



Beurteilung sichtbehindernder Fassaden

September 2009



Vorwort

Diese Broschüre entstand auf Wunsch der kantonalen ArbeitsinspektorInnen, denn es fehlte bis anhin ein Informationsmittel zur Unterstützung bei der Beurteilung der vielfältigen neuen Formen der Fassadengestaltung im Rahmen des Baubewilligungsprozesses. Sowohl die Komplexität verschiedener Fassadengestaltungsmöglichkeiten als auch die Kreativität der Architekten stellten dabei für die AutorInnen der vorliegenden Information eine grosse Herausforderung dar. Das Hilfsmittel sollte sich auf Bewertungskriterien wissenschaftlicher Grundlagen abstützen. Das Informationshilfsmittel wird vorerst nur im Internet veröffentlicht, um weitere praktische Erfahrungen in anschliessenden späteren Versionen einbringen zu können.

Wir bedanken uns bei Dr. Marina Groner (Uni Bern, Institut für Psychologie), Werner Krummenacher (Kantonales Amt für Wirtschaft und Arbeit, Basel-Stadt) und Prof. Dr. Christoph Schierz (Technische Universität Ilmenau) für ihre hilfreichen Kommentare, Bildmaterial und Anregungen.

Projektleitung:
Andreas Meile
SECO, Arbeitsbedingungen

Auskunftspersonen:
Gabriel Verga, Hans Näf.
SECO, Arbeitsbedingungen

SECO – Direktion für Arbeit
Arbeitsbedingungen
Effingerstrasse 31-35
3003 Bern

Nachdruck mit Quellenangabe erlaubt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Gesetzliche Grundlagen	5
3	Gesundheitsrelevanz und Ziel	7
4	Bedruckte Glasfassaden	8
4.1	Arten von Bedruckungen	8
4.1.1	Punktmuster	8
4.1.2	Streifenmuster	9
4.1.3	Bildmuster:	10
4.2	Störungen durch die Bedruckung	10
4.2.1	Störungen der Wahrnehmung der Aussenwelt	10
4.2.2	Störungen der Wahrnehmung im Innenraum	12
5	Farbige Fensterflächen und Glasfassaden	13
6	Vorgehängte Fassadenelemente	14
7	Beurteilen einer Fassade	15
7.1	Beurteilungssituation	15
7.2	Beurteilungsliste	15
7.3	Beurteilung der Einzelmerkmale und des Wohlbefindens	15
7.4	Gesamtbewertung und Entscheid	15
8	Begriffe	16
Anhang		17
Anhang 1: Beurteilung von Glasscheiben mit Punktmuster		18
Anhang 2: Beurteilung von Glasscheiben mit Streifenmuster		19
Anhang 3: Beurteilung von Glasscheiben mit Bildmuster		20
Anhang 4: Beurteilung von vorgehängten Fassaden		21
Anhang 5: Erläuterungen zur Beurteilung von Fassaden		22

1 Einleitung

In der Industrie- und Büroarchitektur werden vermehrt neue Fassadenelemente und Materialien verwendet. Diese Elemente können unter anderem in Form von Siebdruck auf Glas, Folien, Drahtgittern, Lochblechen, Streckmetall, oder als Textilgewebe für Werbeflächen vorkommen. Typisch für diese neuen Elemente sind transparente Rasterstrukturen, die als ästhetische Elemente, als Energiesparelemente und als Blendschutz angepriesen werden. Jedoch erfüllen Fassadenelemente mit Rasterstrukturen, welche die Sicht ins Freie gewährleisten müssen, in der Praxis nicht die Anforderungen an einen Blendschutz.

Ebenfalls können die neuen Formen der Fassadengestaltung die Sicht ins Freie behindern. Insbesondere bei Räumen mit ständigen Arbeitsplätzen ist zu beachten, dass die Sicht ins Freie gewährleistet ist, so wie es die Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz vorschreibt (Art 24 Abs. 5 ArGV 3).

Das vorliegende Informationsmittel soll Verantwortliche und Planer sowie weitere Involvierte auf die Problematik sichtbehindernder Fassadenelemente aufmerksam machen und Unterstützung zur Beurteilung der Gesetzeskonformität von Gebäudefassaden bieten. Es stellt eine Ergänzung der Wegleitung zu den ArGV 3 Art. 15 und 24 und zu ArGV 4 Art.17 dar.

Es ist ratsam, bereits bei der Planung von Gebäudefassaden gesundheitliche Anforderungen und Aspekte einzubeziehen um nachträgliche teure Änderungen und Anpassungen zu vermeiden.

2 Gesetzliche Grundlagen

Die Sicht ins Freie ist eine zentrale Forderung des Arbeitnehmerschutzes. Bei der Beurteilung von Fassaden ist deshalb ein relativ strenger Massstab anzulegen:

- Leichte Beeinträchtigungen der Sicht ins Freie sind zulässig.
- Bei starken Beeinträchtigungen ist die Fassade zu optimieren und neu zu beurteilen. Ist eine Fassadenänderung nicht möglich, hat die Vollzugsbehörde zu beurteilen, ob durch besondere bauliche oder organisatorische Massnahmen sichergestellt ist, dass den Anforderungen der Gesundheitsvorsorge insgesamt Genüge getan wird. Kommt sie zum Schluss, dass dies nicht der Fall ist, kann der Arbeitgeber im Einzelfall einen Antrag auf Erteilung einer Ausnahmegewilligung stellen. Er muss dann belegen, dass er andere, ebenso wirksame Massnahmen trifft oder glaubwürdig darlegen, dass die Einhaltung der Verordnung zu einer unverhältnismässigen Härte führen würde und die Ausnahme mit dem Schutz der Arbeitnehmer vereinbar ist. Die Arbeitnehmer sind dabei anzuhören (siehe dazu auch Artikel 39 ArGV 3).
- Sind bei unzumutbaren Beeinträchtigungen die Voraussetzungen zur Erteilung einer Ausnahmegewilligung nicht gegeben, ist der Antrag abzulehnen.

