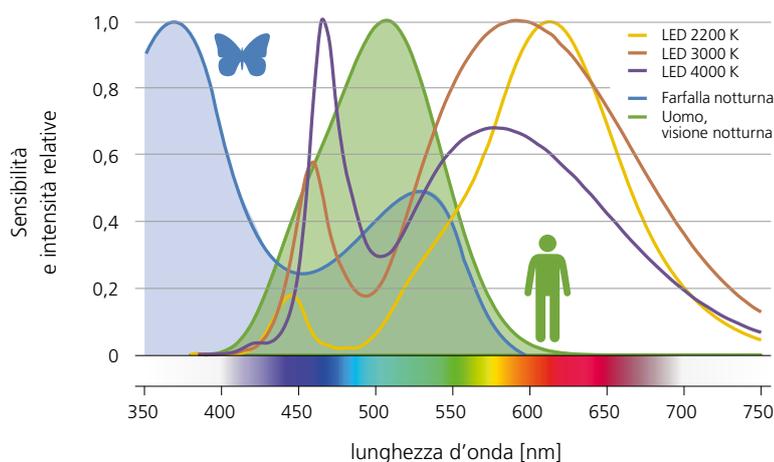
ne rende più difficile l'uscita e quindi riduce il tempo di ricerca attiva del cibo, fatto che, a sua volta, può ridurre il successo riproduttivo. A volte, dopo l'installazione di un impianto d'illuminazione i pipistrelli abbandonano i loro quartieri. In casi estremi gli animali possono morire sul posto di sete o di fame.

Quando sono in cerca di cibo, o per spostarsi da un luogo all'altro, diverse specie di pipistrelli reagiscono alla luce in modo diverso. Molti pipistrelli evitano le aree illuminate anche se lì gli insetti per cibarsi sono più numerosi. Per questo, per loro anche singole strade possono trasformarsi in barriere insormontabili. Fonti luminose lungo linee guida con cui i pipistrelli si orientano durante la loro migrazione hanno effetti su larga scala. Per questo motivo l'illuminazione di ponti o rive di specchi e corsi d'acqua andrebbe considerata in modo particolarmente critico e, oltre a ciò, anche per la protezione di altre specie di animali acquatici.

### Insetti

Oltre alle sostanze odorose, nell'orientamento degli insetti volanti notturni gioca un ruolo importante anche la luce della luna e delle stelle, che determina anche passaggi importanti nel loro ciclo di sviluppo. Gli insetti vengono attratti soprattutto dalla radiazione ultravioletta e dalle componenti a onde corte della luce, visibili anche a noi esseri umani (dal viola al blu e al verde), perché in quest'area gli occhi di molti di loro sono particolarmente sensibili. Spesso gli insetti vengono attratti da fonti di luce, andando persi nei loro habitat: bruciano, muoiono già al momento dell'impatto o in seguito per esaurimento. Quando si posano su facciate illuminate o sulla strada, spesso cadono vittime di predatori o del traffico. Almeno l'85% delle oltre 4000 specie di farfalle dell'Europa centrale è notturna. Illuminazione artificiale, cambiamenti dell'habitat ed effetti dei pesticidi hanno drasticamente ridotto le popolazioni di molte specie di farfalle notturne, ma anche di altri insetti, portando diverse specie sull'orlo dell'estinzione.

Gli insetti hanno tuttavia funzioni indispensabili, ad esempio come anelli della catena alimentare e come impollinatori di piante superiori, comprese quelle di cui ci nutriamo. Gli effetti nocivi dell'illuminazione artificiale su numerose specie animali, ma anche



*Più le emissioni dei LED sono vicine alla massima sensibilità dell'occhio delle farfalle notturne, più la fonte di luce diventa attraente per questi insetti. Di notte l'occhio umano raggiunge la massima sensibilità a circa 500 nm. Fonte: A. Hänel (modificata)*

sull'uomo, possono essere ridotti al minimo con misure operative e di tecnica d'illuminazione.

