



universität
wien



Lichtanalyse in der LEADER-Region Sterngartl Gusental

Umweltgerechte Beleuchtung von Kultur- und Naturdenkmälern

Resultate der ersten Messreihen sowie Vorschläge
weiterer Maßnahmen

Kontakt

Dr. Stefan Wallner, BSc MSc
Institut für Astrophysik, Universität Wien
Türkenschanzstraße 17, 1180 Wien
stefan.wallner@univie.ac.at
Tel.: +43-1-4277-53841

Februar 2021



institut für
astrophysik

UNIVERSITÄTSSTERNWARTE WIEN

Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie

Inhalt

0. Lichtverschmutzung.....	- 5 -
1. Dark Sky Places & Richtlinien.....	- 7 -
1.1. Wer ist die International Dark Sky Association (IDA)?	- 7 -
1.2. Zertifizierungsmöglichkeiten durch die IDA	- 7 -
1.3. International Dark Sky Park (DSP)	- 8 -
1.4. Mindestanforderungen für einen DSP	- 9 -
1.5. Kriterien für Außenbeleuchtung	- 10 -
2. Überprüfung der Nachthimmelsqualität und Analyse von Beleuchtungssituationen	- 13 -
2.1. Satellitendaten	- 14 -
2.2. Messanalyse	- 15 -
2.3. Resultate Nachthimmelmessungen.....	- 16 -
3. Beleuchtungen von Kultur- und Naturdenkmälern - Voranalyse.....	- 18 -
3.1. Alberndorf in der Riedmark.....	- 18 -
3.1.1. Kirche	- 18 -
3.1.2. Schloss Riedegg.....	- 20 -
3.2. Altenberg bei Linz.....	- 22 -
3.3. Bad Leonfelden	- 24 -
3.3.1. Kirche.....	- 24 -
3.3.2. Rathaus.....	- 27 -
3.4. Engerwitzdorf.....	- 28 -
3.5. Gallneukirchen.....	- 29 -
3.6. Haibach im Mkr.....	- 31 -
3.7. Hellmonsödt	- 32 -
3.8. Kirchschlag bei Linz.....	- 34 -
3.8.1. Kirche	- 34 -
3.8.2. Burg Wildberg.....	- 37 -
3.9. Oberneukirchen.....	- 38 -
3.9.1. Kirche / Kriegsdenkmal	- 38 -
3.9.2. Burgruine Waxenberg	- 40 -
3.10. Ottenschlag im Mkr.....	- 47 -
3.11. Reichenau im Mkr.....	- 48 -
3.12. Reichenthal	- 51 -
3.13. Schenkenfelden.....	- 52 -
3.14. Sonnberg im Mkr.....	- 53 -
3.15. Vorderweißenbach.....	- 54 -
3.15.1. Kirche Vorderweißenbach	- 54 -
3.15.2. Kirche Traberg.....	- 55 -
3.16. Zwettl an der Rodl.....	- 58 -
4. Vorschläge an Maßnahmen hinsichtlich Außenbeleuchtung.....	- 61 -

4.1. Straßenbeleuchtung.....	- 61 -
4.2. Kirchen- und Denkmalbeleuchtungen	- 63 -
4.2.1. Direkte Beleuchtung - Projektionstechnik an Beispielen Steinbach am Attersee/Kirchschlag bei Linz (Kirchenbeleuchtungen)	- 63 -
4.2.2. Beleuchtung von Innen	- 66 -

0. Lichtverschmutzung

Der Begriff „Lichtverschmutzung“ beschreibt eine Verschmutzung des Naturraums, verursacht durch künstliches Licht bei Nacht. Dies passiert erstaunlich einfach, zum Beispiel durch Fehlorientierung von Lichtquellen, also wenn Licht auch dort hinfällt, wo es gar nicht gebraucht wird. Genauso problematisch sind zu starke Beleuchtungsstärken oder die Nutzung von schädlichen Lichtfarben. Das Resultat all dieser „Fehlnutzungen“ von Licht sind große Lichtkuppeln, die über Städte entstehen und bis zu hunderten von Kilometern weit zu sehen sind. Die Folgen sind meist unbekannt, obwohl sie sehr präsent sind.



Abbildung 1 - Beispiele an Leuchtquellen, die Lichtverschmutzung verursachen (Quelle: Andreas Hänel/VDS)

Denken wir zum Beispiel in der Tierwelt daran, dass 60% aller Säugetiere nachtaktiv sind, so ist es relativ einfach zu verstehen, dass das Verschwinden der natürlichen Dunkelheit bei Nacht gravierende Folgen hat. Darunter fallen die Verdrängung und Reduzierung von lebensfreundlichen Gebieten, Änderungen im natürlichen Verhalten oder gar rapide Abnahme von Biomasse. Auch die Umwelt reagiert auf künstliches Licht bei Nacht. Bäume die nachts von Straßenlampen beleuchtet werden sind gezwungen die Photosynthese, wie sie eigentlich nur tagsüber unter der Einstrahlung von Sonnenlicht stattfindet, auch nachts und im Winter durchzuführen. Die Folgen sind ganzjährig grüne Blätter, aber auch eine drastische Reduzierung der Lebenszeit dieses Baumes.

Seit wir Menschen auf der Erde sind, gewöhnten wir uns an einen täglichen Wechsel zwischen Tag und Nacht, den ‚zirkadianen Rhythmus‘. Auch unser Körper stellte sich auf diesen ein, und plant gar die Ausschüttung einzelner Hormone nach diesem. Sehr wichtig hierbei ist das Schlafhormon Melatonin, welches nur in der Dunkelheit bei nachts produziert werden kann, wenn kein Licht mehr auf unser Auge trifft. Kommt es nun zu einer Hemmung in dieser Hormonausschüttung, so sind gravierende gesundheitliche Schäden eine wahrscheinliche Folge. So ist heute bekannt, dass Menschen, die in lichtverschmutzten Städten leben, wahrscheinlicher an Brust- und Prostatakrebs leiden. Zusammenfassend muss also

bewusst sein, dass beinahe jeglicher Organismus auf dem Planeten Erde an Lichtverschmutzung zu leiden hat. Von Lebewesen bzw. der beschriebenen Umweltverschmutzung abgesehen, bringt Lichtverschmutzung ebenso eine enorme Verschwendung an Energie mit sich. Somit wird auch sehr viel Strom und Energie verschwendet und trägt auch so erheblich zum Klimawandel bei.



Abbildung 2 - Beispiele an Bäumen, die an Lichtverschmutzung leiden und die Photosynthese über das gesamte Jahr durchführen (Quelle: International Dark Sky Association)

1. Dark Sky Places & Richtlinien

Um die Dunkelheit der Nacht sowie die Faszination des Sternenhimmels und der natürlichen Nachtlandschaft erhalten zu können, gibt es die Möglichkeit der Errichtung von „Nachtlandschaftsschutzgebieten“. Die International Dark Sky Association (kurz: IDA) bietet dafür mehrere Kategorien der Zertifizierung an, darunter die Kategorie eines „Dark Sky Parks“. Sie vergibt diese Titel an Gebiete, die bestimmte Schritte zum Schutze des Nachthimmels sowie der Verwendung einer optimalen Beleuchtung setzen.

Die LEADER-Region Sterngartl Gusental unterstützt Gemeinden, die diesen besonderen Schutz in ihrer Region anstreben, bei der Realisierung von „Dark Sky Places“ unter fachlicher Mitwirkung der Universität Wien, Institut für Astrophysik. Neben der Erhöhung der Lebensqualität für Mensch und Natur, ergeben sich auch neue touristische Möglichkeiten.

1.1. Wer ist die International Dark Sky Association (IDA)?

Die International Dark Sky Association wurde 1988 mit dem Ziel des Schutzes der natürlichen Nachthimmel für gegenwärtige und zukünftige Generationen gegründet. Sie ist weltweit für ihre Kampagnen gegen Lichtverschmutzung federführend und steht daher stetig in engem Kontakt mit der Öffentlichkeit, Stadtplanern, Legislativen, Beleuchtungsherstellern, Parks und vielen mehr. Im Jahr 2001 führte die IDA das „International Dark Sky Places“-Programm ein.

1.2. Zertifizierungsmöglichkeiten durch die IDA

Die IDA bietet mehrere Kategorien, je nach Nachthimmelsqualität sowie nach zur Verfügung stehenden Ressourcen, einer Zertifizierung an:

A. International Dark Sky Communities

„Communities“ sind Städte und Gemeinden die ihre Außenbeleuchtung Richtlinien unterstellt, die die Qualität eines dunklen Nachthimmels sichert und ihre BürgerInnen über die Wichtigkeit von dunklen Himmeln informieren.

B. International Dark Sky Parks

„Parks“ sind unter Naturschutz stehende öffentliche oder private Landflächen, die eine optimale Außenbeleuchtung garantieren und Öffentlichkeitsarbeit für Besucher anbieten.

C. International Dark Sky Reserves

Ein „Reserve“ besteht aus einer sehr dunklen „Kernzone“ und einer bewohnten Peripherie, die durch bestimmte Richtlinien die Dunkelheit innerhalb dieser Kernzone garantiert. Die Mindestgröße für ein Reserve beträgt 700 km².

D. International Dark Sky Sanctuaries

„Sanctuaries“ bilden die (sehr oft) dunkelsten und abgelegensten Gebiete der Welt, deren Schutz spezieller Notwendigkeit unterliegt.

E. Urban Night Sky Places

Diese Kategorie steht großen Ballungsräumen zur Verfügung, die - auch wenn sie stark lichtverschmutzt sind - aktiv auf die Wichtigkeit eines dunklen Nachthimmels sensibilisieren und dadurch in keiner anderen Kategorie aufgenommen werden können.

F. Dark Sky Friendly Developments of Distinction

Bildet eine kleinere Kategorie gegenüber großen Ballungsräumen („Urban Night Sky Places“) für Subeinheiten wie Städte, Stadtteile (z.B. Bezirk), Gemeinden, etc., die ebenfalls zu stark lichtverschmutzt sind um in einer anderen Kategorie aufgenommen werden zu können.

1.3. International Dark Sky Park (DSP)

Folgende Bestimmungen bilden die Grundlage für die Zertifizierung eines Dark Sky Parks:

- Alle geschützten (z.B. unter Naturschutz stehende) öffentlichen und privaten Grundstücke sind zertifizierbar.
- Ein Dark Sky Park muss einen nächtlichen Zugang für die Öffentlichkeit erlauben, mit oder ohne Führungsbetrieb. Dies kann auch nur für einen bestimmten Teil des DSP oder zu einer bestimmten Uhrzeit sein. Für speziell geschützte Flächen (z.B. wegen gefährdetem Wildleben, archäologischen Bauten oder andere sensitive Ressourcen) können diese Regeln angepasst werden. Eintrittsgelder können verlangt werden, andere Einnahmen sind nicht erlaubt.
- Es gibt keine Mindestgröße.
- Eine exzellente Nachthimmelsqualität ist vorhanden.

1.4. Mindestanforderungen für einen DSP

1) Typische Nachthimmel müssen folgende Kriterien mindestens erfüllen:

- a) Die Milchstraße ist für das bloße Auge leicht sichtbar.
- b) In der Nähe befinden sich keine künstlichen Lichtquellen, die signifikant aufscheinen.
- c) Jegliche vorhandenen Lichtkuppeln sind nur sehr beschränkt und nahe des Horizonts sichtbar.

Diese Kriterien treffen auf eine ungefähre visuelle Zenithelligkeit von $21.2 \text{ mag/arcsec}^2$ (0.4 mcd/m^2) bzw. einer Grenzhelligkeit für das bloße Auge von +6.

Messungen der Nachthimmelshelligkeit im Zenit mit geeigneten Instrumenten durch qualifizierte Personen muss dies bestätigen. Messungen müssen über einen Zeitraum stattfinden, der lang genug ist um Fluktuationen im Stunden- bis Jahreszeitenbereich ausschließen zu können. Panoramaaufnahmen des Horizontes müssen Aufschluss über Anzahl und Ausdehnung von Lichtkuppeln nahe des DSP geben.

- 2) Ein Bekenntnis zu öffentlicher Bildung. Die Wichtigkeit von dunklen, natürlichen Nachthimmel und die positiven Folgen müssen Teil der Öffentlichkeitsarbeit des DSP sein. Wird die Öffentlichkeitsarbeit nicht typischerweise vor Ort durchgeführt, so müssen geeignete Medien gefunden werden (Flyer, Pressaussendungen, (soziale) Medien, etc.).
- 3) Mindestens vier öffentliche Programme müssen jährlich stattfinden. Diese Events müssen natürliche Nachthimmelsdunkelheit in geeigneten Wegen zum Kernthema machen.
- 4) Als Beweis, dass der DSP Vorbild in der Wiederherstellung von dunklen Himmeln ist, muss mind. einer der folgenden Punkte zutreffen:
 - a) Mind. ein „Nachthimmel-freundliches“ Projekt, welches öffentlich sichtbar ist, muss durchgeführt werden.
 - b) Involvieren von mind. zwei externen Partnern (z.B. kommerzielle Partner, Universitäten, Umweltschutzorganisationen, etc.)
 - c) Kooperation mit mind. zwei naheliegenden Gemeinden, die ebenfalls die Grundsätze für eine gute Außenbeleuchtung annehmen und somit die Konditionen im DSP verbessern.
- 5) Der DSP muss einen Leuchten-Management-Plan (LMP) einrichten.
- 6) Das Engagement des DSP für dunkle Himmel und qualitätsbewusste Außenbeleuchtung wird gezeigt durch folgende Punkte:

- a) Ein DSP kennzeichnet (medial) dunkle Himmel als wichtige natürliche, kulturelle und/oder wissenschaftliche Ressource.
 - b) Mind. zwei Drittel (67%) aller existierenden Außenbeleuchtungen innerhalb der Parkgrenzen sind konform mit dem Leuchten-Management-Plan zur Zeit des Zertifizierungsansuchens.
 - c) Ein Leuchteninventar sowie 90% der Außenbeleuchtung nach LMP-Standards sind innerhalb fünf Jahre nach Verleihung des DSP-Titels anzufertigen, sowie eine schriftliche Zusage, dass 100% innerhalb von 10 Jahren dem Management-Plan angepasst werden.
 - d) Ein kontinuierliches Messprogramm ist durch den Park, privaten Grundbesitzern oder Organisationen (z.B. Universitäten, wissenschaftlichen Einrichtungen, Vereine vor Ort, etc.) zu führen.
- 7) Eine Beschreibung von aktuellen oder zu erwartenden Bedrohungen des dunklen Nachthimmels über dem DSP ist anzuführen.
- 8) Wird der Titel eines DSP verliehen, so müssen öffentliche Beschilderungen auf diesen hinweisen (an Straßeneingängen, Gehwegeingängen - wenn keine Straßen vorhanden, oder bei Besucherzentren). Ein Foto muss dies belegen.
- 9) Ein jährlicher Report ist bis zum 1. Oktober jedes Jahres der IDA zukommen zu lassen. Eine detaillierte Auflistung der vergangenen zwölf Monate bzgl. aller Aktivitäten (mit kurzen Beschreibungen und Daten) und Bestrebungen Ziele des DSP zu erreichen, müssen Inhalt sein. Auch neue Messungen sind Teil dieses Berichts.

1.5. Kriterien für Außenbeleuchtung

Der Leuchten-Management-Plan (kurz: LMP) ist ein schriftliches Leitbild, welches vom Park-Management aufzusetzen ist und die folgenden Mindestkriterien erfüllt:

- 1) Der Light-Management-Plan ist konform mit allen gültigen lokalen, regionalen und nationalen Gesetzmäßigkeiten und Normen im Bereich der (Außen-)Beleuchtung.
- 2) Außenbeleuchtung in der Nacht wird nur eingesetzt, wenn es tatsächlich nötig ist, nur dort wo es nötig ist und auch nur in der notwendigen Menge. Die öffentliche Sicherheit muss zu jedem Zeitpunkt gewährleistet bleiben.
- 3) Sämtliche Leuchten im Außenbereich mit mehr als 500 Lumen (ca. alte 40W-Glühbirne, Wert bei Inbetriebnahme einer neuen Lampe ohne Alterserscheinungen) müssen vollkommen abgeschirmt (keine

Abstrahlung über die Horizontale („Full-Cutoff“) sein und sollen, wenn möglich, mit Timern oder Bewegungssensoren ausgestattet sein. Lampen <500 Lumen müssen nicht abgeschirmt sein (zB. aufgrund von historischer Erhaltung). Diese müssen von der IDA genehmigt werden und mit allen anderen Punkten dieser Richtlinien konform sein.

- 4) Beleuchtungen mit Bewegungssensoren, die die Beleuchtung auf maximal fünf Minuten nach Aktivierung beschränken, sind von den weiteren Kriterien 5-8 des LMP befreit.
- 5) Die Beleuchtung muss so gewählt werden, dass die Menge an Licht im kurzweiligen Bereich minimalst gehalten wird. Es muss sichergestellt sein, dass:
 - a) die gewählte Farbtemperatur (CCT) von Lampen 3000 Kelvin nicht übersteigt; **ODER**
 - b) Lampen nicht mehr als 25% der gesamten spektralen Stärke bei Wellenlängen <550 Nanometer emittieren; **ODER**
 - c) das Verhältnis Skotopisch-zu-Photopisch (S/P) nicht 1.3 übersteigt.
- 6) Bei Besucheraktivitäten darf kein unnötiges künstliches Außenlicht bei Nacht Verwendung finden. Hierauf ist in geeigneter Weise (zB. mittels Hinweisschilder auf Camping-Plätzen) hinzuweisen bzw. im Rahmen allfälliger Veranstaltungsgenehmigungen geeignete Limits vorzuschreiben. Die Sicherheit von BesucherInnen darf nicht gefährdet werden, hierfür gebrauchtes Licht kann hiervon abweichen.
- 7) Beleuchtete Schilder müssen reguliert werden wie folgt:
 - a) Die Beleuchtung ist ab einer Stunde nach dem lokalen Sonnenuntergang bis eine Stunde vor lokalem Sonnenaufgang auszuschalten (außer benötigt für Wegfindungen oder für Gewerbebetriebe während normaler Geschäftszeiten); **UND**
 - b) Displays müssen einfarbig auf schwarzem Hintergrund sein; **UND**
 - c) Die Leuchtstärke nach Sonnenuntergang darf nicht höher als 100 nits (100 cd/m²) sein; **UND**
 - d) Die beleuchtete Fläche darf nicht größer als 18.6 m² sein.
- 8) Jegliche temporären Beleuchtungen (z.B. Baustellen, Konzerte, usw.) müssen bestmöglich dem LMP folgen und sollen nur für die kürzest mögliche Zeit installiert werden.

Aufgrund der Bedingung eines Naturschutzgebietes, welches prinzipiell die Grundlage für die Etablierung eines IDSP darstellt, und der Tatsache, dass ein solches im Gebiet des Sterngratl Gusentals nicht

vorhanden ist, müssen die obenstehenden Kriterien in Form von Gemeinderatsbeschlüssen für ein IDSP-Gebiet verabschiedet werden.

2. Überprüfung der Nachthimmelsqualität und Analyse von Beleuchtungssituationen

Nach der Schaffung eines Pilotprojekts in Kirchschlag bei Linz (nachhaltige Straßen- sowie Kirchenbeleuchtung), stieg in der Region Sterngartl Gusental das Interesse für optimale Beleuchtung in den zugehörigen Gemeinden. Zusätzlich gab es Anfragen für die Umrüstung von vorhandenen Kulturdenkmälern (Ruinen, Burgen, ...) um optimale, nachhaltige und energieeinsparende Bedingungen zu generieren.

