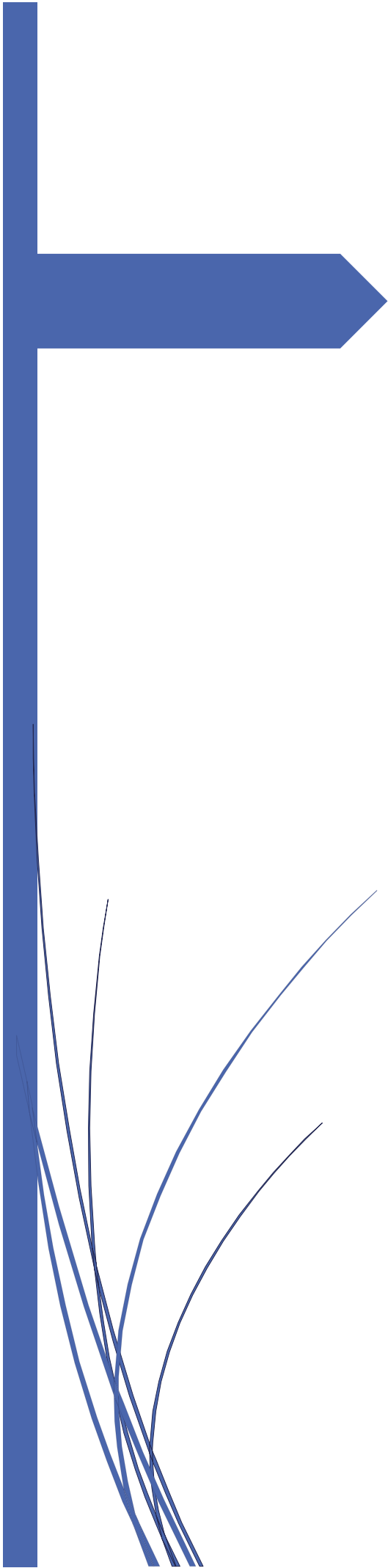




Endbericht

Projekt FA538059

Wissenschaftliche Analyse über den
Impakt von Werbebeleuchtung zur
Lichtverschmutzung im Gebiet
Nationalpark
Kalkalpen

Dr. Stefan Wallner, BSc MSc (Projektleitung)
INSTITUT FÜR ASTROPHYSIK | UNIVERSITÄT WIEN

Inhaltsverzeichnis

1 Problemstellung und Motivation.....	4 -
2 Getätigte Messungen	5 -
3 Kartierung der Beleuchtungsanlagen und Messanalysen nach Gemeinden	7 -
3.1 Molln	8 -
3.2 Klaus an der Pyhrnbahn	13 -
3.3 St.Pankraz	14 -
3.4 Roßleithen	15 -
3.5 Pichl.....	16 -
3.6 Windischgarsten.....	19 -
3.7 Weyer	26 -
3.7 Großraming.....	44 -
3.8 Reichraming	56 -
3.9 Losenstein.....	65 -
4 Punkte-Analyse und Resultate	68 -
5 Conclusio und Empfehlungen	70 -
5.1 Konkrete Handlungsempfehlungen	70 -
5.2 Priorisierung nach Gemeinden.....	72 -
5.3 Ausblick und weitere Schritte.....	72 -
5.4 Abschließende Bewertung	72 -
6 Kontakt und ProjektmitarbeiterInnen	73 -

1 | Problemstellung und Motivation

Der Nationalpark Kalkalpen stellt als eines der letzten großflächigen Wildnisgebiete Österreichs nicht nur einen wertvollen Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten dar, sondern verfügt auch über außergewöhnliche Nachthimmelsqualitäten. Im Rahmen der geplanten Zertifizierung als International Dark Sky Reserve (IDSR) ist der Schutz dieser natürlichen Dunkelheit von zentraler Bedeutung.

Während im Vorjahr bereits umfassende Analysen zur allgemeinen Lichtsituation und Nachthimmelsqualität im Nationalparkgebiet durchgeführt wurden, zeigte sich dabei, dass neben der Straßenbeleuchtung insbesondere Werbe- und Fassadenbeleuchtungen einen signifikanten Beitrag zur Lichtverschmutzung leisten. Diese Lichtquellen zeichnen sich häufig durch ungünstige Abstrahlcharakteristiken, hohe Leuchtdichten und kalte Farbtemperaturen aus, wodurch sie einen überproportionalen Einfluss auf die Nachthimmelsqualität haben.

Das vorliegende Projekt hatte zum Ziel, erstmals eine systematische und quantitative Erfassung aller Werbe- und Fassadenbeleuchtungen in den unmittelbaren Nationalparkgemeinden durchzuführen. Dabei sollten folgende Fragestellungen beantwortet werden:

1. **Wo** befinden sich Werbe- und Fassadenbeleuchtungen in den Nationalparkgemeinden?
2. **Welche Eigenschaften** weisen diese Beleuchtungen auf (Ausrichtung, Leuchtdichte, Farbtemperatur)?
3. **Wie groß** ist der jeweilige Impact dieser Beleuchtungen auf den Nationalpark?
4. **Welche konkreten Maßnahmen** können zur Reduktion der Lichtimmissionen empfohlen werden?

Um den Einfluss einzelner Beleuchtungsanlagen objektiv und vergleichbar bewerten zu können, wurde im Rahmen dieses Projekts ein Punktesystem entwickelt. Dieses System berücksichtigt drei zentrale Parameter, die für die Beeinträchtigung des Nachthimmels maßgeblich sind:

Ausrichtung der Beleuchtung:

- Oben nach unten: 1 Punkt (geringster Impact)
- Horizontal: 3 Punkte (mittlerer Impact)
- Unten nach oben: 5 Punkte (höchster Impact)

Leuchtdichte:

- 11-12 mag/arcsec² (0.32-0.80 cd/m²): 1 Punkt
- 10-11 mag/arcsec² (0.80-2.01 cd/m²): 2 Punkte
- 9-10 mag/arcsec² (2.01-5.05 cd/m²): 3 Punkte
- 8-9 mag/arcsec² (5.05-12.69 cd/m²): 4 Punkte
- 7-8 mag/arcsec² (12.69-31.88 cd/m²): 5 Punkte

Korrelierte Farbtemperatur (CCT):

- <3000 K: 0 Punkte
- 3000 K: 2 Punkte

Dieses Bewertungssystem ermöglicht es, jede einzelne Beleuchtungsanlage mit einer Punktzahl zu versehen und damit sowohl einzelne Lichtquellen als auch ganze Gemeinden hinsichtlich ihres Gesamtimpacts zu bewerten.

2 | Getätigte Messungen

Die Messungen wurden in der Nacht vom **20. auf den 21. März 2025** durchgeführt. Der Messzeitpunkt wurde bewusst gewählt, um repräsentative Bedingungen außerhalb der Hauptferienzeit zu erfassen.

Die Messstandorte umfassten alle Orte in den folgenden Nationalparkgemeinden, an denen Werbe- oder Fassadenbeleuchtungen vorhanden waren:

- Molln
- Klaus an der Pyhrnbahn
- St. Pankraz
- Pichl
- Roßleithen
- Windischgarsten
- Weyer
- Großraming
- Reichraming
- Losenstein

Jede identifizierte Beleuchtungsanlage wurde fotografisch dokumentiert und mit einer DSLR-Kamera sowie einem kalibrierten Spektrometer vermessen.

Für die quantitative Erfassung der Beleuchtungsanlagen kam folgende Messtechnik zum Einsatz:

DSLR-Kamera Canon EOS 6D Mark II

- Ausgestattet mit einem Sigma 8mm Fisheye-Objektiv
- Kalibriert für die Software "Sky Quality Camera"
- Ermöglicht die Erstellung von Leuchtdichtematrizen über das gesamte Bildfeld

Spektrometer GOSSEN Mavospec

- Spektralbereich: 380-780 nm
- Erfassung der spektralen Zusammensetzung des Lichts
- Bestimmung der korrelierten Farbtemperatur (CCT) in Kelvin

Diese Kombination aus bildgebender Photometrie und Spektroskopie erlaubt eine umfassende Charakterisierung jeder Lichtquelle hinsichtlich ihrer räumlichen Verteilung, Intensität und spektralen Eigenschaften.

Die gemessenen Leuchtdichtewerte werden in der astronomisch üblichen Einheit mag/arcsec^2 angegeben, können aber mittels folgender Formel in die lichttechnische Einheit cd/m^2 umgerechnet werden:

$$L [\text{cd/m}^2] = 10.8 \times 10^4 \times 10^{(-0.4 \times L [\text{mag/arcsec}^2])}$$

Zum Vergleich: Ein ungestörter natürlicher Nachthimmel erreicht Leuchtdichten von etwa $21\text{-}22 \text{ mag/arcsec}^2$ (entspricht $0.25\text{-}0.10 \text{ mcd/m}^2$), während typische Werbebeleuchtungen Werte von $7\text{-}10 \text{ mag/arcsec}^2$ (entspricht $31.88\text{-}2.01 \text{ cd/m}^2$) aufweisen können.

Für jede identifizierte Werbe- oder Fassadenbeleuchtung wurde folgender standardisierter Messablauf durchgeführt:

1. **Visuelle Inspektion und Fotodokumentation** der Beleuchtungsanlage
2. **DSLR-Aufnahme** mit Fisheye-Objektiv zur Erfassung der räumlichen Leuchtdichteverteilung
3. **Spektralmessung** mit dem GOSSEN Mavospec zur Bestimmung der Farbtemperatur
4. **Dokumentation** der Abstrahlrichtung (oben-unten, horizontal, unten-oben)
5. **GPS-Koordinaten** und Adresszuordnung für die Kartierung

Die gewonnenen Rohdaten wurden anschließend mit der Sky Quality Camera Software ausgewertet, um für jeden Bildpunkt Leuchtdichtewerte in mag/arcsec^2 zu erhalten.

Die erfassten Beleuchtungsanlagen wurden in zwei Hauptkategorien eingeteilt:

Werbebeleuchtung: Beleuchtungen, die primär der Bewerbung von Produkten, Dienstleistungen oder Unternehmen dienen. Hierzu zählen:

- Beleuchtete Firmenschilder
- Leuchtreklamen
- Schaufensterbeleuchtungen
- Werbetafeln mit externer Beleuchtung

Fassadenanstrahlungen (Sonstiges): Beleuchtungen, die primär architektonische oder kulturelle Zwecke erfüllen:

- Kirchenbeleuchtungen
- Beleuchtung historischer Gebäude
- Dekorative Fassadenbeleuchtungen

3 | Kartierung der Beleuchtungsanlagen und Messanalysen nach Gemeinden

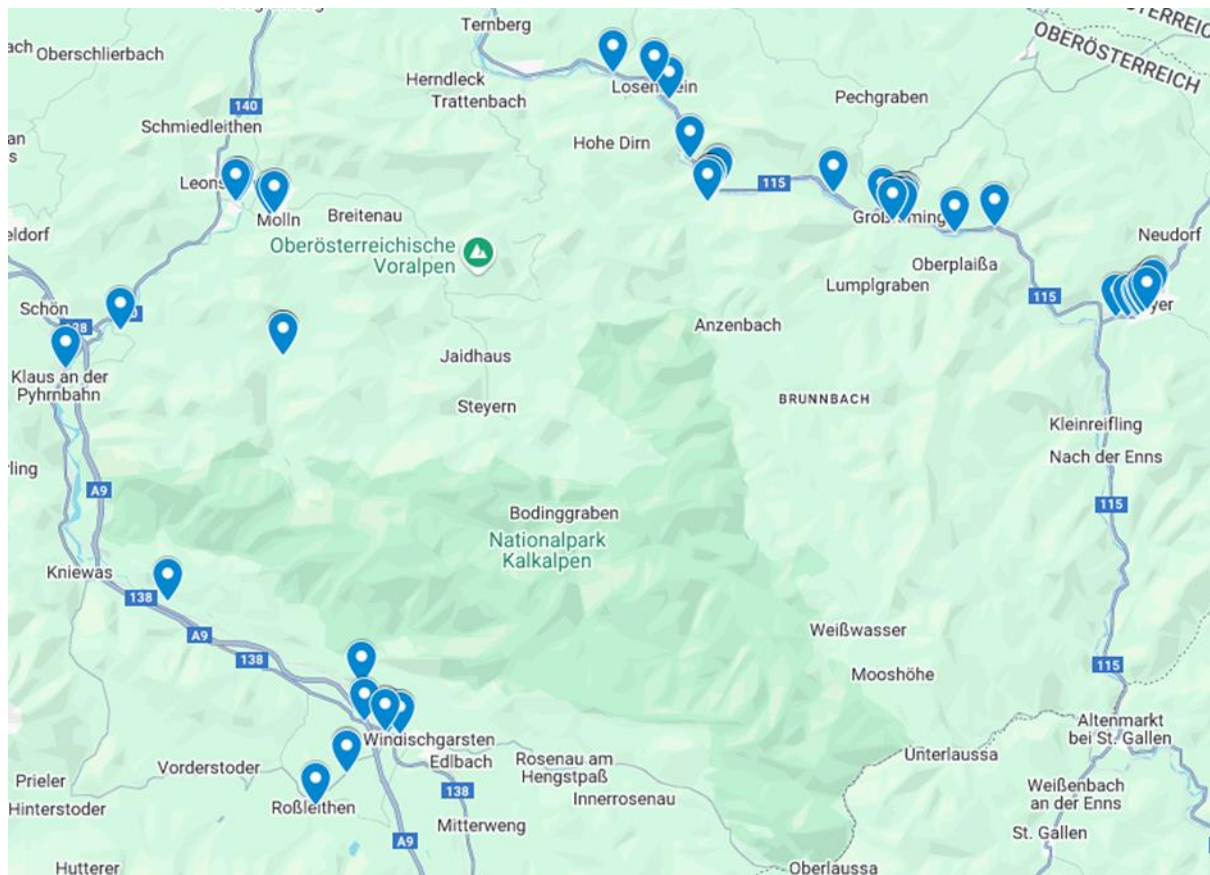


Abbildung 1- Karte der Gemeinden

Alle erfassten Werbe- und Fassadenbeleuchtungen wurden in einer interaktiven Google Map kartiert, die unter folgender URL abrufbar ist:

<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1jJcN1lztHByl4eoplgtcyXTnJy7IBQ&ll=47.798665056106124%2C14.424377448397786&z=11>

Diese Karte ermöglicht eine schnelle räumliche Übersicht über die Verteilung der Lichtquellen und kann als Grundlage für Gespräche mit Gemeinden und Gewerbetreibenden dienen.

Im Folgenden werden für jede erfasste Beleuchtungsanlage die Messergebnisse dargestellt. Jede Anlage wird dabei mit folgenden Informationen präsentiert:

- Standortfoto
- Leuchtdichtevertellung (falschfarbenkodiert)
- Spektrale Messung mit CCT-Wert
- Punktebewertung (in Bildunterschrift zu finden, nur für Werbebeleuchtungen)

3.1 | Molln

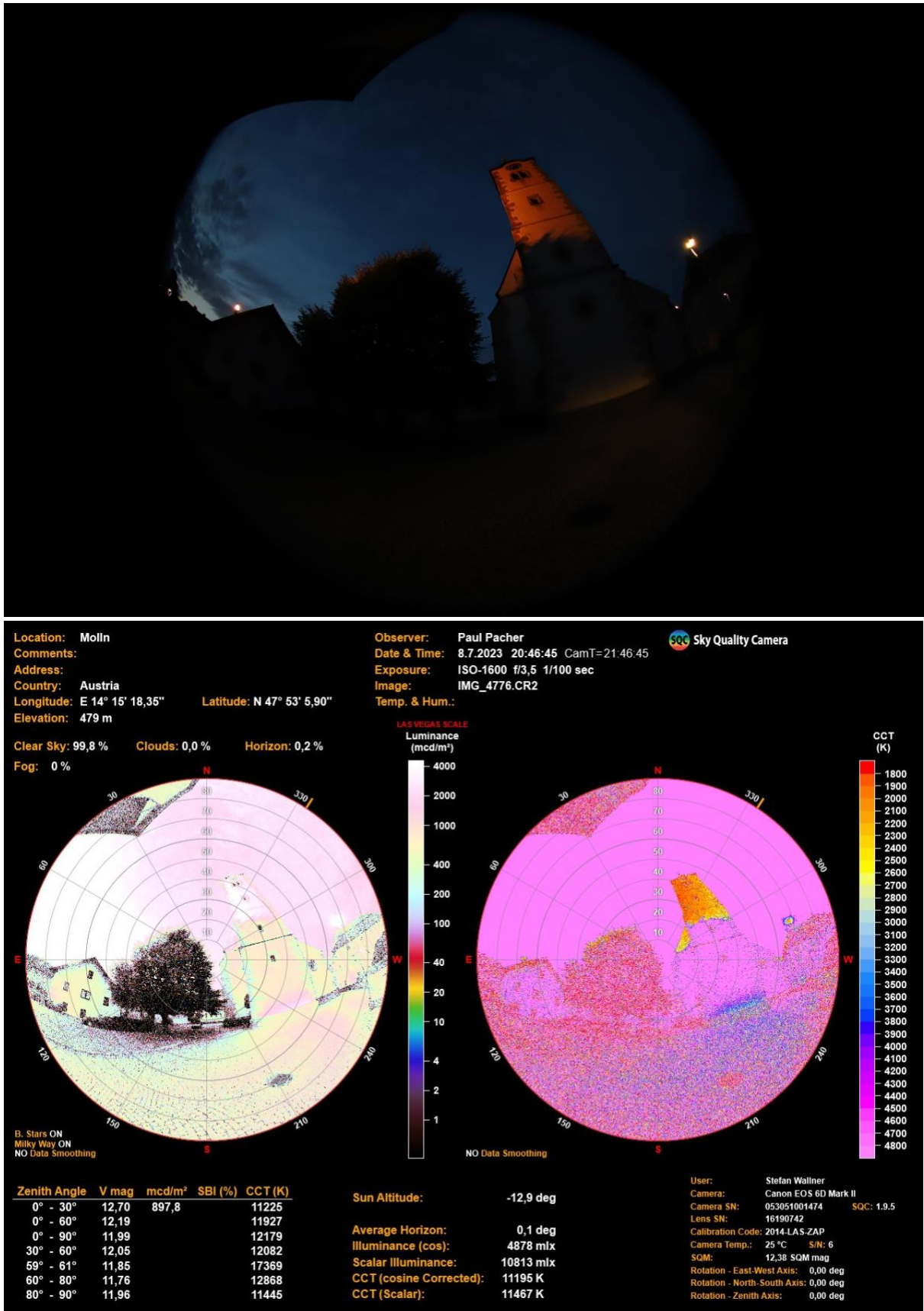


Abbildung 1 - Aufnahme und Analyse der Kirche in Molln

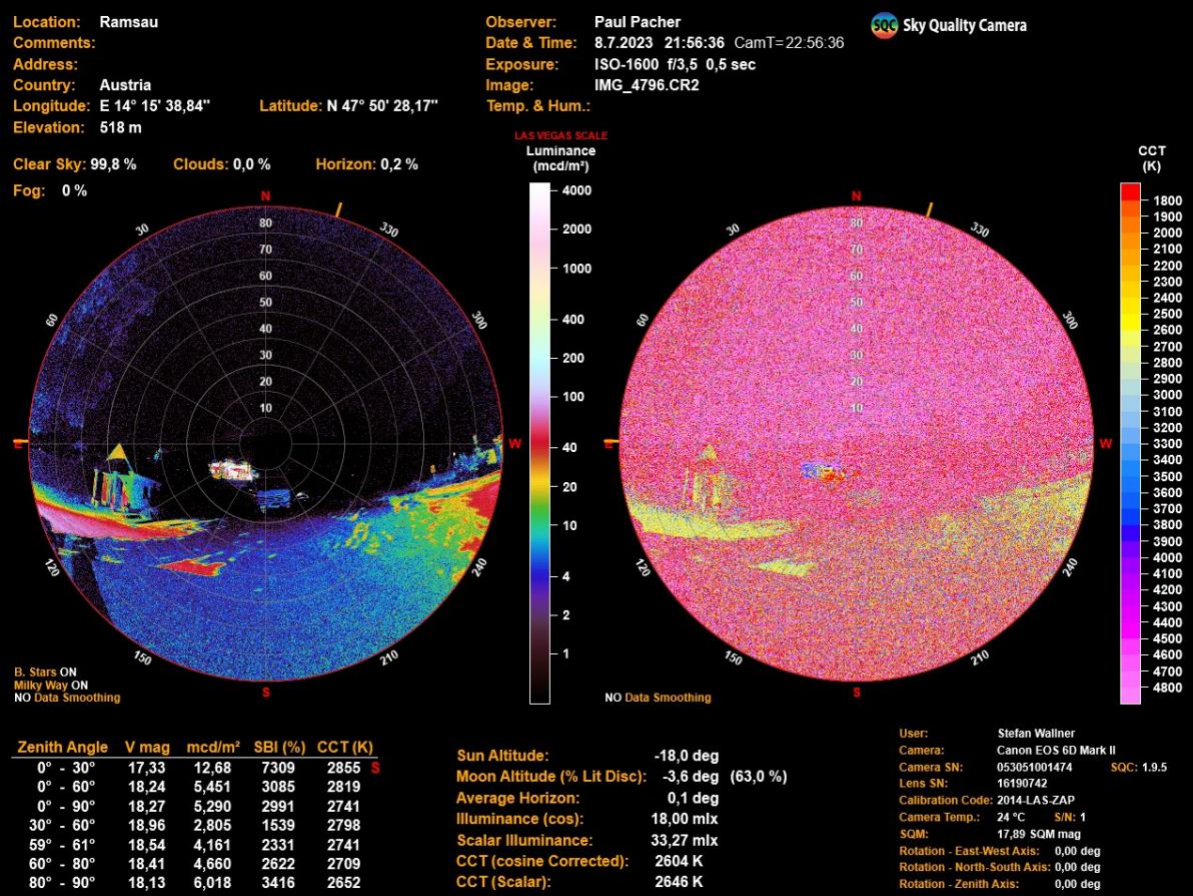


Abbildung 2 – Eingangsbeleuchtung in Ramsau (MolIn)

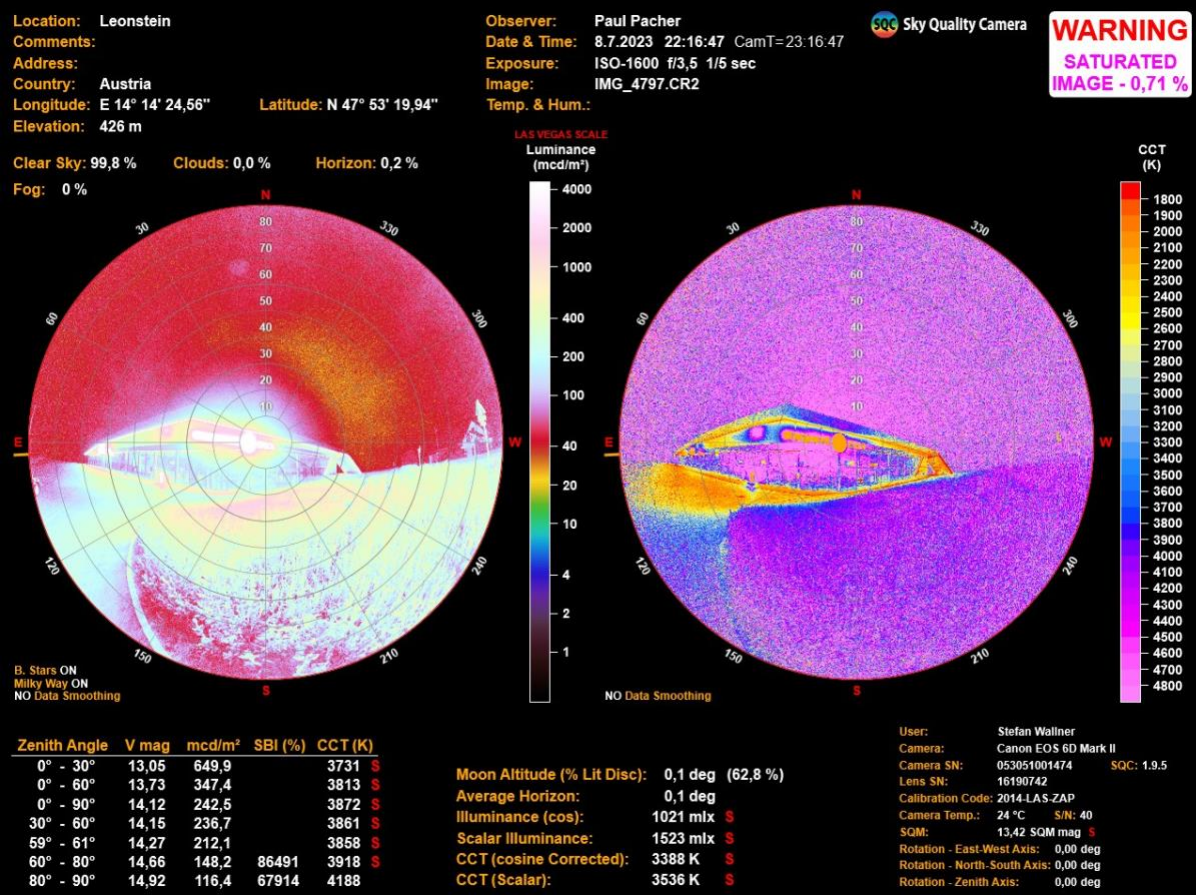


Abbildung 3 - Aufnahme und Auswertung Expert Leonstein (MolIn); Punkte nach Liste: 3