### Progettazione illuminotecnica

La luce artificiale ha lo scopo di dare alle persone una sensazione di sicurezza e consentire una vita sociale negli spazi pubblici anche nelle ore serali e notturne. La luce influenza, tuttavia, anche il nostro ambiente, perché le immissioni luminose hanno vari effetti negativi su animali, piante e, non da ultimo, sugli esseri umani. L'arte dei progettisti illuminotecnici consiste in larga misura nel raggiungere, con pochi punti luce posti ad altezza poco elevata, un'illuminazione uniforme che non abbagli gli utenti. Isole di luce intensa in un ambiente buio sono estremamente sgradevoli e talvolta pericolose anche per l'uomo, perché l'occhio deve costantemente adattarsi a diverse condizioni d'illuminazione.

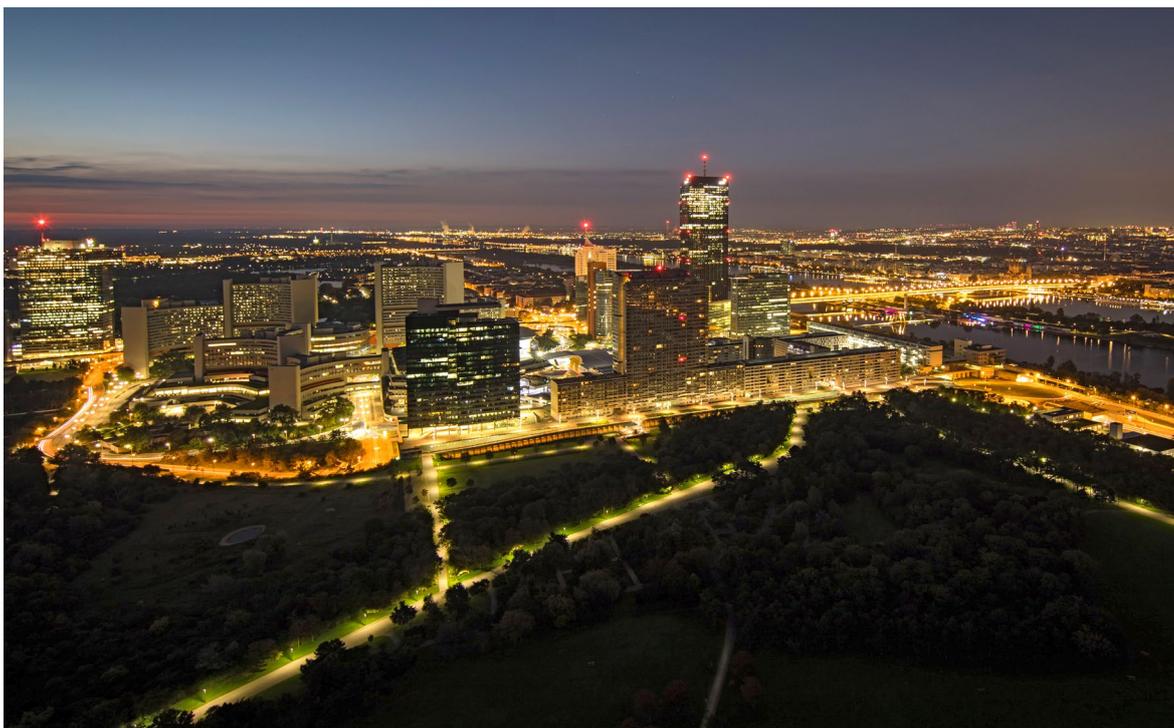
È urgentemente necessario un riorientamento ecologico della progettazione illuminotecnica. L'illuminazione del paesaggio notturno sta aumentando a livello globale dal 2% al 6% ogni anno. Per ogni nuova illuminazione esterna e ogni adattamento degli impianti esistenti deve quindi essere valutata in maniera critica la necessità della misura. Illuminazioni a effetto di costruzioni dovrebbero pertanto costituire un'eccezione. Oggetti naturali come alberi e altra vegetazione, specchi e corsi d'acqua o formazioni rocciose non dovrebbero essere illuminati affatto. In linea di principio, si applica quanto segue: un lampione ha maggiori probabilità di essere compatibile con gli organismi notturni selvatici quando è spento.

