

## Studie - „Nachtaktiv“

### Optimierung der Straßen- und Objektbeleuchtung am Kloster Donndorf und in Gehofen

im Rahmen des Projektes:

„Modellhafte Erarbeitung regionaler und örtlicher Energiekonzepte unter den Gesichtspunkten von Naturschutz und Landschaftspflege am Beispiel der Naturschutzregion Hohe Schrecke“

für die

#### **Naturstiftung David**

– Projektbüro Braunsroda  
z.H. Herrn M. Golle  
Heidelbergstraße 1  
06577 Braunsroda

#### **Bearbeitung:**



c/o

Dipl.- Biologe  
Martin Biedermann  
Altensteiner Straße 68  
36448 Bad Liebenstein

Dipl.- Biologin  
Inken Karst  
Häßlerstraße 99  
99099 Erfurt

Dipl.- Biologe  
Wigbert Schorcht  
Kleffelgasse 6  
98639 Walldorf/Werra

Tel.: 036961 70770  
[www.nacht-aktiv.net](http://www.nacht-aktiv.net)

#### **MBE**

**Büro für Beleuchtungs- und Elektrotechnik**  
**Lichtplanung Lichtdesign Lichtarchitektur**  
Dipl.-Ing. Michael Beetz  
Teichgasse 21  
99099 Erfurt

Tel. 0361 - 414 086  
0172 - 7569108  
FAX 0361 - 417 2941  
E-Mail: [M.Beetz-MBE-@gmx.de](mailto:M.Beetz-MBE-@gmx.de)  
[www.mbp-licht.de](http://www.mbp-licht.de)

**Erfurt, den 24.08.2018**

## Inhaltsverzeichnis

1. Zielstellung des Projektes.....	3
2. Theoretischer Teil:.....	6
2.1 Aufgaben und Probleme mit künstlichem Licht /künstlicher Beleuchtung im öffentlichen Raum .....	6
2.2 Fledermäuse und künstliches Licht – Gefährdung und Problematik.....	9
3. Angewandter Teil: .....	12
3.1 Die Beleuchtungssituation in der Ortschaft Gehofen.....	12
3.2 Erfassung der Flugrouten von Großen Mausohren aus der Wochenstuben-kolonie der Kirche von Gehofen .....	14
4. Ableitungen und Empfehlungen für ein energiesparendes und fledermausfreundliches Beleuchtungskonzept in Gehofen.....	23
4.1 Allgemeine Empfehlungen zur Energieeinsparung.....	23
4.2 Spezielle Empfehlungen zur Energieeinsparung .....	23
4.3 Allgemeine Empfehlungen für ein fledermausfreundliches Beleuchtungskonzept .....	30
4.4. Spezielle Empfehlungen für ein fledermausfreundliches Beleuchtungskonzept .....	32
5. Ableitungen und Empfehlungen für ein energiesparendes und fledermausfreundliches Beleuchtungskonzept in Kloster Donndorf .....	36
6. Weiteres Vorgehen.....	40
7. Dank .....	41
8. Literatur.....	42
Anlagen .....	43
Anlage 01: Bestandskarte Gehofen 2018: Leuchtentypen.....	44
Anlage 02: Bestandskarte Gehofen 2018: Leuchtmitteltypen mit Lichtpunktnummerierung.....	45
Anlage 03: Maßnahmenkarte Gehofen 2018 .....	46
Anlage 04: Protokoll der Ausflugbeobachtung vom 17.05.2018:.....	47
Anlage 05: Illustration lichttechnischer Berechnungen mit und ohne Nachtabsenkung für Gehofen.....	48

## 1. Zielstellung des Projektes

Klimaschutz und der Erhalt der biologischen Vielfalt sind zentrale Herausforderungen im 21. Jahrhundert. Beide Ziele dürfen nicht gegeneinander aufgewogen werden, sondern müssen zusammengedacht und gemeinsam verwirklicht werden. Bislang fehlt dazu ein Masterplan. Daher sind Modellprojekte, die beide Anliegen berücksichtigen, besonders wichtig, um Erfahrungen zu sammeln und generelle Empfehlungen abzuleiten. Naturschutzgroßprojekte oder Großschutzgebiete, wie z.B. Biosphärenreservate, bieten sich als „Laboratorien“ an, um auf diesen Feldern neue Lösungen zu finden.

Auch das Thema „Außenbeleuchtung“ im öffentlichen und privaten Raum sollte zukünftig beide Aspekte „Energieeinsparung/Emissionsreduktion“ und „Artenschutz“ berücksichtigen:

Effizientere Beleuchtungsanlagen und eine intelligente Lichtplanung können dafür sorgen, dass nur die Bereiche beleuchtet werden, die beleuchtet werden sollen. Dadurch lassen sich der Stromverbrauch (und somit auch die Betriebskosten) erheblich senken. Wie wichtig Dunkelheit in der Nacht sowohl für Tiere als auch für den Menschen ist, wird angesichts zunehmender „Lichtverschmutzung“ immer deutlicher. Das Bundesamt für Naturschutz (BfN) hat darauf dezidiert hingewiesen (HELD et al. 2013).

Im Ergebnis der vorliegenden Studie sollen im Kyffhäuserkreis (Thüringen) den beiden Gemeinden Gehofen und Donndorf im Rahmen des Projektgebietes des Naturschutzgroßprojektes „Hohe Schrecke - alter Wald mit Zukunft“ Handlungsempfehlungen zur schrittweisen Umrüstung der Straßenbeleuchtungen an die Hand gegeben werden, die auf den Artenschutz im Allgemeinen und die beiden bekannten Wochenstubenquartiere des Großen Mausohrs in den Ortschaften im Speziellen eingehen.

Neben konkreten Maßnahmenvorschlägen in Bezug auf die vorhandene Straßenbeleuchtung sollen den Entscheidungsgremien (Gemeinderäte, Verwaltungen) mit Hilfe der vorliegenden Studie Gesichtspunkte des Umwelt- und Artenschutzes näher gebracht sowie technische und finanzielle Hintergründe und Auswirkungen dargelegt werden.

Den Gemeinden, Bürgern und Unternehmen sollen Steuerungsmöglichkeiten (bspw. über Gemeindegremien, Materialien der Öffentlichkeitsarbeit) und eigene Handlungsoptionen (bedarfsgerechte Beleuchtung), aufgezeigt und zugehörige Vorlagen und Empfehlungen an die Hand gegeben werden.

Der Schwerpunkt der Studie (Untersuchungen und Maßnahmen) wurde für 2018 in Abstimmung mit der Naturstiftung DAVID zunächst auf die Ortschaft Gehofen gelegt, da hier kaum etwas zu den Flugwegen der Fledermäuse (Großen Mausohren) von der Kirche durch die Ortschaft in die Jagdgebiete und zurück bekannt ist bzw. großes Interesse und Bereitschaft von Seiten der Kommune i. V. durch Herrn Bürgermeister Sebastian Koch

geäußert wurde, beim Thema „Außenbeleuchtung“ anzusetzen und konkrete planerische Ableitungen bzw. Maßnahmen treffen zu wollen.

Für das Quartier der Großen Mausohren im Kloster Donndorf existiert hingegen schon ein FFH-Managementplan für die Ziele des Fledermausschutzes, in dem auch festgestellte Flugrouten Eingang fanden (KOORDINATIONSSTELLE FÜR FLEDERMAUSSCHUTZ IN THÜRINGEN 2011).

**Weitere Ziele der Studie sind:**

- die Darstellung der rechtlichen Parameter bzgl. Straßenbeleuchtung (DIN EN 13201-1) und Ausführungsplanung schrittweise für benannte Bereiche, gesamte Anlage
  
- die Erfassung und Analyse des Leuchtenbestandes und der Beleuchtungssituationen (speziell für die Straßenbeleuchtungsanlage Gehofen und Objektbeleuchtungen rund um die beiden Quartiere)
  
- Erstellung eines Konzeptes zur Umrüstung der bestehenden Straßenbeleuchtungsanlagen nach den Maßgaben der Umweltverträglichkeit:
  - generellen Reduzierung der Lichtemission auf das notwendigste
  - Reduktion im Laufe der Nacht
  - zielgerichteter Einsatz von Licht
  
- Aufzeigen technischer Lösungen zur Reduktion der Lichtemissionen in der Nacht (dimmen/abschalten) und der zugehörigen Wirtschaftlichkeitsparameter
  
- Erstellung von Materialien für die Öffentlichkeitsarbeit zum Thema:
  - geeignete Leuchtenformen und geeignete Formen der Lichtlenkung für Haus und Hof
  - Einbezug der „Flutterpoints“ an der Hohen Schrecke
  - Beispiele von Sternenparks und Vorstellung der Dark Sky Society
  - Vorteile von Amber LED aus Naturschutzsicht

## **Eckpunkte der Studie**

Folgende Eckpunkte wurden zu Beginn der Ersetzung der Studie benannt:

### **Rechtlich:**

Definition der niedrigsten möglichen Beleuchtungskategorie in Anlehnung an DIN 13201. Gibt es eine Straßenbeleuchtungspflicht oder kann U.U. ganz auf Beleuchtung verzichtet werden?

### **Naturschutzfachlich:**

Speziell im Umfeld der Fledermausquartiere und entlang der Einflugschneisen zu den Jagdgebieten in der Hohen Schrecke sollen die Sanierungsempfehlungen nachfolgende Punkte berücksichtigen:

- Reduktion der Lichtverschmutzung – bei der Straßenbeleuchtung generell und im speziellen bei der Objektbeleuchtung durch Einsatz vollabgeschirmter Leuchten bspw. Reduktion der Beleuchtung der Kirche in Gehofen
- Optimierung der Abstrahlwinkel gemäß der jeweiligen Erfordernisse zur Erfüllung der Beleuchtungsaufgabe bspw. keine Abstrahlung in Richtung der oberen Halbkugel, Vermeidung unnötiger Anstrahlungen von Fassaden
- Beleuchtungsniveau „gerade so viel wie nötig“, vor allem auch Vermeidung von „Reboundeffekten“ durch LED-Umrüstungen
- „insekten- und fledermausfreundliches“ Licht – also ausschließlich warmweißes Licht mit geringen Blauanteilen im Spektrum bei einer Farbtemperatur von 1600 bis max. 3000 Kelvin Einsatz spezieller „pc amber“ LED-Leuchten
- intelligente, bedarfsgesteuerte, zeitgesteuerte und / oder dimmbare Systeme zur Bewahrung der natürlichen Dunkelheit Darstellung entsprechender Einsatzmöglichkeiten in den beiden Betrachtungsräumen

Diese Ziele und Eckpunkte sind zur Erreichung des Gesamtzieles notwendig. Aufgrund des beschränkten Budgets können im Rahmen dieser Studie einige Aspekte jedoch zunächst nur angerissen werden.

Die vorgenommene Prioritätensetzung innerhalb dieser Studie wurde mit dem Auftraggeber, der Naturstiftung DAVID abgestimmt. Die Vertiefung einzelner, ausgewählter Aspekte muss Folgeprojekten vorbehalten bleiben.

## **2. Theoretischer Teil:**

### **2.1 Aufgaben und Probleme mit künstlichem Licht /künstlicher Beleuchtung im öffentlichen Raum**

Die nächtliche Beleuchtung von Wegen und Straßen dient der Sicherheit und Orientierung der Bürger und Verkehrsteilnehmer. Die Planung der Beleuchtungsanlagen erfolgt nach den Empfehlungen und Richtlinien der DIN EN 13201 und DIN EN 13201-2 für Straßen, Wegen und Plätzen sowie die damit verbundene Festlegungen. Die lichttechnischen Anforderungen an die Beleuchtung werden durch Gütemerkmale beschrieben.

Besonders zu beachten sind

- Leuchtdichte bzw. Beleuchtungsstärke und deren Gleichmäßigkeit,
- Blendungsbegrenzung,
- und die Farbwiedergabe.

Neben der Beleuchtung von Straßen, Wegen und Plätzen ist die Anstrahlung von Gebäuden und Denkmälern unter sinnvollen und wirtschaftlichen Aspekten zu bewerten und zu betrachten. Blendungen sind dabei zu vermeiden und der Lebensraum der Tiere und die Wechselwirkung zur Natur sind in die Planung ebenso mit einzubeziehen.

Anstrahlungen heben besondere Bauwerke aus dem nächtlichen Dunkel hervor und sind Mittel zur Inszenierung ihrer Architektur. Als Nebeneffekt trägt diese Beleuchtung ebenso zur Aufhellung des Nachthimmels bei, wie Kunstlicht, welches aus den Fenstern und Schaufenster von Gebäuden austritt. Gleiches gilt für die Fahrzeugbeleuchtung.

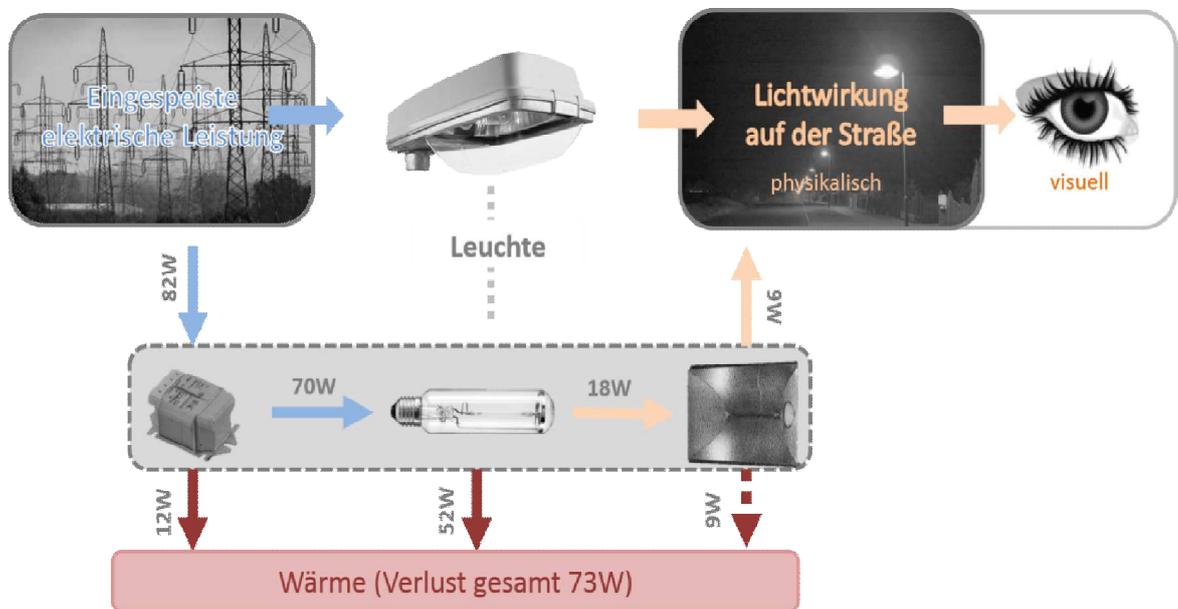
Der Eintrag von Kunstlicht in die Umwelt (Lichtimmission) führt unmittelbar und mittelbar zu Negativeffekten:

- Aufhellung des Nachthimmels durch Diffusion des Lichts in der Atmosphäre
- Physiologische und psychologische Blendungseffekte von Menschen
- Beeinflussung des circadianen Rhythmus von Menschen
- Beeinflussung nachtaktiver Tiere (u.a. Insekten, Fledermäuse)
- Sichtbare Energieverschwendung

Im Mittelpunkt der Gestaltung und Planung der Außen- und Straßenbeleuchtung steht daher das Ziel einen bestmöglichen Kompromiss zwischen der Bereitstellung von Kunstlicht entsprechend dem räumlichen (örtlichen) Bedarf mit möglichst geringer unerwünschter

Lichtemission zu finden. Es fließen folgende Untersuchungs- bzw. Gestaltungsparameter ein:

1. Die räumliche Verteilung des Kunstlichts gezielt auf diejenigen Flächen, welche beleuchtet werden sollen, unter Betrachtung der Wirkungskette (vgl. Abb. 1)



**Abb. 1:** Schema der Wirkungskette von Kunstlicht.

2. Die Vermeidung unerwünschten Streulichts
3. Die zeitliche Anpassung der Lichtmenge (Lichtstrom) an den Bedarf, z.B. in Abhängigkeit des Verkehrs nach einem fixen Dimmprofil bzw. einer präsenzabhängigen Steuerung.
4. Die Auswahl von Lichtfarbe und Spektrum unter der Abwägung energetischer, psychologischer und astronomischer Aspekte.  
(-> Vermeidung von „Rebound Effekten“ – siehe [https://de.wikipedia.org/wiki/Rebound\\_\(%C3%96konomie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Rebound_(%C3%96konomie)))

Die Bestandsaufnahme der Ausführung (Leuchtenmodelle), des technischen Zustands sowie der Platzierung der Lichtpunkte steht am Anfang eines umfassenden Planungsprozess, dessen Ziel darin besteht, LED-Umrüstungslösungen so auszuwählen bzw. zu definieren, dass ein guter Kompromiss zwischen der Erfüllung des Beleuchtungsbedarfs auf der einen Seite sowie der Berücksichtigung der Anforderungen in Naturraum für nachaktive Tiere ermöglicht wird.

Um die Kosten für die Neugestaltung der Beleuchtung möglichst gering zu halten, das gewohnte Erscheinungsbild der Leuchten mit ihrer Tagwirkung zu bewahren sowie

Materialressourcen weiter zu nutzen, bietet sich eine sorgfältige Umrüstung der bestehenden Leuchten auf LED – Technologie als eine ökonomisch und ökologisch nachhaltige Option an.