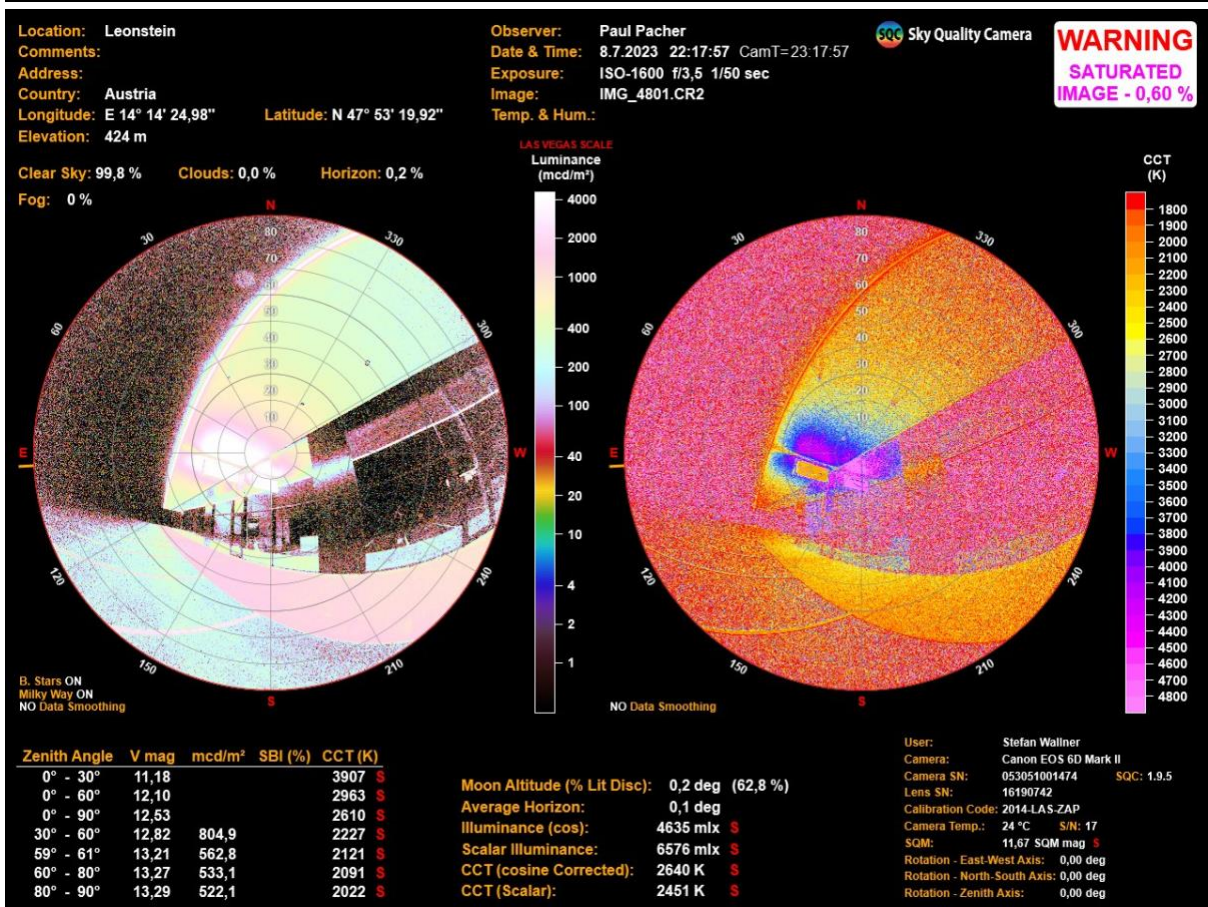


Abbildung 4 – Werbeschild Beleuchtung in Molln, Parkplatz Expert; Punkte nach Liste: 3

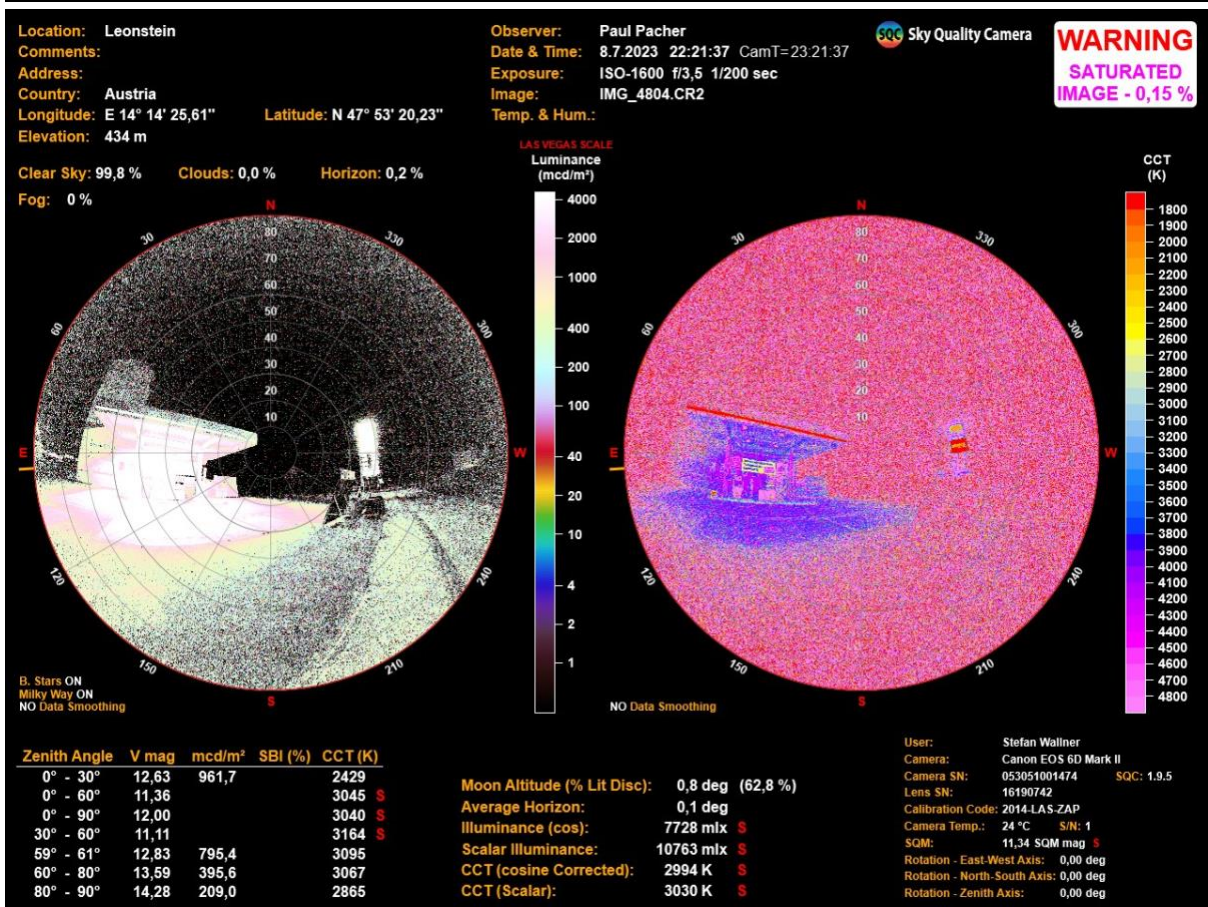


Abbildung 5 – Werbebeschilderung Tankstelle Molln; Punkte nach Liste: 3

3.2 | Klaus an der Pyhrnbahn

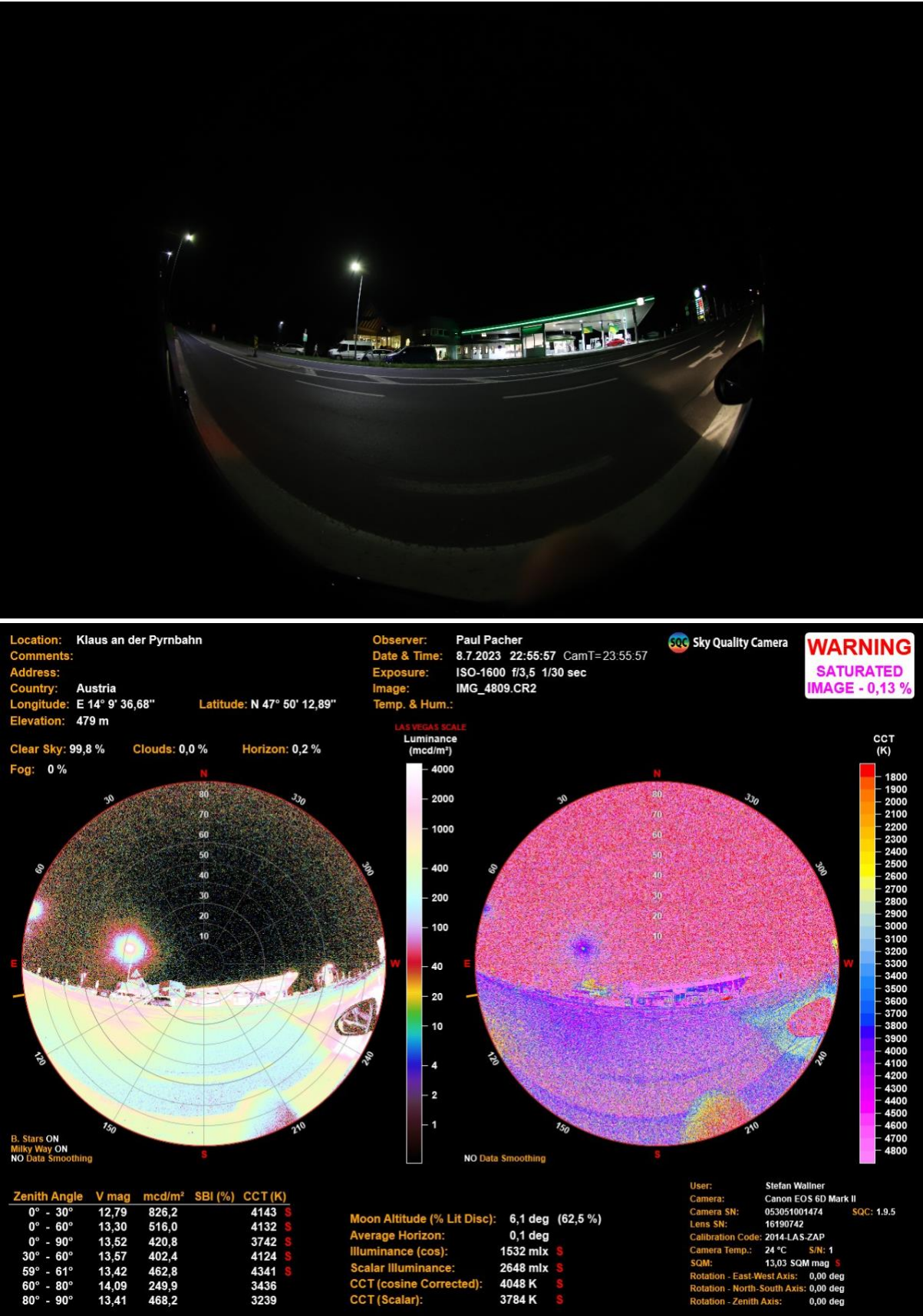


Abbildung 6 - Aufnahme und Analyse Tankstelle (Beschilderung) in Klaus; Punkte laut Liste: 3

