



## Glas und Vogelschutz

Masterkurs Architektur

Modul Vertiefungsarbeit Sommersemester 2007

Studentin Petra Waldburger

Dozent Prof. Dieter Geissbühler

Assistent Martin Häner

Fachhochschule Zentralschweiz

Hochschule für Technik + Architektur Luzern

Technikumstrasse 21

6048 Horw

Fachhochschule Nordwestschweiz

Institut für Architektur

Gründenstrasse 40

4132 Muttenz

| <b>Inhaltsverzeichnis</b>   | <b>Seite</b> |
|---|--------------|
| <b>1. Ausgangslage und Zielsetzung</b>                                | <b>2</b>     |
| <b>2. Gefahrenstellen</b>   |              |
| 2.1 Reflektierende Gläser   | 4            |
| 2.2 Transparente Gläser   | 5            |
| 2.3 Weitere Vogelfallen an Gebäuden                                   | 5            |
| <b>3. Lösungsansätze</b>  | <b>6</b>     |
| 3.1 Konstruktive Schutzmassnahmen (Materialeinsatz)                   |              |
| 3.1.1 Sprossen  | 7            |
| 3.1.2 Geneigte Glasflächen  | 8            |
| 3.1.3 Bombierte Gläser  | 9            |
| 3.1.4 Vorgehängte Raster (Bris Soleil)                                | 10           |
| 3.1.5 Kombinationen   | 11           |
| 3.2 Schutz durch Verringerung der Transparenz (Materialveränderungen) |              |
| 3.2.1 Aufgeklebte und aufgedruckte Muster                             | 12           |
| 3.2.2 Eingearbeitete Muster   | 13           |
| 3.2.3 Farben  | 14           |
| 3.3 Bewegliche Schutzvorrichtungen (Materialkombinationen)            | 15           |
| 3.4 Neuartige Schutzmassnahmen I: UV-Markierungen                     |              |
| 3.4.1 Vorbild Natur: „Spinnennetz-Effekt“                             | 16           |
| 3.4.2 Vogelschutz-Folie   | 18           |
| 3.4.3 Vogelschutz-Lotion  | 19           |
| 3.4.4 Vogelschutz-Beschichtung  | 19           |
| 3.4.5 Vogelschutz-UV-Einlagen   | 20           |
| 3.4.6 Veränderung der Glasinhaltsstoffe                               | 21           |
| 3.5 Neuartige Schutzmassnahmen II: dreidimensionale Effekte           | 22           |
| <b>4. Konklusion</b>  |              |
| 4.1 Zusammenfassung   | 23           |
| 4.2 Ausblick  | 24           |
| <b>5. Anhang</b>  |              |
| 5.1 Interview   | 25           |
| 5.2 Literatur- und Quellenverzeichnis                                 | 29           |
| 5.3 Bildnachweis  | 31           |

## 1. Ausgangslage und Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit soll auf das Problem des Vogelanpralls an Glasflächen aufmerksam gemacht werden und aufgezeigt werden, wie Vogelschutz mit dem Grundbedürfnis des Menschen nach Tageslicht vereint werden kann.

Das am häufigsten verwendete Material, um diesem Bedürfnis nachzukommen, ist transparentes Glas. Dank der Weiterentwicklung in der Glastechnologie und den mittlerweile sehr guten Dämmwerten ist es möglich, Glasflächen in immer grösseren Dimensionen und ohne zusätzliche Unterteilungen einzusetzen. Ein Blick auf die aktuelle Wettbewerbsszene zeigt, dass der Wunsch nach grossen Öffnungen ungebrochen ist. Diese grossen oder stark spiegelnden Glasflächen und Durchsichten stellen für Vögel eine Gefahr dar.



Abb. 2 Grosser Anteil an Glasflächen und Durchsichten. Illinois Institute of Technology, Crown Hall in Chicago, 1952 - 1956. Architekt: Ludwig Mies van der Rohe.



Abb. 3 Aktuelle Wettbewerbsszene. Ungebrochener Trend zu grossen Glasflächen. Wettbewerbsbeitrag Schadausaal in Thun. Architekten: Em2n, Zürich.

Obwohl es keine genauen Zahlen gibt, ist der Vogeltod an den Scheiben ein unterschätztes Problem. Klem ermittelte 1992<sup>1</sup> aufgrund von Stichproben und Hochrechnungen ca. 980 Millionen Scheibenopfer in den USA. Buer und Regner<sup>2</sup> gehen in ihrem Bericht von 2002 über den „Spinnennetz-Effekt“ für Europa von den gleichen Zahlen aus. Die Schweizer Vogelwarte<sup>3</sup> schätzt, dass in der Schweiz durchschnittlich mit einem Vogeltod pro Jahr und Gebäude zu rechnen ist. Es wird von einer hohen Dunkelziffer ausgegangen, da die meisten Vögel nach einem Aufprall noch wegfliegen können und erst später an inneren Verletzungen eingehen. Betroffen von diesem Problem sind fast alle Vogelarten, sowohl seltene Singvögel, als auch weit verbreitete Arten, aber auch Zugvögel, die durch schlechte Witterungsverhältnisse dazu gezwungen sind, tief zu fliegen.

In der Architektur ist das Vogelsterben an Glas-scheiben ein kaum beachtetes Thema. Meine Recherchen haben gezeigt, dass bisher nur dürftige Informationen für interessierte Architekt-Innen vorhanden sind. Es existieren seitens von Vogelschutzorganisationen einige Websites. In ornithologischer Literatur wird das Problem aufgezeigt, Lösungsansätze aus architektonischer Sicht aber unbefriedigend diskutiert. Das Thema des Vogelanpralls an Glasfassaden ist in der Literatur zur Glasarchitektur völlig inexistent. Deshalb soll in dieser Arbeit aus architektonischer Perspektive an das Thema Glas und Vogelschutz herangegangen werden.

Im Laufe meines Arbeitsprozesses erwiesen sich folgende Quellen als hilfreiche Anknüpfungspunkte: die soeben herausgegebenen Leitlinien der Stadt Toronto zur vogelfreundlichen Architektur, das vierseitige Merkblatt der Schweizer Vogelwarte aus dem Jahr 2006, diverse Untersuchungsberichte aus biologischer Perspektive zu Erhebungen der Wirksamkeit von Glasmarkierungen und das Interview mit dem Biologen Hans

Schmid der Schweizerischen Vogelwarte Sem-pach.

Am Thema Glas und Vogelschutz wird auch in der Glasindustrie geforscht. Die Vertreter der Glasindustrie haben sich aber als wenig auskunftswillig erwiesen, was die Brisanz der neuartigen Materialentwicklung unterstreicht. Die wenigen Informationen, die ich aus den Forschungsabteilungen verschiedener Glasfirmen und einer Kleb- und Beschichtungsmaterial-Firma bekommen habe, bestätigen meine Vermutungen, dass auch in der Industrie Lösungen in Analogie zur Natur (Bionik) gesucht werden; allem voran erwies sich der „Spinnennetz-Effekt“ als vielversprechender Ausgangspunkt.

Meine Arbeit beginnt mit einer Bestandesaufnahme der Gefahrenquellen. Anschliessend werden bisher bekannte Lösungen zur Eliminierung dieser Gefahren erläutert. Die Vor- und Nachteile dieser verschiedenartigen Lösungsansätze werden aufgezeigt und mit meinen Vorschlägen ergänzt. Diese Eigeninterpretationen, wie beispielsweise bombierte Gläser oder die Vogelschutz-Lotion, wurden zur Überprüfung ihrer möglichen Wirksamkeit im Interview mit Hans Schmid anhand konkreter Bauten diskutiert.

Lösungsvorschläge seitens Vogelschutzorganisationen, welche mir aus architektonischer Sicht nicht sinnvoll erschienen, wie beispielsweise Oblichter statt Seitenfenster, Fenster nicht mehr reinigen, unattraktive Umgebungsgestaltung, usw. habe ich ausgeblendet. Informationen zum Ablauf eines Experiments mit lebenden Vögeln waren für mein Verständnis wichtig und interessant, werden in der Arbeit aber ebenfalls weggelassen, da sie für die direkte Fragestellung irrelevant sind.

Die Vertiefungsarbeit soll ArchitektInnen und PlanerInnen für Vogelschutzfragen in Zusammenhang mit Glas sensibilisieren und zur Entscheidungsfindung adäquater Schutzmassnahmen beitragen.

<sup>1</sup> Klem.1992. Zitiert nach Buer, Regner. 2002. Seite 32.

<sup>2</sup> Buer, Regner. 2002. Seite 31.

<sup>3</sup> Schmid. 2006. Merkblatt.

## 2. Gefahrenstellen

### 2.1 Reflektierende Gläser

Glas wird als doppelte Gefahrenstelle für Vögel bezeichnet.

Die erste Gefahr stellen reflektierende Gläser dar. Wenn sich die umgebende Natur und der Himmel in einer Glasfläche spiegeln, wird den Vögeln Realität vorgetäuscht. Vor allem im zunehmend dichteren Siedlungsraum steuern die Vögel diesen vorgetäuschten Lebensraum an.

Wie Abbildung 5 zeigt, stellen dabei nicht nur spiegelnde Fensterflächen (Abb. 4) eine Gefahr dar, sondern auch spiegelnde Glasverkleidungen. Da erst unvollständige Forschungserkenntnisse über das Farbsehen der Vögel existieren,<sup>4</sup> muss davon ausgegangen werden, dass auch farbige Gläser eine Gefahr für Vögel darstellen, wenn sie die Umgebung reflektieren.

Um den Vogelanprall an reflektierenden Flächen zu vermeiden, muss ein reflexionsarmes Glas mit einem maximalen Reflexionsgrad von 15 % gewählt werden. Diese entspiegelten Gläser sind bei den meisten Glaslieferanten gegen einen Aufpreis erhältlich (z.B. Typ „Luxar“ von Glas Troesch). Da es sich bei entspiegeltem Glas um ein allgemein bekanntes Produkt handelt, gehe ich in diesem Leitfaden nicht weiter auf die handelsüblichen entspiegelten Gläser ein.

Wenn die Spiegelung der Umgebung bewusst als architektonisches Gestaltungselement eingesetzt wird und der Vogelanprall vermieden werden soll, werden Gläser, wie sie im Kapitel 3.4 „Neuartige Schutzmassnahmen“ beschrieben werden, notwendig.



Abb. 4 Gefahr durch spiegelnde Fensterflächen.  
Wohnhaus in Dornbirn. Architekten: Oskar Leo Kaufmann & Albert Rüt, Dornbirn.



Abb. 5 Gefahr durch spiegelnde Fassadenverkleidung.  
Apothek des Kantonsspitals Basel. Architekten: Herzog & de Meuron, Basel.

<sup>4</sup> Rössler, Laube, Weihs. 2007. Seite 45.

## 2.2 Transparente Gläser

Die zweite Gefahrenquelle für Vögel ist durchsichtiges Glas. Wenn Vögel hinter einer transparenten Glasscheibe beispielsweise ein Gebüsch sehen, steuern sie direkt auf dieses zu, ohne das Glas als Hindernis wahrzunehmen. Einen Lerneffekt gibt es bei den Vögeln nicht.<sup>5</sup>

Die Gefahr der Durchsicht besteht nicht nur bei Eckfenstern (Abb. 6), sondern an allen transparenten Stellen. Insbesondere zu beachten sind transparente

- Balkongeländer (Abb. 6)
- Vordächer
- Windschutzverglasungen
- Veloständer
- Lärmschutzwände
- Wintergärten und Gewächshäuser

Anhand des Wohnhauses Willimann-Lötscher (Abb. 7) wird ersichtlich, dass Durchsichten nicht nur über Gebäudeecken, sondern auch durchs Gebäude möglich sind. Solche Durchsichten müssen möglichst vermieden werden.

