

archithese

Internationale Zeitschrift und Schriftenreihe für Architektur
International thematic review for architecture

3.2008

Alte und neue Aufgaben des künstlichen Lichts
Thomas Mika und Christian Vogt im Gespräch über Licht
Nachtspaziergang durch Zürich West
Brauen + Wälchli: Miroiterie, Lausanne
Fussgängerunterführungen in anderem Licht
Licht im Bad – zwischen Funktionalität und Wellness
Corporate Light als Gestaltungsmittel
Rolf Derrer: Lichtszonografie Deutsche Börse Frankfurt
Soziales Licht in der Banlieue von Lyon
huber und steiger: Lichtprojektionsverfahren

LIN U-Boot-Bunker, Saint-Nazaire
Fuhrmann Hächler Häuser in Vnà und Lenzburg

**Mehr Licht?
More Light?**





NOTTURNO ÜBER DIE MODULATION DER NACHT

Ohne Lichtverschmutzung zu einer neuen urbanen Ästhetik

Zwischen dem Wunsch nach einer effizienten Beleuchtung ganzer Strassenzüge und den lauter werdenden Forderungen nach weniger Licht- und Energieverschwendung situiert sich das im Rahmen eines KTI-Projekts mit der ZHdK und der FHNW entwickelte Lichtprojektionsverfahren der Zürcher Luzius Huber und Florian Steiger. Es verspricht eine präzise Illumination von Gebäudefassaden mit erstaunlich wenig Licht und unauffälligen Installationen, ein erweitertes Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten und neue Begehrlichkeiten nach mehr – oder weniger? – Licht.

Text: Oliver Schürer

Bislang waren die Gestaltungsmöglichkeiten für städtisches Licht stark auf die einzelnen Objekte bezogen und die Lichtgestaltung von Strassenzügen und Quartieren blieb somit zufällig nebeneinander entstandenes Stückwerk. Neben fehlenden ästhetischen Zusammenhängen gehört zu den daraus resultierenden Problemen aber auch blendendes Streulicht, Energieverschwendung, Lichtverschmutzung und – damit verbunden – der Verlust des Nachthimmels. Inzwischen hat die Stadt als Bühne urbaner Nachtstücke aber neue Möglichkeiten, sich ins rechte Licht zu rücken. Nicht nur einzelne Fassaden, sondern auch die Strassenzüge eines ganzen Quartiers können nun differenziert zueinander in Szene gesetzt werden. Einen Schritt in diese Richtung leistet ein neu entwickeltes Lichtprojektionsverfahren der Zürcher Gestalter Luzius Huber und Florian Steiger. Im Rahmen eines KTI-Projektes mit der ZHdK und der FHNW wurden für die Gestaltung eines Stadtbildes ungeahnte, subtile Möglichkeiten der Darstellung erarbeitet.