3.3 | St.Pankraz

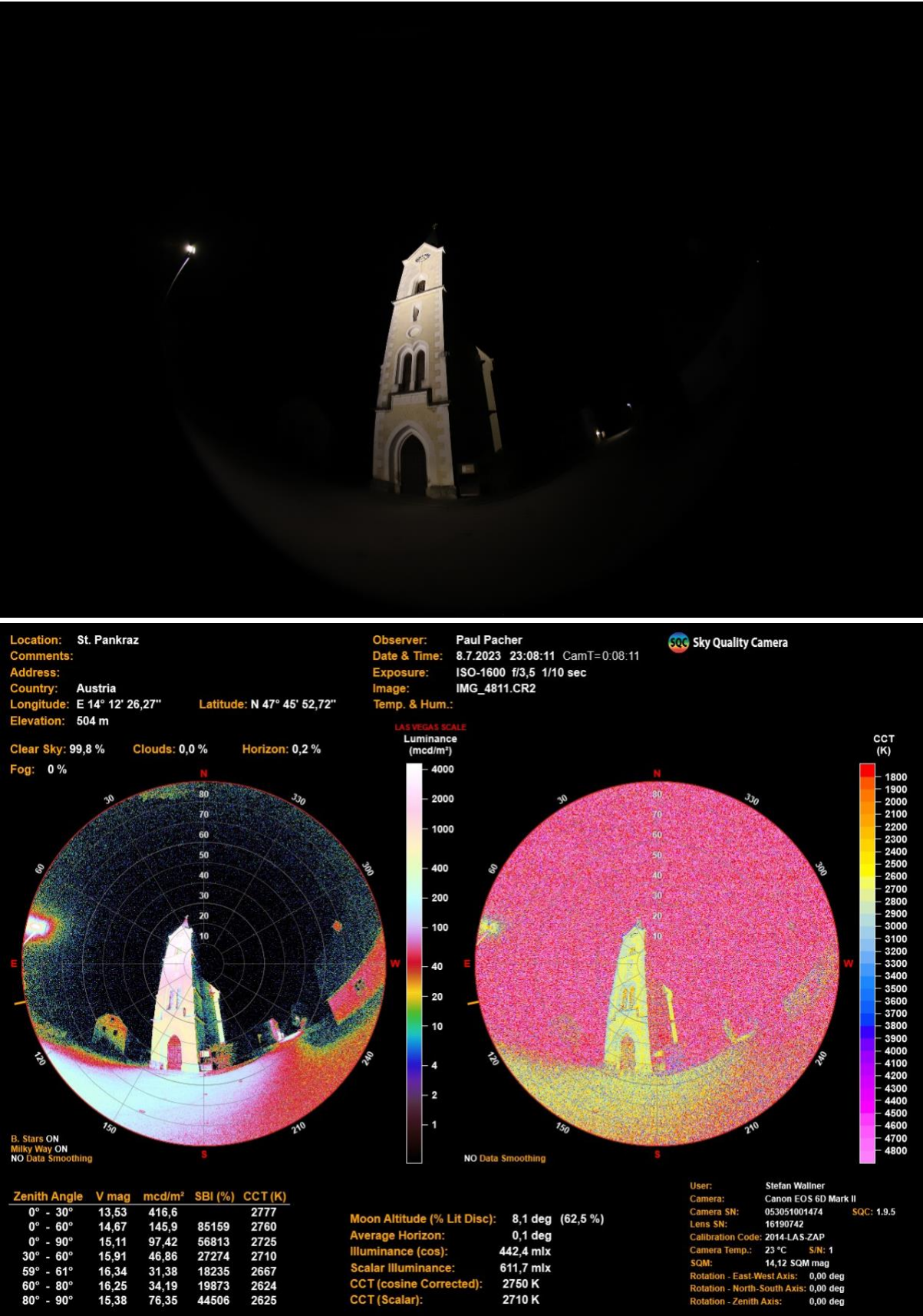


Abbildung 7 - Kirche St. Pankraz

3.4 | Roßleithen

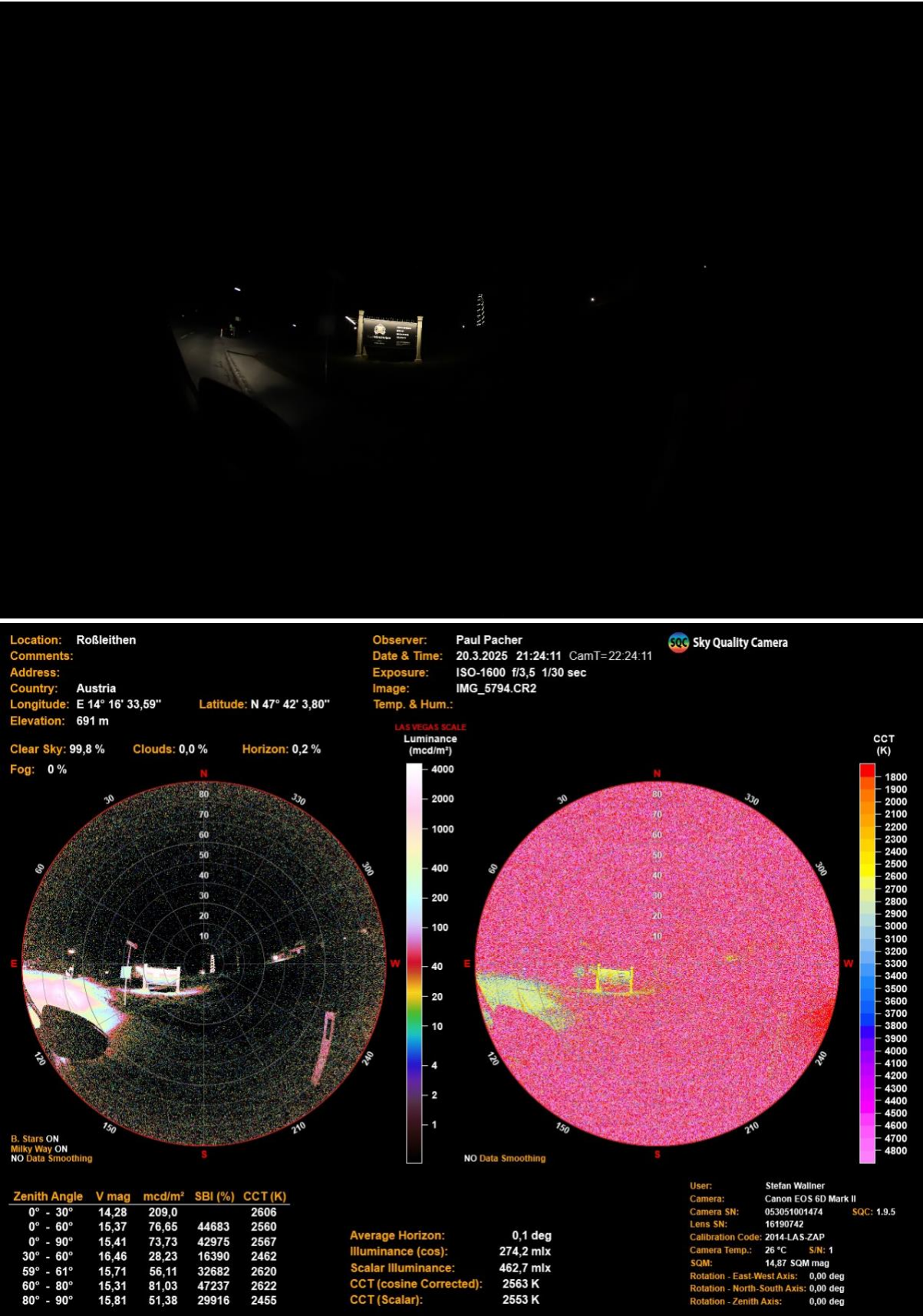


Abbildung 8 - Ortsschild und Kunstwerk Roßleithen; Punkte nach Liste: 4

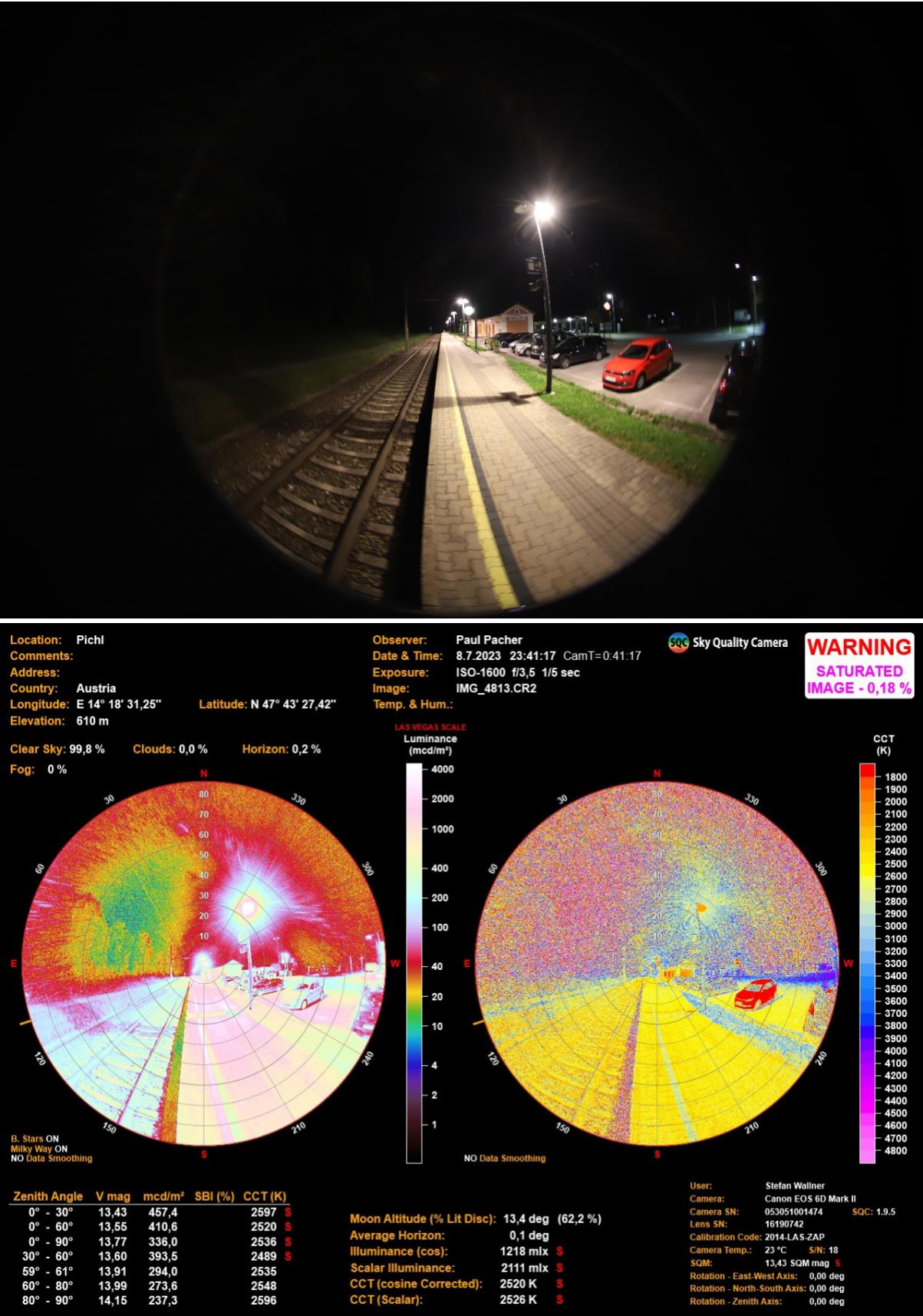


Abbildung 9 - Bahnhof Pichl

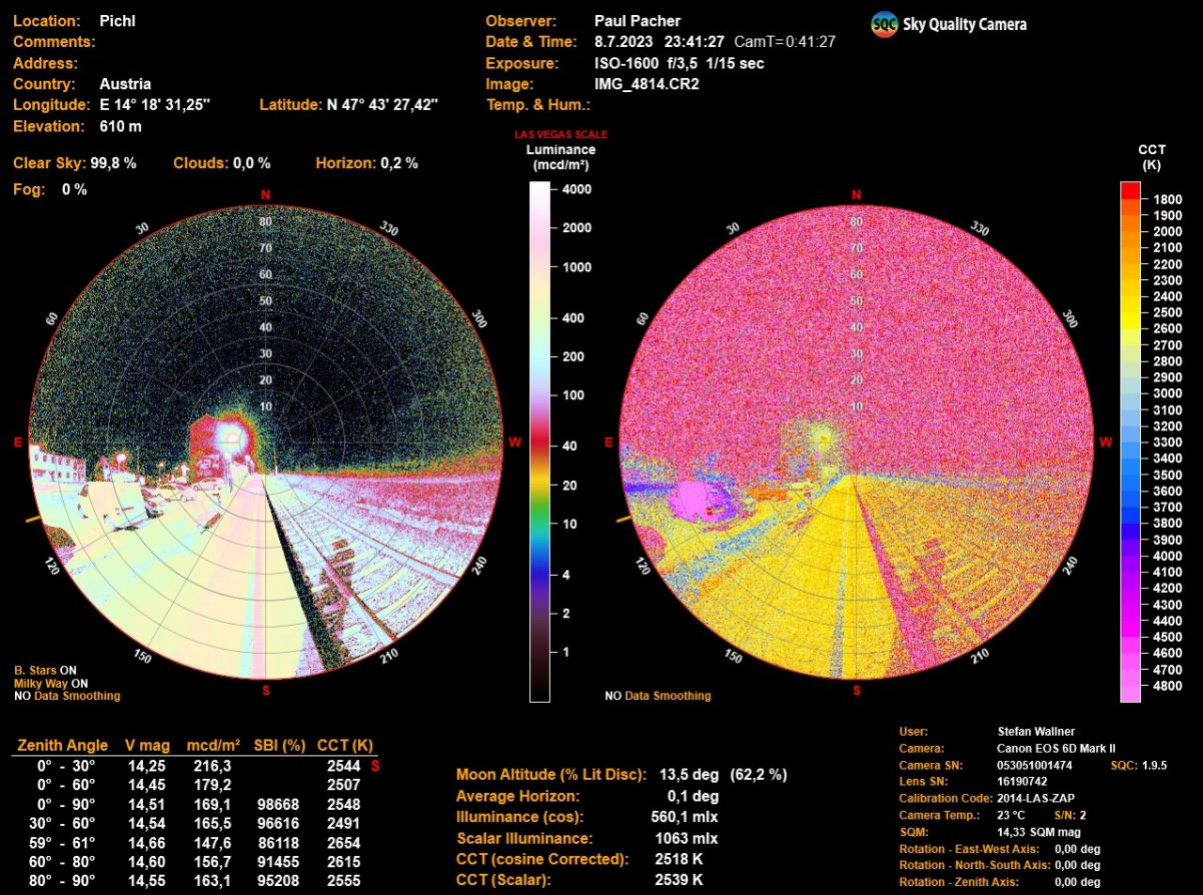


Abbildung 10 - Bahnhof Pichl

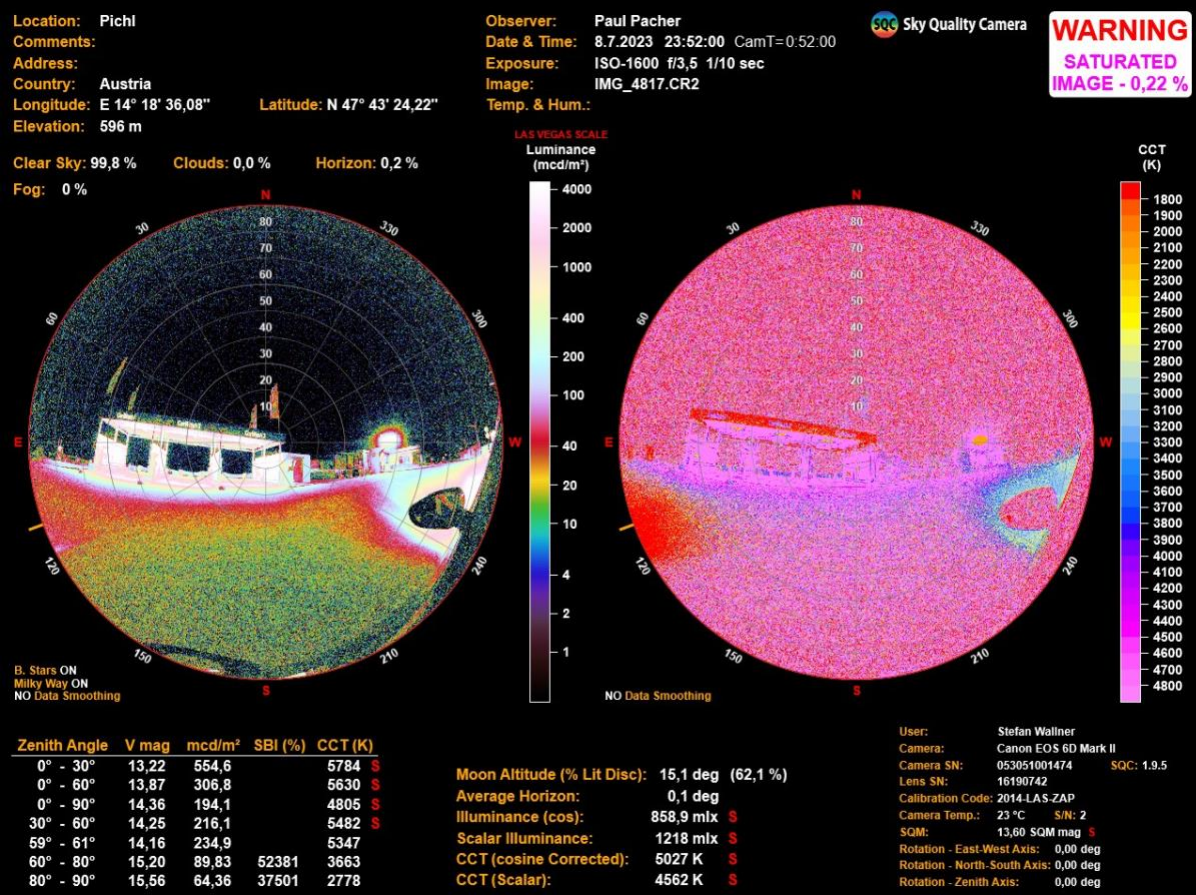


Abbildung 11 - Waschstraße Pichl; Punkte nach Liste 3

3.6 | Windischgarsten

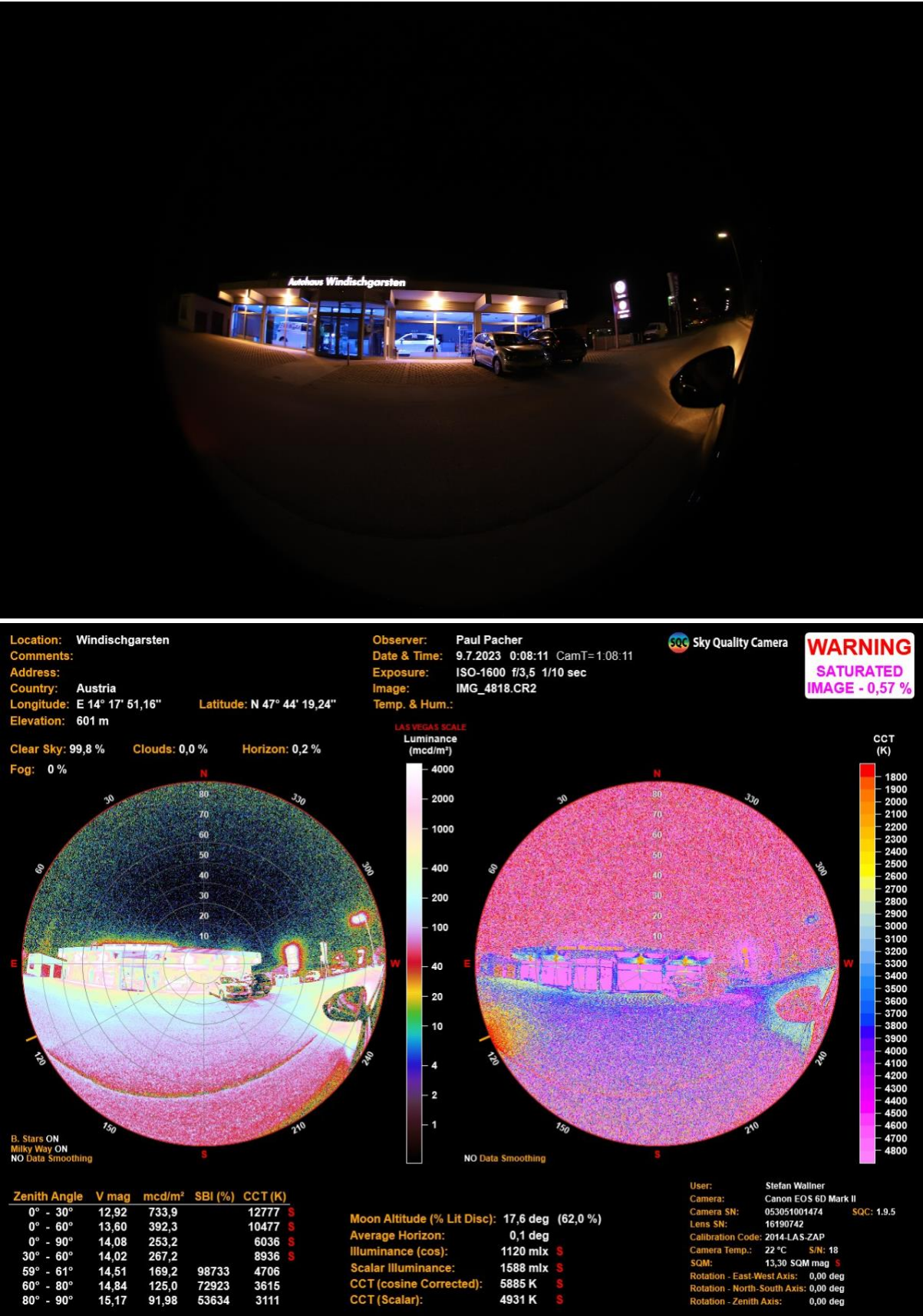
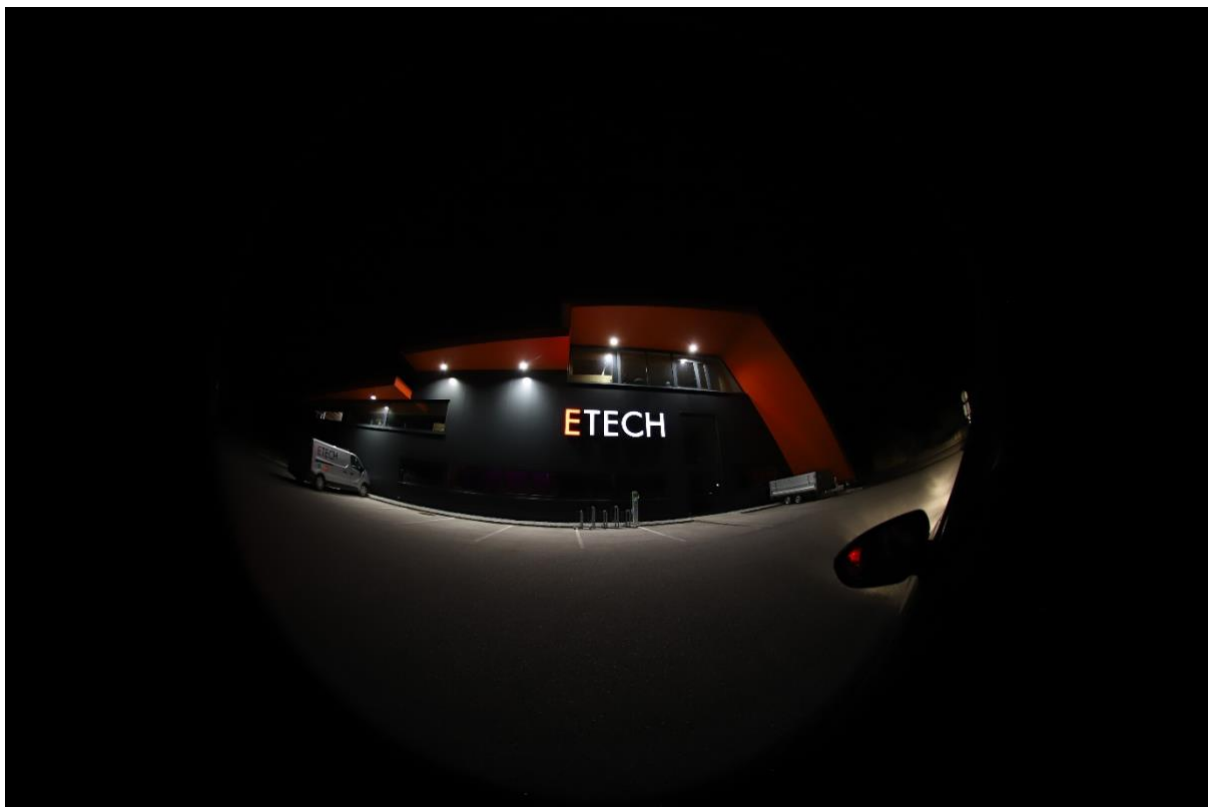


Abbildung 12 - Autohaus Windischgarsten; Punkte laut Liste: 3



Location: Windischgarsten

Comments:

Address:

Country: Austria

Longitude: E 14° 18' 53,69"

Latitude: N 47° 43' 23,35"

Elevation: 607 m

Observer: Paul Pacher

Date & Time: 9.7.2023 0:11:11 CamT= 1:11:11

Exposure: ISO-1600 f/3,5 1/15 sec

Image: IMG_4820.CR2

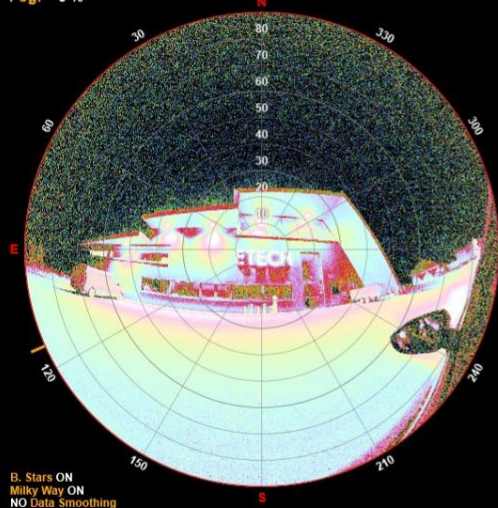
Temp. & Hum.:

Sky Quality Camera

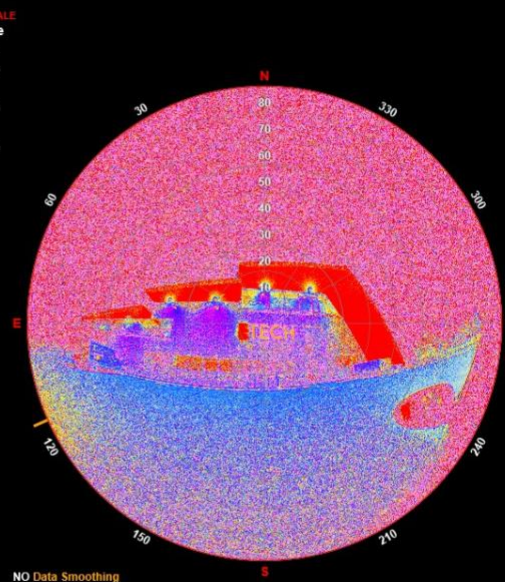
WARNING
SATURATED
IMAGE - 0,23 %

Clear Sky: 99,8 % Clouds: 0,0 % Horizon: 0,2 %

Fog: 0 %



LAS VEGAS SCALE
Luminance
(mcd/m²)



CCT
(K)



Zenith Angle	V mag	mcd/m²	SBI (%)	CCT (K)
0° - 30°	12,99	684,9	3118	S
0° - 60°	13,59	396,4	3136	S
0° - 90°	13,99	274,5	3139	S
30° - 60°	13,92	290,8	3145	
60° - 61°	14,30	205,6	3342	
60° - 80°	14,40	187,4	3156	
80° - 90°	15,26	85,22	49690	3108

Moon Altitude (% Lit Disc): 18,1 deg (62,0 %)
Average Horizon: 0,1 deg
Illuminance (cos): 1161 mlx S
Scalar Illuminance: 1723 mlx S
CCT (cosine Corrected): 2863 K S
CCT (Scalar): 2954 K S

User: Stefan Wallner
Camera: Canon EOS 6D Mark II
Camera SN: 052051001474 SQC: 1.9.5
Lens SN: 16190742
Calibration Code: 2014-LAS-ZAP
Camera Temp.: 23 °C S/N: 14
SQM: 13,29 SQM mag S
Rotation - East-West Axis: 0,00 deg
Rotation - North-South Axis: 0,00 deg
Rotation - Zenith Axis: 0,00 deg

Abbildung 13 - Etech Windischgarsten; Punkte laut Liste: 7

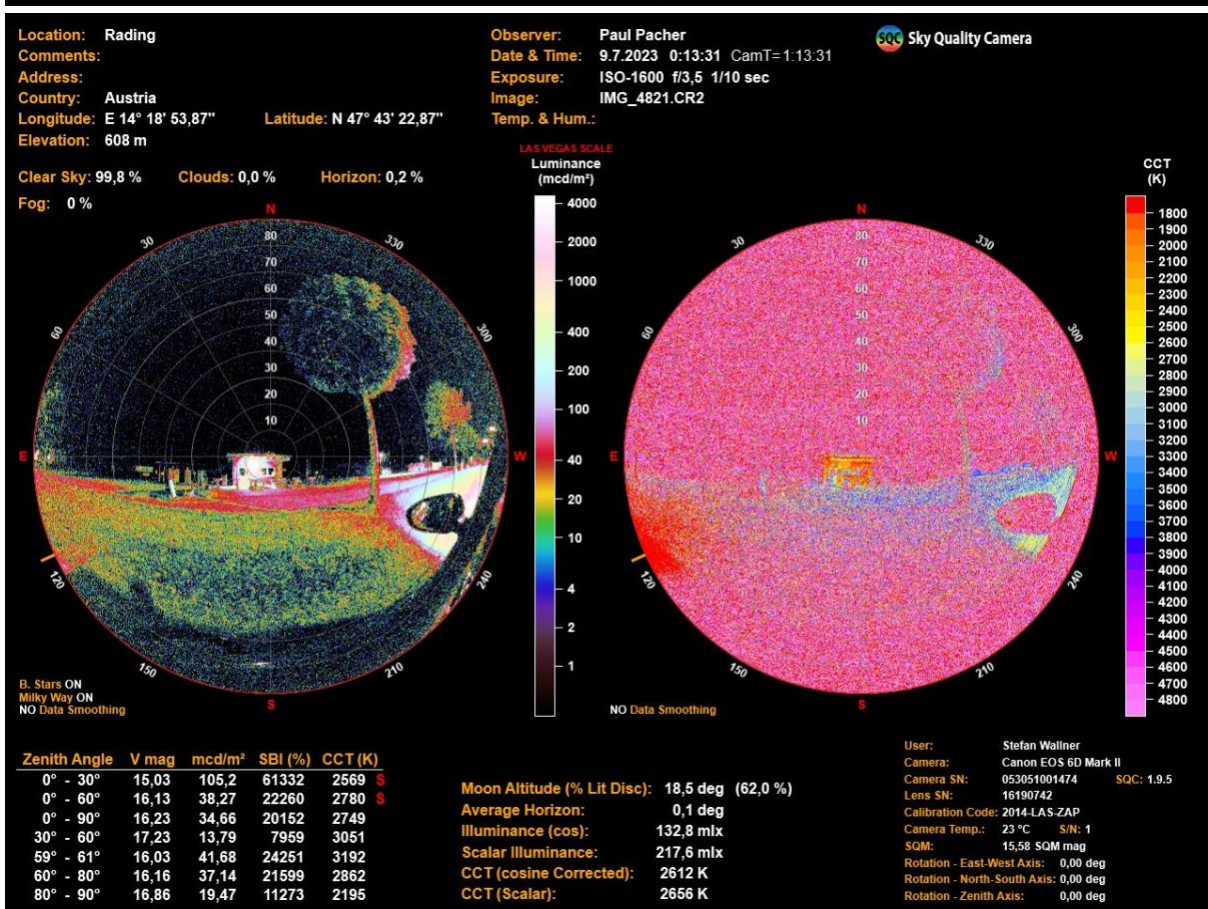


Abbildung 14 – Eingangsbeleuchtung Windischgarsten

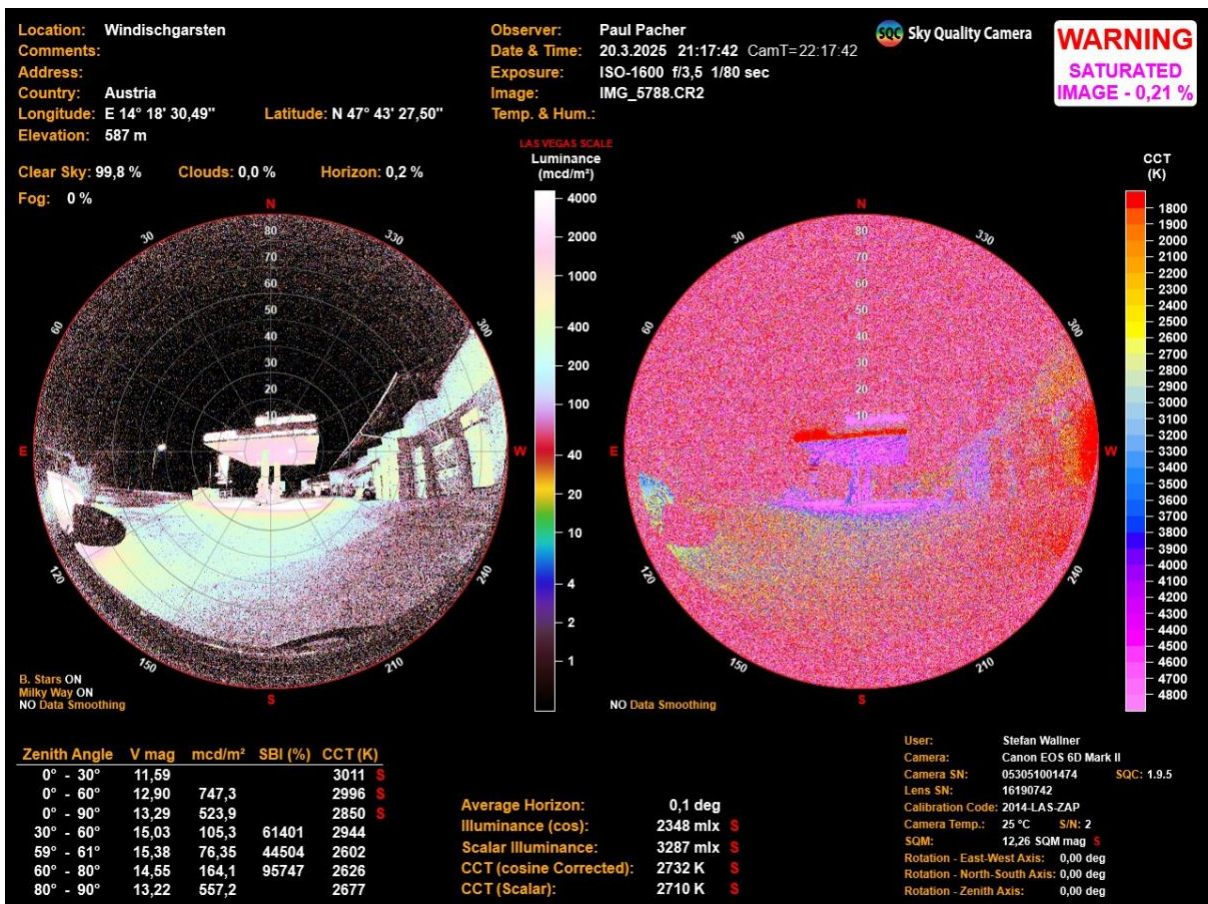


Abbildung 15 - Genol Windischgarsten; Punkte nach Liste: 6

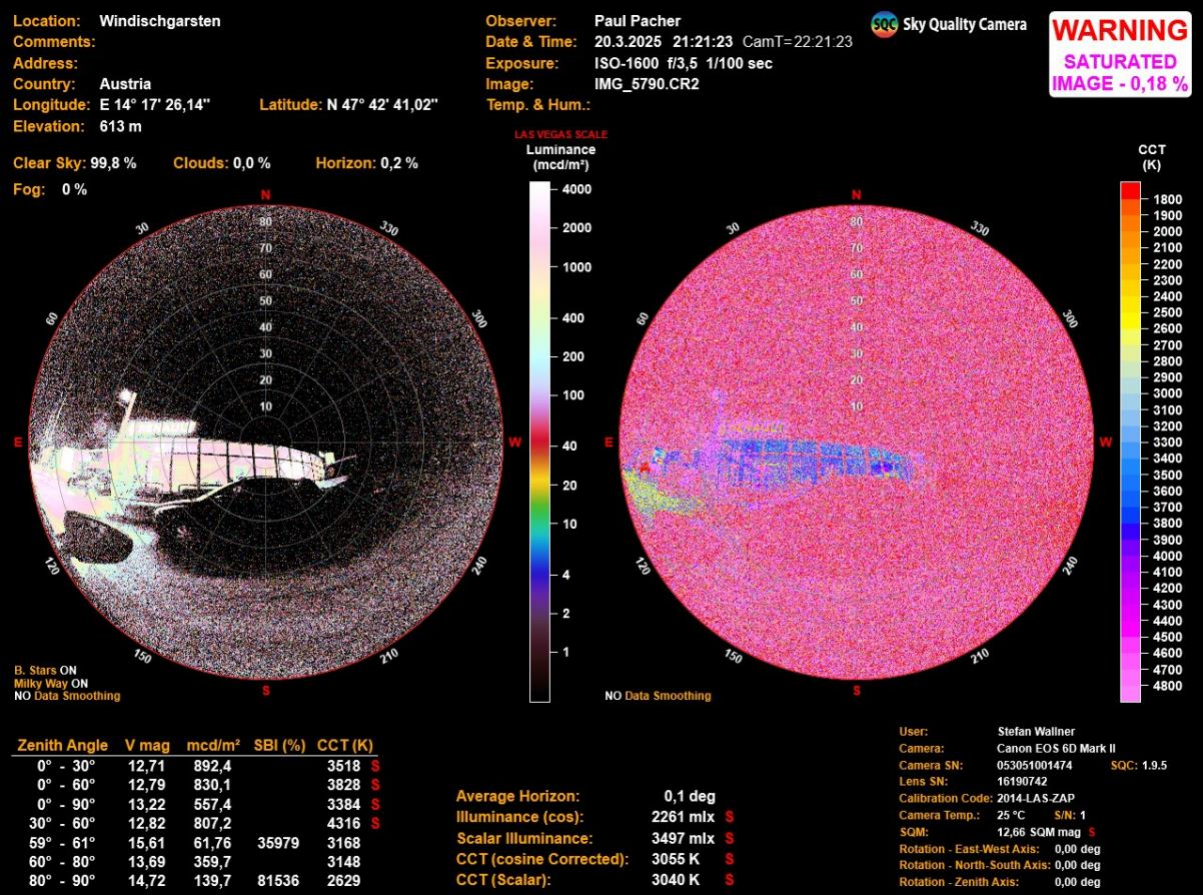


Abbildung 16 - Renault Windischgarsten (Beleuchtetes Schild); Punkte nach Liste: 3