Die Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz verlangt in Art. 15 „Licht“:

- ¹ Sämtliche Räume, Arbeitsplätze und Verkehrswege innerhalb und ausserhalb der Gebäude müssen entsprechend ihrer Verwendung ausreichend natürlich oder künstlich beleuchtet sein.
- ² In den Arbeitsräumen soll Tageslicht vorhanden sein sowie eine künstliche Beleuchtung, welche der Art und den Anforderungen der Arbeit angepasste Sehverhältnisse (Gleichmässigkeit, Blendung, Lichtfarbe, Farbspektrum) gewährleistet.
- ³ Räume ohne natürliche Beleuchtung dürfen nur dann als Arbeitsräume benützt werden, wenn durch besondere bauliche oder organisatorische Massnahmen sichergestellt ist, dass den Anforderungen der Gesundheitsvorsorge insgesamt Genüge getan ist.

Die Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz verlangt in Art. 24 „Besondere Anforderungen“:

- ⁵ Von ständigen Arbeitsplätzen aus muss die Sicht ins Freie vorhanden sein. In Räumen ohne Fassadenfenster sind ständige Arbeitsplätze nur zulässig, wenn durch besondere bauliche oder organisatorische Massnahmen sichergestellt ist, dass den Anforderungen der Gesundheitsvorsorge insgesamt Genüge getan ist.

Die Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz verlangt für industrielle und einige nicht industrielle Betriebe mit Plangenehmigungspflicht in Art. 17 „Fenster“:

- ¹ Die Fläche aller Fassadenfenster und Dachlichter muss bei Verwendung von normal durchsichtigem Glas ein Verhältnis zur Bodenfläche von mindestens 1 zu 8 haben.
- ² Mindestens die Hälfte der nach Absatz 1 vorgeschriebenen Fensterfläche muss in Form von durchsichtig verglasten Fassadenfenstern ausgeführt werden. Von den Arbeitsplätzen aus ist der Blick ins Freie durch Fassadenfenster zu gewährleisten, soweit es Betriebseinrichtungen und Produktionstechnik gestatten.
- ³ Die Behörde kann eine geringere Fensterfläche bewilligen, insbesondere wenn Gründe der Sicherheit oder der Produktionstechnik es erfordern. Mit der Bewilligung können besondere Auflagen zum Schutz der Arbeitnehmer verbunden werden.
- ⁴ Die Höhe der Fensterbrüstung ist der Arbeitsweise anzupassen; sie soll nicht mehr als 1,2 m betragen.
- ⁵ Blendung und belästigende Wärmeeinstrahlung sind zu verhüten.

- ⁶ Bei natürlicher Lüftung sollen in Fassadenfenstern und Dachlichtern in der Regel auf 100 m² Bodenfläche mindestens 3 m² zur Lüftung geöffnet werden können.

Für Betriebe ohne Plangenehmigungspflicht gibt es in der Verordnung 3 des Arbeitsgesetzes keine expliziten Vorgaben bezüglich der minimalen Fensterfläche. Die Wegleitung zur Verordnung 3 empfiehlt aber in diesen Fällen auch die Vorgaben der Verordnung 4 anzuwenden. Dem Gesundheitsschutz muss auf jeden Fall Rechnung getragen werden; Fenster müssen in Grösse und Lage so gestaltet sein, dass an den Arbeitsplätzen der Blick ins Freie und natürlicher Lichteinfall gewährleistet sind. Das Raumgefühl und Wohlbefinden sowie die Wahrnehmung dürfen nicht beeinträchtigt werden.

3 Gesundheitsrelevanz und Ziel

Fenster sind nicht nur ästhetisch wünschenswert, sondern beeinflussen das Wohlbefinden und die Gesundheit. Sie bringen natürliches Licht in die Arbeitsräume und bieten dabei den Vorteil einer sehr guten Farbwiedergabe der natürlich beleuchteten Gegenstände. Da die Lichtverhältnisse das Sehvermögen beeinflussen, haben sie zudem einen direkten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit. Genügend Tageslicht ist eine wichtige Voraussetzung für die Gesundheit. Tageslicht wirkt zusammen mit Botenstoffen und Hormonfreisetzungen mit, um viele Körperprozesse inklusiv dem Schlaf-Wach-Zyklus zu steuern. Auf diesem Weg werden auch unsere Emotionen beeinflusst. Zu wenig Tageslicht kann zu einer depressiven Verstimmung und zu Energielosigkeit führen.

Der Blick ins Freie ist für das Wohlbefinden des Menschen unerlässlich. Der Mensch hat ein natürliches Bedürfnis nach räumlicher, zeitlicher und sozialer Orientierung. Dies gibt ihm ein Gefühl von Sicherheit und Kontrolle. Der Kontakt mit der Aussenwelt kann sowohl eine erholsame als auch eine aktivierende Wirkung haben. Punktraster, Streifen oder Flächen können je nach Gestaltung den Eindruck erzeugen, eingeschlossen zu sein und so das Wohlbefinden beeinträchtigen.

Bei bedruckten oder gefärbten Glasfassaden kann je nach Bedruckungsgrad und Transmissionsgrad des Glases zu wenig Tageslicht in den Raum gelangen, dies gilt auch für vorgehängte Fassaden. In den folgenden Abschnitten werden verschiedene Beispiele und relevante Aspekte für den Bewilligungsprozess beschrieben.

4 Bedruckte Glasfassaden

4.1 Arten von Bedruckungen

Es gibt verschiedene Arten von Glasbedruckungen, die verschiedene Wahrnehmungsstörungen erzeugen können. Wichtig sind die Unterschiede der Wahrnehmung von Punktmustern, Streifenmustern und Bildmustern. Eine Glasfassade kann zugleich verschiedene Formen von Bedruckungen aufweisen z.B. Punkte und Streifen, und zugleich kann das Glas farbig sein. Dies erzeugt kombinatorische Effekte (siehe Kapitel 5).