In einem iterativen Prozess werden dazu für nach Nutzungszweck zu segmentierende Raumabschnitte Lichtberechnungen bzw. Simulationen auf der Basis photometrischer Charakteristika (LVK) in Frage kommender LED-Umrüstungsbaugruppen durchgeführt bzw. optimale Lichtverteilungen ermittelt, welche als Spezifikation für die Auswahl/Optimierung von LED-Umrüstungsbaugruppen herangezogen werden. Zur Kontrolle von Streulicht sind insbesondere auch Art und Zustand der vorhandenen Leuchtenabdeckungen in die Betrachtung aufzunehmen.

In die Definition möglicher Dimm – Profile für die Leuchten (nach Zeit und Niveau) bzw. einem generellen oder differenziertem Lichtsteuerungsregime fließt der nächtliche Verkehrsverlauf und damit verbunden das Energieeinsparpotenzial ein. Der Zusatzaufwand eines möglichen Steuerungssystems muss in einer Kosten/Nutzen Betrachtung bewertet werden.

Mit dem Motiv der Maximierung der Energieeffizienz werden in der Straßenbeleuchtung oftmals neutral- bzw. kalt- weiße Lichtfarben eingesetzt, die subjektiv als „sehr hell“ wahrgenommen werden. Bedingt durch das grundlegende Prinzip der Erzeugung weißen Lichts durch Phosphor – Konvertierung (PC) von blauem Licht ist der spektrale Anteil blauer Wellenlängen bei kalten Lichtfarben deutlich höher, als beispielsweise beim Licht der weit verbreiteten Natriumdampflampen. Die Unterschiede in den Farbspektren von LED-Beleuchtungen zu herkömmlichen Lichtquellen bewirken Veränderungen u. a. bei der Aufhellung des Nachthimmels, welches im Planungsprozess zu berücksichtigen ist.

## **2.2 Fledermäuse und künstliches Licht – Gefährdung und Problematik**

Als nachtaktive Säugtiere reagieren alle heimischen Fledermausarten sensibel auf Licht, besonders in und am Quartier bzw. in ihrer Quartiernähe (Ein- und Ausflugöffnungen), aber auch auf ihren Flugrouten und in ihren Jagdgebieten.

Fledermäuse sind verhältnismäßig schlechte Flieger. Am Tage wären sie eine leichte Beute für Greifvögel und Raubsäuger. Seit Millionen von Jahren hat sich deshalb bei den Fledermäusen die Strategie bewährt, möglichst unauffällig zu leben: Sie fliegen in der Dunkelheit, wo sie nicht gut gesehen werden können. Die spezielle Ultraschall-Orientierung ermöglicht ihnen dabei, sich selbst perfekt in der Nacht zurechtzufinden. Aber es gibt Unterschiede zwischen den verschiedenen Fledermausarten: Je schneller und gewandter sie fliegen können, umso eher wagen sie sich in offenes Gelände und auch in hellere Umgebungen.

Auch bei der Quartierwahl dominiert das Verhalten der “Feindvermeidung“ bei den Fledermäusen. Am Tage (bei Helligkeit) verstecken sich die Tiere für ihre Ruhephasen deshalb erfolgreich an dunklen oder versteckten Hangplätzen (wie z.B. Höhlen, Dachböden, Nischen, Ritzen und Baumhöhlen). Sie vermeiden dadurch den direkten Zugriff von Fressfeinden wie Mardern, Katzen oder Greifvögeln oder bewahren sich und ihre Artgenossen (bei Kolonien) vor Störungen (z. B. durch menschliche Tätigkeiten).

Am Abend warten Fledermäuse bis es dunkel genug ist, ehe sie sich aus ihren Quartieren wagen. Dabei gibt es auch Unterschiede zwischen den Arten. Je nach Flugvermögen verlassen sie die Quartiere in früher oder später Dämmerung.

Künstliches Licht verändert die natürlichen Bedingungen. Für Fledermäuse können diese Veränderungen essenzielle Folgen haben.

Die Installation von Beleuchtungen an Quartieröffnungen kann zu Verzögerung des abendlichen Ausflugs und damit einer reduzierten Jagdzeit für die Fledermäuse führen, was sich nachteilig auf die Tiere aber auch auf deren Nachwuchs, d.h. auf die Populationen auswirken kann, da diese mit einem verzögerten Wachstum rechnen müssen und mit einer geringeren Überlebenswahrscheinlichkeit im ersten Jahr. Untersuchungen an Jungtieren von Großen Mausohrfledermäusen geben erste Hinweise darauf, dass sich eine Verkürzung der nächtlichen Nahrungssuche negativ auf ihre Entwicklung auswirken kann (vgl. u.a. BOLDOGH et al. 2007). Während der Phase, in der die Jungtiere noch gesäugt wurden, war ihre Unterarmlänge, die als Maß für das Größenwachstum herangezogen wird, in beleuchteten Quartieren kürzer und ihr Körpergewicht geringer als bei jungen Artgenossen aus unbeleuchteten Quartieren. Wenn sich solche Nachteile bis zum Winterschlaf halten, haben

Fledermäuse, die in Kolonien beleuchteter Quartiere aufwachsen, im Winter unter Umständen eine geringere Überlebenschance.

Dieses Spannungsfeld besteht besonders bei repräsentativen Baudenkmalern (Kirchen, denkmalgeschützte Gebäuden), die wiederum oftmals wichtige und selten gewordene Quartiermöglichkeiten/-ressourcen bieten (wie in Großdächern, in Gewölbekellern, Spaltenquartiere im Mauerwerk von Burgruinen etc.). Bei Unwissenheit kann eine (neue) Beleuchtung negative Auswirkungen mit sich bringen bzw. bis hin zur Quartieraufgabe führen.

Aus der Mausohrwochenstube Schwikartshausen im Vogelsberg (Hessen) ist z. B. bekannt, dass viele Tiere im Quartier verendet sind (Falleneffekt), als vergessen wurde, im Dachboden das Licht wieder auszuschalten und es nachts dauerhaft brannte (STEINKE & KUGELSCHAFTER mdl.). Die Tiere waren desorientiert bzw. sind im eigenen Quartier verhungert, da sie nicht mehr herausgefunden haben, um in ihre Jagdgebiete zu gelangen.

Auch beim Gebäude bewohnenden Braunen Langohr konnte in einer Langzeituntersuchung gezeigt werden, dass bevorzugt unbeleuchtete Gebäude als Quartiere genutzt werden (RYDELL et al. 2017).

Auf den Flugrouten der Fledermäuse und in ihren Jagdgebieten kann künstliche Beleuchtung ebenso einen negativen Effekt erzielen: Zum einen werden beleuchtete Flächen zur Feindvermeidung gemieden und nicht befliegen (z. B. *Myotis*, *Rhinolophus*: STONE et al. 2009). Andererseits besitzt Licht einen Lockeffekt auf Insekten, die damit vor allem für lichtempfindliche Fledermäuse nicht mehr in der Vegetation als Nahrung zur Verfügung stehen. Ein Ausweichen auf andere möglicherweise weiter entfernt liegende Jagdgebiete wird dann für die Tiere notwendig und kann sich wiederum negativ auf ihre Fitness auswirken. Schnell fliegende Fledermausarten nehmen hingegen das Risiko in Kauf und jagen unter künstlicher Beleuchtung (wie Straßenbeleuchtungen im Bereich aufgewärmter Asphaltdecken oder in Gewässernähe) nach angelockten Insekten (*Pipistrellus*, *Nyctalus*, *Eptesicus*). Dies ist kontextabhängig, z. B. kann verstärkt in „Hungerphasen“ dieses „gewagte“ Jagdverhalten zum Tragen kommen, wenn Beuteinsekten nur noch an Beleuchtungsquellen anzutreffen sind (oder in Schlechtwetterphasen).

Seit den 1990er Jahre wird weißes Licht auch mit Leuchtdioden (LEDs) erzeugt und zunehmend als energieeffizientere kostengünstigere Variante in der Straßenbeleuchtung eingesetzt. Die höhere Lichtausbeute, veränderbare Farbtemperatur, Dimmbarkeit und Lichtstrahllenkung macht sie dabei attraktiver im Einsatz. Ihre Auswirkung auf nachtaktive Tiere, vor allem Fledermäuse, wird erst seit wenigen Jahren untersucht. Erste Ergebnisse zeigen jedoch, dass sich LED-Beleuchtungen ebenfalls negativ auf die Fledermausaktivität

auswirken können, allerdings gibt es hier Unterschiede zwischen den einzelnen Fledermausarten, auch in Abhängigkeit der Farbtemperatur der LEDs (LEWANZIK & VOIGT 2017, STONE et al. 2012, VOIGT et al. 2017).

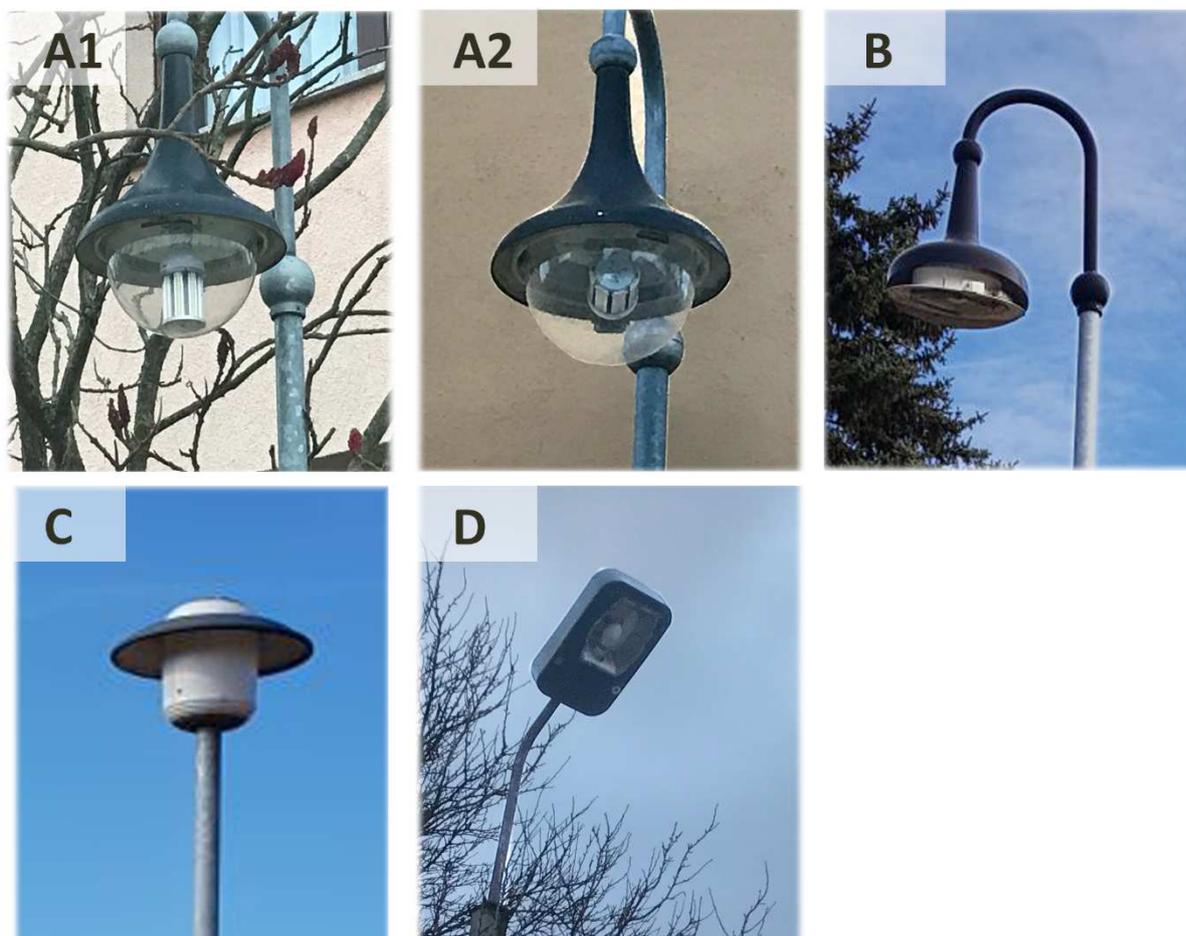
Insbesondere das Große Mausohr, welches in der vorliegenden Studie mit dem Vorkommen in Gehofen bzw. Donndorf im Vordergrund steht, gehört zu den Lichtempfindlichen/-scheuen Fledermausarten. Es verlässt verhältnismäßig spät das Quartier und sucht sich dunkle „gedeckte“ Korridore bzw. Flugwege, um in die bevorzugten Jagdgebiete zu gelangen.

Lichtempfindliche Fledermausarten werden generell durch die allgegenwärtige Beleuchtung zunehmend in ihrem Lebensraum eingeschränkt und von ihren Jagdgebieten abgeschnitten. Dadurch, dass Insekten von weit her durch das Licht angezogen werden, stehen sie in angrenzenden dunklen Gebieten lichtsensiblen Arten nicht mehr als Beute zu Verfügung. Populationen mancher lichttoleranter Fledermausarten wie z. B. die Zwergfledermaus wachsen hingegen – wahrscheinlich auch begünstigt bzw. als Folge der guten Nahrungsverfügbarkeit an Straßenlaternen. Bei der Jagd in unbeleuchteten Habitaten treten sie mit Populationen lichtempfindlicher Fledermausarten in Konkurrenz um die dort noch wenigen verfügbaren Insekten. In der Folge können diese in ihrem Bestand weiter geschwächt bzw. gefährdet werden (vgl. LEWANZIK & VOIGT 2013).

### 3. Angewandter Teil:

#### 3.1 Die Beleuchtungssituation in der Ortschaft Gehofen

In der Gemeinde Gehofen sind in der Beleuchtungsanlage verschiedene Leuchtenmodelle unterschiedlicher Hersteller im Einsatz.



**Abb. 3:** Typische Leuchtenmodelle in der Gemeinde Gehofen

Dieses sind die „Kleine Glocke“ (A1 bzw. A2 in Abb. 3) des Herstellers SIEMENS/Siteco bzw. das Modell „Nadja“ (B) des Herstellers Leipziger Leuchten. In Bild A1 bzw. A2 ist erkennbar, dass im Vergleich zum Original an diesen Leuchten Modifikationen vorgenommen wurden. Das Entfernen von Spiegelreflektoren sowie das Montieren von Leuchtmittelfassungen, diente bei den dargestellten Exemplaren der Platzschaffung für den Einbau voluminöser Maiskolbenlampen als LED-Austauschleuchtmittel. Jedoch treten die Maiskolbenlampen während der Betriebszeit der Leuchten in der Nacht als extreme Blendungsquellen und tagsüber als auffälliger Fremdkörper in Erscheinung, welcher die

originale Anmutung der Leuchte stark beeinträchtigt. Die so ausgeführte Umrüstung auf LED-Technologie ist daher alles andere, als optimal einzustufen.

Einige der Leuchten weisen mechanische Beschädigungen z.B. in Form von gebrochenen oder gänzliche fehlenden Leuchtenabdeckungen bzw. lose Befestigungen von Teilen auf (B). Dennoch ergeben sich bei den meisten Bestandsleuchten Möglichkeiten einer sinnvollen Weiternutzung ihrer Leuchtengehäuse, worauf später näher eingegangen wird.

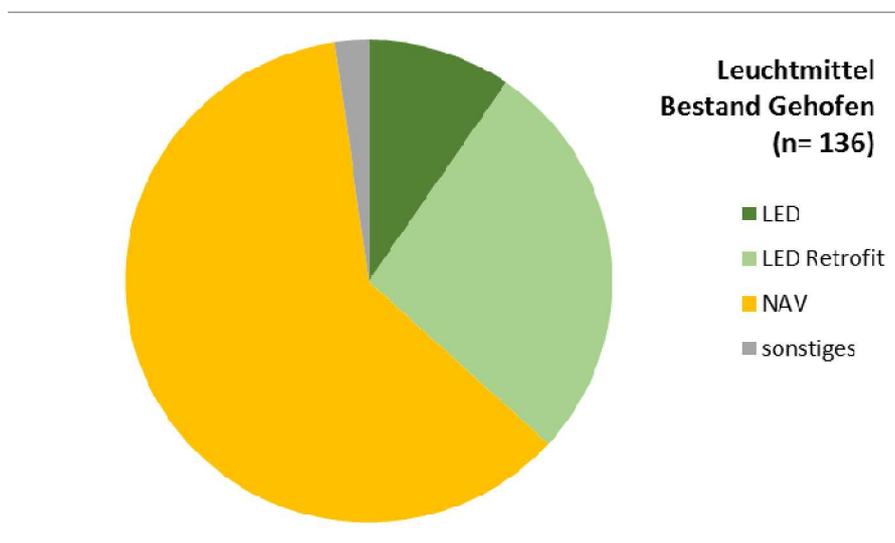
In einer geringen Anzahl sind zylindrisch geformte Leuchten Modell „Rondolux“ des Herstellers PHILIPS/AEG sowohl als Mastaufsatz (C), als auch in einer über einen Mastbogen abgehängten Montageform im Einsatz. Ihre weiß-opale Leuchtenabdeckung ist beleuchtungstechnisch insofern relevant, als das dadurch ca. die Hälfte des Lampenlichtstroms in den Nachhimmel diffundiert, was sich in Bezug auf die Lichtverschmutzung und die Störung nachtaktiver Tiere negativ auswirkt.

Diese genannten Leuchtenmodelle, die vor Allem in Anlieger und Seitenstraßen auf verzinkten Stahlmasten installiert sind, weisen Lichtpunkthöhen zwischen 3,5m - 4,5m auf.

An einigen Stellen im Dorf bzw. entlang der Durchgangsstraße sind teils an Betonmasten, teils an Holzmasten mit Lichtpunkthöhen zwischen 6...8m offene Kofferleuchten (D) einer bekannten Bauform aus der DDR Zeit installiert. Neben den lichttechnischen Eigenschaften resultiert vor allem aus dem Statik -Zustand der Masten bzw. Lichtköpfe Handlungsbedarf. An wenigen Stellen reihen sich in diese Gesamtkonstellation vereinzelte Leuchtenmodelle neuerer Bauart ein.