Bis zum Ende der Nacht

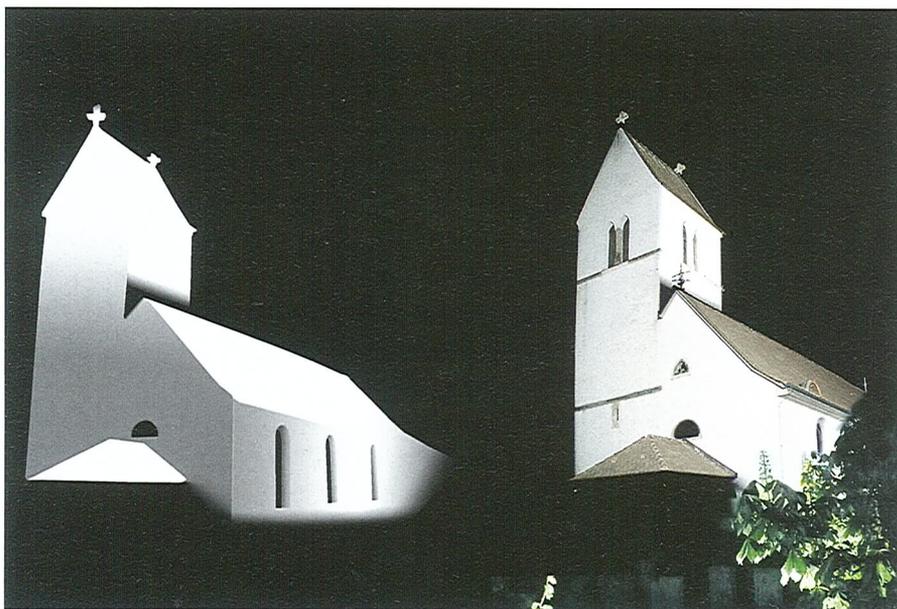
Man könnte vorschnell urteilen, Beleuchtung sei in der Stadtbildpflege ein vernachlässigtes Thema. Doch so simpel ist der Umstand nicht. Vielmehr hat sich das Thema über nicht weniger als 450 Jahre langsam mit den westlichen Städten entwickelt. In vielen Jahren ungehinderten Wachstums von Beleuchtungsanlagen sind auch deren Nebenwirkungen entstanden und haben sich zu urbanen Problemkreisen verdichtet, die erst jüngst virulent wurden. Denn die Vorstellungen davon, was städtisches Licht zu leisten hätte, sind vielfältig.

Nächtliche Illuminationen sind für unsere Städte ein altbekanntes Thema. Es begann mit der ersten öffentlichen Beleuchtung in Paris 1558 (Wien 1687, Zürich 1778) – eine örtliche Fixierung der vormals tragbaren Öllampe. Da sie nicht das technische Potenzial hatte, einen grösseren Raum auszuleuchten, diente sie der Orientierung und Mar-

kierung. Historisch tritt Licht in der Stadt eher als ein Mittel zum Strukturieren und Hinweisen auf, denn als eines zum Beleuchten. Einheitliches Licht, das in der Lage ist, einen zusammenhängenden Lichtraum zwischen mehreren Leuchten zu schaffen, wurde technisch erst mit Gaslicht möglich (Wien 1818/1826, Zürich 1856). Das Ende der Nacht kündigte sich schliesslich enthusiastisch mit der Einführung der elektrischen Bogenlampe an (Wien 1880, Zürich 1890). Das vormals neue Licht bot einerseits ein Spektrum, dessen Zusammensetzung dem Sonnenlicht nahe kam, andererseits eine Lichtausbeute weit jenseits des je Dagewesenen: Es war dieses künstliche Licht, das zum Inbegriff der Moderne wurde. Zwar wurde an der Pariser Weltausstellung von 1889 nicht der vorgeschlagene 320 Meter hohe, von einer gigantischen Bogenlampe gekrönte Lichtturm errichtet, sondern der Eiffelturm; dieser aber wurde alsbald üppig mit Leuchten bestückt. Mit dem Wirtschaftswunder der Fünfzigerjahre wurde dann ein weiteres Beleuchtungsphänomen populär: die Anstrahlung von ganzen Fassaden, im Gegensatz zum Erleuchten von einzelnen Fassadenelementen. Bis in die Siebzigerjahre vornehmlich noch Opern, Kathedralen und Parlamenten vorbehalten, wird heute jede Kapelle im entlegensten Winkel der westlichen Welt allnächtlich zum Strahlen gebracht. Der Inbegriff der Moderne ist damit auch am «Ende der Welt» das weithin sichtbare Zeichen für die Urbanisierung einstmals ruraler Siedlungsgebiete.