Um den Vogelanprall an transparenten Gläsern zu vermeiden, muss eine bekannte Schutzmassnahme gewählt werden (3.1 bis 3.3). In Zukunft könnten weitere Möglichkeiten dazukommen (Kapitel 3.4 bis 3.5).

## 2.3 Weitere Vogelfallen an Gebäuden

An Gebäuden gibt es noch weitere Gefahrenorte für Vögel wie beispielsweise Kamine. Da sich diese Arbeit auf Vogelschutz und Glas beschränkt, wird auf andere Vogelfallen an Gebäuden nicht eingegangen. Auf der Website der Schweizer Vogelwarte Sempach<sup>6</sup> können über Links diverse Merkblätter für die Vogelschutzpraxis als PDF-Datei heruntergeladen werden.



Abb. 6 Gefahr durch transparente Geländer und durchsichtige Fensterecken. MFH an der Forsterstrasse in Zürich. Architekt: Christian Kerez, Zürich.

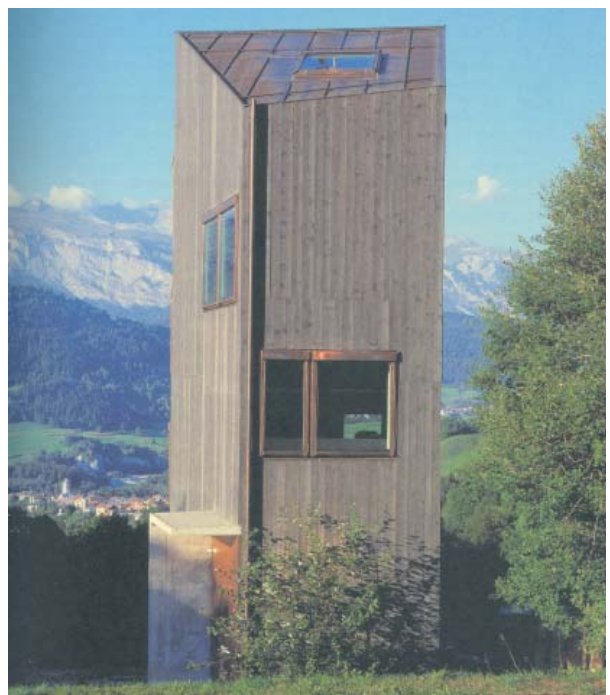


Abb. 7 Gefahr der Durchsicht auf die andere Gebäudeseite. Wohnhaus Willimann-Lötscher in Sevgein. Architekten: Bearth & Deplazes, Chur.

<sup>5</sup> Klem. 1989. Zitiert nach Buer, Regner. 2002. Seite 32.

<sup>6</sup> [www.vogelwarte.ch](http://www.vogelwarte.ch)  
[www.birdlife.ch/d/service\\_merkblaetter.htm#2/](http://www.birdlife.ch/d/service_merkblaetter.htm#2/)  
[www.birdsandbuildings.org](http://www.birdsandbuildings.org)

### 3. Lösungsansätze

Es kann zwischen Schutzmassnahmen die für das menschliche Auge sichtbar sind, und Schutzmassnahmen die für das menschliche Auge nicht sichtbar sind, unterschieden werden. Ziel sämtlicher Massnahmen ist, dem Vogel den Eindruck eines massiven Körpers, der nicht durchfliegen werden kann, zu vermitteln. Bei den Schutzmassnahmen, die für das menschliche Auge sichtbar sind, wird Vogelschutz dadurch erreicht, dass Glas so gefügt oder mit anderen Materialien kombiniert wird, dass es zwar transparent ist, jedoch als wahrnehmbare Fläche erscheint. Diese konstruktiven Lösungen haben einen starken Einfluss auf den architektonischen Ausdruck des Gebäudes. Oft liegt jedoch gerade darin ein grosses gestalterisches Potential.

Wenn die totale Transparenz gesucht wird, um beispielsweise eine Aussicht in Szene zu setzen, sind sämtliche konstruktiven Massnahmen ungeeignet. In diesen Fällen wäre es notwendig, neuartige Scheiben einzusetzen (siehe Kapitel 3.4).

Grundsätzlich stellen nicht nur Glasgebäude eine Gefahr dar, sondern sämtliche Gebäude mit Fenstern. Da beinahe jedes Gebäude Fensterflächen aufweist, ist es wichtig, dass sich ArchitektInnen bereits bei der Planung eines Gebäudes allfälliger Gefahrenstellen bewusst sind (siehe Kapitel 2). Das Erkennen von Gefahrenstellen ist einfach und in den meisten Fällen ohne zusätzlichen Aufwand möglich. Bei Unklarheiten bietet die Vogelwarte Sempach eine kostenlose Beratung an.

Nachdem man sich über die problematischen Bereiche im Klaren ist, muss der Entscheid gefällt werden, ob ein Vogelschutz gewählt wird, der für das menschliche Auge sichtbar ist, und somit architektonische Konsequenzen hat, oder ob man eine Lösung in der Materialeigenschaft sucht.

Da es noch keine marktreifen Produkte gibt, die völlige Transparenz und Vogelschutz vereinen,

muss bis jetzt - aus Sicht des Vogelschutzes - auf grossflächige, transparente und fassadenbündige Lösungen verzichtet werden.



Abb. 8 So sehen Menschen. Der Wunsch nach totaler Transparenz und Vogelschutz lässt sich nur mit neuen Materialeigenschaften erfüllen. Wohnhaus Willimann-Lötscher in Sevgein. 1998 - 1999. Architekten Bearth & Deplazes, Chur.



Abb. 9 So sehen Vögel. Wohnhaus Willimann-Lötscher in Sevgein. 1998 - 1999. Architekten Bearth & Deplazes, Chur.

## 3.1 Konstruktive Schutzmassnahmen (Materialeinsatz)

### 3.1.1 Sprossen

Im Green Development Standard der Stadt Toronto werden kleinteilige Sprossen erstmals als wirksame Warnung für Vögel erwähnt. Sie empfehlen eine ungefähre Grösse von 28 x 10 cm.<sup>7</sup> Je kleiner die Sprossen sind, desto wirkungsvoller sind sie. Sind die Flächen zwischen den Sprossen grösser als 50 x 50 cm, sind Sprossen als Vogelschutz nur sehr beschränkt wirksam.<sup>8</sup>

Die Sprossenfenster älterer Bauten (Abb. 11) bieten einen wirksamen Vogelschutz. Bei Sanierungen macht es neben denkmalpflegerischen Gründen deshalb auch aus Sicht des Vogelschutzes Sinn, die alten Sprossenfenster durch neue Sprossenfenster zu ersetzen.

Neben diesen klassischen Sprossenfenstern (früher herstellungsbedingt kleinteilig) gibt es zahlreiche neuere Beispiele, die zeigen, dass Neuinterpretationen von Sprossen zu interessanten architektonischen Lösungen führen können (Abb. 12).

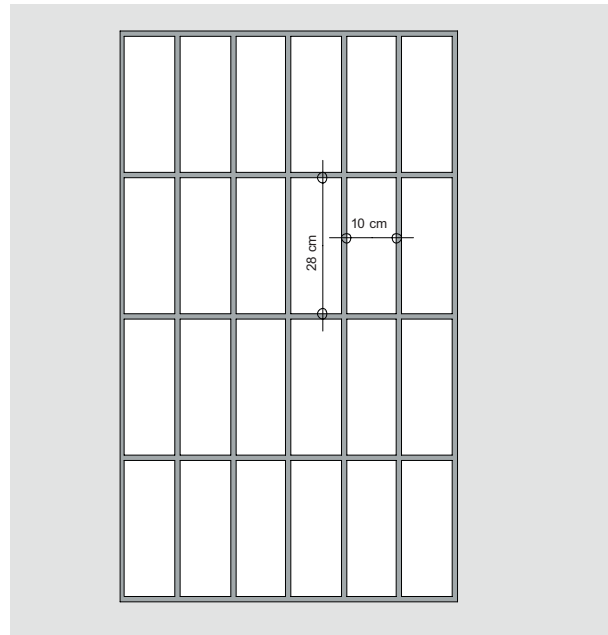


Abb. 10 Ideale Sprossengrösse 28 x 10 cm.



Abb. 11 Denkmalgeschütztes Gebäude mit klassischer Sprosseneinteilung. Schuhfabrik Hug in Dulliken. Bild ca. 1930. Architekt: Robert Schild.

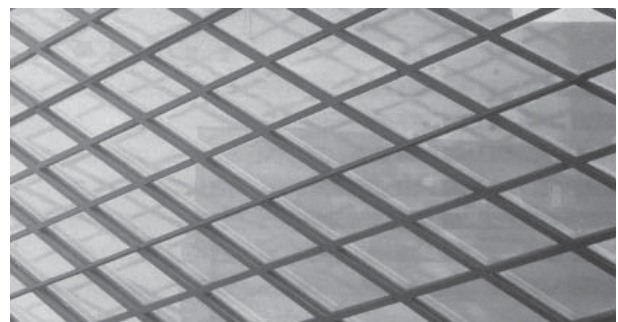


Abb. 12 Zeitgenössische Sprosseninterpretation. Central Library in Seattle. 2004. Architekten: Rem Koolhaas, OMA Rotterdam, Joshua Ramus LMN Architects Seattle.

<sup>7</sup> City of Toronto, Green Development Standard. Bird friendly development guidelines. 2007. Seite 10.

<sup>8</sup> Interview mit Hans Schmid. Anhang Vertiefungsarbeit. 27.04.2007.

### 3.1.2 Geneigte Glasflächen

Nach aussen geneigte Flächen sind eine wirkungsvolle Massnahme um zu verhindern, dass Vögel in eine Glasfront fliegen. Allerdings muss der Winkel mind.  $20^\circ$  aufweisen. Noch wirkungsvoller sind nach aussen geneigte Flächen, die einen Winkel bis  $40^\circ$  aufweisen.<sup>9</sup>

Wie Abbildung 13 zeigt, ist ein Winkel von  $20^\circ$  bereits sehr steil. Somit stellt diese Massnahme nur in seltenen Fällen eine brauchbare Lösung dar.

Obwohl das Gebäude in Abbildung 14 geneigte Flächen aufweist, bietet es keinen guten Schutz vor Vogelkollisionen. Die Glasflächen spiegeln zu stark, sind zu gross und zu wenig stark geneigt.<sup>10</sup>

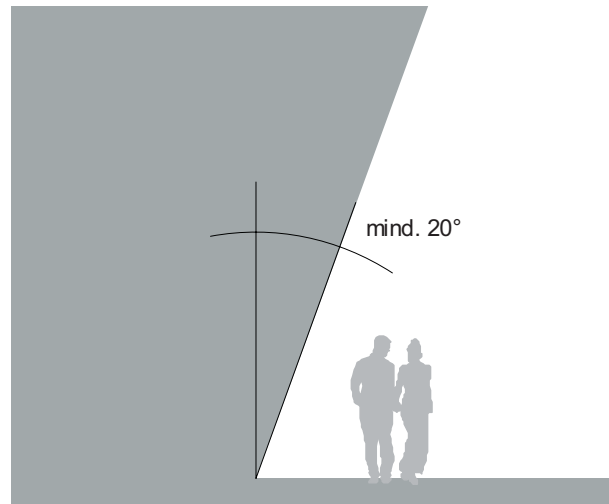


Abb. 13 Nach aussen geneigte Fassade.



Abb. 14 Für den Vogelschutz unwirksame Glasfassade. Erweiterung Hauptquartier Helvetia Patria in St. Gallen 1989 - 2002. Architekten: Herzog & de Meuron, Basel.

<sup>9</sup> City of Toronto, Green Development Standard. Bird friendly development guidelines. 2007. Seite 17.

<sup>10</sup> Interview mit Hans Schmid. Anhang Vertiefungsarbeit. 27.04.2007.

