

PROFESSIONAL LIGHTING DESIGN



Zeitschrift für
professionelles Lichtdesign
in der Architektur

THEMENFOKUS
Tunnelblicke

LICHTDESIGN
Palazzo di Vigonovo
in Vigonovo/I

Zwei Lichtinstallationen
für die Altstadt Zutphen/NL

Unterführung
in Amsterdam/NL

Empire Blackyard
in Moskau/RUS

THEORIE
Außenraum-Korridore

DOSSIER
PLDC Cities Forum

THINK TANK
Licht im öffentlichen Raum

PLANUNGSPRAXIS
LED-Werbeflächen
im urbanen Kontext

MESSE
Light+Building 2016

LED-Werbeflächen im urbanen Kontext



Photo: J. Hartmann, Juli 2015.

Fallstudie „Walk“: Fassadenintegrierte Videoinstallation eines Shops in Zürich/CH.

Text: Dr.-Ing. Arch. Karolina M. Zielinska-Dabkowska CIE, IALD, IES, MSLL, RIBA; Hochschule Wismar, Fakultät Gestaltung, Wismar/D
Dipl. Ing. Julia Hartmann IALD, SLG, Lightsphere, Zürich/CH

Mit der Entwicklung der Technologie und der Verfügbarkeit von LED-Lichtquellen und den damit verbundenen Vorteilen wie Energieeinsparung, Lebensdauer und Steuerungsmöglichkeiten, kommen sie mittlerweile verstärkt für Außenwerbung als bewegte Werbeflächen zum Einsatz. Trotz der rasanten Entwicklung, oder auch gerade deshalb, gibt es demgegenüber jedoch noch keine ausreichenden Bewertungsrichtlinien für professionelle Fachplaner. Es ist daher erforderlich, sich auf internationaler Ebene in der Forschung verstärkt mit diesem Thema zu beschäftigen sowie in Fachgruppen und Gremien allgemeingültige Richtlinien zu erstellen und in der Praxis umzusetzen.

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts wird das nächtliche Erscheinungsbild der Städte durch Lichtwerbung geprägt^[1]. Mit dem Technologiewandel der Lichtwerbung und dem vermehrten Einsatz zum Teil beweglicher LED-Werbeanlagen im urbanen Umfeld hat sich gezeigt, dass der Wirtschaftsfaktor während der Abend- und Nachtzeit steigt. Allein in Berlin/D stiegen die Umsatzzahlen von digitaler Außenwerbung zwischen 2007 und 2011 um 307 Prozent^[2]. Dieses Phänomen ist weltweit erkennbar. Es wurde deutlich, dass Lichtdesign/Lichtwerbung rund um Veranstaltungen und Einzelhandelsgeschäfte, die das Erlebnis des Stadtbummelns und Schlenderns im Ort verbessern, Städte für eine verlängerte Zeitspanne bis in die Abendstunden noch anziehender macht. Es schafft eine anziehende Atmosphäre für die Bewohner, Geschäftstätige in der Innenstadt und Besucher, was einen kommerziellen Wert für Unternehmer generieren kann^[3]. Auf der anderen Seite führte die Erschwinglichkeit der neuen Technologie zu einem neuen nächtlichen Erlebnis der Stadt des 21. Jahrhunderts, einem hellen, transformierten städtischen Nachtbild, mit enormer Medienpräsenz, zum Teil abgekoppelt von der Architektur und Funktion des Stadtgebiets^[4].

Trotz der umfangreichen Nutzung des neuen Mediums, liegen aktuell keine eindeutigen Regelwerke vor, die sich mit den relevanten Anforderungen für den erfolgreichen und kreativen Einsatz von LED-Werbeanlagen auseinandersetzen. Lokale Behörden tun sich daher mangels fehlender Vorgaben und Entschei-

dungskriterien mit der Bewertung von Baugenehmigungen dieser Art oft schwer. Die Problematik besteht aktuell in inhaltlich unzureichenden Spezifikationen, der Auswahl ungeeigneter Produkte oder der unangemessenen Standortwahl der Displays. Oftmals wird auch nicht bedacht, Steuerungseinheiten zu integrieren, um eine Regulierung der Anlage zu ermöglichen. Da diese neue Technologie mit rasanter Geschwindigkeit entwickelt wurde, ist mehr Forschungs- und Aufklärungsarbeit in diesem Bereich erforderlich, um eine Verbindung zwischen technischen Möglichkeiten und dem sinnvollen Umgang im urbanen Kontext herzustellen. Es liegen bereits umfangreiche Empfehlungen und Richtlinien von internationalen und nationalen Fachverbänden zum Thema Beleuchtung im Außenraum vor^[5-14]. Zahlreiche gesetzliche Anforderungen für die Werbung im öffentlichen Raum bestehen bereits in Europa, sind aber noch nicht spezifisch auf digitale Werbeflächen angepasst^[15-22].

Ein Verfahren zur Leuchtdichtermittlung von Wechsellichtanlagen z.B. LED-Videoinstallationen, existiert ebenfalls derzeit nicht^[23].

Aus diesem Grund ergibt sich die Notwendigkeit eine Grundlage für eine Richtlinie zu erarbeiten. Bevor Empfehlungen und Richtlinien jedoch definiert werden können, muss vorab eine allgemeingültige Begriffsbestimmung für LED-Werbeanlagen im Außenraum festgelegt werden.

Vorschlag hierfür gemäß Autoren: Eine digitale Werbeanlage ist ein Hilfsmittel, um Werbung aller Art im öffentlichen oder privaten Raum zu

platzieren. Gleichzeitig kann es auch zu Marketingzwecken kommerziell verwendet werden (Kunstinstallationen). Sie besteht aus Leuchtdioden (LEDs) mit unterschiedlichen Eigenschaften betreffend Auflösung, Farbe, Intensität und Steuerung. Sie kann von permanenter oder temporärer Art sein. Inhalte können statisch oder dynamisch sein, in niedriger oder hoher Auflösung und als Text, Bild oder Video übertragen werden. Aufgrund des technologischen Fortschritts in der Entwicklung der Helligkeit der LEDs können sie im Freien auch während des Tages benutzt werden. Je nach Typ spricht man von Schild, Logo, Schrift, Schaufenster, Bildschirm oder Medienfassade.