Ein Leuchten Kataster mit einer Planauflistung von Leuchtenmodell, Lampenbestückung, Installations- und Wartungsjournal war in der Form nicht vorhanden, so dass diese Informationen im Rahmen von Begehungen zu Beginn der Studie systematisch erfasst bzw. vervollständigt werden mussten.

In der aufgeführten Grafik (Abb. 4) und den Lageplänen (siehe Anlage 01 und 02) sind die vorhandenen Lichtpunkte, die Leuchtenhersteller und die vorhandenen Leuchtmittel (n=136) benannt und dargestellt. Die Angaben erfolgten durch eigene Recherchen und zur Verfügung gestellten Unterlagen.



**Abb. 4:** Verteilung der derzeit installierten Leuchtmittel (Bestand) in der öffentlichen Straßenbeleuchtung in Gehofen.

### 3.2 Erfassung der Flugrouten von Großen Mausohren aus der Wochenstubenkolonie der Kirche von Gehofen

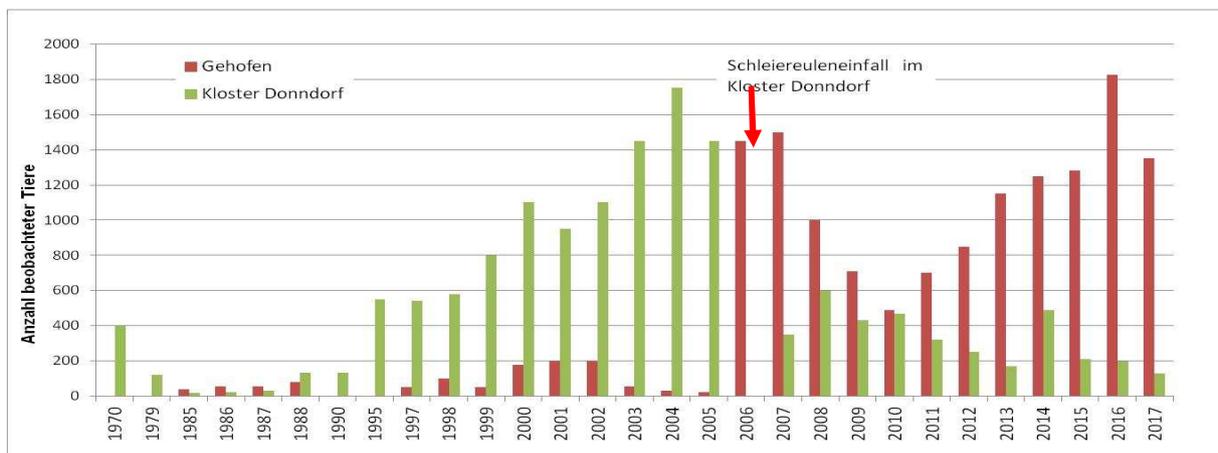
Das Wochenstubenquartier der Großen Mausohren im Dachboden der Kirche „St. Johann Baptist“ von Gehofen ist seit 1985 bekannt. Seit dieser Zeit werden die Tierzahlen durch jährliche Zählungen, insbesondere vom Fledermauskundler WOLFGANG SAUERBIER (Bad Frankenhausen) überwacht (vgl. Abb. 5 und 6). Die Ergebnisse werden in das landesweite Bestandsmonitoring der Großen Mausohren eingespeist, welches von der Interessengemeinschaft Fledermausschutz und -forschung Thüringen (IFT) e.V. im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG), Jena, durchgeführt wird.

Im Jahr 2006 wurde das nur 5 km entfernte und ebenfalls seit vielen Jahrzehnten beobachtete Wochenstubenquartier im Dachboden des Klosters Donndorf durch eine Schleiereule massiv gestört und die dort ansässigen Großen Mausohren zogen daraufhin offensichtlich mehrheitlich nach Gehofen um. Seit dem hält sich der Großteil der Tiere in Gehofen auf bzw. baut sich die Kolonie in Donndorf erst später im Jahr (Juni-Juli) überhaupt auf. Vermutlich bleiben aber einige Muttertiere mit Jungen in diesem Quartier und sind damit näher an den Jagdgebieten in der Hohen Schrecke, als von Gehofen aus.

Der Vorfall der Störung durch die Schleiereule dokumentiert die enge Austauschbeziehung zwischen den beiden nahgelegenen Wochenstubenquartieren. Beide Vorkommen (eine Kolonie) zählen nach TRESS et al. (2012) zu den 20 größten Mausohrwochenstuben Thüringens (Abb. 4).

Im Dachboden der Kirche von Gehofen hängen die Tiere oftmals im Firstbereich (vgl. Foto 1), nutzen aber ebenso fünf weitere Hangplätze zwischen Dach und Holztafeldecke bis hin zum Treppenaufgang (TRESS et al. 2012, S. 532-534). Ihren Ausflug nehmen sie in der Dämmerung am häufigsten durch das östlichste Gaubenfenster des Schiffes (vgl. Abb. 7 und 8). Gelegentlich fliegen auch Tiere aus einem Mauerspalt zwischen Dachhaut und östlicher Giebelwand aus.

Zu Beginn der Untersuchung wurden im Mai 2018 ca. 700 Tiere im Kirchendach gezählt.



**Abb. 5:** Dokumentierte Tierzahlen (Summe adulter und juveniler Tiere) aus den beiden Wochenstubenvorkommen Gehofen und Kloster Donndorf zwischen 1970 und 2017 (Beobachtungsdaten von W. SAUERBIER).



**Abb. 6:** Blick in eine Wochenstubenkolonie vom Großen Mausohr. Dicht gedrängt hängen die Tiere an den Hangplätzen und wärmen sich bei kühler Witterung (I. Karst).



**Abb. 7 und 8:** Pfarrkirche von Gehofen (Foto links: M. Beetz). Der rote Pfeil markiert die Gaube, über die im Mai 2018 der Ausflug der Großen Mausohren am Abend hauptsächlich erfolgte. Detailbild Gaube (Foto rechts: M. Biedermann)

## **Untersuchungsmethodik**

Am 15.05. und 22.05.2018 erfolgten am Abend Ausflugbeobachtungen mit jeweils 4 Personen (M. BIEDERMANN, I. KARST, W. SCHORCHT und W. SAUERBIER), die mit Fledermausdetektor zur akustischen Erfassung und Taschenlampe zur Beobachtung der Flugrichtung ausgerüstet waren. Am 17.05.2018 erfolgte eine weitere Beobachtung vom langjährigen Quartierbetreuer Wolfgang Sauerbier allein mit weiteren Hinweisen (siehe Anhang).

Zu Beginn positionierten sich die Beobachter unmittelbar vor der Kirche, um den Ausflug zu verfolgen. Im Verlauf der Erfassung verteilten sich die Beobachter um die Kirche und die angrenzenden Gebäude und Straßen und versuchten die Ausflugrichtung der Tiere zu ermitteln bzw. ausfliegende Tiere weiterhin auf ihrem Ausflug zu verfolgen.

Zusätzlich zu den Ausflugbeobachtungen wurden am 22.05.18 auf den vermuteten Flugrouten der Kolonie in Richtung Süden (in Richtung Hoher Schrecke) sowie im Nord-Osten der Ortschaft (in der Unstrutaue) 6 Batcorder (Fa. ecoObs) installiert, die Vorbeiflüge von Mausohren automatisch zwischen 21:45 Uhr und 23:00 Uhr aufzeichneten (vgl. Abb. 9).

## **Ergebnis der automatischen akustischen Erfassung am 22.05.2018:**

Insgesamt wurden 6 Geräte an vermuteten Flugrouten der Großen Mausohren in Richtung ihrer vermuteten Jagdgebiete platziert (vgl. Abb. 9). Nach der automatischen und manuellen Rufanalyse der Aufnahmen wurden die meisten Vorbeiflüge vom Großen Mausohr (36) am Standort (BCH) hinter dem Tierheim (Verlängerung Bahnhofstraße) erfasst, die eine Fluglinie in die Hohe Schrecke aufzeigt. Auch am Standort BCO in Richtung Nausitz wurden 12 Vorbeiflüge registriert (vgl. Tab. 1). Diese Abflugrichtung führt in Richtung Kloster Donndorf und dann ebenfalls in die Hohe Schrecke. Durch den Geräteausfall (BCE) an der Leitstruktur Friedhof-Hohe Schrecke sind leider keine Aussagen zur Bedeutung dieser Leitlinie möglich. Aufgrund der Lage und der Ausflugbeobachtungen (s.u.) muss aber davon ausgegangen werden, dass sich auch hier ein bedeutsamer Flugweg befindet.

Neben dem Großen Mausohr wurden an den Standorten auch andere Fledermausarten erfasst: Mopsfledermaus, Breitflügelfledermaus, Rauhautfledermaus, Zwergfledermaus und Großer Abendsegler (vgl. Tab. 1).

Interessant sind die Nachweise der Mopsfledermaus, die indirekt Hinweise auf Quartiere in der Ortslage Gehofen bieten. Bei den exemplarischen akustischen Aufzeichnungen häufen sich die Nachweise im Bereich der alten Ziegelei in der südlichen Ortsrandlage von Gehofen. Inwieweit es sich dort um aufgezeichnete Transferflüge zwischen Quartieren und Jagdgebieten und umgekehrt handelt, müsste genauer abgeklärt werden. In jedem Fall beherbergt der Wald der Hohen Schrecke mehrere Wochenstubenvorkommen der Art und es ist bekannt, dass die Tiere nicht nur im Wald sondern auch im Offenland jagen. Der gesamte Raum ist für die Mopsfledermaus von besonderer Bedeutung.

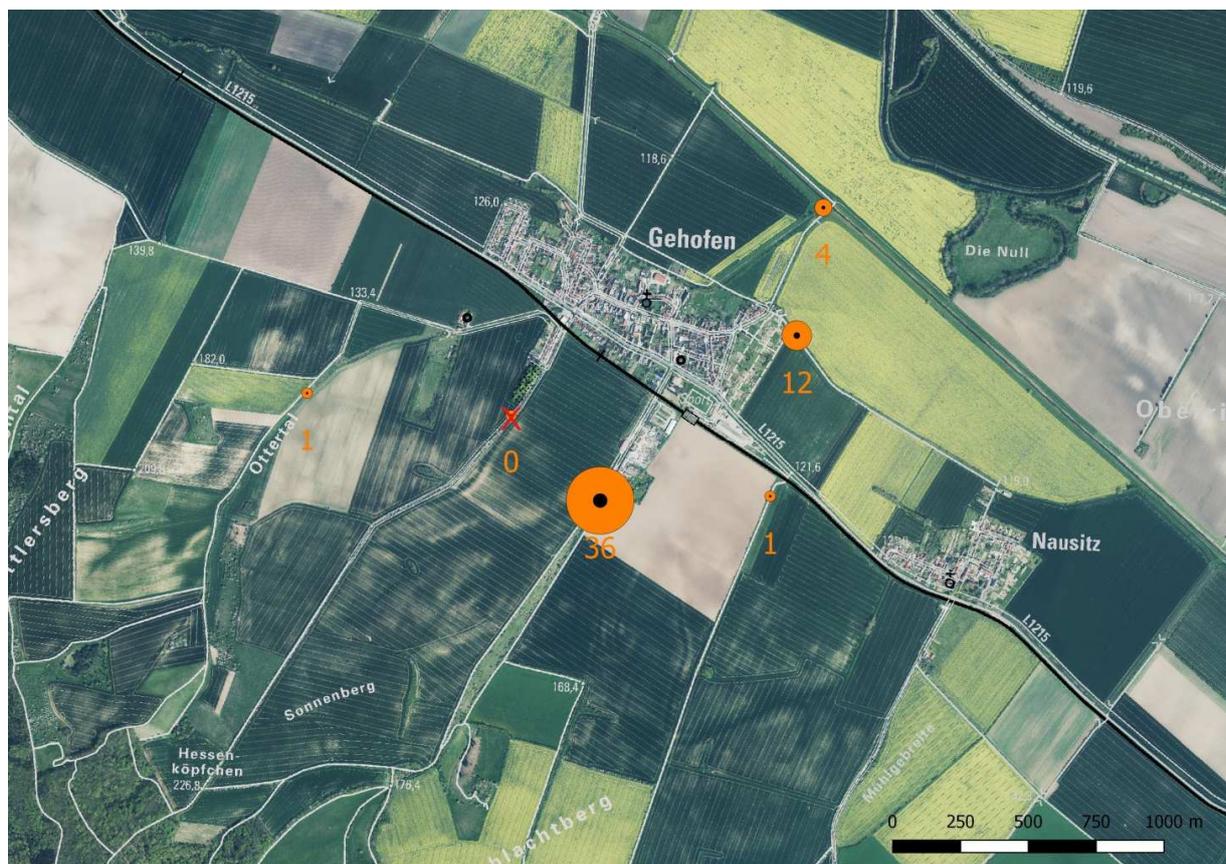
Bislang sind nur Quartierbeobachtungen von der Breitflügelfledermaus und Zwergfledermäusen aus der Ortslage bekannt. So wurden während der Ausflugbeobachtung an der Kirche ebenfalls Ausflüge von Zwergfledermäusen aus dem Dachbereich der Kirche beobachtet sowie Vorbeiflüge einer Breitflügelfledermaus. Auch die hohen registrierten Nachweiszahlen der Rauhautfledermaus sind bemerkenswert. Vermutlich fliegen die Tiere am Abend aus ihren Quartieren im Wald (z.B. bekannte Quartierbäume in der Hohen Schrecke, im Wiegental) vermutlich zum Jagen in die Unstrutaue.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass diese Ergebnisse aus nur einer Untersuchungsnacht zwar wertvolle Erkenntnisse zur derzeitigen Situation gebracht haben, jedoch nicht verallgemeinert werden dürfen. Im Verlauf der Saison bzw. in verschiedenen phänologischen Phasen (Trächtigkeit, Jungenaufzucht; Selbstständigwerden der Jungen) kann es zu Verschiebungen der Flugwege (-Anteile) kommen. Dennoch ermöglichen die

Ergebnisse in Kombination mit den Ausflugbeobachtungen eine Planung von dunklen Flugkorridoren durch die Ortschaft.

**Tab. 1:** Übersicht der automatischen akustischen Erfassungsergebnisse der 6 BC vom 22.05.2018 (21:45Uhr bis 23:00Uhr) an Wegen/Leitlinien/Flugkorridoren um Gehofen. \*Ausfall von Gerät BC E: bereits nach wenigen Minuten der Erfassung ergeben sich Probleme bei der Stromversorgung.

Batcorder	Standort	Großes Mausohr <i>Myotis myotis</i>	<i>Myotis spec.</i>	Mopsfledermaus <i>B. barbastellus</i>	Breiflügel-Fledermaus <i>E. serotinus</i>	Großer Abendsegler <i>N. noctula</i>	<i>Nyctaloide</i>	Rauhautfledermaus <i>P. nathusii</i>	Zwergfledermaus <i>P. pipistrellus</i>	<i>P. tief</i>	Gesamt
BCE*	LS Friedhof Ri Hohe Schrecke				2		1		2		5
BCH	LS Tierheim Ri Hohe Schrecke	36	3	8	8	5	20	16	13	1	110
BCL	vor Mühlgrabenfurt Ri "Null"	4	1	6	20	9	34	19	3		96
BCN	LS Ziegelei Ri Hohe Schrecke	1	3	11	2		7	14	4		42
BCO	LS Ri Nausitz	12	4	2	2		13	2			35
BCP	LS zw. Gehofen und Nausitz Ri Hohe Schrecke	1		7	1	5	3		1		18
Summe		54	11	34	35	19	78	51	23	1	306



**Abb. 9:** Übersicht der Standorte der exemplarischen automatischen akustischen Erfassung an ausgewählten Leitstrukturen sowie die Ergebnisse der Anzahl registrierter Vorbeiflüge von Großen Mausohren (am 22.05.2018)

## Beobachtungsergebnisse der Ausflugbeobachtungen:

15.05.2018 (Wetter: tagsüber und bis zum Abend regnerisch, 13°C)

Ausflug ab ca. 22:20 Uhr (zeitlich verzögert, da zuvor eine Quartierkontrolle innen erfolgte)

Ein großer Teil der Tiere fliegt nach Osten über den Pfarrhof ab, dann entlang der nördlichen Pfarrhofmauer/Gehölze und queren die Straße „Hinter der Kirche“ nach Norden, um vorbei am „Blauen Hof“ zum Mühlgraben zu fliegen. Von dort aus könnten die Tiere in die Unstrutau (z.B. NSG „Null“) oder Richtung Nausitz fliegen.

Ebenfalls mehrere akustische Beobachtungen gelingen auch am von der Kirche aus nach Süden sich anschließenden Gebäudekomplex hinter dem ehem. Gemeindehaus bis zur Dachdecker-Firma im Bereich der Reinsdorfer bzw. Bahnhof-Straße (L1215).

22.05.2018 (Wetter: heiter, 20°C)

Ausflug ca. ab 21:45 Uhr: Die meisten Tiere fliegen von der Kirche zunächst nach Osten (Pfarrgarten) und dann queren viele Tiere die Hauptstraße im Bereich der großkronigen Bäume Richtung Süden in das Grundstück/Gebäudekomplex am ehem. Gemeindehaus und fliegen weiter nach Süden zur Dachdecker-Firma, im Bereich großkroniger Laubbäume westlich der Dachdecker-Firma T. Weißgerber (Bahnhofstraße Nr.5) queren sehr viele Tiere eng gebündelt die Bahnhofstraße (L1215) und gelangen auf das Grundstück von Haus Nr. 13 (direkt gegenüber), wo ein Walnussbaum im Hof wächst (vgl. Abb. 10). Hier konnten in kurzer Zeit mehr als 30-40 Tiere beobachtet werden, die die Straße in 2-4m Höhe bzw. das Hoftor von Nr. 13 queren.