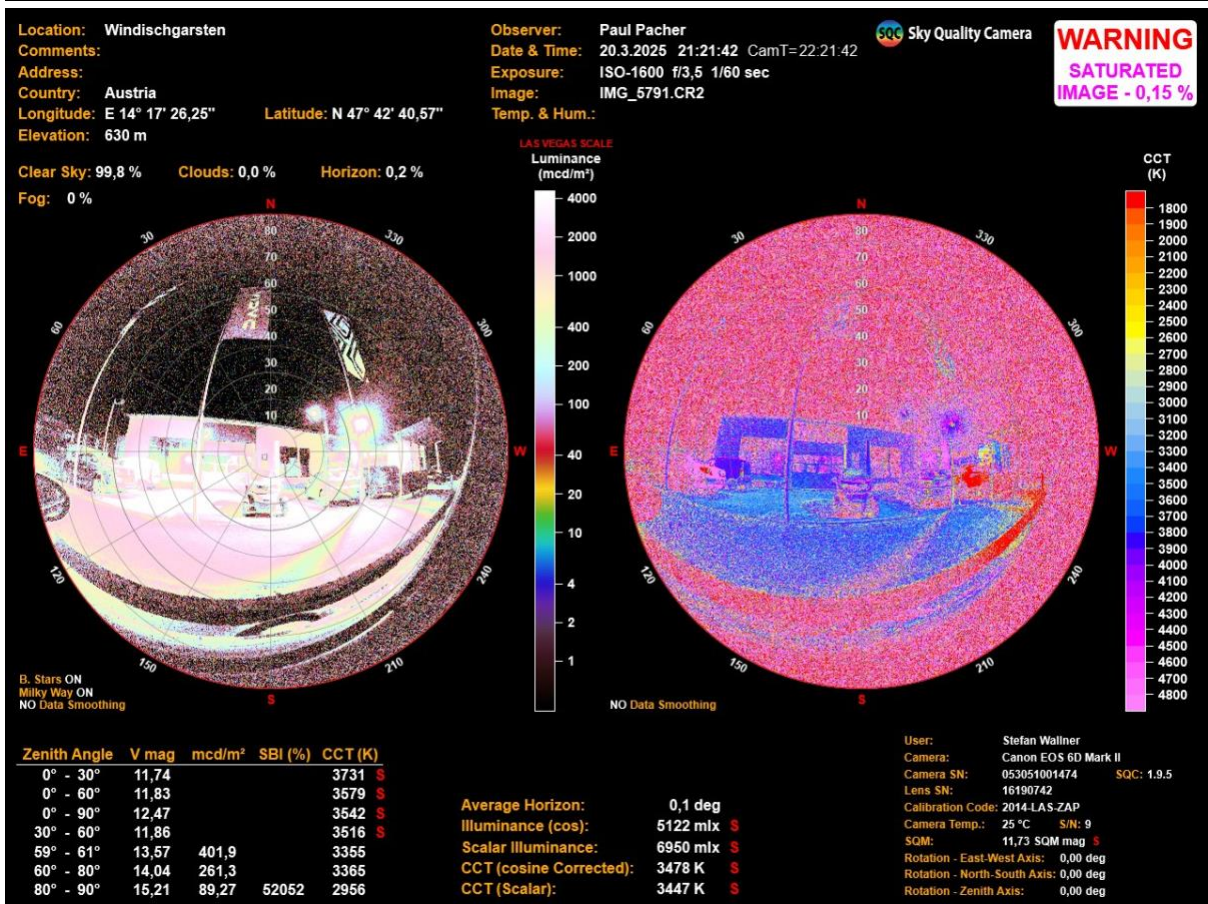


Abbildung 17 - Renault Windischgarsten (Beleuchtung Autos/Schild); Punkte nach Liste: 3

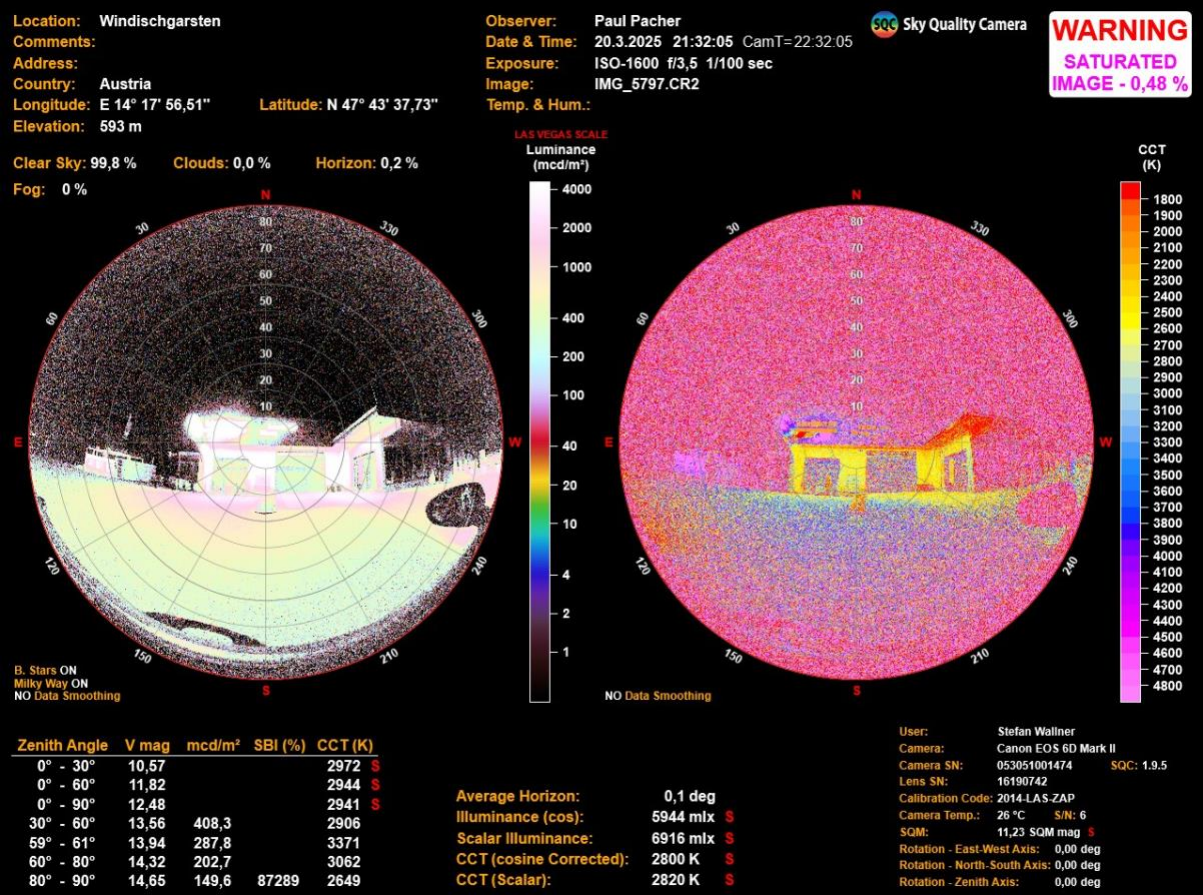
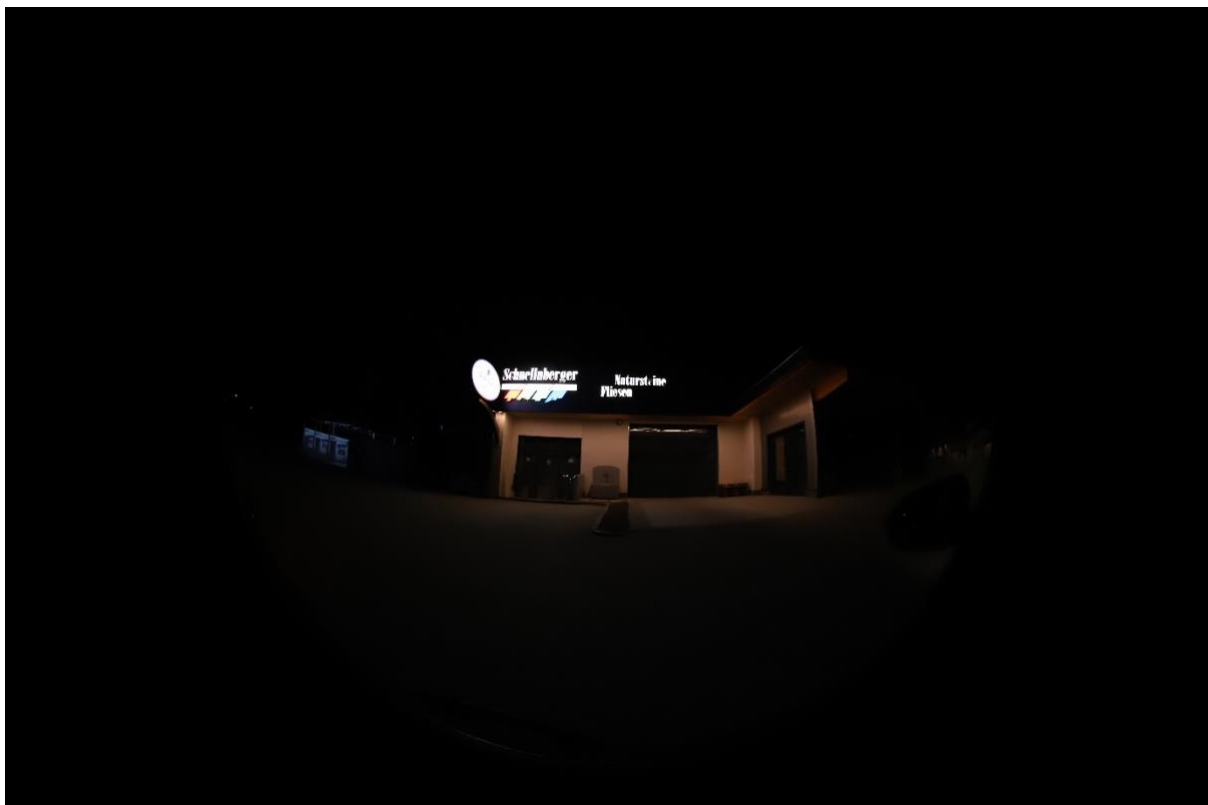