### Lampioni

La luce emessa orizzontalmente e verso l'alto sviluppa un grande effetto a distanza e influisce quindi in maniera massiccia, ad esempio, su insetti e uccelli. Dal punto di vista della protezione dell'ambiente e della natura si raccomandano quindi le cosiddette «lampade full-cut-off»

### Caso di studio: riduzione della biomassa di insetti

Nel 2017 la pubblicazione di uno studio a lungo termine ha suscitato scalpore nel vasto pubblico. Dal 1989 entomologi hanno studiato e documentato lo sviluppo delle popolazioni di insetti in un totale di 63 aree della Renania Settentrionale-Vestfalia, Renania-Palatinato e Brandeburgo, scoprendo che in 27 anni la massa totale di insetti volanti è diminuita di oltre il 75%. Solo sui lampioni della Germania, ogni anno morirebbero 150 miliardi (= 150.000.000.000) di insetti.



*Nel parco in primo piano si vedono solo i viali, le luci rischiarano solo verso il basso. Sullo sfondo, invece, numerose sorgenti luminose rischiarano anche il cielo notturno contribuendo così all'inquinamento luminoso.*

#### Caso di studio: inquinamento luminoso a Vienna

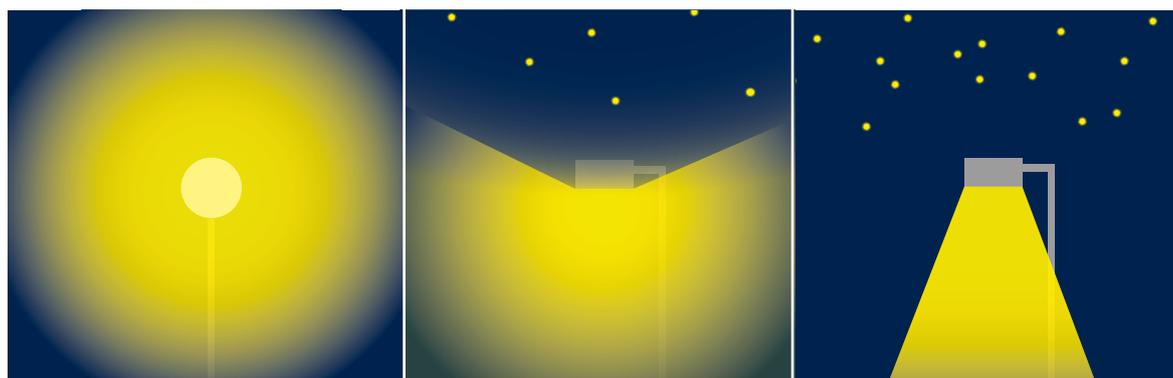
Uno studio dell'Ufficio degli avvocati ambientali di Vienna ha mostrato che, nel 2011, a Vienna due terzi dell'inquinamento luminoso erano causati dall'illuminazione di vetrine, da quella con riflettori e da altre illuminazioni a effetto, mentre solo un terzo da quella pubblica, sebbene quest'ultima gestisca due terzi dei punti luce. Un'illuminazione stradale moderna è quindi responsabile solo di una parte relativamente piccola della luce dannosa.

che, se installate correttamente, non emettono luce in orizzontale. Sebbene con un'altezza inferiore dei lampioni per ottenere la stessa illuminazione di una superficie siano necessari punti luce aggiuntivi, in questo modo la luce diffusa e l'abbagliamento vengono ulteriormente ridotti. L'illuminazione deve essere diretta dall'alto verso il basso. L'inquinamento luminoso viene ridotto anche circoscrivendo il cono di luce all'oggetto da illuminare. Per proteggere gli insetti, hanno dato buoni risultati lampade schermate con vano ottico chiuso e una temperatura superficiale inferiore a 60°C. I certificati per apparecchi ecologici sono rilasciati dall'Associazione internazionale Dark Sky ([darksky.org/our-work/lighting/lighting-for-industry/fsa/](http://darksky.org/our-work/lighting/lighting-for-industry/fsa/)).

#### Sorgenti luminose

Le sorgenti luminose utilizzate nelle lampade sono responsabili della qualità del colore dell'illuminazione.