Um konkrete Maßnahmen setzen zu können arbeitet die **LEADER-Region Sterngartl Gusental** mit der tschechischen **LEADER-Region Roskvet** ein grenzüberschreitendes Projekt gegen die Lichtverschmutzung aus. Auf österreichischer Seite stehen als strategische Partner das **Land OÖ** und das **Institut für Astrophysik der Universität Wien** zur Verfügung.

Ziel sind Analysen vorhandener Beleuchtungssituationen gewählter Kulturdenkmäler (Kirchen, Burgen, ...) und derzeit beleuchteten Naturjuwelen in der Region. Die wissenschaftliche Auswertung von getätigten Aufnahmen soll aufzeigen, wo speziell zielgerichtete Maßnahmen entwickelt werden müssen, um Beleuchtungen optimal für Mensch und Umwelt zu gewährleisten sowie die Lichtverschmutzung im Gebiet einzudämmen (und somit die Nachthimmelsqualität zu erhöhen). Ziel ist es, geeignete Maßnahmen (Umrüstung von Lichtquellen) nach Beendigung dieser Studie in einem **INTERREG-Programm** gefördert umzurüsten.

Die Umrüstung von Lichtquellen im Gebiet soll nach den Richtlinien der International Dark Sky Association für **Dark Sky Places** (Parks und/oder Reservate) vollzogen werden. Daher ist als weiteres Ziel die Überprüfung auf Zertifizierungsmöglichkeiten eines solchen Dark Sky Place in dieser Region ausgegeben worden.

2.1. Satellitendaten

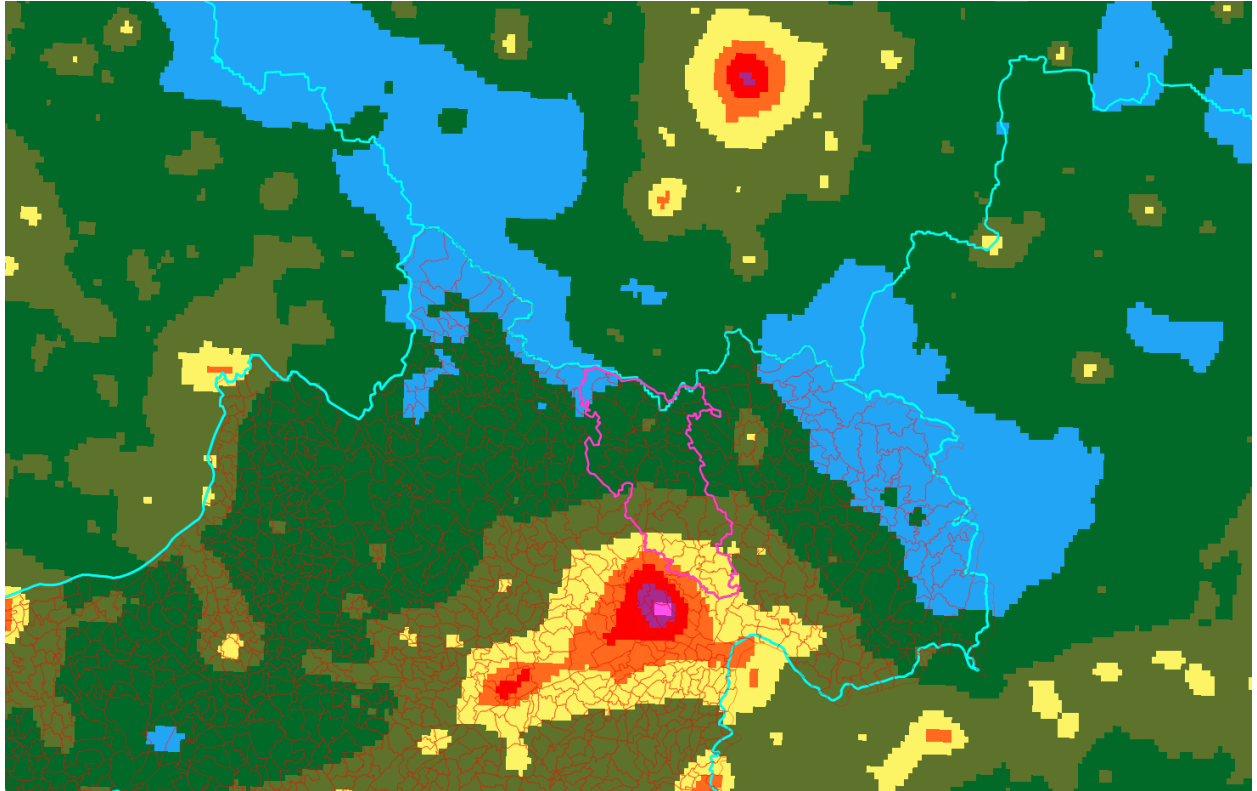


Abbildung 3 - Analyse von Satellitendaten (2015), in rosa die LEADER-Region Sterngartl-Gusental

Um die Eignung des Gebiets Sterngartl Gusental für einen DSP zu untersuchen, wurde der New World Atlas of Light Pollution von Falchi et al. (2016) herangezogen, der ein Modell der künstlichen Himmelselligkeit darstellt, das sowohl durch Satelliten- als auch durch Sky Quality Meters (SQM) Messungen berechnet worden ist.

In **Abbildung 3** ist der Norden von Oberösterreich nach dem „New World Atlas of Light Pollution“ zu sehen. Die Farben markieren unterschiedliche Nachthimmelshelligkeiten in der astronomischen Helligkeitsskala mag/arcsec^2 . Die astronomische Helligkeitsskala ist kontraintuitiv in dem Sinn, dass niedrigere Werte auf der Skala für höhere Helligkeiten stehen. Als Referenzwert für den natürlichen Nachthimmel wird eine Helligkeit von 22 mag/arcsec^2 definiert. Blaue Gebiete stehen für einen naturnahen Himmel mit Werten nahe bei der natürlichen Nachthimmelshelligkeit, dunkelgrüne Gebiete haben Werte über $21.4 \text{ mag/arcsec}^2$, olivgrüne einen Werte von etwa $21.2 - 21.4 \text{ mag/arcsec}^2$, gelbe Gebiete sind bereits stark von der künstlichen Nachthimmelsaufhellung betroffen, noch stärker die roten bis violetten Gebiete.

Als Anmerkung ist festzuhalten, dass es sich hierbei um Modelle handelt. Eine Schwachstelle des Modells ist, dass Abschattungseffekte durch das Gelände nicht berücksichtigt werden können. Dies bedeutet, dass

die tatsächliche Nachthimmelshelligkeit für das Gebiet Sterngartl Gusental durch detailliertere, bodengebundene Messungen analysiert werden muss, insbesondere für Gebiete, die nach dem Modell Nachthimmelshelligkeiten nahe dem Dark Sky Park-Richtwert von $21.2 \text{ mag/arcsec}^2$ aufweisen.

2.2. Messanalyse

Für die angesprochenen Messungen, wurden folgende Methoden angewandt:

- **Vertikale Fischaugenaufnahmen**

Hierbei handelt es sich um Aufnahmen mit handelsüblichen Spiegelreflexkameras, welche mit Fischaugenobjektiven ausgestattet werden. In diesem Projekt kam eine Canon EOS 5D Mark II, versehen mit einem Sigma 8mm-Objektiv, in Einsatz. Normalerweise in dieser Ausführung für Nachthimmelsaufnahmen im Einsatz, wurden mit diesem Aufbau vertikale Aufnahmen durchgeführt. Somit wurden einzelne Lichtquellen direkt aufgezeichnet. Diese Methode ermöglicht es, auch große Objekte (zB. ganze Schlösser und Denkmäler) auf einem Bild zu versehen, sowie eine Analyse mit speziellen Softwares durchzuführen. Die Analysen mittels der Software „Sky Quality Camera“, welche auf das oben genannte Equipment speziell lizenziert und kalibriert wurde, machen es möglich, quantifizierte Aussagen hinsichtlich Beleuchtungssituationen zu treffen. Einzelne Aufnahmen können zu Beleuchtungsstärken- sowie Farbtemperatur-Matrizen gewandelt werden.

- **Mobile Sky Quality Meter-Messungen („Roadrunner“)**

Um, im Gegensatz zu Satellitendaten, detailliertere Analysen zur Nachthimmelsqualität im Gebiet zu ermöglichen, kam die „Roadrunner“-Methode zum Einsatz. Für diese wurde ein Sky Quality Meter vom Typ SQM-LU von „Unihedron“ auf dem Dach eines Autos montiert. Die Helligkeitswerte, die dazugehörigen Koordinaten sowie die Höhenwerte, werden von einem angeschlossenen Mobiltelefon gespeichert.

Die geplanten Messungen wurden innerhalb von zwei Messreihen durchgeführt. Die erste fand zwischen **15. - 20.08.2020**, die zweite zwischen **19. - 21.09.2020** statt. Aufgrund der meteorologischen Bedingungen, wurde der erste Zeitraum speziell für Aufnahmen bei Denkmälern verwendet, auch wurde ein grober Überblick über die allgemeine Beleuchtungssituation im Gebiet verschafft. Der zweite Zeitraum wurde speziell für Sky Quality Meter-Messungen des Gebiets genutzt.

2.3. Resultate Nachthimmelsmessungen

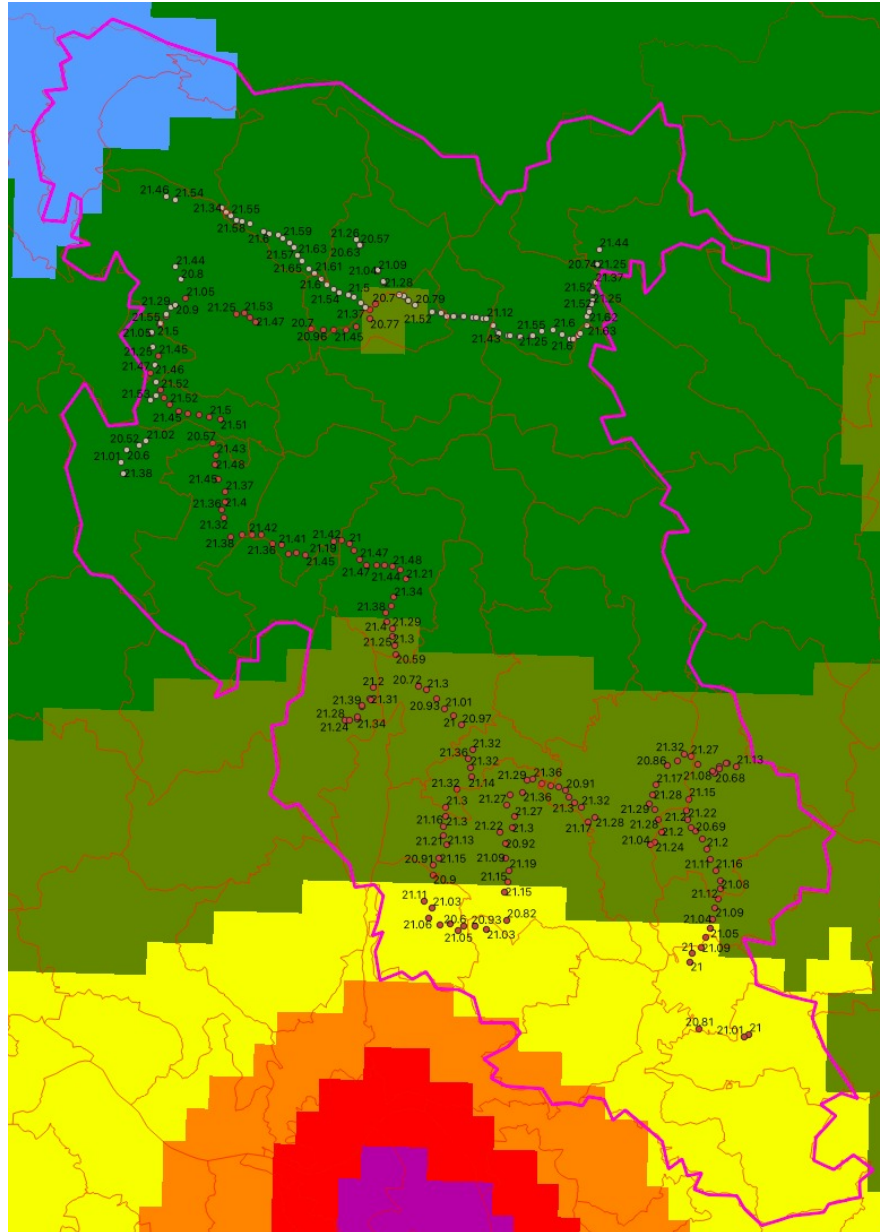


Abbildung 4 - Messwerte, gesammelt durch mobile Sky Quality Meter-Messreihen
 (Filter: Anzeige ab 20.5 mag/arcsec²)

Mobile Sky Quality Meter-Messungen sollen detaillierten Aufschluss darüber geben, wo im Gebiet der LEADER-Region die Himmelsqualität einen Wert von zumindest 21,2 mag/arcsec² erreicht, welcher Mindestmaß für Dark Sky Park-Zertifizierungen ist. Die Ergebnisse wurden mit einem Filter bereinigt, um Werte ab 20,5 mag/arcsec² über das Gebiet zu analysieren. Dies wurde gewählt, da es gilt Werte auszuschließen, die durch die Streulichte effekte der Autoscheinwerfer oder Reflexionen nahe umliegender Oberflächen, z.B.

Wald-Umgebungen, verursacht werden. Die Verteilung bzw. Mengenverteilung dieser Werte über die Region, gibt Aufschlüsse über die Himmelsqualität.

In einer ersten Analyse zeigen die ausgewerteten Messergebnisse, dass die Himmelselligkeit von Norden in Richtung Süden kontinuierlich zunimmt. Dieser Helligkeitsgradient, welcher ebenso die Satellitendaten, wie in 1.1.2. beschrieben, bestätigt, ist auf den Einfluss durch künstliches Licht der Hauptstadt Linz zurückzuführen. In der nördlichen Hälfte, dies schließt vor allem den Großteil der Gemeinden Vorderweißenbach, Bad Leonfelden, Schenkenfelden, Reichenthal, Oberneukirchen, Zwettl an der Rodl, Reichenau im Mkr., Ottenschlag im Mkr., Haibach im Mkr. und Alberndorf an der Riedmark (nördlicher Teil) ein, können unsere Roadrunner Messungen die notwendige Nachthimmelsqualität von deutlich $21,2 \text{ mag/arcsec}^2$ belegen. Die Gemeinden Kirchschlag bei Linz, Hellmonsödt, Alberndorf an der Riedmark (südlicher Teil) zeigen ebenso Werte über diesem Grenzwert, kommen diesem aber „gefährlich“ nahe, sodass schon klein auftretende Fluktuationen diesen unterbieten könnten. Die Gemeinden Altenberg bei Linz, Engerwitzdorf und Gallneukirchen verfehlen den Grenzwert deutlich.

3. Beleuchtungen von Kultur- und Naturdenkmälern - Voranalyse

3.1. Alberndorf in der Riedmark

3.1.1. Kirche



Abbildung 5 - Kirche Alberndorf Seitenansicht

- Beleuchtung mittels zwei Scheinwerfern
- Konzentration der Beleuchtung auf den oberen Bereich des Kirchturms
- Scheinwerfer von Richtung Hauptplatz (Ausrichtung unten -> oben)
 - mind. 4000 Kelvin Farbtemperatur
 - hohe Blendung auf Gehwegen
 - Scheinwerfer strahlt deutlich über Gebäude hinweg (siehe **Abbildung 7**)
 - sehr hohe Beleuchtungsstärke
- seitlich keine Beleuchtung vorhanden

- zweiter Scheinwerfer an der Rückseite des Gebäudes angebracht, auch dieser strahlt stark über das Gebäude (Ausrichtung unten -> oben)



Abbildung 6 - Kirche Alberndorf Vorderansicht



Abbildung 7 - Kirche Alberndorf Scheinwerfer (Sicht auf Himmel)

GESAMTBEWERTUNG KIRCHE ALBERNDORF	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKE	★ ★ ★ ★ ★
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	★ ★ ★ ★ ★
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	★ ★ ★ ★ ★
FARBTEMPERATUR	★ ★ ★ ★ ★

3.1.2. Schloss Riedegg



Abbildung 8 - Schloss Riedegg Vorderansicht

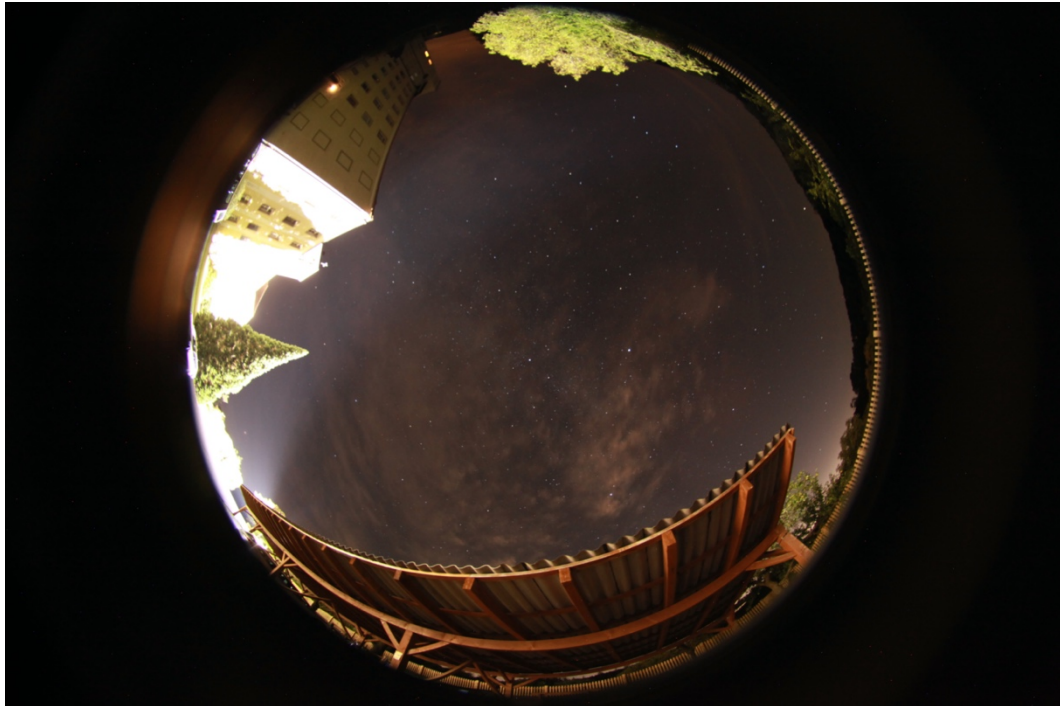


Abbildung 9 - Schloss Riedegg Allsky-Sicht

- Beleuchtung nur der Vorderseite
 - 2 Scheinwerfer auf Fassaden gerichtet (Ausrichtung horizontal / unten -> oben)
 - sehr hohe Beleuchtungsstärken
 - keine optimale Ausrichtung, da um Lichtquellen liegende Bäume stark angestrahlt werden (siehe **Abbildung 8**)
 - Farbtemperatur ~3000-4000 Kelvin
 - deutliche Spuren der Beleuchtung am Himmel -> Beleuchtung strahlt stark über das Gebäude (siehe **Abbildung 9**)
 - deutliche Anstrahlung von umliegenden Grünflächen (Bäume, Wiesenflächen, etc.)
- am Himmel stark dominierend, da lokales Umfeld beinahe frei von Lichtquellen

GESAMTBEWERTUNG SCHLOSS RIEDEGG	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKE	
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	
FARBTEMPERATUR	