Abbildung 18 - Schnellberger Windischgarsten; Punkte nach Liste: 7

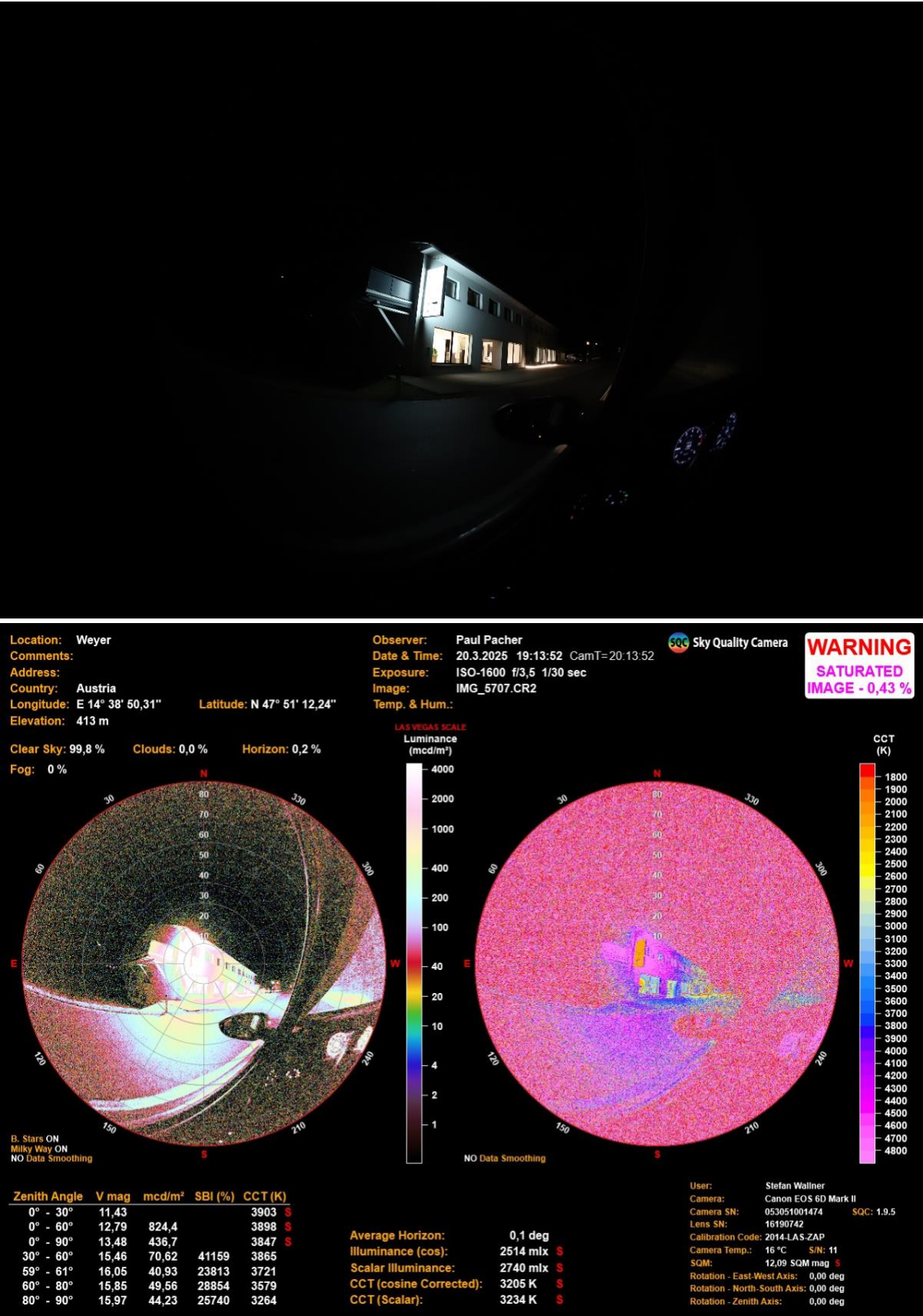


Abbildung 19 - Installateur Weyer; Punkte nach Liste: 4

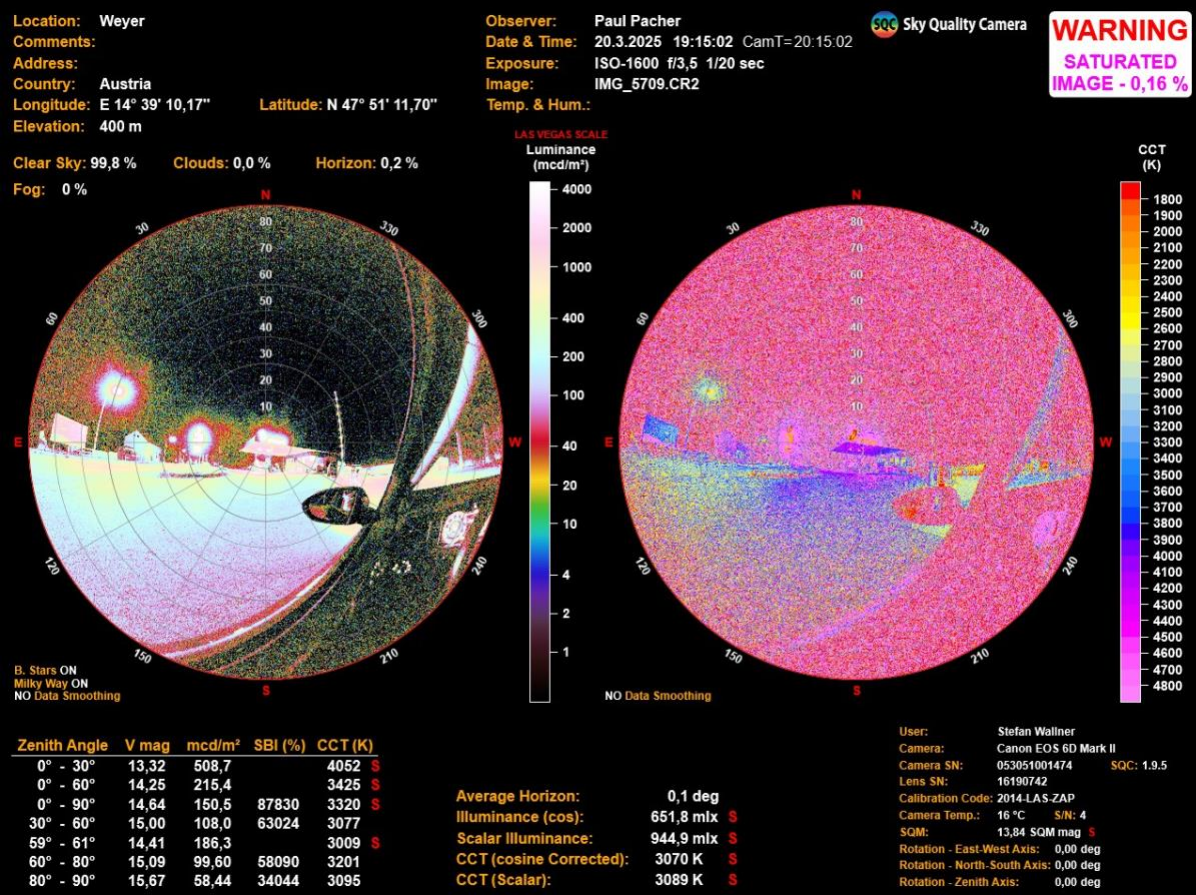


Abbildung 20 - Tankstelle Weyer; Punkte nach Liste: 5

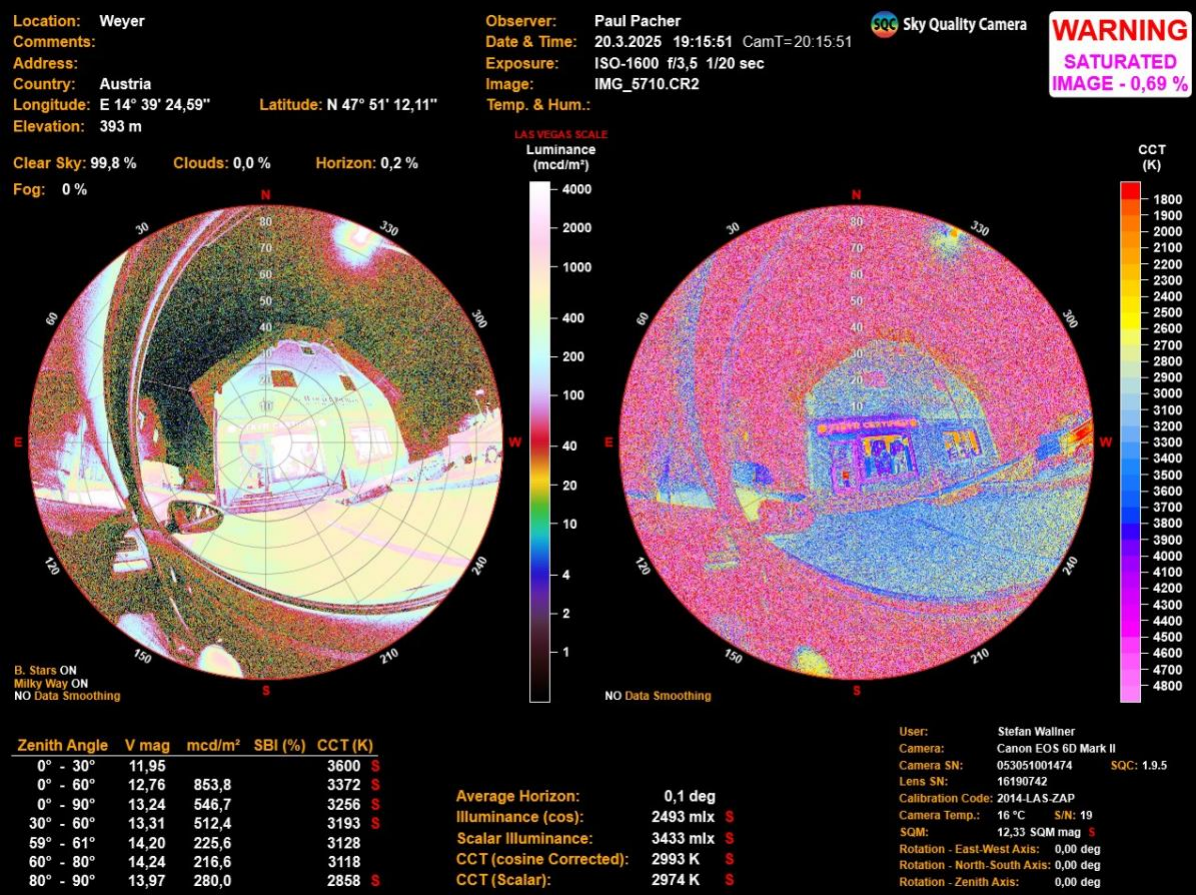


Abbildung 21 - Steyr Certified; Punkte nach Liste: 5

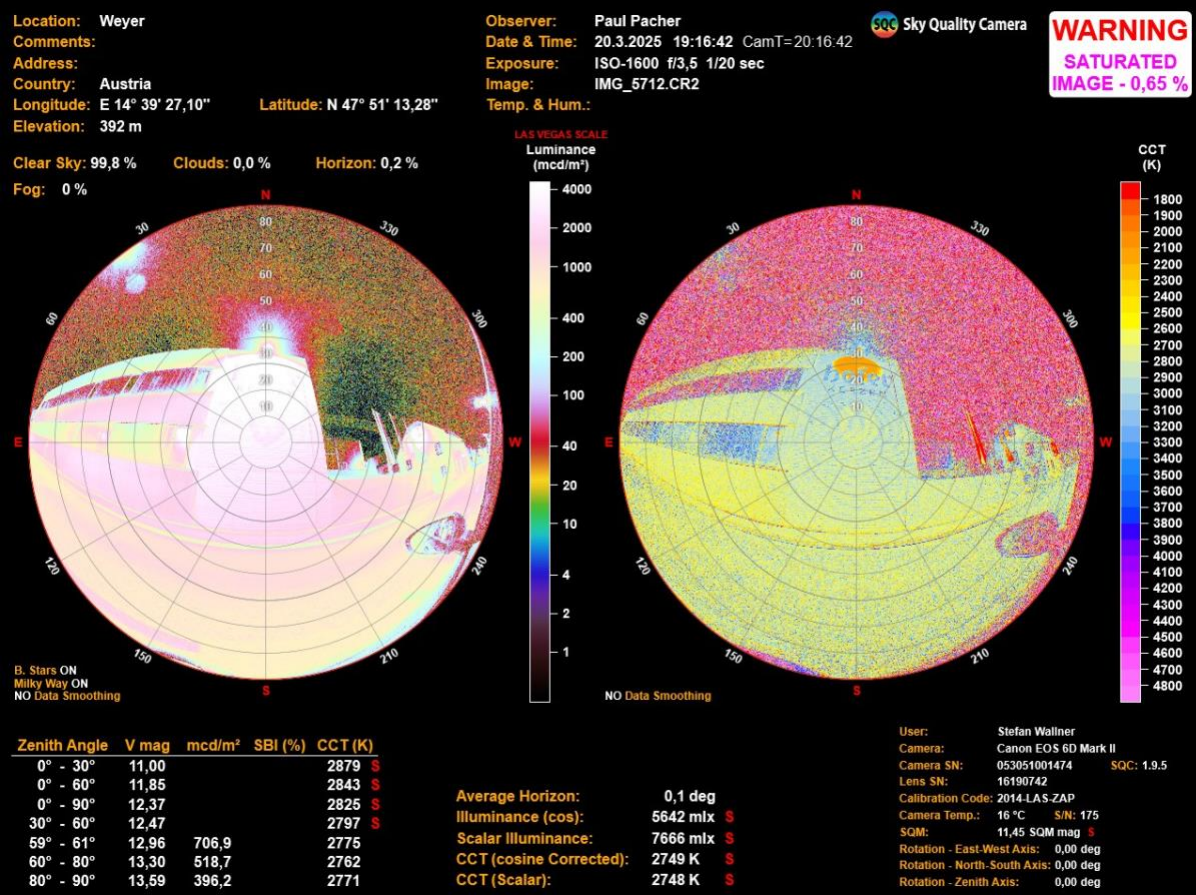


Abbildung 22 - Hofer Kerzen; Punkte nach Liste: 5

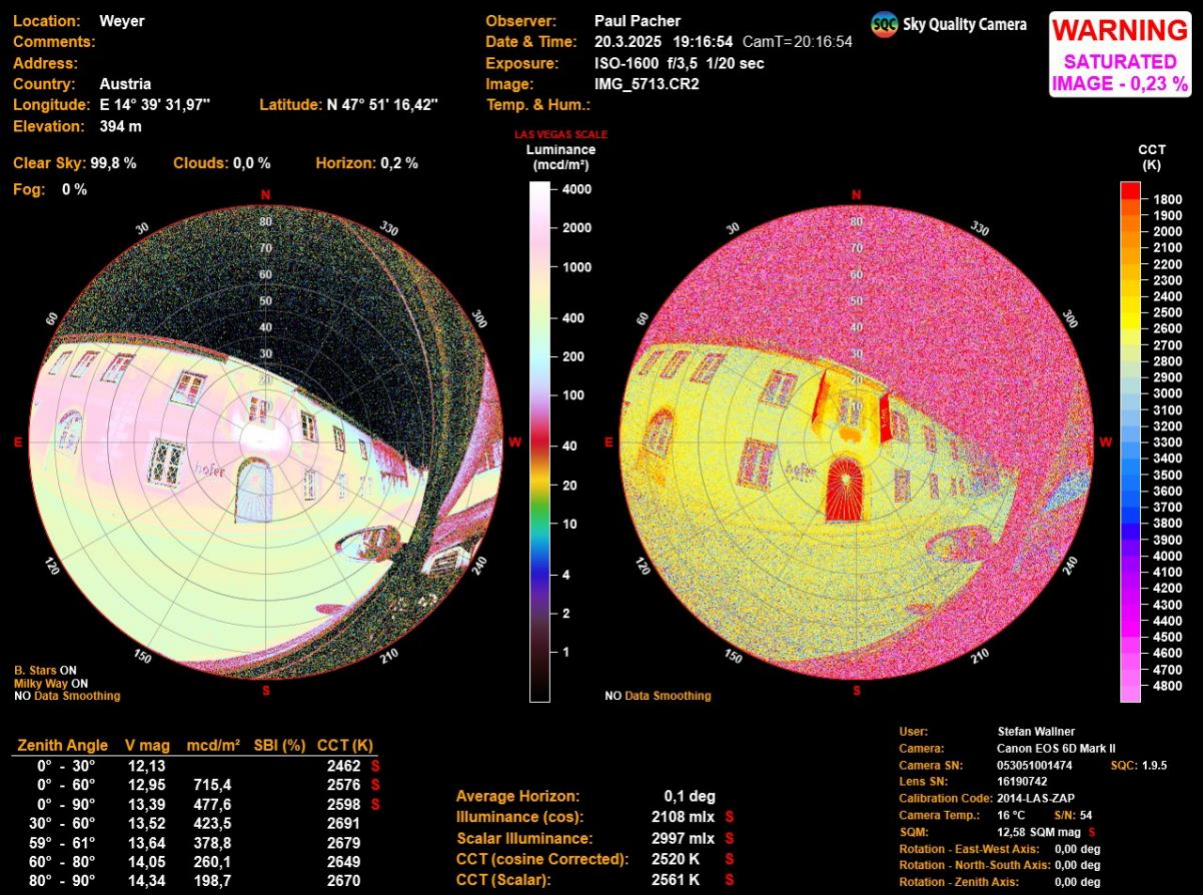


Abbildung 23 - Hofer Kerzen; Punkte nach Liste: 1

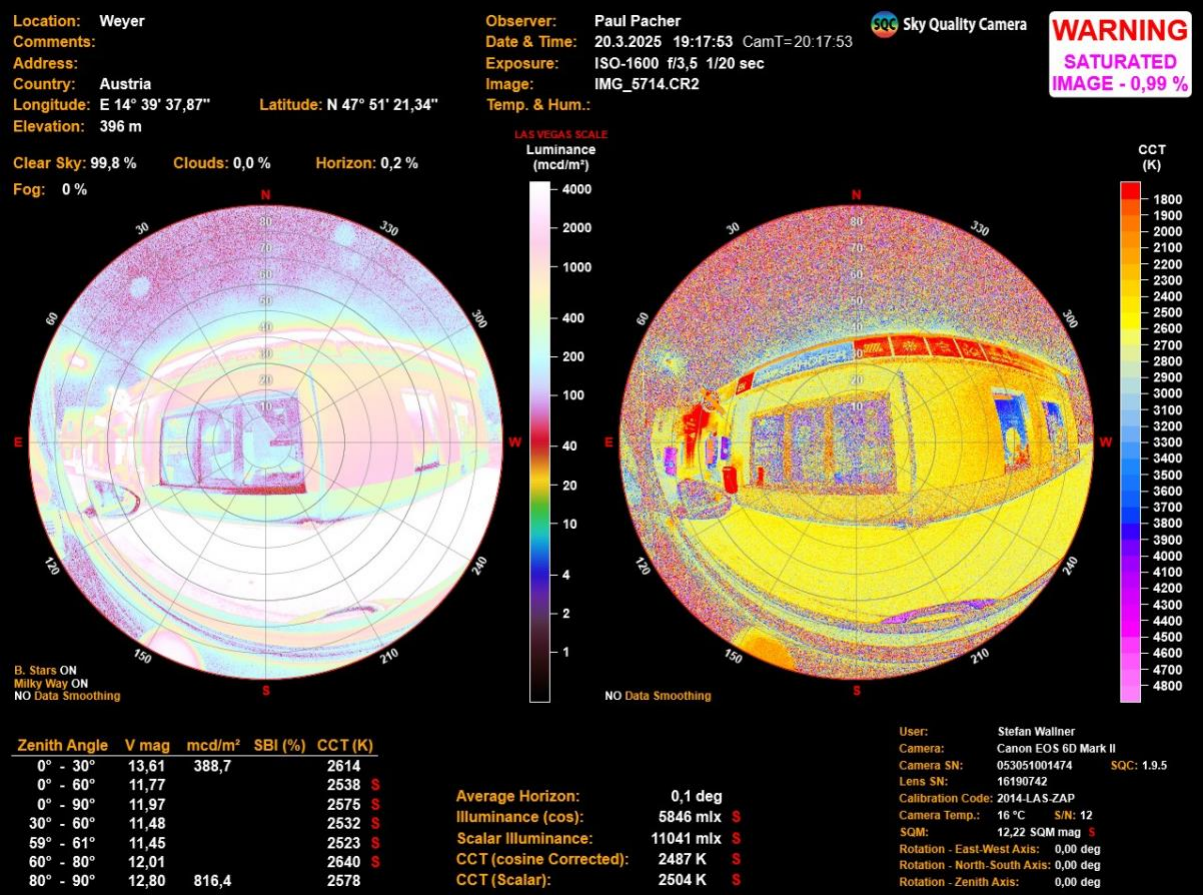


Abbildung 24 – Trafik Eingangsbeleuchtung

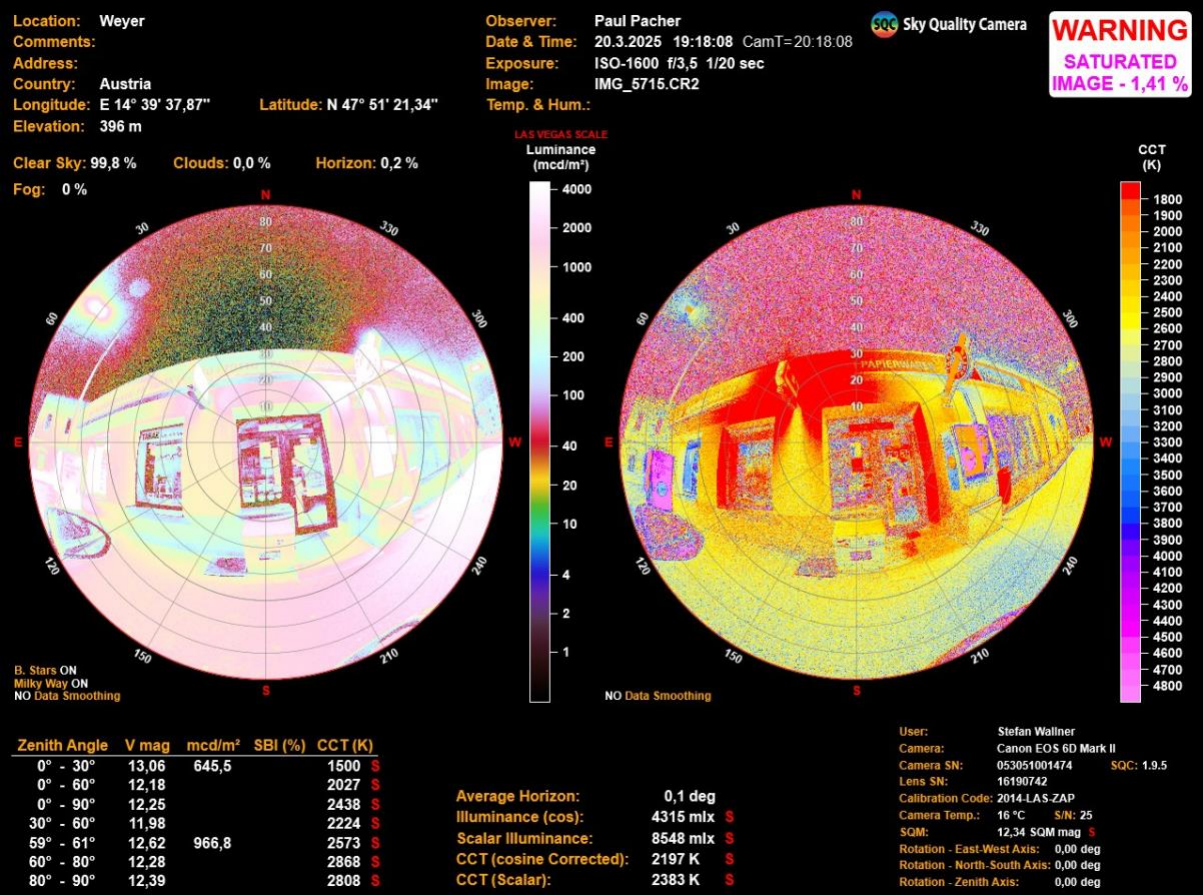


Abbildung 25 - Trafik Weyer (Beleuchtete Schilder); Punkte nach Liste: 3

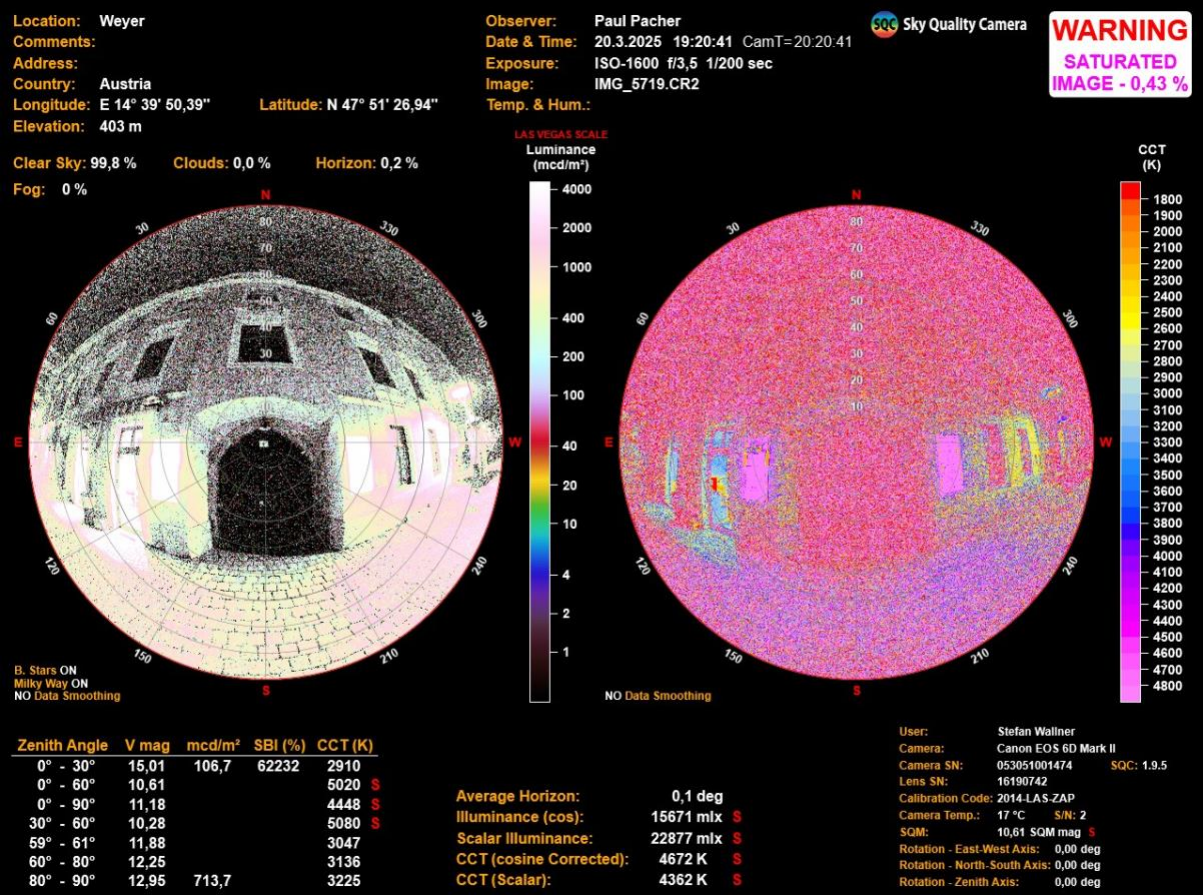


Abbildung 26 - Tierarzt und Markt Weyer; Punkte nach Liste: 5

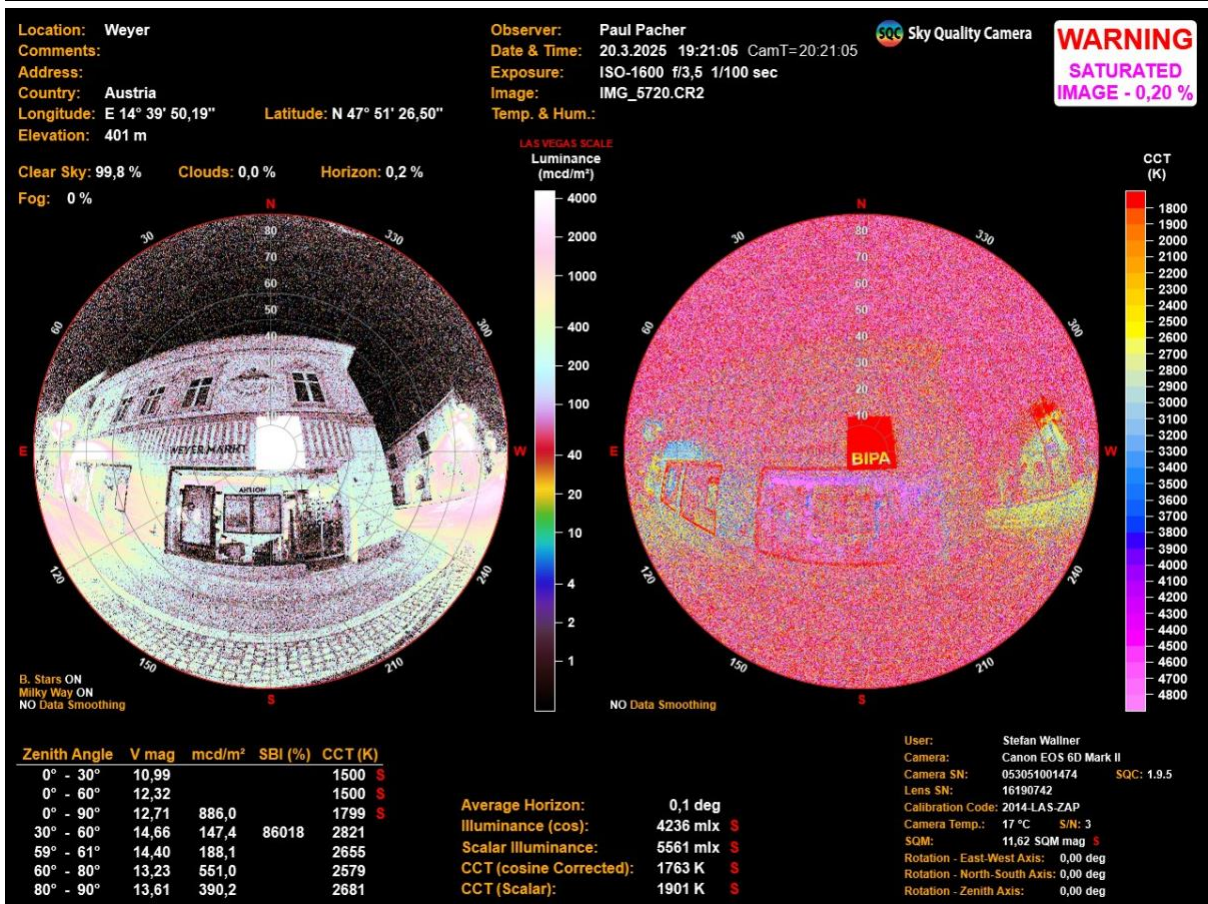


Abbildung 27 - BIPA Weyer; Punkte nach Liste: 5

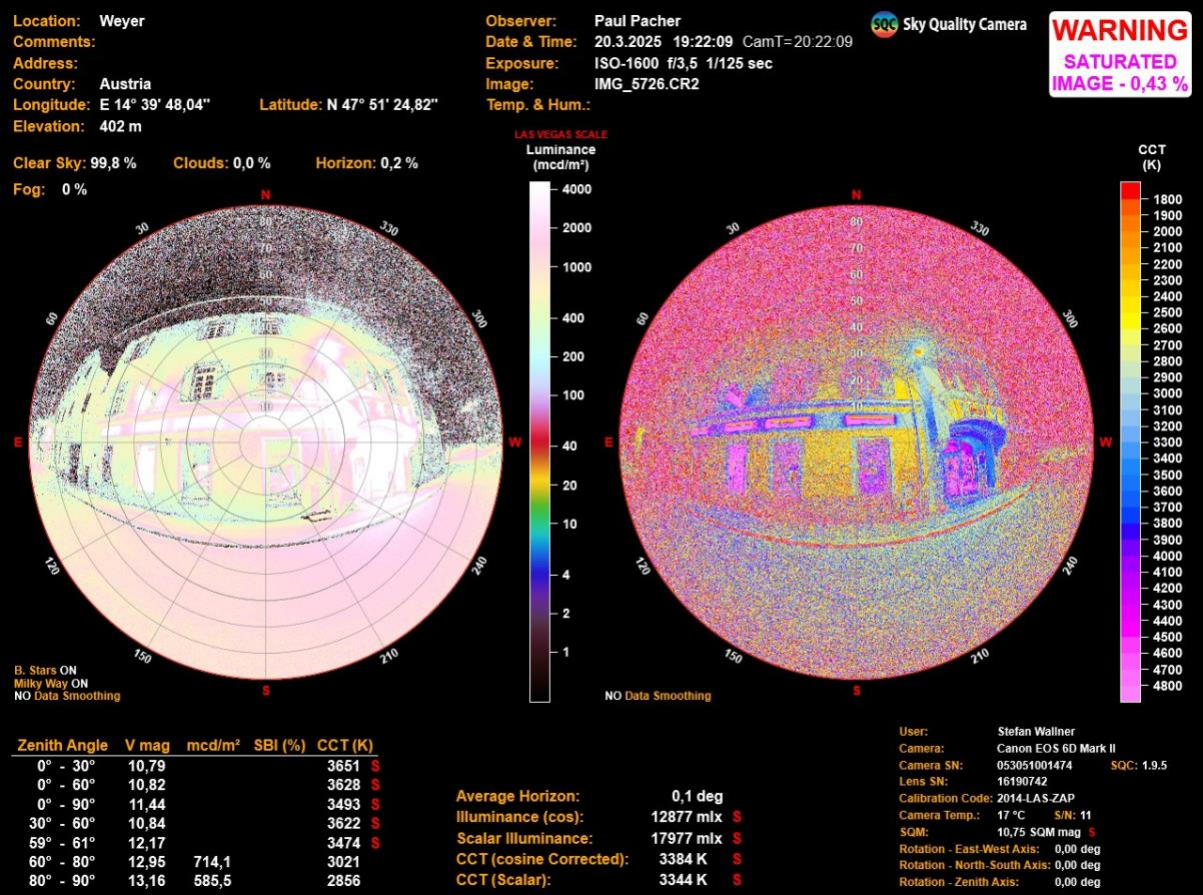


Abbildung 28 – Hartlauer Weyer; Punkte nach Liste: 7

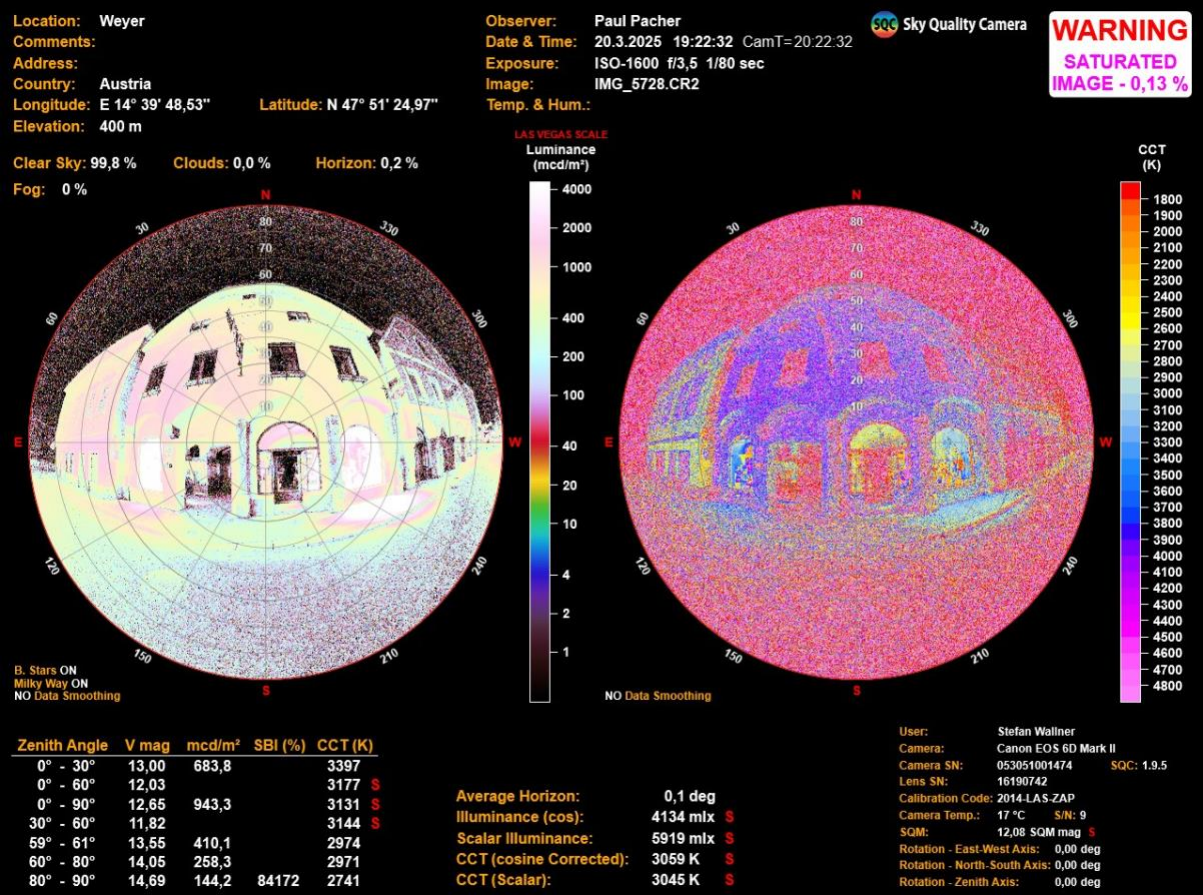


Abbildung 29 – Schaufensterbeleuchtung Weyer

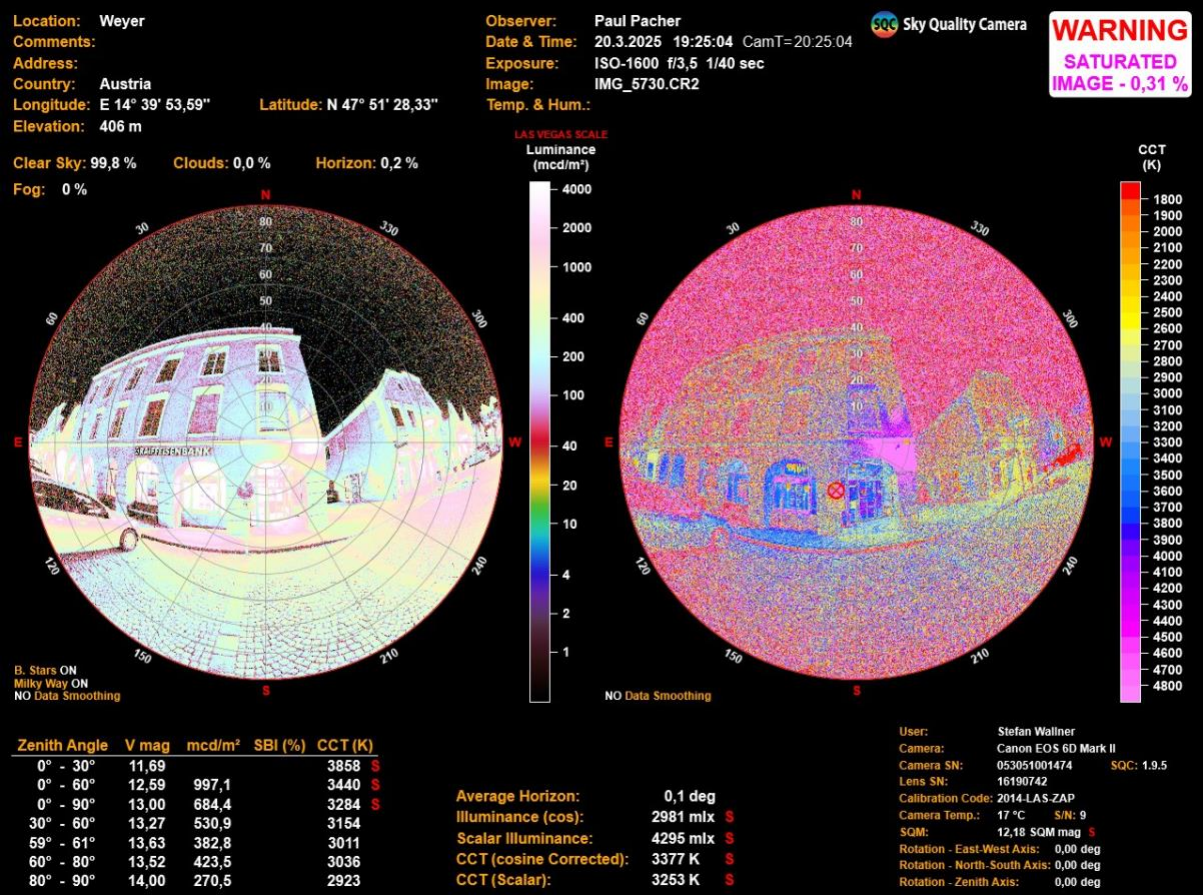


Abbildung 30 - Polizei und Bank Weyer (Beleuchtetes Schild); Punkte nach Liste: 6