Der Lebensraum Stadt ist heute von der Technologie «Beleuchtung» vollständig erschlossen, das Ende der nächtlichen Dunkelheit besiegelt. Der nahtlose Lichtraum über der westlichen Welt verkörpert das Ende der Nacht. Die Folge davon: Eine Einkaufsstrasse ohne Lichtgewitter an den Fassaden ist kaum überlebensfähig. Längst sind wir in eine Ära des Lichtwettrüstens eingetreten: Wer erhascht mehr Blicke in dieser neuen Ökonomie der Bilder und der Aufmerksamkeit? Im Wettbewerb der Eitelkeiten und im Buhlen um Aufmerksamkeit muss des Nachbarn Illumination ganz schnell mit der neuesten Leuchtenbatterie überstrahlt und in den Schatten gestellt werden. In ähnlicher, sich steigernder Weise ist auch das subjektive Empfinden von Sicherheit in nächtlichen Gebieten an die örtlichen Lichtverhältnisse gebunden: Helle Strassen gelten als sicher. Dazu hat man auch in Zürich interessante Erfahrungen gemacht: Als in einer grösseren Strasse die alten Lampen durch lichtstärkere Modelle ersetzt wurden, traten Beschwerden über die vermeintlich unsicheren Nebenstrassen auf, in denen das Licht nicht nachgerüstet wurde. Paradox – aber gerade das *Mehr* an Licht in der Hauptstrasse liess die bislang unbedenklichen Nebenstrassen unsicher erscheinen, da das menschliche Auge sich an Helligkeit adaptiert. Die Wirkung von Helligkeit ist relativ, der Wettbewerb um Aufmerksamkeit sowie die wachsende Bedeutung des Sicherheitsempfindens sind allgegenwärtig. Beleuchtung ist heute für das Stadtbild ein essenzielles Thema und ihre Komplexität hat eine neue Stufe erreicht. Verschiedene Funktionen überlagern sich und werden von vielen Beleuchtungselementen gleichzeitig und in unterschiedlichen Anteilen ausgeführt:

1 Grossflächige Anstrahlung auf der Klosterinsel Rheinau mit nur einem Projektor. 250 Watt Leistung, durchschnittliche Beleuchtungsstärke: 3 Lux (Fotos: Opticalight)



3

Strukturieren, Darstellen, Hinweisen, Erhellen – Licht ist das Mittel, diese Aufgaben zu erfüllen. Das tut es – jedoch nicht ohne Nebenwirkungen: Ein Objekt, das während der Nacht Licht abstrahlt, nimmt einen viel stärkeren Einfluss auf die Umgebung als bei Tag.

Lichtverschmutzung und Energieverschwendung

Der eigenartig anmutende Begriff der Lichtverschmutzung entstammt der Astronomie. Dort ist das Überstrahlen des Nachthimmels schon lange ein Problem, das auch ausserhalb der Städte auftritt und welches das Beobachten der Sterne erschwert, manchmal gar verhindert. Denken Sie kurz an die gelbgoldene Lichtglocke über Ihrer im nächtlichen Dunkel ausgebreiteten Lieblingsstadt. Wie dieses nächtliche Strahlen für uns als das Zeichen für Urbanität schlechthin gilt! Die Problematik: Dunkelheit wird zu einer begrenzten Ressource – zu einem kostbaren Naturgut, vom Verschwinden bedroht. Lichtverschmutzung beschreibt das Phänomen nur ungenau (weshalb sich der exaktere Begriff der unerwünschten Lichtemission durchgesetzt hat). Denn das angespro-

chene Licht ist ja nicht schmutzig, sondern es ist das Licht selbst, das eine störende Verschmutzung mit sich bringt. Durch den übermässigen Einsatz im nächtlichen Freien wird es für Natur und Kultur schädlich.

Es stört nicht einfach nur die ungeblendete Beobachtung der Sterne; es beeinflusst auch negativ bestimmte physiologische Systeme von Lebewesen; es reduziert die Lebensräume nachtaktiver Tiere und wir Menschen stumpfen gegenüber den subtilen Nuancen von Dämmerung und Nachtlandschaft ab. Der Verlust des Nachthimmels ist ein ästhetisches Problem, denn es verwehrt uns eine natürliche Lebenserfahrung. Lichtemission ist aber stets auch Licht, das keine Wertschöpfung bringt und nicht nachhaltig wirkt – also Licht, das in die Nacht verstrahlt, ohne etwas sinngebend zu erleuchten. Für die Schweiz wurde von offizieller Seite festgestellt, dass es praktisch kein Gebiet mehr gäbe, wo nach Einbruch der Dunkelheit noch ungetrübte natürliche Nacht herrschen könne.

