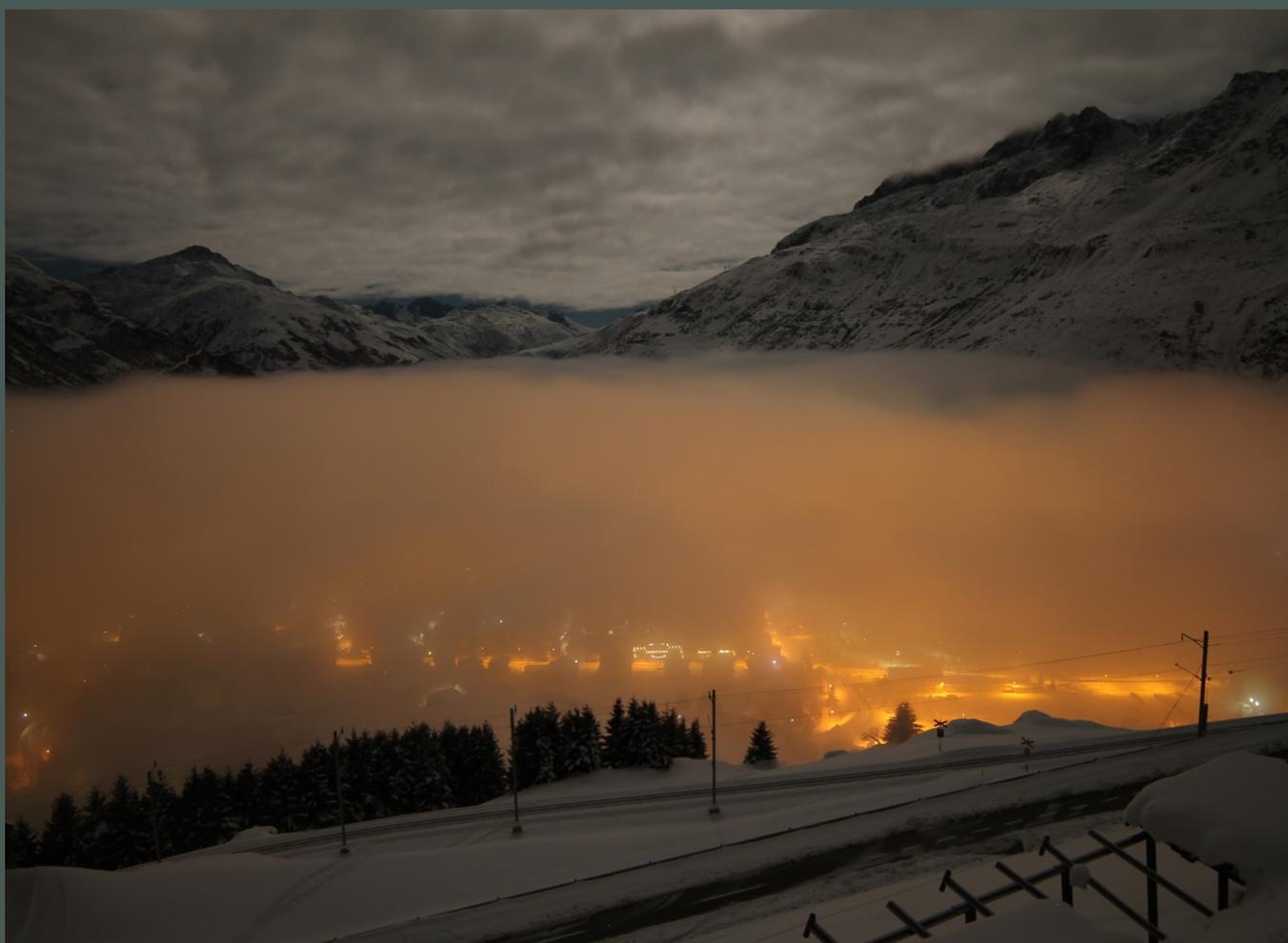


Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen

Stand 2021



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen

Stand 2021

Impressum

Rechtliche Bedeutung

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert die Vorgaben des Bundesumweltschutzes in Bezug auf unbestimmte Rechtsbegriffe und den Umfang sowie die Ausübung des Ermessens. Damit soll eine einheitliche Vollzugspraxis gefördert werden. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Alexander Reichenbach (Abt. Lärm und NIS, BAFU), Danièle Breitenbücher (Abt. Recht, BAFU), Christopher Gerpe (Abt. Biodiversität und Landschaft, BAFU), Danièle Hofmann (Abt. Biodiversität und Landschaft, BAFU), Jürg Minger (Federas Beratung AG), Dr. Jennifer Vonlanthen (Abt. Recht, BAFU)