Übersicht der Problematik

Entwürfe und Dimensionierungen von digitalen LED-Werbeanlagen, die in den architektonischen Kontext integriert werden, sollten immer in Zusammenhang mit folgenden Aspekten überprüft werden:

- ⇒ Auswirkungen auf Verkehrsbereiche, die eine erhöhte Aufmerksamkeit verlangen (erhöhtes Aufkommen von Fußgängern sowie Rad-, Auto-, Straßenbahnfahrer im Straßenverkehr)
- ⇒ Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (Körper und Geist) und das Wohlbefinden (speziell in Wohngebieten und der Nähe von Krankenhäusern und Sanatorien)
- ⇒ Auswirkungen auf die natürliche Umwelt (Lichtverschmutzung, Beeinträchtigung bei der Beobachtung des Nachthimmels, Flora und Fauna durch Desorientierung im Raum und Zeit).

Auswirkungen auf Verkehrssituationen

Die LED-Technologien für Werbeanlagen sind relativ neu. Darüber hinaus entwickeln sich die grundlegenden Leistungseigenschaften wie Helligkeit, Auflösung, Bewegung, Farbe, etc. sehr schnell weiter. Die Auswirkungen und Einflussfaktoren auf den Straßenverkehr wurden indes bis anhin noch nicht ausreichend untersucht. Studien der letzten zehn Jahren, die sich mit der Abhängigkeit von der Wiederholung von Verkehrsunfällen und der Anwesenheit von elektronischer Signalethik und Werbeflächen im Straßenverkehr beschäftigt haben, sollten gezielt konsultiert werden^[24]. Darüber hinaus ist bereits bekannt, dass das foveale und periphere Sichtfeld des Fahrers nicht eingeschränkt sein darf, um die Verkehrssicherheit nicht zu gefährden^[25-29].

Da es die neueste LED-Technologie ermöglicht, Full-Motion-Echtzeit-Videos, Grafiken und sogar Ton abzuspielen, besteht zunehmend die Möglichkeit, dass Interaktionen mit sich annähernden Verkehrsteilnehmern wie Autos, Straßenbahnen, Radfahrern und Fußgängern realisiert werden. Bei all den zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten, darf die Sicherheit im Straßenverkehr nicht beeinträchtigt werden. Die Beleuchtung der digitalen LED-Medienanlage sollte nicht in Konkurrenz zur Straßenbeleuchtung und Sicherheitssignalen stehen oder diese in ihrer Wirkung und Wahrnehmung beeinträchtigen. Es ist hinlänglich bekannt, dass helles Licht und visuelle Veränderungen, vor allem nachts, die Aufmerksamkeit des Be-



Abb. 1: Die LED-Videoinstallation integriert in die Fassade des PKZ Women Gebäudes, Zürich/CH befindet sich gegenüber dem Stadtplatz, entlang der Straßenbahnlinie und der Fußgängerzone und quer zur Tiefgaragenausfahrt eines Einkaufszentrums.

Quelle: Google Earth.



Abb. 2: Die LED-Anzeige nimmt die gesamte Höhe des Erdgeschosses und des ersten Obergeschosses ein und hat eine enorme visuelle Wirkung auf die Straße, vor allem aufgrund des dynamischen Bildinhaltes, der hohen Leuchtdichte als auch der kaltweißen Farbtemperatur, die im starken Kontrast zur Umgebung bei Nacht steht. Photo: J. Hartmann, Juli 2015.

Abb. 3 und 4: Auf den Bildern wird deutlich, wie weit und in welcher Intensität die Lichtemission der Installation in den Stadtraum abstrahlt. Linkes Bild: Installation an; rechtes Bild Installation aus. Photos: J. Hartmann, Juli 2015.



trichters stark auf sich ziehen. Dieses entspricht im Übrigen der Intention der Werbung. Das Auge fokussiert immer auf den hellsten Punkt innerhalb des Sichtfeldes (Phototaxis)^[30]. Ein so abgelenkter oder unaufmerksamer Fahrer/Radfahrer hat sehr wahrscheinlich eine verzögerte oder unzureichende Reaktion im Ernstfall. Wodurch es leichter zu Unfällen und Kollisionen mit anderen Straßenverkehrsteilnehmern kommen kann – besonders in Kreuzungsnähe und bei Verkehrsknotenpunkten. Daher sollten digitale LED Werbeanlagen in unmittelbarer Nähe von Kreuzungen und Verkehrsknotenpunkten allgemein verboten werden. Es sollte auch davon abgesehen werden, die LED-Werbeanlagen in der Nähe von Fußgängerüberwegen zu platzieren, um nicht vom zügigen Überqueren der Straße abzulenken. Extreme Helligkeitsunterschiede im Straßenverkehr stören nicht nur Autofahrer und Radfahrer. Die psychologische Blendung betrifft vor allem Fußgänger, im Besonderen ältere Menschen, die Entfernungen von Objekten und Gegenständen aufgrund der Blendung falsch abschätzen und Situation dadurch fehlinterpretieren.

Da die wahrgenommene Helligkeit immer im Kontext von der Helligkeit der digitalen LED Werbeanlage zu ihrer unmittelbaren Umgebung betrachtet werden muss, kann keine standardisierte Leuchtdichte

als angemessene Bewertungsgrundlage ermittelt bzw. angegeben werden. Daher wird vorgeschlagen, Gebäude und deren Umgebung in vier verschiedene Umweltzonen (siehe Tabelle 1, Pos. 3.3) zu gliedern, in denen die erlaubte Leuchtdichte nach CIE/ILP Richtlinien für Streulicht und Einschränkungen für Außenbeleuchtungsanlagen definiert wird^[31-32].

Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden

Forschungsergebnisse aus der Medizin und Neurowissenschaft haben hinlänglich dargelegt, dass die menschliche Gesundheit und das Wohlbefinden im direkten Zusammenhang mit dem Farblichtspektrum und dessen Intensität stehen.