Nach neuen EU-Regelungen darf deshalb Licht nicht mehr über eine horizontale Ebene in den Himmel gestrahlt werden, die Projektionsrichtung darf also nicht vertikal sein: Die gängigen Kugelleuchten in Parks werden damit obsolet und nach und nach durch rückspiegelnde ersetzt. Auch traditionelle Fassadenilluminationen erweisen sich als kontraproduktiv, da sie geradezu prototypisch für nach oben orientiertes Licht stehen. Von technischer Seite ist das Problem einfach lösbar: Die notwendigen Leuchten und Technologien sind auf dem Markt längst vorhanden. Schwieriger ist das Problem in soziologischer und kultureller Hinsicht: Die Kenntnis der Problematik ist in der Öffentlichkeit wenig vorhanden und die Bereitschaft zum Handeln (oder Nicht-Handeln) gering. Aus diesem Grunde sind von Seiten der öffentlichen Verwaltung inzwischen Empfehlungen für die Vermeidung von Lichtemissionen erarbeitet worden. Als wichtigste Faustregel gilt es, jenes Licht zu vermeiden, das nach oben in den Nachthimmel strahlt. Doch das ist nicht genug.

Lichtmasterplan und Emissionsvermeidung

Denkbare Grundlage für die technische und ästhetische Beurteilbarkeit einer Beleuchtung wäre eine Art Bauordnung für Licht. In diesem Sinne wurden jüngst für mehrere Schweizer Städte (und Gleiches passiert in ganz Europa) Lichtpläne und -masterpläne ausgearbeitet (Zürich 2004, Wien 2008). Nicht einfach, um Lichtquellen zu vermeiden, sondern auch, um den Umgang mit Licht in der Stadt gestalterisch zu strukturieren. Derzeit haben Lichtmasterpläne den Charakter von Empfehlungen. Sie sind nötig, um für die vielfältigen Probleme eine Handhabe zu schaffen, und werden sich in

Zukunft wohl zu eigentlichen Steuerungsmitteln entwickeln. Der Plan Lumière von Zürich, angelegt auf zehn Jahre, orientiert sich an städtebaulichen Gegebenheiten und will die unterschiedlichen Quartiere der Stadt charakteristisch hervorheben. Dabei geht es weniger um neue Lichtprojekte als vielmehr um ein neues Konzept städtischer Beleuchtung. Ganzheitlich und nachhaltig sollen Ensembles sichtbar gemacht werden. Unterschieden werden gestalterische Beleuchtung wie Fassadenilluminationen, Verkehrs- und Sicherheitsbeleuchtung, Werbelicht und Festlicht (wie etwa die alljährliche Weihnachtsbeleuchtung). Es wird empfohlen, nicht *mehr*, sondern *anders* zu beleuchten, und bei zusätzlichen Installationen soll der Energieverbrauch nicht steigen. In «empfindlichen» Gebieten werden die Zulassungen von Lichtanlagen zum Gegenstand von Umweltverträglichkeitsprüfungen. Die Leuchte als Designobjekt tritt in den Hintergrund der bühnenhaften Inszenierung des Stadtraumes, der für unterschiedliche Zonen vom Büro Feddersen & Klostermann differenziert ausgearbeitet wurde. In Wien verfolgt man ähnliche Ziele: Ein urbanes Strukturmerkmal soll herausgearbeitet werden, indem den funktional und hierarchisch unterschiedlichen Strassenräumen mit verschiedenen Lichtfarben zur Charakterisierung von Einkaufs- und Wohnstrassen oder von übergeordneten Verkehrswegen entsprochen wird. Bewegungslinien sollen dadurch in der Stadt subtil spürbar gemacht werden, erläutert die Wiener Architektin und Lichtdesignerin Julia Steinbauer, die für das Wiener Büro podpod an Konzept und Erstellung des Lichtmasterplans beteiligt war.

