

Bartenbach LichtLabor GmbH
Rinner Straße 14
6071 Aldrans
Austria
T +43 512 3338-0
F +43 512 3338-88
www.bartenbach.com

IBIA - Innovative Beleuchtung im Außenraum



Bericht

Inhalt

Die Inhaltliche Struktur des Projektes wird in folgende Bereiche unterteilt:

- **Ist-Analyse und Marktrecherche**
- **Konzept für Lichtlösung**
- **Entwicklung - Technisches Konzept**
- **Bemusterungsansatz**
- **Bemusterung eines Geh- bzw. Fahrweges**
- **Bemusterung einer Skipiste**
- **Neue Produktansätze bzw. Produkt-/Projektrealisierung mit dem Konzeptansatz**
- **Fazit**

Ist-Analyse und Marktrecherche

In der Marktrecherche der Außenleuchten wurde eine Analyse der Hersteller, welche LED-Produkte für den Außenraum anbieten, durchgeführt. Es wurden die entsprechenden Produkte gegenüber gestellt und in punkto Lichtverteilung, Leuchtmittelwahl, Strahlungsgeometrie, Intensitäten, Blendungen, Lichtfarbe, Lichtspektrum und Wirkungsgrad analysiert.

Dabei wurden beispielhaft Produkte der großen Hersteller, wie der Firmen Philips, Osram und Siteco, Simes, etc., aber auch von Sonderleuchtenherstellern, wie den Firmen Swarco, Ewo, Bega, Durlum, etc., in die Marktanalyse mit einbezogen.

Die Marktanalyse ergab, dass es für die Anwendung im Außenraum, wie es im Projekt gefordert wird, kein System gibt, welches sämtliche Anforderungen und die notwendigen Kriterien gesamthaft erfüllt.

Im Anschluss an die Markt- und Systemanalyse wurden diverse Sport- und Aussenanlagen im Gesamttraum Tirol mittels Messungen lichttechnisch analysiert und deren lichttechnische Qualitäten erhoben.

Es wurden hierbei alle lichttechnischen Kriterien für Skipisten, Rodelbahnen, Fahrwege, Radwege, Raststätten, Fußballplätze sowie Volleyballplätze und Parkplatzanlagen erhoben und in der Phase der Grundlagenermittlung ausgewertet. Die Ergebnisse der Grundlagenermittlung dienten unter anderem als Basis für die Entwicklung eines neuen innovativen lichttechnischen Konzeptes.

Das gesamtheitliche Fazit ergab, dass die Ist-Analyse den Schluss zulässt, dass die analysierten Sportanlagen bzw. Projekte im Regelfall mit herkömmlichen Lichtsystemen bzw. Lichtsystemen, welche nicht für den speziellen Einsatz der Aufgabenstellung in diesen Bereichen ausgelegt sind, ausgeführt wurden und sich dadurch mehr oder weniger große Defizite in deren Funktionen ergeben haben.

Gravierend sind hier zu nennen: die sehr schlechte Lichtverteilung – weit über die Nutzflächen hinaus – sowie die Wahl des falschen Leuchtmittels oder der falschen Lichtfarbe bzw. der falschen Lichttechnik in punkto Blendung und Lichtverteilung.

Konzept für Lichtlösung

Die ersten Festlegungen der Konzeption waren nicht eine neue Lichttechnik bzw. ein neues Leuchtmittel festzulegen, vielmehr und primär ging es darum die richtige Lichtmenge, mit der richtigen Lichtverteilung, zu kreieren. Anhand der Konzeption kristallisierte sich heraus, dass eine Viertelraumlichtverteilung sich ideal eignen würde, um in additiver Form sämtliche Aufgabenstellungen in punkto Lichtverteilung sowie Lichtmenge, welche im Vorfeld in der Grundlagenermittlung und Ist-Analyse als Defizit dargestellt wurden, zu lösen.

Wie in der Präsentation dargestellt, wurde die oben beschriebene Festlegung in einem Verhältnis von Lichtverteilung zu Lichtpunkthöhe umgesetzt. Die neu entwickelte Lichtverteilung muss damit eine Grundrissfläche von 3:1 Teilen (Länge: Breite), bei einer Lichtpunkthöhe von 1 Teil, aufweisen.

Um diese theoretische Lichtverteilung, welche im Moment am Markt nicht erhältlich ist, überprüfen zu können, wurden seitens der Firma Bartenbach Berechnungen und theoretische Lichtverteilungskurven generiert. Alle analysierten Projekte wurden rückwirkend mit der neu konzipierten Lichtverteilung projiziert und auf die geforderten Kriterien überprüft. Dieser Arbeitsschritt wurde in der Präsentation allen analysierten Anlagen beigefügt.