Außerhalb medizinischer Kreise ist in der breiten Öffentlichkeit bisher nur wenig über die nicht-visuelle Wirkungen von Licht bekannt. Im Jahr 2000 wurde ein neuer Fotorezeptortyp, kurz ipRGC (lichtempfindliche, retinale Ganglienzellen), in den Augen entdeckt^[33-34]. Wir wissen heute, dass diese Gruppe von neu entdeckten Zellen für die Erfassung der Lichtinformation zur Regulierung der inneren zirkadianen Uhr beim Menschen verantwortlich ist. Diese Zellen sind im spektralen Blaubereich des Lichts zwischen 460 bis 500nm empfindlich^[35]. Künstliches Licht (besonders der Blau-

anteil des Spektrums) in der Nacht, kann ziemlich tiefgehende stimulierende Wirkung haben^[36].

Werbeanlagen im Außenraum können zur Unterdrückung der Melatoninausschüttung beitragen. Dies wiederum beeinträchtigt das Immunsystem und löst biochemische Prozesse aus. Die Melatoninproduktion beeinflusst signifikant die Regulation der Antikrebs- (NK) und Anti-Keimzellen (B-Zellen)^[37]. Lebewesen benötigen einen gut funktionierenden zirkadianen Rhythmus mit ausgewogenem Melatoninspiegel, damit die körpereigene Zellerneuerung in der Nacht stattfinden kann. Bereits eine kurze Bestrahlung mit künstlicher Beleuchtung mit der falschen spektralen Zusammensetzung in der Nacht kann die körpereigene Produktion von Melatonin beeinträchtigen. Seit Jahren bestätigen Studien, dass künstliche Beleuchtung in der Nacht bei Schichtarbeiter unter Leuchtstofflampen/LEDs, Brustkrebs bei Frauen und ein höheres Risiko für Prostatakrebs bei Männern sowie Übergewicht und Schlafstörungen verursachen kann^[38-40]. Kunstlicht in der Nacht (engl. Kurzform – ALAN – Artificial Light At Night) nimmt stetig zu und hat anerkanntermaßen weltweite Auswirkungen^[41]. Die Veränderung unseres natürlichen Tag-Nachtrhythmus durch künstliche Beleuchtung steht im Zusammenhang mit Ge-

sundheitsproblemen unserer modernen Gesellschaft. Besonders das Streulicht in Städten sollte deshalb reduziert und vermieden werden.

Auswirkungen auf die natürliche Umwelt

Lichtverschmutzung ist nicht notwendiges, fehlgeleitetes oder auffälliges Kunstlicht – eine Nebenwirkung der modernen Zivilisation. Es ist vor allem in großen Städten allgegenwärtig und aktuelle Aufnahmen der NASA zeigen, dass der Einsatz der LED für die Straßenbeleuchtung das Problem verstärkt. Die Forschung hat drei Hauptelemente des Phänomens der Lichtemission in die Erdatmosphäre definiert, die auch als „Lichtverschmutzung“ bekannt sind. Diese sind „Aufhellung des Himmels“ (engl. Sky glow), „unbeabsichtigte Lichtimmissionen in Gebäude“/ „Raumaufhellung“ (engl. Light trespass) und „physiologische Blendung“ (engl. Discomfort glare)^[42-43]. Die Aufhellung des Nachthimmels in städtischen Gebieten ist Folge der direkten und indirekten Reflexion von Licht durch Bestandteile der Atmosphäre (wie Gasmoleküle, Aerosole und Partikel). Unbeabsichtigte Lichtimmissionen in Gebäude ist ein weit verbreitetes Phänomen in der Stadt und beschreibt das ungewollte Eindringen der Beleuchtung in den Innenraum der angestrahlten Gebäude durch



Fensteröffnungen. Physiologische Blendung ist eine visuelle Empfindung, die ein Gefühl von Unbehagen, verminderte Sehfähigkeit von Objekten oder Augenreizungen verursacht. Nicht ausreichend durchdachte LED-Werbeanlagen im Außenraum können zur visuellen psychologischen Blendung für Fußgänger sowie Streulicht und die Aufhellung des Nachthimmels beitragen.

Studien auf dem Gebiet der Artenvielfalt (Biodiversität) haben zahlreiche Fälle nachgewiesen, bei denen die negativen Auswirkungen der künstlichen Beleuchtung auf die natürliche Umgebung klar erkennbar sind^[44]. Unkontrollierte Be-

leuchtung in der Nacht beeinträchtigt Funktionen bestimmter Tierarten wie beispielsweise Vögel^[45], Fische^[46], Schildkröten, Fledermäuse^[47] und Insekten^[48], die von Natur aus auf ein Leben in der Dunkelheit bei Nacht eingestellt sind. Beobachtungen haben gezeigt, dass zu viel künstliches Licht, besonders farbiges Licht, einen enormen Einfluss auf nachaktive Arten haben kann^[49]. Die Fehlfunktion des zirkadianen Rhythmus ist die Folge. Darüber hinaus können Veränderungen in der Menge des Umgebungslichts während des späten Abends und in der Nacht zu Problemen in der Fortpflanzung, sowie zur Ver-

drängung aus geeigneten Lebensräumen, Schwankungen der saisonalen Migrationsrouten und damit zu einer Verringerung oder sogar zum Verschwinden bestimmter Spezies führen^[50-52].

Der Zeitraum, in dem Bäume und Pflanzen täglich Lichtreizen ausgesetzt sind, der Fotoperiode oder dem sogenannten Tagesrhythmus der Pflanzen, kann Auswirkungen auf das Wachstum und die Form der Blätter, ihrer Pigmente, der Knospenvegetationsruhe und dem Wachstum des Wurzelsystem haben. Künstliche Beleuchtung kann die übliche Fotoperiode und den Wachstumsprozess verändern^[53]. Die künstliche Verlän-

gerung des Tages führt zu einer Veränderung der Blüten. Wachstum unter dauernder Beleuchtung verhindert, dass Pflanzen und Bäumen in die Vegetationspause kommen, die notwendig ist um beispielsweise in den Widrigkeiten des Winterklimas überleben zu können.

Fallstudie „Walk“

Ein reales Beispiel, bei dem ein Mangel an regulatorischem Know-how zu einer ungenügenden Umsetzung des Leuchtdichteverhältnisses und der Farbwahl einer digitalen LED-Werbeanlage im urbanen Kontext führte, ist die permanent Videoinstallation des britischen Künstlers Julian Opie, genannt „Walk“, die im März 2014 eingeweiht wurde.