Ein neues Lichtprojektionsverfahren

Die Herausforderung, der sich das KTI-Projekt Lichtprojektionen stellte, war nun, dem Bündel an soziokulturellen Anforderungen eine technische Lösung entgegenzusetzen. Das neue Verfahren ist im Prinzip schnell erklärt, denn Sie wissen, was eine Taschenlampe macht. Entscheidend ist aber, dass bei der neuen Methode – im Gegensatz zum traditionellen Flutlichtverfahren – keine Leuchten an die Fassaden montiert werden müssen. Vielmehr wird Licht, ganz simpel, aus Distanz auf die Fassade projiziert. Anders als bei der Taschenlampe wird das Licht zudem durch spezielle Lichtprojektoren exakt gelenkt. Ein kleines, zylindrisches Gehäuse von etwa 60 Zentimetern Höhe und 30 Zentimetern Durchmesser schützt den Projektor vor Witterungseinflüssen. Ausserdem wird das Licht im Projektor präzise auf die Geometrie der Fassade zugeschnitten beziehungsweise maskiert. Das geschieht mit einem sogenannten «Gobo» (*Graphical optical blackout*), das der Projektion ihre spezielle Qualität verleiht. Gobos sind eine Art von Diapositiven, die auf der Bühne schon lange im Ein-

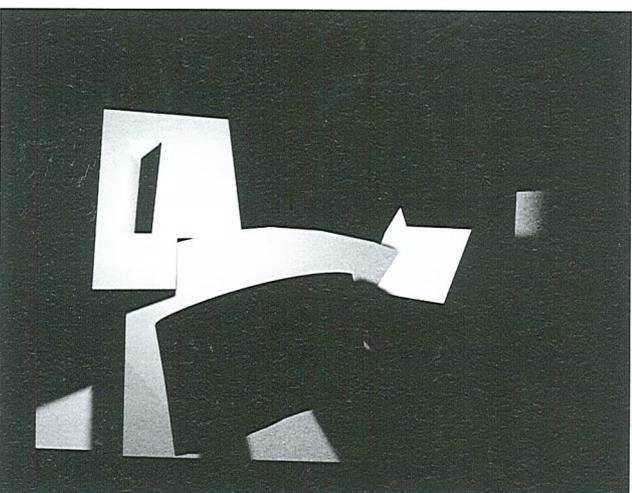
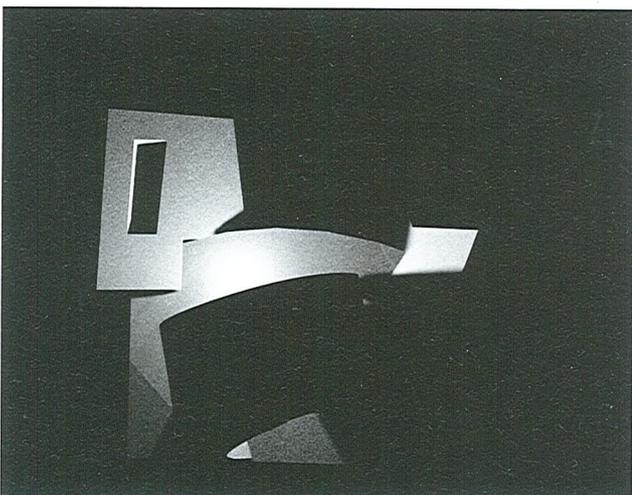
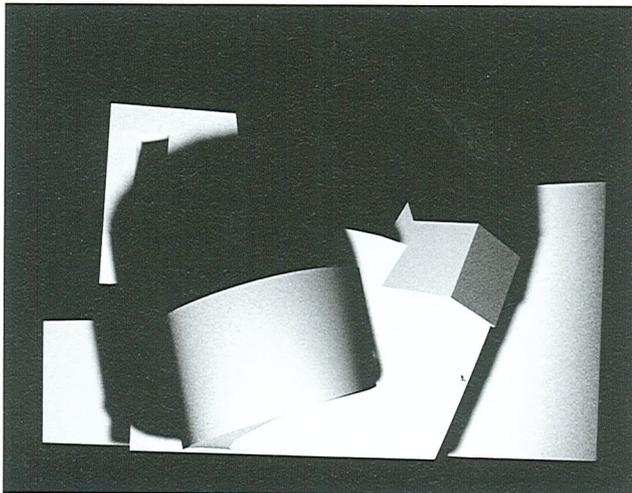
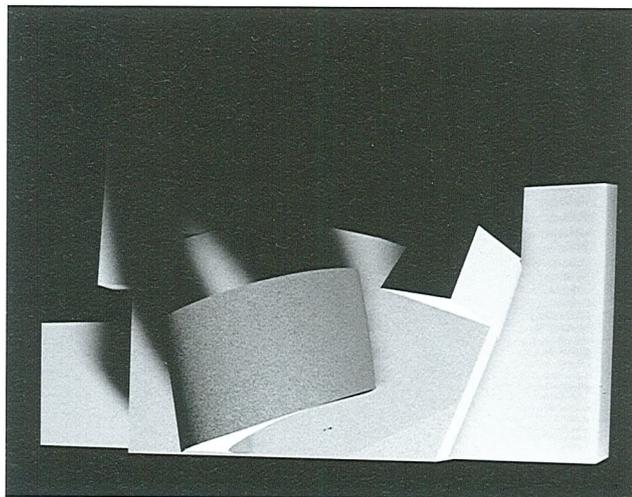
2 Test zur Unterscheidbarkeit von Beleuchtungsstärken und Lichtfarben mit drei Video-beamern aus verschiedenen Richtungen, Stadtmodell von Luzern