4.1.1 Punktmuster

Durch das Bedrucken der Glasfassaden mit Punkten entsteht eine Rasterstruktur. Diese ergibt sich aus der Punktgrösse, der Farbe, der Anordnung und dem Bedruckungsgrad. Rasterstrukturen auf einer Glasfassade können die Sicht ins Freie beeinträchtigen. Für eine aussagekräftige Beurteilung sind ein Produktionsmuster sowie die Glasspezifikation vom Glashersteller anzufordern.

Punktgrösse:

Die Grösse der Punkte ist bedeutsam, weil kleinere Punkte schon auf kurzen Distanzen nicht als solche wahrgenommen werden (kritische Sehdistanz für Verschmelzung). Die Punktgrösse ist aber für sich allein nicht aussagekräftig genug. Sie steht immer in Wechselwirkung v.a. mit dem Bedruckungsgrad. Entscheidend, ob bei einer bestimmten Punktgrösse Sehstörungen auftreten, sind die Punktgrösse, der Bedruckungsgrad und die Distanz zum Arbeitsplatz.

Bedruckungsgrad:

Die Grösse der Punkte und der Punktabstand ergeben den Bedruckungsgrad. Ein grösserer Bedruckungsgrad bedeutet geringere Wärmeentwicklung im Raum aber auch eine Reduktion des Tageslichteinfallendes und damit eine Verdunkelung des Raumes.

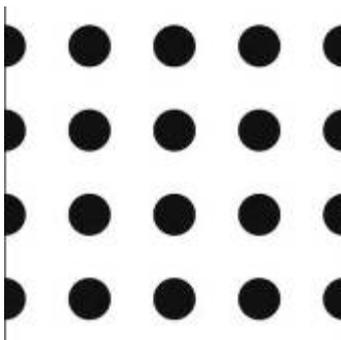


Abb. 1: Punktraster, positiv, symmetrisch, Bedruckungsgrad 20%

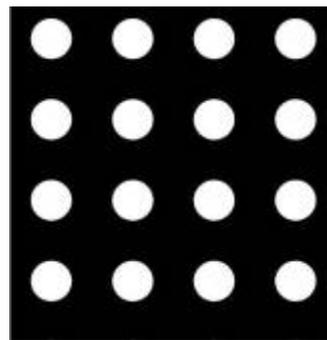


Abb. 2: Punktraster, negativ, symmetrisch, Bedruckungsgrad 80%

Farbe der Punkte:

Weisse Punkte reduzieren die Lichttransmission weniger als schwarze Punkte. Es bleibt im Raum deswegen heller. Hingegen beginnen weisse Punkte bei direkter Sonneneinstrahlung zu leuchten. Dies kann zu hohen Leuchtdichten führen und dadurch zu Blendung. Zudem erzeugen weisse Punkte einen Milchglaseffekt und beeinträchtigen die Wahrnehmung der Aussenwelt stark. Ein schwarzer Aufdruck auf der Innenseite der Punkte kann Abhilfe bringen.

Schwarze Punkte sind weniger kritisch, da sie nicht leuchten. Ein Nachteil ist, dass schwarze Punkte als Blickfang wirken können. Schwarze Punkte wirken wie ein Graufilter. Die Lichttransmission wird reduziert. Die Wahrnehmung der Aussenwelt wird aber weniger beeinträchtigt als bei weissen Punkten, da der Sehkontrast relativ gut ist.

Anordnung der Punkte:

Die Anordnung der Punkte beeinflusst die Wahrnehmung. Horizontale, vertikale, und diagonale Anordnung können zu einer Streifenbildung führen. Eine versetzte Anordnung der Punkte führt weniger zu einer Streifenbildung und ist daher weniger irritierend.

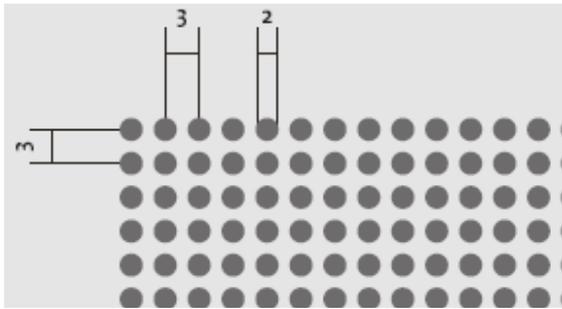


Abb. 3: Punkte 2mm, positiv, Bedruckungsgrad 35%, symmetrisch

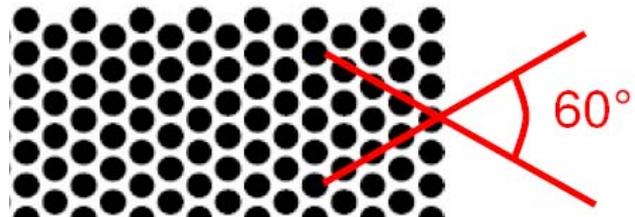


Abb. 4: Punkte 2mm, positiv, vertikal um 60° versetzt

4.1.2 Streifenmuster

Streifenbreite:

Streifenbreite, Streifenlage und Abstand zwischen den Streifen sowie Kopfbewegungen, können unterschiedliche Störungen hervorrufen. Es ist zu unterscheiden zwischen dem Vorbeigehen an einem Streifenmuster und Kopfbewegungen im Sitzen oder Stehen, da ganz andere Effekte erzeugt werden. Beim Sitzen können schon kleine Kopfbewegungen zu Irritationen führen. Die Objekte in der Aussenwelt scheinen sich in diesem Fall zu bewegen. Dies kann zu Schwindel und Sehstörungen führen.

Schmale Streifen mit geringem Streifenabstand können eine Filterwirkung haben, wie es analog bei Punktrastern beschrieben ist. Streifen mit breiten Abständen sind weniger problematisch, wenn ein ungehinderter Durchblick möglich ist. Streifenmuster, die im Blickfeld grosse Streifenabstände aufweisen, sind weniger kritisch zu bewerten. Die grösseren Abstände zwischen den Streifen wirken wie ein Fenster. Streifenmuster können das Wohlbefinden stören, wenn sie das Gefühl vermitteln, eingeschlossen zu sein.