Die Installation ist in die Schaufensterfassade des PKZ Women Shop integriert und befindet sich im Zentrum von Zürich/CH an der Bahnhofstraße der Haupteinkaufsmeile (Abb. 1).

In dem oben beschriebenen Fall entschied sich der Ladenbesitzer für ein digitales Kunstwerk, das als Teil des Schaufensterperimeters ausgebildet wurde, um sicherzustellen, dass die Fassade von Weiten sichtbar ist und die Aufmerksamkeit der Passanten auf sich zieht (Abb. 2). Dank dieser innovativen LED-Anzeige wurde das Schaufenster zum attraktiven Highlight. Es handelt sich bei dieser Art von LED-Werbeanlagen um ein Pionierprojekt in der Stadt Zürich, das vom Amt für Stadtplanung in dieser prestigeträchtigen Einkaufsmeile amtlich zugelassen

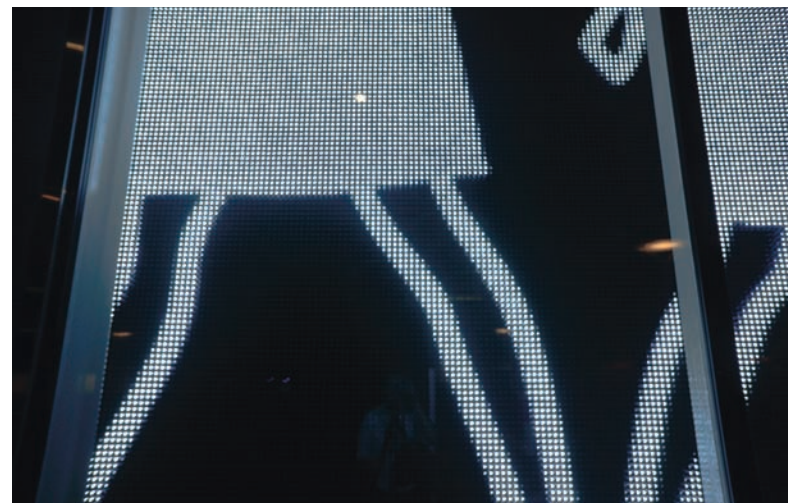
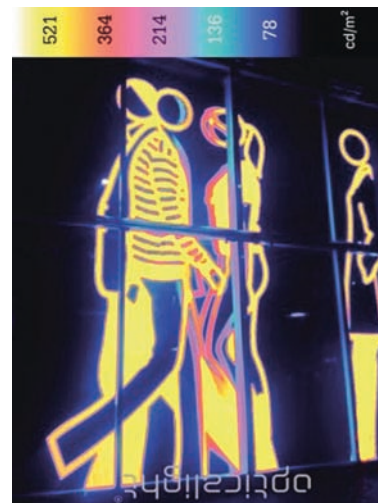


Abb. 5a: Originalaufnahme mit kalibriertem App von Opticalight.

Abb. 5b: Falschfarbendarstellung mit einem kalibrierten cd/m^2 Farbspektrum, April 2016.

Abb. 6: Nahaufnahme des Pixelabstandes mit einer geringen Auflösung.

Photo: J. Hartmann.

wurde^[54-55]. Diese Ausgangslage sollte eine kritische Analyse der Situation zulassen, um mit den gesammelten Erfahrungswerten und den Empfehlungen aus diesem Bericht für zukünftige Projekte eine bessere Entscheidungs- und Bewertungsgrundlage zu erhalten.

Bedenklich ist die Lage. Es liegt gegenüber dem lokalen Stadtplatz mit einer Statue des Heinrich Pestalozzi umgeben von Grünflächen und Bäumen. Während des frühen Abends und in der Nacht werden die Statue und die Gebäudefassade dahinter von der Lichtemission der Videoinstallation zusätzlich beleuchtet. Die Tiefgaragenausfahrt des gegenüberliegenden Warenhauses ist der Installation zugewandt und zieht die Aufmerksamkeit der herausfahrenden Autofahrer auf sich.

Die LED-Wand ist auf der rechten Seite der vorderen Fassade des Gebäudes mit einer Gesamtfläche von zirka 50 Quadratmetern (720 x 720 Zentimeter) installiert worden und erstreckt sich über zwei Etagen.

Um am Tag gut sichtbar zu sein, besonders bei Sonnenschein, ist die Leuchtdichte von dieser LED-Wand optisch signifikant. Auffallend ist, dass die Helligkeit nicht reguliert wird, um sie entsprechend der Tages- und Nachtzeit ihrer Umgebungshelligkeit anpassen zu können (Abb. 3, Abb. 4).

Aufgrund der Tatsache, dass der Inhalt der Kunstinstallation in ständiger Bewegung ist, lassen sich tatsächliche Werte von Leuchtdichte nur schwer messen und mit der Umgebungshelligkeit vergleichen. Generell fällt auf, dass die Anlage nicht ausreichend auf die Umgebungshelligkeit abgestimmt ist und somit störend wirkt, da der Kontrast im Vergleich zur Umgebung, vor allem in den Abendstunden, zu hoch ist.

Unterstützend zur Analyse der Anlage wurden Beispielmessungen vorgenommen. Die Messungen erfolgten bei Dunkelheit und klarem Wetter. Vom Immissionsort aus war die Messzelle bei der Messung parallel zur Bezugsfläche. Die Leuchtdichtemessung wurde erstellt mit dem neu entwickelten Candela-meter App für iOS Geräte von Opticalight/CH.

Die Messung der PKZ Lichtinstallation ergab eine Leuchtdichte von

bis zu 687cd/m² in einem Abstand von sechs Metern vor der Fassade. Gemäß CIE/ILP Richtlinien liegt der empfohlene Richtwert für die Leuchtdichte von Gebäuden in innerstädtischen Zonen bei 25cd/m². Die Leuchtdichtewerte der PKZ Installation übersteigt den Richtwert somit um das 27fache. (Abb. 5b)

Es gab Versuche parallel mit der Technoteam LMK mobile air Porta-

Pixelboards) und des pulsierenden Lichts entstehen extreme Leuchtdichteunterschiede, durch die es kaum möglich ist die durchschnittliche sowie minimale und maximale Leuchtdichte zu eruieren.