3 Maske und entsprechende Beleuchtung an der Kirche in Blauen BL

4 Stadthaus und Fraumünsterkirche in konventioneller Flutbeleuchtung, Zunfthaus zur Meisen mit Projektionsbeleuchtung und Stadthausbrücke mit Beleuchtung durch am Objekt montierte Linearleuchten



satz sind, um Logos, Texte oder auch Bilder zu projizieren. Im Fall des neuen Lichtprojektionsverfahrens werden sie als Schattenprojektion eingesetzt: Im Projektor sitzt ein Dia mit dem Bild der Fassade in Graustufen bis Schwarz. Teile des Gobos, die komplett durchsichtig sind, projizieren auf die entsprechenden Fassadenteile die ganze Leuchtkraft, Teile mit Graustufen bewirken auf der Fassade abgeschwächte Leuchtkraft bis hin zu kompletter Dunkelheit. So wird jede Art von unerwünschter Lichtemission aufs Exakteste vermieden. Zudem wird die Ausleuchtung der Fassade schon bei geringen Beleuchtungsstärken kontrastreich und die Lichtwirkung ist im Vergleich zu üblichen Anlagen weniger flach. Da die Projektionsrichtung horizontal ist, strahlt kein Licht in den Himmel, und sogar die Fenster der Fassade können ausgespart bleiben, damit nicht in die Räume gestrahlt wird. Das Verfahren eignet sich also dazu, ausgesprochen differenzierte und feine Lichtverteilungen zu realisieren. Fassaden erhalten eine räumliche Tiefe, und blickt man in Richtung Projektor, so erkennt man zwar, dass dort Licht ist, wird aber nicht geblendet. Das im KTI-Projekt erarbeitete Verfahren wurde von Luzius Huber und Florian Steiger für den Betrieb im öffentlichen Beleuch-