Mit früherer Mitarbeit von:

Dr. Jürg Baumann (Abt. Lärm und NIS, BAFU), Dr. Saskia Bourgeois (Abt. Lärm und NIS, BAFU), Julius Nötzli (Abt. Recht, BAFU), Benedict Wyss-Käppeli (Abt. Lärm und NIS, BAFU)

Begleitung

Leitung

Urs Walker (Abt. Lärm und NIS, BAFU)

Bundesstellen

Hans-Jörg Birrer (bis 2020), Maximilian Schubiger (Bundesamt für Sport BASPO), Dr. Kurt Bisang (Bundesamt für Energie BFE), Dr. Peter Blattner (Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS), Siegfried Burkhalter (Bundesamt für Bauten und

Logistik BBL, Vertreter Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren KBOB)

Kantone

Stephan Breuer (Tiefbauamt des Kantons Bern, Vertreter Konferenz der Kantonsingenieure KIK), Dr. Odile Bruggisser (Amt für Raumplanung Kanton Solothurn, Vertreterin Konferenz der Beauftragten für Natur- und Landschaftsschutz KBNL), Valentin Delb (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL, Kanton Zürich), Marcel Mössner (Lufthygieneamt beider Basel)

Städte und Gemeinden

Daniel Lehmann Pollheimer (Schweizerischer Verband Kommunale Infrastruktur SVKI)

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2021: Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen. 1. aktualisierte Auflage 2021. Erstausgabe 2005. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 2117: 169 S.

Gestaltung

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Titelbild

Lichtmonitoring Andermatt: Automatisch erstellte Nachtaufnahme von Andermatt am 14. November 2016 um 3 Uhr.

© Amt für Umweltschutz Uri / inNET Monitoring AG

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uv-2117-d

Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

1. aktualisierte Auflage 2021. Erstausgabe 2005.

© BAFU 2021

A5.7 Öffentliche Gebäude und Objekte

A5.7.1 Grundsätzliches

Bei öffentlichen Gebäuden (Verwaltungsgebäude, Schulen etc.) können funktionale *Aussenbeleuchtungen* (z. B. bei Zugangswegen und Vorplätzen) Lichtemissionen verursachen. Bei grossen Gebäuden (z. B. Hochhäuser, Spitäler) oder Gebäuden mit grossen Fensterflächen oder verglasten Treppenhäusern können zusätzlich auch von der **Innenbeleuchtung** namhafte Emissionen nach aussen gelangen, wenn die Fenster nicht mit Storen oder Fensterläden abgedeckt werden. Es handelt sich dabei um unnötige Beleuchtung, die nach aussen dringt.

Weiter werden aus gestalterischen Gründen auch Fassaden von historischen Gebäuden oder Kirchen sowie Objekte wie Stadtmauern oder Denkmäler beleuchtet. Diese *Fassaden- oder Objektanstrahlungen* erfolgten in der Vergangenheit meist über das Flutlicht- oder das Mehrleuchtenverfahren.

Beim *Flutlichtverfahren* werden um das Gebäude herum ein oder mehrere Scheinwerfer aufgestellt und die Fassaden grossflächig beleuchtet. Diese Art der Beleuchtung ist zwar verhältnismässig einfach zu realisieren, aber nicht besonders präzise. Nahe am Gebäude platzierte Scheinwerfer, die stark gegen oben gerichtet sind, strahlen einen grossen Teil des Lichts ungenutzt in den Nachthimmel ab. Und Scheinwerfer in grösserer Distanz zur Fassade haben ein hohes Potenzial für Blendungen (Ulmann 2015).

Wird eine grössere Zahl von Leuchten mit niedriger Intensität direkt an der Fassade angebracht, spricht man vom *Mehrleuchtenverfahren*. Damit können architektonische Merkmale präzise zur Geltung gebracht werden. Das Verfahren ist aufwändig in Erstellung und Unterhalt, da viele einzelne Lichtpunkte, Lichtflächen und Lichtwerte zu berücksichtigen sind. Und je nach eingesetztem Leuchtmittel kann auch der Energiebedarf beträchtlich sein (Ulmann 2015, Cieslik 2010).