**Abb. 10:** Bedeutende Querungsstelle der Großen Mausehren nach abendlichem Ausflug zwischen der Bahnhofstraße 5 und der Bahnhofstraße 13

Vom Grundstück Bahnhofstraße Nr. 13 flogen die Tiere weiter nach Süden bis zum Bahndamm. Ein Großteil der Tiere bog dann nach Osten ab und flog entlang der Gehölz- und Gebäudestruktur parallel der Gleise bis zur Straße Richtung Tierheim (auch Bahnhofsstraße). Am Bahnübergang bogen die Tiere nach Süden ab und folgten dem Weg am Tierheim vorbei in Richtung Hohe Schrecke. Hier wurden auch mehrere Breitflügel fledermäuse in diesem Bereich jagend über dem freien Feld beobachtet.

Einige Mausohren flogen vom Bahndamm (südlich des Grundstückes Bahnhofstraße Nr. 13) direkt weiter nach Süden (übers offene Feld) oder bogen bahnparallel nach Westen ab (Richtung Leitstruktur Friedhof-Hohe Schrecke).

Einzelne Mausohren wurden auch an anderen Stellen in der Ortschaft beobachtet (siehe Abb. 11+12).



**Abb. 11:** Festgestellte Flugwege der Großen Mausohren nach dem Ausflug aus der Kirche (blauer Stern) durch die Ortschaft Gehofen. Die Dicke der blauen Linie symbolisiert die Abstufung der Bedeutung der Flugwege (gestrichelt = aufgrund einzelner Beobachtungen vermuteter weiterer Flugweg); Bestand der Straßenbeleuchtung (gelbe Sterne)



**Abb. 12:** Festgestellte Flugwege der Großen Mausohren aus der Ortschaft Gehofen in die umgebende Landschaft (auf dem Weg in die Jagdgebiete). Kirche (blauer Stern), die Dicke der blauen Linie symbolisiert die Abstufung der Bedeutung der Flugwege (gestrichelt = aufgrund einzelner Beobachtungen vermuteter weiterer Flugweg); Bestand der Straßenbeleuchtung (gelbe Sterne).

## **4. Ableitungen und Empfehlungen für ein energiesparendes und fledermausfreundliches Beleuchtungskonzept in Gehofen**

### **4.1 Allgemeine Empfehlungen zur Energieeinsparung**

Das Ziel der Energieeinsparung in der Straßenbeleuchtung sollte immer im Kontext mit dem Erhalt der Güteigenschaften der Beleuchtung, der Berücksichtigung der geltenden Normen (z. B. EN 13201) und Vorschriften sowie der ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit verfolgt werden.

Die „Stellhebel“ für die Erreichung ökologisch und ökonomisch nachhaltiger Ergebnisse sind:

- Die Auswahl von Leuchten, die eine dezidierte auf die Beleuchtungssituation zugeschnittene räumliche Lichtverteilung aufweisen.
- Die zeitliche Steuerung des Lichtstroms (und damit des Energieverbrauchs) entsprechend des Bedarfs, z. B. durch Dimmung während der Tiefnachtstunden)
- Die Auswahl der Lichtfarbe und bzw. Spektrum der Lichtquellen, welche Mensch und Umwelt nicht beeinträchtigt.
- Der Einsatz langlebiger, voll reparaturfähiger Produkte und die Weiternutzung gut erhaltener Materialien zur Vermeidung von Elektroschrott.

### **4.2 Spezielle Empfehlungen zur Energieeinsparung**

#### **Lichtverteilung**

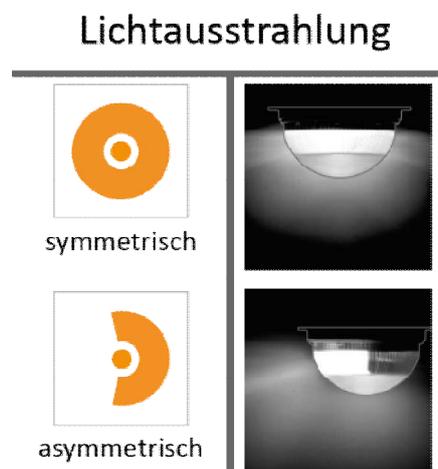
In Bezug auf ihre räumliche Lichtverteilung besteht ein Schwachpunkt der Bestandsleuchten darin, dass ein bedeutender Anteil ihres Lichtstroms in den oberen Halbraum abgestrahlt wird. Dieser Effekt wird besonders durch die freibrennenden LED – Austauschleuchtmittel (Maiskolbenlampen) befördert, welche in ihren Abmessungen deutlich größer, als die Ellipsoidkolbenlampen sind, mit denen die Leuchten im Originalzustand ausgerüstet waren. Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt deutlich die Aufhellung der Hausfassade oberhalb der Leuchte. Die extrem starke Blendwirkung der Maiskolbenlampe ist zu erahnen. Diese „offensichtliche“ Energieverschwendung wirkt sich nicht nur für die Anwohner, sondern insbesondere für die Fledermäuse störend aus.



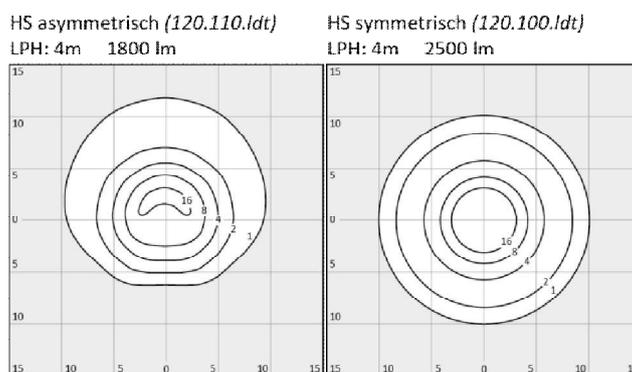
**Abb. 13:** Leuchte Nr. 65 vor und nach der Umrüstung (Bemusterung) durch den LED-Umrüsteinsetz der Fa. Laternix.

Eine nachhaltige Verbesserung des Energieverbrauchs sowie der Beleuchtungsqualität kann durch die Umrüstung der Leuchte mit einer spezifischen LED-Baugruppe erreicht werden, welche so ausgeführt ist, dass ihr Licht sehr gleichmäßig nach unten und nahezu ausschließlich auf die zu beleuchtenden Flächen trifft.

Dabei empfiehlt sich für die Beleuchtung von Plätzen der Einsatz einer symmetrischen und bei fassadennahen Leuchten eine asymmetrische Lichtverteilung, wie sie in der nachfolgenden Abbildung 14 und 15 skizziert sind.



**Abb. 14:** Schematische Darstellung der Lichtausstrahlung entsprechend der Leuchtensymmetrie.



**Abb. 15:** Beleuchtungsstärkeverteilung auf dem Boden.

Im Vergleich zu der im Originalzustand eingesetzten Natriumdampfhochdrucklampen (Nennleistung 50W, Systemleistung 62W) kann mit der LED-Baugruppe die Leistungsaufnahme bei gleichen bzw. besseren Beleuchtungsbedingungen auf 15W, also um mehr als 75% reduziert werden. Entsprechend der Darstellung in Abbildung 1 (Seite 7) ist diese Effizienzsteigerung der höheren Lichtausbeute der LEDs (> 140 Lumen/Watt), der höheren Effizienz des LED-Treibers (88%) im Vergleich zum Vorschaltgerät/Zündgerät der Natriumdampflampen (75%), vor allem aber der dezidierten Lichtlenkung des eingesetzten Moduls auf die Nutzflächen zu verdanken. Eine zeitliche Dimmsteuerung ermöglicht noch weitere Einsparpotenziale. Die nachfolgende Abbildung 16 zeigt den Vergleich einer umgerüsteten Leuchte (rechts) mit einer der aktuellen Bestandssituation (links) bei Tageslicht.



**Abb. 16:** Vergleich einer umgerüsteten Leuchte (rechts) mit einer der aktuellen Bestandssituation (links), Gehofen Leuchte Nr. 68.

### Praktische Umrüstung

Die vorhandenen Gehäuse beider Glockenleuchtenmodelle können mit der genannten LED-Umrüstungsbaugruppe mit wenig Aufwand sicher umgebaut werden. Diese besteht aus

einem Aluminiumblech, welches das Leuchtengehäuse nach unten abschließt. In der Mitte befindet sich ein halbkugelförmiges Lichtaustrittselement, in welchem die LED Lichtquellen sowie ein optisches System zur Lichtlenkung untergebracht sind. Durch die sphärische Formgebung harmoniert die Baugruppe sehr gut mit der Glockenform des Leuchtengehäuses, was in der nachfolgenden Abbildung deutlich wird. Im Rahmen der Erstellung der Studie erfolgte eine Bemusterung mit LED-Upgrade Baugruppen der Firma Laternix. Die Materialkosten für eine Baugruppe in dieser Form inklusive der Funktion die Leistung/Lichtstrom mittels einer APP steuern zu können liegen bei ca. 380€.

Die Abbildungen 17 und 18 zeigen einen exemplarischen Umbau einer vorhandenen Leuchte (Siteco „Kleine Glocke“) mit einem LED Upgrade Kit. Wegen der Positionierung der Leuchte direkt vor der Hausfassade kommt hier eine Baugruppe mit asymmetrischer Lichtausstrahlungscharakteristik zum Einsatz. Ihre direkte Lichtausstrahlung ist grundsätzlich in den unteren Halbraum, also den Bereich unterhalb der horizontalen Leuchtenebene begrenzt. Die Hauptlichtausstrahlung ist breitstrahlend auf Straße und den Gehweg gerichtet und sorgt in der Überlagerung mit den benachbarten Leuchten für eine harmonische Ausleuchtung der Nutzflächen mit hoher Gleichmäßigkeit. Die Hausfassade bleibt hingegen schwach beleuchtet. Das vergleichsweise großflächige, halbkugelförmige Lichtaustrittselement blendet kaum.



**Abb. 17:** Leuchtstelle 65 nach Umbau mit einem asymmetrisch strahlenden LED – Upgrade Kit (Seitenansicht).



**Abb. 18:** Leuchtstelle 65 nach Umbau mit einem asymmetrisch strahlenden LED – Upgrade Kit (Unteransicht).

Ein wichtiges Ziel der Straßenbeleuchtung besteht darin Verkehrsteilnehmern und Passanten gute Sehbedingungen zu ermöglichen und so ein Sicherheitsgefühl zu vermitteln. Dies gilt insbesondere für die Abend- und Morgenstunden in denen Verkehr herrscht bzw. Menschen unterwegs sind.

Im Rahmen einer bedarfsgerechten Steuerung des Lichtstroms ist es in der Praxis weit verbreitet den Lichtstrom der Leuchten in den Tiefnachtstunden auf ein Maß von 30 - 50% des Maximalwertes zu reduzieren. Hierzu verfügen moderne LED Leuchten über integrierte Steuerungseinrichtungen.

Bislang erfolgt das Dimmen bzw. Abschalten ausgewählter Leuchten in Gehofen eher unkoordiniert und durch das Abschalten einzelner Phasen sind Leuchten komplett abgeschaltet. Eine komplette Abschaltung einzelner Leuchten birgt allerdings wegen der damit verbundenen Dunkelzonen ein großes Gefahrenpotenzial, weshalb davon unbedingt abzuraten ist (siehe Anlage 01 „Ist\_Zustand“)

Für die Gemeinde Gehofen empfiehlt sich daher neben der Einführung eines generellen Dimmplans während der Tiefnachtstunden eine differenzierte Behandlung derjenigen Leuchten, welche im Zusammenhang mit den Flugwegen der Fledermäuse stehen. Unabhängig von den restlichen Leuchten sollten diese einem gesonderten Dimmplan in

Bezug auf die Uhrzeit sowie auf das Lichtniveau folgen, auf welches herabgedimmt werden kann.

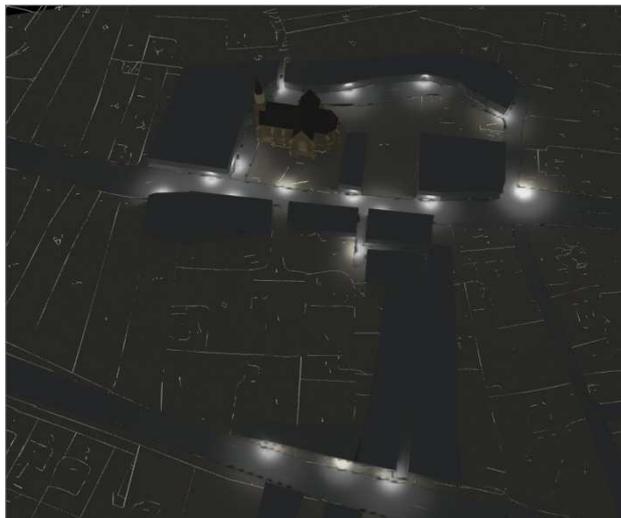
Technisch ist dieses umsetzbar indem alle Leuchten der Gemeinde mit der Steuerungsfunktionalität AstroDIM ausgestattet werden und die so ein bei der Installation bzw. beim einem ab Werk vorprogrammierten Zeitplan folgen. Dieser kann z.B. vorsehen, dass alle Leuchten zwischen 22Uhr und 5Uhr auf 40% der Leistung gedimmt werden. Damit ist eine weitere Energieeinsparung von über 10% verbunden.

Die Leuchten, welche entlang der Flugschneisen stehen sowie die Kirchenanstrahlung können in ein funkbasiertes Steuerungsnetzwerk aufgenommen werden. Mittels einer APP können Dimmzeiten und Lichtniveaus in weiten Bereichen frei programmiert und so an die spezifischen Anforderungen zum Schutz der Fledermäuse angepasst werden.

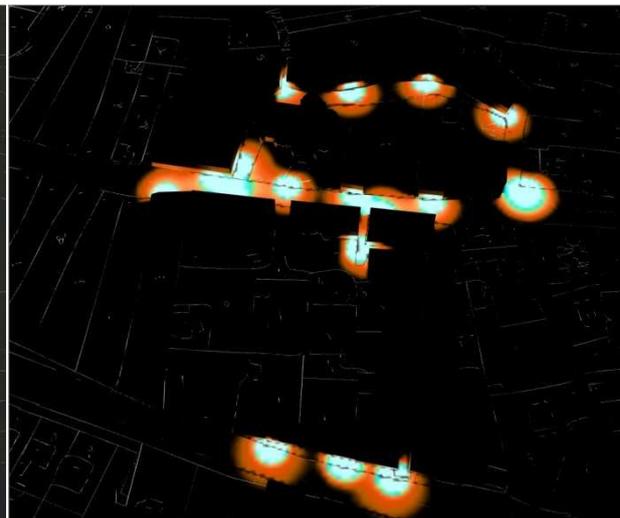


**Abb. 19:** Ausschnitt der Maßnahmenkarte (aus Anlage 03): Eine differenzierte Steuerung der Leuchten in den Flugrouten ist möglich.

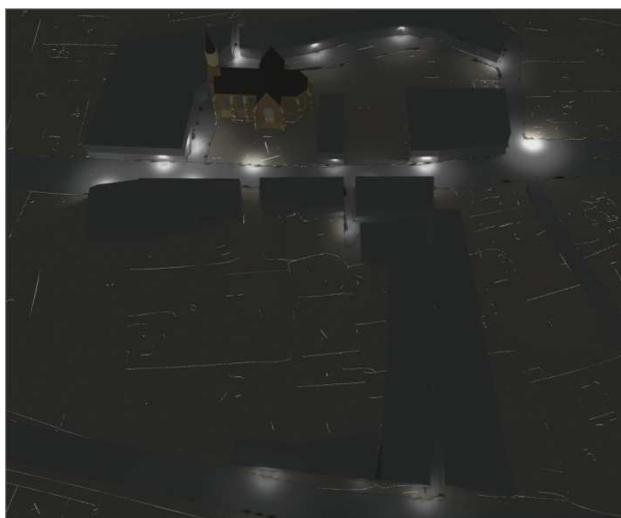
Die Ergebnisse der Lichtberechnung (DIALux) mit und ohne Nachtabsenkung für Gehofen sind in den folgenden Abb. 20 a-d exemplarisch dargestellt. Im Anhang befindet sich unter Anlage 05 ergänzend ein Auszug der detaillierten Daten und Werte der Berechnung.