Abb. 5: Streifenmuster, deutliche Farbveränderung und schlechter Kontrast zur Aussenwelt

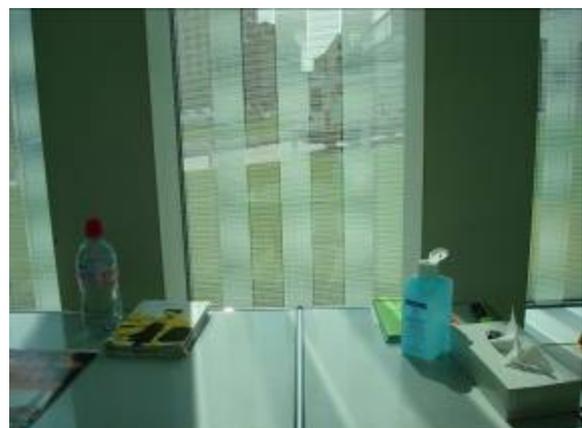


Abb. 6: Streifenmuster, grosse Leuchtdichtunterschiede, fehlender Blendschutz, unangenehmer Arbeitsplatz

Bedruckungsgrad:

Dieser hängt von der Breite der Streifen und von den Zwischenräumen ab. Der Bedruckungsgrad kann der technischen Spezifikation des Glases entnommen werden (vom Hersteller anzufordern).

Farbe der Streifen:

Wie bei den Punktrastern haben weisse und farbige Streifen unterschiedliche Wirkung auf die individuelle Wahrnehmung und auf das Wohlbefinden.

4.1.3 Bildmuster:

Bei Bildmustern werden verschiedene Verfahren angewendet. Meist handelt es sich um Punktraster, die im Digitaldruckverfahren aus der Distanz Bilder ergeben. Bei diesen Bildmustern können daher dieselben Störungen auftreten wie bei den Punktrastern. Eingetätzte Bilder und Glasmalereien erlauben keine ungestörte Sicht ins Freie. Die Einschränkung muss im konkreten Fall beurteilt werden. Ziel: Sicht ins Freie muss gewährt bleiben.

Bildmuster und Farben:

Es kommt darauf an, welche Teile eines Bildmusters im Blickfeld sind. Bildmuster im Blickfeld können durch die Farbgestaltung und die Musterung die Sicht ins Freie beeinträchtigen. Bildmuster ausserhalb des Blickfeldes sind unkritisch für die Sicht ins Freie, sie können sich aber im Rauminnen störend auswirken. Bildmuster können sehr bedeutsam für die Raumatmosphäre sein (z.B. Schattenwurf, Farbspiel bei Sonneneinstrahlung).



Abb. 7: Bildmuster mit geringem Bedruckungsgrad, keine Sichtbehinderung

Bedruckungsgrad:

Der Bedruckungsgrad hängt vom Bild ab. Der Bedruckungsgrad kann der technischen Spezifikation des Glases entnommen werden (vom Hersteller anzufordern).

4.2 Störungen durch die Bedruckung

4.2.1 Störungen der Wahrnehmung der Aussenwelt

Rasterstrukturen auf einer Glasfassade beeinträchtigen beim Blick ins Freie die Wahrnehmung der Aussenwelt. Die Art der Beeinträchtigung hängt von der Distanz des Betrachters zur Glasfassade und von der Bedruckung ab.

Befindet sich die Person in einer Distanz, in der die Rasterstruktur sichtbar ist, fokussieren ihre Augen automatisch darauf. Von der Aussenwelt sind dann nur noch grobe Strukturen wahrnehmbar. Details können nicht mehr erkannt werden. Helligkeits- und Farbkontraste, die für das Erkennen von Objekten von entscheidender Bedeutung sind, werden durch die Ras-

terstruktur reduziert. Bei Kopfbewegungen können an Konturen von Objekten in der Aussenwelt Bewegungstäuschungen entstehen, die sehr irritierend wirken und bei empfindlichen Personen zu Schwindelgefühlen und Übelkeit führen. Dieser Effekt kann auch beim Gehen auftreten.

Ist die Distanz der Person zur Fassade so gross, dass die Rasterstruktur nicht mehr sichtbar ist, entsteht ein anderer Effekt, der weniger störend ist. Die Rasterstruktur wirkt wie ein Graufilter. Dem Bild von der Aussenwelt wird ein Schleier überlagert, der je nach Farbe der Rasterstruktur von dunkelgrau bis weiss reicht. Sind die Rasterstrukturen weiss, entsteht ein Milchglaseffekt, der die Wahrnehmung der Aussenwelt relativ stark beeinträchtigt. Durch Rasterungen entstehen Filter (dunkle, nicht durchscheinende Punkte : Graufilter; durchscheinende farbige Punkte: Farbfilter).



Abb.8: Schwarze Punkte wirken wie ein Graufilter, Kontrast ist akzeptabel.



Abb.9: Weisse Punkte ergeben einen Weissfilter. Der Kontrast ist schlecht (Milchglaseffekt). Dies ist nicht akzeptabel.

Die Anordnung der Rasterelemente hat ebenfalls einen grossen Einfluss auf die Qualität der Wahrnehmung. Horizontale, vertikale und diagonale Anordnungen führen zu einer Streifenbildung, und Störwirkungen sind zu erwarten. Kopfbewegungen können dann zu Bewegungstäuschungen führen. Eine versetzte Anordnung der Punkte führt weniger zu Streifenbildung und ist daher weniger irritierend.

Eine Bedruckung, welche auf der Innenseite der Gläser angebracht ist, ist weniger wetterexponiert, die Gläser lassen sich besser reinigen und die Bedruckung wird mechanisch weniger beansprucht. Eine Bedruckung der Aussenseite des Glases hingegen wird mechanisch stärker strapaziert und kann bei Regen zu Rinnenbildungen führen, was zusätzliche Störungen der Sicht ins Freie hervorrufen kann.

Allgemein gilt:

Es muss relativ leicht sein, auf Objekte in der Aussenwelt zu fokussieren.

Je geringer der Bedruckungsgrad, desto weniger wird die Sicht beeinträchtigt.