Zwischen 2004 und 2008 wurde in einem von der Kommission für Technologie und Innovation KTI des Bundes geförderten Projekt das sog. *Lichtprojektionsverfahren* entwickelt. Dieses kombiniert die beleuchtungstechnischen Vorteile der herkömmlichen Flutlicht- und Mehrleuchtenverfahren – eine homogene und gleichzeitig präzise Ausleuchtung von Fassaden –, reduziert aber unerwünschte Lichtemissionen über die Gebäudekanten hinaus und senkt den Energieverbrauch. Das Verfahren beruht auf der im Grunde altbekannten Projektionstechnik. Diese wurde aber im Rahmen des KTI-Projekts im Hinblick auf einen Einsatz im städtischen Aussenbereich zur Anwendungs- und Marktreife weiterentwickelt (Cieslik 2010).

A5.7.2 Lichtprojektionsverfahren und fokussierte Beleuchtung

Beim Lichtprojektionsverfahren erfolgt die Beleuchtung von Fassaden mit einem Projektor, der verzugs-korrigierte Bildvorlagen des Gebäudes an dessen Fassade projiziert. Die Bildvorlage wird per Laser auf eine chrombeschichtete Glasplatte aufgebracht oder sie wird aufgeätzt. Schwarze Flächen auf der Vorlage verhindern den Lichtaustritt, transparente Bereiche lassen das Licht passieren. Mithilfe unterschiedlicher Graustufen lassen sich auch Helligkeitsverläufe darstellen. Solche Gobo-Masken (graphical optical blackout) werden vor das Leuchtmittel in speziell konstruierte Projektoren eingesetzt (vgl. Abbildung 22). Als Leuchtmittel wurden in den ersten Jahren Halogen-Metaldampflampen verwendet, seit 2016 kommen auch LED zum Einsatz. Die Projektoren können an Masten angehängt oder an Fassaden von gegenüberliegenden Gebäuden montiert werden (Cieslik 2010).

Je nach Umgebungshelligkeit und Reflexionseigenschaften der Fassade braucht es unterschiedlich hohe Beleuchtungsstärken, um ein Objekt mittels Lichtprojektion inszenieren zu können. Das Resultat einer gut ausgeführten Projektionsbeleuchtung überzeugt zum einen aus gestalterischer Sicht: «Das Licht wirkt angenehm für das Auge, Kontraste, Vorsprünge und Strukturen sind sehr gut [...] sichtbar» (Ulmann 2015, S. 140). Zum andern werden durch die präzise Beleuchtung unnötige Lichtemissionen reduziert. Zudem können mit den Gobo-Masken auch auf dem zu beleuchtenden Objekt Bereiche ausgespart werden, die dunkel bleiben sollen, so dass zum Beispiel kein Licht auf Brut- und Nistplätze von Vögeln in Stadtmauern oder Fenstern an Fassaden fällt.

Eine Studie der Fachhochschule Nordwestschweiz bestätigte mit Messungen, dass die Abgrenzungen des Lichtkegels scharf sind und entsprechend nur sehr wenig Licht über die Gebäudekanten oder die

zu beleuchtenden Flächen hinaus strahlt. Die Studie ortet Probleme nicht in der Technik selbst, sondern durch eine allenfalls überbordende Anwendung dieses Verfahrens, wenn Behörden, Eigentümer und Planer die zu beleuchtenden Objekte nicht sorgfältig auswählen und keine Prioritäten setzen. Ist der Entscheid für eine bestimmte Fassaden- oder Objektanleuchtung getroffen worden, so stellt dieses Lichtprojektionsverfahren den derzeit besten Stand der Technik im Hinblick auf eine Vermeidung unnötiger Lichtemissionen dar (Kobler 2009).