### 3.1.3 Bombierte Gläser

Es ist davon auszugehen, dass bombierte Gläser die Vögel daran hindern, in eine Scheibe zu fliegen, da sich die Umgebung in der Scheibe perspektivisch verzieht. Allerdings gilt auch hier, dass die Wirkung umso grösser ist, je stärker die Gläser bombiert sind, und je kleinteiliger die Glasflächen sind.

Wie Abbildung 16 zeigt, sind auch bei dieser Lösung die Ecken besonders zu beachten. Trotz bombierten Gläsern entstehen Durchsichten. An diesen Stellen müsste in Zukunft ein Spezialglas verwendet werden (siehe Kapitel 3.4).

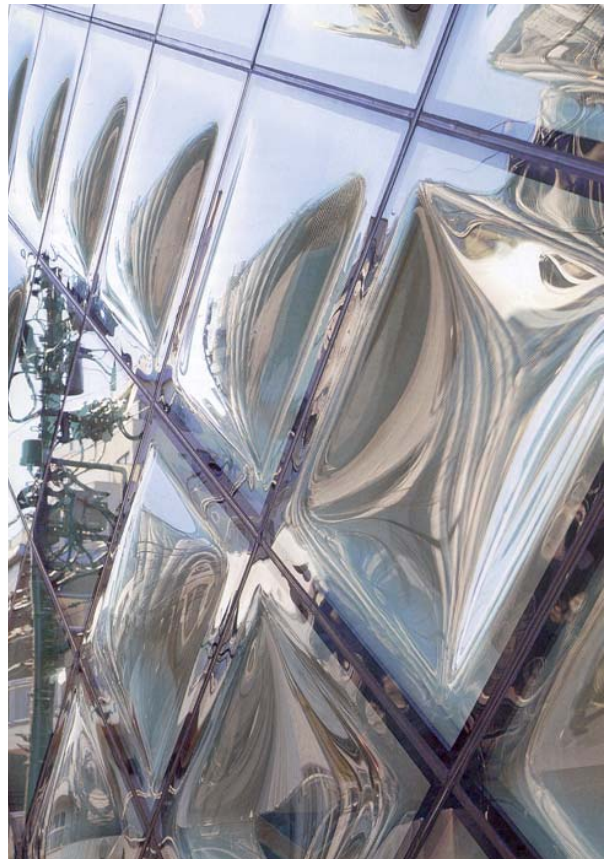


Abb. 15 Bombierte Glasfassade.  
Prada Flagshipstore in Tokio. 2000 - 2003. Architekten: Herzog & de Meron, Basel.



Abb. 16 Bombierte Glasfassade.  
Prada Flagshipstore in Tokio. 2000 - 2003. Architekten: Herzog & de Meron, Basel.

### 3.1.4 Vorgehängter Raster (Bris Soleil)

Es gibt noch keine genauen Angaben zur Wirksamkeit von vorgehängten Elementen. Wenn man aber davon ausgeht, dass Vögel flächige Muster erkennen können, sind vorgehängte Raster, die ein zusätzliches Spiel mit Licht und Schatten erzeugen, so wirkungsvoll wie empfohlene Massnahmen und bieten zusätzlich eine spannende Alternative zu grossflächigen Glasfassaden.

Je kleiner die Unterteilungen solcher Bris Soleil sind, desto erfolgreicher werden die Vögel daran gehindert, die Glasfläche anzufliegen.

Für Sprossen wird ein ideales Mass von 28 x 10 cm angenommen.<sup>11</sup> Da der vorgehängte Raster der Primarschule in Saillon (Abb. 18) mit Abständen von ca. 20 cm ausgebildet ist, und zudem eine Tiefenwirkung erzielt wird, kann davon ausgegangen werden, dass diese Bris Soleil Vögel davon abhält, in die Fassade zu fliegen. Die freien Zwischenräume sind dagegen zu gross und bieten einen ungenügenden Schutz vor Vogelkollisionen.

In einer sehr vogelfreundlichen Umgebung können solche vorgehängten Elemente von den Vögeln als Zwischenlandeplatz benutzt werden. Um diesen ungewollten Nebeneffekt zu verhindern, sind horizontale Flächen zu vermeiden.



Abb. 17 Vorgehängter Raster.  
Projekt für die Steiner AG in Zürich. 2005. Architekten: Em2n, Zürich.

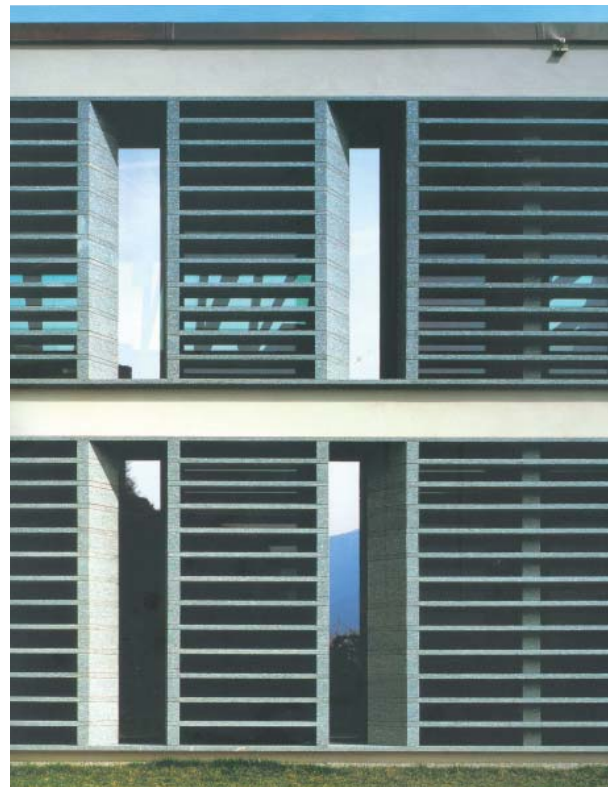


Abb. 18 Die Bris Soleil schützt vor Überhitzung und verhindert Vogelkollisionen.  
Primarschule in Saillon. 2000 - 2003. Architekten: Galletti & Matter, Lausanne.

<sup>11</sup> City of Toronto, Green Development Standard. Bird friendly development guidelines. 2007. Seite 10.

### 3.1.5 Kombinationen

Das Gebäude in Abbildung 19 zeigt eine Mischung aus Sprossen und geneigten Flächen. Durch diese Kombination lassen sich die sonst sehr kleinteiligen Sprossenflächen vergrössern. Interpretationen der Sprosse lassen eine Vielzahl von neuen Lösungen zu. Es ist darauf zu achten, dass an den Gebäudeecken und am Dachrand (Abb. 19) keine Durchsichten entstehen. Auch hier gilt, dass die Flächen einen maximalen Reflexionsgrad von 15 % nicht überschreiten dürfen.

Die Central Library in Seattle (Abb. 20) zeigt, dass mit der Kombination von Sprossen und geneigten Flächen Gebäudefassaden teilweise vogelschutzgerecht gebaut werden können. Problematisch sind bei diesem Beispiel die geraden spiegelnden Fassadenflächen, da sie zu gross sind, wenn sie nicht zusätzlich geneigt sind.



Abb. 19 Mischung aus Sprossen und Neigungen.  
Trutech Building in Seoul. 2006. Architekten: Frank Barkow, Regine Leibinger, Berlin & Chang-Jo Architects, Seoul.



Abb. 20 Central Library, Seattle. 2004. Architekten: Rem Koolhaas, OMA Rotterdam, Joshua Ramus LMN Architects Seattle.

## 3.2 Schutz durch Verringerung der Transparenz

### 3.2.1 Aufgeklebte und aufgedruckte Muster

Eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Markierung einer Glasfläche stellen Muster dar. Bedruckte Gläser sind genauso wirkungsvoll wie beklebte Scheiben. Damit Muster für die Vögel als Fläche erkennbar sind, müssen mind. 25 % der Glasfläche bedeckt sein.<sup>12</sup> Fast alle Sujets können dazu verwendet werden. Motive aus der Natur sind wirksam, solange sie nicht allzu realistische Naturabbildungen zeigen, die den Vögeln die Illusion eines attraktiven Lebensraumes vormachen.<sup>13</sup>

Neben Mustern können auch Streifen oder Punktraster angebracht werden. Bereits ab einem Deckungsgrad von 5 % ein gutes Ergebnis erzielt. Besonders wirkungsvoll sind schwarze vertikale Streifen, die einen maximalen Abstand von 10 cm aufweisen.<sup>14</sup>

Die häufig verwendeten Klebe-Greifvogelsilhouetten sind unwirksam.<sup>15</sup> Die Greifvogelsilhouetten stellen zudem auch aus ästhetischer Sicht keinen vielversprechenden Lösungsansatz dar.



Abb. 21 Siebdruck mit abstrahiertem Naturmotiv. Bibliothek der Universität in Utrecht, Niederlande. 2004. Architekt: Wiel Arets, NL.

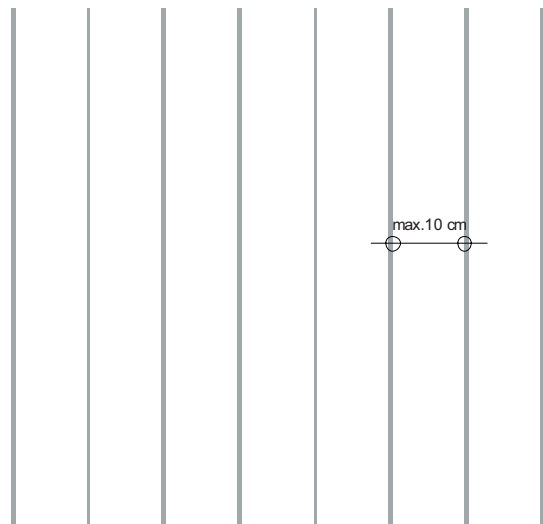


Abb. 22 Vertikale Streifen mit max. Abstand von 10 cm sind am wirksamsten.

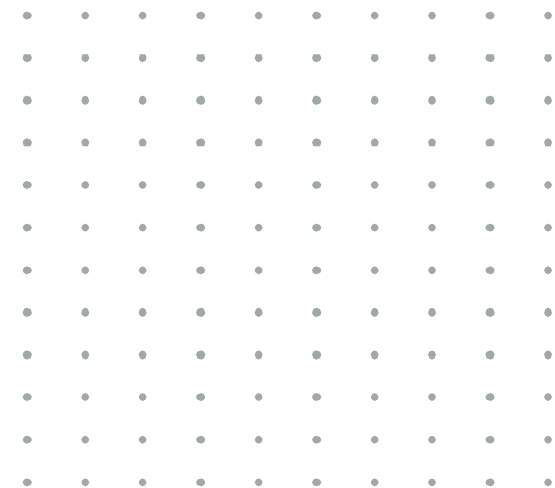


Abb. 23 Wirksamer Punktraster.

<sup>12</sup> Schmid Hans. 2006. Merkblatt.

<sup>13</sup> Interview mit Hans Schmid. Anhang Vertiefungsarbeit. 27.04.2007.

<sup>14</sup> Rössler, Laube, Weihs. 2007. Seite 33.

<sup>15</sup> Schmid Hans. 2006. Merkblatt.

### 3.2.2 Eingearbeitete Muster

Vogelanprall lässt sich auch durch die Verwendung von neu entwickelten Verbundsicherheitsgläsern vermeiden. Die Firma Hale GmbH<sup>16</sup> hat ein Herstellungsverfahren entwickelt, um Metallgeflechte, Naturfasern und Naturhölzer zwischen Verbundsicherheitsglas einzulegen. Auf Wunsch lassen sich sämtliche gewünschten Designs herstellen. Durch die unterschiedliche Lichtemission der Geflechttypen können verschiedene Licht- und Schatteneffekte erzielt werden. Die glatte Oberfläche lässt sich zudem gut reinigen. Da sich der Vogelschutz innerhalb der Scheibe befindet, müssen die Gläser zusätzlich entspiegelt sein.