Bei gleichem Bedruckungsgrad und bei geringem Abstand zum Arbeitsplatz beeinträchtigen grössere Punkte die Sicht weniger als kleinere. Begründung: Die Aussenwelt kann durch die Zwischenräume besser wahrgenommen werden.

Bei gleichem Bedruckungsgrad und bei grossem Abstand zum Arbeitsplatz beeinträchtigen kleine Punkte die Sicht weniger als grössere. Begründung: Die einzelnen Punkte sind kaum sichtbar, sondern wirken je nach Farbe wie ein Filter.

4.2.2 Störungen der Wahrnehmung im Innenraum

Störungen durch Nachbilder

Bei groben Rasterstrukturen kann es an sonnigen Tagen zu starken Helligkeitskontrasten kommen, die dazu führen, dass das Auge beim Blick ins Freie auf äussere Strukturen / Objekte adaptiert. Wird der Blick danach wieder auf das Arbeitsfeld gerichtet, entstehen störende Nachbilder dieser Strukturen/Objekte. Diese Störung der Wahrnehmung beeinträchtigt das Wohlbefinden und das Leistungsvermögen und ist besonders bei Feinarbeit oder Arbeit am Bildschirm zu vermeiden.

Störungen durch Blendung

Zuviel direktes Tageslicht, ständig sich ändernde Lichtverhältnisse und grosse Leuchtdichteunterschiede am Arbeitsplatz können störend wirken. Bei direkter Sonneneinstrahlung ist deswegen ein Blendschutz erforderlich. Wenn automatisch gesteuerte Blendschutzsysteme von den Arbeitnehmenden übersteuert werden können, ist ihre Akzeptanz im allgemeinen besser. Achtung: Ein bedrucktes Glas ersetzt keinen Blendschutz!

Schattenwurf

Musterungen können einen störenden Schattenwurf auf den Arbeitsflächen oder sonstigen Gegenständen oder Wänden bewirken. Der Schattenwurf hängt stark von der Art der Fassadengestaltung, von der Rasterung und Grösse der Musterung sowie vom Vorhandensein eines zusätzlichen Blendschutzes ab.

Spiegelungen

Alle Gläser spiegeln. An der Innenseite des Fensters können insbesondere bei höherem Bedruckungsgrad und dunklen Scheiben störende Spiegelungen vorkommen.

Lichtverhältnisse

Der Bedruckungsgrad wirkt sich auf den Tageslichteinfall aus. Dieser ist auch von der Raumtiefe und -höhe abhängig. Ein hoher Bedruckungsgrad kann die Raumatmosphäre beeinträchtigen: der Raum kann düster wirken.

Allgemein gilt:

Weisse und helle, durchscheinende Punktfarben leuchten stark, wenn die Sonne darauf scheint. Dies führt zu Blendungen durch erhöhte Leuchtdichten.

Schwarze und nicht durchscheinende Punktfarben reduzieren die Lichttransmission stärker als weisse und helle durchscheinende Punktfarben.

Je grösser der Bedruckungsgrad, desto geringer der Tageslichteinfall und desto stärker wird die Sicht ins Freie beeinträchtigt.

5 Farbige Fensterflächen und Glasfassaden

In der menschlichen Wahrnehmung spielt die Farbe eine zentrale Rolle zur Identifizierung von Objekten. Beim Blick durch farbige Glasfassaden und Fensterflächen werden die Farben der Objekte der Aussenwelt verfälscht. Andererseits kann das durch farbige Glasflächen gefilterte Licht das Innenraumklima verbessern, indem es die Sonne- und Wärmeeinstrahlung vermindert.

Mit abnehmender Lichtdurchlässigkeit des Glases können die Objekte in der Aussenwelt immer ungenauer erkannt werden und es kann der Eindruck von Eingeschlossenensein entstehen. Zudem können dunkel getönte Gläser wie ein Graufilter wirken. Dabei bleibt der Kontrast meistens gut.

Spezifische Kombinationen von Bedruckungen und Glasfarben können Störungen verstärken. Weisse Punkte auf dunklem Glas beispielsweise heben sich mehr ab als auf farblosem Glas.

Helle Mischfarben besitzen eine bessere Farbwirkung. Das gefilterte Licht kann jedoch die Farbwiedergabe negativ beeinflussen.

Das durch die farbigen Glasflächen gefilterte Licht im Inneren kann Auswirkungen auf die Leistung und das Wohlbefinden haben. So wurde in einer wissenschaftlichen Studie gezeigt, dass die Farbe Rot die kognitive Leistungsfähigkeit beeinträchtigt. Das heisst, die Fähigkeit klar zu denken wird behindert. Für eine gute Farbwiedergabe darf das Lichtspektrum keine grossen Lücken aufweisen. Darum wird bei farbigem Licht das korrekte Erkennen von Objektdetails am Arbeitsplatz beeinträchtigt. Die Folge davon ist, dass Arbeiten, bei welcher die Farberkennung wichtig ist, in diesen Räumen nicht durchgeführt werden können.

Farbiges Licht kann die Raumatmosphäre verändern. Zum Beispiel kann durch gelbliches Licht der Eindruck von ständigem Sonnenschein vermittelt werden. Solche Verfälschungen der Aussenwelt können irritieren und stören.

Dunkle Gläser spiegeln stärker als helle. Gläser können sich auch bei Dunkelheit und Lichteinstrahlung von aussen unangenehm aufleuchten (z.B. Gläser mit starker Blau- oder Violett-Tönung).



Abb. 10: Vorgehängte Glasfassade



Abb. 11: Innenausblick durch vorgehängte Glasfassade, keine Sichtbeeinträchtigung

Allgemein gilt:

Farbiges Licht kann die Wahrnehmung und Stimmung im Raum verändern. Sicherheitsfarben müssen als solche immer erkennbar bleiben.

6 Vorgehängte Fassadenelemente

Darunter versteht man vorgehängte, hinterlüftete Fassadenelemente, die eine zusätzliche schützende und gestaltende Einheit vor der Fassade bilden.