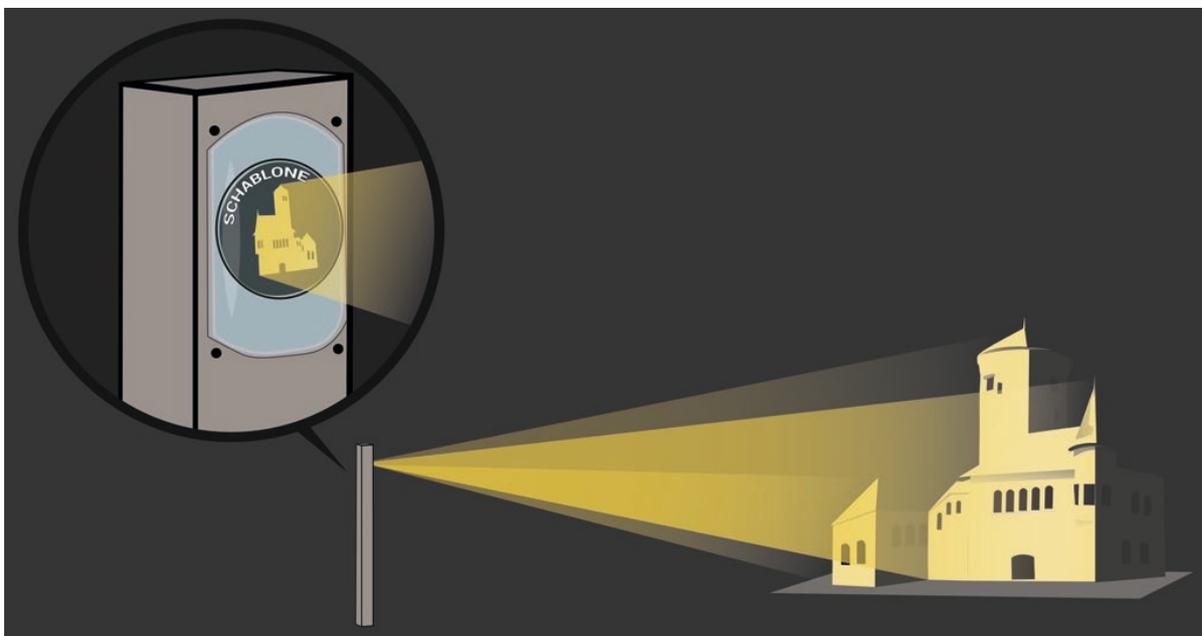


Abbildung 22: Beim Lichtprojektionsverfahren können Fassaden mittels Hell-Dunkel-Masken, die den Strahlengang des Projektors eingesetzt werden, sehr präzise beleuchtet werden.

Neben einer Fassaden- oder Objektanleuchtung mittels der Gobo-Technik, können auch spezielle LED-Lampen verwendet werden, die unauffällig an der Fassade montiert werden. Um die Beleuchtung auf die gewünschten Flächen zu reduzieren, werden solche LED-Lampen mit einer passenden Optik oder Blende ausgestattet und gezielt ausgerichtet. Diese Beleuchtungstechnik, ebenfalls ein Mehrleuchtenverfahren, wurde in der Schweiz schon bei mehreren öffentlichen Gebäuden umgesetzt.

A5.7.3 Empfehlungen zur Begrenzung der Emissionen bei der Beleuchtung von Fassaden öffentlicher Gebäude und von Objekten

Die Nummerierung der folgenden Massnahmen bezieht sich auf den in Abbildung 2 von Kapitel 3 dargestellten 7-Punkte-Plan zur Begrenzung von Lichtemissionen.



[1] Notwendigkeit

- Die Beleuchtung bzw. Anstrahlung von bestimmten öffentlichen Gebäuden oder Objekten sollte in ein übergeordnetes Beleuchtungskonzept oder einen grossräumigen Beleuchtungsplan eingebettet sein. Es stellt sich z. B. die Frage: bringt die Beleuchtung die gewünschte optische Aufwertung? Grundsätzliche Hinweise dazu finden sich in Anhang A4.1.
- Alte Bauwerke wie Stadttürme, -mauern oder Kirchen bieten häufig gute Nist- und Brutplätze für Vögel und andere Tierarten. Besteht die Absicht, solche Objekte zu beleuchten, empfiehlt es sich, von der zuständigen Naturschutzfachstelle abklären zu lassen, ob und allenfalls unter welchen Bedingungen eine Beleuchtung möglich ist (z. B. keine Beleuchtung während Brutzeiten, Abschirmungen etc.).
- In sensiblen Lebensräumen soll auf die Beleuchtung von Gebäuden und Objekten verzichtet werden.

[2] Intensität / Helligkeit

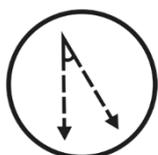
- Bei dunkler Umgebung oder hellen Fassaden braucht es weniger Licht, um ein Gebäude oder ein Objekt zu inszenieren. Bei der Festlegung der erforderlichen Intensität ist die Umgebung daher miteinzubeziehen. Gegebenenfalls ist auch eine Reduktion von bestehenden Beleuchtungen angezeigt, um ein gewünschtes Objekt besser zur Geltung bringen zu können.
- Wenn es in der Umgebung private Akteure gibt, die ihre Fassaden beleuchten, kann beispielsweise über Public-Private-Partnership-Projekte versucht werden, auch solche in das übergeordnete Beleuchtungskonzept einzubinden (vgl. Anh. A4.2.2).