3.2. Altenberg bei Linz



Abbildung 10 - Kirche Altenberg Seitenansicht

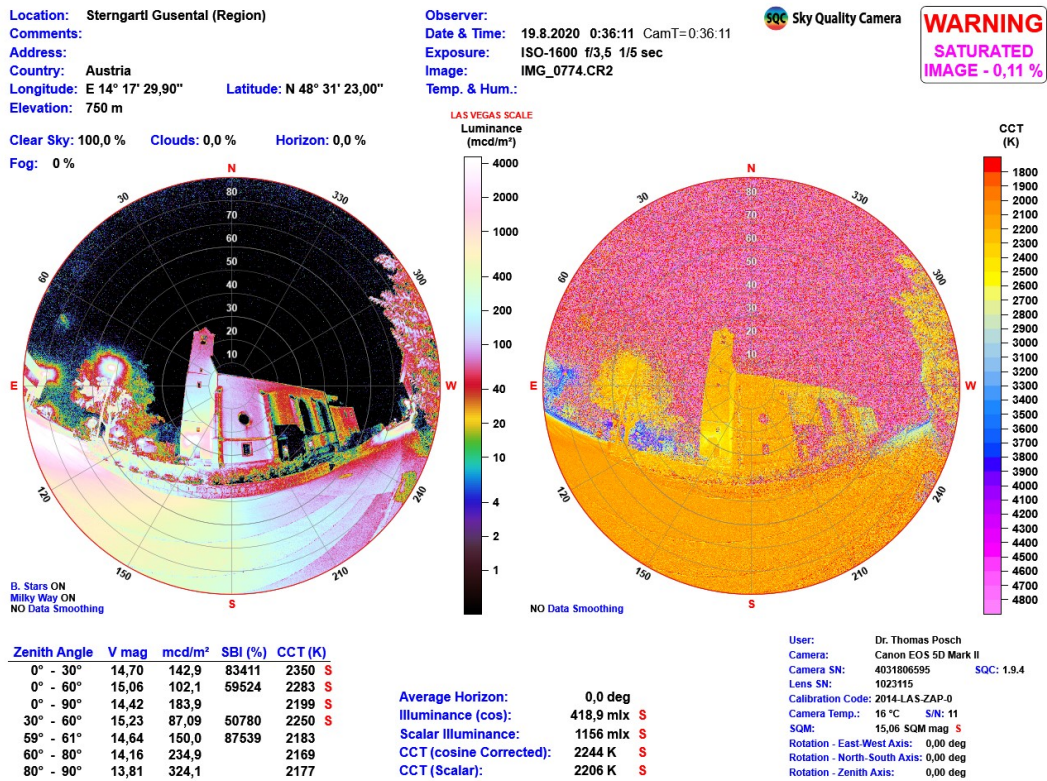


Abbildung 11 - Kirche Altenberg Seitenansicht - Analyse

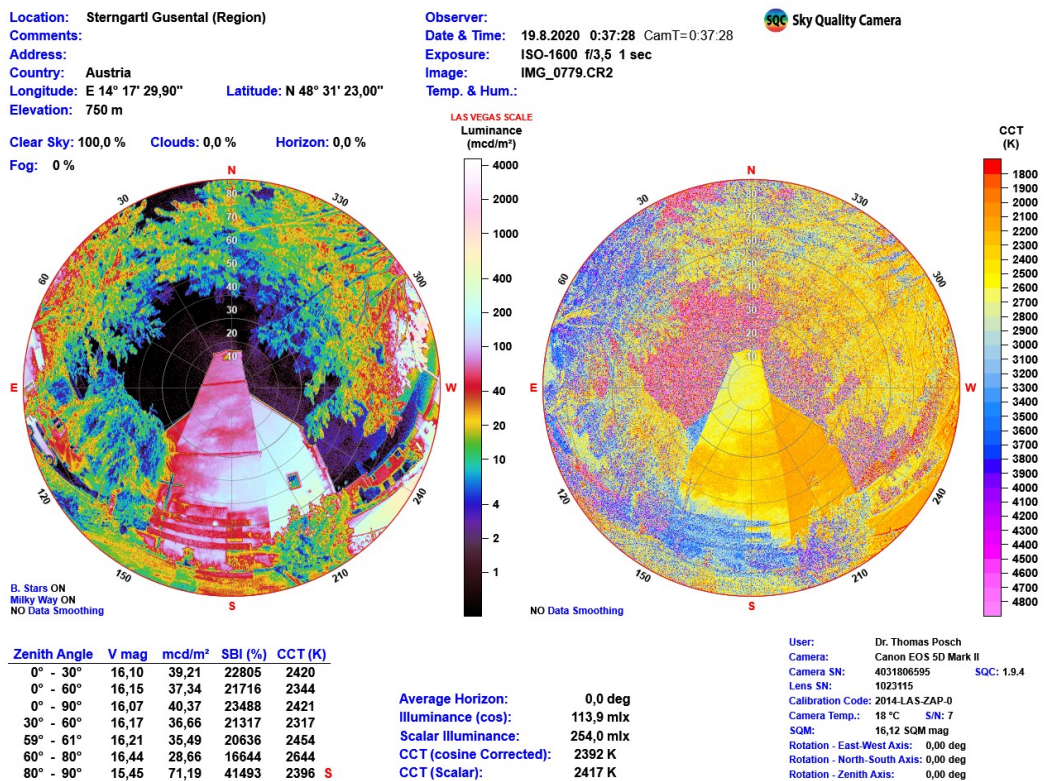


Abbildung 12 - Kirche Altenberg Kirchenturm - Analyse

- keine direkte Beleuchtung vorhanden
- Analyse zeigt, dass Anstrahlung der Kirchenfassaden ausschließlich auf umliegende Straßenbeleuchtung zurückzuführen ist
 - Straßenbeleuchtung ~2200 Kelvin -> Hochdruck-Natriumdampflampen (HPS)
 - aufgrund der trotzdem hohen vorhandenen Beleuchtungsstärken auf den seitlichen Kirchenfassaden ist deutlich zu sehen, dass die Straßenbeleuchtung nicht abgeschirmt ist
 - deutliche Reflexion auf umliegende Grünflächen und Bäume

3.3. Bad Leonfelden

3.3.1. Kirche



Abbildung 13 - Kirche Bad Leonfelden Seitenansicht

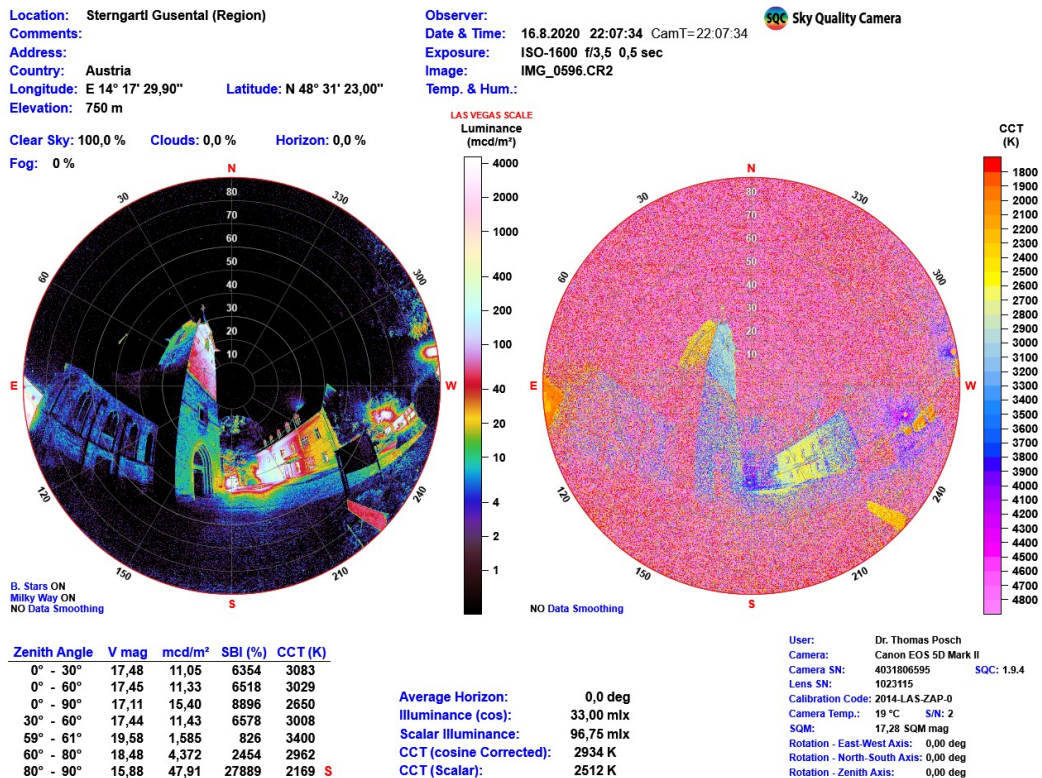


Abbildung 14 - Kirche Bad Leonfelden Hinteransicht - Analyse

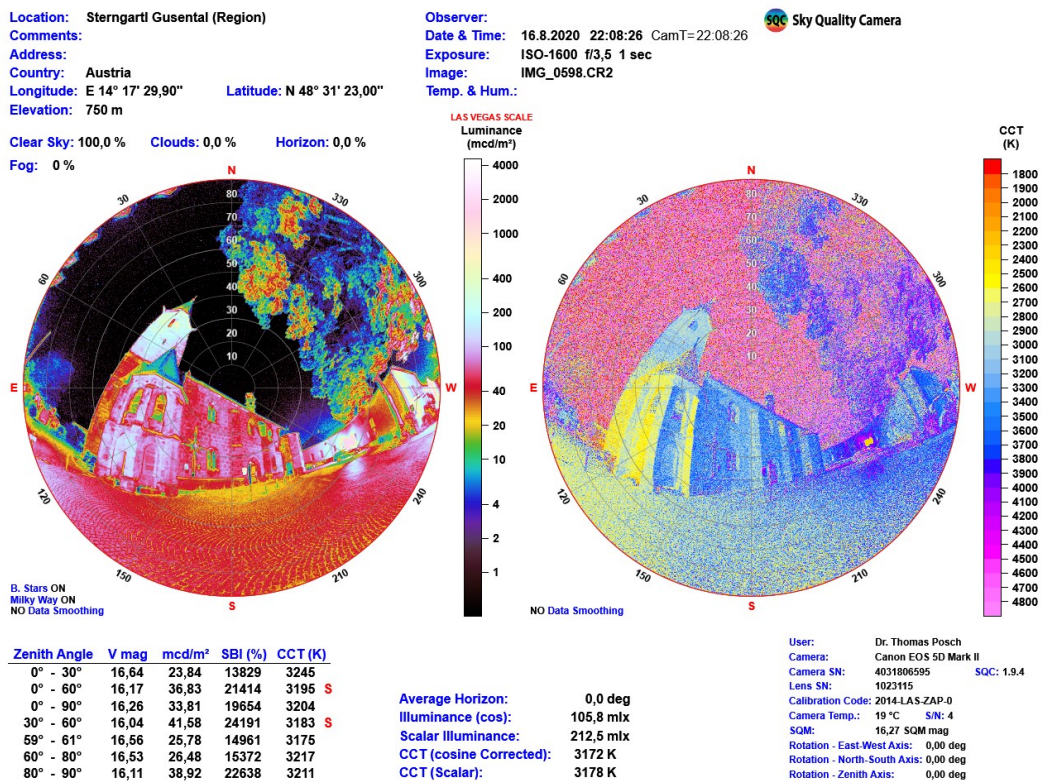


Abbildung 15 - Kirche Bad Leonfelden Seitenansicht - Analyse

- Beleuchtung des oberen Kirchturmes aus zwei Richtungen durch zwei unterschiedliche Scheinwerfer (beide Ausrichtungen von Dach kommend, horizontal/unten -> oben)
 - Scheinwerfer 1 (Rückseite): geringe Beleuchtungsstärke, Farbtemperatur <2500 Kelvin
 - Scheinwerfer 2 (Vorderseite): hohe Beleuchtungsstärke, Farbtemperatur ~3000 Kelvin
 - Strahlung auch deutlich über das Gebäude
- Anstrahlung der seitlichen Fassaden (Hauptplatz zugeneigt) durch umliegende Straßenbeleuchtungen
 - Straßenbeleuchtung: Farbtemperatur 2500-3000 Kelvin (verschiedene Quellen)

GESAMTBEWERTUNG BAD LEONFELDEN KIRCHE	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKE	
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	
FARBTEMPERATUR	

3.3.2. Rathaus



Abbildung 16 - Rathaus Bad Leonfelden Vorderansicht

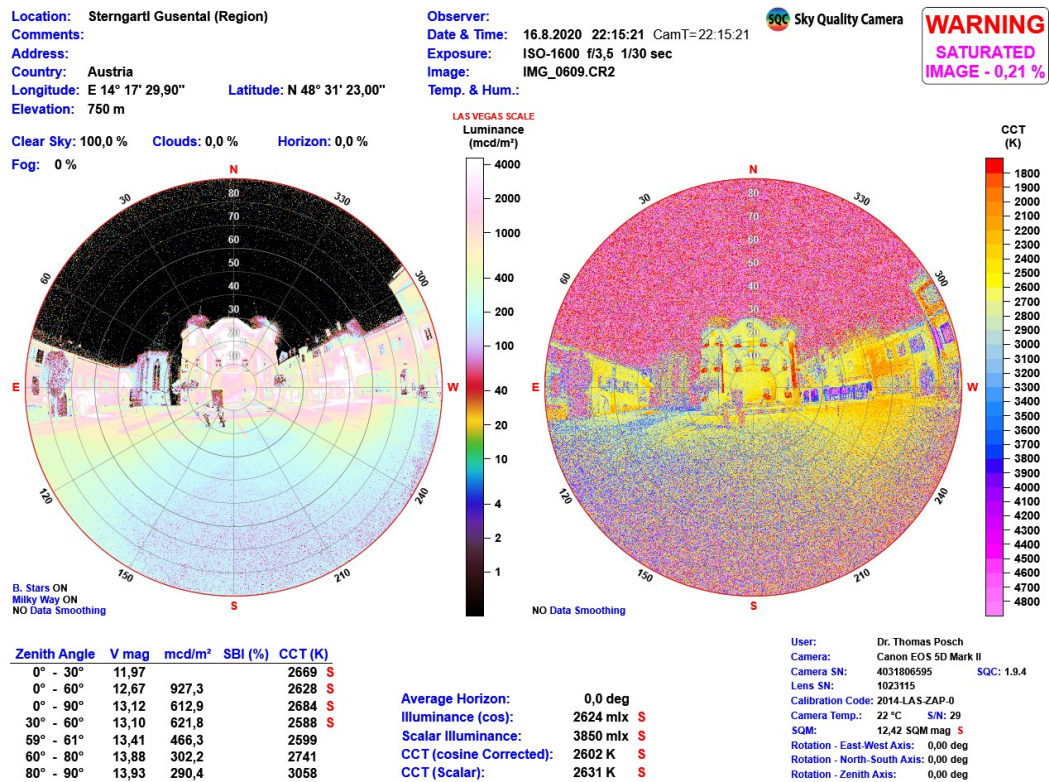


Abbildung 17 - Rathaus Bad Leonfelden Vorderansicht - Analyse

- Beleuchtung der Rathausfassade durch drei Lichtquellen, direkt an Fassade angebracht
 - Ausrichtung: Beleuchtungen finden bidirektional oben/unten statt
 - Dachvorsprünge verhindern große Strahlungsmengen in Richtung Himmel, aber deutliche Reflexionen der Fassade
 - Farbtemperaturen ~2700 Kelvin
- Anstrahlung der Vorderseite kontinuierlich mit sehr hohen Beleuchtungsstärken

GESAMTBEWERTUNG BAD LEONFELDEN RATHAUS	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKE	
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	
FARBTEMPERATUR	

3.4. Engerwitzdorf

In dieser Gemeinde wurden keine Denkmäler für eine nähere Analyse gewählt.