Abb. 12: Streckmetall

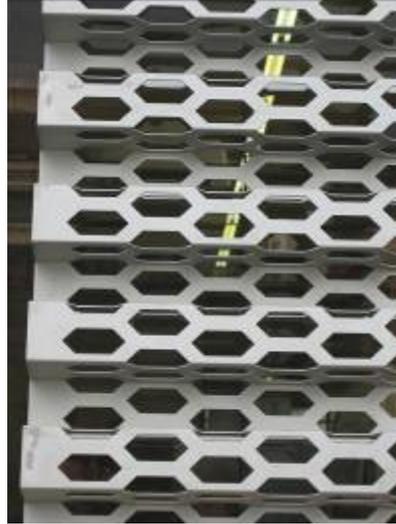


Abb. 13: Stanzblech



Abb. 14: Metallgewebe

Wie bei bedruckten Gläsern wird auch bei vorgehängten Fassaden die Sicht ins Freie beeinträchtigt. Je nach Rasterung, Lochgrösse und Farbwahl sind Wahrnehmungsstörungen, Störungen durch Blendung bzw. Sichtreduktionen zu erwarten („Gefängniswirkung“).



Abb. 15: Arbeitsplatz hinter statischen Elementen und festinstallierter Streckmetallfassade, „Gefängniswirkung“



Abb. 16: Verschiebbares Fassadenelement, zulässig

Allgemein gilt:

Je nach Muster können vorgehängte Elemente ähnliche Sichtstörungen verursachen wie bedruckte Gläser.

Grössere Öffnungen lassen das Sonnenlicht durchscheinen, das ergibt Blendungen durch grosse Leuchtdichteunterschiede.

7 Beurteilen einer Fassade

Es gibt 4 Schritte bis zum Entscheid!

7.1 Beurteilungssituation

Nehmen Sie bereits in der Planungsphase eine Bemusterung vor. Beurteilen Sie die Produktionsmuster bei verschiedenen Lichtverhältnissen und Witterungen. Beurteilen Sie die Muster immer aus der gleichen Blickdistanz von einem hypothetischen Arbeitsplatz aus. Es bewährt sich, die Muster auf ein fahrbares Gestell zu montieren. Beziehen Sie nach Möglichkeit Planer, Betriebsverantwortliche und betroffene Arbeitnehmende ein.

7.2 Beurteilungsliste

Nehmen Sie die Beurteilung mit einer der folgenden Beurteilungslisten im Anhang vor:

- Anhang 1: Glasscheiben mit Punktmuster
- Anhang 2: Glasscheiben mit Streifenmuster
- Anhang 3: Glasscheiben mit Bildmuster
- Anhang 4: Vorgehängte Fassaden

7.3 Beurteilung der Einzelmerkmale und des Wohlbefindens

Beurteilen Sie die Einzelmerkmale in der jeweiligen Beurteilungsliste. Anschliessend beurteilen Sie das subjektive Wohlbefinden am hypothetischen Arbeitsplatz. Für die Beurteilung sind vier Einstufungsniveaus vorgesehen:

- 4 gut, angenehm
- 3 genügend, leichte Beeinträchtigung
- 2 ungenügend, starke Beeinträchtigung
- 1 schlecht, unzumutbar

7.4 Gesamtbewertung und Entscheid

Nehmen Sie eine Gesamtbewertung vor. Diese basiert auf der Beurteilung der einzelnen objektiven Merkmale einschliesslich der Beurteilung des subjektiven Wohlbefindens.

- leichte Beeinträchtigungen: zulässig
- starke Beeinträchtigungen: Auf Antrag Ausnahmegewilligung mit Auflagen möglich (Verfahren gemäss Art. 39 ArGV 3)
- unzumutbare Beeinträchtigungen: Ablehnung

8 Begriffe

Bedruckungsgrad	Der Bedruckungsgrad ist abhängig vom Raster. Er wird bestimmt durch das Verhältnis von bedruckter Fläche zur Gesamtfläche. Der Bedruckungsgrad beeinflusst die Lichttransmission und den g-Wert.
Blendschutz	Raster bieten keinen Schutz gegen Blendung. Das Sonnenlicht scheint durch das Raster und erzeugt Blendungen durch grosse Leuchtdichteunterschiede. Sonnenbeschienene Fassadenbereiche sind mit einem Blendschutz (Sonnenschutzsystem) zu versehen.
Blendung	Eine Blendung wird durch unterschiedliche Leuchtdichteverteilungen in unmittelbarer Umgebung oder durch sehr hohe Leuchtdichten im weiteren Umfeld hervorgerufen. Die physiologische Blendung ist eine messbare Beeinträchtigung des Sehvermögens. Die Blendung kann auch das Wohlbefinden stören.
Fassade	Unter Fassade versteht man die Aussenhaut eines Gebäudes. Gleichgesetzt wird diese auch mit der Außenwand.
g-Wert (in Herstellerangaben enthalten)	Der Gesamtenergiedurchlassgrad gibt den Anteil der Sonnenenergie (im Wellenlängenbereich zwischen 300 nm und 2500 nm) an, der durch das Glas durchgelassen wird. Der Wert ergibt sich aus der einfallenden Energie abzüglich der Anteile, die vom Glas reflektiert und absorbiert werden. Je niedriger der Wert, um so weniger Sonnenenergie wird in den Raum gelassen (siehe auch Sonnenschutzgläser).
Kontrast	Kontrast bezeichnet den Unterschied zwischen hellen und dunklen Bereichen eines Bildes (es unterscheidet helle und dunkle Farben). Sind die Kontraste zu gering, führt dies zu Monotonie und dadurch zu Ermüdung. Zu hohe Kontraste beanspruchen die Funktionen des Sehapparates übermässig und führen dadurch zu Leistungsverminderungen und Zunahme der Fehlerhäufigkeit.
Lichttransmissionsgrad τ	Der Lichttransmissionsgrad ist die Lichtdurchlässigkeit eines Glases / Stoffes. Für bedruckte Gläser gibt es von den Herstellern Tabellen, die die Reduktion der Lichttransmission in Abhängigkeit des Bedruckungsgrades angeben. Der Lichttransmissionsgrad kann auch direkt gemessen werden.
Raster	Als Raster bezeichnet man eine gleichmässig unterteilte Fläche.
Sonnenschutzgläser	Gläser mit niedrigen g-Werten (0.18 – 0.48). Sie reduzieren die Einstrahlung der Sonnenenergie.
Sonnenschutzsystem	Das Sonnenschutzsystem reduziert den Eintrag von Sonnenenergie und dient gleichzeitig als Blendschutz.
Ständiger Arbeitsplatz	Als ständiger Arbeitsplatz gilt ein Arbeitsbereich, wenn er während mehr als 2 ½ Tagen pro Woche durch einen Arbeitnehmer bzw. eine Arbeitnehmerin oder auch durch mehrere Personen nacheinander besetzt ist. Dieser Arbeitsbereich kann auf einen kleinen Raumbereich begrenzt sein oder sich über den ganzen Raum erstrecken.
Transluzenz	Lichtdurchlässigkeit eines Mediums.
Transparenz	Durchsichtigkeit eines Mediums, Blickdurchlässigkeit.
Vorgehängte Fassade	Vorgehängte, hinterlüftete Fassadenelemente, die eine zusätzliche schützende und gestaltende Einheit vor der Fassade bilden.