**[3] Lichtspektrum / Lichtfarbe**

- Um für den Menschen eine angenehme Atmosphäre zu schaffen und negative Auswirkungen auf die Natur zu reduzieren, empfiehlt es sich, bei Beleuchtungen aus rein gestalterischen Gründen möglichst warmweisses Licht mit einem geringem Blauanteil einzusetzen.

**[4] Auswahl und Platzierung der Leuchten**

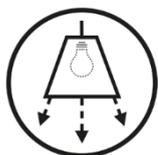
- Wenn eine Fassade oder ein Objekt flächig beleuchtet werden soll, stellen das Lichtprojektionsverfahren oder fokussierte LED-Scheinwerfer derzeit gute Lösungen im Hinblick auf eine Vermeidung unnötiger Lichtemissionen dar (vgl. Anh. A5.7.2).
- Die Standorte, Höhen und Ausrichtungen der Projektoren sind sorgfältig auszuwählen, damit die Lichtbündel möglichst waagrecht ausgerichtet sind.

**[5] Ausrichtung**

- Gebäude und Objekte nicht von unten gegen oben beleuchten. Auch bei Verwendung der Projektionstechnik darauf achten, dass keine steile Anstrahlung von unten erfolgt.

**[6] Zeitmanagement / Steuerung**

- Wenn keine oder nicht mehr viele Menschen unterwegs sind, macht eine Beleuchtung von Fassaden und Objekten keinen Sinn mehr. Es empfiehlt sich daher, in Beleuchtungskonzepten oder in der Baubewilligung für die betreffende Fassadenbeleuchtung auch die konkreten Betriebs- und Ausschaltzeiten zu regeln.
- Ebenfalls sollte geprüft werden, ob die Beleuchtung nicht allabendlich erfolgt, sondern auf einzelne Wochentage, Jahreszeiten oder anderweitig festgelegte Zeitperioden beschränkt werden kann. Ein zeitweises Ausschalten der Beleuchtung kann – neben einer Reduktion von Lichtemissionen und des Energieverbrauchs – auch dazu führen, dass das betreffende Objekt prominenter zur Geltung kommt, wenn es tatsächlich beleuchtet wird.

**[7] Abschirmungen**

- Mit den in die Projektoren eingesetzten Lichtmasken (Gobo-Masken) können auf dem zu beleuchtenden Objekt auch Bereiche ausgespart werden, die dunkel bleiben sollen.

Praxisbeispiel: Beleuchtung der Heiliggeistkirche in Bern mit dem Lichtprojektionsverfahren

Mit dem Lichtprojektionsverfahren werden in der Schweiz mittlerweile weit über hundert verschiedenste Objekte wie Kirchen, Schlösser, Stadtmauern und -türme, historische und moderne Gebäude oder Denkmäler beleuchtet. Das hier vorgestellte Beispiel der Heiliggeistkirche in Bern geht auch auf den Planungsablauf der Behörden und der Bauherrin ein.

Die Heiliggeistkirche in der Nähe des Hauptbahnhofs gehört gemäss Gemeinderatsbeschluss der Stadt Bern von 2016 zu denjenigen Objekten, die jede Nacht beleuchtet werden sollen (Brenndauer wie Strassenbeleuchtung). Der Entscheid zur Beleuchtung ([1] Notwendigkeit) sowie das Zeitmanagement ([6]) sind damit in ein übergeordnetes Konzept eingebunden.

Im Zuge der Neugestaltung des Bahnhofplatzes 2007 und 2008 wurde die damalige, aus 34 Scheinwerfern bestehende Flutlichtanlage demontiert. Im Jahr 2014 reichte die Betreiberin der öffentlichen Beleuchtung in Bern ein Baugesuch mit einem neuen Beleuchtungskonzept ein.

Zur Entwicklung des Beleuchtungskonzepts hatte die Bauherrin im Vorfeld das Nachtbild des ganzen Bahnhofplatzes aufgenommen und die vorhandenen Leuchtdichten auf den Fassaden rund um den Platz gemessen. Darauf basierend plante sie die neue auf der Projektionstechnik basierende Beleuchtung ([2] Intensität / Helligkeit).