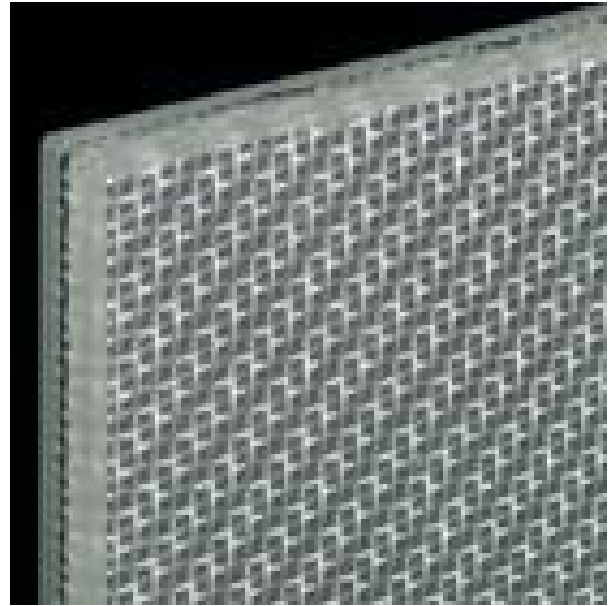


Abb. 24 Eingelegtes Metallgewebe.

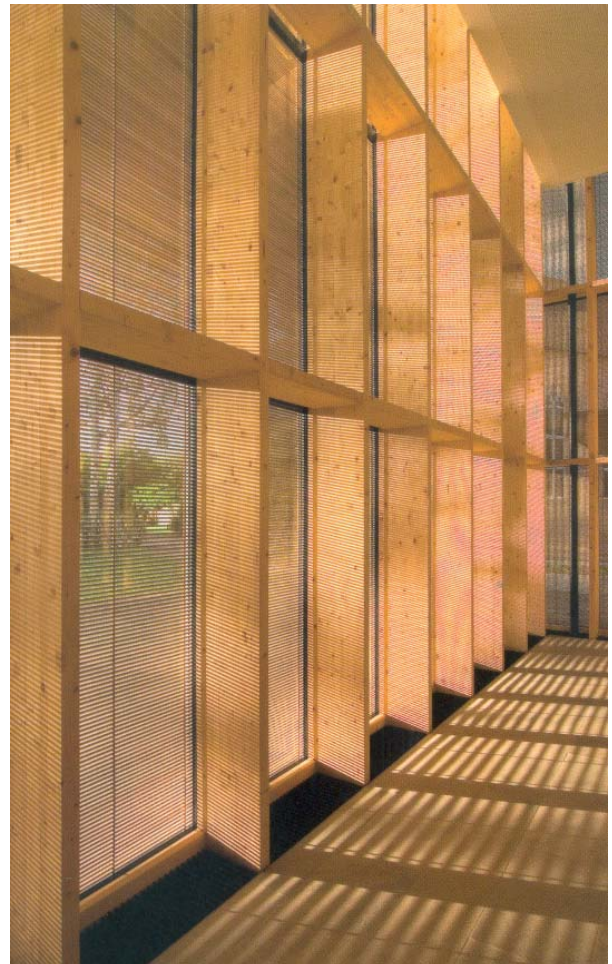


Abb. 25 Eingelegtes Holzgeflecht.

<sup>16</sup> Glas inspiration, H A L E GmbH, A – 4541 Adlwang.

### 3.2.3 Farben

Farbige Gläser bieten nur dann einen vollständigen Schutz, wenn sie nicht verspiegelt und opak sind. Es gibt keine genauen Untersuchungen über die Wahrnehmung der Farben durch Vögel. Somit ist die Wirksamkeit von transparenten, eingefärbten Gläsern nicht nachgewiesen. Bei besonders stark reflektierenden farbigen Gläsern konnten vereinzelt Vogelkollisionen festgestellt werden.

In Kombination mit einer anderen Schutzmaßnahme sind viele Lösungen denkbar. Der Novartis Campus in Basel (Abb. 28) zeigt eine mögliche Kombination von farbigen Gläsern, die hintereinander gestaffelt sind. Es gibt keine Untersuchungsdaten zur Wirksamkeit der Fassade. Die Fassade verhält sich jedoch mit grosser Wahrscheinlichkeit gut in Bezug auf Vogel-schlag.<sup>17</sup>



Abb. 26 Da die farbigen Gläser opak, kleinflächig und reflexionsarm sind, sind sie für Vögel gut erkennbar. Polizei- und Feuerwache in Berlin. 2004. Architekten: Sauerbruch & Hutton.



Abb. 27 Auch farbige Spiegelungen sind für Vögel nicht als Hindernis erkennbar. „Beacon“ Installation in Montreal. 2004. Künstler: Hal Ingberg, Los Angeles/ London.



Abb. 28 Durch die Tiefenstaffelung und unterschiedliche Farbigkeit wird die Fassade für Vögel als Hindernis sichtbar. Novartis Campus in Basel. 2005. Architekten: Diener & Diener, Basel. Künstler: Helmut Federle & Gerit Wiederin.

<sup>17</sup> Interview mit Hans Schmid. Anhang Vertiefungsarbeit. 27.04.2007.

### 3.3 Bewegliche Schutzmassnahmen

Zur Verhütung von Vogelanprall sind auch nachträglich angebrachte Schutzmassnahmen wirksam<sup>18</sup>:

- Jalousien
- Rollos
- Vorhänge
- Gitter, Mückenschutznetze
- Lochbleche
- farbige Dekorationen
- Fingerfarben (z.B. für Kindergarten)

Am wirkungsvollsten sind diese Massnahmen, wenn sie aussenseitig angebracht sind. Innen angebrachte Vorrichtungen sind nur wirksam, wenn die Gläser keine Spiegelungen erzeugen.

Wird eine Lösung mit Vorhängen gesucht, ist zu beachten, dass die Vorhänge nur in zugezogenem Zustand ihre Wirkung entfalten. Somit sind halbtransparente Vorhänge, die dauernd zugezogen sind, zur Verhinderung von Vogelkollisionen sinnvoller als farbige Verdunkelungsvorhänge, die nicht dauernd zugezogen sind.

Das Schulhaus in Abbildung 29 zeigt einen spannenden Lösungsansatz mit Vorhängen. Da die Vorhänge meist nicht zugezogen sind, wirken sie nur in Kombination mit einem leichten Tagvorhang.



Abb. 29 Vorhänge als Vogelschutz. Nur wirksam in Kombination mit Tagvorhängen oder in zugezogenem Zustand.  
Überbauung Dreirosen-Klybeck in Basel. 1993 -1996.  
Architekten: Morger & Degelo, Basel



Abb. 30 Lichtdurchlässige Vorhänge sind wirkungsvoller als Nachtvorhänge, da sie immer zugezogen bleiben.  
Haus Zumthor in Haldenstein. Architekt: Peter Zumthor, Haldenstein.

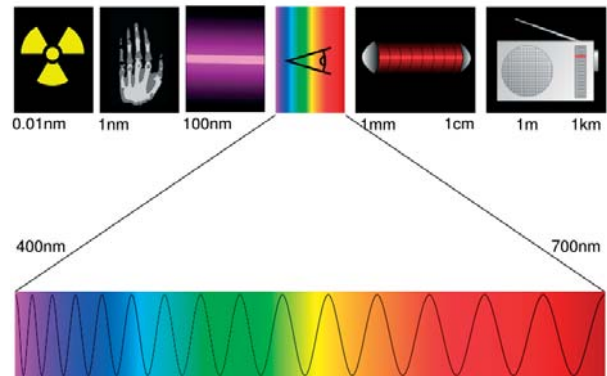
<sup>18</sup> Schmid Hans. 2006. Merkblatt

### 3.4 Neuartige Schutzmassnahmen I: UV-Markierungen

#### 3.4.1 Vorbild Natur: „Spinnennetz-Effekt“

Eine neuartige Möglichkeit zur Verhinderung von Vogelkollisionen bietet der sogenannte „Spinnennetz-Effekt“ (UV-Sehen von Vögeln). Ornithologen wurden Ende der 90er-Jahre auf das Phänomen der im UV-Licht leuchtenden Vogelfedern aufmerksam, und erforschten daraufhin das UV-Sehen der Vögel. Die Forscher stellten fest, dass Vögel, im Gegensatz zum Menschen, UV-Licht sehen können.<sup>19</sup> Vögel umfliegen Spinnennetze exakt, da Spinnennetze aus einem Material bestehen, das UV-Strahlen absorbiert. Das menschliche Auge erkennt einen Nanometerbereich von 380 nm bis 780 nm (Tageslichtspektrum). Für Vögel ist ein Nanometerbereich ab 190 nm erkennbar. Somit könnten Schutzmarkierungen entwickelt werden, die aus einem Material bestehen, das nur Wellenlängen zwischen 190 nm und 380 nm reflektiert. Eine solche Markierung wäre für das menschliche Auge nicht sichtbar, würde aber vom Vogel erkannt. Daraus ergeben sich folgende Überlegungen: Wenn Glasflächen mit einem UV-Belag beschichtet werden könnten, oder wenn man dünne UV-Fäden in einer Glasscheibe anbringen könnte, wären die Glasscheiben für Vögel als Fläche erkennbar.<sup>20</sup>

Mit diesem neuartigen Lösungsansatz befassen sich zur Zeit Biologen, aber auch Materialhersteller. Es gibt momentan noch keine wirksamen Produkte auf dem Markt. Ein Problem bei der Entwicklung ist das noch nicht genau erforschte Sehvermögen der Vögel und die aufwendigen Versuche mit lebenden Tieren. Ein ganz anderes Problem haben die Materialtechnologen, da es noch nicht gelungen ist, Komponenten zu entwickeln, die im Bereich von 190 nm bis 380 nm gleichzeitig reflektieren und absorbieren.



Erklärung des menschlichen Sehverhaltens:

Das Lichtspektrum ist ein spezieller Teil des elektromagnetischen Spektrums, welches über das menschliche Auge wahrgenommen werden kann. Der Wellenlängen-Bereich des Lichtspektrums reicht dabei von ungefähr 380 bis 750 nm, einem Frequenz-Bereich von ca.  $4 \cdot 10^{14}$  bis  $7,5 \cdot 10^{14}$  Hz entsprechend. Angrenzend an das für den Menschen sichtbare Lichtspektrum, befindet sich im elektromagnetischen Spektrum der UV-Bereich bei kürzeren und der IR-Bereich bei längeren Wellenlängen, welche teilweise von anderen Lebewesen wahrgenommen werden können (siehe auch die Spektralfarben).

[www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

Abb. 31 Erklärung des menschlichen Sehverhaltens und des Lichtspektrums.

<sup>19</sup> Buer, 1996. Zitiert nach Buer, Regner. 2002. Seite 32.

<sup>20</sup> Buer, Regner. 2002. Seite 31.

Da noch keine marktreifen Produkte existieren, können noch keine aussagekräftigen Untersuchungen mit lebenden Vögeln im Flugtunnel durchgeführt werden. Für die Entwicklung einer wirksamen Markierung wäre es jedoch wichtig zu wissen, wie das Wahrnehmungsvermögen der Vögel genau funktioniert, um die Markierungen darauf abstimmen zu können.

Die nachfolgenden Überlegungen beruhen auf den neuesten Erkenntnissen zu den Untersuchungen zur Wirksamkeit von Glas-Markierungen, sowie auf grundsätzlichen physikalischen Gesetzmässigkeiten.

Die Thesen zu neuartigen Materialien lassen sich noch nicht belegen, sollen aber aufzeigen, in welche Richtung die Entwicklung in Zukunft gehen könnte.



Abb. 32 Vergleich des menschlichen Sehvermögens und dem UV-Sehen der Vögel.