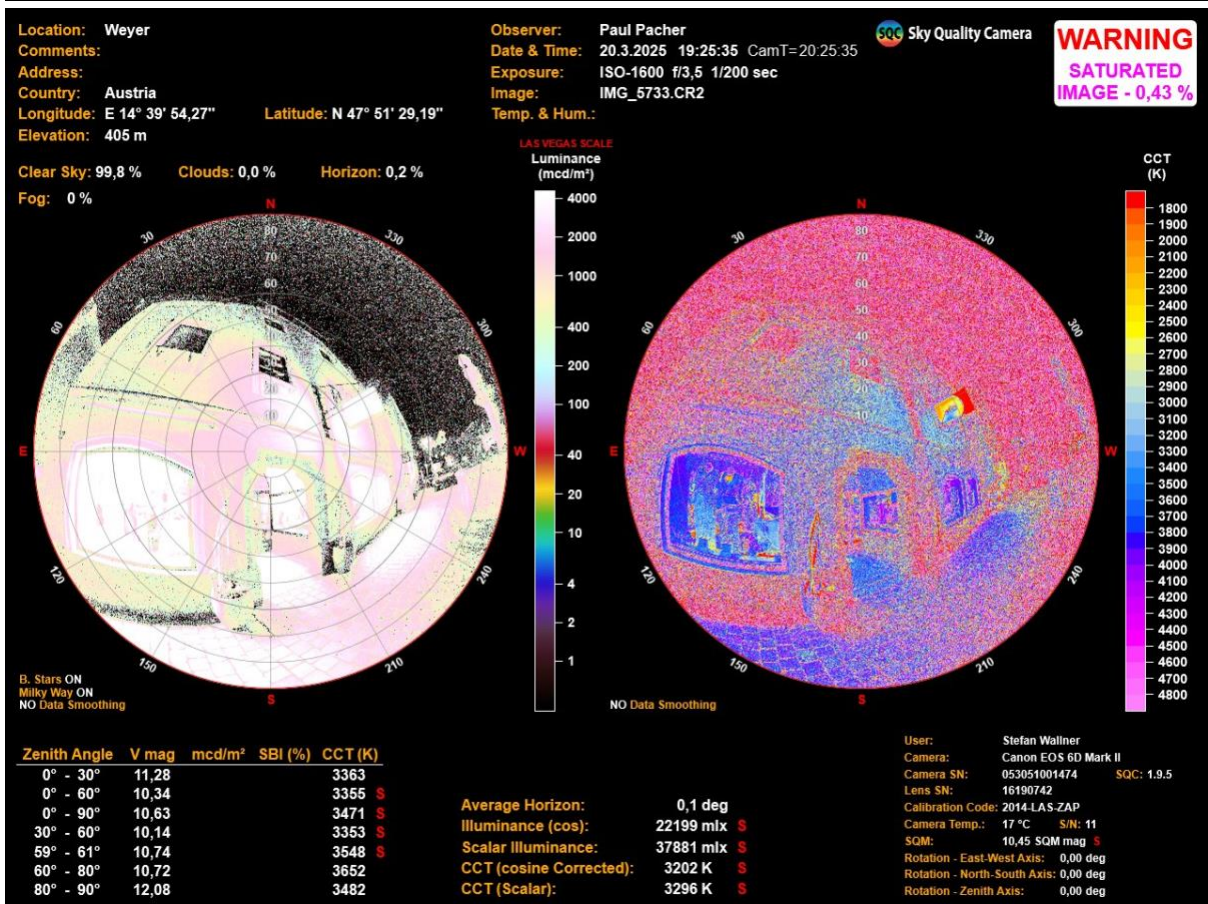


Abbildung 31 – Geschäft Sabine Weyer (Beleuchtetes Schild); Punkte nach Liste: 3

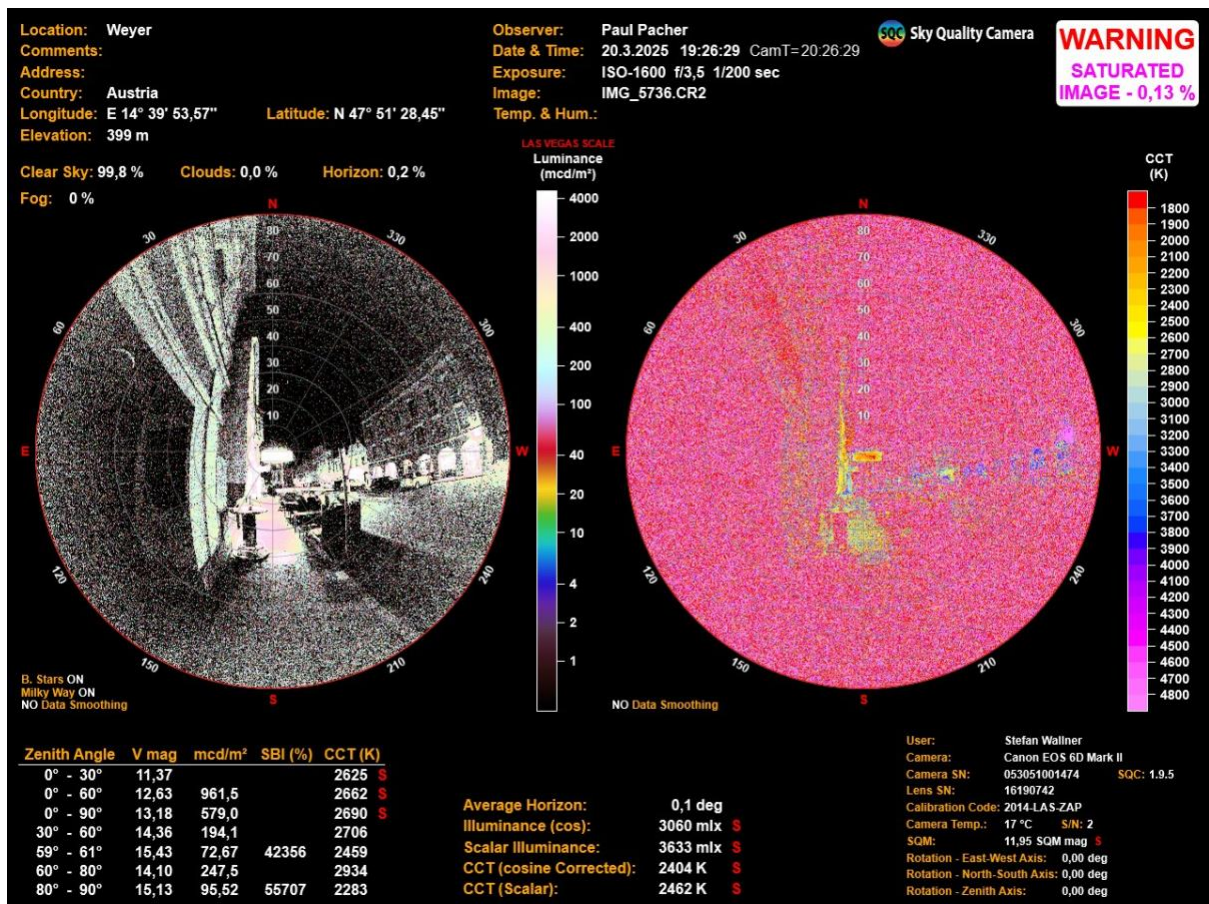


Abbildung 32 – Kebabgeschäft Weyer (Beleuchtetes Schild); Punkte nach Liste: 3

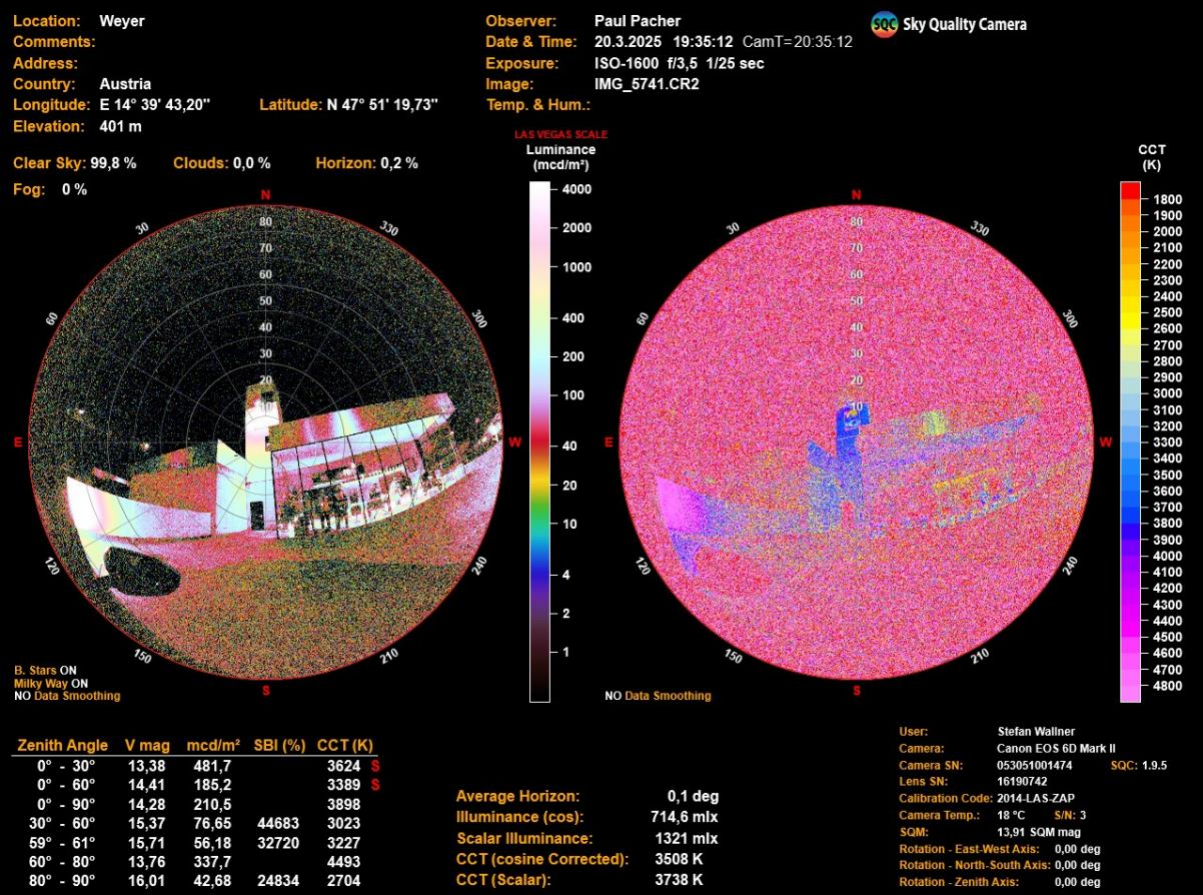


Abbildung 33 – Feuerwehr Weyer

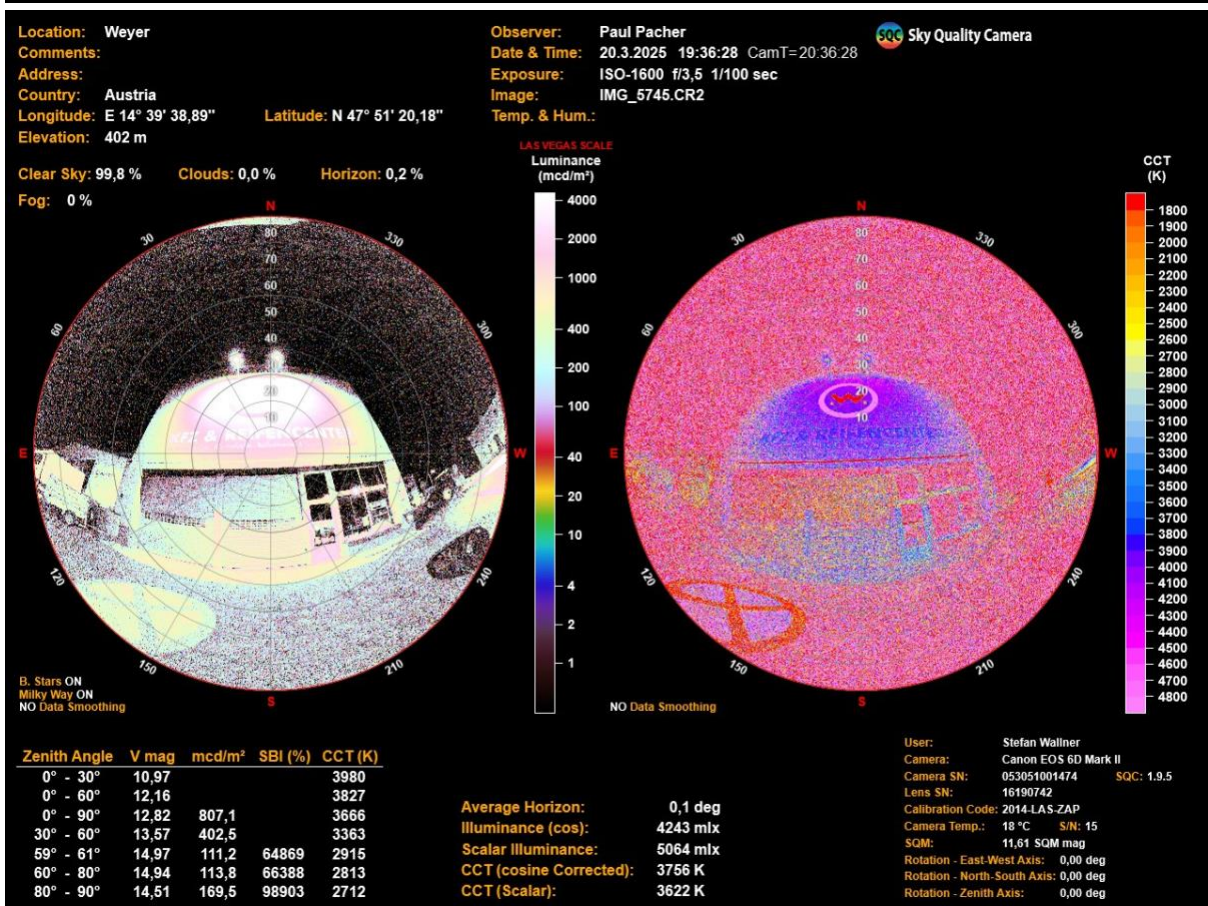


Abbildung 34 - Kfz und Reifencenter Weyer; Punkte nach Liste: 9

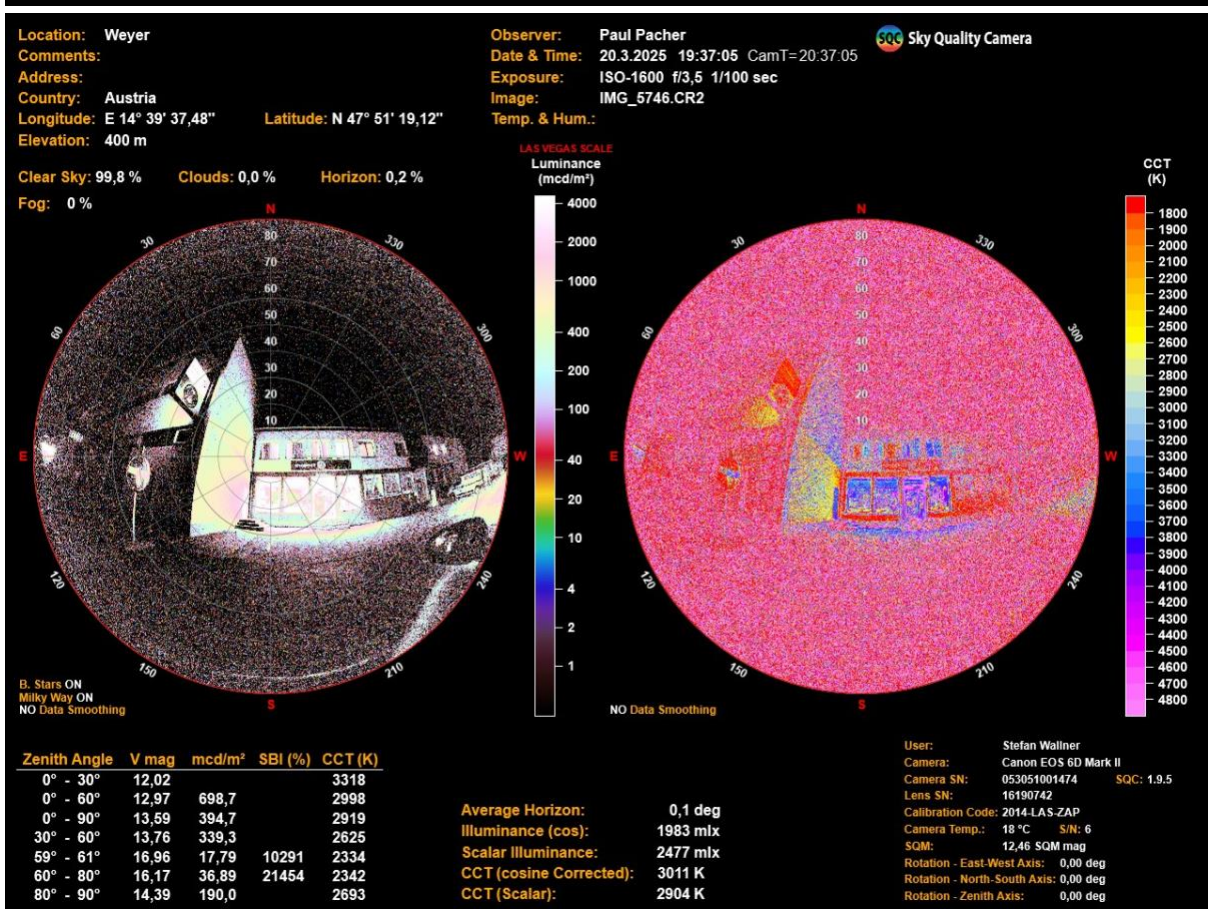
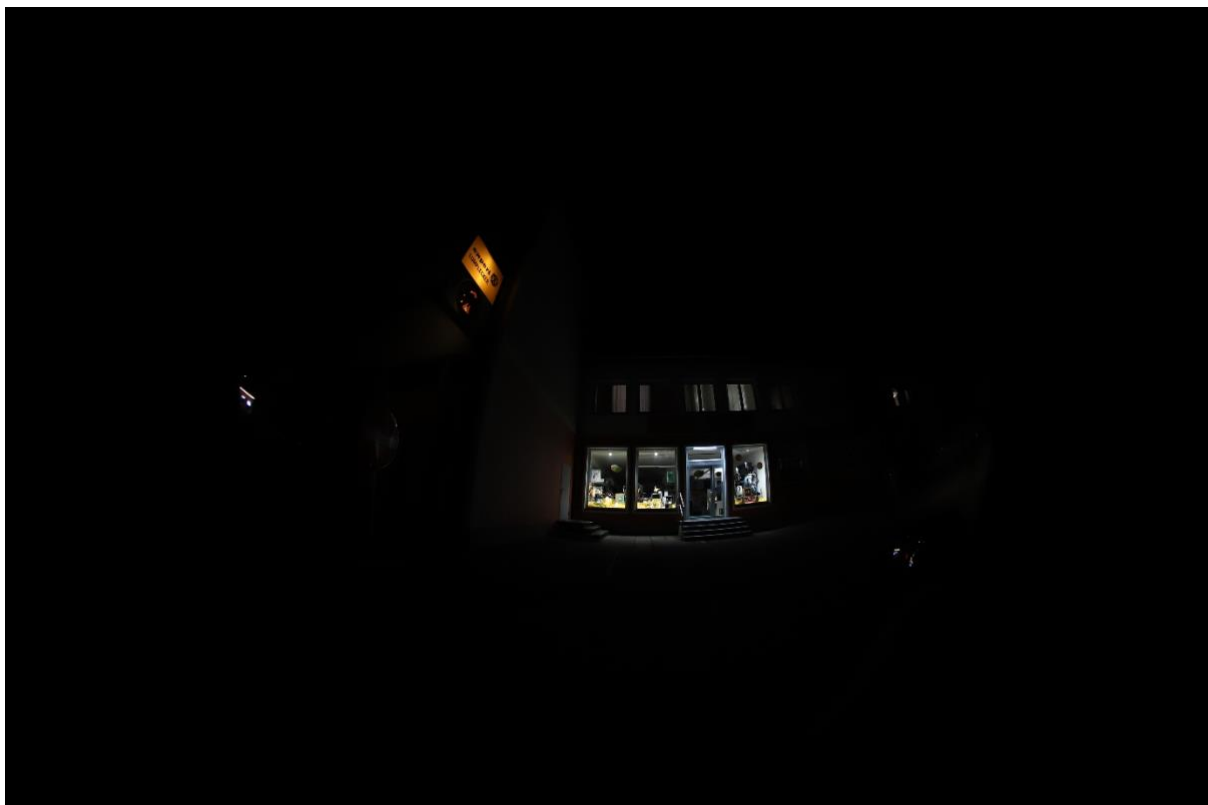