Anhang



Anhang 2: Beurteilung von Glasscheiben mit Streifenmuster

Effekt	Einstufung ①				Bemerkungen
	1	2	3	4	
Farbe der Scheibe					
<input type="checkbox"/> Klarglas <input type="checkbox"/> andere Farbe:					
Streifenbreite / Bedruckungsgrad					
<input type="checkbox"/> Streifenbreite = Streifenzwischenraum mm <input type="checkbox"/> Streifenbreite > Streifenzwischenraum / mm <input type="checkbox"/> Streifenbreite < Streifenzwischenraum / mm <input type="checkbox"/> Progressive Zunahme Streifenbreite und Abstände <input type="checkbox"/> Unregelmässige Streifenbreiten					
Bedruckungsgrad in %:					
Farbe der Streifen					
<input type="checkbox"/> weiss <input type="checkbox"/> andere Farbe:					
Anordnung der Streifen					
<input type="checkbox"/> vertikal <input type="checkbox"/> horizontal <input type="checkbox"/> diagonal (45°) <input type="checkbox"/> versetzt um Winkel α :					
Lage der Bedruckung auf der Scheibe ②					
Abstand Scheibe zum ständigen Arbeitsplatz					
<input type="checkbox"/> < 2m <input type="checkbox"/> andere Distanz in m:					
Lichttransmissionsgrad					
τ -Wert in %:					
Sichtqualität					
Kontrast					
Farbechtheit					
Sonstige Erscheinungen					
Schattierung der Streifen auf Wand / Mobiliar					
Spiegelung					
Blendschutz					
<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, Bauart:					
Gesamtbeurteilung der einzelnen Einstufungen					
Wohlbefinden					

Entscheid:

- leichte Beeinträchtigungen ➤ Fassade zulässig
 starke Beeinträchtigungen ➤ Fassade optimieren
 unzumutbare Beeinträchtigungen ➤ Fassade ablehnen

Ausnahmebewilligung nur möglich wenn Voraussetzungen gemäss Art. 39 ArGV 3 erfüllt sind.

Legende

① 1 = schlecht, 2 = ungenügend, 3 = genügend, 4 = gut,
 unzumutbar starke Beeinträchtigung leichte Beeinträchtigung angenehm

② Lage aus der Glasspezifikation des Herstellers z. B. Punkte auf Innenseite der äusseren Scheibe



Anhang 3: Beurteilung von Glasscheiben mit Bildmuster

Effekt	Einstufung ①				Bemerkungen
	1	2	3	4	
Farbe der Scheibe					
<input type="checkbox"/> Klarglas <input type="checkbox"/> andere Farbe:					
Art des Bildmusters					
Anordnung des Bildmusters <input type="checkbox"/> im Blickfeld <input type="checkbox"/> ausserhalb des Blickfeldes					
Flächenanteil des Bildmusters auf der Scheibe in %:					
Bedruckungsgrad des Bildmusters in %:					
Farbe des Bildmusters (Raster auf der Innenseite)					
<input type="checkbox"/> schwarz <input type="checkbox"/> farbig					
Farbwirkung des Rastermusters auf der Innenseite					
Farbverteilung / Farbkombination					
Lage der Bedruckung auf der Scheibe ②					
Abstand Scheibe zum ständigen Arbeitsplatz					
<input type="checkbox"/> < 2m <input type="checkbox"/> andere Distanz in m:					
Lichttransmissionsgrad					
τ-Wert in %:					
Sichtqualität					
Kontrast					
Farbechtheit					
Sonstige Erscheinungen					
Schattierung des Bildes auf Wand / Mobiliar					
Spiegelung					
Blendschutz					
<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja, Bauart:					
Gesamtbeurteilung der einzelnen Einstufungen					
Wohlbefinden					

Entscheid:

- leichte Beeinträchtigungen ➤ Fassade zulässig
 - starke Beeinträchtigungen ➤ Fassade optimieren
 - unzumutbare Beeinträchtigungen ➤ Fassade ablehnen
- Ausnahmebewilligung nur möglich wenn Voraussetzungen gemäss Art. 39 ArGV 3 erfüllt sind.