Luce con la stessa temperatura del colore può avere una composizione spettrale diversa. Per questo non è possibile dedurre la percentuale di onde corte dello spettro di emissione, che è particolarmente problematica per gli insetti, esclusivamente sulla base della temperatura del colore di una sorgente luminosa, indicata in Kelvin. Oggi il mercato è dominato dai diodi a emissione luminosa (LED) anche per l'illuminazione esterna. Tuttavia, i loro minori costi energetici non li rendono automaticamente più compatibili dal punto di vista ambientale perché anche loro possono contribuire all'inquinamento luminoso e pregiudicare organismi selvatici. Se, ad esempio, è necessario illuminare aree urbane verdi, vanno utilizzati LED Ambra con luce giallastra (temperatura del colore circa 1800-2200 Kelvin). Se, eccezionalmente, devono essere illuminati percorsi in aree verdi, lo strumento d'elezione sono LED Ambra a banda stretta. Se è importante un buon riconoscimento del colore, in aree edificate si possono scegliere anche LED con una temperatura del colore bianco caldo (massimo 2700 Kelvin). La luce bianca fredda non va più utilizzata a causa dell'elevata percentuale di blu. Poiché i LED sono sorgenti luminose quasi puntiformi è necessario prestare particolare attenzione a evitare effetti abbaglianti. Alta qualità e buona schermatura sono di particolare importanza per le lampade a LED (sono facili da controllare). Con un funzionamento orientato alla domanda, mediante sensori di movimento o regolatori d'intensità, è possibile risparmiare energia, diminuire l'impatto sugli or-



Lampada sferica

Lampada standard

Lampada full-cut-off

Le lampade sferiche emettono luce della stessa intensità in tutte le direzioni. Gli insetti notturni ne sono quindi particolarmente attratti e la luminosità delle stelle viene coperta. Sebbene le lampade standard siano schermate verso l'alto, lateralmente emettono comunque luce a grande distanza nell'area circostante. Le lampade progettate in base a considerazioni di carattere ambientale irradiano la loro luce solo verso il basso e non in orizzontale. In questo modo la resa e la distribuzione luminosa vengono ottimizzate («lampade full-cut-off»). Fonte: Büro Brauner (modificata)

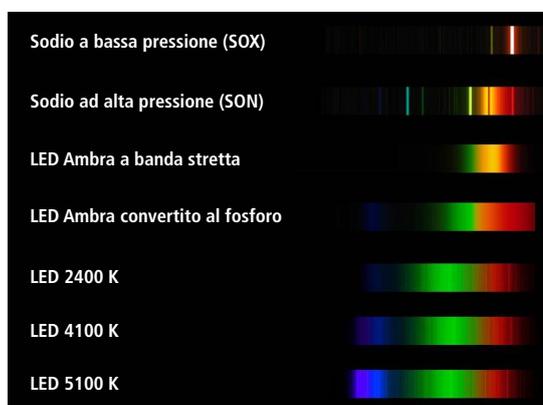
ganismi selvatici e ridurre l'inquinamento luminoso complessivo. Allo stesso tempo si deve sempre fare attenzione che il risparmio energetico non venga annullato dall'uso di un maggior numero di fonti luminose. Per evitare trappole per insetti, quando si sostituiscono lampade a vapore di sodio ad alta pressione, rispettose degli insetti, con lampade a LED, è necessario prestare particolare attenzione per garantire che queste ultime abbiano uno spettro di emissione con una percentuale di blu minima o nulla (inferiore a 2700, ma se possibile inferiore a 2200 Kelvin).

### Misure operative

In caso di luce artificiale all'esterno bisogna sempre porre attenzione che venga utilizzata solo dove è necessario, solo nell'intensità richiesta e solo nel periodo di tempo richiesto. In luoghi poco frequentati si può prendere in considerazione l'installazione di rilevatori di movimento, timer e regolatori d'intensità. La regolazione delle lampade va controllata periodicamente.

Se non vengono prese contromisure appropriate, anche l'illuminazione interna che si irradia verso l'esterno può contribuire all'inquinamento luminoso. Gelsie che si chiudono automaticamente al crepuscolo, per poi essere sollevate manualmente al mattino, possono contribuire a risolvere il problema, come pure tende a tenuta di luce e una gestione dell'illuminazione in base agli orari di lavoro e di attività.

Gli uccelli migratori in sosta possono essere disturbati nel loro ritmo giorno-notte; fonti luminose esposte fanno deviare gli uccelli migratori dal loro percorso e talvolta li attirano, causando collisioni contro finestre o altri ostacoli. Almeno per il tempo della migrazione raccomandiamo misure preventive, soprattutto per edifici topograficamente esposti come ad esempio lungo le coste, sulle rive di specchi e corsi d'acqua dell'entroterra o su passi alpini, ma anche per grattacieli visibili da lontano. Le illuminazioni che non si rendono necessarie per motivi di sicurezza possono essere spente completamente, o perlomeno disattivate tra le 22 e l'alba. Analogamente, le gelsie andrebbero chiuse al calar della notte. Nel caso di luci di segnalazione su strutture alte che servono alla sicurezza aerea, si dovrebbe dare la preferenza a lampi luminosi con lunghe fasi di buio e fasi di luce il più brevi possibili, piuttosto che a sorgenti luminose rotanti e, soprattutto, costantemente illuminate. Dal punto di vista della protezione degli uccelli le luci lampeggianti sono più vantaggiose rispetto a quelle intermittenti.