Abbildung 35 – expert (Beleuchtetes Schild); Punkte nach Liste: 3

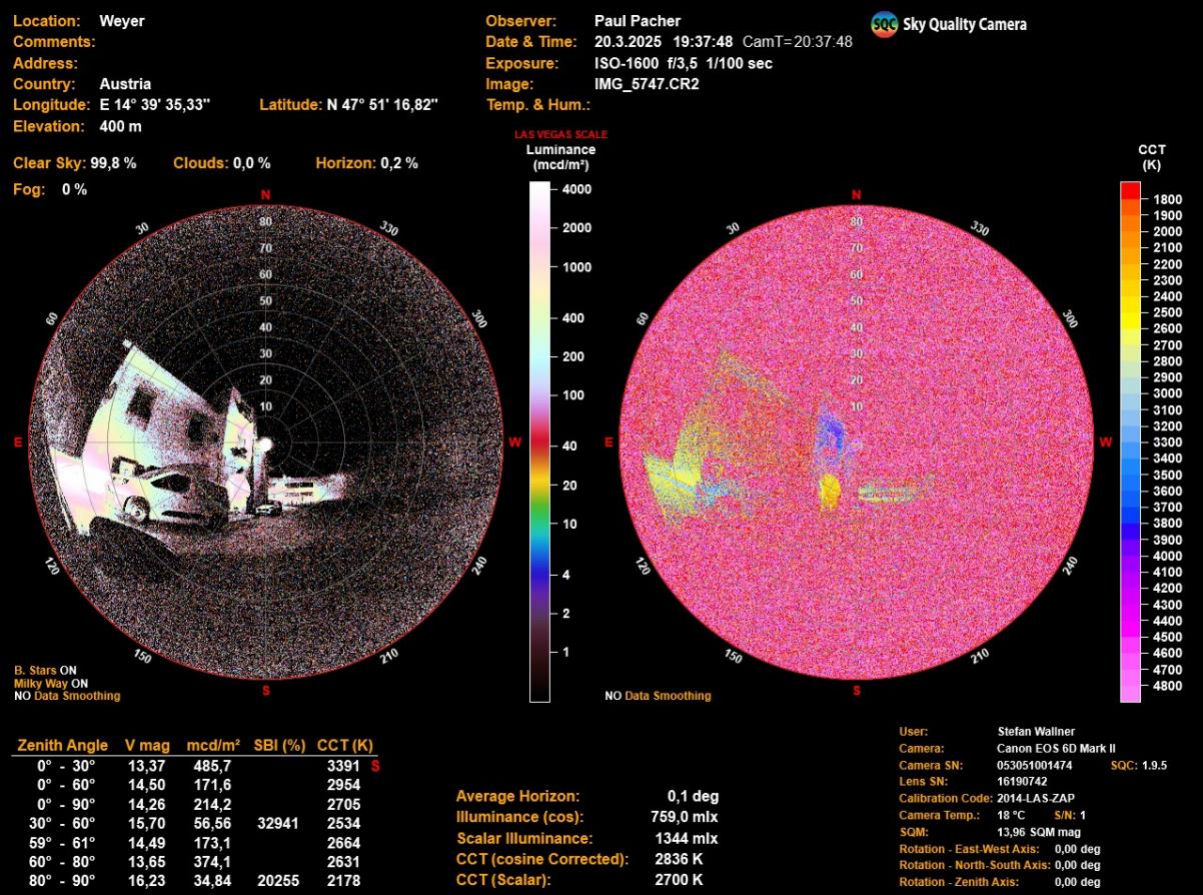


Abbildung 36 - Gemeindestuben Weyer; Punkte nach Liste: 5

3.7 | Großraming

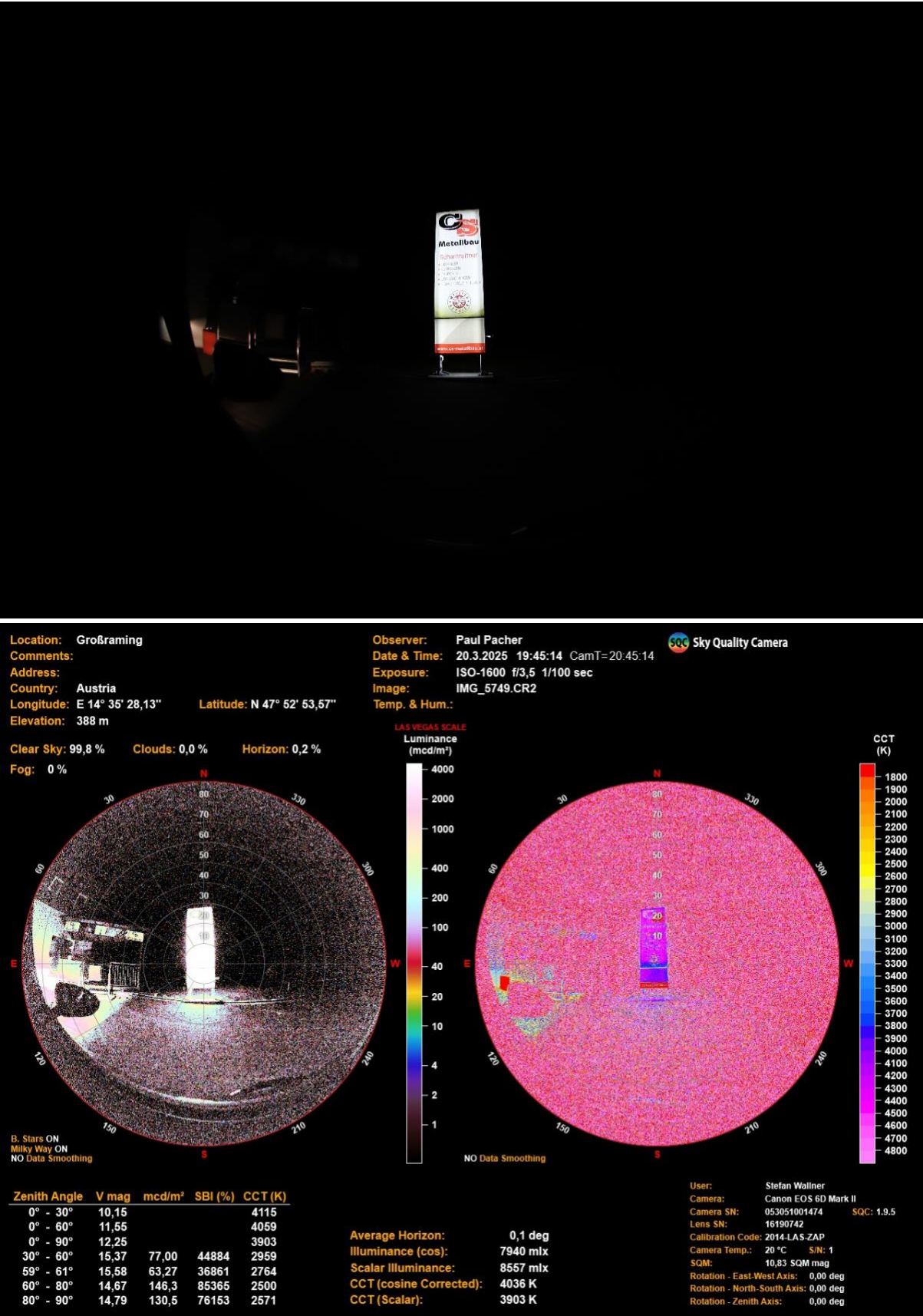


Abbildung 37 - Metallbau Großraming; Punkte nach Liste: 7

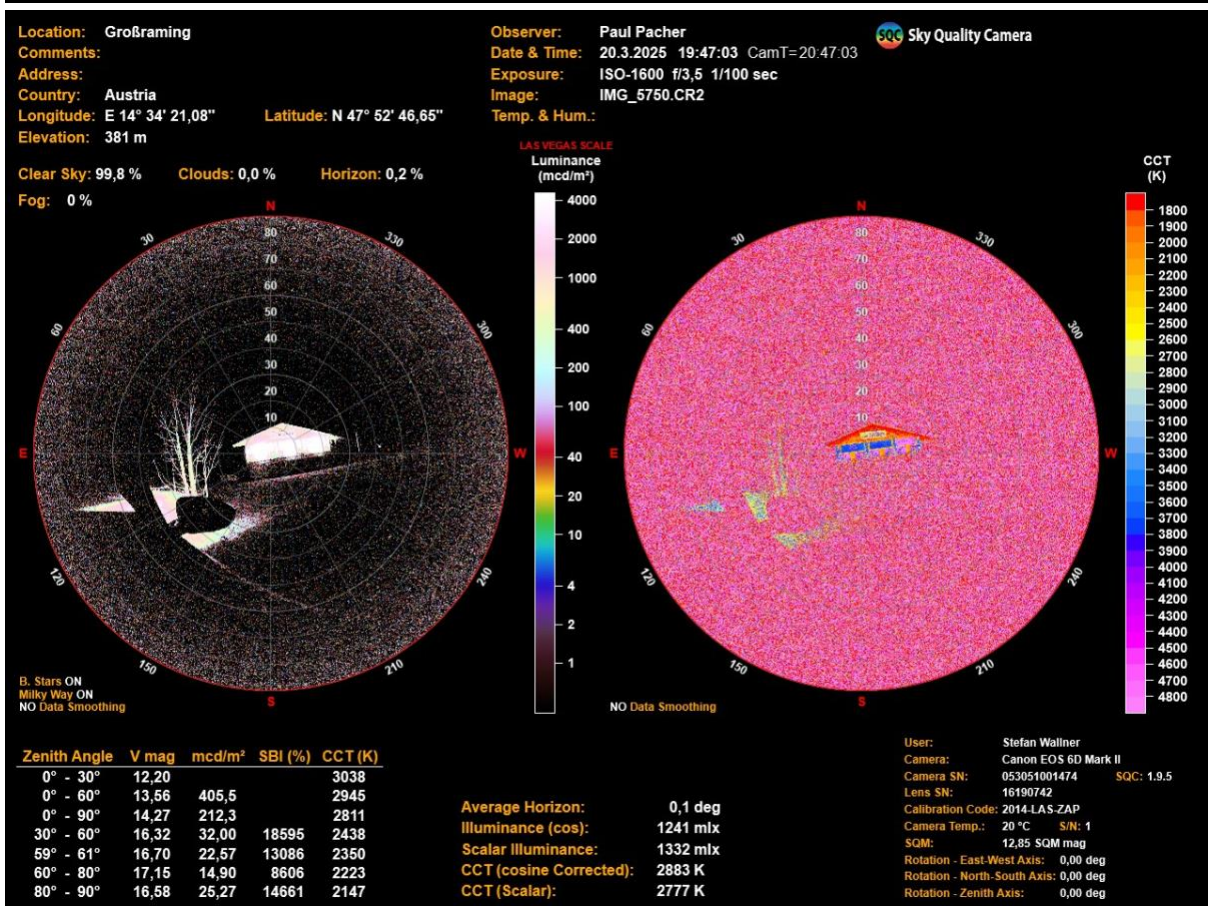
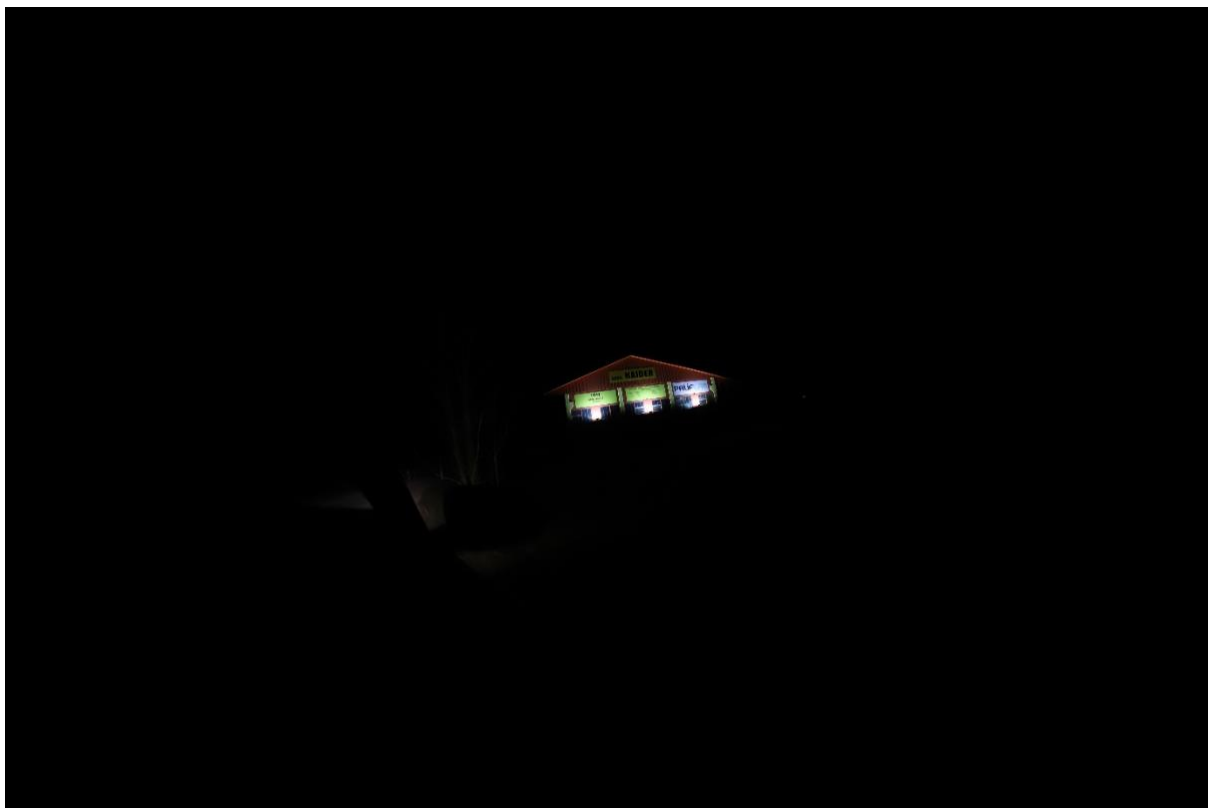


Abbildung 38 – Gewb. Haider Großraming (beleuchtete Schild); Punkte nach Liste: 1

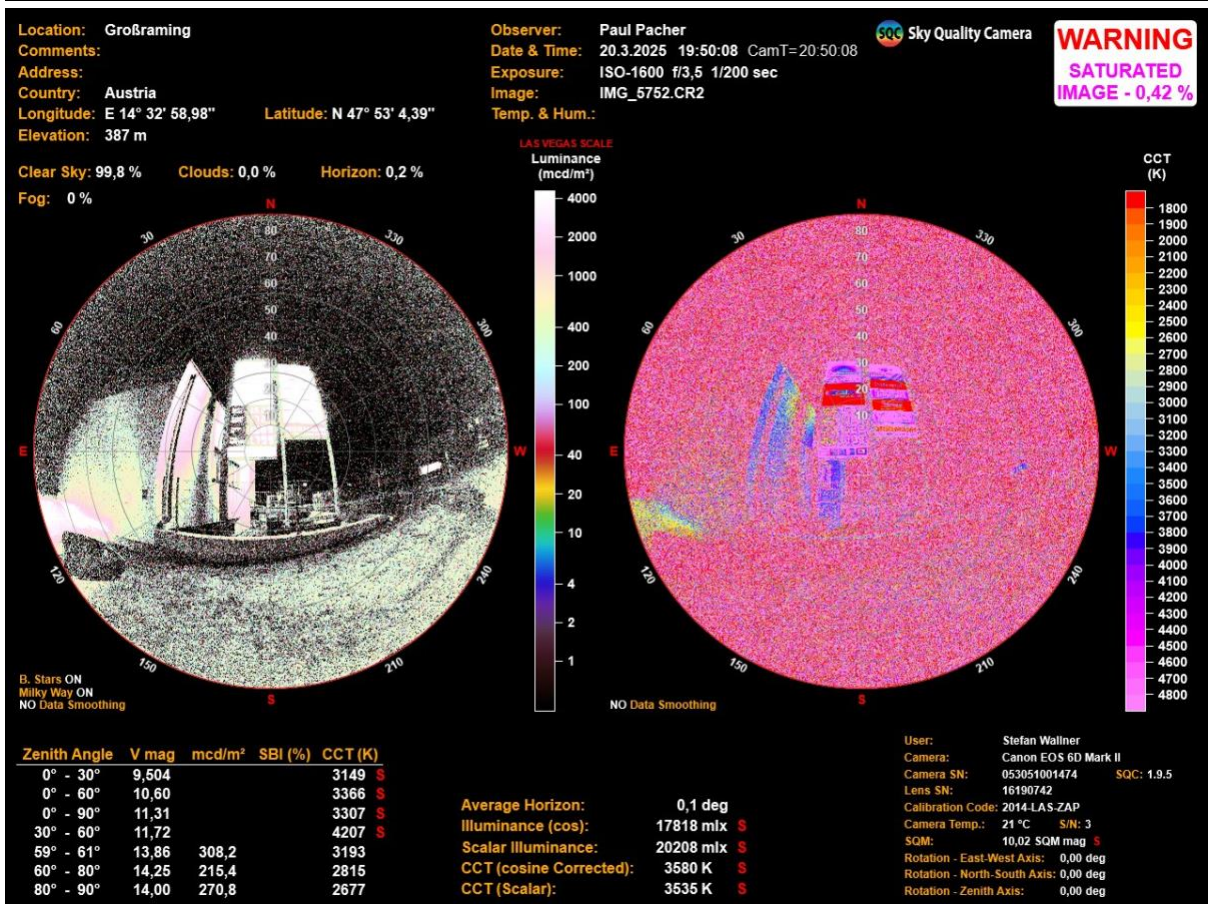
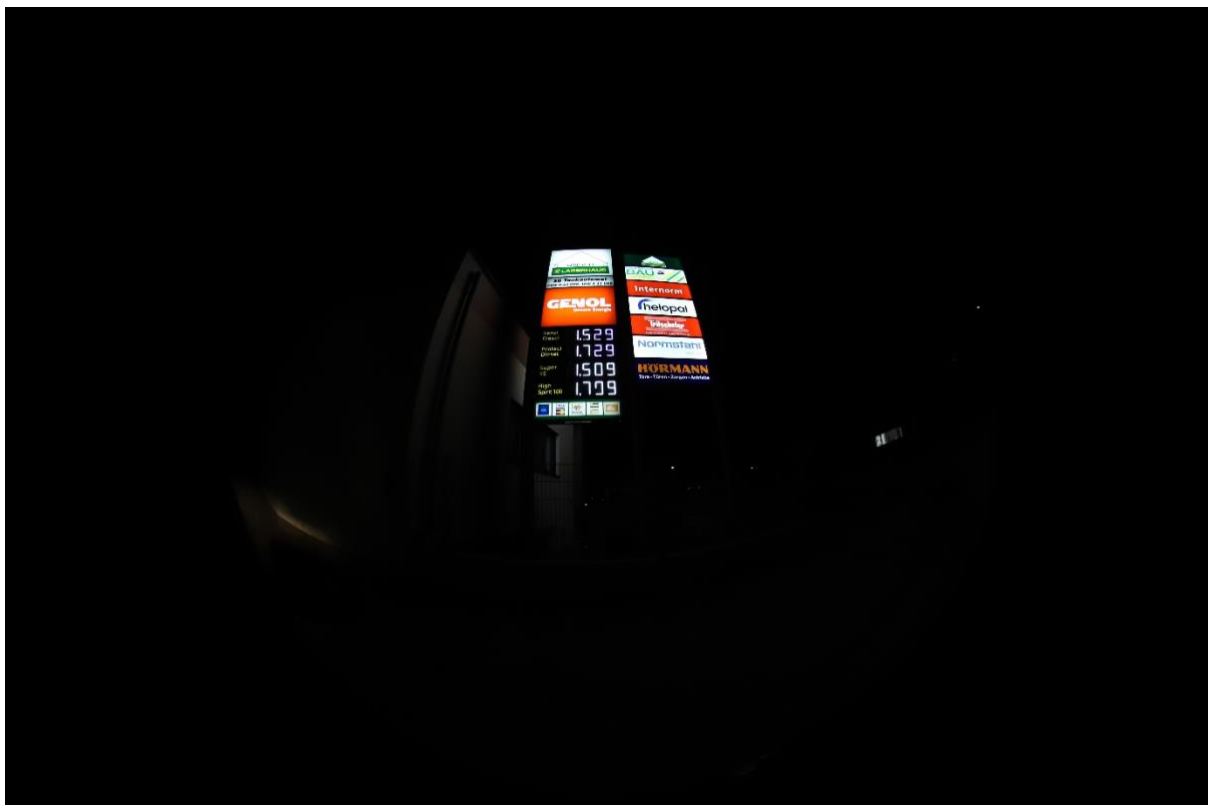