### 3.4.2 Vogelschutz-Folie

Aufgrund der Erkenntnisse des „Spinnennetz-Effekts“ hat die Firma Stadler Klebetechnik GmbH<sup>21</sup> eine Vogelschutz-Folie für Applikationen auf der Aussenseite von Glasscheiben entwickelt. Die Folie besteht aus einem optisch klaren, zäh-elastischen und alterungsbeständigen Polyesterfilm. Der im Trägermaterial enthaltene UV-A-Blocker sperrt ab 190 nm. Somit sollten Scheiben, die mit dieser Folie beklebt sind, für Vögel als schwarze Wand erkennbar sein.

Die Vogelschutz-Folie wurde von der Vogelwarte Sempach im Flugkanal getestet (Beschrieb des Testablaufs siehe Interview im Anhang, Kapitel 5.1). Da beim Versuch nur jede sechste Vogelkollision vermieden werden konnte, kann die Vogelschutz-Folie noch nicht als marktreifes Produkt bezeichnet werden.<sup>22</sup> Die Ergebnisse zeigen, dass ein Unterschied zwischen einer unmarkierten Scheibe und einer mit der Vogelschutz-Folie beklebten Glasfläche besteht. Dies beweist, dass der Ansatz der UV-Markierungen weiter verfolgt werden soll.

Die Wirksamkeit der Folie würde wahrscheinlich erhöht, wenn die Folie neben UV-absorbierenden auch UV-reflektierende Strukturen aufweisen würde.<sup>23</sup>

Aus architektonischer Sicht ist eine nachträglich angebrachte Folie sicherlich noch nicht die geeignete Lösung. Die Weiterentwicklung der Folie ist trotzdem sinnvoll, da der Vorteil der Applikation darin liegt, dass sie nachträglich auf bestehende Glasflächen aufgetragen werden kann.

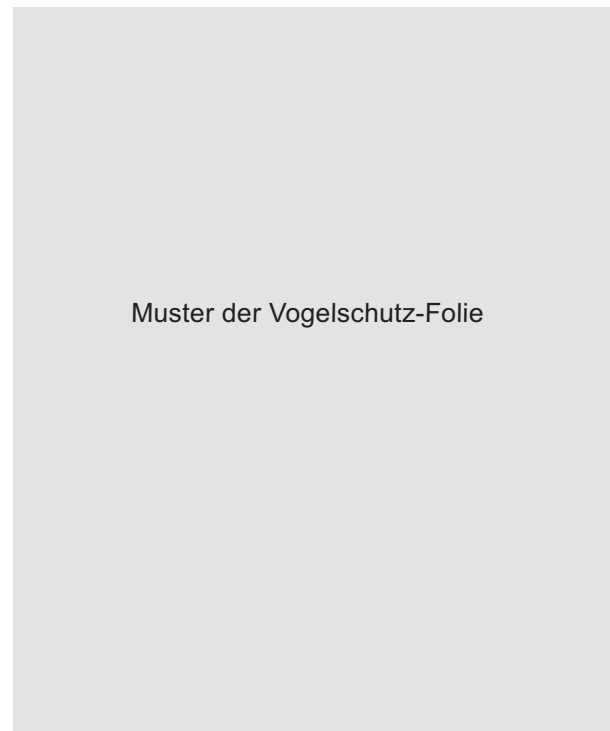


Abb. 33 Muster der Folie.

<sup>21</sup> Bezugsquelle Vogelschutzfolie: Stadler Klebetechnik GmbH, D - 61273 Wehrheim.

<sup>22</sup> Interview mit Hans Schmid. Anhang Vertiefungsarbeit. 27.04.2007.

<sup>23</sup> Interview mit Hans Schmid. Anhang Vertiefungsarbeit. 27.04.2007.

### 3.4.3 Vogelschutz-Lotion

Die logische Weiterentwicklung der Vogelschutz-Folie könnte zu einer Art Sprühlotion führen, die ähnlich einer Sonnencreme, aufgetragen wird. Da es bei Sonnencremes möglich ist, UV-Filter einzumischen, die nach dem Auftragen transparent werden, sollte es möglich sein, dies auf eine Sprühlotion für Glasscheiben zu übertragen. Der Vorteil einer solchen Lotion wäre, dass sämtliche gefährlichen Glasflächen nachträglich behandelt werden könnten.

Der Lichttransmissionsgrad der Verglasung würde bei einer solchen Lotion nicht verringert, da er den prozentualen Anteil der Sonnenstrahlung im Bereich des sichtbaren Lichtes (380 nm bis 780 nm) bezeichnet. Genau zu prüfen wäre die Selektivität (Verhältnis von Lichttransmissionsgrad zum Gesamtenergiedurchlass) und der g-Wert der Verglasung (Summe der Energie die durch Strahlungstransmission und sekundäre Wärmeabgabe ins Innere gelangt). Insbesondere für hochwertige Gläser müsste zudem die Farbechtheit der Scheiben geprüft und sichergestellt werden.

### 3.4.4 Vogelschutz-Beschichtung

Ein sehr ähnlicher Lösungsansatz wäre eine werkseitig angebrachte Glasbeschichtung. Es gibt eine grosse Anzahl von bekannten Verfahren um Glasoberflächen zu verändern, und den gewünschten Anforderungen anzupassen, wie zum Beispiel thermische Behandlungen, Emailierungen (Aufschmelzen eines Glaspulvers) oder Fusing (Aufschmelzen von Glasstücken). Sonnenschutzgläser bewirken durch die aufgetragene Beschichtung, dass die auftretende Wärmestrahlung zurückgeworfen wird. Somit sollte es möglich sein, UV-Markierungen zu entwickeln, die als Beschichtung auf die Verglasung angebracht werden. Der Erfolg scheint zum einen vom richtigen Verfahren, und zum anderen von der richtigen Zusammensetzung der aufgetragenen Partikel abzuhängen.

In einem weiteren Schritt könnten die UV-Beschichtungen so verändert werden, dass sie mit reflektierenden Scheiben kombiniert werden. Sollte dies gelingen, könnten die beiden Probleme (Spiegelung und Durchsicht) in einem einzigen Verfahren gelöst werden. Die Schwierigkeit ein solches Kombi-Glas zu entwickeln liegt darin, dem unterschiedlichen Bereich des menschlichen Sehens und dem Sehen der Vögel Rechnung zu tragen. Die Differenz ist klein. Die Strukturen müssen in diesem kleinen Überschneidungsbereich zwischen 190 nm bis 380 nm wirksam sein. Zusätzlich wäre es unumgänglich, das Verhalten der Vögel gegenüber einer solchen UV-markierten, spiegelnden Scheibe genauer zu kennen.

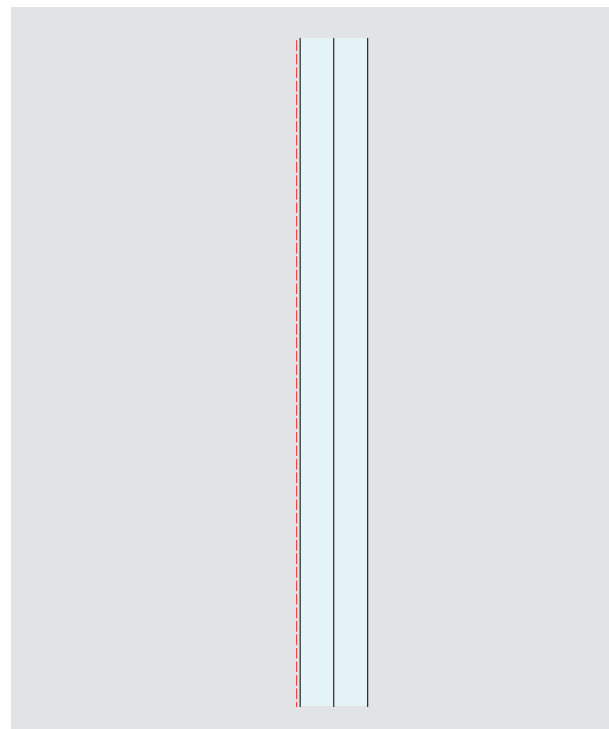


Abb. 34 UV-Markierung (Lotion oder Beschichtung) auf der äusseren Glasoberfläche.

### 3.4.5 Vogelschutz-UV-Einlagen

Eine weitere Möglichkeit den „Spinnennetz-Effekt“ auf Verglasungen zu übertragen, wäre die Markierung zwischen den einzelnen Gläsern der Verbundscheiben anzubringen. Technisch ist dies kein Problem (siehe Kapitel 3.2.2, Abb. 24). Zu beachten wären hier wiederum, wie bei allen innenliegenden Lösungen, dass die Gläser nicht zu stark die Umgebung reflektieren.

Diese Lösung ist eine sehr direkte Übertragung des „Spinnennetz-Effektes“, was meine Annahme stützt, dass dieser Ansatz erfolgreich sein könnte.

Interessant wäre diese Lösung insbesondere dann, wenn die eingearbeiteten, unsichtbaren Fäden die Sonnenstrahlen umlenken. So könnten beispielsweise tiefe Räume mit Sonnenlicht versorgt werden oder die Überhitzung von Südfassaden vermieden werden. Dass nicht nur grosse Bris Soleil richtungsselektiv wirksam sein können, sondern auch kleine Strukturen nach dem gleichen Prinzip funktionieren, zeigt die Verglasung „Okatech“<sup>24</sup>, bei der filigrane Edelstahlstäbchen eingelegt sind.

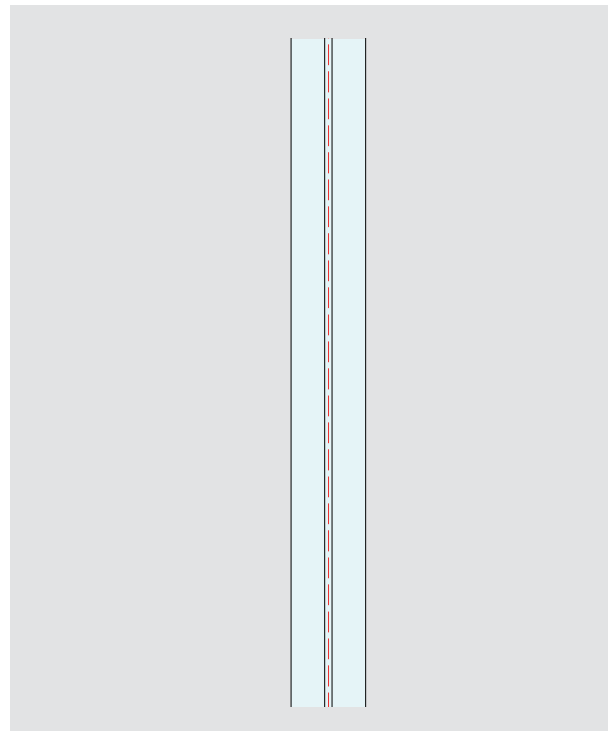


Abb. 35 Eingelegte UV-wirksame Fäden.

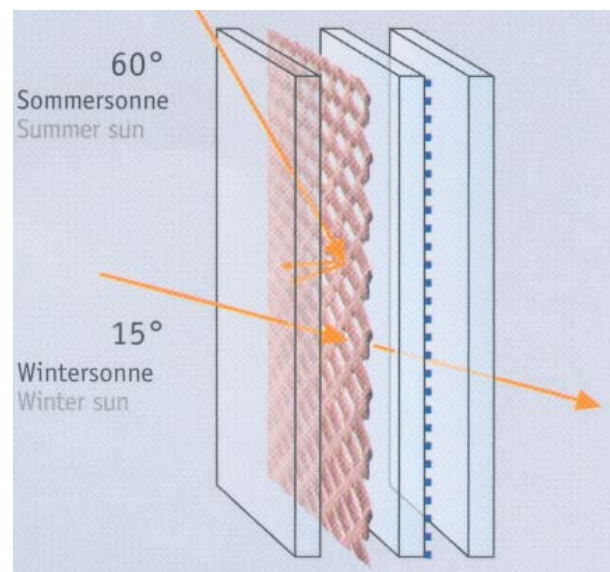


Abb. 36 Marktreife Verglasung „Okatech“ von Okalux.