Spettri luminosi di vari tipi di lampade: vapore di sodio a bassa pressione (LPS), vapore di sodio ad alta pressione (HPS) e lampade LED con temperature del colore diverse. Immagini degli spettri della Flagstaff Darksky Coalition ([www.flagstaffdarkskies.org/for-works/lamp-spectrum-light-pollution](http://www.flagstaffdarkskies.org/for-works/lamp-spectrum-light-pollution)).

### Caso di studio: Jungfrauoch

Come caso estremo di illuminazione a effetto va menzionato lo Jungfrauoch, un passo alpino nell'Oberland bernese a 3471 m. Lì, spegnere l'illuminazione dell'osservatorio, della cosiddetta «Sfinge», nelle notti di nebbia è stato molto efficace. Da quel momento questa semplice misura ha salvato la vita a innumerevoli uccelli migratori.

## 6 In breve

### 6.1 Punti chiave

---

#### Evitare superfici in vetro problematiche

- nessuna vetrata trasparente autoportante
- nessun elemento in vetro o metallo fortemente riflettente
- nessuna vetrata ad angolo o grandi vetrate contrapposte con trasparenza (spesso ad es. nelle trombe delle scale, in corridoi di collegamento, concessionarie di auto)
- utilizzare vetro traslucido o profilato, mattoni in vetro o materiali opachi (ad es. parapetti metallici)
- utilizzare rivestimenti per facciate realizzati con lamelle, doghe in legno o griglie metalliche installate in modo permanente

---

#### Marcare in maniera efficace le superfici in vetro inevitabili

- uso di marcature testate «altamente efficaci»
  - in caso di pareti vetrate autoportanti, marcatura a piacimento su uno qualsiasi dei due lati
  - in caso di riflessi, marcature sempre all'esterno della vetrata (eccezioni in base ai rapporti di valutazione per i prodotti testati considerati «altamente efficaci»)
  - le marcature devono risaltare sullo sfondo con un contrasto elevato (nero, bianco, arancione o argento metallizzato hanno dato buoni risultati)
  - in caso di contrasto poco elevato (marcature semitrasparenti, simili a vetri smerigliati) il grado di copertura richiesto è compreso tra il 20 % e il 25 %
  - criteri per marcature altamente efficaci con il massimo contrasto:
    - linee orizzontali: larghe almeno 3 mm, con una distanza tra i bordi di 50 mm
    - linee verticali: larghe almeno 5 mm, con una distanza tra i bordi di 100 mm
    - punti neri: almeno 10 mm di diametro, in reticolo di 90 mm
    - punti con riflessi metallici: almeno 9 mm di diametro, in reticolo di 90 mm
  - la marcatura deve estendersi su tutta la superficie del vetro
  - soltanto le marcature testate garantiscono una protezione degli uccelli altamente efficace!
-

---

### **Ridurre gli effetti negativi dell'illuminazione artificiale**

- solo dove è opportuna
  - solo nell'intensità richiesta
  - solo nel periodo di tempo in cui è necessaria
  - nessuna illuminazione di oggetti naturali
  - evitare il più possibile l'illuminazione di edifici, limitarla almeno stagionalmente e temporalmente, indirizzando i coni di luce in maniera mirata sull'oggetto da illuminare
  - preferibilmente illuminazione dall'alto
  - utilizzare lampade schermate con vano ottico chiuso
  - temperatura superficiale inferiore a 60°C
  - per proteggere gli insetti, ridurre al minimo la percentuale di onde corte nell'intervallo spettrale irradiato e farne completamente a meno in aree semi naturali
  - edifici con aperture d'involo di rifugi di pipistrelli non devono essere illuminati
  - evitare le emissioni luminose dall'interno degli edifici
-

## 6.2 Il vetro quale trappola per uccelli

Su quali parti dell'edificio esiste un maggior rischio di collisione per gli uccelli? Le superfici in vetro trasparenti, che suggeriscono una traiettoria di volo senza ostacoli, e gli habitat che si rispecchiano nelle vetrate causano collisioni di uccelli con il vetro. La figura seguente mostra punti problematici in diverse aree degli edifici.