Es wird deutlich, dass die neueste Version der Leuchtdichte App von Opticalight momentan das einzige Hilfsmittel ist, um bewegliche Installationen angemessen zu evaluieren

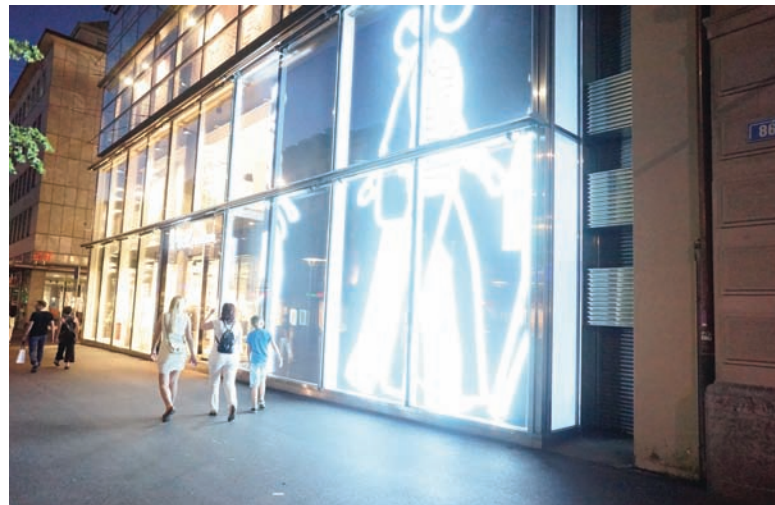


Abb. 7: Blendung von Fußgängern. Photo: J. Hartmann, Juli 2015.



Abb. 8: Straßenbahnfahrer geblendet von der LED Kunstanlage. Photo: J. Hartmann, Juli 2015.

bles Kamera Photometer und der Konica Minolta LS-110, um die Leuchtdichte der Anlage zu messen. Diese beiden Messgeräte sind für bewegte Bilder nicht anwendbar, da die Belichtungszeiten schwierig festzulegen sind und die Messpunkte aufgrund der wechselnden Bildrate nicht exakt erfasst werden können (Interferenz mit der Abtastfrequenz des Sensors). Durch die Rasterung der Leuchtenfläche (LED Screens/

und die Verhältnismäßigkeiten der vorliegenden Leuchtdichte zu bestimmen. (Damit die Messungen mit der App von Opticalight korrekt funktioniert, muss das Gerät geeicht werden und alle älteren Versionen der App vom Gerät gelöscht sein.)

Die App kann für Lichtplaner ein wertvolles Analyseinstrument werden. Sie erreicht als Entwurfshilfsmittel für die Lichtplanung ausreichende Genauigkeit, um fest-

zustellen, ob ein Problem bei der Verhältnismäßigkeit von vertikalen Leuchtdichten zur Umgebung vorliegt.

Generell sind Leuchtdichtemessungen sehr komplex, da die exakte Messposition vom Messgerät zur Bewertungsfläche genau abgestimmt werden muss und die Ergebnisse der Messung von der spektralen Bewertungsmöglichkeit des Messgerätes abhängen.

Ist eine exakte Messungen erforderlich, müsste die bisherige Methode von statischen, nicht bewegten Leuchtdichtebereichen (z.B. mit LMK Kamera oder Minolta LS-110) verwendet und der bewegte Bildinhalt für die Messung gestoppt werden (vgl. Messung einer Bildrate).

Für die LED-Werbeanlage wurden LED-Panels mit einem Pixelabstand von zirka drei mal drei Zentimeter verwendet, mit einer geringen Auflösung (Abb. 6). Die Inhalte werden somit in einer groben Auflösung (Pixelgrafik) abgespielt. Generell ist wichtig, über den Inhalt und das entsprechende Management nachzudenken und in der Planung und Umsetzung zu berücksichtigen. Es gibt diverse Systeme, die sich mit diesem Schwerpunkt beschäftigen, dem sogenannten „Digital Signage und Content Management“^[56].

Auch wenn auf bunte Farbwechsel verzichtet wurde und nur eine Lichtfarbe – Kaltweiß – zur Anwendung kam, ist dies bezogen auf die bereits beschriebenen Auswirkung der Farbtemperatur im Kontext dennoch kritisch zu beurteilen. Die Testmessungen zeigen den Kontrast der Lichttemperatur vom Eingangsbereich/Shop gegenüber der Lichtinstallation, gemessen auf Augenhöhe (1,65m) – Eingang ohne LED-Screen 3441K (Warmweiß) – LED Screen 6666K (Kaltweiß). Die Auswahl der Lichtfarbe sollte immer in Zusammenhang mit dem Kontext und der Zeitspanne definiert werden um eine negative Auswirkung auf die Umgebung zu vermeiden. Was am Tag funktioniert, kann am Abend oder in der Nacht unpassend sein.

Die linienartigen übergroßen Figures sind in konstanter Vertikalbewegung und „laufen“ schneller als typische Fußgänger, was Unruhe im Stadtraum erzeugt.

Dadurch, dass die Helligkeit der LEDs nicht der Umgebungshelligkeit

angepasst werden, erzeugt diese Anlage Blendung und damit visuelles Unbehagen für Fußgänger und Passanten (Abb. 7). Speziell störend ist diese Situation für Straßenbahnfahrer entlang der Bahnhofstraße in den Abendstunden (Abb. 8).

Die Installation ist kontinuierlich von 6 Uhr morgens bis 24 Uhr in Betrieb. Die folgenden technischen und gestalterischen Aspekte in Bezug auf die Fallstudie „Walk“, sollten überdacht, ergänzt und weiter ausgearbeitet werden:

⇒ Laut der deutschen Norm DIN EN 12464-2 bestimmt die Leuchtdichte-Verteilung im Blickfeld den Adaptionszustand der Augen, der wiederum die Sichtbarkeit der Sehaufgabe und des Sehkomforts beeinflusst. Plötzliche Änderungen der Leuchtdichte sollten vermieden werden^[57].