3.5. Gallneukirchen



Abbildung 18 -Kirche Gallneukirchen Seitenansicht

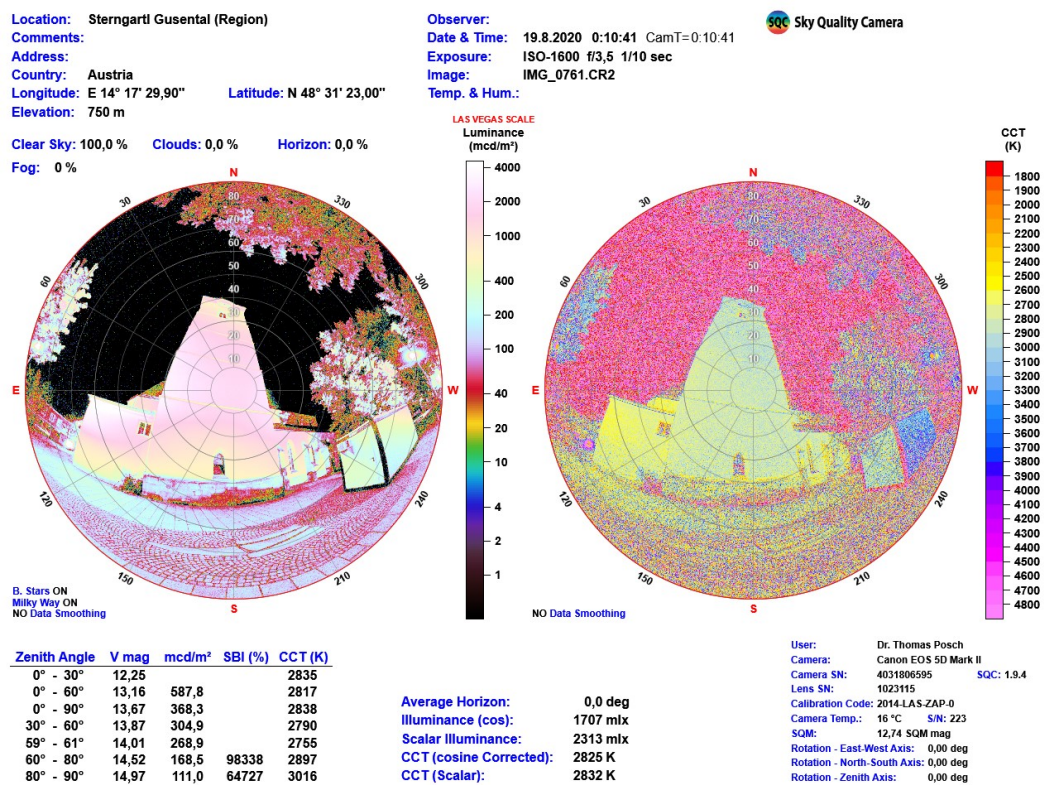


Abbildung 19 - Kirche Gallneukirchen mit Fokus auf den Kirchturm - Analyse

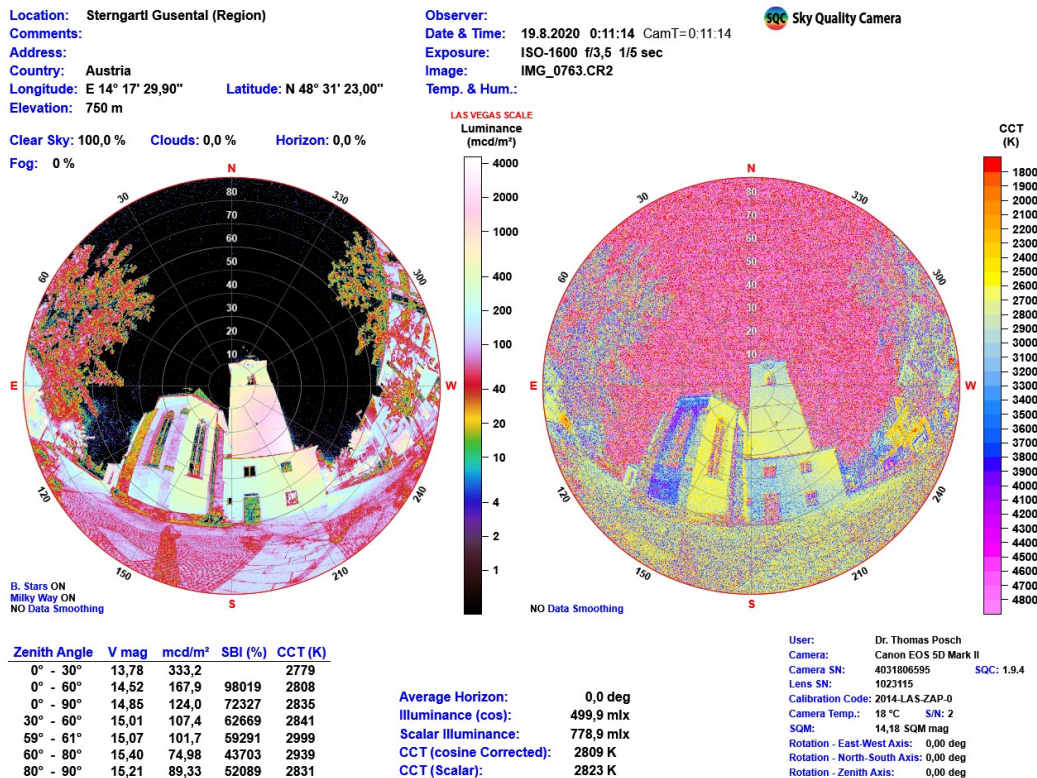


Abbildung 20 - Kirche Gallneukirchen Seitenansicht - Analyse

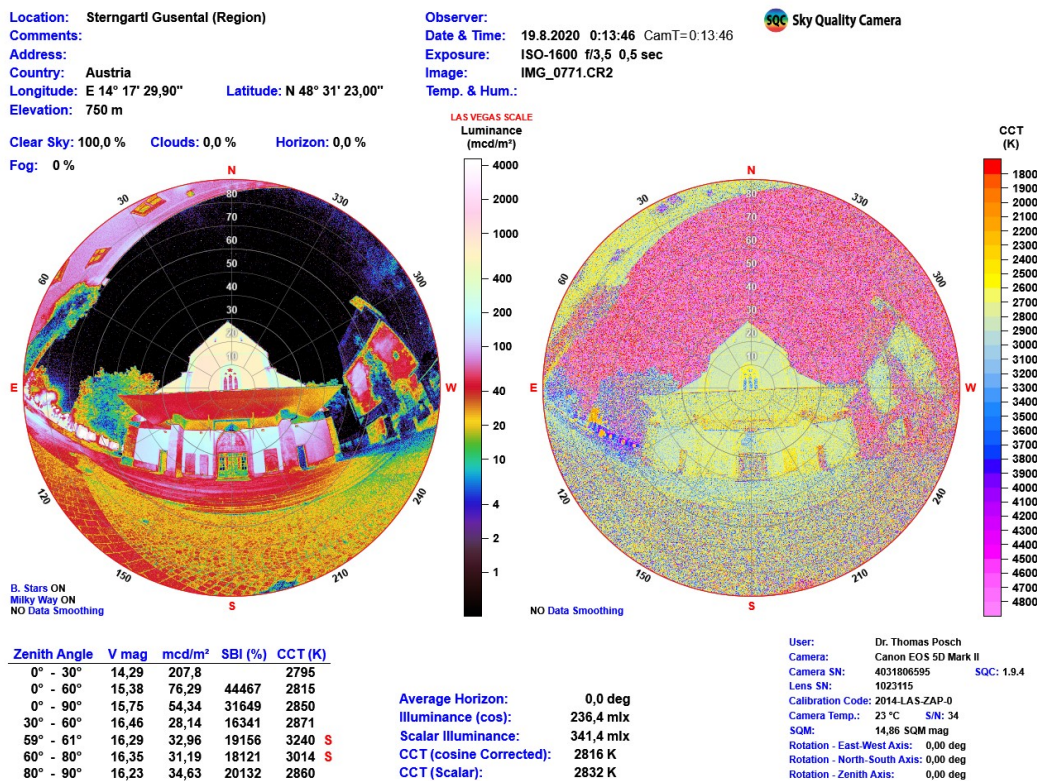


Abbildung 21 - Kirche Gallneukirchen Vorderansicht - Analyse

- Beleuchtung der gesamten Kirche durch insg. 5 Scheinwerfer, 3 davon bestrahlen ausschließlich den Kirchturm
 - Farbtemperatur aller Scheinwerfer ~3000 Kelvin
 - Ausrichtung unten -> oben (enormes Potenzial für Verlust bei insg. 3 Scheinwerfern für Kirchturm)
- Vorderseite wird stärker bestrahlt als Kirchturm (dieser zeigt Werte beinahe uniform von ~2000 mcd/m²)
 - Kirchturmspitze weniger beleuchtet -> Ausrichtung vor allem auf Fassaden

GESAMTBEWERTUNG GALLNEUKIRCHEN KIRCHE	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKE	
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	
FARBTEMPERATUR	

3.6. Haibach im Mkr.

In dieser Gemeinde wurden keine Denkmäler für eine nähere Analyse gewählt.

3.7. Hellmonsödt



Abbildung 22 - Kirche Hellmonsödt mit Fokus auf den Kirchturm



Abbildung 23 - Kirche Hellmonsödt Hinteransicht



Abbildung 24 - Kirche Hellmonsödt Seitenansicht

- unterschiedliche Beleuchtungen der beiden Seiten
 - Vorder- bzw. zur Straße geneigten Seite: Beleuchtung durch Scheinwerfer am gegenüber liegenden Dach (dh. Ausrichtung nahe horizontal), auf Fassade und Kirchturm gerichtet, Helligkeit am Turm nimmt nach oben stetig ab, Spitze unbeleuchtet, Farbtemperatur <3000 Kelvin
 - auf der Rückseite wird sichtbar, dass hier der obere Teil des Kirchturmes inkl. dessen Spitze beleuchtet ist, Scheinwerfer ebenfalls auf Dächern aber hier Ausrichtung unten $\rightarrow$ oben, Farbtemperatur ≤ 3000 Kelvin
- größte Beleuchtungsstärken auf seitlicher Fassade, nicht Turm

GESAMTBEWERTUNG HELLMONSÖDT KIRCHE	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKE	☆☆☆☆☆
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	☆☆☆☆☆
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	☆☆☆☆☆
FARBTEMPERATUR	★★★★★

3.8. Kirchschatz bei Linz

3.8.1. Kirche



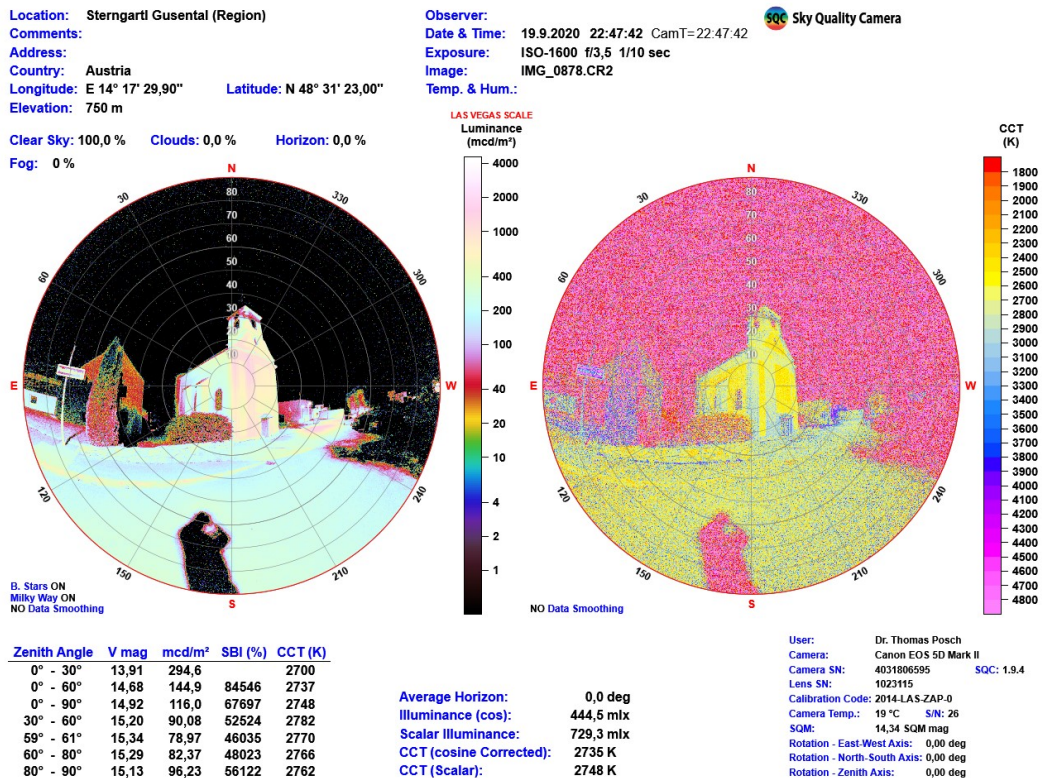


Abbildung 25 - Kirche Kirchschatl Fernansicht - Analyse

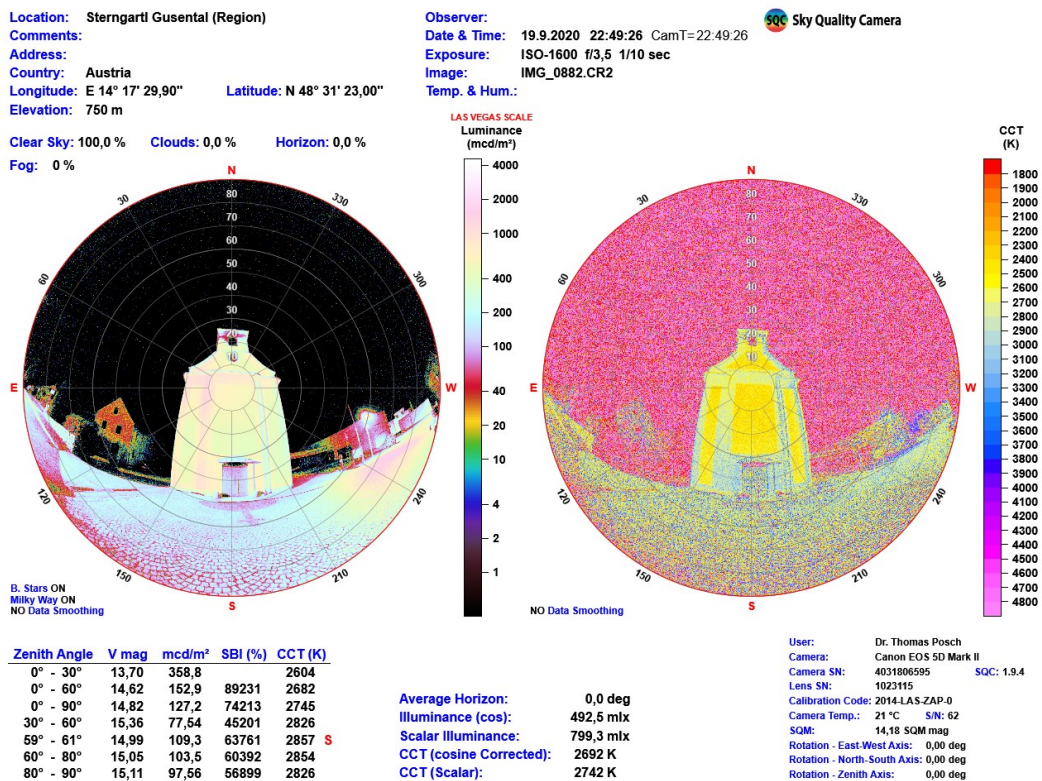


Abbildung 26 - Kirche Kirchschatl Vorderansicht - Analyse

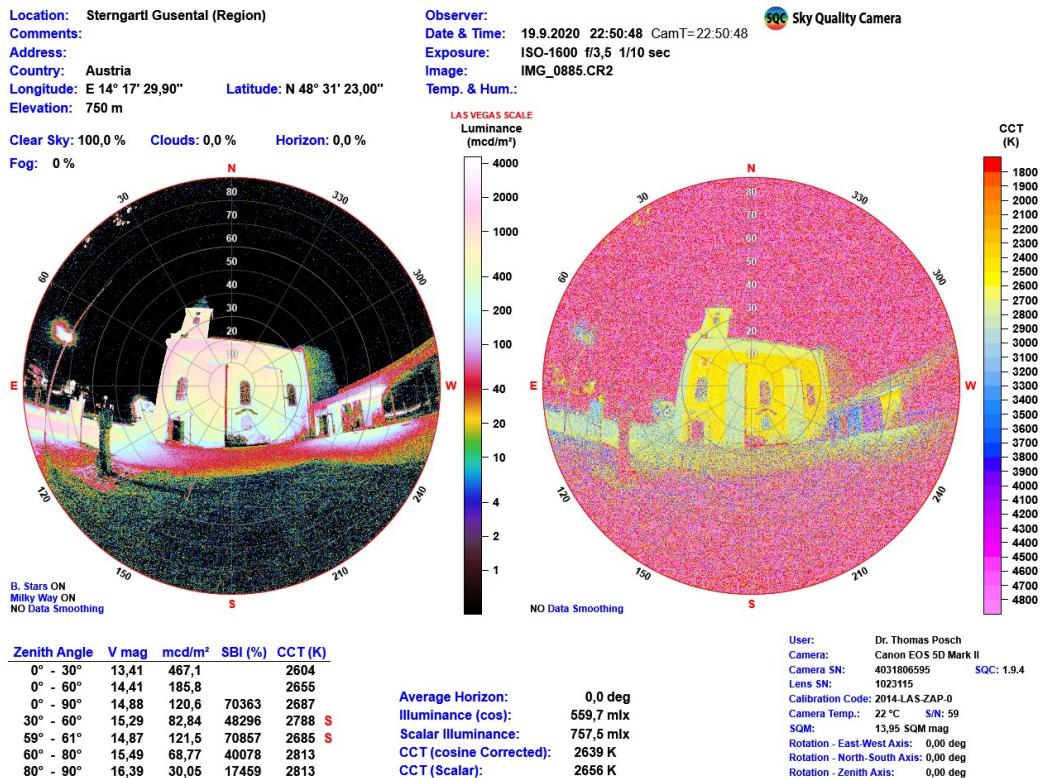


Abbildung 27 - Kirche Kirchschatz Seitenansicht - Analyse

- Beleuchtung mittels Projektions- bzw. Schablonentechnik
 - Anstrahlung nur der Kirche, Streulicht auf möglichstes Minimum reduziert
 - sichtbar insbesondere in **Abbildung 27** (Seitenansicht), Beleuchtungsstärken nehmen im hinteren Teil radial ab
 - Beleuchtungsstärke an Kirchenfassade bis zu ~2500 mcd/m² nahe uniform
 - Vorsprünge, Fenster und Türen werden nicht beleuchtet
 - Beleuchtung mit LED 3000 Kelvin
 - umliegende Grünflächen nur minimal von Reflexionen bestrahlt, siehe **Abbildung 26**
- Kirchenplatz durch Straßenbeleuchtung erhellt (LED 3000 Kelvin)

GESAMTBEWERTUNG KIRCHSCHLAG BEI LINZ KIRCHE	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKE	★★★★★
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	★★★★★
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	★★★★★
FARBTEMPERATUR	★★★★★

3.8.2. Burg Wildberg



Abbildung 28 - Burg Wildberg Allsky-Sicht

- eine Lichtquelle am Eingang der Burg vorhanden, aber vernachlässigbar (nur sehr geringe Beleuchtungsstärken)
- Farbtemperatur 2200 Kelvin (HPS)

3.9. Oberneukirchen

3.9.1. Kirche / Kriegsdenkmal



Abbildung 29 - Kriegsdenkmal Kirche Oberneukirchen Vorderansicht

- Kirche selbst ist unbeleuchtet
- Kriegsdenkmal beleuchtet
 - Beleuchtung mittels einem Scheinwerfer mit Ausrichtung unten -> oben, Fokus auf Denkmal/Fassade
 - größten Beleuchtungsstärken am unteren Teil des Denkmals, nach oben hin abnehmend
 - Farbtemperatur mind. 4000 Kelvin
 - umliegende Flächen besonders durch Streulicht bzw. Reflexionen erhellt

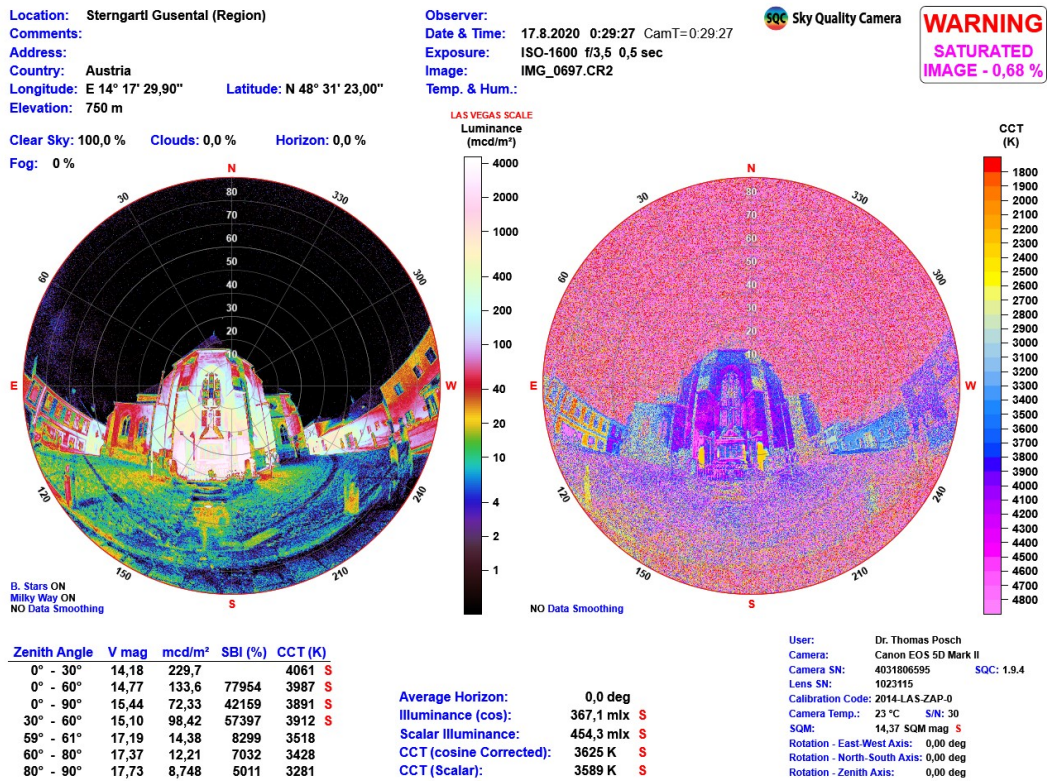


Abbildung 30 - Kriegsdenkmal Kirche Oberneukirchen - Analyse

GESAMTBEWERTUNG OBERNEUKIRCHEN KRIEGSDENKMAL	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKE	★★★★☆
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	★★★★☆
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	★★★★★
FARBTEMPERATUR	★☆☆☆☆