<sup>24</sup> Okalux GmbH, [www.okalux.com](http://www.okalux.com)

### 3.4.6 Veränderung der Glasinhaltsstoffe

2005 wurde bei der Untersuchung über die Wirksamkeit von unterschiedlichen Markierungen festgestellt, dass die Acrylscheibe „Plexiglas Soundstop“, die feine schwarze Markierungen aufweist, über die Erwartungen hinaus wirksam ist.<sup>25</sup> Da sich Acrylglas optisch anders als Floatglas verhält, musste zuerst geklärt werden, ob das gute Ergebnis auf die Zuschläge des Plexiglasses (UV-Absorber zur Verlängerung der Lebensdauer) zurückzuführen ist. Im Vergleich mit einer unmarkierten Acrylglasplatte wurde festgestellt, dass die Wirksamkeit von den schwarzen Filamenten ausgeht. Da die feinen schwarzen Fäden jedoch wesentlich feiner sind als die Markierungen auf Gläsern, aber trotzdem bessere Ergebnisse mit dem Acrylglas erzielt werden, liegt die Annahme nahe, dass die beigemengten UV-Absorber die Wirksamkeit positiv beeinflussen. Daraus lässt sich ableiten, dass dem Glas beigemengte UV-Absorber wirksam wären. Noch bessere Ergebnisse würden erreicht, wenn die Zusatzstoffe nicht nur UV-absorbierend, sondern auch UV-reflektierend wären.

Technisch ist es bereits möglich die Eigenschaften von Glas, das hauptsächlich aus Quarzsand, Siliziumdioxid, Natriumoxid und Kalziumoxid besteht, durch die Zusammensetzung zu verändern.

Denkbar wäre auch die Entwicklung eines UV-wirksamen Klebstoffes, mit dem die Verbundgläser verleimt werden können.

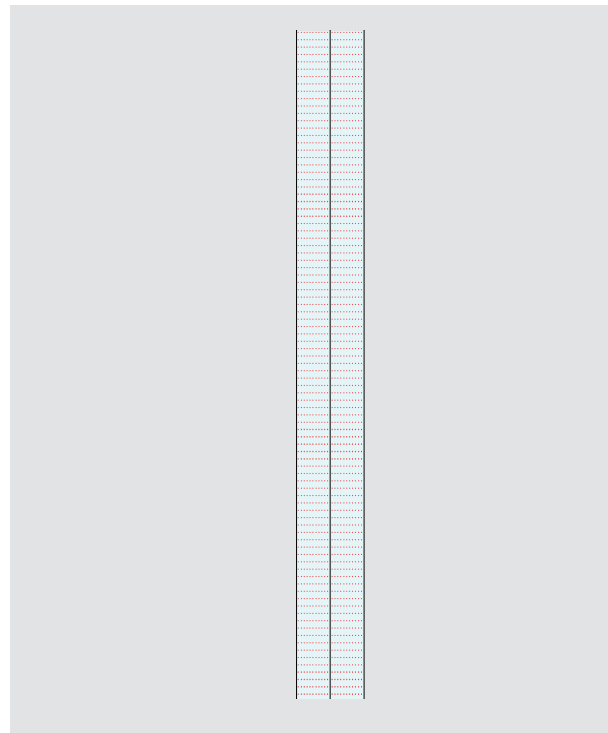


Abb. 37 Zusatz von UV-wirksamen Partikeln.

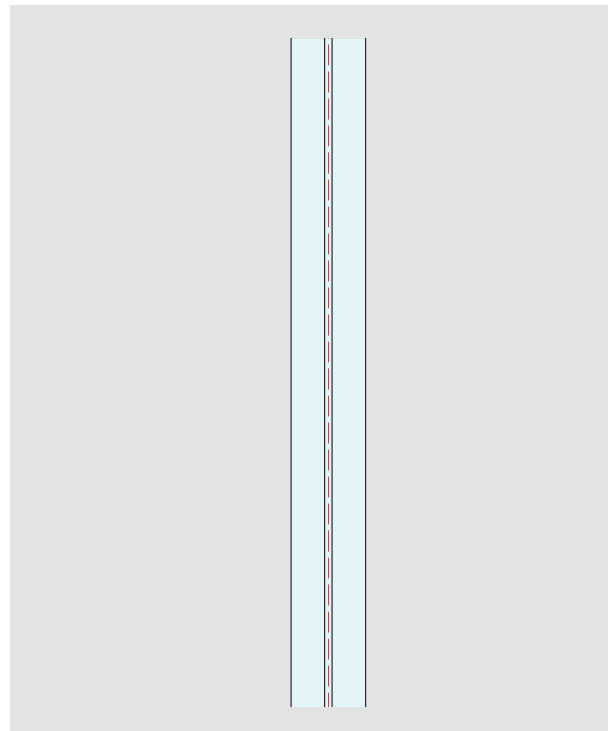


Abb. 38 Verleimung der Gläser mit UV-wirksamen Klebstoff.

<sup>25</sup> Rössler, Laube, Weihs. 2007. Seite 33.

### 3.5 Neuartige Schutzmassnahmen II: dreidimensionale Effekte

Rössler, Laube und Weihs äussern sich skeptisch zur Wirksamkeit von UV-Markierungen. Die Wissenschaftler befürchten, dass die Fähigkeit von Vögeln UV-Licht wahrzunehmen, nicht als generell gültig angesehen werden kann. Die Vögel haben ein völlig anderes Sehverhalten als Menschen. Die Fähigkeit des UV-Sehens dient den Vögeln wahrscheinlich vor allem zu Paarungszwecken und zur Nahrungssuche (z.B. Erkennen von Beeren). Die Warnung vor feindlichen Angriffen wird gemäss dem Bericht über das Wahrnehmungsvermögen von Vögeln eher über Bewegungssehen ausgelöst. Die Wissenschaftler sind sich noch nicht im klaren, ob das Bewegungssehen bei Vögeln eine „untergeordnete, zentrale oder exklusive Rolle“ bei der Vermeidung von Vogelschlag spielt.<sup>26</sup> Demzufolge muss nach weiteren Möglichkeiten zur Markierung von Glasflächen gesucht werden.

Die derzeit verfügbaren Daten deuten darauf hin, dass Markierungen wirksam wären, die das Bewegungssehen verstärkt ansprechen. Eine Möglichkeit wären Scheinbewegungen durch dreidimensionale Effekte.

Solche Effekte könnten wahrscheinlich durch Markierungen an der inneren und äusseren Scheibe erzeugt werden. Würde dies genügen, müsste dieser Ansatz weiterverfolgt werden. Der Nachteil dieser Lösung wäre die relativ aufwendige Umsetzung, da Markierungen in mehreren Lagen anzubringen wären. Zudem müsste das Problem der Reflektionen gelöst werden.

Kritisch zu hinterfragen ist dieser Ansatz auch deshalb, weil er sich das Warnsystem der Vögel vor feindlichen Angriffen zu Nutze macht. Sind Vögel in dauernder Alarmbereitschaft, sind sie enorm gestresst. Es scheint mir nicht sinnvoll, die Vögel bei immer knapper werdendem Lebensraum davon abhalten zu wollen, sich in der Nähe von Gebäuden aufzuhalten.

Auch aus Sicht des menschlichen Wohlbefindens kann es nicht das Ziel sein, die Vögel aus der näheren Umgebung des Hauses zu vertreiben.

<sup>26</sup> Rössler, Laube, Weihs. 2007. Seite 49.

## 4. Konklusion

### 4.1 Zusammenfassung

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten mit baulichen Massnahmen einen genügenden Schutz vor Vogelkollisionen zu erreichen (siehe Kapitel 3.1 bis 3.3). Dem Gestaltungsspielraum von ArchitektInnen sind dabei kaum Grenzen gesetzt. Die Beispiele führen vor Augen, dass Lösungen, die nicht auf völliger Transparenz einer Glasfassade beruhen, ein enormes Potential aufweisen und dass dieses Potential noch nicht ausgeschöpft ist. Die einzelnen Massnahmen und Kombinationen davon bieten unzählige neue Lösungen.

Auffallend ist, dass mit einfachen Mitteln (siehe Kapitel 3.3) eine gute Wirksamkeit erzielt wird, und die Suche sich nicht ausschliesslich auf High-Tech-Entwicklungen beschränken sollte.

Bemerkenswert erscheint mir, dass Lösungen die einen befriedenden Vogelschutz bieten, sich in den meisten Fällen gleichzeitig klimatechnisch optimal verhalten. Eine gesamtheitliche und interdisziplinäre Betrachtung ist somit entscheidend.

Wie in der Einleitung erwähnt, ist der Wunsch nach grossflächigen Glasflächen ungebrochen. Deshalb ist es unumgänglich, trotz der vielen interessanten Möglichkeiten im Bereich der sichtbaren Schutzmassnahmen, nach Möglichkeiten zu suchen, die grossflächige, transparente Glasflächen für Vögel sichtbar machen.



Abb. 39 Der Gestaltungsspielraum ist riesig: lichtreflektierende Folienstreifen zwischen den Gläsern ergeben einen reizvollen Vogelschutz. MFH Peabody in London. 2004. Architekten: Niall McLaughlin.

## 4.2 Ausblick

Um das Ziel eines ästhetisch ansprechenden Vogelschutzes zu erreichen, muss an der Schnittstelle Architektur/Materialtechnik/Biologie weitergeforscht werden.

Die Aufgabe der ArchitektInnen besteht als Erstes darin, sich der Problematik bewusst zu werden, und entsprechend zu reagieren. Wir ArchitektInnen sind gefordert, weitere architektonisch spannende Lösungen im Bereich der sichtbaren Schutzmassnahmen zu entwickeln, und nach Möglichkeiten zu suchen, die auf allen Ebenen überzeugen. Weiter muss von der ArchitektInnenseite Druck auf die Glaswirtschaft ausgeübt werden, so dass diese Geld in die Forschung von neuen Glastechnologien investiert. Schlussendlich gilt es auch, die Bauherrschaft davon zu überzeugen, dass es sinnvoll ist, die geringen Mehrkosten für einen wirksamen Vogelschutz aufzubringen.

Die Aufgabe der BiologInnen und Vogelwarten ist die genauere Erforschung des Sehvermögens der Vögel. Insbesondere sollte geklärt werden, welche Rolle das Bewegungssehen spielt, und wie das Farbsehen der Vögel funktioniert. Das Phänomen des „Spinnennetz-Effekts“ sollte noch genauer geprüft werden, um sicher zu sein, dass die Vögel Spinnennetze umfliegen. Wenn bestätigt ist, dass Vögel Spinnennetze umfliegen, muss geklärt werden, wie die feinen UV-Markierungen auf Spinnennetzen funktionieren, damit dies auch auf Folien und Gläser übertragen werden kann.

Die MaterialingenieurInnen und ChemikerInnen sind gefordert Strukturen zu entwickeln, die im kleinen Bereich des Sehunterschieds zwischen Menschen und Vögeln funktionieren und zudem einfach herzustellen sind.

Die Erkenntnisse untereinander auszutauschen ist die Aufgabe aller. Die Position der Markierung und der Einfluss von wechselnden Lichtsituatio-

nen muss interdisziplinär untersucht werden.

Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse sollten Richtlinien und Mindeststandards für den Vogelschutz formuliert werden. Als Grundlage dafür können die Merkblätter der Vogelwarte Sempach dienen. Dass es möglich ist, Richtlinien zum Vogelschutz zu erlassen, hat die Stadt Toronto mit ihrem Leitfaden gezeigt.

Wünschenswert wäre die Durchführung einer jährlichen kurzen Informationsveranstaltung an Architektur-Ausbildungsstätten zur Sensibilisierung der Studierenden, wie es die Vogelwarte Sempach bereits vorgeschlagen hat.