Ein wesentlicher Punkt des neuen Konzeptes ist eine rechteckige, asymmetrische Anordnung, welche sich in der Länge oder in der Breite zueinander anordnen lässt. Um in den Flächenübergängen keine sichtbaren Abbildungen zu erhalten, wurden die Randzonen der Lichtabbildung mit einem Verlauf konzipiert. Dies ist deutlich aus den Falschfarbendarstellungen der Präsentation ersichtlich. Dadurch ist man in der Lage, perfekte Übergänge der einzelnen Flächen zu erzeugen, ohne sichtbare Abbildungen der Einzelflächen.

Weiters wurde darauf geachtet, dass das neue Lichtkonzept entsprechend der Topografie des Geländes ausgerichtet werden kann. Somit kann eine Blendung an den Talseiten der Pisten und Rodelwegen vermieden werden, indem der Leuchtenkopf dem Gelände nach ausgerichtet wird.

Breite, flächige bzw. schmale, längliche Ausleuchtungen können mit der Lichtverteilung optimal abgedeckt werden. Ebenso ist es möglich, wie aus der Konzeption ersichtlich, dass Sportanlagen, wie z.B. Eishockeybereiche und Parkflächen, optimal ausgeleuchtet werden können, ohne damit zur Emission der Nachbargrundstücke zu führen.

Die Einhaltung der Normen ist selbstverständlich ebenfalls eine wesentliche Grundlage für zur Auslegung einer Beleuchtungsanlage verschiedener Sportstätten und Straßenbeleuchtungen. Wie aus unserer Arbeit ersichtlich, wurde diesem Kriterium Rechnung getragen und sämtliche relevante Forderungen der Normen diesbezüglich berücksichtigt. Beispielhaft sind hierfür die Norm EN 12193 (Sportstättenbeleuchtung) bzw. die Norm EN 13201 (Straßenbeleuchtung) zu erwähnen.

Entwicklung - Technisches Konzept

Um die konzipierte Lichtverteilung zu erzielen, können zum heutigen Zeitpunkt keine Standardreflektoren bzw. Standardlinsen zum Einsatz kommen. Wie sich in der Ist-Analyse gezeigt hat, stellt der Markt keine geeignete Lichttechnik diesbezüglich zur Verfügung.

Aus diesem Grund wurden im Projekt verschiedene Entwicklungsansätze konzipiert.

Hierzu wurden drei Konzepte vorgeneriert und im Rahmen des Projektes ansatzweise ausgearbeitet.

Im ersten Konzept wird die Lichtverteilung mittels Tropfenlinse generiert. Der große Vorteil ist, dass die Tropfenlinsentechnik mit der Abdeckblende den Leuchtenabschluss nach außen bewerkstelligt. Dadurch ist zur Erreichung der Leuchtenschutzart IP65 kein zusätzliches Glas erforderlich.

Mit der optimalen Lichtverteilung und der speziellen Herstellung der Leuchtenschutzart sind Leuchtenwirkungsgrade von 75 bis 80% möglich. Aufgrund der hohen Wirkungsgrade des Lichtsystems sowie der perfekten Lichtverteilung, ist, gegenüber einer Standardbeleuchtung, die Wirtschaftlichkeit deutlich höher einzustufen.

Die oben beschriebene Lichttechnik kommt aktuell bereits in anderen Bereichen wie Tunnelbeleuchtungen, Parkgaragen und Innenraumbeleuchtungen zum Einsatz und hat sich hier über die letzten Jahre bewährt.

Weiters wurde ein zweites Konzept analysiert. Die Konzeption einer Speziallinse könnte ebenso in einer Art Tropfenlinse konzipiert werden, hat aber an der Rückseite ein Spezialschwert, welches das Licht nochmals perfekter in die Asymmetrie lenkt und diese Viertelraumverteilung generiert.

Auch hier sind hohe Wirkungsgrade von bis zu über 80% möglich. Die grundsätzliche Konzeption könnte ähnlich wie beim ersten Konzept mit einer Abdeckblende und Speziallinse als Außenschutz erfolgen. Dadurch werden auch mit der Speziallinse eine optimale Lichtverteilung und ein sehr hoher Wirkungsgrad erzielt.

Das dritte Konzept, welches generiert wurde, ist mittels eines Reflektors im Sekundärprinzip konzipiert. Hier wurde ein Leuchtensystem gewählt, bei welchem die Leuchte eine Sekundärsituation erzeugt. Das LED System strahlt indirekt in einen facettierten Löffelreflektor, welcher mit seiner speziellen Geometrie und Facettierung für die rechteckige Lichtverteilung verantwortlich ist.