13 Metaldampf-Halogen-Projektoren, die auf umliegenden Gebäuden, der Heiliggeistkirche selbst sowie auf Masten der Strassenbeleuchtung angebracht sind ([4] Auswahl und Platzierung der Leuchten), beleuchten die Kirche mit warmweissem Licht ([3] Lichtspektrum / Lichtfarbe).

Massgeschneiderte Lichtmasken werden eingesetzt, um unerwünschtes Streulicht zu minimieren, Helligkeitsunterschiede auf verschiedenen Bereichen der Fassade zu erzeugen und Details hervorzuheben ([5] Ausrichtung). Die erzeugten Leuchtdichten liegen je nach Fassadenbereich zwischen 0 bis 4 Candela pro Quadratmeter (cd/m^2). Um die Passanten nicht zu blenden, wird der Sockel der Kirche bewusst nicht beleuchtet. Die neue Beleuchtung bringt das Fassadenbild insgesamt besser zur Geltung, vermindert unerwünschte Lichtemissionen und verbraucht rund 80 % weniger Strom als bisher.

Nicht nur das Beleuchtungskonzept, sondern auch der Ablauf des Projektes, überzeugte in diesem Fallbeispiel. Denn die Baubewilligungsbehörde stellte das Baugesuch unter anderem auch dem Amt für Umweltschutz zur Beurteilung der Lichtemissionen zu. In Bezug auf allfällige Beeinträchtigungen von Tieren (Fledermäuse, Vögel) konnte die Fachstelle Natur und Ökologie von Stadtgrün Bern das Lichtkonzept ebenfalls überprüfen und hatte keine Beanstandungen. Seit März 2016 ist die neue Beleuchtung in Betrieb (vgl. Abbildung 23).



Abbildung 23: 13 Projektoren, die an sieben Standorten platziert sind und auf gegenüber liegenden Dächern sowie auf Masten der Strassenbeleuchtung (Bild links) angebracht sind, beleuchten die Heiliggeistkirche vor dem Bahnhof in Bern (Bild rechts, Quelle: Energie Wasser Bern). Durch die Verwendung von speziell angefertigten Schablonen in den Projektoren wird das Licht präzise gelenkt, es werden Helligkeitsunterschiede erzeugt sowie Details hervorgehoben, wie die Dachbrüstung mit den Vasen und Urnen auf der Längsseite der Kirche.

A5.7.4 Empfehlungen zur Begrenzung der von grossen öffentlichen Gebäuden direkt ausgehenden Lichtemissionen

Von grossen öffentlichen Gebäuden können direkt Lichtemissionen ausgehen, so insbesondere durch:

- die Innenbeleuchtung bei zahlreichen oder grossen Fensterflächen;
- grosse selbstleuchtende Fassadenelemente. Mit neuen Technologien wie zum Beispiel organischen LED (OLED) können auch grosse Flächen zum Leuchten gebracht werden. Dies wird teilweise dazu eingesetzt, Fassaden als Kunstobjekte zu gestalten.

Die Nummerierung der folgenden Massnahmen bezieht sich auf den in Abbildung 2 von Kapitel 3 dargestellten 7-Punkte-Plan zur Begrenzung von Lichtemissionen.



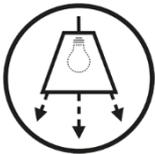
[1] Notwendigkeit

Bei Gebäuden, die der öffentlichen Hand gehören, ist im Sinne einer Vorbildfunktion auf selbstleuchtende Fassaden möglichst zu verzichten.



[6] Zeitmanagement / Steuerung

Emissionen, die von der Innenbeleuchtung grosser Gebäude (wie z. B. von Bürogebäuden) ausgehen, können reduziert werden, indem nur diejenigen Räume beleuchtet sind, in denen tatsächlich gearbeitet wird. Dies kann über eine intelligente Lichtsteuerung geschehen, welche anwesende Personen registriert. Dies hilft zudem, Energie zu sparen.



[7] Abschirmung

Bei grossen Gebäuden oder solchen mit grossen Fensterflächen lassen sich die Emissionen aus der Innenbeleuchtung durch Storen, Fensterläden oder blickdichten Vorhängen reduzieren. Im Winter werden die Storen bei grösseren Gebäuden oft auch aus Energiespargründen (Reduktion der Wärmeabstrahlung) automatisch heruntergelassen (vgl. auch Praxisbeispiel in Anh. A5.9.6).