tungsnetz bis zur Alltagstauglichkeit ausgearbeitet. Für die Erstellung und den Betrieb der Projektionsanlagen wurde im Anschluss die Firma Opticalight gegründet. Mit wenigen Geräten und geringem Energieaufwand kann so heute viel Licht auf grosse Flächen verteilt werden – Fassaden sind da nur der Anfang. Aufgrund der Flexibilität in der Anordnung der Projektoren und der Präzision ihrer Projektion ist es möglich, den Massstabssprung vom Architekturobjekt zu städtebaulichen Dimensionen zu realisieren. Das ist neu: Mit dem Verfahren werden nicht einfach Flächen bestrahlt, sondern es werden Beleuchtungsstärken moduliert und die Lichtstimmung bleibt nicht auf ein Objekt beschränkt. Damit ist es erstmals möglich, die Modulation des Lichts für einen ganzen Stadtraum gesamtheitlich zu realisieren, indem die Beleuchtungsstärke zwischen unterschiedlichen Flächen differenziert behandelt wird. Physiologische Voraussetzung dafür ist, dass das Auge einen fünffachen Helligkeitsunterschied erkennt – also, wenn etwas fünfmal heller oder dunkler ist. Würde man nun einen ganzen Strassenzug mit zehn Lux beleuchten, so wäre kein Unterschied, sondern eine gleichmässige Ausleuchtung erreicht. Also schafft man sich einen Spielraum an wahrnehmbaren Beleuchtungsdifferenzen, zum Beispiel das Zehn-, Fünfzehn- oder Zwanzigfache an Licht. Die szenische Gewichtung der Lichtstärken führt dann zur Modulation des Lichttraums in einem Quartier, und die am Gobo vorgenommenen Graustufen erlauben die präzise Feingestaltung. Selbst wenn die Geometrien eines Stadtraums, etwa in den engräumigen Altstädten, sehr irregulär sind, können die Flächen befriedigend ausgeleuchtet werden. Dabei hängt die Zahl der Geräte, die nötig sind, um ein beliebiges Objekt zu beleuchten, stärker von Hindernissen wie etwa Bäumen ab als von der Geometrie des betroffenen Stadtraumes.

Gestaltungsmöglichkeiten und Grenzen

Seine Grenzen findet das Lichtprojektionsverfahren dort, wo Licht nicht mehr reflektiert wird – am Glas. Denn Licht ist nur sichtbar, wenn es reflektiert wird, und Glasfassaden reflektieren je nach Glasqualität kaum. Allerdings wäre mit dem neuen Verfahren denkbar, durch die Glasfassade hindurch in die Tiefe des Gebäudekörpers oder an die Deckenuntersichten zu projizieren. Das ist jedoch ein eigenes Thema und müsste noch getestet werden.

In Bezug auf ihre Lichtqualität stellt die Lichtverteilung des Projektionsverfahrens das eigentliche Gegenteil von Medienfassaden dar. Dies sind Fassaden, die nicht von weit her beleuchtet werden, sondern in die vielmehr Leuchtmittel eingebaut werden, um sie als Displays von urbanem Massstab zu verwenden. Entwickelt werden sie heute meist auf Basis der LED-Technologie. *Light Emitting Diodes* sind jene Halbleiter, die das Radio revolutionierten und den Computer allgemein verfügbar machten. Bereits in den Siebzigern waren LEDs verfügbar. Erst in den Neunzigern aber war ihr Einsatz ökonomisch gerechtfertigt: Nun wiesen sie genug Leuchtstärke auf, um auch bei Tag sichtbar zu sein, und deckten das gesamte Farbspektrum ab, das

zur Erzeugung von qualitativ hochwertigen Bildern notwendig ist. Schon jetzt übersteigt die Qualität neuester Displays jene von Fernsehern: Es werden Bildraten von bis zu 100 Bildern pro Sekunde bei einer 32-Bit-Farbtiefe erreicht, das Fernsehen bietet dagegen 25 Bilder pro Sekunde und eine Farbtiefe von 24 Bit. Hier deutet sich die Entwicklung ganz unterschiedlicher urbaner Szenografien an. Denn die selbstleuchtenden Screens der Medienfassaden transportieren mit ihrem Licht auch sämtliche Arten von Botschaften aus Bildern, Bewegtbildern und Grafiken in den städtischen Alltag. Ein dynamisches, flackerndes, semantisches Licht, das in seiner Atmosphäre der hektischen, mondänen Seite des Urbanen gerecht wird. Das Lichtprojektionsverfahren steht hingegen für die subtilen Möglichkeiten von Lichtqualität in einer Stadt. Das Verfahren könnte vielleicht die Strassenbeleuchtung aus Einzelleuchten für Altstädte ersetzen. Denn manche Teile unserer Altstädte sind älter als die Strassenbeleuchtung, und so liessen sich mit dem Verfahren – ganz im Sinne des Denkmalschutzes – neue Stadterfahrungen gestalten.