Aufgrund der Sekundärtechnik ist eine perfekte Ausleuchtung mit scharfen Abrisskanten und einer optimalen Ausblendung möglich. In Punkto Entblendung ist die dritte Variante den beiden vorab beschriebenen Konzepten im Vorteil und unterstreicht nochmals deutlicher den Lichttechnischen Komfort dieser Lichttechnik.

Ein weiterer Pluspunkt ist die Möglichkeit aus einem Lichtpunkt zwei unterschiedliche Lichtfarben zu generieren, was sich beim Konzept 1 und Konzept 2 als schwierig darstellt, da entwicklungsstechnisch der Lichtpunkt exakt immer an der gleichen Stelle liegen muss.

Eine leichte Wirkungsgradreduktion von ca. 5% ist bei diesem System einzukalkulieren, da die Lichttechnik mittels eines Abdeckglases geschützt werden muss. Dies erklärt auch, warum nicht 75% bis 80% (Konzept 1 und 2) erreicht werden, sondern der Wirkungsgrad sich bei ca. 70% - 75% einpendelt.

Bemusterung eines Geh- bzw. Fahrweges

Es wurde eine Bemusterung entlang eines Rad-/Gehweges im Raum Innsbruck durchgeführt. Die Lichttechnik wurde mit dem Sekundärprinzip Variante 3 umgesetzt. Wie in den Präsentationsunterlagen dargestellt, wurde die unmittelbare Bestandsbeleuchtung deaktiviert und auf einem Mastprovisorium ein Teilabschnitt des Rad-/Gehweges mit der neuen Lichttechnik zum direkten Vergleich, beleuchtet.

Die rechteckige Lichtverteilung in der Längsrichtung sowie das ausschließliche Ausleuchten der Nutzflächen, sprich des Fahr- und Gehweges, sind deutlich aus der Fotodokumentation erkennbar. Die Übergangszonen zwischen den beiden aneinandergereihten Lichtflächen werden mit der ausgewählten Lichttechnik perfekt umgesetzt. Damit sind keine unerwünschten visuellen Abbildungen dieser erkennbar.

Weiters sind die perfekte Entblendung sowie die homogene Lichtverteilung deutlich ersichtlich und konnten in diesem Bereich des Rad-/Gehweges perfekt simuliert werden. Auch das Durchlaufen bzw. Durchfahren mit dem Rad ergab keine Beeinträchtigung der Nutzer und wurde durchaus positiv bewertet.

Die unterschiedlichen Lichtfarben, welche in der Dokumentation dargestellt sind, zeigen ganz deutlich, in welche Richtung die Beleuchtung in punkto Lichtspektren geht. Als Grundlage wurden hierzu die Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt „Insektenstudie“ herangezogen,

in dem sich die Empfehlung für den Einsatz von warmen Lichtfarben (2700 Kelvin) herauskristallisiert hat.

Bemusterung einer Skipiste

Die zweite Bemusterung wurde auf einer Schneefläche durchgeführt. Es wurde eine Skipistenbeleuchtung simuliert, welche zeigt, dass mit diesem Lichtsystem, analog der Beleuchtung von Rad-/Gehweg, auch für Skipisten die Generierung der entsprechenden Beleuchtungsstärke von ca. 30 Lux im Mittel möglich ist und gleichzeitig eine perfekt homogene Ausleuchtung sowie scharfe Abrisskanten, zur Begrenzung der Lichtverteilung umsetzbar sind.

Die Abbildungen der Lichtmessungen zeigen ganz deutlich, dass es mit einer Sekundär-Lichttechnik möglich ist, gezielt Nutzebenen auszuleuchten und die angrenzenden Grundstücke und Bereiche nicht zu beeinträchtigen. Auch ein Wechsel der Lichtfarben ist hierfür simuliert worden und unterstreicht die Ergebnisse der Rad-/ Fußwegbemusterung in punkto Lichtfarben.

Die lichttechnische Berechnung bzw. die Leuchtdichtemessung zeigt, dass die perfekt homogene Lichtverteilung auf der Nutzfläche sowie die verlaufenden Randübergangszonen, beim richtigen aneinanderreihen der Lichtflächen, eine nahtlose Übergangszone ermöglichen.