**1 Recinzione**

Gli elementi in vetro trasparente sono particolarmente pericolosi per gli uccelli quando sono autoportanti.



**2 Vetrate ad angolo**

Gli angoli in vetro degli edifici danno l'impressione di un passaggio libero in volo.



**3 Parapetti di balconi**

Spesso gli uccelli non sono in grado di percepire visualmente strutture trasparenti di protezione anticaduta.



**4 Grandi finestre**

Grandi vetrate aumentano in maniera significativa il rischio di collisione causato dai riflessi.



**5 Tettoia per biciclette**

I ripari in vetro trasparente sono un ostacolo pericoloso.



**6 Giardino d'inverno**

Gli uccelli, spesso benvenuti nei giardini, qui incappano in una trappola mortale.



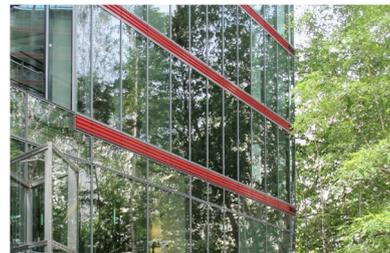
**7 Pannelli fonoisolanti**

Pannelli fonoisolanti trasparenti marcati in maniera inadeguata sono estremamente pericolosi per gli uccelli.



**8 Fermata dei mezzi pubblici**

Senza marcature altamente efficaci anche le pensiline d'attesa sono molto pericolose.



**9 Facciata in vetro**

Facciate in vetro di grandi dimensioni creano grandi riflessi e maggiori pericoli per gli uccelli.



**10 Protezione anticaduta**

I parapetti marcati proteggono gli uccelli dalle collisioni.



**11 Corridoio di collegamento/Passerella**

Nelle zone di passaggio il vetro invisibile agli uccelli rappresenta un ostacolo pericoloso sulla traiettoria di volo.



**12 Facciate con fasce di finestre**

Rispetto alle facciate a finestre singole i riflessi sono più ampi e quindi più problematici.

## 6.3 Soluzioni rispettose degli uccelli

Molte classiche trappole per uccelli possono essere evitate utilizzando materiali alternativi. Se, tuttavia, si costruisce utilizzando vetro trasparente o riflettente, le vetrate potenzialmente pericolose devono essere dotate di marcature di protezione degli uccelli, per ridurre il più possibile le collisioni. Esistono numerosi modi per farlo che non compromettono in maniera significativa le qualità della struttura nei riguardi dell'utente.





**1 Recinzione**

Per delimitare i confini delle proprietà esistono numerose alternative rispettose degli uccelli.



**2 Vetrate ad angolo**

Angoli trasparenti di edifici possono essere resi visibili agli uccelli con marcature.



**3 Parapetti di balconi**

Come per le recinzioni, anche per i parapetti dei balconi esistono molte alternative.



**4 Grandi finestre**

Grandi superfici riflettenti possono essere rese rispettose degli uccelli con marcature.



**5 Tettoia per biciclette**

Con vetro traslucido o dotato di marcature si possono evitare le collisioni di uccelli.



**6 Giardino d'inverno**

Marcature altamente efficaci sono qui l'unica soluzione rispettosa degli uccelli.



**7 Pannelli fonoisolanti**

Oggi i pannelli fonoisolanti trasparenti con marcature dovrebbero rappresentare la norma.



**8 Fermata dei mezzi pubblici**

Marcature efficaci e un senso di sicurezza si possono conciliare senza problemi.



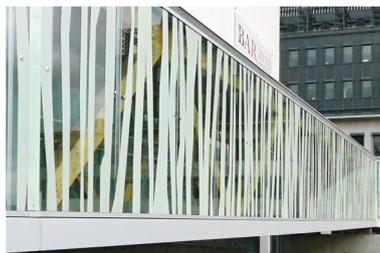
**9 Facciata**

Si può realizzare un'efficace protezione degli uccelli senza interferire con la qualità degli spazi interni.