Abschliessend lässt sich festhalten, dass alle Disziplinen gefordert sind, weiter zu forschen und nach neuen Lösungsansätzen in verschiedenen Richtungen zu suchen. Klimatechnisch optimale Lösungen, die sich mit Vogelschutz vereinen lassen, sollen favorisiert werden.

Die Suche nach dem geeigneten Vogelschutz sollte sich auf keinen Fall ausschliesslich auf die Veränderung der Materialeigenschaften von Glas beschränken, denn in der Kombination von Materialien und deren Fügung liegt ein grosses Potential.



Abb. 40 Durch Materialkombinationen entstehen lichtdurchlässige, vogelschutzfreundliche Fassaden, die durch ihren spezifischen Ausdruck überzeugen. Christus-Pavillon an der Expo Hannover. 2000. Architekten: Gerkan, Marg & Partner.

## 5. Anhang

### 5.1 Interview vom 27. April 2007 mit Hans Schmid, diplomierter Biologe, Programmleiter Schweizerische Vogelwarte

1

Gemäss Herr Finke von der Firma Stadler Klebetechnik in Wehrheim wurde die transparente Vogelschutz-Folie, die von 3M produziert und von Stadler Klebetechnik vertrieben wird, von der Vogelwarte Sempach getestet. Gibt es Ergebnisse aus den Untersuchungen?

*Es wurden Versuche mit Versuchsvögeln gemacht. Für die Versuche haben wir einen dunklen kleinen Raum gebaut, der lediglich vorne zwei gleich grosse Öffnungen aufweist. Eine Öffnung haben wir mit einer handelsüblichen Fensterscheibe bestückt, in die andere Öffnung haben wir eine Fensterscheibe montiert, die mit einer Vogelschutz-Folie beklebt war. Die beiden Scheiben haben wir in regelmässigen Abständen miteinander ausgetauscht, um sicher zu sein, dass die Vögel nicht aus irgendeinem anderen Grund eine Seite bevorzugen. Um die Versuchsvögel vor dem Aufprall zu schützen, haben wir vor den Gläsern ein feines Netz angebracht. Dies könnte die Ergebnisse des Versuches allenfalls beeinträchtigt haben, war jedoch notwendig, um die Versuchsvögel nicht zu gefährden. Beim Versuch mit 100 Vögeln haben 68 Vögel die Normalscheibe angefliegen und 32 die mit Vogelschutz-Folie beschichtete Scheibe. Daraus lässt sich schliessen, dass jede sechste Vogelkollision mit der Vogelschutz-Folie hätte vermieden werden können.*

2

Woran liegt Ihrer Meinung nach das Problem der unbefriedigenden Wirksamkeit der Vogelschutz-Folie?

*Die Folie absorbiert hauptsächlich UV-Licht. Um bessere Ergebnisse zu erzielen, müsste die Folie wahrscheinlich reflektierende Strukturen aufweisen. Wir versuchen derzeit mit Glas Troesch eine*

*Glasbeschichtung zu entwickeln, die sowohl UV absorbiert als auch UV reflektierende Strukturen aufweist. Das Problem liegt bei der schwierigen Herstellung von reflektierenden Strukturen. Ein weiteres Problem ist, dass der Bereich des unterschiedlichen Wahrnehmens von Mensch und Vogel relativ klein ist. (Wir sehen Licht mit Wellenlängen von etwa 380 nm bis 750 nm. Die Vögel sehen zusätzlich ultraviolett bis 190 nm.) Um einen für das menschliche Auge nicht sichtbaren Vogelschutz zu erzielen, müssen diese Strukturen also physikalische Strukturen aufweisen, die im Bereich zwischen 190 nm und 380 nm Licht reflektieren. Einfacher herzustellen sind jedoch Strukturen die im Bereich von 600 nm bis 700 nm liegen. Es existieren Hightech-Textilien die Ultraviolett reflektieren. Diese Textilien haben wir uns natürlich angeschaut. Leider konnten wir die Erkenntnisse noch nicht für die Lösung unseres Problems nutzen.*

3

Wie weit sind die Untersuchungen mit Glasbeschichtungen die sich den sogenannten „Spinnennetz-Effekt“ zu Nutze machen?

*Im Moment sind die Materialingenieure der Firma Glas Troesch noch nicht in der Lage eine marktreife Beschichtung, die alle Anforderungen erfüllt, herzustellen.*

4

Wie schätzen Sie die Wirksamkeit von solchen UV-Absorbern zur Verhinderung des Vogeltodes an transparenten und spiegelnden Scheiben ein?

*Derzeit gibt es noch keine brauchbaren Produkte auf dem Markt. Bis auf weiteres sollte deshalb auf bewährte Alternativen zurückgegriffen werden.*

5

Existieren Kennzahlen zur Wirksamkeit von entspiegeltem Glas (z.B. Typ „Luxar“ von Glas Troesch)?

*Die Resultate mit entspiegelten Gläsern sind gut. Es ist aber zu beachten, dass keine Durchsichten entstehen. Glaseckkonstruktionen sind auf jeden Fall zu vermeiden. Das Problem der entspiegelten Gläser liegt hauptsächlich bei den höheren Materialkosten.*

6

Sind Ihnen Untersuchungen von ArchitektInnen zum Thema Glasbauten und Vogeltod bekannt?

*Nein.*

7

Gibt es in der Tierwelt weitere Phänomene wie beispielsweise der „Spinnennetz-Effekt“, die vielversprechende Ergebnisse im Kampf gegen den „Vogelkiller“ Glas versprechen?

*Leider nein.*

8

Besteht die Möglichkeit, die Vögel an besonders gefährlichen Stellen mit akustischen Signalen zu warnen, die für Menschen akustisch nicht wahrnehmbar sind?

*Da die Vögel und die Menschen ungefähr den gleichen Frequenzbereich wahrnehmen, ist dies wenig vielversprechend.*

9

Theoretisch könnte man sehr dünne Fäden in Glasflächen einlegen. Wie müsste das Muster ausgebildet sein, dass es von den Vögeln gut gesehen wird?

*Grundsätzlich ist jedes beliebige Muster möglich. Das Muster muss von den Vögeln aus einer gewissen Distanz als Hindernis wahrgenommen*

*werden können. Ist das Muster erst aus kurzer Distanz sichtbar, haben die Vögel zu wenig Zeit um ihre Flugbahn noch zu ändern. Kleinmaschige Muster müssen eine Bedeckung von mind. 25 % aufweisen. Diese Muster werden von weitem als Fläche wahrgenommen und werden somit von den Vögeln umflogen. Falls die Muster nicht auf der Aussenseite des Glases angebracht sind, darf das Glas einen max. Reflexionsgrad von 15 % aufweisen.*

10

Auf Seite 3 ihres Merkblatts „Tipps zum Vogelschutz“ empfehlen Sie im Abschnitt „Nutzen Sie Alternativen“ die Glasflächen zu neigen, statt sie im rechten Winkel anzubringen. Das Elsässertor in Basel von den Architekten Herzog & de Meuron hat geneigte Glasflächen. Trotzdem war es in den Schlagzeilen, weil viele Vögel in das Glasgebäude geflogen sind. Wie müssen Glasflächen geneigt sein, damit Vogelkollisionen vermieden werden können?



Abb. 41 Elsässertor in Basel. 2000 – 2005. Architekten Herzog & de Meuron, Basel.

*Beim Elsässertor tragen mehrere Faktoren dazu bei, dass das Gebäude zur Vogelfalle wird. Das Hauptproblem ist der zu hohe Reflexionsgrad und die Grösse der Gläser. An einigen Eckstellen gibt es zudem Durchsichten. Die Neigung der Gläser ist im Verhältnis zur Grösse der Gläser zu gering. Leider kann ich Ihnen keine genauen Angaben machen, wie stark eine Glasfläche geneigt sein muss, damit Vogelkollisionen vermieden werden können. Es gibt keine Untersuchungen dazu.*

11

Ab welcher Grösse werden reflektierende Gläser zum Problem?

*Bereits ab einer Grösse von 50 x 50 cm kann eine Scheibe, die die Umgebung reflektiert, den Vögeln zum Verhängnis werden.*

12

Das Hauptgebäude von Helvetia Patria in St.Gallen, ebenfalls von Herzog & de Meuron gebaut, weist wie das Elsässertor in Basel geneigte Glasflächen auf. Wissen Sie, ob es viele Vogelkollisionen an diesem Gebäude gibt, oder ob dieser Bau weniger Probleme mit dem Vogelschlag hat?



Abb. 42 Erweiterung Hauptquartier Helvetia Patria in St. Gallen. 1989 - 2002. Architekten: Herzog & de Meuron, Basel.

*Ich sehe dieses Gebäude zum ersten Mal und kann deshalb nur Mutmassungen anhand der Fotos anstellen. Die Glasflächen sind stark spiegelnd und grossflächig. Deshalb stellt das Gebäude wahrscheinlich, trotz der Neigung der Flächen, eine Gefahr für Vögel dar.*

13

Wie beurteilen Sie das Prada Aoyama Epicenter in Tokio von Herzog & de Meuron betreffend der Gefährdung für Vögel?



Abb. 43 Prada Aoyama Epicenter in Tokio. 2000 – 2003. Architekten: Herzog & de Meuron, Basel.

*Auch dieses Gebäude sehe ich zum ersten Mal und kann deshalb nur Mutmassungen anstellen. Die Bombierung der Glasflächen und die Sprossen scheinen mir wirkungsvoll, um den Vögeln den Eindruck eines Hindernisses zu signalisieren. An den Ecken besteht wahrscheinlich vereinzelt auch hier das Problem der Durchsicht.*

14

Ab welcher Grösse ist eine nicht gegliederte Glasfläche aus herkömmlichem Isolierglas eine Gefahr für Vögel? Wenn bei der Schuhfabrik Hug in Dulliken bei einer Sanierung die Fenster durch sprossenlose Fenster ersetzt würden, entstünde dann Gefahr für Vögel mit den Scheiben zu kollidieren?



Abb. 44 Schuhfabrik Hug in Dulliken. Bild ca. 1930. Architekt: Robert Schindler.

*Wie bei den Reflektionen gilt auch hier: ab einer Größe von ca. 50 x 50 cm stellt eine Scheibe ohne Unterteilung eine potentielle Gefahr für eine Kollision dar. Wenn bei diesem Fabrikbau die Fenster durch sprossenlose Fenster ersetzt würden, bestünde die Gefahr von Reflektion. Das Problem der Durchsichten besteht bei diesem Gebäude weniger, da sämtliche Ecken massiv ausgebildet sind.*

15

Gibt es bei Muster Einschränkungen? Sind alle Muster gleich wirksam?

*Grundsätzlich ist der Gestaltungsspielraum nicht beschränkt. Als einzige Einschränkung sollte man auf die allzu realistische Darstellung von Vo-*

*gelahrung (z.B. Darstellung einer Magerwiese oder eines reifen Beerenbaums) verzichten.*

16

Stellen Glasverkleidungen wie beispielsweise bei der Apotheke des Kantonsspitals Basel (Abb. 45) eine Gefahr für Vögel dar? Hat die Farbe einen Einfluss auf den Vogelschutz?



Abb. 45 Apotheke des Kantonsspitals in Basel. 1998. Architekten: Herzog & de Meuron, Basel.

*Die Spiegelungen sind bei dieser Fassade das Problem. Die Farbe ist zweitrangig. Es gibt keine Untersuchungen zu Farben. Selbst bei sehr stark gefärbten Gläsern wurden Kollisionsspuren festgestellt, wenn sie zu stark die Umgebung spiegelten. Somit muss davon ausgegangen werden, dass eine farbige Scheibe noch keinen genügenden Schutz darstellt.*

16

Wie verhält sich die abgebildete Fassade betreffend Vogelschutz?



Abb. 46 Novartis Campus in Basel. 2005. Architekten: Diener & Diener, Künstler: Helmut Federle mit Gerit Wiederin.