⇒ Die Schweizer Licht Gesellschaft hat in der Lichttechnische Bewertung von Lichtreklamen (SLG 401: 1997d) bereits festgelegt: „Die Wirkung der Lichtreklame muss so eingeschränkt werden, dass sie Verkehrsteilnehmer nicht beeinträchtigt. Aus Sicherheitsgründen ist besonders auf die Fahrzeuglenker Rücksicht zu nehmen“^[58]. Diese Richtlinie sollte in Bezug auf digitale Werbeanlagen weiter vertieft werden, besonders betreffend der Auswirkungen dieser Anlagen auf Verkehrskonfliktzonen zwischen Straßenbahnen, Autos und Fußgängern.

⇒ Die Abend-/Nachtleuchtdichte der Videoinstallation sollte so reduziert werden, dass der Helligkeitsgrad in Bezug auf die Umgebungshelligkeit der angrenzenden Straßen, Gebäude und Plätze definiert bzw. automatisch mittels Sensoren eingestellt werden kann.

⇒ Der Bewegungsablauf/Bildwechsel sollte verlangsamt werden (Bildwechsel mindestens 30 Sekunden bis zu einer Minute), um Hektik und Irritationen zu vermeiden^[59].

⇒ Die Installation sollte spätestens 22h im Winter und 24h im Sommer ausgeschaltet werden, um potenzielle negative Auswirkungen auf die Flora und Fauna im benachbarten grünen Park und den umliegenden Häuser durch Streulicht in die Wohnräume zu reduzieren.

⇒ Nach Sonnenuntergang sollte die Lichtfarbe den der umliegenden Shops (Warmweiß) und der Atmos-

1 Definition Standort			
1.1 Standort/Zone*	Art der Umgebung	Umgebungshelligkeit	Beispiele
E0	geschützt	dunkel	UNESCO Lichtschutzgebiet, IDA Dark Sky Parks
E1	natürlich, ursprünglich	überwiegend dunkel	Nationalparks, Gebiete von besonderer natürlicher Schönheit, etc.
E2	ländlich	gering	relativ dunkle Vorstadtzonen
E3	vorstädtisch	mittel	Kleinstadtzentren, Vorstadtgebiete
E4	städtisch	hoch	zentrale Plätze, Innenstadt mit hoher Aktivität in der Nacht
1.2 Planungsgrundlagen	Grundriss/Situationsplan mit eingezeichneter Position der LED Werbeanlage	Schnitt	Fassadenansicht mit maßstäblich eingezeichneter LED Werbeanlage
1.3 Position/Perimeter	Zone 1: Schaufenster zurückversetzt Zone 1: Schaufenster vorgekoppelt	Zone 2: Fassade Zone 3: Krone/Dach	sonstiges
1.4 Abstände	max. Ausladung über Eigentumsgränze min. Höhe ab Trottoir mind. Distanz zum Fahrbahnrand Abstand zu gegenüberliegenden Fassaden/Gebäuden		cm cm cm cm
1.5 Lage im Verhältnis zu Verkehrsachsen/Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen	Kreuzungen sonstiges	orthogonal	parallel
2 Art/Typ			
2.1 Reklametyp	Schild Konturenbeleuchtung Logo	Schrift Schaufenster sonstiges	Screen Medienfassade
2.2 Ausmaß	einseitige Abstrahlung	zweiseitig Abstrahlung	
2.3 Abmessung (m ²)	< 0,5 0,5 - < 1,5	1,5 - < 5 > 5	
2.4 Inhalt	Text statisch Bild statisch	Text bewegt Bild bewegt (Video)	< 20 Bilder/Sek. > 20 Bilder/Sek. sonstiges
2.5 Dauer der Installation	permanent	temporär	Zeitraum: von _____ bis _____
2.6 Anwendung von Lichtfarben	monochromatisch (einzelner Farbton)	vielfarbig RGB	vielfarbig RGBW Farbwechsel
3 Technische Parameter			
3.1 Lichttechnische Angaben	Energieverbrauch W/m ² Leuchtdichte der Umgebung [cd/m ²] ^{***} Leuchtdichte der Werbeanlage [cd/m ²] ^{****}		
	Lichtstrom/ANSI-Lumen [lm] Nachweis Zusammensetzung Lichtspektrum [nm] Farbtemperatur [K] Farbwiedergabe CRI [Ra]	Minimum Maximum	
3.2 Steuerung/Brennzeiten/Streulicht	Beleuchtungszeitraum GPS Sensor zur automatischen Standorterkennung Zerfallszeit vorgegeben Dämmerungssensor vorgegeben Anpassung Farbtemperatur Tag/Nacht	06 - 20 Uhr nach Bedarf ja ja ja Nachweis Spektrum	20 - 22 Uhr andere nein nein nein Nachweis Anpassung Intensität
3.3 Beschränkung Streulichtanteile nach Zonen**	Abstrahlung in den Nachthimmel ULR ^{****} [max. %]	Lichteintrag in Fenster (Anwohner) E _v [lx] vor Nachtabblendung nach Nachtabblendung	Leuchtdichte Gebäude vor Nachtabblendung Leuchtdichte Gebäude nach Nachtabblendung Leuchtdichte Gebäude durchsichtl. L. [cd/m ²]
	E0 E1 E2 E3 E4	0 0 2,5 5 15	0 2 5 10 25
		0 2.500 7.500 10.000 25.000	0 0 500 1.000 2.500
		0 0 5 10 25	0 0 5 10 25

* Beruht auf den Empfehlungen zur Vermeidung von störenden Lichtfeldern (Institute of Lighting Professionals, 2011)

** Um den Eintrag von Tageslicht in die Messergebnisse möglichst zu vermeiden, sollte die Leuchtdichte eine Stunde nach Sonnenuntergang und eine Stunde vor Sonnenaufgang gemessen werden

*** Messungen an einem trockenen Tag vorgenommen werden. Zu vermeiden sind Wetterbedingungen wie Nebel, Regen und Schnee

**** Beruht auf den Empfehlungen zur Vermeidung von störenden Lichtfeldern (Institute of Lighting Professionals, 2011)

ULR – definiert das Verhältnis des maximal zulässigen Anteils der direkten Lichtabstrahlung von Beleuchtungsanlagen in den Nachthimmel

**** Nachtabblendung – ab dieser Uhrzeit gelten strengere Anforderungen zur Kontrolle störender Lichteffekte

Tab. 1: Merkmale und Bewertungskriterien digitaler LED-Werbeanlagen.

phäre der Bahnhofstraße angepasst werden. Vor allem der Blauanteil von 460 – 500nm sollte entfernt werden.