3.9.2. Burgruine Waxenberg



Abbildung 31 - Burgruine Waxenberg Bergfried Seitenansicht

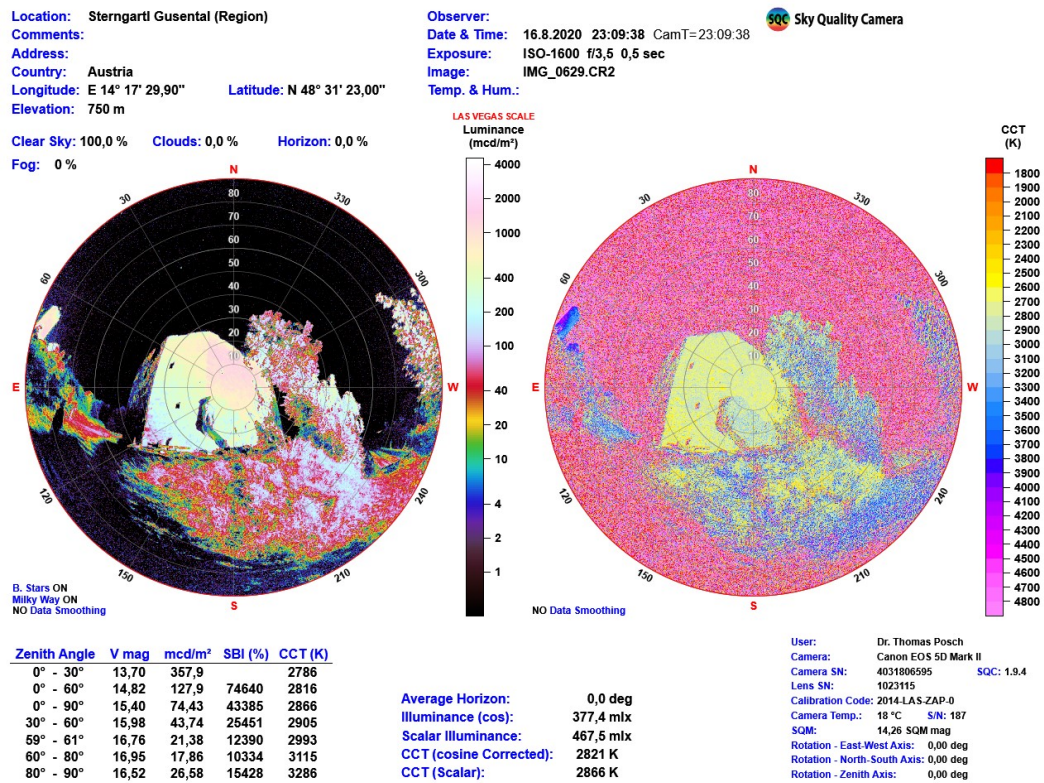


Abbildung 32 - Burgruine Waxenberg Geschützturm Hinteransicht - Analyse

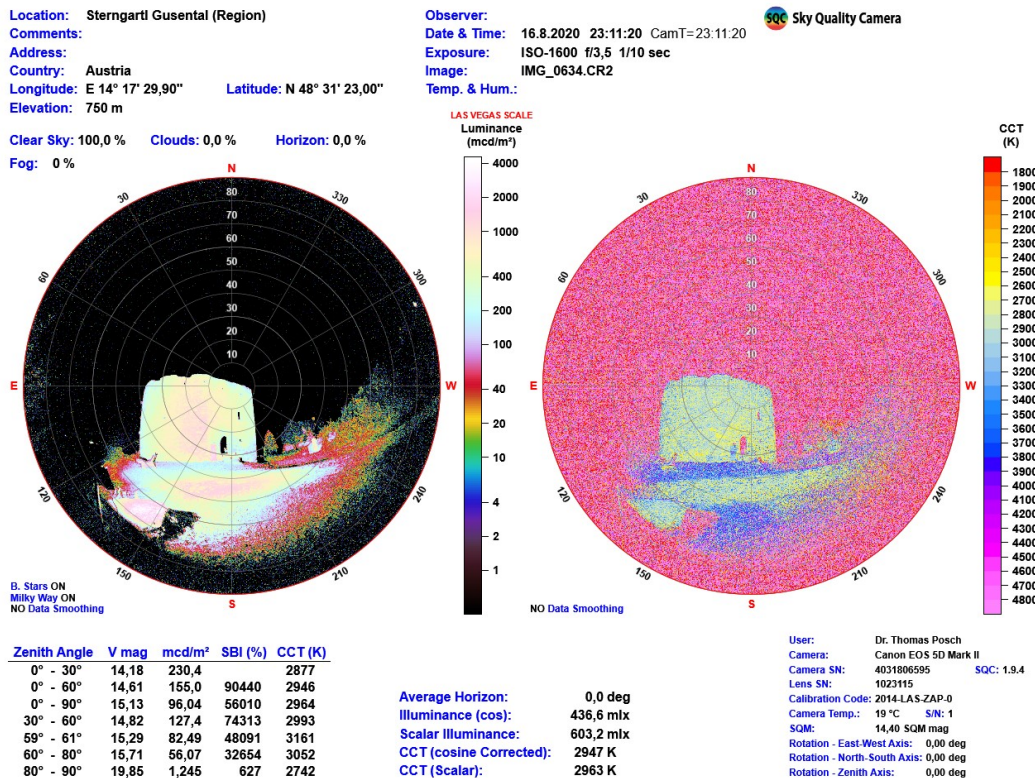


Abbildung 33 - Burgruine Waxenberg Geschützturm Vorderansicht - Analyse

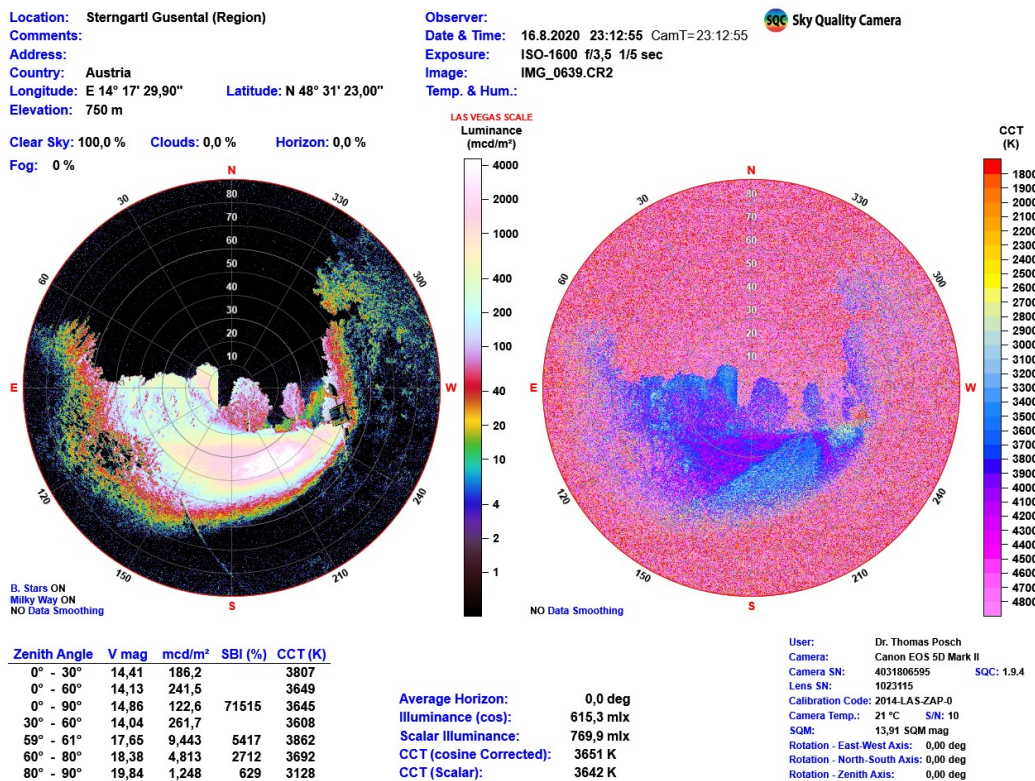


Abbildung 34 - Burgruine Waxenberg Weg zu Bergfried - Analyse

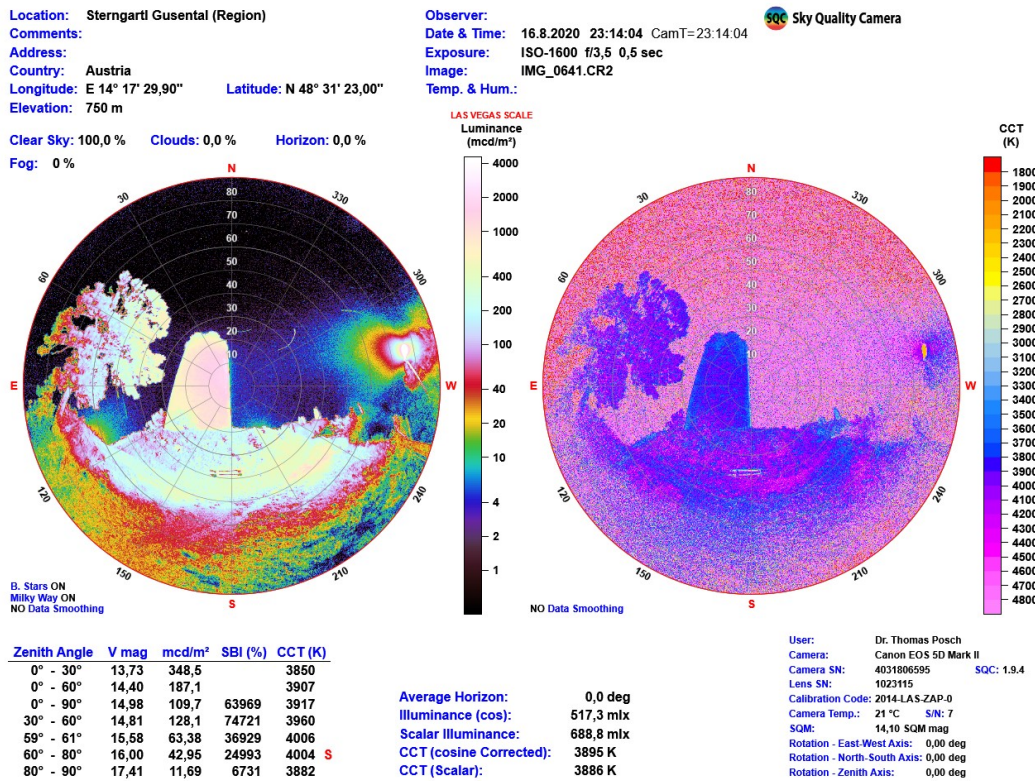


Abbildung 35 - Burgruine Waxenberg Bergfried Ansicht inkl. einer Lichtquelle - Analyse