*Sehr gut. Durch die Tiefenstaffelungen und die farbigen, nicht spiegelnden Gläser, nehmen die Vögel die Fassade als Hindernis wahr.*

## 5.2 Literatur- und Quellenverzeichnis

### 5.2.1 Literatur

- Bernd, Ulrich Rudolph.  
Monitoring von Vogelschlagopfern am Bayerischen Landesamt für Umwelt in Augsburg.  
Ref. 51. Januar 2006  
Monitoring Verglasungsopfer 2006.
- Blüchel, Kurt G. Malik, Fredmund.  
Faszination Bionik. Die Intelligenz der Schöpfung.  
SWR Das Erste/ Malik Management Zentrum, St. Gallen, 2006.
- Buer, Friedrich. Regner, Martin.  
Mit „Spinnennetz-Effekt“ und UV-Absorbern gegen den Vogeltod an transparenten und spiegelnden Scheiben.  
In: Vogel und Umwelt 13/ 2002.
- Burgard, Roland.  
Kunststoffe und freie Formen. Ein Werkbuch.  
Springer-Verlag Wien, 2004.
- City of Toronto.  
Green Development Standard.  
Bird friendly development guidelines.  
Toronto 2007.
- Curtis, William J.R.  
Architektur im 20. Jahrhundert.  
Deutsche Verlags-Anstalt GmbH Stuttgart, 1989.
- Grimm, Friedrich.  
Energieeffizientes Bauen mit Glas.  
Callwey Verlag München, 2003.
- Glas Trösch AG.  
Produkteinformationsbroschüren.  
Glas Trösch AG, Bützberg, 2007.
- Hegger, Manfred. Drexler, Hans. Zeumer, Martin.  
Basics. Materialität.  
Birkhäuser-Verlag für Architektur, Basel, Boston, Berlin, 2007.
- Haas, Lucian.  
Die verborgenen Farben der Vogelfedern.  
In: Tages-Anzeiger, Dienstag 17.04.2007.
- Horch, Petra. Schmid, Hans. Burkhart, Marcel. Tobler, Felix.  
Vögel - unsere Nachbarn.  
Wie sie leben, was sie brauchen.  
Schweizerische Vogelwarte Sempach, 2004.
- Klem D. Jr.  
An invisible killer.  
In: Bird watcher's digest: March/ April. 1992.
- Moor, Andrew.  
Architektur-Glas-Farbe. Zeitgenössische Beispiele.  
Deutsche Verlags-Anstalt, München, 2006.
- Okalux GmbH.  
Grosse Architektur mit Okalux.  
Hinckel-Druck GmbH, Wertheim, 2. Auflage 2000.
- Richarz, Klaus. Bezzel, Einhard. Hormann, Martin.  
Taschenbuch für Vogelschutz.  
AULA-Verlag, Wiebelsheim. 1. Auflage 2001.
- Rössler Martin, Laube Wolfgang, Weihs Phillipp.  
Vermeidung von Vogelanprall an Glasflächen.  
Experimentelle Untersuchungen zur Wirksamkeit von Glas-Markierungen unter natürlichen Lichtbedingungen im Flugtunnel II.  
Biologische Station Hohenau-Ringelsdorf, Universität f. Bodenkultur/ Institut f. Meteorologie.  
Hohenau a. d. March, 2007.
- Schittich, Christian (Herausgeber).  
Im Detail: Gebäudehüllen.  
Edition Detail Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co., München.  
Birkhäuser-Verlag für Architektur, Basel, Boston, Berlin, 2. Auflage 2006.

Schmid, Hans. Sierro, Antoine.  
Untersuchungen zur Verhütung von Vogelkollisionen an transparenten Lärmschutzwänden.  
Schweizerische Vogelwarte Sempach, 2006.

Schmid, Hans.  
Vogelkiller Glas. Tipps zum Vogelschutz.  
Schweizerische Vogelwarte Sempach, 2006.

Wirz, Hans.  
Bearth & Deplazes. Konstrukte.  
Quart Verlag Luzern, 2005.

## 5.2.2 Internetquellen

[www.vogelwarte.ch](http://www.vogelwarte.ch)  
[Datum der Abfrage 30.04.2007]

[www.birdlife.ch/d/service\\_merkblaetter.htm#2](http://www.birdlife.ch/d/service_merkblaetter.htm#2)  
[Datum der Abfrage 30.04.2007]

[www.birdsandbuildings.org](http://www.birdsandbuildings.org)  
[Datum der Abfrage 30.04.2007]

[www.flap.org](http://www.flap.org)  
[Datum der Abfrage 28.04.2007]

[www.okalux.com](http://www.okalux.com)  
[Datum der Abfrage 29.04.2007]

[www.vogelwarte.ch/home.php?lang=d&cap=projekte&subcap=konflikt&file=../detailprojects.php&titel=Vögel%20und%20Glas&projId=70](http://www.vogelwarte.ch/home.php?lang=d&cap=projekte&subcap=konflikt&file=../detailprojects.php&titel=Vögel%20und%20Glas&projId=70)  
[Datum der Abfrage 30.04.2007]

[www.glas-inspiration.com](http://www.glas-inspiration.com)  
[Datum der Abfrage 03.05.2007]

[www.glastroesch.ch/d/glastechnik/lexikon/definitionen/index.cfm](http://www.glastroesch.ch/d/glastechnik/lexikon/definitionen/index.cfm)  
[Datum der Abfrage 10.05.2007]

[www.store.windowalert.com/index.html](http://www.store.windowalert.com/index.html)  
[Datum der Abfrage 20.06.2007]

[www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)  
[Datum der Abfrage 19.06.2007]

[www.sf.tv/sf1/mtw/merkblatt.php?docid=20060607\\_nds](http://www.sf.tv/sf1/mtw/merkblatt.php?docid=20060607_nds)  
[Datum der Abfrage 11.07.2007]

### 5.3 Bildnachweis

Abb.1 (Titelblatt)

[www.infonet.vogelwarte.ch/home.php?siteLoad=vug&hkg=11&lang=de](http://www.infonet.vogelwarte.ch/home.php?siteLoad=vug&hkg=11&lang=de)

[Datum der Abfrage 07.05.2007]

Abb. 2

Curtis, William J.R.

Architektur im 20. Jahrhundert.

Deutsche Verlags-Anstalt GmbH Stuttgart, 1989.

Abb. 3

[www.em2n.ch/em2n.php?p=2&id\\_projects=53](http://www.em2n.ch/em2n.php?p=2&id_projects=53)

[Datum der Abfrage 17.06.2007]

Abb. 4

Schittich, Christian (Herausgeber).

Im Detail: Gebäudehüllen.

Edition Detail Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co., München

Birkhäuser-Verlag für Architektur, Basel, Boston, Berlin, 2. Auflage 2006.

Abb. 5

Moor, Andrew.

Architektur-Glas-Farbe. Zeitgenössische Beispiele.

Deutsche Verlags-Anstalt, München, 2006.

Abb. 6

Beton 05. Publikation zur Preisverleihung Architekturpreis Beton 05.

Cemuisse Verband der Schweizerischen Zementindustrie, Bern/

gta Verlag ETH, Zürich, 2005.

Abb. 7, 8, 9

Wirz, Hans.

Bearth & Deplazes. Konstrukte.

Quart Verlag Luzern, 2005.

Abb. 8, 9

Ausgehend von Abb. 7 verändert durch Photoshop-Bearbeitung.

Waldburger Petra, 2007.

Abb. 10, 13, 22, 23

Erstellt in ArchiCad 10.0 Studentenversion

Waldburger Petra, 2007.

Abb. 11

Cassaignau, Maud. Fischer, Michael. Huber, Dorothee.

Jahrbuch 05/06 Institut Architektur.

FHNW Hochschule für Bau und Geomatik, 2006.

Abb. 12

Okalux GmbH.

Grosse Architektur mit Okalux.

Hinckel-Druck GmbH, Wertheim, 2. Auflage 2004.

Abb. 14, 15, 16

Yoshida, Nobuyuki.

Herzog & de Meuron 2002 – 2006.

a + u Architecture and Urbanism, Special Issue, Japan, August 2006.

Abb. 17

[www.em2n.ch/em2n.php?p=2&id\\_projects](http://www.em2n.ch/em2n.php?p=2&id_projects)

[Datum der Abfrage 23.06.2007]

Abb. 18

Marchand Bruno, Linford David.

Galetti & Matter. Collection of places.

Birkhäuser-Verlag für Architektur, Basel, Boston, Berlin, 2006.

Abb. 19

Bresing, Christian.

Trutec Building. Klar, spiegelnd und granitert.

In: Bauwelt 14.07 Seite 26 u.f.

Abb. 20

Okalux GmbH.

Grosse Architektur mit Okalux.

Hinckel-Druck GmbH, Wertheim, 2. Auflage 2004.

- Abb. 21  
Moor, Andrew.  
Architektur-Glas-Farbe. Zeitgenössische Beispiele.  
Deutsche Verlags-Anstalt München, 2006.
- Abb. 24  
[www.glass-inspiration.com/index.php?language=de&user\\_id=guest&site=3&pid=13](http://www.glass-inspiration.com/index.php?language=de&user_id=guest&site=3&pid=13)  
[Datum der Abfrage 02.05.2007]
- Abb. 25  
Okalux GmbH.  
Grosse Architektur mit Okalux.  
Hinckel-Druck GmbH, Wertheim, 2. Auflage 2004.
- Abb. 26  
Schittich, Christian (Herausgeber).  
Im Detail: Gebäudehüllen.  
Edition Detail Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co., München  
Birkhäuser-Verlag für Architektur, Basel, Boston, Berlin, 2. Auflage 2006.
- Abb. 27, 28  
Moor, Andrew.  
Architektur-Glas-Farbe. Zeitgenössische Beispiele.  
Deutsche Verlags-Anstalt München, 2006.
- Abb. 29  
Bürkle, Christoph J. (Herausgeber).  
Morger & Degelo, Architekten.  
Verlag Niggli AG Sulgen, Zürich, 2000.
- Abb. 30  
Zumthor, Peter.  
Architektur Denken.  
Birkhäuser-Verlag für Architektur, Basel, Boston, Berlin, 2. Auflage 2006.
- Abb. 31  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Lichtspektrum>  
[Datum der Abfrage 05.07.2007]
- Abb. 32  
Ausgehend von Abb. 7 verändert durch Photoshop-Bearbeitung. Waldburger Petra, 2007.
- Abb. 33  
Muster der Firma Stadler Klebetechnik GmbH, Wehrheim, 2007.
- Abb. 34, 35, 37, 38, 39  
Erstellt in ArchiCad 10.0 Studentenversion  
Waldburger Petra, 2007.
- Abb. 36  
Okalux GmbH.  
Produkteinformationsblatt „Okatech“.  
Okalux GmbH, 2007.
- Abb. 39  
Moor, Andrew.  
Architektur-Glas-Farbe. Zeitgenössische Beispiele.  
Deutsche Verlags-Anstalt München, 2006.
- Abb. 40  
Schittich, Christian (Herausgeber).  
Im Detail: Gebäudehüllen.  
Edition Detail Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co., München  
Birkhäuser-Verlag für Architektur, Basel, Boston, Berlin, 2. Auflage 2006.
- Abb. 41, 42, 43  
Yoshida, Nobuyuki.  
Herzog & de Meuron 2002 – 2006.  
a + u Architecture and Urbanism, Special Issue, Japan, August 2006.
- Abb. 44  
Cassaignau, Maud. Fischer, Michael. Huber, Dorothee.  
Jahrbuch 05/06 Institut Architektur.  
FHNW Hochschule für Bau und Geomatik, 2006.
- Ab. 45, 46  
Moor, Andrew.  
Architektur-Glas-Farbe. Zeitgenössische Beispiele.  
Deutsche Verlags-Anstalt München, 2006.

Juli 2007

Petra Waldburger  
Architekturstudentin  
Florastrasse 54  
CH - 4600 Olten

[pe.waldburger@bluewin.ch](mailto:pe.waldburger@bluewin.ch)