**10 Protezione anticaduta**

Delimitazioni di edifici non trasparenti offrono agli uccelli una protezione dalle collisioni, e al tempo stesso il rispetto della privacy per le persone.



**11 Corridoio di collegamento/Passerella**

Esistono diverse varianti di corridoi di collegamento rispettosi degli uccelli.



**12 Facciate con fasce di finestre**

Fasce di finestre riflettenti devono essere dotate di marcature o sostituite da altri tipi di facciata.

# Ulteriori informazioni

## Vetro

[www.vogelglas.vogelwarte.ch/it](http://www.vogelglas.vogelwarte.ch/it)  
[www.wua-wien.at](http://www.wua-wien.at)  
[www.bund-nrw.de/themen/vogelschlag-an-glas](http://www.bund-nrw.de/themen/vogelschlag-an-glas)  
[www.lbv.de/ratgeber/lebensraum-haus/gedahren-durch-glas](http://www.lbv.de/ratgeber/lebensraum-haus/gedahren-durch-glas)  
[www.birdlife.ch/de/glas](http://www.birdlife.ch/de/glas)  
[www.birdsandbuildings.de](http://www.birdsandbuildings.de)  
[www.lfu.bayern.de/natur/vogelschutz/vogelschlag/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/natur/vogelschutz/vogelschlag/index.htm)  
[www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/voegel/helfen/01079.html](http://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/voegel/helfen/01079.html)  
[www.abcbirds.org/glass-collisions](http://www.abcbirds.org/glass-collisions)  
[www.birdsafe.ca](http://www.birdsafe.ca)  
[www.nycaudubon.org/our-work/conservation/project-safe-flight/bird-friendly-building-design](http://www.nycaudubon.org/our-work/conservation/project-safe-flight/bird-friendly-building-design)

## Luce

[www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/fachinformationen/lichtemissionen-lichtverschmutzung-.html](http://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/elektrosmog/fachinformationen/lichtemissionen-lichtverschmutzung-.html)  
[www.helldunkel.ch](http://www.helldunkel.ch)  
[www.hellenot.org](http://www.hellenot.org)  
[www.lichtverschmutzung.de](http://www.lichtverschmutzung.de)  
[www.darksky.org/dss/it](http://www.darksky.org/dss/it)  
[www.flap.org](http://www.flap.org)  
[www.wua-wien.at](http://www.wua-wien.at)

## Ulteriori informazioni

[www.vogelwarte.ch/it](http://www.vogelwarte.ch/it)  
[www.wua-wien.at](http://www.wua-wien.at)  
[www.bund.net](http://www.bund.net)  
[www.lbv.de](http://www.lbv.de)  
[www.birdlife.ch/it](http://www.birdlife.ch/it)  
[www.lipu.it](http://www.lipu.it)  
[www.lpo.fr](http://www.lpo.fr)  
[www.bfn.de](http://www.bfn.de)  
[www.vogelschutzwarten.de](http://www.vogelschutzwarten.de)  
[www.darksky.org/dss/it](http://www.darksky.org/dss/it)  
[www.ornitologia.org/ca](http://www.ornitologia.org/ca)  
[www.seo.org](http://www.seo.org)

## Indirizzi di contatto per consulenze specialistiche

I seguenti uffici specializzati sono lieti di fornire, nei limiti delle proprie possibilità, delle consulenze specialistiche per le loro aree di competenza. A tal fine, servono i progetti di costruzione, visualizzazioni e/o immagini di edifici già esistenti (compresi i dintorni). In ogni caso, il vetro deve essere chiaramente indicato sui progetti.

### Svizzera

Schweizerische Vogelwarte  
Seerose 1  
6204 Sempach  
Schweiz

Tel. (+41 41) 462 97 00  
glas@vogelwarte.ch

BirdLife Schweiz  
Postfach  
Wiedingstr. 78  
8036 Zürich  
Schweiz

Tel. (+41 44) 457 70 20  
glas@birdlife.ch

### Italia

Lipu Odv - BirdLife for Italy  
Via Pasubio, 3/b  
43122 Parma  
Italia

Tel +39 0521 1910732  
Fax +39 0521 273419  
www.lipu.it

### Austria

Wiener Umweltschutz  
Muthgasse 62  
1190 Wien  
Österreich

Tel. (+43 1) 379 79  
post@wua.wien.gv.at