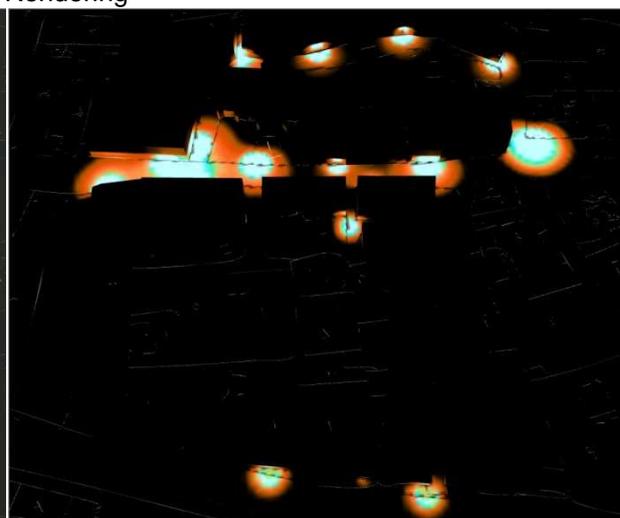
**Abb. 20a:** Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX ohne Nachtabsenkung / 3D Rendering



**Abb. 20b:** Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX ohne Nachtabsenkung / Falschfarben Rendering



**Abb. 20c:** Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX mit Nachtabsenkung / 3D Rendering



**Abb. 20d:** Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX mit Nachtabsenkung / Falschfarben Rendering

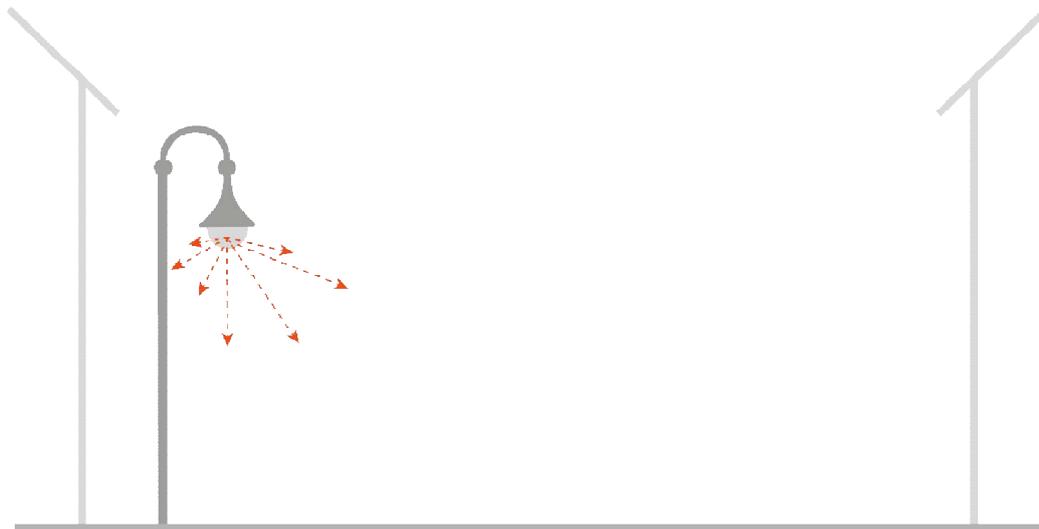
### **4.3 Allgemeine Empfehlungen für ein fledermausfreundliches Beleuchtungskonzept**

Auch aus Sicht des Fledermausschutzes sollten nur die Bereiche der Ortschaft Gehofen nachts beleuchtet werden, die für die Begehbarkeit und das Sicherheitsgefühl der Bewohner und Anrainer notwendig sind (öffentliche Straßenbeleuchtung).

Für die Fledermäuse, die in der Kirche Quartier beziehen, muss das unmittelbare Umfeld des Quartiers bzw. der Bereich des Ausfluges möglichst dunkel sein und nicht durch künstliche Beleuchtung erhellt werden. Das sollte in Zukunft auch für derzeit noch unbekannte Quartiere anderer Fledermausarten in der Ortschaft Gehofen ermöglicht werden.

Durch die Ortschaft und aus der Ortschaft heraus sollen dunkle Korridore geschaffen werden, damit die Tiere am Abend nach dem Ausflug recht schnell und sicher in ihre Jagdgebiete, z.B. in das Waldgebiet der Hohen Schrecke, gelangen können. Dafür soll die öffentliche Straßenbeleuchtung an ausgewählten Stellen optimiert und angepasst werden. Dabei sollen die im Mai 2018 festgestellten, bestehenden Flugkorridore - insbesondere für die Großen Mausohren aus der Kirche - optimiert werden. Diese Optimierungsmaßnahmen dienen sicher auch anderen erfassten Fledermausarten in der Ortslage Gehofen als Synergieeffekt.

Das betrifft aber auch private Grundstücke, denn naturnahe Flächen, wie Gärten, Bäume, Teiche usw. stellen für Fledermäuse (verschiedener Arten) quartiernahe Jagdgebiete dar, wo gleich zu Beginn der Nacht nach Nahrung (Insekten und andere Gliedertiere) gesucht wird. Auch die geplanten dunklen Flugkorridore verlaufen teilweise über Privatgelände. Im privaten Bereich sollten deshalb, wo immer dies möglich ist, nur die Laufwege beleuchtet werden und möglichst auch nur dann, wenn diese benötigt werden und nicht die ganze Nacht. Lampen an Hauswänden sollten so gestaltet sein, dass diese ausschließlich nach unten leuchten und nicht in den Nachthimmel (vgl. Abb. 21).



**Abb. 21:** Leuchte mit asymmetrische Lichtabstrahlungscharakteristik und Abschirmung des oberen Halbraums

Veränderungen in der öffentlichen und privaten Beleuchtungssituation müssen die Akzeptanz der Bevölkerung genießen. Deswegen muss um Verständnis geworben werden und die Beweggründe müssen erklärt werden. Für den Erfolg einzelner konkreter Maßnahmen muss das persönliche Gespräch mit betroffenen Bürgern, politischen Entscheidungsträgern und relevanten Interessensgruppen, wie z.B. dem Freundeskreis d. Kirche St. Joh. Baptist zu Gehofen e. V. gesucht werden. Dazu können auch öffentlichen Bürgerversammlungen genutzt werden und Informationsmaterialien erstellt werden.

#### **4.4. Spezielle Empfehlungen für ein fledermausfreundliches Beleuchtungskonzept**

Anhand der Erfassungsergebnisse und nach gemeinsamen Vorortbegehungen mit dem Bürgermeister, Herrn Koch, den Lichtplanern, der Naturstiftung DAVID und den Fledermauskundlern können folgende konkrete Maßnahmen vorgeschlagen werden, die in einer Maßnahmenkarte (Anlage 03) abgebildet werden. Im Folgenden werden diese Maßnahmen beschrieben.

##### **Anstrahlen der Kirche (M1)**

Die vorhandene Bauwerksbeleuchtung zum Anstrahlen der Kirche St. Johann Baptist in Gehofen wird derzeit nur in der Advents- und Weihnachtszeit eingeschaltet.

Aus Fledermausschutzgründen sollte das auch so bleiben. Während der Sommersaison von März bis November darf das Gebäude nicht angestrahlt werden. Ausnahmen sollten aus artenschutzrechtlichen Gründen stets mit der Unteren Naturschutzbehörde des Kyffhäuserkreises abgestimmt werden.

Diese Beleuchtungsanlage sollte aus energetischen Gründen auf LED-Technik umgerüstet werden. Dabei sollte eine schalttechnische Entkoppelung mit der öffentlichen Straßenbeleuchtung erreicht werden, um die Beleuchtungszeiten flexibel den Bedürfnissen anzupassen (z.B. nur in den Abendstunden).

Die Standorte der Leuchten könnten intelligenter positioniert werden, so dass mit geringerem energetischem Aufwand, interessante Bauteile akzentuiert hervorgehoben werden. Dabei sollte der Schwerpunkt auf dem Kirchturm liegen, während der östliche Teil des Kirchenschiffes, wo sich die Ausflughöffnungen befinden, z. B. bewusst dunkler gehalten wird. Die Objektbeleuchtung sollte so gestaltet sein, dass ein versehentliches anstrahlen der Ausflughöffnungen während der Sommersaison einfach durch die Positionierung der Lichtpunkte ausgeschlossen werden kann / muss.

Für diese Beleuchtungsaufgabe bieten sich LED-Projektoren an, die mit Hilfe einsetzbarer Blenden diejenigen Lichtanteile aus dem Strahl ausblenden, welche am Ziel vorbei in den Nachthimmel strahlen würden. Zu empfehlen wäre eine „rechteckförmige“ Lichtausstrahlung, die den Kirchturm vertikal ausleuchtet, wobei der Strahl sowohl geometrisch, als auch in seiner Intensität steuerbar auszuführen wäre. Derartige Projektoren sind unter der Bezeichnung GOBO Strahler am Markt bekannt.

### **Straßenbeleuchtung im unmittelbaren Umfeld der Kirche (M2)**

Ziel ist es, die Bereiche südlich und v.a. östlich der Kirche möglichst dunkel zu halten. D.h. die vorhandenen Straßenleuchten sollten mit speziellen Leuchtmitteln ausgestattet werden, die je nach Standort gedimmt und in ihrem Abstrahlwinkel eingestellt werden können.

Gemeinsam mit den Anwohnern und den Verantwortlichen wird durch die Lichtplaner eine für die Menschen und die Fledermäuse optimale Einstellung gefunden (iterativer Prozess), vgl. Kap. 4.2. Konkret sind davon folgende Leuchten betroffen: 59-60, 62-65, 70-72, 75; siehe Abb. 19.

### **Erhalt der großkronigen Bäume im unmittelbaren Umfeld der Kirche (M3)**

Ziel ist es, die großkronigen Bäume rings um die Kirche zu erhalten, da diese helfen, die diffuse künstliche Beleuchtung abzuschirmen und auf das Bauwerk Schatten werfen.

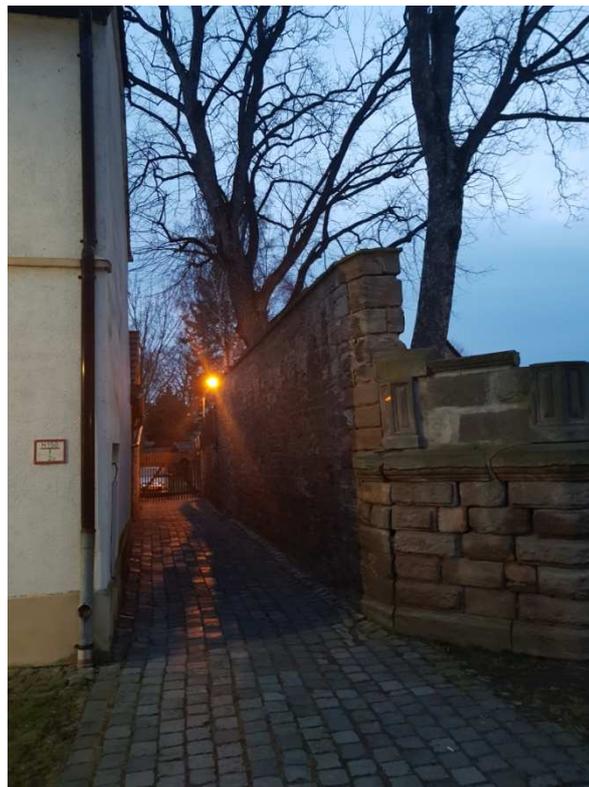
Auch die großen Bäume im Bereich des festgestellten Überfluges über die Hauptstraße (zwischen Pfarrgarten und ehemaligen Gemeindegebäude) müssen erhalten bleiben. Die Baumkronen sollen sich über der Straße möglichst nahe kommen.

Vorrausschauend sollten Ersatzpflanzungen vorgenommen werden, um zukünftige (natürliche) Baumverluste kompensieren zu können.

### **Erhalten bzw. Schaffen eines dunklen Flugweges von der Kirche bis zur Bahnhofstraße (M4)**

Dazu müssen die vorhandenen beiden Straßenleuchten 63 und 65 durch Umrüstung mit neuen Leuchtmitteln und einer fledermausfreundlichen Einstellung optimiert werden.

Außerdem soll die Straßenleuchte 64 baulich verändert werden. Ziel ist es, den Zugang zum Privatgrundstück zu gewährleisten. Dazu kann z. B. in die Mauer eine Leuchte eingebaut werden, die nur den Bereich der Zuwegung beleuchtet. Der derzeitige Standort auf der Mauer wird als sehr ungünstig erachtet (vgl. Abb. 22).



**Abb. 22:** Die derzeitige Leuchte 64 beleuchtet zu stark den Flugweg der Fledermäuse. Daher könnte ein Einbau in der Gasse ins Mauerwerk Abhilfe bieten (Wandeinbauleuchte), so dass dennoch die gewünschte Beleuchtungsfunktion aufrecht erhalten bleibt.

Hierfür empfiehlt sich die Installation einer Vandalen-sicheren Wandeinbauleuchte mit einer breitstrahlend auf den Boden gerichteten Lichtausstrahlungscharakteristik, die zur Vermeidung von Blendeffekten unterhalb einer Höhe von 1m angeordnet werden sollte.

### **Querung über die Bahnhofstraße (M5)**

Dazu müssen die vorhandenen zwei Straßenleuchten Nr. 115 und 116 in der Bahnhofstraße durch Umrüstung mit neuen Leuchtmitteln und einer fledermausfreundlichen Einstellung optimiert werden.

Außerdem sollte die Leuchtreklame (Abb. 23) nach Möglichkeit verändert werden. Die Anbringung eines überkragenden Abschirmblechs auf der Oberseite des Leuchtkastens kann die Lichtabstrahlung in den oberen Halbraum wirksam begrenzen. Diese Maßnahme kann mit einer zeitlich gesteuerten Reduzierung des Lichtstroms des Leuchtkastens ergänzt werden.

Im Grundstück Weißgerber sollte u.a. der Walnussbaum bzw. Baumbestand erhalten bleiben und die Hof- bzw. Hausbeleuchtung fledermausfreundlich gestaltet werden. Langfristig gesehen kann eine gezielte Anpflanzung von Bäumen im Bereich der Hauptstraße die Flugrouten unterstützen bzw. begünstigen.



**Abb. 23:** Unweit der Querungsstelle der Großen Mausohren fällt besonders die Leuchtreklame an der Bahnhofstraße 5 (Dachdecker Thomas Weißgerber) in Gehofen auf, die weniger breit streuen bzw. versetzt werden könnte.

### **Erhalten bzw. Schaffen eines dunklen Flugweges von der Kirche in nördliche bzw. nordöstliche Richtung (M6)**

Dazu müssen die vorhandenen drei Straßenleuchten Nr. 70 bis 72 durch Umrüstung mit neuen Leuchtmitteln und einer fledermausfreundlichen Einstellung optimiert werden.

### **Straßenlampen an der L1215 (M7).**

Angepasst an die ermittelten Flugrouten der Großen Mausohren wäre es wünschenswert, eine zielgerichtete Lichtsteuerung der Straßenleuchten an der L1215, die temporär (z.B. nach 23Uhr) und saisonal (zwischen April und September) entlang der Hauptstraße arbeitet, zu installieren.

### **Weitere Maßnahmen des Fledermausschutzes (M 8)**

Es erscheint sinnvoll, neben den Großen Mausohren, auch auf weitere erfasste Fledermausarten in Gehofen zu achten und deren Quartiere als auch Flugwege und Jagdgebiete (und bestehende funktionale Beziehungen) genauer zu erfassen. So sollten auch bei weiterem Erkenntniszuwachs spezielle Quartierschutzmaßnahmen ergriffen werden. Möglich ist z. B. für spaltenbewohnende Fledermausarten (wie die Mopsfledermaus) den alten Trafoturm auf dem Gelände unweit der alten Ziegelei mit Kästen und Fledermausbrettern u.a. auszustatten. In jedem Fall sind weitere „Dunkelkorridore“ neben den schon erfassten Bereichen in der Ortslage für Gehofens für das Große Mausohr ausfindig zu machen, die auch anderen Fledermausarten dienen bzw. dienen können. Die Bevölkerung Gehofens sollte mit geeigneten Umweltbildungsangeboten darauf aufmerksam gemacht werden, dass neben der allgemein bekannten Wochenstube in der Kirche auch andere Fledermäuse in Privathäusern Unterschlupf finden und finden können, die es zu erhalten und zu fördern gilt.

### **Geschlossene Leitstrukturen im Offenland (M 9)**

Die Leitstrukturen entlang der beiden Wege in Richtung Hohe Schrecke –zum Tierheim und Friedhof - sollten jeweils auf beiden Seiten ergänzt bzw. bestehende Strukturen geschützt und aufgewertet werden. Denkbar sind hier neben Baumpflanzungen bzw. überschränkte Heckenstreifen auch geschlossene Streifen von Kurzumtriebsplantagen (KUP), sofern diese naturschutzfachlichen Anforderungen genügen (siehe

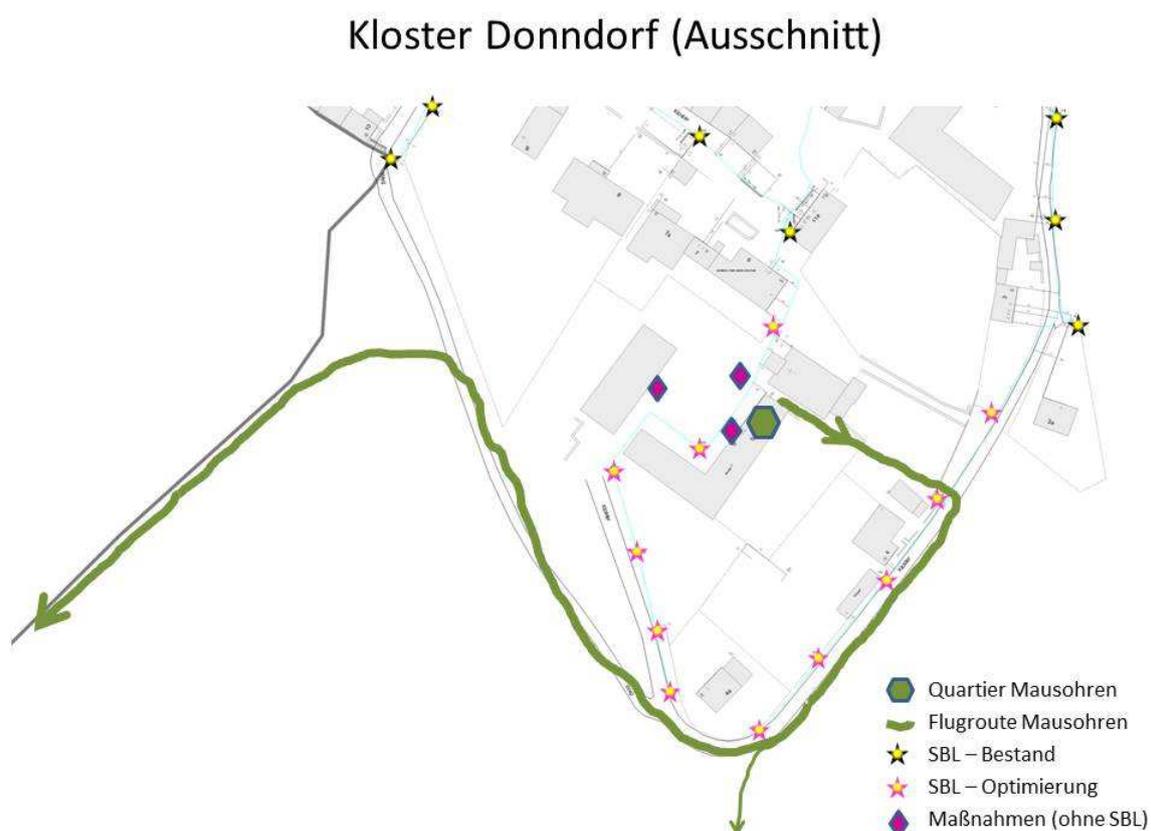
[https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/erneuerbareenergien/Publikationen\\_EuE/kup-anforderungen.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/erneuerbareenergien/Publikationen_EuE/kup-anforderungen.pdf)).