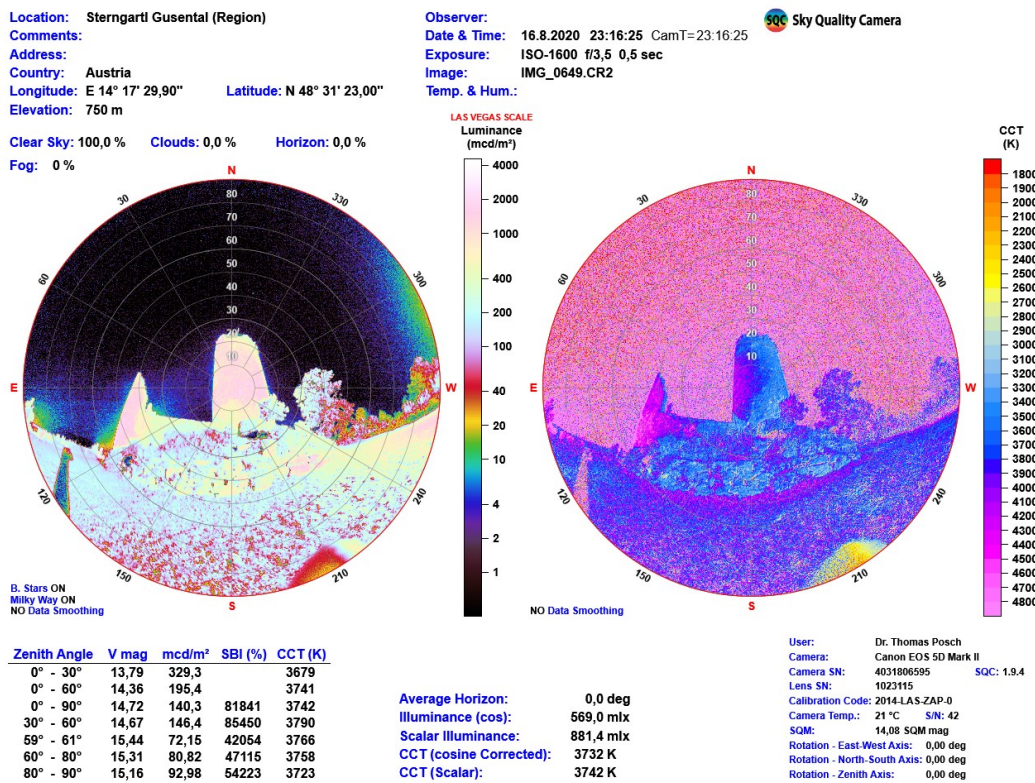


Abbildung 36 - Burgruine Waxenberg Bergfried Seitenansicht - Analyse

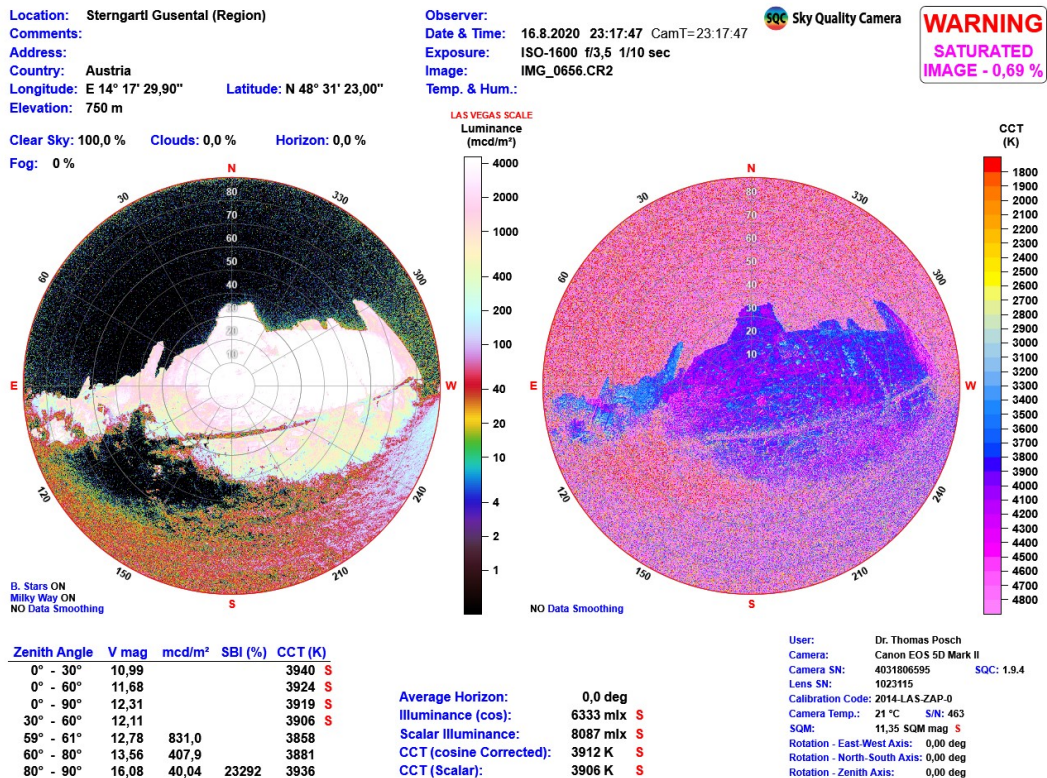


Abbildung 37 - Burgruine Waxenberg Seitenansicht Fassade

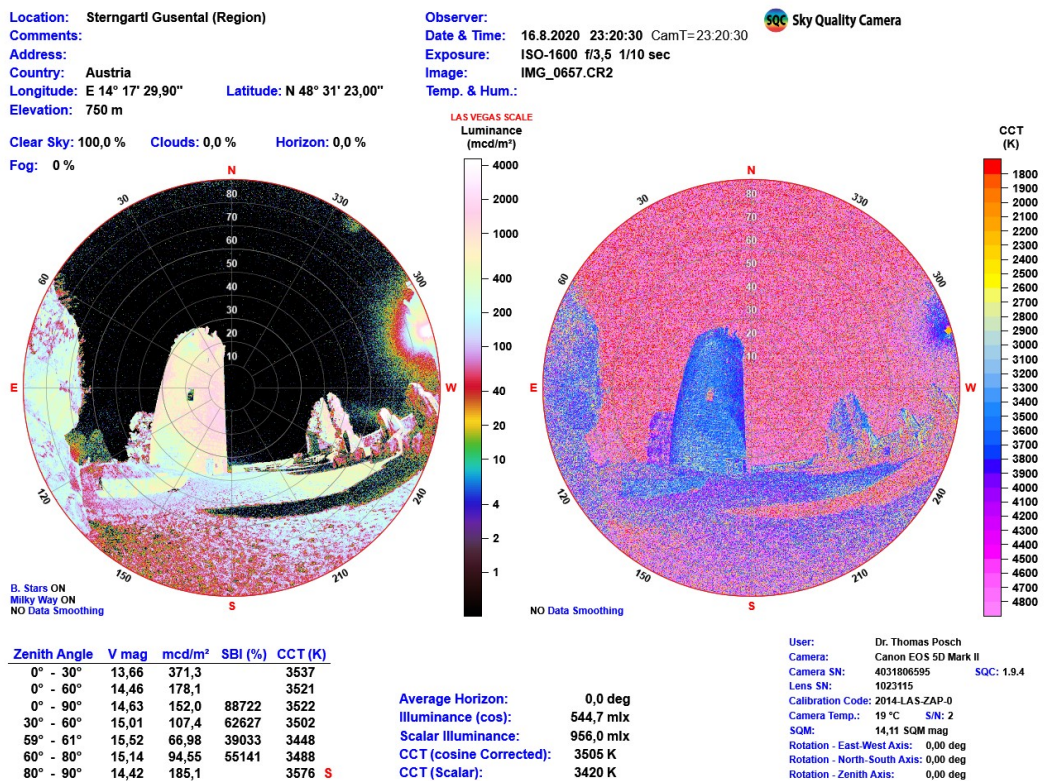


Abbildung 38 - Burgruine Waxenberg Bergfried Plateau - Analyse

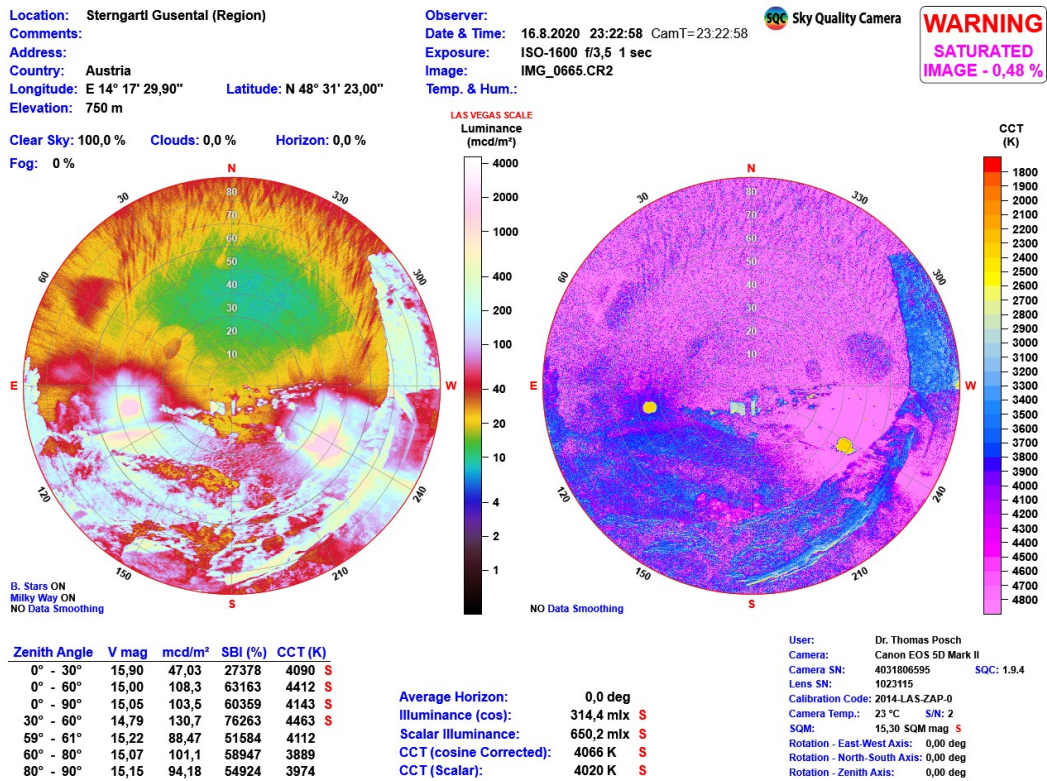


Abbildung 39 - Burgruine Waxenberg Blick von Bergfried Plateau - Analyse

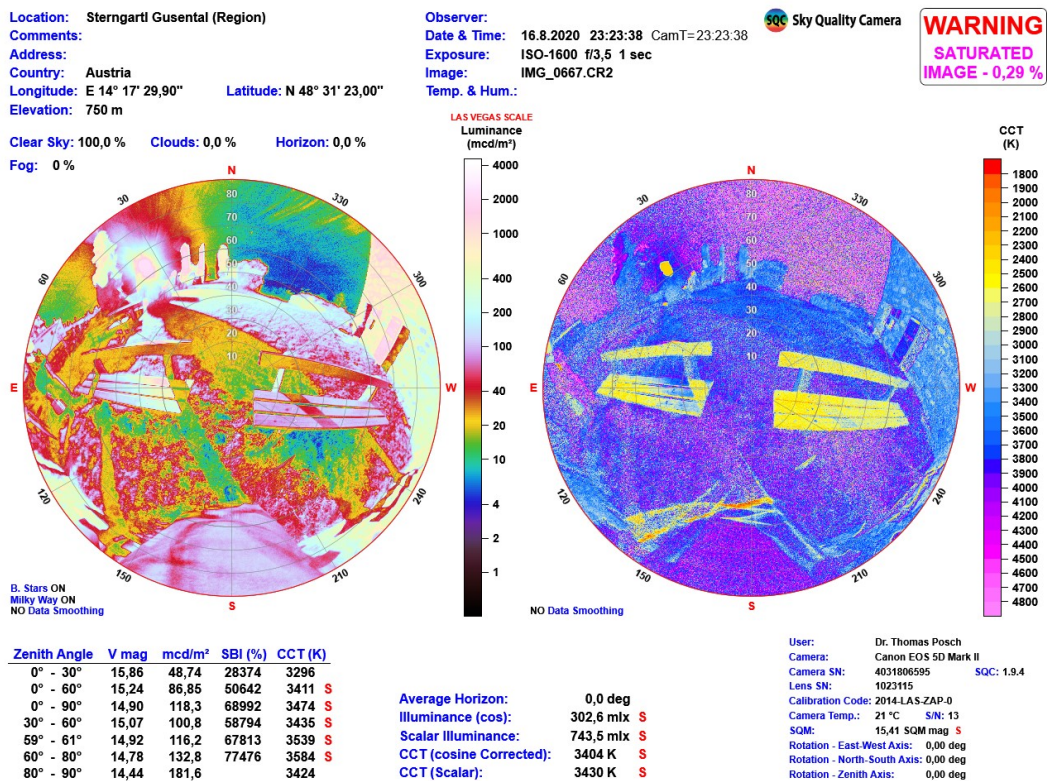


Abbildung 40 - Burgruine Waxenberg Blick auf Bergfried Plateau - Analyse

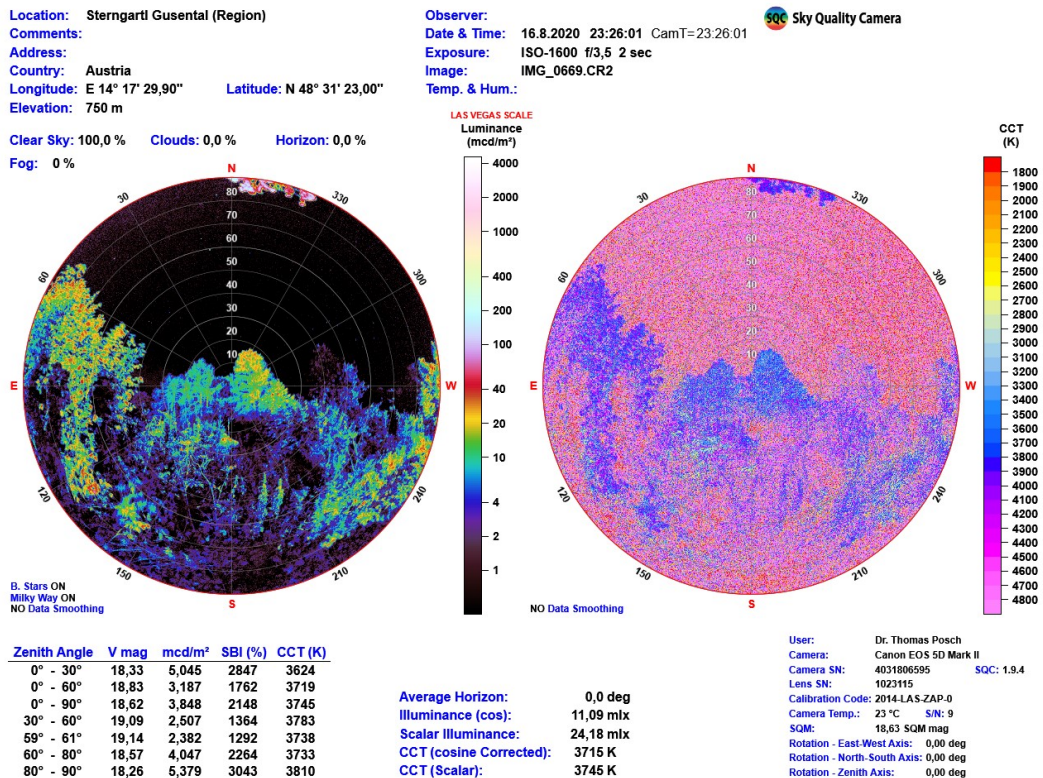


Abbildung 41 - Burgruine Waxenberg Blick auf gegenüberliegende, nicht direkt bestrahlte Grünfläche - Analyse

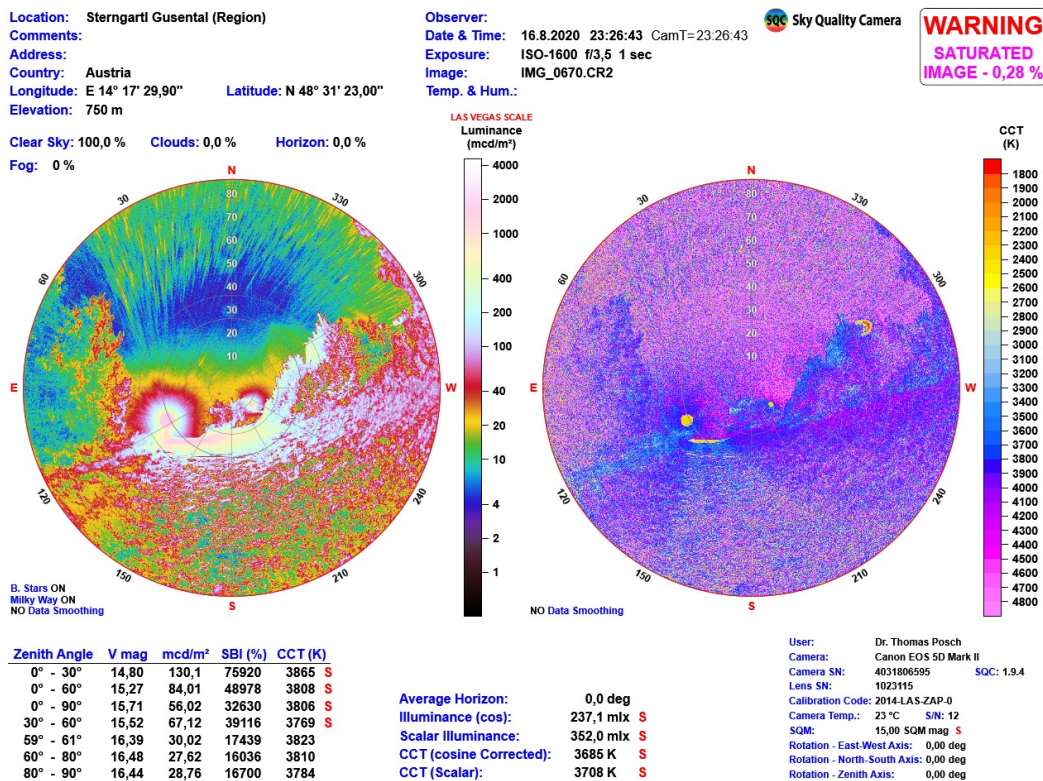


Abbildung 42 - Burgruine Waxenberg Weg Richtung Geschützturm - Analyse

- viele Leuchtquellen mit unterschiedlichen Farbtemperaturen vorhanden, Fokus liegt auf Beleuchtung der Fassaden der gesamten Ruine, nur Hinterseite unbeleuchtet
- Geschützturm
 - Beleuchtung durch mind. 2 Scheinwerfer mit Farbtemperaturen ~3000 Kelvin
 - Ausrichtung unten -> oben
 - umliegende Grünflächen und Bäume werden ebenfalls stark bestrahlt, Beleuchtungsstärken allgemein in einem hohen Bereich
 - Blendung durch Scheinwerfer möglich, insbesondere am Weg Richtung Bergfried
 - Beleuchtung innen mit Bewegungssensoren
- Bergfried
 - Beleuchtung durch mehrere Scheinwerfer mit Farbtemperaturen von mind. 4000 Kelvin, auch mind. 1 Scheinwerfer mit ~4500-5000 Kelvin sichtbar
 - extrem hohe Beleuchtungsstärken von mind. 2000-4000 mcd/m²
 - extrem hohe Streuungen und Reflexionen, siehe insb. **Abbildung 36**, sogar Strahlgänge der am Weg platzierten Leuchtquelle (Scheinwerfer) in Analyse sichtbar, siehe **Abbildung 35**
- Plateau Bergfried
 - durch von hier stattfindende Beleuchtungen des Bergfrieds starke Blendungsgefahr
 - Blick von Plateau ebenfalls durch direkte Bestrahlung von Scheinwerfern beeinflusst, auch hier starke Blendung, siehe **Abbildung 39** und **Abbildung 40**
- Gehwege
 - stellenweise sehr starke Beleuchtungsstärken oder keine Beleuchtung, daher enorme Kontrastschwierigkeiten möglich
 - kontinuierlich durch Blendungsgefahren ausgezeichnet, insbesondere beim Hinabstieg von Bergfried in Richtung Geschützturm, Sichtbarkeit des Weges stellenweise nicht gegeben, siehe **Abbildung 42**

- o gegenüberliegende Grünflächen und Bäume werden durch die enormen Beleuchtungsstärken und somit gegebenen Reflexionen bzw. Streuungen ebenfalls bestrahlt, obwohl diese relativ weit entfernt liegen und keine Lichtquelle zu diesen ausgerichtet ist , siehe **Abbildung 41**
- o um die Burgruine laufender Weg ebenfalls durch starke Blendungen gekennzeichnet

GESAMTBEWERTUNG BURGRUINE WAXENBERG	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKEN	
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	
FARBTEMPERATUR	

3.10. Ottenschlag im Mkr.

In dieser Gemeinde wurden keine Denkmäler für eine nähere Analyse gewählt.

3.11. Reichenau im Mkr.



Abbildung 43 - Kirche Reichenau Vorderansicht

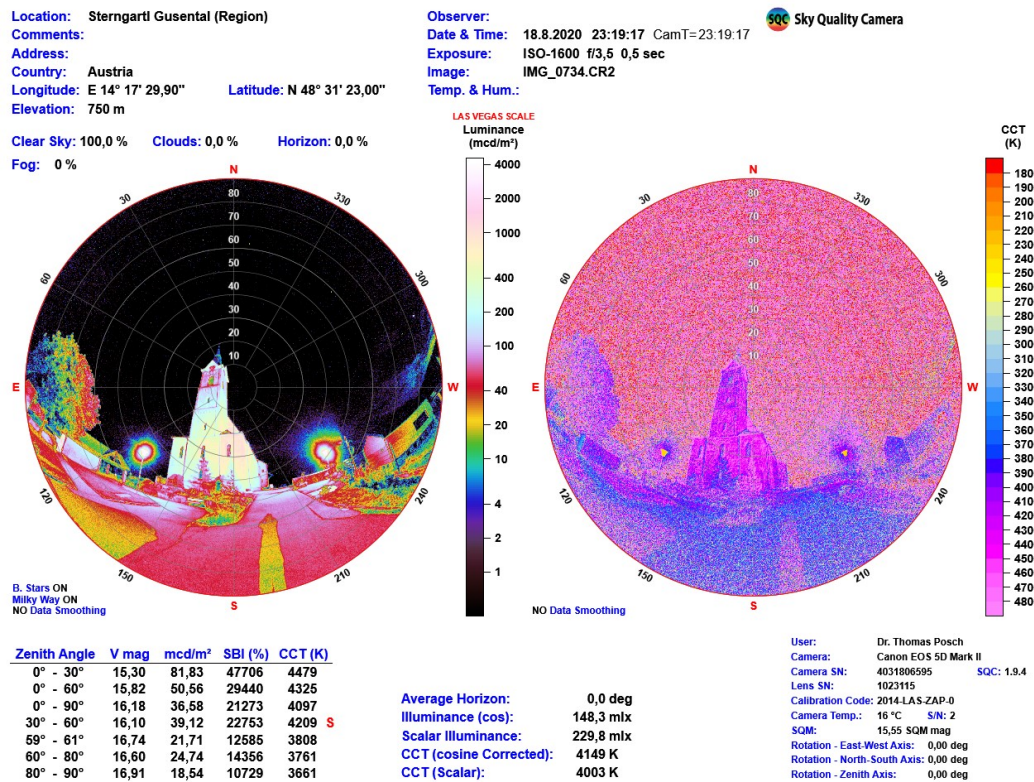


Abbildung 44 - Kirche Reichenau Vorderansicht - Analyse

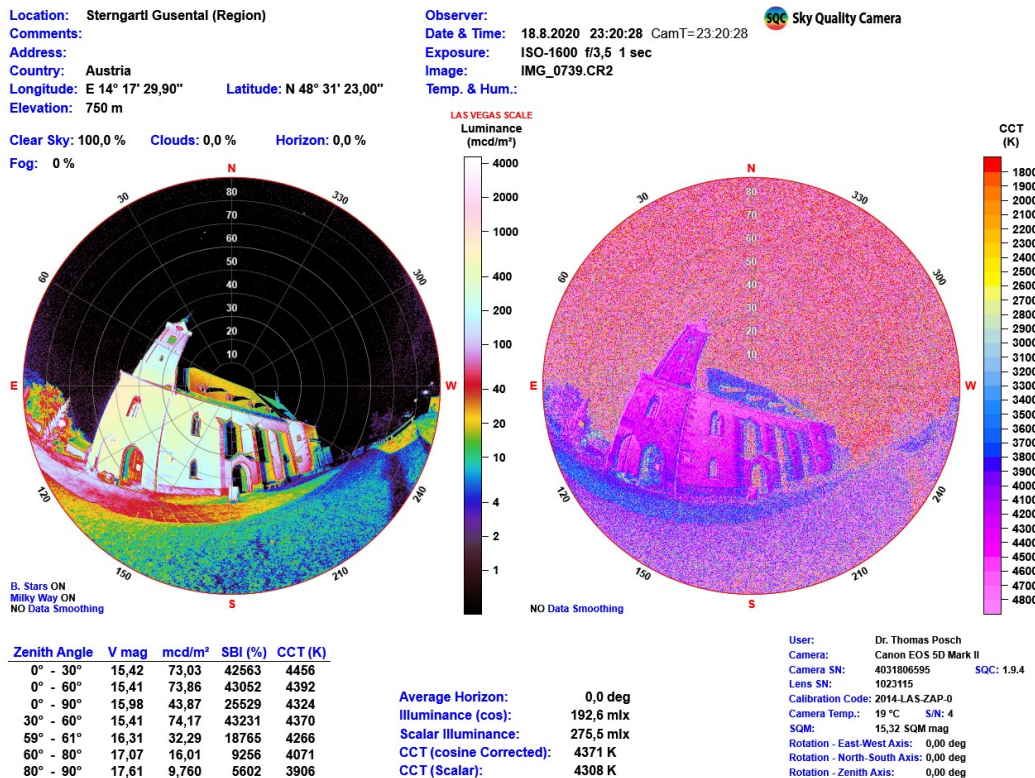


Abbildung 45 - Kirche Reichenau Seitenansicht - Analyse

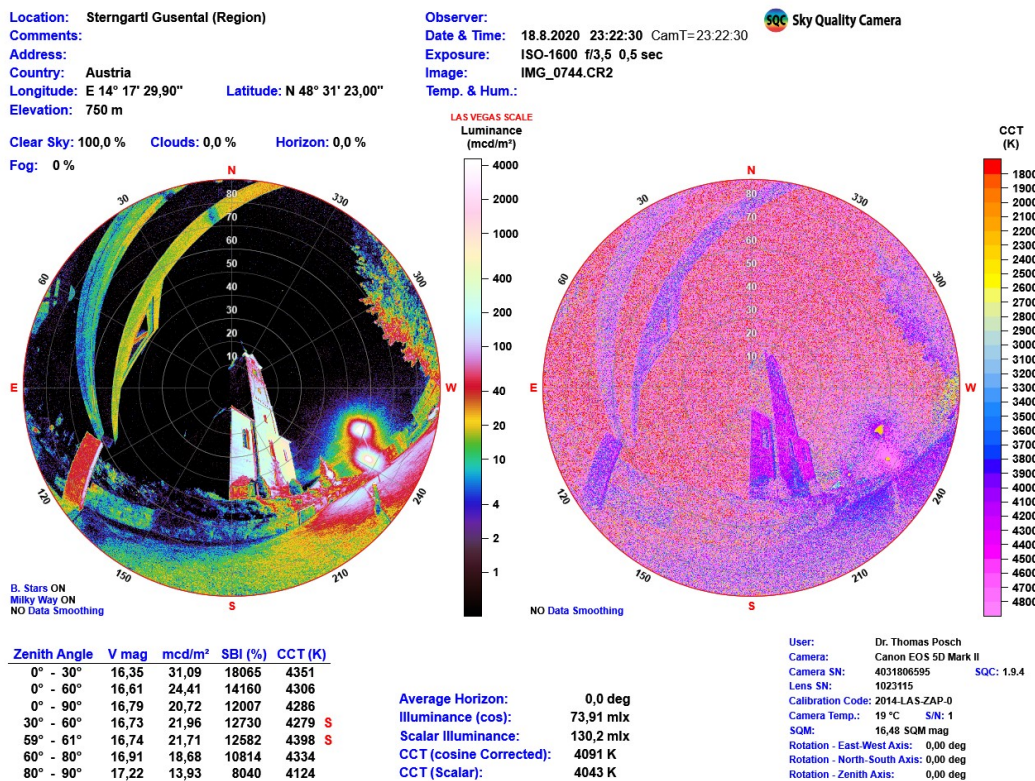


Abbildung 46 - Kirche Reichenau Hinteransicht - Analyse

- Bestrahlung der Kirche durch zwei seitlich platzierte Scheinwerfer (Ausrichtung unten -> oben)
 - Beleuchtung der vorderen und seitlich zur Straße geneigten Fassade, hintere Seite unbeleuchtet, oberer Teil der Vorderseite zeigt durch die seitliche Platzierung der Scheinwerfer geringere Beleuchtungsstärken
 - Farbtemperatur mind. 4000-4500 Kelvin
 - größten Beleuchtungsstärken nahe Eingang bzw. untere Seite, nach oben hin abnehmend, Spitze ebenfalls beleuchtet
- umliegende Fläche sowie Grünflächen werden ebenfalls durch Kirchenbeleuchtung bestrahlt