Weitere Einsatzmöglichkeiten des Lichtprojektionsverfahrens sind angetestet worden, zum Beispiel solche, die – ähnlich wie die Medienfassaden – semantisches Licht produzieren. So können die Fassaden auch mit einer Art Textur aus Licht bestrahlt und visuelle Verhältnisse relativ stark manipuliert werden. In diese Richtung wiesen Experimente, die Huber und Steiger gemeinsam mit der heutigen ZHdK unternommen hatten. Da wurden unterschiedliche architektonische Elemente auf eine Fassade projiziert, um diese zu ornamentieren und neu zu gliedern. So war die Fassade einmal beinahe barock gewellt zu sehen, das andere Mal gemahnte sie an die Renaissance. Medial im engeren Sinn war ein weiteres Experiment, dieselbe Fassade mit Text zu bespielen, bei dem der Betrachter je nach Distanz entweder Buchstaben, Worte oder Textteile erkennen konnte. Das Publikum sollte somit dazu animiert werden, mit der Fassade in Interaktion zu treten, indem es – nach Lust und Laune lesend – vor der Fassade auf und ab spazierte. Schliesslich wurde die Projektion von bewegten Bildern getestet, indem ein zeitgenössisches, dekonstruktivistisches Gebäude mittels Licht weiter verformt wurde. Auf diese Weise entstand eine Technologie, die einem Begehren der zeitgenössischen digitalen Avantgarde entgegenkommt – nämlich ihre eigenen Konstrukte in Bewegung zu versetzen und zu verändern. So scheint eine sich stetig verändernde Nachtarchitektur in greifbarer Nähe, die einer statischen Tagarchitektur gegenübergestellt werden könnte. Seinen grossen Auftritt bekommt das Lichtprojektionsverfahren zur Fussball-Europameisterschaft 2008: Da wird das rechte untere

Zürichseeufer mithilfe der bisher grössten schweizerischen Projektionsanlage in neues, festliches Licht getaucht. Das Lichtprojektionsverfahren von Huber und Steiger reagiert auf die problematischen Aspekte existierender Technologien und Anwendungen mit einer sinnvollen technischen Alternative: Energieverwendung, Emissionsvermeidung und Atmosphärogestaltung werden im Hinblick auf die Illumination von Fassaden berücksichtigt. Die ästhetischen Möglichkeiten sind revolutionär und die ökologischen und ökonomischen Verbesserungen überzeugen. Mit der Möglichkeit, ganze Quartiere beleuchten zu können, bietet sich zugleich die Option einer Stadtszenografie in grossem Stil. Städtebauliche Strukturen und geschichtliche Zusammenhänge können durch Licht sichtbar und intuitiv erfahrbar gemacht werden. Dem Wunsch des nächtlichen Flaneurs nach Sicherheit wird genauso subtil entsprochen, wie der Absicht, Aufmerksamkeit auf Fassaden zu lenken – so kann jeder Nachtspaziergang zum Notturmo werden.

Autor: Oliver Schürer ist Architekturanalytiker, Kurator, freier Autor und Redakteur zahlreicher Publikationen im In- und Ausland. Er ist Assistent am Fachbereich Architekturtheorie, Institut für Architekturwissenschaften der TU Wien, und gründete gemeinsam mit Georg Vrachliotis, ETH Zürich, den Forschungsschwerpunkt Technik und Theorie.