Fazit

Dieser Bericht spricht Kernfragen an, die im urbanen Kontext den Umgang mit digitalen LED-Werbeanlagen an Gebäuden betrifft. Gerade weil dieses Thema neu und komplex ist, braucht es einen bewussten Umgang und eine realistische Bewertungsgrundlage.

Ein erster Schritt sollte die Abstimmung der beleuchtungsrelevanten Kriterien mit der landesspezifischen Immissionsschutzverordnung sein, um dem Entstehen schädlicher Einwirkungen auf Menschen, Tiere, Pflanzen und die Atmosphäre vorzubeugen^[60]. Als professionelle Lichtdesigner, sind wir bestrebt, an der Erstellung von solchen Vorschriften und Gesetz mitzuwirken.

Die jetzt notwendige Entwicklung und Erstellung eines Richtlinien-dokuments für digitale, bewegliche LED-Werbeanlagen sollte Teil dieses Prozesses sein. Wenn dieser Prozess in einer konstruktiven und offenen Art und Weise entwickelt und veröffentlicht wird, kann ein nützliches Werkzeug für Behörden und Fachplaner entstehen. Die in diesem Zusammenhang von den Verfassern erstellte Tabelle 1 „Merkmale und Bewertungskriterien von digitaler LED-Werbeanlagen“, ist u.a. gedacht als Hilfestellung zur Vereinfachung von Antragsverfahren. Die Tabelle kann darüber hinaus auch als Basis für schriftliche Anträge dienen.

Quellenangaben

[1] Frecot, J., & Sembach, K. J. (2002). *Berlin im Licht: Photographien der nächtlichen Stadt. Berlin*: Nicolaische Verlagsbuchhandlung.
 [2] Reich-Schilcher, C. (Hg.) (2014). *Stadtbild Berlin Werbekonzept Handbuch*. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltkommunikation, 20.
 [3] Jon Dawson Associates. (2008). *Feature Lighting in Liverpool: An Impact Assessment of the City's Lighting Programme, a report for Liverpool Vision and Liverpool City Council*.
 [4] Zielinska-Dabkowska, K. M. (2014). Critical Perspectives On Media Architecture: Is It Still Possible To Design Projects Without Negatively Affecting Urban Nighttime Environments And Will The Future Remain Dynamic, Bright And Multi-Colored?. *MAB14 conference*, 101–108. New York: ACM.
 [5] Society of Light and Lighting (SLL). (1992). *Lighting Guide LG06: The outdoor environment*. Lavenham: Lavenham Press.
 [6] DIN (2007): DIN EN 12464-2 *Licht und Be-*

leuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien.
 [7] Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). (2003). *Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations*. CIE Publication 150. Vienna: CIE.
 [8] Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). (1997). *Guidelines for minimizing skyglow*. CIE Publication 126. Vienna: CIE.
 [9] Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (LiTG). (2011). *Empfehlungen für die Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen*. 12.3. Berlin: LiTG.
 [10] The Institution of Lighting Engineers. (2012). *ILE Guidance Note for the Reduction of Light Pollution*. Rugby: ILE (now Institution of Lighting Professionals).
 [11] Institution of Lighting Professionals (ILP). (2011). *GN01: 2011 Guidance Notes for the Reduction of Obtrusive Light* (Rugby: ILP).
 [12] Klaus, G., Kägi, B., Kobler, R. L., Maus, K., & Righetti, A. (2005). *Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen. Vollzug Umwelt*. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00847/index.html?lang=de> [5.6.2015].
 [13] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA). (2013). *SIA 491:2013 Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum*. Zürich: SIA.
 [14] Schweizerische Licht Gesellschaft (SLG). (1997). *SLG 402:1997 Lichttechnische Bewertung der Wirkung von Beleuchtungsanlagen, insbesondere Flutlichtanlagen, auf den Verkehr*. Bern: SLG.
 [15] Schweizerische Licht Gesellschaft (SLG). (1997). *SLG 401:1997 Lichttechnische Bewertung von Lichtreklamen*. Bern: SLG.
 [16] Reich-Schilcher, C. (Hg.) (2014). *Stadtbild Berlin Werbekonzept Handbuch*. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltkommunikation.
 [17] Department for Communities and Local Government. (2007). *Town and Country Planning (Control of Advertisement). Planning Policy Guidance (PPG) Note 19, Outdoor Advertisement Control*. Communities and Local Government Circular 03/2007. Norwich: The Stationery Office (TSO).
 [18] *Large digital screens in public spaces*. (2009). Joint guidance from English Heritage and Commission for Architecture and the Built Environment (CABE). London: CABE.
 [19] Department for Communities and Local Government. (2007). *Outdoor advertisements and signs: a guide for advertisers*. Wetherby: Communities and Local Government Publications.
 [20] Institution of Lighting Engineers (ILE). (2001). *Technical Report 5: Brightness of Illuminated Advertisements*. Rugby: ILE (now Institution of Lighting Professionals).
 [21] *Konzept Reklameanlagen. Beurteilungskriterien und Vorgaben*. (2006). 3. revidierte Fassung März 2013. Zürich: Stadt Zürich, Amt für Städtebau.
 [22] *Gesamtkonzept Aussenwerbung. Richtlinien für Reklameanlagen, Megaposter und Plakatierung*. (2006). Zürich: Stadt Zürich, Amt für Städtebau.
 [23] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immission Schutz (LAI). (2012). *LAI Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen*, 6.
 [24] Wachtel, J. (2009). *Safety Impacts of the Emerging Digital Display Technology for Outdoor Advertising Signs*. Final Report. Berkeley: The Veridian Group, Inc.