GESAMTBEWERTUNG REICHENAU KIRCHE	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKEN	
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	
FARBTEMPERATUR	

3.12. Reichenthal



Abbildung 47 - Kirche Reichenthal Vorderansicht

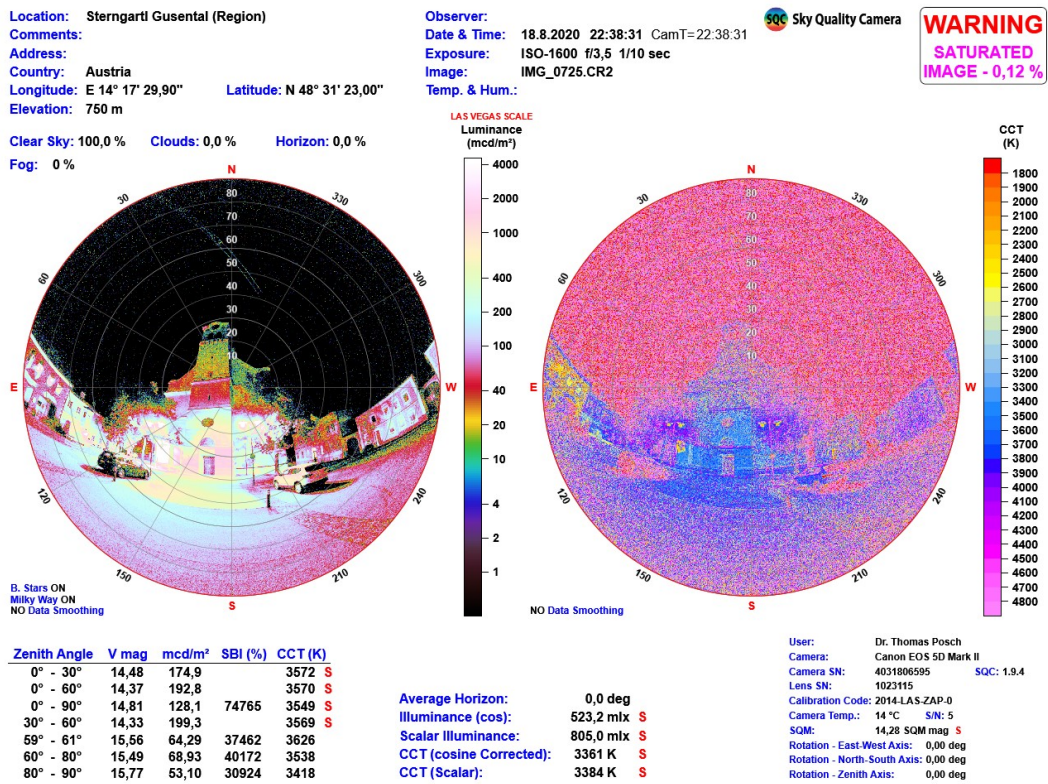


Abbildung 48 - Kirche Reichenthal Vorderansicht - Analyse

- keine direkte Beleuchtung der Kirche
- Parkplatz vor Kirche durch 4 Laternen beleuchtet, daher Kircheneingang auch bestrahlt
 - sehr hohe Beleuchtungsstärken nahe Parkplatz
 - Streulicht bzw. Reflexionen beleuchten den Kirchturm bis zur Spitze (hier nur geringere Beleuchtungsstärken)
 - Farbtemperatur ~4000 Kelvin

3.13. Schenkenfelden



Abbildung 49 - Kirche Schenkenfelden mit Fokus auf Kirchturm

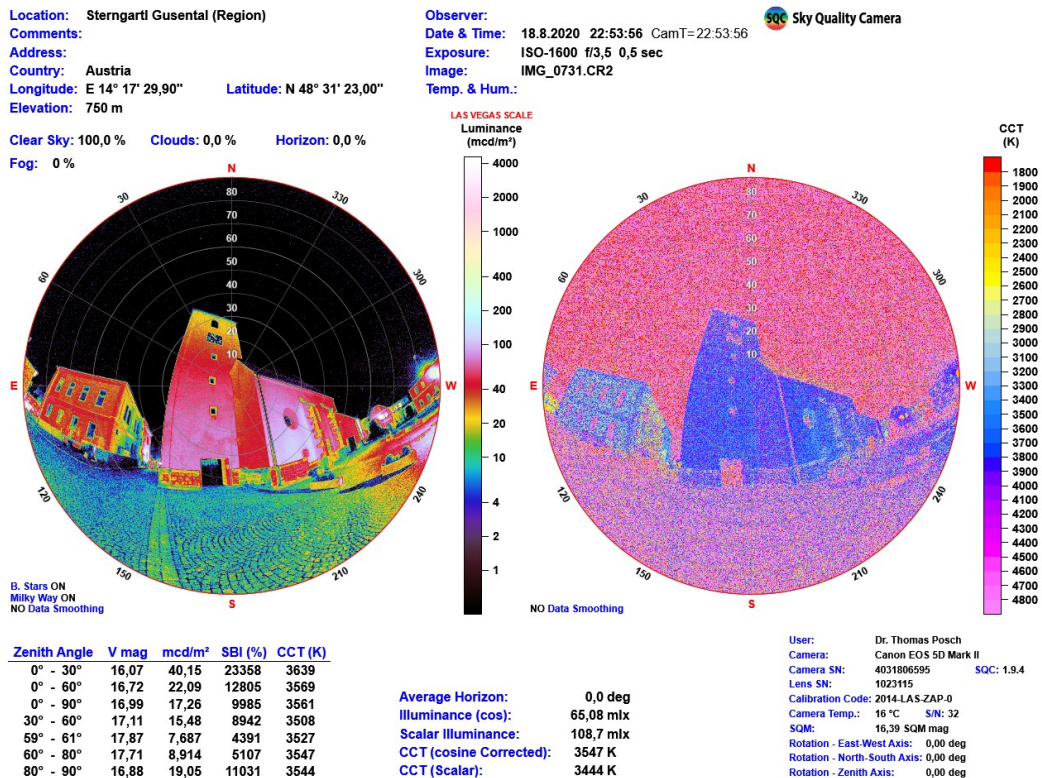


Abbildung 50 - Kirche Schenkenfelden mit Fokus auf Kirchturm - Analyse

- keine direkte Beleuchtung
- Anstrahlung mit nur sehr geringen Beleuchtungsstärken durch umliegende Hauptplatzbeleuchtung
 - Farbtemperatur ~4000 Kelvin

3.14. Sonnberg im Mkr.

In dieser Gemeinde wurden keine Denkmäler für eine nähere Analyse gewählt.

3.15. Vorderweißenbach

3.15.1. Kirche Vorderweißenbach



Abbildung 51 - Kirche Vorderweißenbach mit Fokus auf Kirchturm



Abbildung 52 - Kirche Vorderweißenbach Hinteransicht

- Beleuchtung mittels 2 Scheinwerfer (Ausrichtung unten -> oben)
 - Farbtemperatur ≤ 3000 Kelvin
 - Fokus auf oberen Teil des Kirchturms, tw. Beleuchtung des Eingangsbereiches durch Scheinwerfer abgedeckt

GESAMTBEWERTUNG VORDERWEISSENBACH KIRCHE	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKEN	★★★★☆
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	★☆☆☆☆
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	★★★★☆
FARBTEMPERATUR	★★★★★

3.15.2. Kirche Traberg



Abbildung 53 - Kirche Traberg Seitenansicht

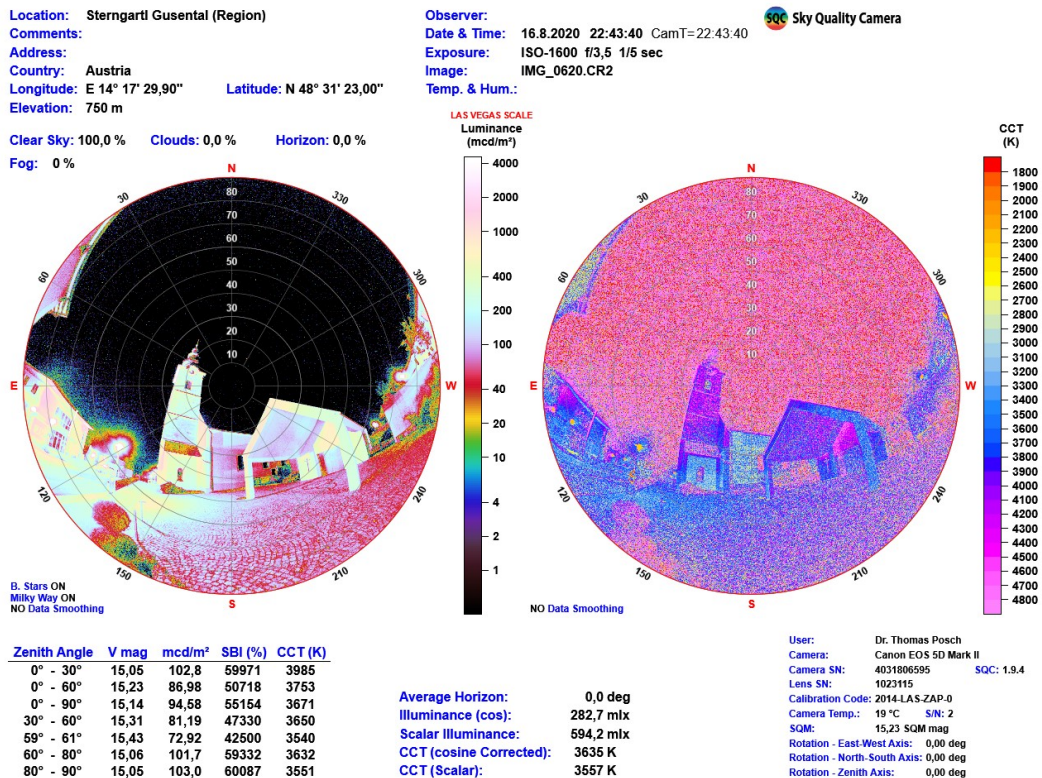


Abbildung 54 - Kirche Traberg Seitenansicht - Analyse

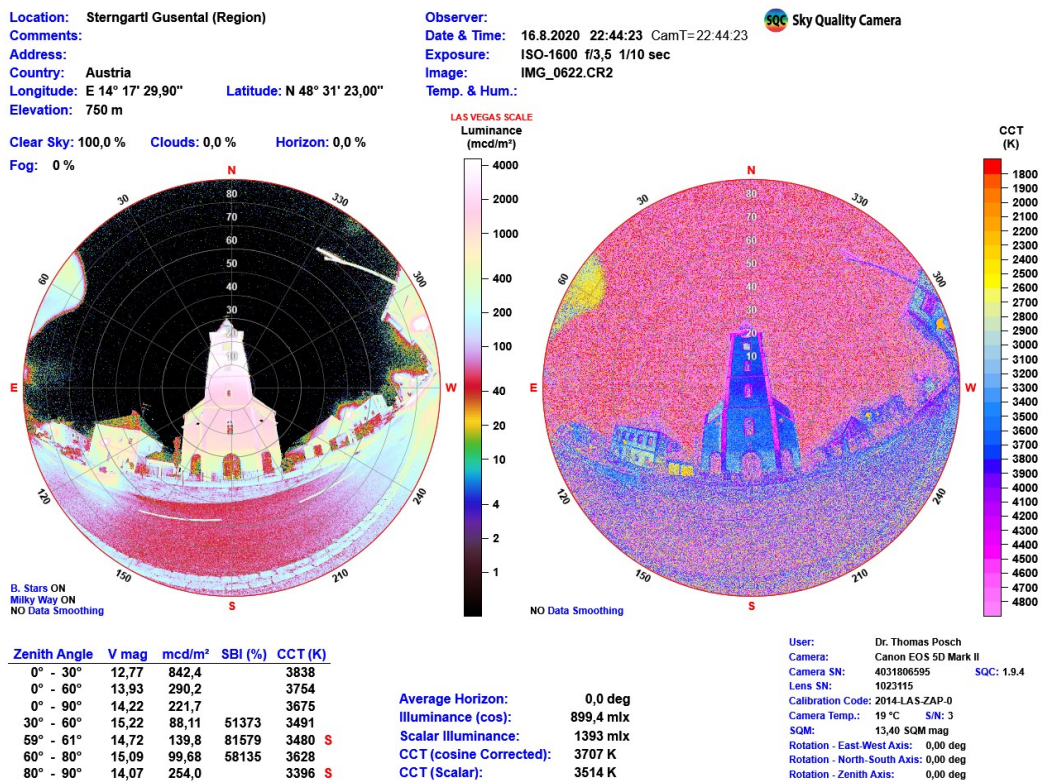


Abbildung 55 - Kirche Traberg Vorderansicht - Analyse

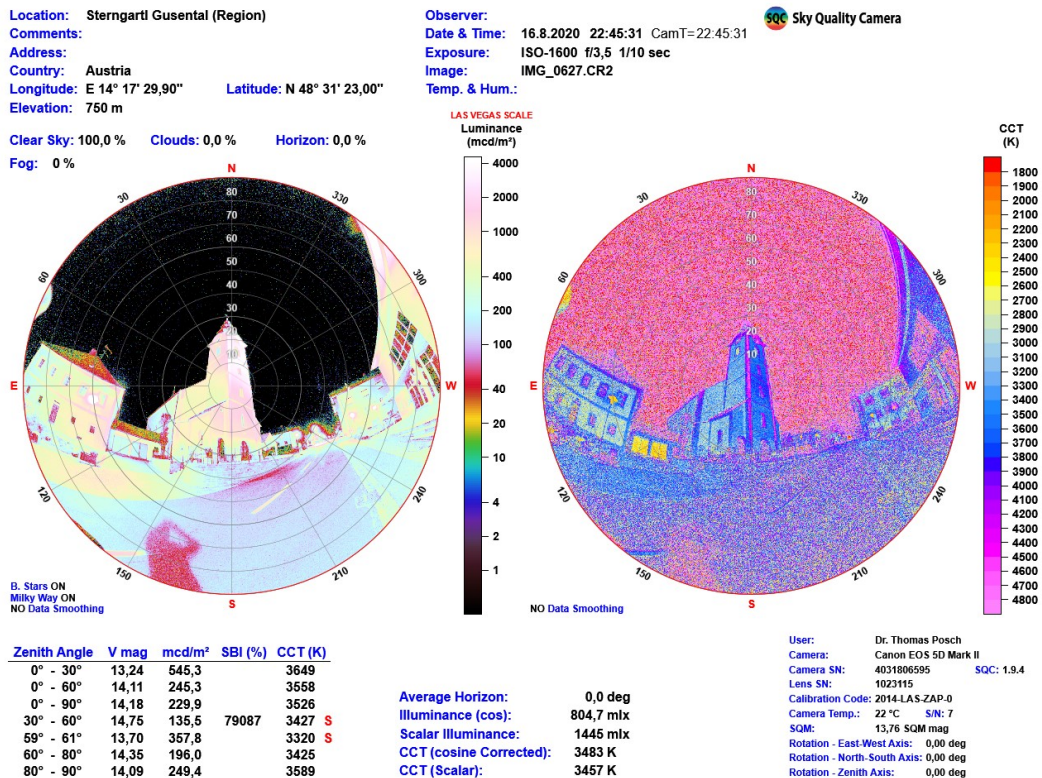


Abbildung 56 - Kirche Traberg Fernansicht - Analyse

- Beleuchtung mittels 2 Scheinwerfer
 - Platzierung der Scheinwerfer bei Pfarramt (Ausrichtung unten -> oben)
 - sehr hohe Beleuchtungsstärken auf der Vorderseite sichtbar, Fokus auf oberen Teil des Kirchturms
 - Farbtemperatur mind. 4000 Kelvin
 - auch beide Seiten werden von den Scheinwerfern beleuchtet, auch hier mit relativ hohen Beleuchtungsstärken
- Umfeld durch Straßenbeleuchtungen ebenfalls stark erhellt

GESAMTBEWERTUNG TRABERG KIRCHE	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKEN	★ ★ ★ ★ ★
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	★ ★ ★ ★ ★
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	★ ★ ★ ★ ★
FARBTEMPERATUR	★ ★ ★ ★ ★