Neue Produktansätze bzw. Produkt-/Projektrealisierung mit dem Konzeptansatz

Teile der Konzeptansätze aus diesem Projekt wurden von Projektpartnern und dem Hause Bartenbach in einzelnen Projekten bzw. Produkten bereits eingesetzt. So bietet beispielsweise die Firma Swareflex ab Herbst 2014 ein Produkt mit einer additiven Lichtverteilung an. Ebenso wurde die Lichttechnik / Linsenkopftechnik bei einer Parkplatzbeleuchtung, in Zusammenarbeit zwischen Bartenbach und Swareflex, bereits umgesetzt. In diesem Projekt wurde durch den Einsatz einer rechteckigen Lichtverteilung die ausschließliche Ausleuchtung einer Parkfläche realisiert. Bildbeispiele hierzu sind aus dem letzten Teil der Präsentation ersichtlich.

Fazit

Die neu konzipierte innovative Außenbeleuchtung bietet eine Vielzahl an Vorteilen in punkto Ökonomie und Ökologie. So ist es möglich eine Systemkombination aus Energieeinsparung und Umweltschutz zu verwirklichen. Des weiteren sind – ohne die Erfordernis unterschiedlicher Lichtsysteme bzw. Lichtkonzeptionen – hiermit, Beleuchtungslösungen für ein breites Anwendungsspektrum, welches von Außensportstätten, über Rad-/Gehwege bis hin zu Autobahnraststätten, Parkflächen etc. reicht, gegeben.

Die Möglichkeiten zur Adaptierung bestehender Beleuchtungsanlagen sind ebenfalls sehr vielfältig, wodurch, bedingt durch die Flexibilität des Systems, ein Austausch der Lichtsysteme

me und das Ersetzen dieser durch die neue LED-Technik auch in bestehenden Anlagen in der Regel gewährleistet ist .

Selbstverständlich liegt ein großer Vorteil ebenfalls in der gezielten Beleuchtung von Nutzflächen, begründet durch die rechteckige Lichtverteilung. Dadurch wird eine optimale Blendungsbegrenzung (Cut-Off) in der Lichttechnik erzielt, sowie die Energiebilanz, gegenüber Standardanlagen, deutlich verbessert und eine nahezu 50%ige Reduktion realisierbar.

Eine besondere und zusätzlich Möglichkeit, welche die LED-Technik bietet, ist die grundsätzliche Dimmbarkeit. Diese kann wiederum zur Reduktion der Lichtintensität bei Nacht- sowie Spätnachtsituation herangezogen werden kann.

Der fließende Übergang von zwei Lichtfarben stellt ebenso ein Plus der neuen Konzeption dar. Speziell beim Konzept des sekundären Mikroreflektors ist eine Mischung zwischen kaltweißer und warmweißer Lichtfarbe aus der gleichen Lichtquelle realisierbar.

In Bezug auf Leuchtmittel und Lichtfarbe des entwickelten Beleuchtungskonzeptes fiel aus ökologischen (Insektenanlockwirkung!), gesundheitlichen (Melatoninproduktion!) und wahrnehmungspsychologischen Gründen in der Konzeption die Wahl auf LEDs mit einer Lichtfarbe von 2700 Kelvin (entspricht: warmweißem Licht). Mittels des konzipierten und ebenfalls bemusterten Lichtsystems wäre jedoch, durch die enthaltenen LEDs, jederzeit und ohne Austausch der Leuchtmittel eine Änderung der Lichtfarbe – beispielsweise von warmweiß auf kaltweiß – „auf Knopfdruck“ möglich, wodurch ein bestmögliches, situationsabhängiges agieren gewährleistet ist sowie zusätzlich – in Kombination mit der Dimmbarkeit des Systems – eine weitere Flexibilitäts- sowie Effizienzsteigerung der Anlage gegeben ist.

Ein optimal hoher Wirkungsgrad für Außenleuchten – mit weit über 70% – ist ein zusätzlicher wesentlicher Vorteil für eine effiziente LED-Außenanlagenbeleuchtung.

Deutlich hervorzuheben ist ebenso die durch den Einsatz der speziellen Lichttechnik erzielte perfekte Gleichmäßigkeit in der Abbildung der Lichtfläche, woraus sich ein extrem hoher visueller Komfort der jeweiligen Nutzungsbereiche ergibt – speziell in Einsatzbereichen, bei welchen die Geschwindigkeit der Fahrzeuge bzw. Personen in direktem Kontext mit den erforderlichen Helligkeiten und Gleichmäßigkeiten des Lichtes zur Gewährleistung eines hohen visuellen Komforts stehen.

Bezüglich Wirtschaftlichkeit des Systems gilt prinzipiell: je länger die Betriebszeiten der Anlage, desto rascher ist eine entsprechende Amortisation gegeben.

Bartenbach LichtLabor GmbH
Aldrans, 13. Mai 2014
Helmut Guggenbichler/st