[25] Rea, M. (2001, Jan./Feb.). The Road Not Taken. *The Lighting Journal*, 18-25.
 [26] Lewin, I. (2000, Jan./Feb.). Visibility Factors in Outdoor Lighting Design (Part 2). *The Lighting Journal*, 34-39.
 [27] Rea, M., & Boyce, P. Different Sources for Different Courses under Mesopic Lighting Levels. *Proceedings of the 4th International Lighting Research Symposium*, Orlando, Florida. Lighting Research Office of the Electric Power Research Institute. May 1998.
 [28] Rumer, K. (1990). The Basic Driving Error: Late Detection. *Ergonomics*, 33, 1281-1290.
 [29] Berthelon, C., & Maestre, D. (1993). Curvilinear Approach to an Intersection and Visual Detection of Collisions. *Human Factor*, 35, 521-534.
 [30] Martin, E. A. (Hg.). (1983). *Macmillan Dictionary of Life Sciences* (2. Aufl.) London: Macmillan Press, 362.
 [31] The Institution of Lighting Engineers. (2012). *ILE Guidance Note for the Reduction of Light Pollution*. Rugby: ILE (now Institution of Lighting Professionals).
 [32] von Bommel, W. (2015). *Road Lighting. Fundamentals, Technology and Application*. Cham: Springer International Publishing, 253-254.
 [33] Provencio, I., Rodrigues, I.R., Jiang, G., Hayes, W.P., Moreira, E.F., Rollag, M. D. (2000). A Novel Human Opsin in the Inner Retina. *J. Neurosci.* 20 (2), 600–5.
 [34] Brainard, G. C., et al. (2001). Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. *Journal of Neuroscience* 21 (16), 6405–6412.
 [35] Gaddy, J. R., Rollag, M.D., & Brainard, G. C. (1993). Pupil size regulation of threshold of light-induced melatonin suppression. *J Clin Endocrine Metab* 77, 1398-1401.
 [36] Haim, A., & Portnov, B. A. (2013). *Light Pollution as a New Risk Factor for Human Breast and Prostate Cancers*. Dordrecht: Springer Verlag.
 [37] Roberts, J. E. (2012). Lighting and Human Health. Light Symposium Wismar/ D. <http://lightsymposium.de/documents/Robert%20Joan%2015.pdf> [20.6.2015].
 [38] Schernhammer, E. S., & Thompson, C. A. (2011). Light at night and health: the perils of rotating shift work. *Occupational and Environmental Medicine* 68, 310–311.
 [39] Straif, K., Baan, R., & Grosse, Y., et al. (2007). Carcinogenicity of shift-work, painting, and fire-fighting. *Lancet Oncol.* 8, 1065–1066.
 [40] Stevens, R. G., Blask, D. E., Brainard, G. C., Hansen, J., Lockley, S., Provencio, I., Rea, M. S., & Reinlib, L. (2007). Meeting Report: The role of environmental lighting and circadian disruption in cancer and other diseases. *Environ Health Perspect.* 115, 1357-1362.
 [41] Gaston, K. J., Visser, M. E., Hölker, F., (16 March 2015). The biological impacts of artificial light at night: the research challenge. *Phil. Trans. R. Soc. B370*. London: The Royal Society Publishing. doi: 10.1098/rstb.2014.0133
 [42] Society of Light and Lighting (SLL). (2012). *Guide to limiting obtrusive light*. Lavenham: Lavenham Press.
 [43] von Bommel, W., *Road Lighting. Fundamentals, Technology and Application*. (2015). Cham: Springer International Publishing, 253-254.
 [44] Böttcher, M. (Bearb.). (2001). *Auswirkungen von Fremdlicht auf die Fauna im Rahmen von Eingriffen in Natur und Landschaft. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz (BfN).
 [45] Ballasus, H., Hill, & K., Hüppop, O. (2009). *Gefahren künstlicher Beleuchtung für ziehende Vögel und Fledermäuse. Berichte zum Vogelschutz* 46, 127-157.
 [46] Moore, M. V., Kohler, S. J., & Cheers, M. S. (2006). Artificial light at night in freshwater habitats and its potential ecological effects. In: Rich, C., Longcore, T. (Hg.). *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Washington, Covelo, London: Island Press, 365-384.
 [47] Boldogh, S., Dobrosi, D., & Samu, P. (2007). The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences. *Acta Chiropterologica*, 9, 527-534.
 [48] Eisenbeis, G., & Eick, K. (2011). Studie zur Anziehung nachtaktiver Insekten an die Strassenbeleuchtung unter Einbezug von LEDs. *Natur und Landschaft. Zeitschrift fuer Naturschutz und Landschaftspflege* 86 (7), 298-301.
 [49] Zielinska-Dabkowska, K. M. (2013). To light or not to light. Exterior illumination of tall buildings and bridges and its negative impact on the life of birds and fish – what professional lighting designers need to know, *Professional Lighting Design*, 91, 38-43.
 [50] Outen, A. R. (1998). *The possible ecological implications of artificial lighting*. Hertfordshire: Biological Records Centre.
 [51] Dominoni, D.M., et al. (2013). Urban-like night illumination reduces melatonin release in European blackbirds (*Turdus merula*): implications of city life for biological time-keeping of songbirds. *Frontiers in Zoology*, 10:60, doi:10.1186/1742-9994-10-60.
 [52] Kempenaers, B., Borgström, P., Loës, P., Schlicht, E., & Valcu, M. (2010). Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success, and lay date in songbirds. *Current Biology* 20 (19), 1735-9. doi: 10.1016/j.cub.2010.08.028.
 [53] Briggs, W. R. (2006). Physiology of plant responses to artificial lighting. In: Rich, C., Longcore, T. (Hg.). *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Washington, Covelo, London: Island Press, 389-411.
 [54] Fassbind, T. (5.3.2014). *Die Lichtflut, die alles überblendet*. Tages-Anzeiger, Zürich. <http://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/stadt/Die-Lichtflut-die-alles-ueberblendet/31622342/print.html> [20.6.2015].
 [55] Schoop, F. (6.3.2014). *Kunst wirbt für Kleiderkauf*. Neue Zürcher Zeitung, Zürich <http://www.nzz.ch/zuerich/kunst-wirbt-fuer-kleiderkauf-1.18256970> [20.6.2015].
 [56] https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_signage [20.6.2015].
 [57] DIN (2007): DIN EN 12464-2 *Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien*, 8.
 [58] Schweizerische Licht Gesellschaft (SLG). (1997). *SLG 401:1997 Lichttechnische Bewertung von Lichtreklamen*. Bern: SLG.
 [59] Reich-Schilcher, C. (Hg.) (2014). *Stadtbild Berlin Werbekonzept Handbuch*. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltkommunikation, 19.
 [60] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. (2013). *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgänge*. (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), <http://www.gesetze-im-internet.de/bimsg/index.html> [20.6.2015].