In Verlängerung des registrierten Überflugbereichs der Großen Mausohren an der L1215 könnte z. B. ein solcher durchgehender Streifen in Richtung Wald der Hohen Schrecke direkt auf dem Acker nach Süden in Abstimmung mit der Agrargenossenschaft bzw. dem Flächeneigentümer und -nutzer perspektivisch angelegt werden (siehe Maßnamenkarte Anlage 03 im Anhang). Von der Leitstruktur können auch andere Wildtiere profitieren und sie dient nebenbei auch als Lebensraum für Insekten (Synergie: Erhöhung der Nahrungsverfügbarkeit für Fledermäuse) und als aktiver Windschutz.

## 5. Ableitungen und Empfehlungen für ein energiesparendes und fledermausfreundliches Beleuchtungskonzept in Kloster Donndorf

Auch in Kloster Donndorf sollten (in einem zweiten Schritt nach Gehofen) Energieeinsparmaßnahmen ergriffen und gleichzeitig Verbesserungen für die Kolonie der Großen Mausohren erreicht werden.

Für das Quartier der Großen Mausohren im Kloster Donndorf existiert schon ein FFH-Managementplan für die Ziele des Fledermausschutzes, in dem auch festgestellte Flugrouten Eingang fanden (KOORDINATIONSSTELLE FÜR FLEDERMAUSSCHUTZ IN THÜRINGEN 2011). Im Rahmen einer dazugehörigen Erkundung zeigte sich, dass die Tiere nicht durch den beleuchteten Klosterinnhof fliegen, sondern von der dunklen Gebäudeseite (Giebelfenster NO-Seite) über einen Garten, den ehemaligen Friedhof nach Südosten zu einer Kastanienallee und von dort nach Süden über eine Obstbaumhecke weiter nach NW geschützt zum Waldrand bzw. in den Wald gelangen. Die Tiere nutzen also dunkle, „gedeckte“ Flugwege entlang von Gehölzstrukturen und einem Hohlweg zum Wald (vgl. Abb. 24).



**Abb. 24:** Flugwege der Mausohren der Wochenstube im Kloster Donndorf (visualisiert und abgeleitet aus dem FFH-Managementplan der Koordinationsstelle für Fledermausschutz Thüringen).

Nach der gemeinsamen Begehung der Ortschaft am 13.05.2018 (Frau Karst, Herr Golle, Herr Beetz und Herr Schorcht) werden folgende Maßnahmen bzw. konzeptionellen Ansätze vorgeschlagen:

1. Der Durchgang zwischen Quartiergebäude und Kapelle, wo sich der Ausflug befindet (NNO-Seite) sollte weiterhin dunkel bleiben, d.h. auf die Installation von zusätzlichen Leuchten verzichtet werden.
2. Zusätzlich wird eine Ersatzpflanzung für den Verlust des Großbaumes (als neuer Schattenspender) empfohlen.
3. Die Beleuchtungssituation im Hof sollte als Gesamtkonzept überarbeitet werden. Einzelne bereits vorhandene Leuchten, die konsequent nur nach unten strahlen, können dabei Vorbild für die Umgestaltung anderer breit strahlender Leuchten sein. Insbesondere sollte erreicht werden, dass möglichst kein Kunstlicht vom Hof in die Gasse zwischen Quartiergebäude und Kapelle fällt, gerade dorthin, wo der ehemals vorhandene großkronige Baum heute keine Schattenfunktion mehr erfüllt.
4. Die Straßenbeleuchtung entlang der Kastanienallee sollte im südlichen Bereich so optimiert werden, dass die Baumkronen möglichst komplett im Dunklen stehen und nur die Straße beleuchtet wird.
5. Die Beleuchtung des Parkplatzes sollte optimiert werden, dass möglichst wenig Streulicht entsteht. Hier sollte eine konkrete technische Lösung zur „Nachtabsenkung“ oder bedarfsgesteuerten Beleuchtung im Bereich des Parkplatzes abgeleitet bzw. entwickelt werden.

## 6. Weiteres Vorgehen

Die vorliegende Studie ist als Beginn eines längeren Prozesses zu verstehen. Es wurden zunächst fachliche Grundlagen erarbeitet. Außerdem wurde ein grundlegendes Verständnis für die Berücksichtigung des Artenschutzes bei der energetischen Verbesserung von Freiraumbeleuchtungen, insbesondere in der Gemeinde Gehofen erreicht. Darüber hinaus wurden mehrere neue Leuchten in Gehofen installiert, die einen beispielhaften Eindruck einer energiesparenden und fledermausfreundlichen Beleuchtung geben.

Nun sind die Wege bereitet, das Konzept Stück für Stück umzusetzen. Als nächsten Schritt wollen die Gemeinde Gehofen und die Naturstiftung DAVID gemeinsam versuchen, Fördermittel für gezielte Umrüstungsmaßnahmen zu akquirieren. Die vorliegende Studie bietet die Grundlage für die Antragstellung.

Wir empfehlen, dass die Umrüstungsmaßnahmen im Sinne einer Erfolgskontrolle fachlich begleitet werden. Wenn die Leuchtmittel auf den Flugrouten per App steuerbar sind, können verschiedene Beleuchtungsregime getestet werden. Mit Hilfe einer automatischen Zähleinrichtung am Quartier (Lichtschranken) kann untersucht werden, wie groß die tatsächliche Verbesserung für die Kolonie ist (fliegen Tiere früher aus?). Aber auch die energetischen und finanziellen Auswirkungen sollten untersucht und bilanziert werden. Diese Erfahrungen ließen sich dann auf andere Ortschaften/Objekte übertragen und sollten der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Dies könnte z.B. im Rahmen eines Entwicklungs- und Erprobungsprojektes erfolgen. Aus daraus resultierenden Ergebnissen wären verallgemeinernde Empfehlungen ableitbar von denen andere Gemeinden profitieren könnten.

Im zweiten Schritt sollte die Beleuchtungssituation auch in Kloster Donndorf verbessert werden (siehe Kap. 5). Weitere Ortschaften rings um die Hohe Schrecke (und darüber hinaus) könnten folgen.

## **7. Dank**

Wir danken der Naturstiftung DAVID für die Möglichkeit, dieses interdisziplinäre Thema gemeinsam bearbeiten zu können. Insbesondere Herr MATTHIAS GOLLE begleitete die Arbeiten intensiv und brachte viele wertvolle Beiträge zum Gesamtergebnis, die wir verwenden durften – viele Dank dafür!

Der Quartierbetreuer, Herr WOLFGANG SAUERBIER (Bad Frankenhausen) stellte uns seine langjährigen Beobachtungsdaten für die beiden Quartiere (Kloster Donndorf und Kirche Gehofen) zur Verfügung. Er begleitete die Feldarbeiten und brachte zusätzliche Beobachtungen ein. Wir danken ihm auch für fachliche Hinweise aus seiner langjährigen Quartier- und Ortskenntnis.

Der Bürgermeister von Gehofen, Herr SEBASTIAN KOCH, nahm sich die Zeit, um unsere Untersuchungen zu begleiten. Nicht zuletzt gestattete er uns die Bemusterung von ausgewählten Straßenleuchten mit innovativen LED-Umrüstungslösungen. Wir danken der Gemeinde Gehofen für das wohlwollende Begleiten und das Verständnis für diese neuartigen Aspekte der kommunalen Straßenbeleuchtung. Wir hoffen, dass es zu einer erfolgreichen Umsetzungsphase kommt.

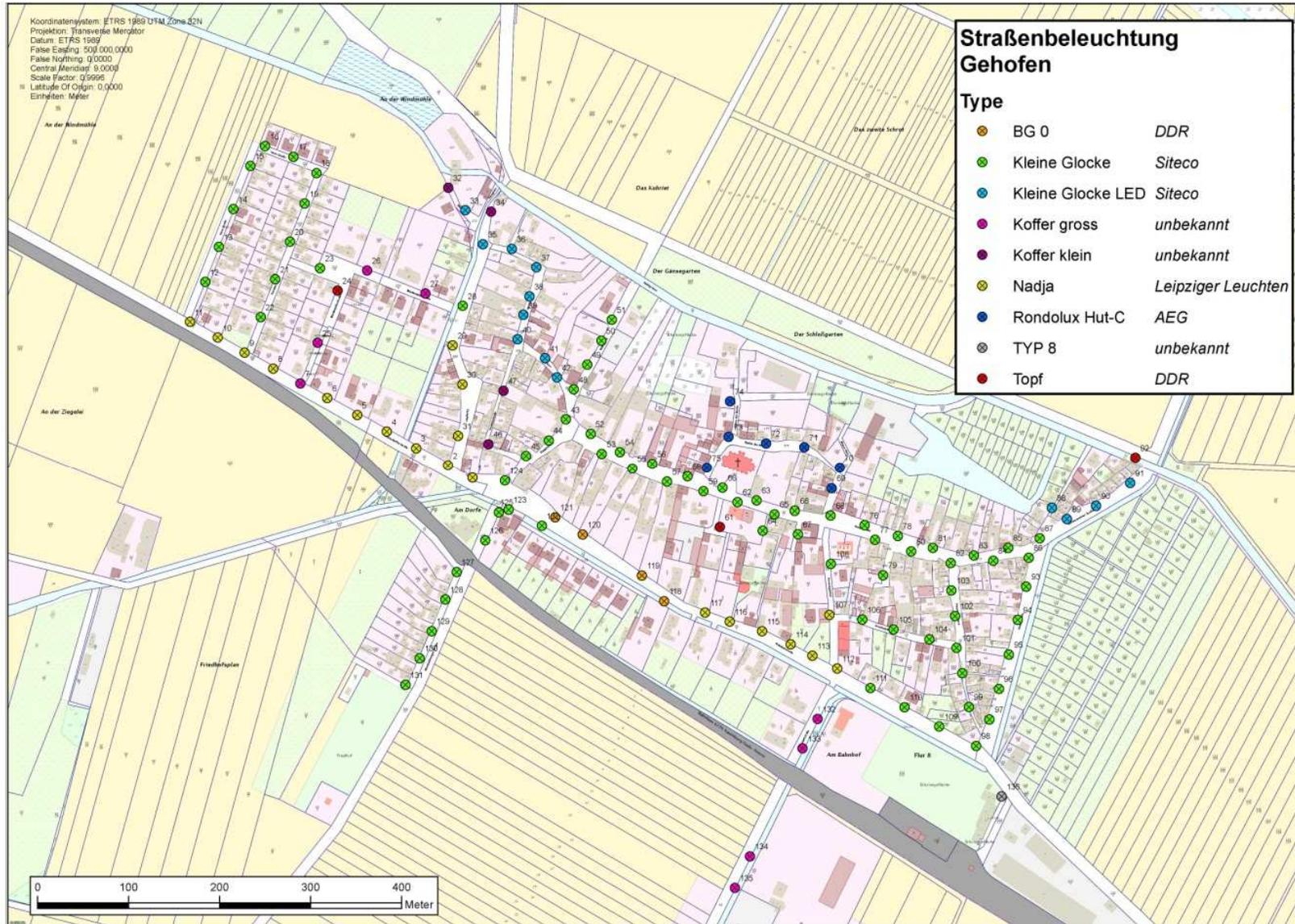
Wir danken der Fa. Laternix, Traunstein für die Bereitstellung und Planung von LED-Umrüstungslösungen für die Bemusterung.

## 8. Literatur

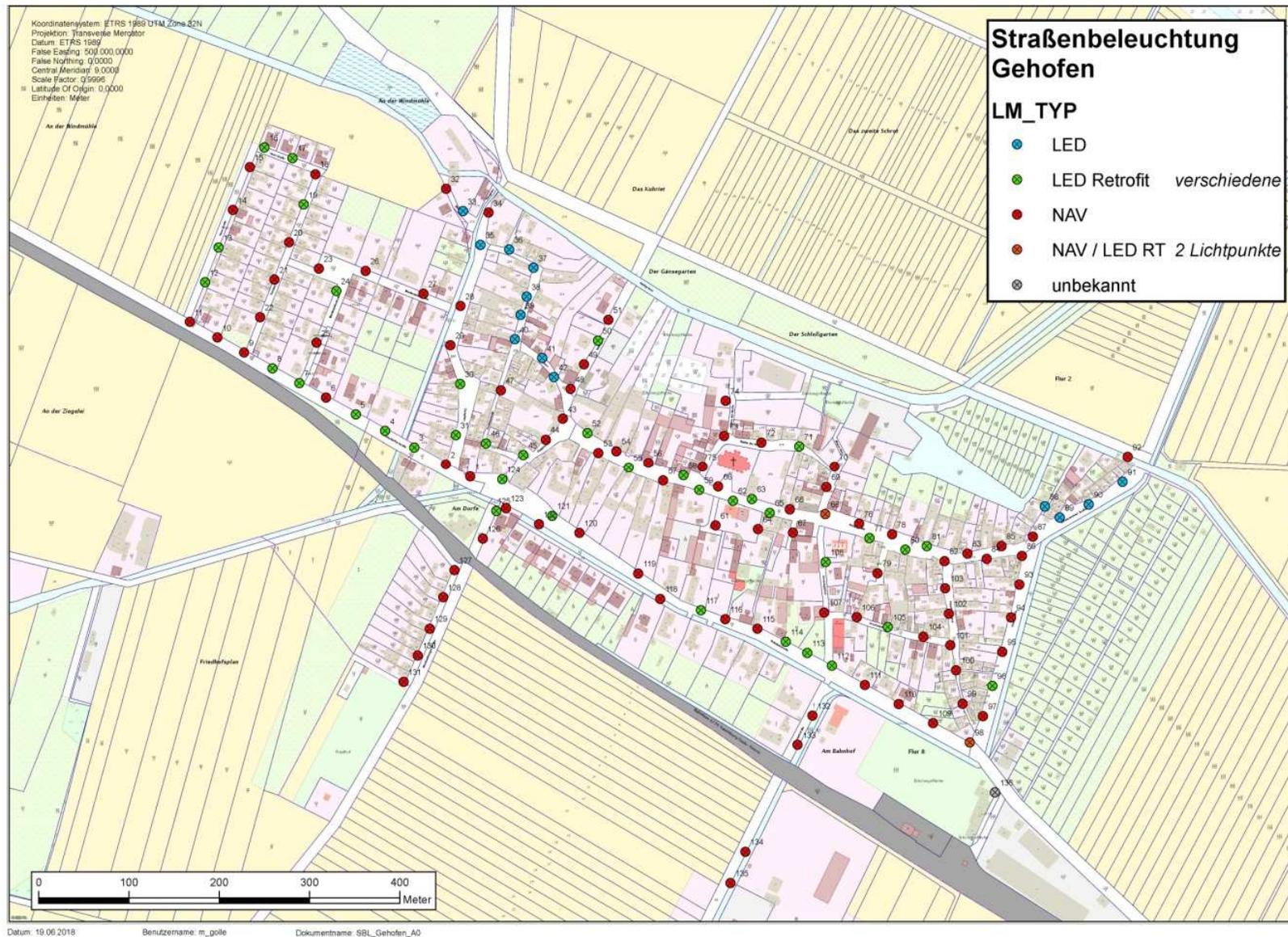
- AZAM, C.; KERBIRIOU, C.; VERNET, A.; JULIEN, J.-F.; BAS, Y.; Plichard, L.; MARATRAT, J.; LE & I. VIOL (2015): Is part-night lighting an effective measure to limit the impacts of artificial lighting on bats? *Global Change biology* 21 (12): 4333-4341.
- BOLDOGH, S.; DOBROSI, D. & P. SAMU (2007): The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences. - *Acta Chiropterologica*, 9(2): 527–534.
- HAERTL, M.; (2014): Energieeffizienz versus Ästhetik – Beitrag ETP Fachtagung Strassenbeleuchtung Bremen. <https://laternix.de/support/#praesentationen>
- HELD, M.; HÖLKER, F. & JESSEL, B. (HRSG.) (2013): Schutz der Nacht – Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft.- BfN-Skripten 336: 188
- KOORDINATIONSSTELLE FÜR FLEDERMAUSSCHUTZ IN THÜRINGEN (2011): Managementplan FFH-Objekt 4734-304, F32, Kloster Donndorf 4455350/5684740 – Arbeitsstand Dezember 2011. 38 S. [https://www.thueringen.de/mam/th8/tlug/content/map\\_f32\\_donndorf.pdf](https://www.thueringen.de/mam/th8/tlug/content/map_f32_donndorf.pdf)
- LEWANZIK, D. & C.C. VOIGT (2013): Lichtverschmutzung und die Folgen für Fledermäuse. - In: Held, M.; Hölker, F. & Jessel, B. (Hrsg.) (2013): Schutz der Nacht – Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft.- BfN-Skripten 336: 65-68.
- LEWANZIK, D. & C. C. VOIGT (2017): Transition from conventional to light-emitting diode street lighting changes activity of urban bats. – *Journal of Applied Ecology* 54 (1): 264-271
- STONE, E. L. ; JONES, G. & S. HARRIS (2012): Conserving energy at a cost to biodiversity? Impacts of LED lighting on bats. – *Global Change biology* 18 (8):2458-2465
- STONE, E. L. (2014): BATS AND LIGHTING - Overview of current evidence and mitigation. 78 S. ([http://www.bats.org.uk/data/files/Bats\\_and\\_Lighting\\_-\\_Overview\\_of\\_evidence\\_and\\_mitigation\\_-\\_2014\\_UPDATE.pdf](http://www.bats.org.uk/data/files/Bats_and_Lighting_-_Overview_of_evidence_and_mitigation_-_2014_UPDATE.pdf))
- VOIGT, C.C.; ROELEKE, M.; MARGGRAF, L. PÉTERSONS, G. & S. L. VOIGT-HEUCKE (2017): Migratory bats respond to artificial green light with positive phototaxis. – *Plos one* 12(5):e0177748. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177748> <http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0177748&type=printable>
- SPOELSTRA, K., VAN GRUNSVEN, R. H. A. ; DONNERS, M., GIENAPP, P., HUIGENS, M. E.; SLATERUS, R., BERENDSE, F.; VISSER, M. E. & E. VEENENDAAL (2015): Experimental illumination of natural habitat—an experimental set-up to assess the direct and indirect ecological consequences of artificial light of different spectral composition. - *Phil. Trans. R. Soc. B370*: 20140129.<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0129>
- TRESS, J.; BIEDERMANN, M., GEIGER, H., PRÜGER, J., SCHORCHT, W., TRESS, C.; WELSCH, K.-P. (2012): Fledermäuse in Thüringen. – *Naturschutzreport* 27. Jena
- Life+-Projekt des slowenischen Fledermausschutzes:  
**Projekt Življenje ponoči - Life at Night / Projekt Life+ Narava(LIFE09 NAT/SI/000378)**  
[http://www.sdpvn-drustvo.si/zivljenje\\_ponoci.html](http://www.sdpvn-drustvo.si/zivljenje_ponoci.html)  
<http://www.alpconv.org/en/newsevents/alpine/life/Documents/Dolar.pdf?AspxAutoDetectCookieSupport=1>