3.16. Zwettl an der Rodl



Abbildung 57 - Kirche Zwettl Vorderansicht

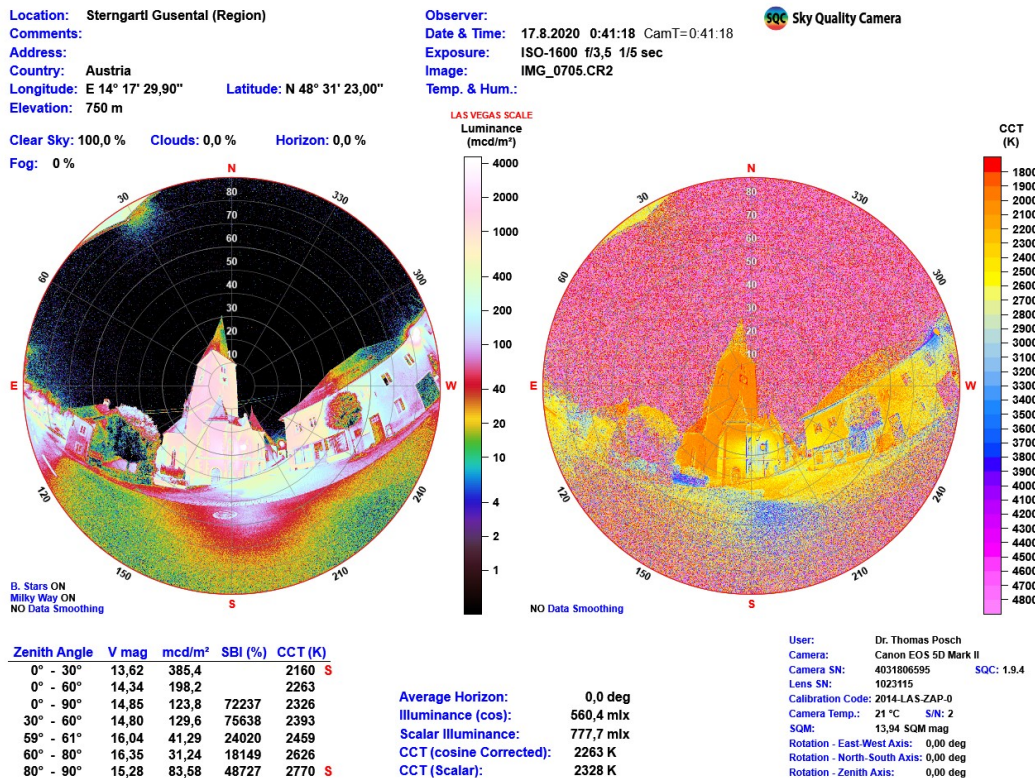


Abbildung 58 - Kirche Zwettl Vorderansicht - Analyse

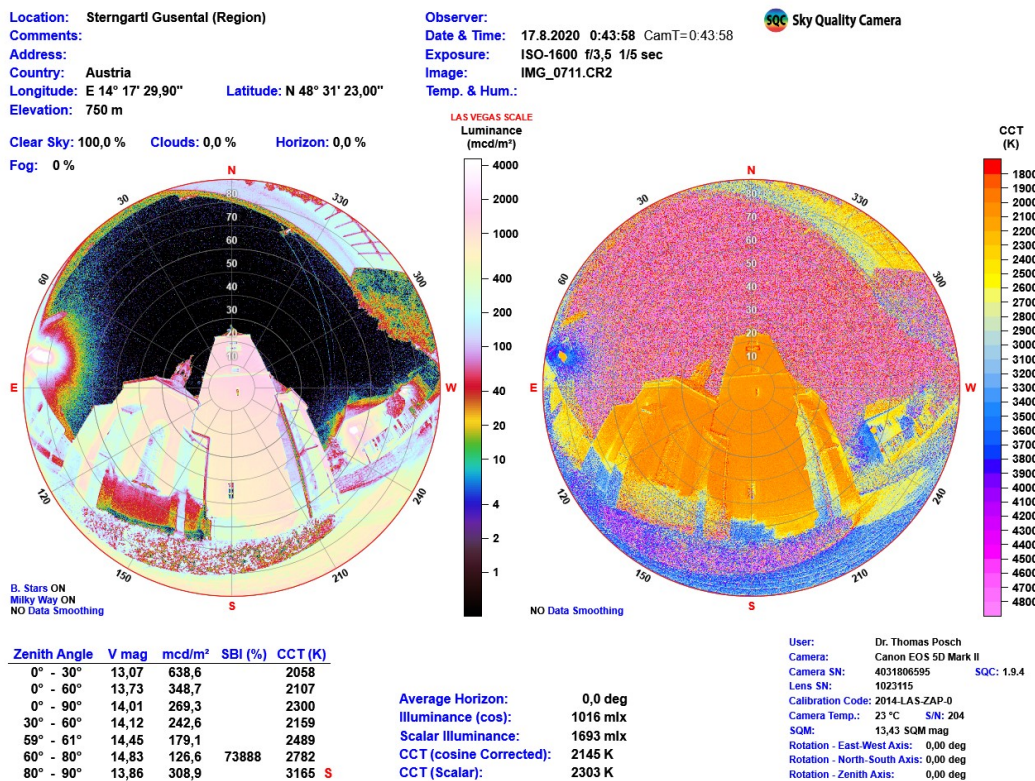
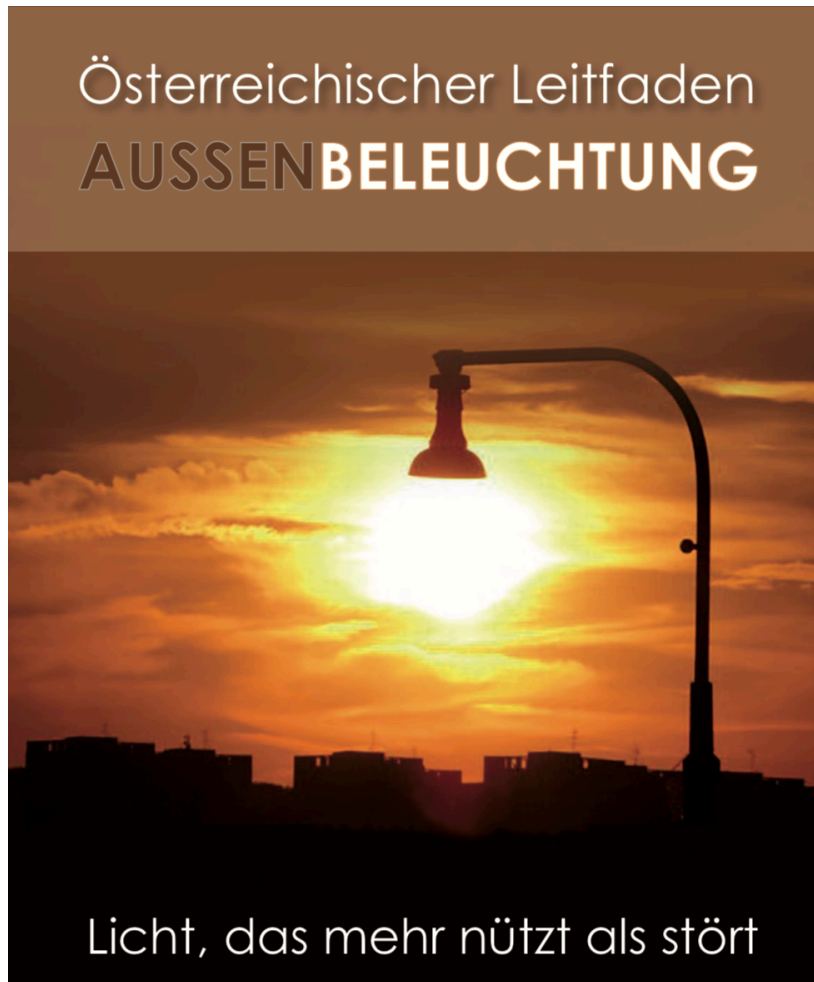


Abbildung 59 - Kirche Zwettl mit Fokus auf Kirchturm - Analyse

- Beleuchtung mittels 1 Scheinwerfer
 - Ausrichtung unten -> oben
 - Fokus auf unterem Teil des Kirchturms bzw. seitliche Fassade der Kapelle
 - Spitze ebenfalls beleuchtet, aber Beleuchtungsstärke nach oben hin abnehmend
 - Farbtemperatur ~2200 Kelvin
 - Reflexionen bzw. Streulicht bestrahlen auch umliegende Gebäude bzw. Grünflächen und Bäume, auch durch Straßenbeleuchtung verstärkt

GESAMTBEWERTUNG ZWETTL KIRCHE	
RESULTIERENDE BELEUCHTUNGSSTÄRKEN	
AUSRICHTUNG DER BELEUCHTUNGSQUELLEN	
MENGE AN BELEUCHTUNGSQUELLEN	
FARBTEMPERATUR	

4. Vorschläge an Maßnahmen hinsichtlich Außenbeleuchtung



Literaturhinweis: Österreichischer Leitfaden Aussenbeleuchtung

https://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/us_Leitfaden_Aussenbeleuchtung.pdf

4.1. Straßenbeleuchtung

Generell gilt: Licht soll nur auf jene Flächen treffen, die beleuchtet werden sollen. Full-Cut-off-Leuchten sind zu bevorzugen. Falls erforderlich, sind Blendschutzten zu verwenden. Der optimale Emissionswinkel beträgt maximal 70 Grad, somit können auch Beleuchtungsstärken, bei optimaler Ausrichtung nur auf die zu beleuchtenden Flächen, reduziert werden.

Die Farbtemperatur soll einen Wert von 3000 Kelvin nicht überschreiten. Es wird empfohlen im Naturbereich (also in der Nähe von Grünflächen wie zB. Parks) eine Farbtemperatur von maximal 2200-2400 Kelvin zu wählen.

In allen Bereichen sollte Kunstlicht nur zu jenen Zeiten eingesetzt werden, zu denen es benötigt wird. Bei der Straßenbeleuchtung sollte das Beleuchtungsniveau zumindest in der Zeit von 22:00 bis 6:00 Uhr entsprechend der ÖNORM O 1055 an die situative Verkehrsmenge angepasst werden.

Kunstlicht-Intensitäten dürfen sinnesphysiologische Limits keinesfalls überschreiten. Um individuellen Unterschieden in der Wahrnehmung bei Blendung, Irritation und Ablenkung, besonders im Straßenverkehr, gerecht zu werden, sollten Beleuchtungsintensitäten prinzipiell so gering wie möglich gehalten werden.

Unter Nachtabsenkung versteht man die Reduktion des Beleuchtungsniveaus innerhalb gewisser Zeitabschnitte der Nacht. Dabei ist darauf zu achten, dass die Gleichmäßigkeit der Fahrbahnelligkeit nicht vermindert wird. Eine Reduktion des Beleuchtungsniveaus durch Abschalten einzelner Leuchten im Straßenverlauf ist daher ungünstig, da dies zu einer Reduktion der Gleichmäßigkeit und zur Entstehung von Tarnzonen führen würde. Mit der Einführung moderner Regel- und Steuergeräte ist es möglich geworden, praktisch alle Leuchtmittel zumindest in einem gewissen Leistungs- und Helligkeitsbereich zu dimmen, wobei LEDs hier den größten Regelbereich der im Außenbereich verwendeten Leuchtmittel aufweisen. Eine ausführliche Anleitung für die Nachtabsenkung findet sich in der ÖNORM O 1055.

Sensorgesteuerte Beleuchtungsanlagen sorgen dafür, dass es nur dann Licht gibt, wenn es wirklich gebraucht wird. Durch neue Technologien kann die Beleuchtung gedimmt werden, was einer deutlichen Reduktion von Licht entspricht. Vor allem in Gebieten geringer Siedlungs- und Verkehrsdichte können diese Systeme zu erheblichen Einsparungen führen. Angaben zur Nachtabsenkung finden sich in der ÖNORM O 1055.

Erlauben es die Umstände, so kann zu bestimmten Nachtzeiten auf Beleuchtung gänzlich verzichtet werden. Rechtlich ist in Österreich weder die Verpflichtung zur Beleuchtung noch eine Abschaltung der Straßenbeleuchtung explizit geregelt. In manchen Gemeinden ist es daher gängige Praxis, die Straßenbeleuchtung während der zweiten Nachthälfte abzuschalten. Bei der Beurteilung der Notwendigkeit einer Beleuchtung kann davon ausgegangen werden, dass die Benutzer die (Straßen-)Verkehrsvorschriften einhalten. Der Wegehalter darf sich darauf verlassen, dass sich die Benutzer einer Straße an die StVO halten und z. B. ihr Fahrzeug ordnungsgemäß beleuchten. Keine grobe Fahrlässigkeit liegt (i. d. R.) vor, wenn auf Hindernisse nicht aufmerksam gemacht wird, die bei Einhaltung der Verkehrsvorschriften nicht zum Unfall führen. Die Notwendigkeit und der Umfang einer Straßenbeleuchtung richten sich nach der Zweckbestimmung des Weges.

Generell sollen sämtliche Richtlinien definiert nach der International Dark Sky Association, siehe Abschnitt 1.5, eingehalten werden.

4.2. Kirchen- und Denkmalbeleuchtungen

4.2.1. Direkte Beleuchtung - Projektionstechnik an Beispielen Steinbach am Attersee/Kirchschlag bei Linz (Kirchenbeleuchtungen)

Die Umstellung der Kirchenanstrahlungen in Steinbach am Attersee und Kirchschlag bei Linz wurden mit besonderem Fokus durchgeführt, da einerseits die Beleuchtungen der Kirchen als essenziell für das Ortsbild definiert wurde und andererseits diese so umweltfreundlich und nachhaltig wie möglich gewählt werden sollten. In beiden Fällen wurden Anstrahlungen mittels der „Projektionstechnik“ angewandt, welche anhand des Beispiels in Steinbach am Attersee folgend verdeutlicht werden soll.

Seit Jahrzehnten ist die Objektbeleuchtung der Steinbacher Kirche Teil des Stadtbildes und hat sich nachts zu einem der Hauptmerkmale der Gemeinde entwickelt. Bis 2018 waren die Scheinwerfer, die die Fassade des Gebäudes beleuchteten, veraltet, sodass auf LED-Scheinwerfer umgestellt wurde. Da jedoch keine optimale Lösung für eine umweltfreundliche und nachhaltige Beleuchtung erreicht wurde, insbesondere aufgrund der großen Menge an Streulicht, bestand auch hier der Wunsch, auf die „dunkelste“ und himmelfreundlichste Lösung auf dem Markt umzusteigen.

Daher wurde die Beleuchtung der Kirche auf zwei Siteco Opticallight LED2500T-Lichtprojektoren mit Farbtemperaturen von 3000 Kelvin umgestellt. Hier wurde die Lichtprojektion zu einem kreativen Medium, das mit nachhaltiger Technologie sowohl hinsichtlich der Lichtverschmutzung, als auch einer präzisen Modulation des Energieverbrauchs entwickelt wurde. Beleuchtungsmasken, die speziell auf der Grundlage einer dreidimensionalen Simulation der Kirche entworfen wurden (siehe **Abbildung 61** und **Abbildung 62**), stellen sicher, dass nur das Objekt selbst beleuchtet wird, ohne dass Streulicht erzeugt wird. Dies ist möglich, da das Licht an den Gebäudekanten auf null Prozent reduziert wird. Infolgedessen soll diese hochmoderne - und bereits aus Kirchschlag bei Linz bekannte - Beleuchtungstechnologie sowohl die Wahrung des Stadtbildes der Stadt als auch eine umweltfreundliche Beleuchtung gewährleisten.

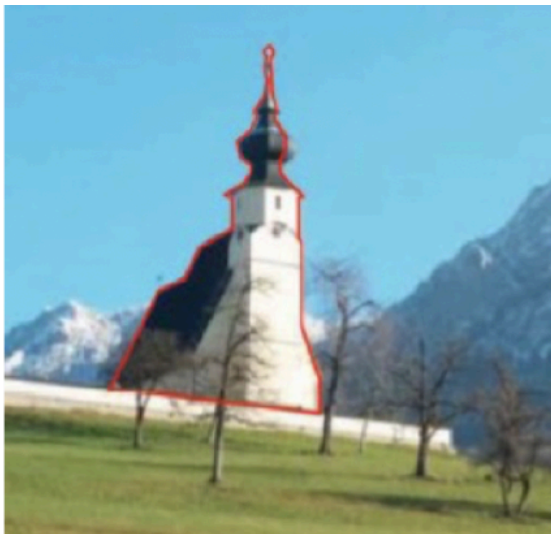


Abbildung 60 - Beleuchtungskonzept für die Kirche in Steinbach am Attersee. Links: Die roten Linien zeigen, wo die Beleuchtung stattfinden soll, nämlich nur am Gebäude selbst. Rechts: Positionen der Projektoren, Pos. 1 und Pos. 2 wurden realisiert und installiert.

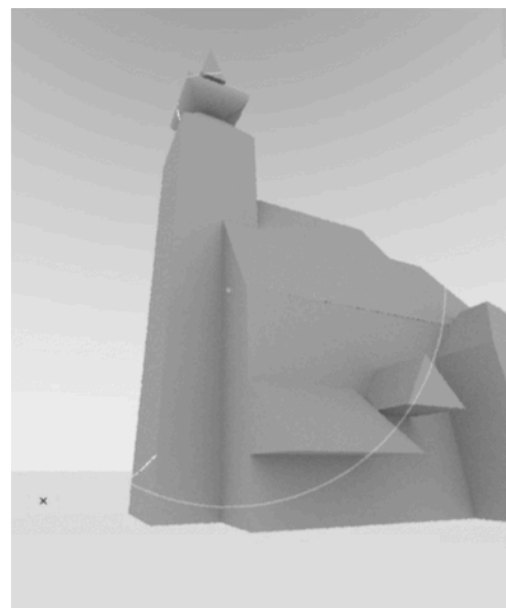
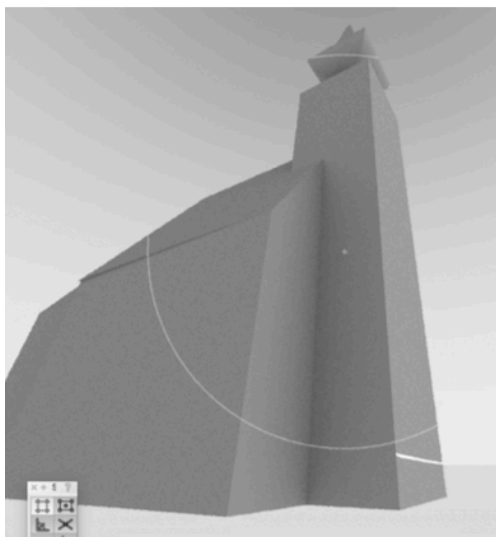


Abbildung 61 - 3-dimensionale Simulationen der Kirche, die als Vorlage für die Beleuchtungsmasken genutzt wurden.

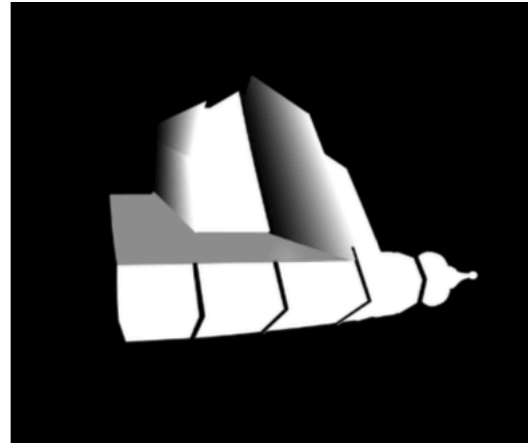
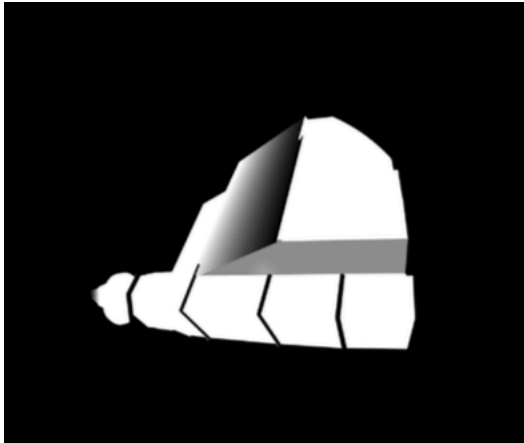


Abbildung 62 - Beleuchtungsmasken für Projektoren



Abbildung 63 - Beleuchtung der Kirche in Steinbach am Attersee nach Installation der Projektoren

4.2.2. Beleuchtung von Innen

Ist keine Beleuchtung von außen gewünscht bzw. nicht optimal nachhaltig gestaltet werden können, so ist natürlich eine Akzentbeleuchtung über die Innenräume/Fenster (Anstrahlungsrichtung trotzdem oben -> unten) möglich. Dies birgt den Vorteil, dass Streulicht gut verhindert werden kann, und hierfür keine Beleuchtungsquelle im Außenbereich notwendig wird.

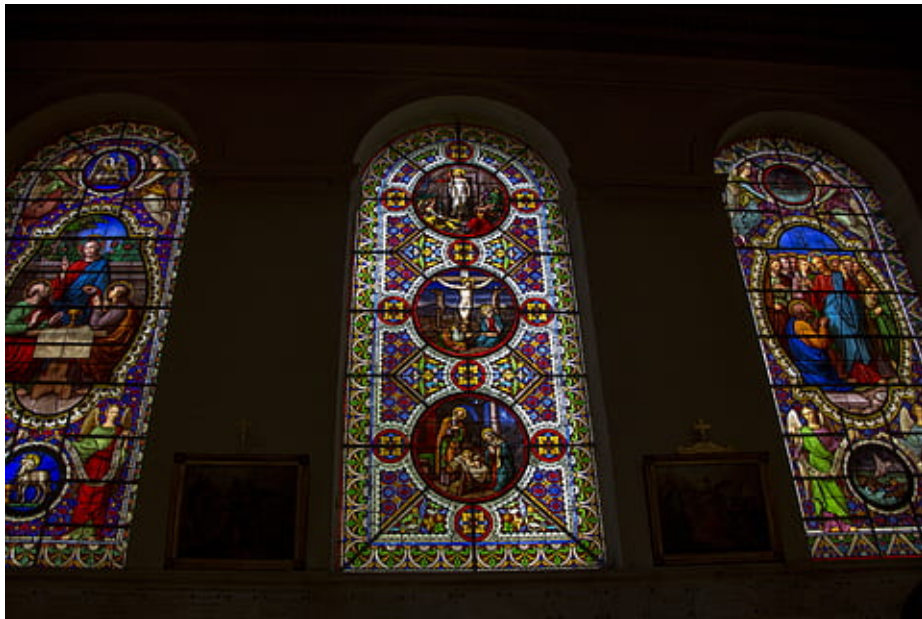


Abbildung 64 - Beispiel Beleuchtung von Kirchenfenstern aus dem Innenraum (Quelle: Pigsels)