Legende

- ① 1 = schlecht, 2 = ungenügend, 3 = genügend, 4 = gut,
 unzumutbar starke Beeinträchtigung leichte Beeinträchtigung angenehm

② Lage aus der Glasspezifikation des Herstellers z. B. Bild auf Innenseite der äusseren Scheibe



Anhang 4: Beurteilung von vorgehängten Fassaden

Effekt	Einstufung ①				Bemerkungen
	1	2	3	4	
Farbe der Scheibe					
<input type="checkbox"/> Klarglas <input type="checkbox"/> andere Farbe:					
Art der Fassade					
<input type="checkbox"/> Lochblech <input type="checkbox"/> Streckgitter <input type="checkbox"/> Drahtgeflecht <input type="checkbox"/> andere Ausführung:					
Bedeckter Flächenanteil der Scheibe durch Fassade in %:					
Farbe der Fassade					
<input type="checkbox"/> stahlfarben <input type="checkbox"/> andere Farbe:					
Abstand der Fassade zum ständigen Arbeitsplatz					
Distanz in m:					
Sichtqualität					
Kontrast					
Farbechtheit					
Sonstige Erscheinungen					
Schattierung der Fassade auf Wand / Mobiliar					
Spiegelung					
Gefängniswirkung					
Blendschutz					
<input type="checkbox"/> durch vorgehängte Fassade <input type="checkbox"/> separater Blendschutz					
Gesamtbeurteilung der einzelnen Einstufungen					
Wohlbefinden					

Entscheid:

- leichte Beeinträchtigungen ➤ Fassade zulässig
- starke Beeinträchtigungen ➤ Fassade optimieren
- unzumutbare Beeinträchtigungen ➤ Fassade ablehnen

Ausnahmebewilligung nur möglich wenn Voraussetzungen gemäss Art. 39 ArGV 3 erfüllt sind.

Legende

- ① 1 = schlecht, 2 = ungenügend, 3 = genügend, 4 = gut,
 unzumutbar starke Beeinträchtigung leichte Beeinträchtigung angenehm

Anhang 5: Erläuterungen zur Beurteilung von Fassaden

Merkmal	Einstufung 1 oder 2	Einstufung 3 oder 4
Abstand der Scheibe zum Arbeitsplatz	Geringer Abstand, Augen fokussieren auf Raster. Aussenwelt ist nur als Grobstruktur wahrnehmbar.	Grosser Abstand, Augen fokussieren nicht auf Raster. Aussenwelt ist gut wahrnehmbar.
Anordnung - des Bildmusters - der Punkte - der Streifen	Bild im Blickfeld beeinträchtigt den Blick ins Freie. Horizontale, vertikale oder diagonale Anordnung der Punkte führen zu Streifenbildung mit starker Störwirkung. Kopfbewegungen führen zu Bewegungstäuschungen. Horizontale oder vertikale Anordnung der Streifen führen zu starker Störwirkung. Kopfbewegungen führen zu Bewegungstäuschungen. Gefängniswirkung.	Bild ausserhalb des Blickfelds lässt ungestörten Blick ins Freie zu. Versetzte Anordnung der Punkte, geringe Streifenbildung und Störwirkung. Kopfbewegungen führen nur zu geringen Bewegungstäuschungen. Grosse Abstände zwischen den Streifen verringern die Gefängniswirkung.
Art - der Musterung - der vorgehängten Fassade	Negative Musterung (Durchmesser der Punkte grösser als Abstand). Hoher Deckungsgrad, niedriger Tageslichteinfall. Sichtbeeinträchtigung durch engmaschige Fassade. Grosse Öffnungen erzeugen Blendung durch grosse Leuchtdichteunterschiede. Schattierung oder Spiegelung der Fassade auf Wand oder Mobiliar. Gefängniswirkung.	Positive Musterung (Durchmesser der Punkte kleiner als Abstand). Niedriger Deckungsgrad, hoher Tageslichteinfall. Keine Beeinträchtigung durch verschiebbare Fassadenelemente. Geringe Sichtbeeinträchtigung durch breitmaschige Fassade. Geringe Blendwirkung. Geringe Schattierung oder Spiegelung. Geringe Gefängniswirkung.
Bedruckungsgrad	Hoher Bedruckungsgrad, niedriger Tageslichteinfall. Sicht ins Freie stark beeinträchtigt. Spürbare Verdunkelungserscheinungen im Raum. Ständige künstliche Zusatzbeleuchtung erforderlich.	Niedriger Bedruckungsgrad, hoher Tageslichteinfall. Sicht ins Freie leicht beeinträchtigt. Keine oder nur leichte Verdunkelungserscheinungen im Raum. Keine ständige künstliche Zusatzbeleuchtung erforderlich.
Blendschutz	Raster bieten keinen Schutz gegen Blendung. Ungenügender Blendschutz.	Zusätzliches Blendschutzsystem vorhanden. Ausreichender Blendschutz.

Merkmal	Einstufung 1 oder 2	Einstufung 3 oder 4
Punktgrösse	Bezogen auf die Punktgrösse ist die kritische Sehdistanz unterschritten, Punkte werden als einzelne Punkte störend wahrgenommen.	Kleine Punkte mit geringer Störwirkung. Kritische Sehdistanz ist nicht unterschritten, Punkte werden nicht als einzelne Punkte wahrgenommen.
Schattierung	Starke Störung durch Schattenwurf am Arbeitsplatz (jahreszeitenabhängig).	Keine wesentliche Störung durch Schattenwurf am Arbeitsplatz.
Spiegelung	Starke Störung durch Spiegelungen an der Innenseite des Fensters. Dunkle Gläser spiegeln stärker als helle.	Keine wesentliche Störung durch Spiegelungen. Helle Gläser spiegeln weniger stark als dunkle.
Streifenbreite	Bei feinen horizontalen Linien entsteht das subjektive Gefühl eines Flimmerns. Das Auge fokussiert auf die Linien, der Blick ins Freie ist stark beeinträchtigt. Bei feinen vertikalen Linien oder geringen Streifenabständen können bewegte Objekte zu Unwohlsein führen.	Bei breiteren horizontalen Linien oder grossen Streifenabständen weniger stark ausgeprägtes Flimmergefühl. Die Wahrnehmung der Aussenwelt wird weniger stark beeinträchtigt. Bei breiteren vertikalen Linien oder grossen Streifenabständen weniger stark ausgeprägtes Unwohlsein durch bewegte Objekte.
Wohlbefinden	Beeinträchtigung der Sicht ins Freie, Raum wirkt düster. Raum muss auch im Sommer ganztags künstlich beleuchtet werden. Raum wirkt einengend.	Ungestörte Sicht ins Freie oder nur leichte Beeinträchtigung. Gute Lichtverhältnisse im Raum. Angenehmes Raumgefühl.