## **Anlagen**

- Anlage 01: Bestandskarte Gehofen 2018: Leuchtentypen
- Anlage 02: Bestandskarte Gehofen 2018: Leuchtentypen und Hersteller
- Anlage 03: Maßnahmenkarte Gehofen 2018
- Anlage 04: Protokoll der Ausflugbeobachtung vom 17.05.2018
- Anlage 05: Illustration lichttechnischer Berechnungen mit und ohne Nachtabenkung für Gehofen



Anlage 01: Bestandskarte Gehofen 2018: Leuchtentypen



Anlage 02: Bestandskarte Gehofen 2018: Leuchtmitteltypen mit Lichtpunktnummerierung



Anlage 03: Maßnahmenkarte Gehofen 2018

**Anlage 04:** Protokoll der Ausflugbeobachtung vom 17.05.2018:

**Fledermausauszug- und Korridorkontrolle an der Mausohrwochenstube (*M. myotis*)  
Pfarrkirche Gehofen**

**Kontrolle:** 17.05.2018 von 21.20 Uhr bis 22.30 Uhr

**Wetter:** wolkenlos, geringer Westwind, Temperatur von 12,5 °C auf 11,0 °C fallend, zunehmender Mond.

**Beobachtungsergebnisse:** Ab 21.31 Uhr flogen aus dem Ostgiebel 8 Zwergfledermaus aus und jagten im Pfarrgarten und um die Kirche sowie Lindenbäume.

Erster Ausflug der Mausohren 21.42 Uhr aus der rechten Gaube des südlichen Dachstuhls, letzter Ausflug ebenda 22.22 Uhr.

**Flugverhalten:** Mehrere Tiere fliegen gegen den Uhrzeigersinn rechts um das Kirchenschiff, z. T. bis zur Nebengasse des angrenzenden Technikobjektes von Landwirt Kuschke und schwenken zur Kirche zurück, um zwischen und über dem Dachstuhl des Pfarrhauses, z. T. im Pfarrgarten kreisend, weiter in Richtung NEE, wahrscheinlich zum FND Null (Ringförmiger Unstrutaltarm mit integrierten Mähwiesen und Gehölzen) und in Richtung Bottendorfer Höhe fliegen. Geprüft wurde ob diese Tiere einen südlichen Schwenk in Richtung Nausitz, bzw. Hohe Schrecke fortführen, dies konnte nicht bestätigt werden. Ein geringer Teil der ausfliegenden Tiere flogen aus der Gaube direkt in Richtung Süden, entlang der Linde und über Straßenlaterne und Straße und über die und an der Linde am Kinderspielplatz ab, folglich direkt zur Hohen Schrecke

W. Sauerbier  
(17.05.18)

**Anlage 05:** Illustration lichttechnischer Berechnungen mit und ohne Nachtabsenkung für Gehofen:

## Gehofen

Maßnahme "Großes Mausohr"

Überprüfung der vorhandenen Beleuchtungsanlage

Umstellung auf LED-Technik unter Berücksichtigung der Lebensräume, Flugrouten der Fledermäuse

Lichttechnische Berechnung

ohne Nachtabsenkung

mit Nachtabsenkung

Ansprechpartner(in): Herr Beetz

Auftragsnr.:

Firma: Büro für Beleuchtungs- und Elektrotechnik

Dateiname: Gehofen 01

Datum: 23.08.2018

Bearbeiter(in): Dipl.-Ing. Michael Beetz



Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
Telefon 01727569108  
Fax  
e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

## Inhaltsverzeichnis

### Gehofen

Projektdeckblatt	1
Inhaltsverzeichnis	2
Leuchtenstückliste	3
<b>Laternix LEDiKIT Streetlight HS1   120.110x</b>	
Leuchtendatenblatt	5
<b>Laternix LEDiKIT Streetlight HS1   120.100x</b>	
Leuchtendatenblatt	6
<b>Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX ohne Nachtabenkung</b>	
Berechnungsflächen (Ergebnisübersicht)	7
3D Rendering	8
Falschfarben Rendering	9
<b>Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX mit Nachtabenkung</b>	
Berechnungsflächen (Ergebnisübersicht)	10
3D Rendering	11
Falschfarben Rendering	12



Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
 Telefon 01727569108  
 Fax  
 e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

## Gehofen / Leuchtenstückliste

2 Stück	<p>Laternix LEDiKIT Streetlight HS1   120.110x (Typ 1)          Artikel-Nr.:          Lichtstrom (Leuchte): 2291 lm          Lichtstrom (Lampen): 2300 lm          Leuchtenleistung: 26.0 W          Leuchtenklassifikation nach DIN: A20          CIE Flux Code: 32 61 86 100 100          Bestückung: 1 x Latern.26W 2300lm          (Korrekturfaktor 1.000).</p>	<p>Ein Leuchtenbild entnehmen Sie bitte unserem Leuchtenkatalog.</p>	
27 Stück	<p>Laternix LEDiKIT Streetlight HS1   120.110x (Typ 2)          Artikel-Nr.:          Lichtstrom (Leuchte): 2291 lm          Lichtstrom (Lampen): 2300 lm          Leuchtenleistung: 26.0 W          Leuchtenklassifikation nach DIN: A20          CIE Flux Code: 32 61 86 100 100          Bestückung: 1 x Latern. 26W 2300lm          (Korrekturfaktor 1.000).</p>	<p>Ein Leuchtenbild entnehmen Sie bitte unserem Leuchtenkatalog.</p>	
2 Stück	<p>Laternix LEDiKIT Streetlight HS1   120.110x (Typ 3)          Artikel-Nr.:          Lichtstrom (Leuchte): 573 lm          Lichtstrom (Lampen): 575 lm          Leuchtenleistung: 26.0 W          Leuchtenklassifikation nach DIN: A20          CIE Flux Code: 32 61 86 100 100          Bestückung: 1 x Latern.26W 2300lm          (Korrekturfaktor 1.000).</p>	<p>Ein Leuchtenbild entnehmen Sie bitte unserem Leuchtenkatalog.</p>	
5 Stück	<p>Laternix LEDiKIT Streetlight HS1   120.110x (Typ 4)          Artikel-Nr.:          Lichtstrom (Leuchte): 573 lm          Lichtstrom (Lampen): 575 lm          Leuchtenleistung: 26.0 W          Leuchtenklassifikation nach DIN: A20          CIE Flux Code: 32 61 86 100 100          Bestückung: 1 x Latern. 26W 2300lm          (Korrekturfaktor 1.000).</p>	<p>Ein Leuchtenbild entnehmen Sie bitte unserem Leuchtenkatalog.</p>	
3 Stück	<p>Laternix LEDiKIT Streetlight HS1   120.110x (Typ 5)          Artikel-Nr.:          Lichtstrom (Leuchte): 1145 lm          Lichtstrom (Lampen): 1150 lm          Leuchtenleistung: 26.0 W          Leuchtenklassifikation nach DIN: A20          CIE Flux Code: 32 61 86 100 100          Bestückung: 1 x Latern. 26W 2300lm          (Korrekturfaktor 1.000).</p>	<p>Ein Leuchtenbild entnehmen Sie bitte unserem Leuchtenkatalog.</p>	

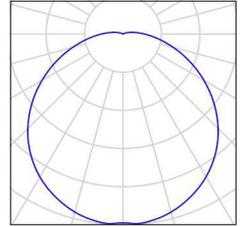


Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
Telefon 01727569108  
Fax  
e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

## Gehofen / Leuchtenstückliste

1 Stück RZB 671735.9231 Rounded Maxi (Typ 1)  
Artikel-Nr.: 671735.9231  
Lichtstrom (Leuchte): 60 lm  
Lichtstrom (Lampen): 120 lm  
Leuchtenleistung: 29.0 W  
Leuchtenklassifikation nach DIN: A41  
CIE Flux Code: 43 73 91 96 50  
Bestückung: 1 x Benutzerdefiniert  
(Korrekturfaktor 1.000).

Ein Leuchtenbild  
entnehmen Sie bitte  
unserem  
Leuchtenkatalog.



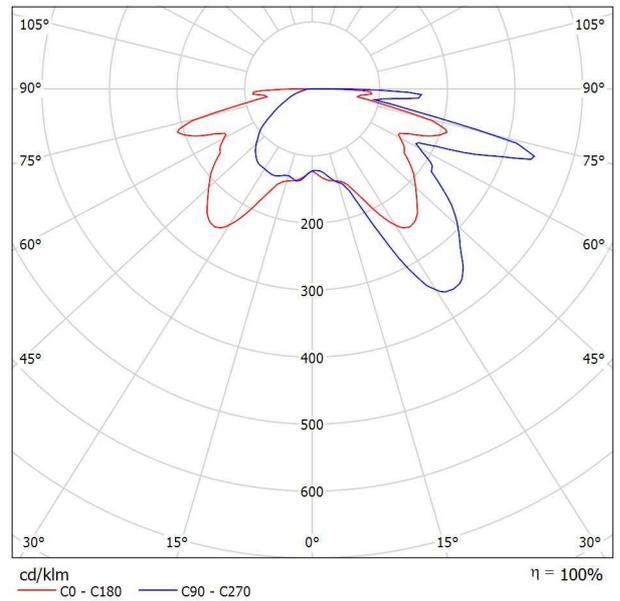


Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
Telefon 01727569108  
Fax  
e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

## Laternix LEDiKIT Streetlight HS1 | 120.110x / Leuchtendatenblatt

### Lichtaustritt 1:

Ein Leuchtenbild entnehmen Sie bitte unserem Leuchtenkatalog.



Leuchtenklassifikation nach DIN: A20  
CIE Flux Code: 32 61 86 100 100

Aufgrund fehlender Symmetrieeigenschaften kann zu dieser Leuchte keine UGR-Tabelle dargestellt werden.

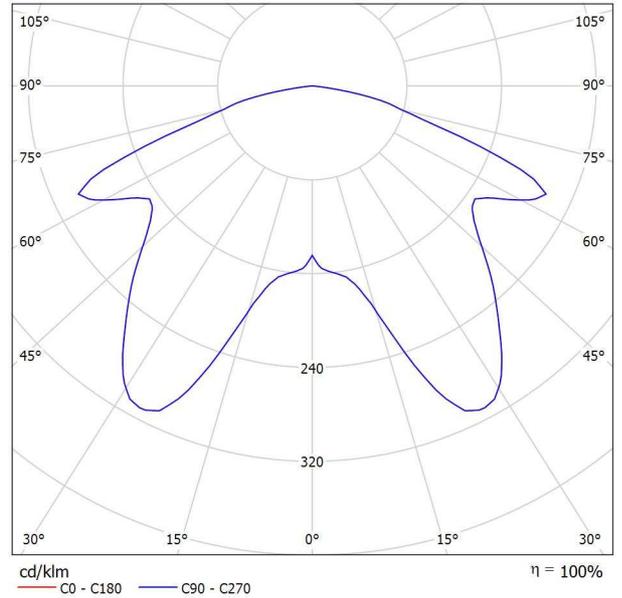


Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
 Telefon 01727569108  
 Fax  
 e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

## Laternix LEDiKIT Streetlight HS1 | 120.100x / Leuchtendatenblatt

Ein Leuchtenbild entnehmen Sie bitte unserem Leuchtenkatalog.

### Lichtaustritt 1:



Leuchtenklassifikation nach DIN: A30  
 CIE Flux Code: 41 70 96 100 100

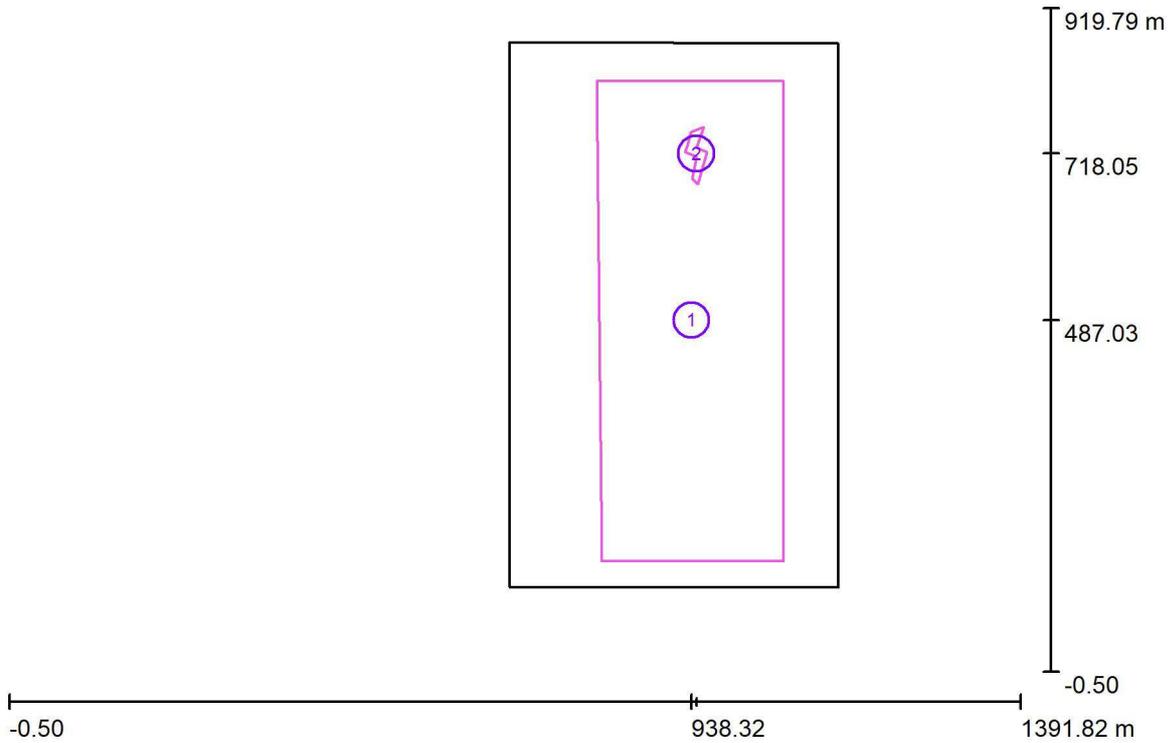
### Lichtaustritt 1:

Blendungsbewertung nach UGR											
ρ Decke	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Wände	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Boden	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Raumgröße X Y	Blickrichtung quer zur Lampenachse					Blickrichtung längs zur Lampenachse					
2H	2H	22.1	23.5	22.4	23.8	24.0	22.1	23.5	22.4	23.8	24.0
	3H	24.5	25.8	24.8	26.1	26.3	24.5	25.8	24.8	26.1	26.3
	4H	24.8	26.0	25.2	26.3	26.6	24.8	26.0	25.2	26.3	26.6
	6H	25.0	26.1	25.3	26.4	26.7	25.0	26.1	25.3	26.4	26.7
	8H	24.9	26.1	25.3	26.4	26.7	24.9	26.1	25.3	26.4	26.7
	12H	24.9	26.0	25.3	26.3	26.6	24.9	26.0	25.3	26.3	26.6
4H	2H	23.2	24.5	23.6	24.8	25.1	23.2	24.5	23.6	24.8	25.1
	3H	25.5	26.5	25.8	26.9	27.2	25.5	26.5	25.8	26.9	27.2
	4H	25.9	26.8	26.3	27.1	27.5	25.9	26.8	26.3	27.1	27.5
	6H	26.1	26.9	26.5	27.3	27.7	26.1	26.9	26.5	27.3	27.7
	8H	26.1	26.8	26.5	27.2	27.6	26.1	26.8	26.5	27.2	27.6
	12H	26.0	26.7	26.5	27.1	27.6	26.0	26.7	26.5	27.1	27.6
8H	4H	26.0	26.8	26.5	27.2	27.6	26.0	26.8	26.5	27.2	27.6
	6H	26.3	26.9	26.7	27.3	27.8	26.3	26.9	26.7	27.3	27.8
	8H	26.3	26.8	26.8	27.3	27.7	26.3	26.8	26.8	27.3	27.7
	12H	26.3	26.7	26.8	27.2	27.7	26.3	26.7	26.8	27.2	27.7
12H	4H	26.0	26.7	26.5	27.1	27.5	26.0	26.7	26.5	27.1	27.5
	6H	26.3	26.8	26.8	27.2	27.7	26.3	26.8	26.8	27.2	27.7
	8H	26.3	26.7	26.8	27.2	27.7	26.3	26.7	26.8	27.2	27.7
Variation der Beobachterposition für Leuchtenabstände S											
S = 1.0H	+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H	+0.6 / -0.5					+0.6 / -0.5					
S = 2.0H	+1.0 / -1.1					+1.0 / -1.1					
Standardtabelle	BK05					BK05					
Korrektursummand	9.1					9.1					
Korrigierte Blendindizes bezogen auf 2200lm Gesamtlichtstrom											



Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
 Telefon 01727569108  
 Fax  
 e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

**Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX ohne Nachtabsenkung / Berechnungsflächen (Ergebnisübersicht)**



Maßstab 1 : 10472

**Berechnungsflächenliste**

Nr.	Bezeichnung	Typ	Raster	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$g_1$	$g_2$
1	Berechnungsfläche gesamt 1	senkrecht	128 x 128	0.05	0.00	21	0.000	0.000
2	Berechnungsfläche Ausflug Kirche 3	senkrecht	128 x 128	1.06	0.02	14	0.022	0.002

**Zusammenfassung der Ergebnisse**

Typ	Anzahl	Mittel [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$g_1$	$g_2$
senkrecht	2	0.06	0.00	21	0.00	0.00



Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
Telefon 01727569108  
Fax  
e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

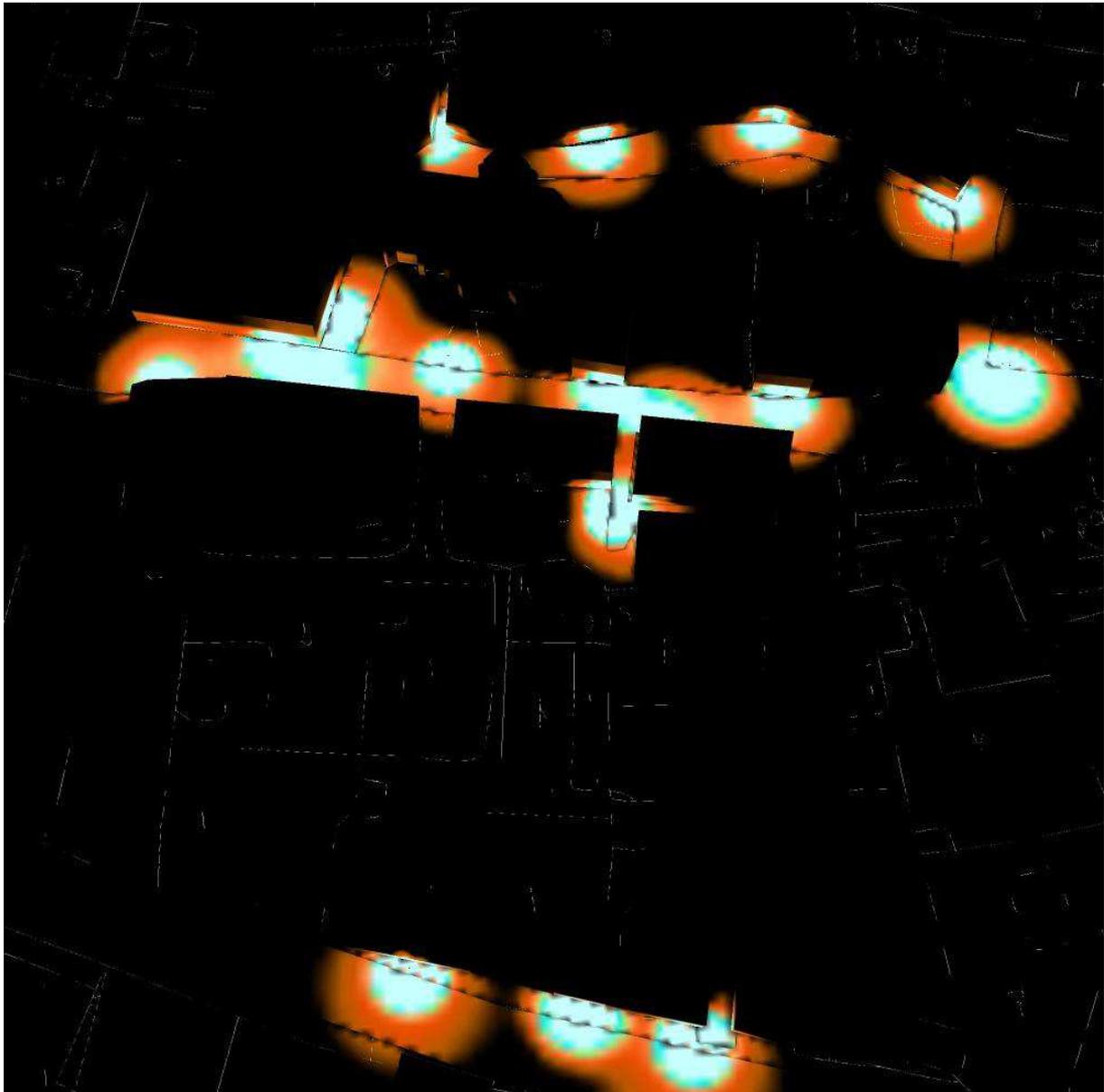
### Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX ohne Nachtabsenkung / 3D Rendering





Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
Telefon 01727569108  
Fax  
e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

## Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX ohne Nachtabsenkung / Falschfarben Rendering

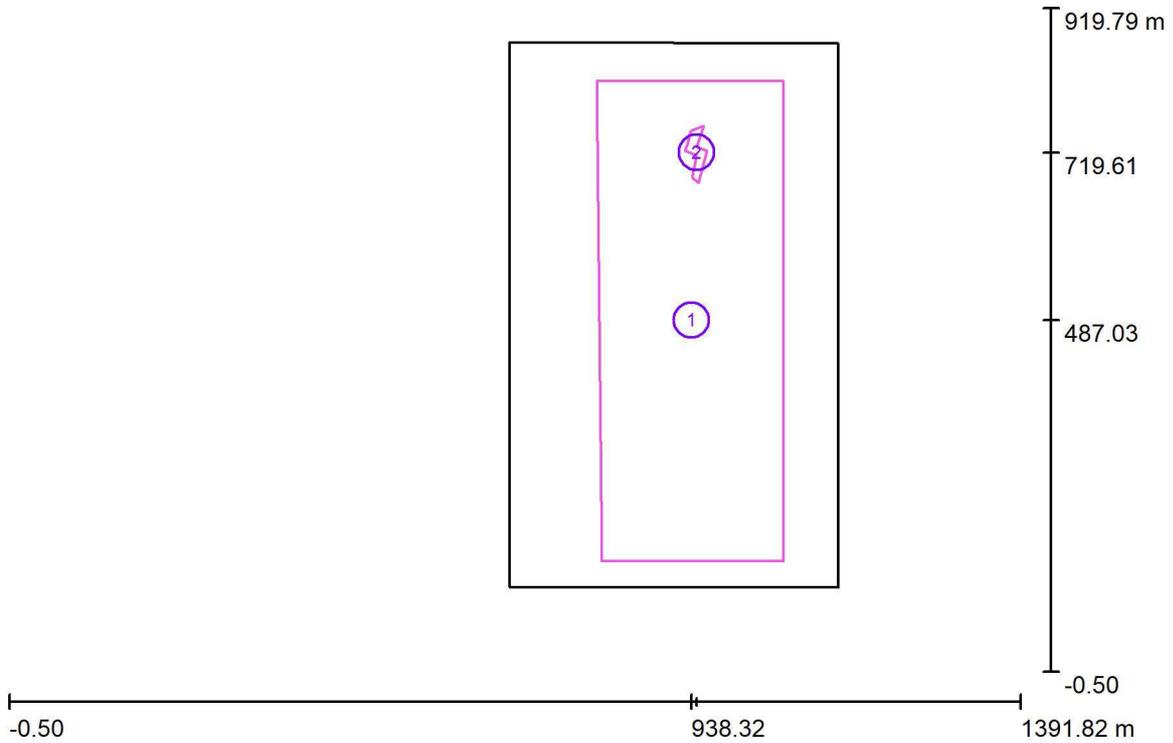


0      0.38      0.75      1.13      1.50      1.88      2.25      2.63      3      lx



Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
 Telefon 01727569108  
 Fax  
 e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

## Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX mit Nachtabsenkung / Berechnungsflächen (Ergebnisübersicht)



Maßstab 1 : 10472

### Berechnungsflächenliste

Nr.	Bezeichnung	Typ	Raster	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$g_1$	$g_2$
1	Berechnungsfläche gesamt 1	senkrecht	128 x 128	0.03	0.00	21	0.000	0.000
2	Berechnungsfläche Ausflug Kirche 3	senkrecht	128 x 128	0.32	0.01	4.16	0.038	0.003

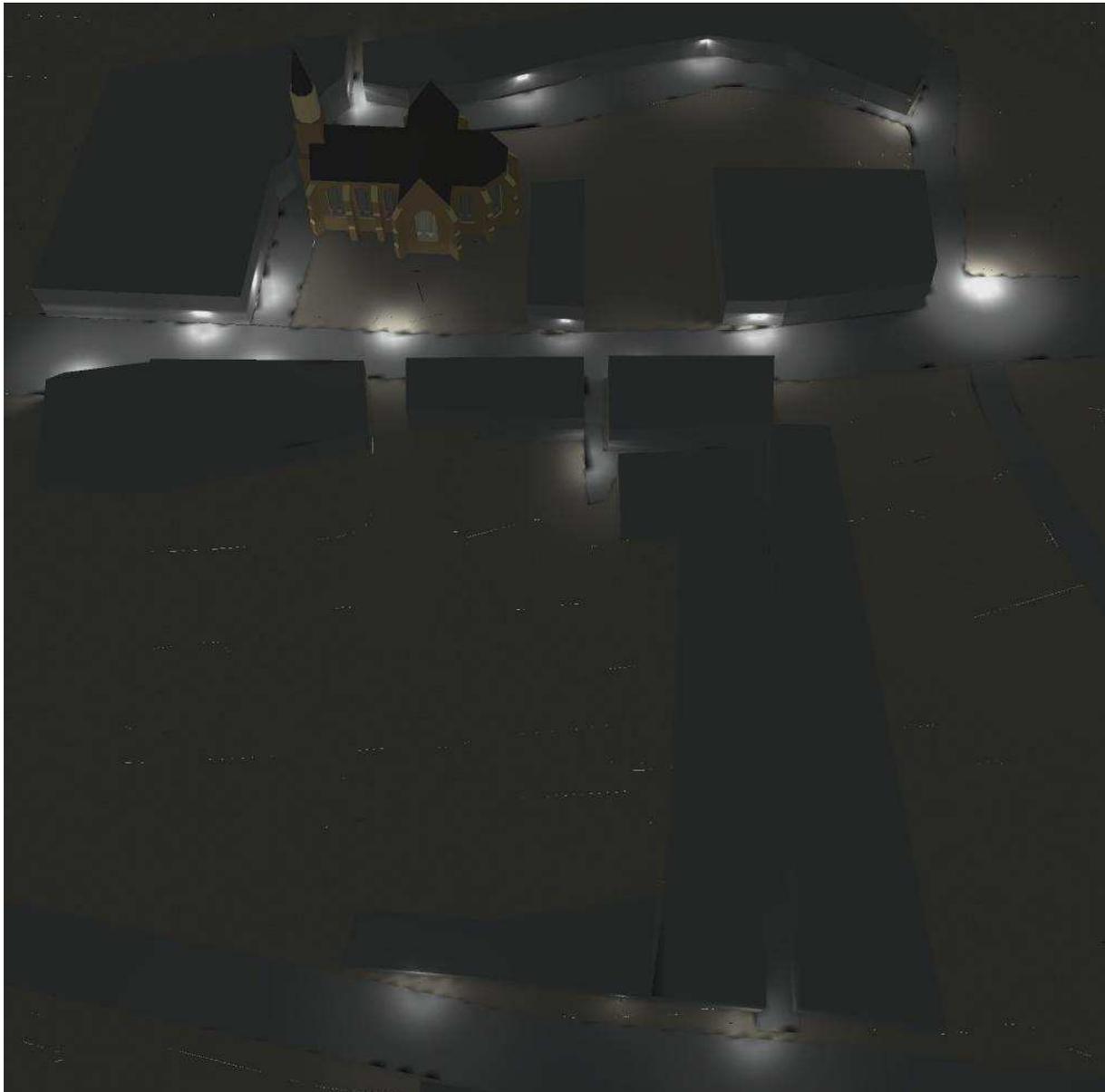
### Zusammenfassung der Ergebnisse

Typ	Anzahl	Mittel [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$g_1$	$g_2$
senkrecht	2	0.03	0.00	21	0.00	0.00



Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
Telefon 01727569108  
Fax  
e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

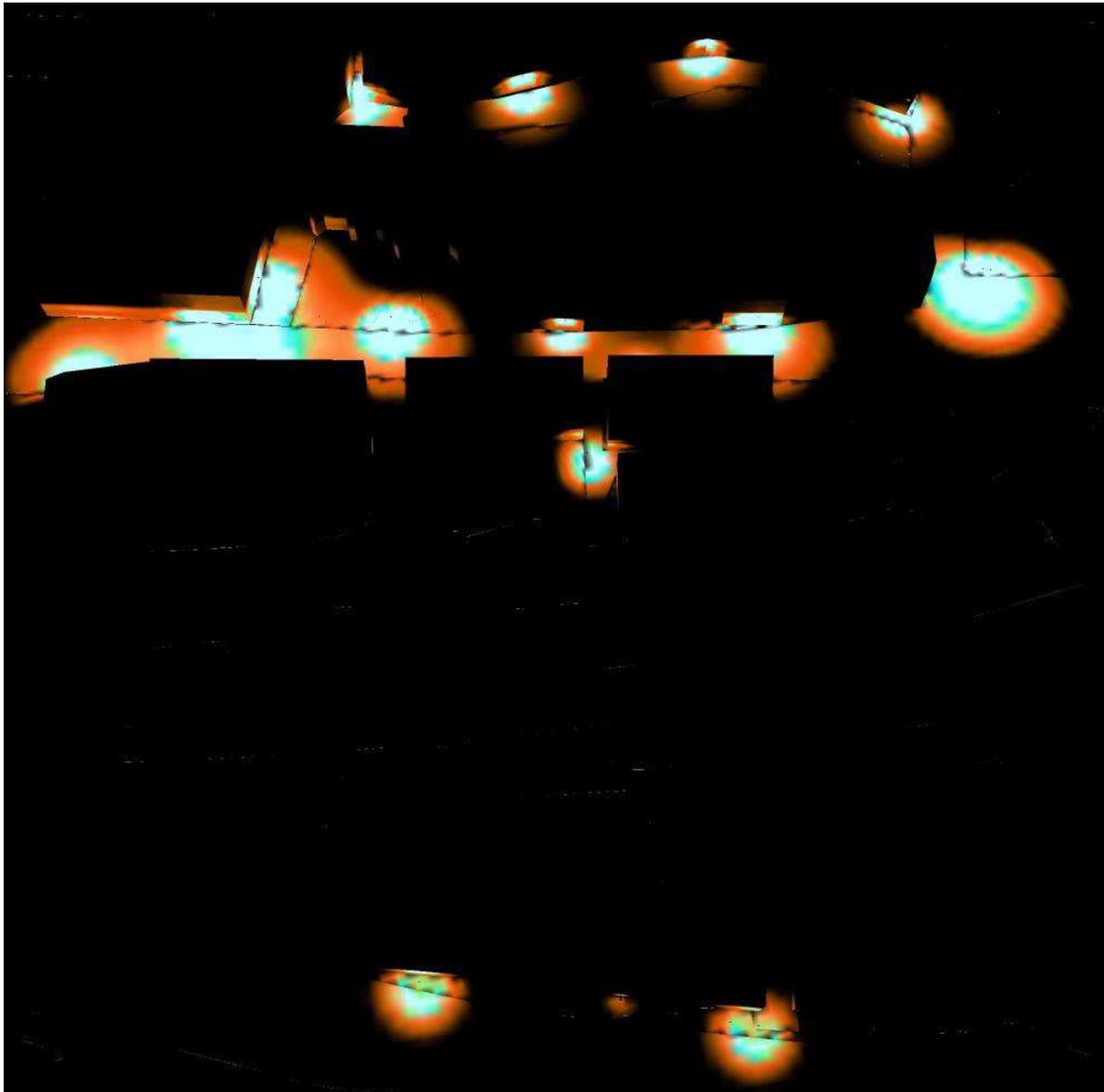
## Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX mit Nachtabsenkung / 3D Rendering





Bearbeiter(in) Dipl.-Ing. Michael Beetz  
Telefon 01727569108  
Fax  
e-Mail m.beetz-mbe-@gmx.de

### Gehofen LED Beleuchtung LATERNIX mit Nachtabsenkung / Falschfarben Rendering



0      0.38      0.75      1.13      1.50      1.88      2.25      2.63      3      lx