Abbildung 39 - Werbebeschilderung Ortseingang Großraming; Punkte nach Liste: 8

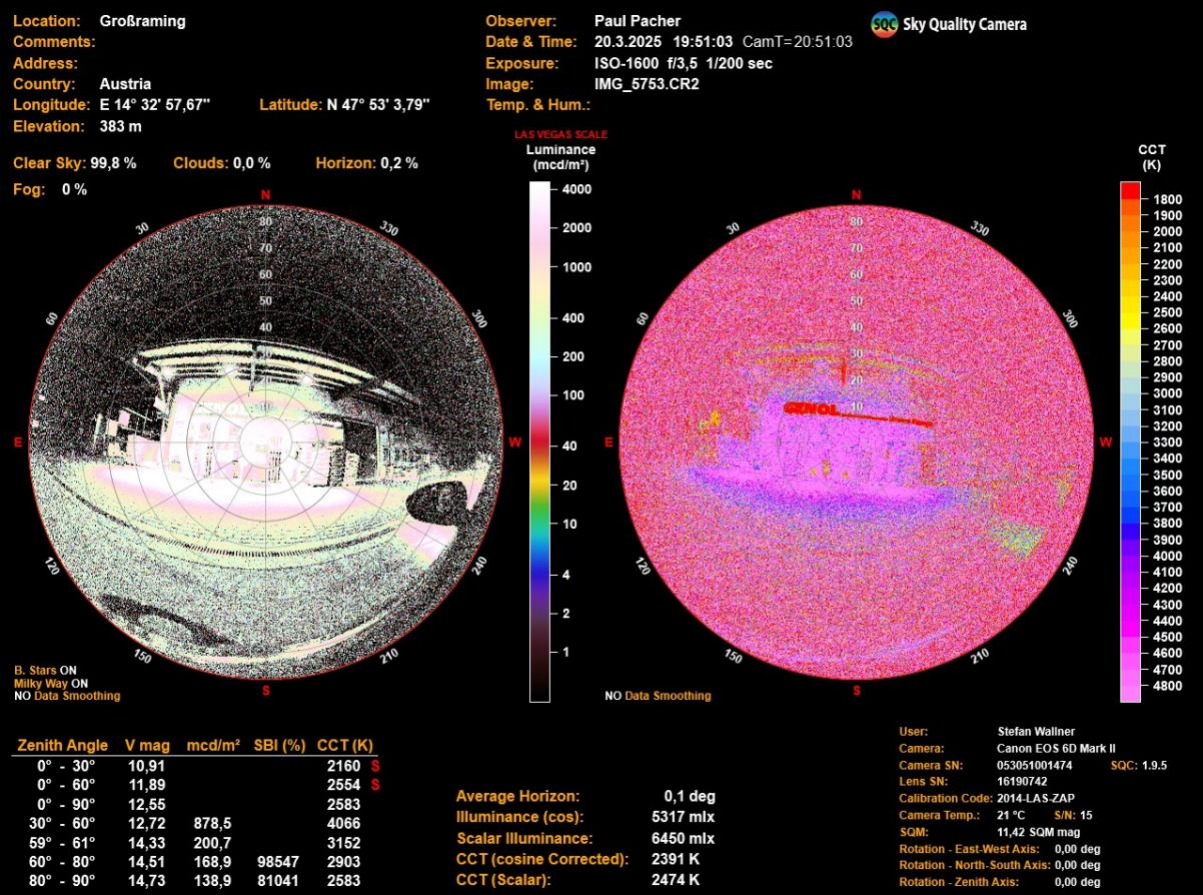


Abbildung 40 - Genol Großraming; Punkte nach Liste: 5

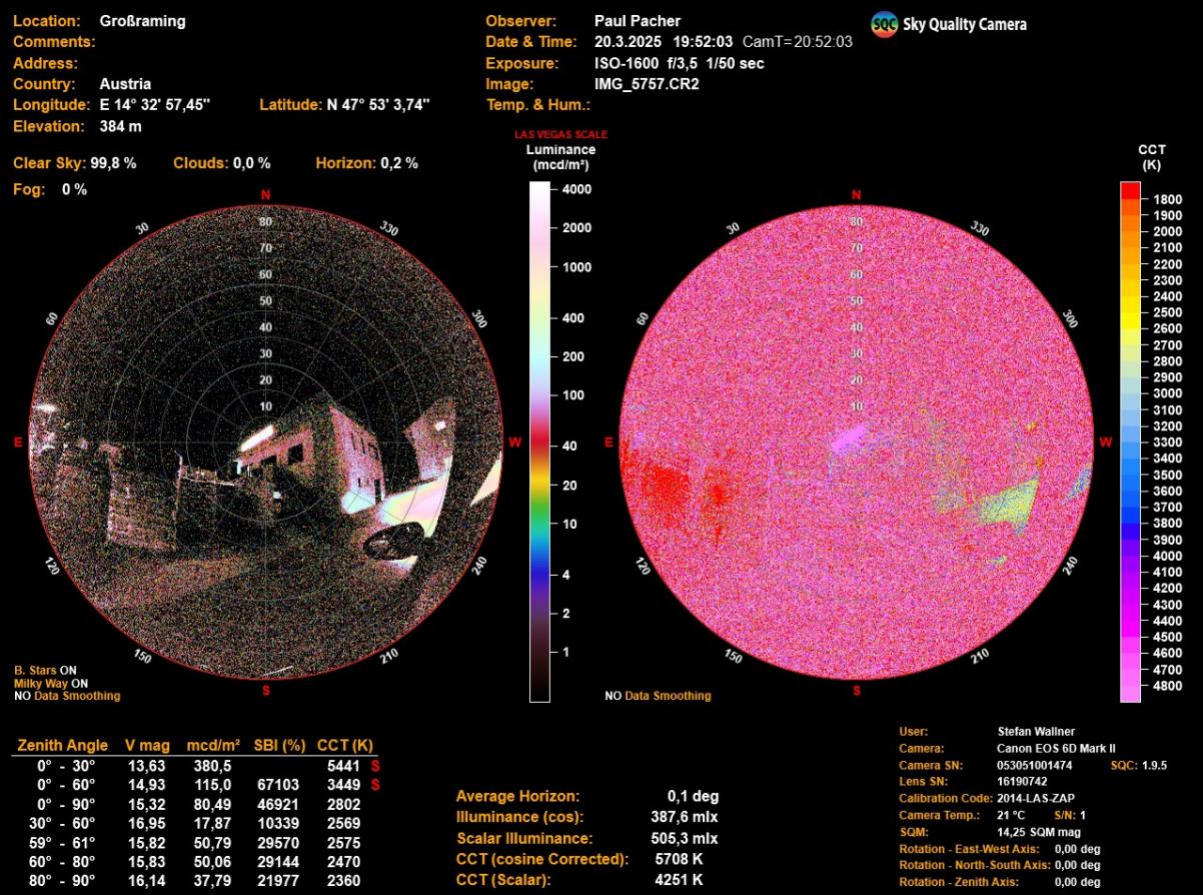


Abbildung 41 - Lagerhaus Großraming; Punkte nach Liste: 5

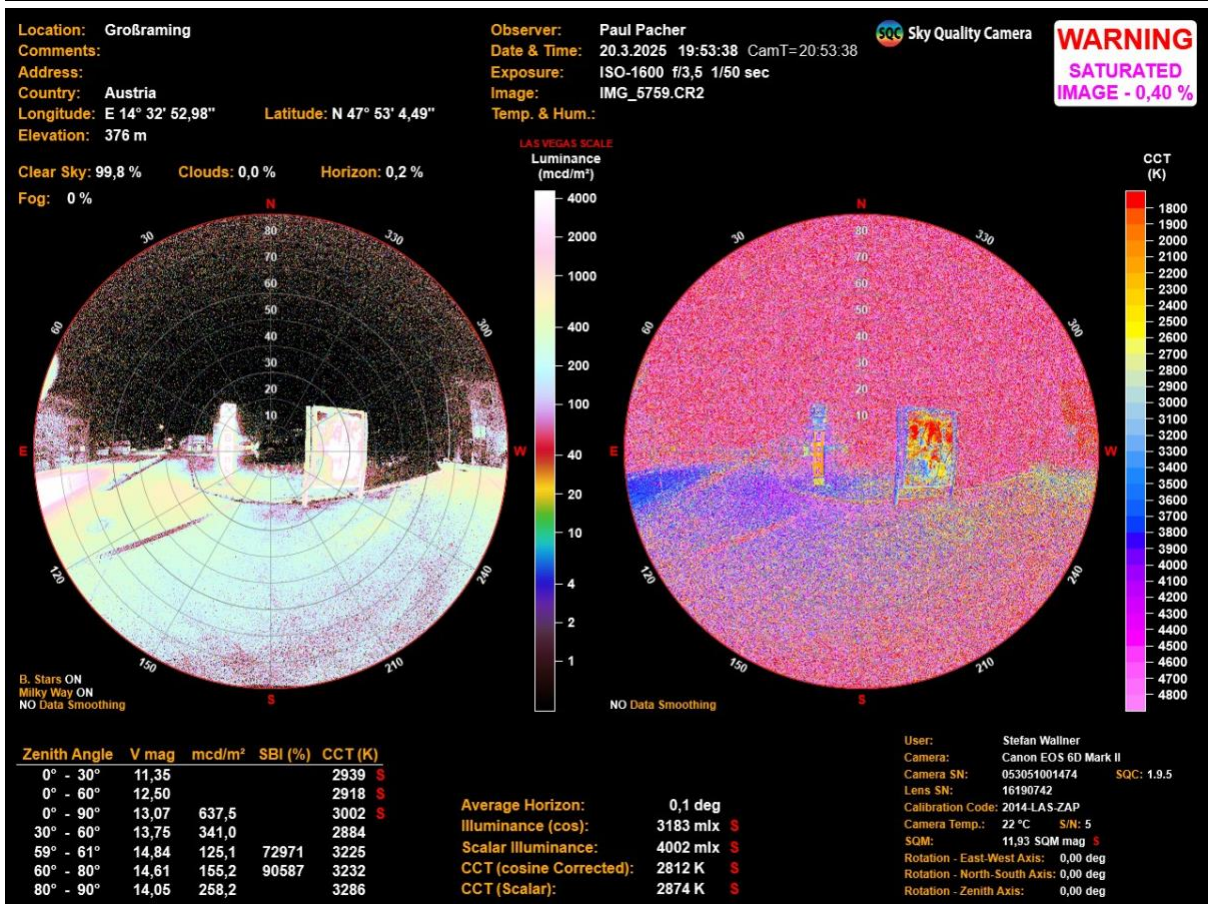


Abbildung 42 - Raiffeisen Großraming; Punkte nach Liste: 4

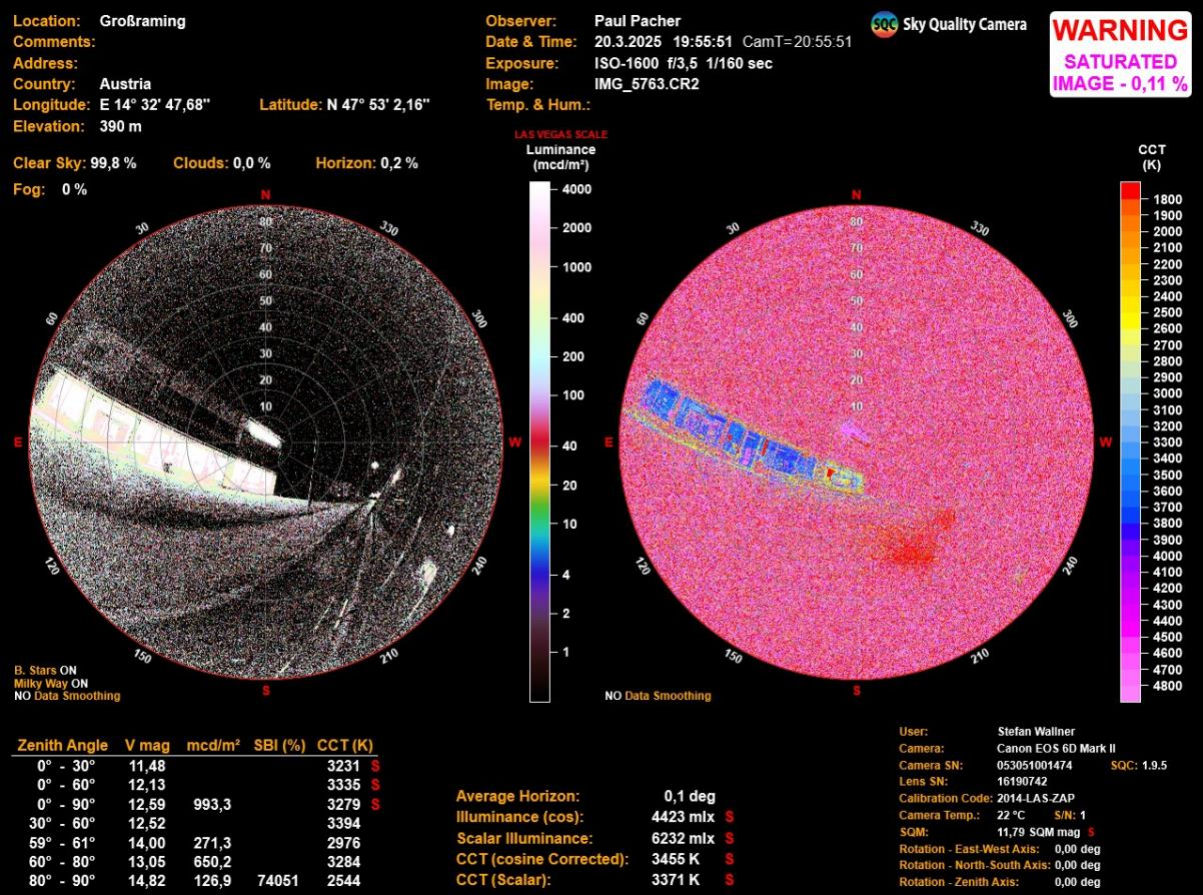


Abbildung 43 – Werbeschild Großraming; Punkte nach Liste: 6

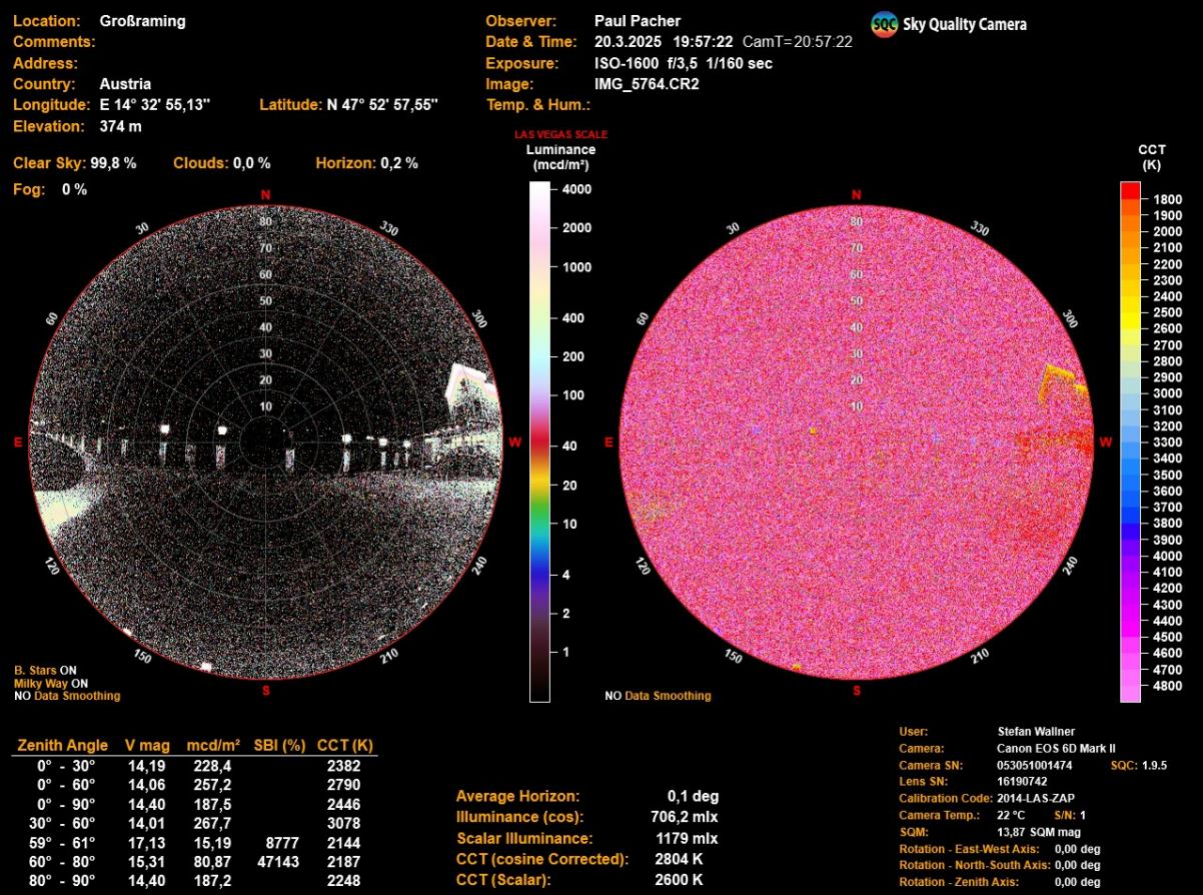


Abbildung 44 – Wegbeleuchtung seitl. strahlende Laternen Großraming

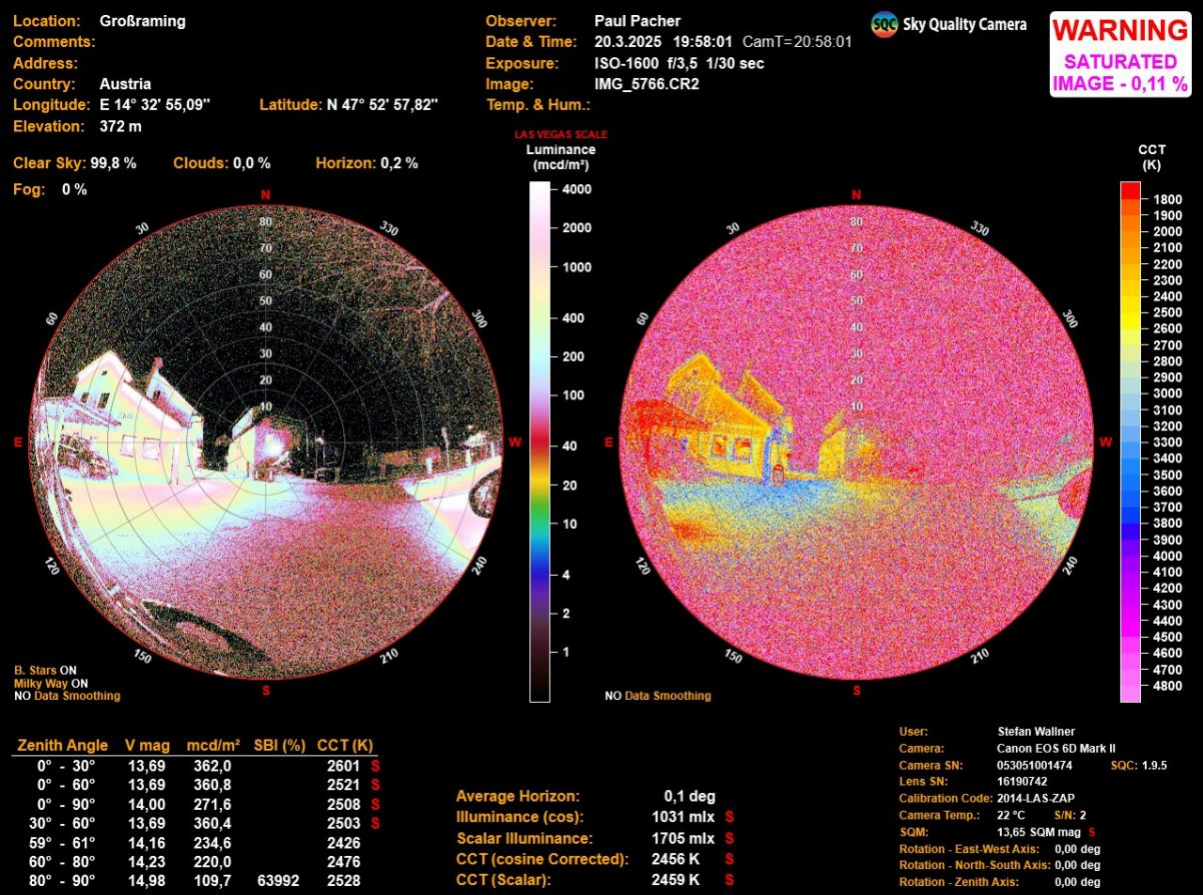


Abbildung 45 – Beleuchtetes Schild Großraming; Punkte nach Liste: 3

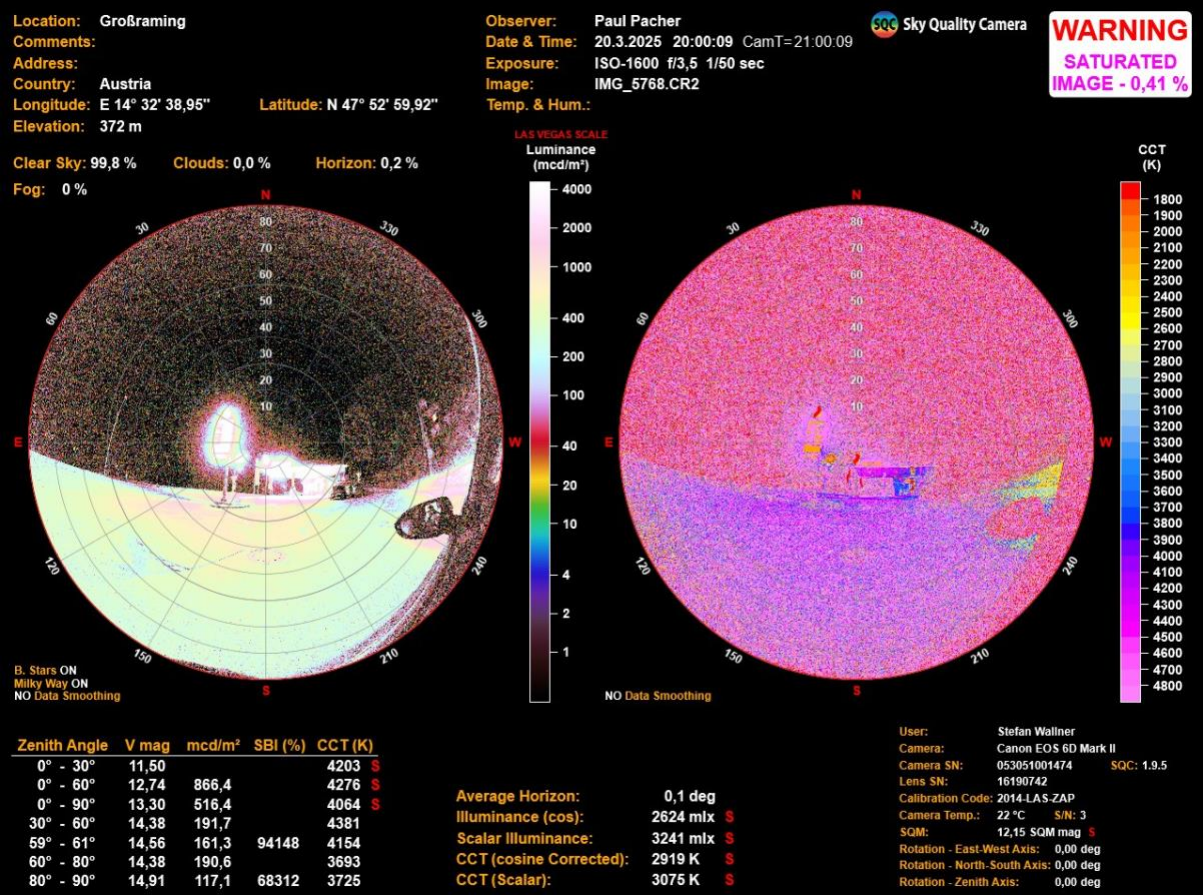


Abbildung 46 - SOCAR Großraming; Punkte nach Liste: 6

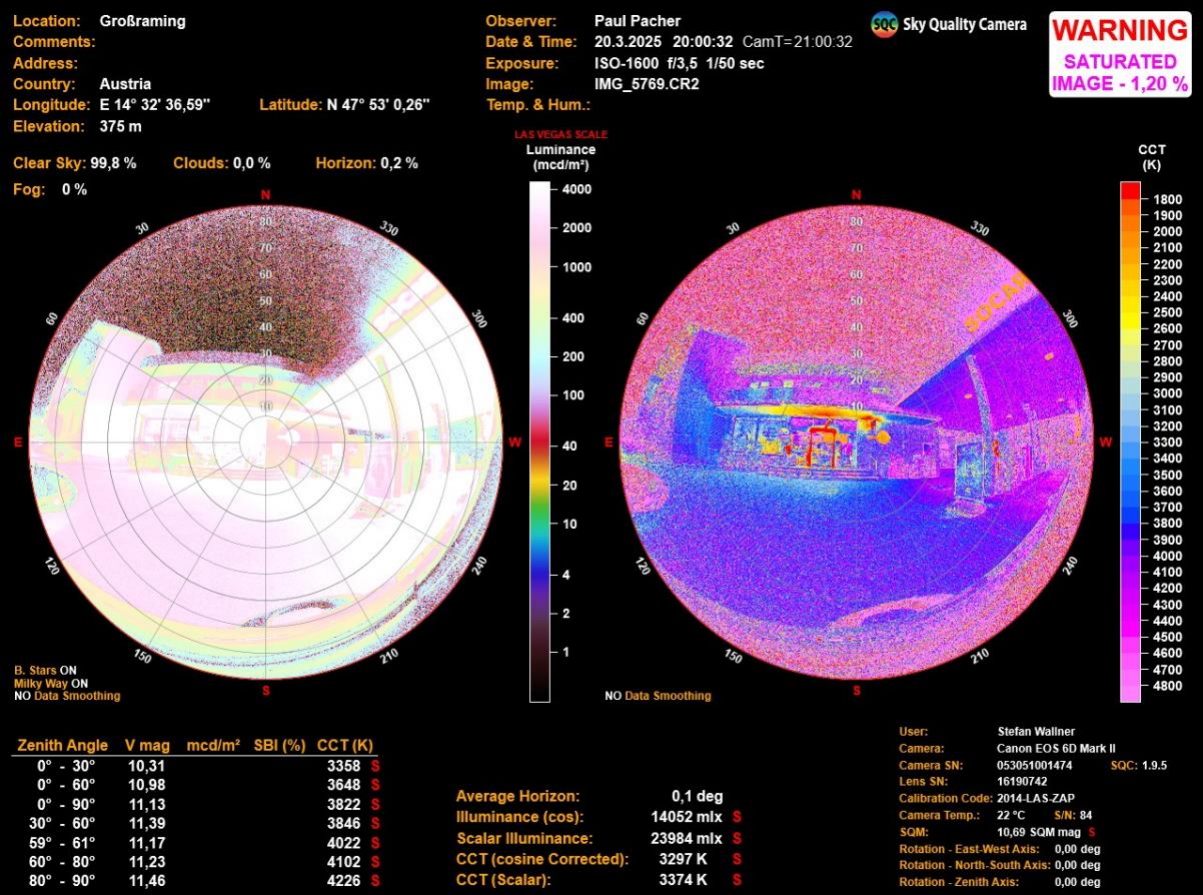


Abbildung 47 - SOCAR Großraming; Punkte nach Liste: 5

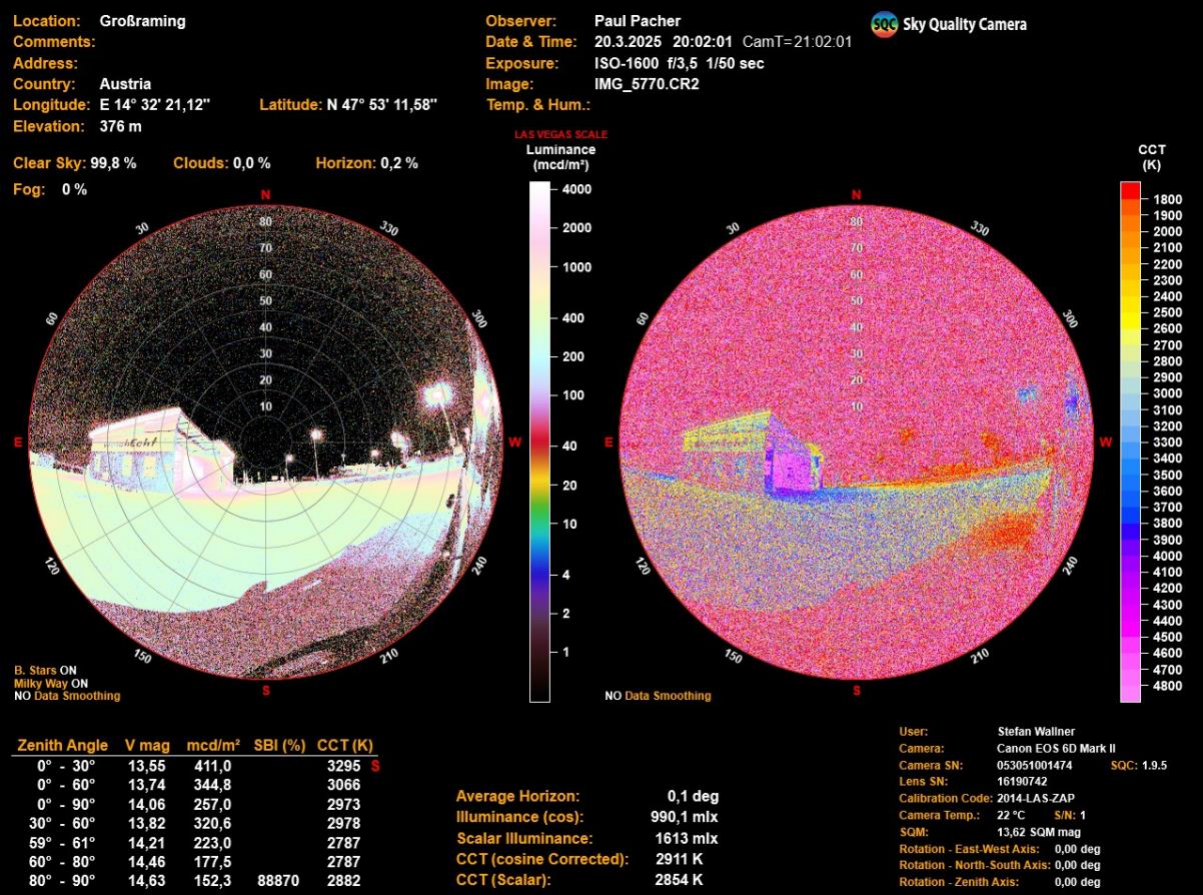


Abbildung 48 - Waschstraße Großraming; Punkte nach Liste: 5

3.8 | Reichraming

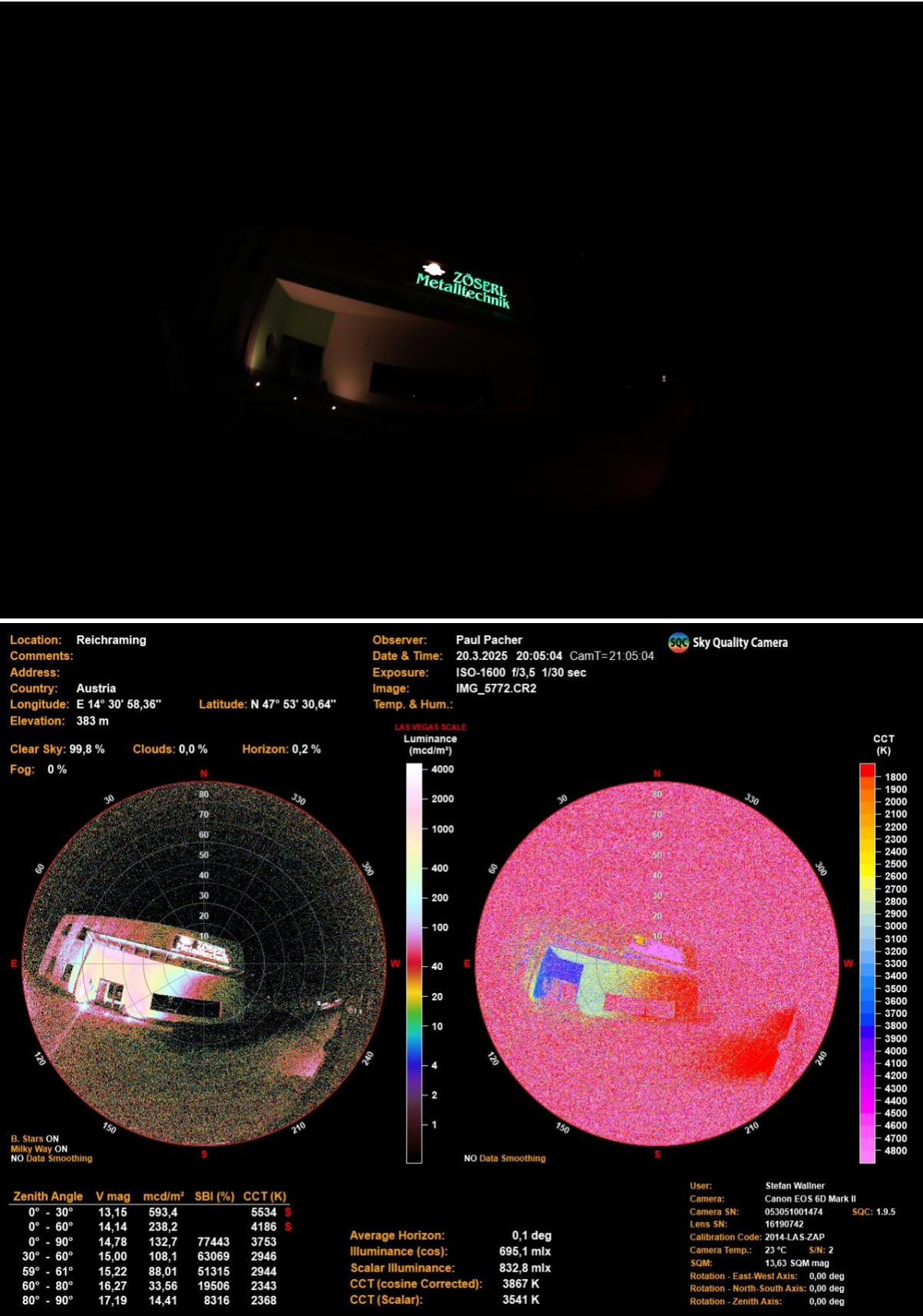


Abbildung 49 - Zöserl Reichraming; Punkte nach Liste: 5

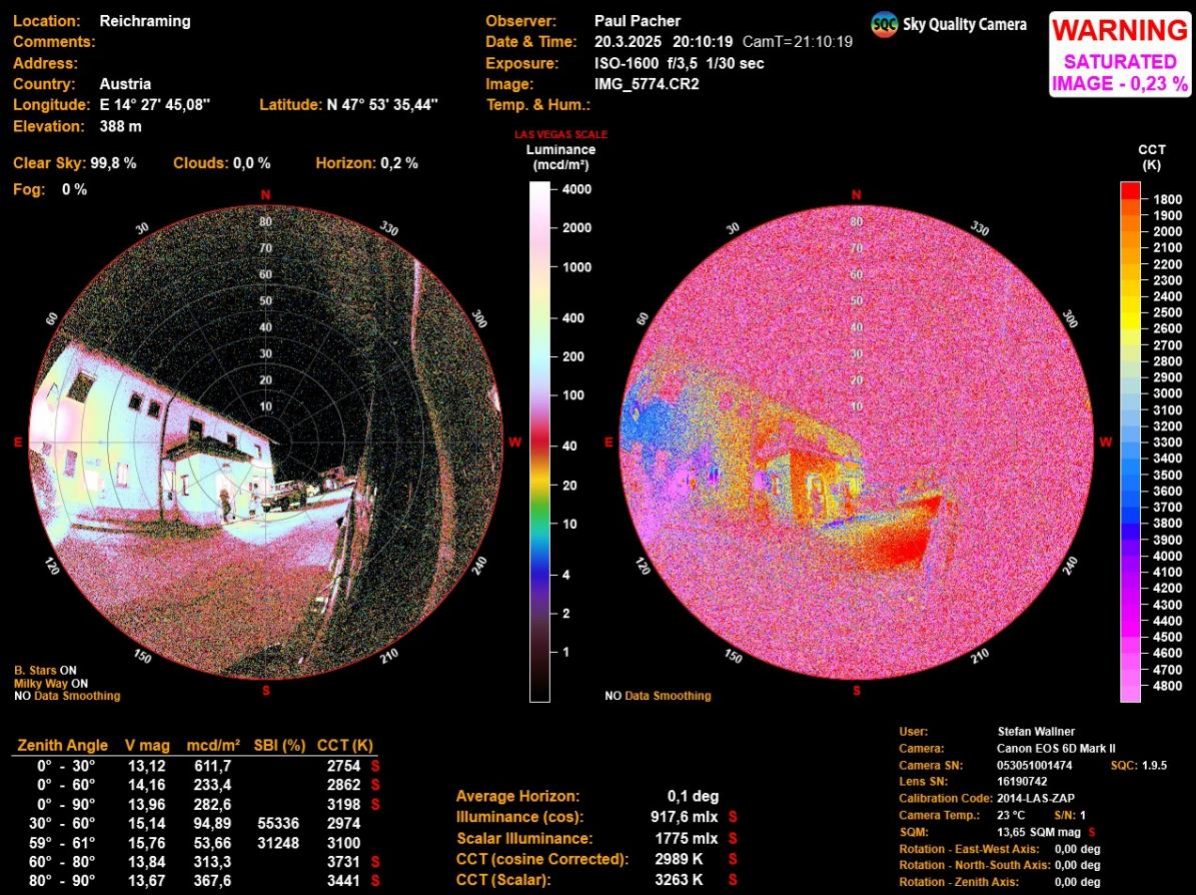


Abbildung 50 – Gasthaus bel. Schild Reichraming; Punkte nach Liste: 3

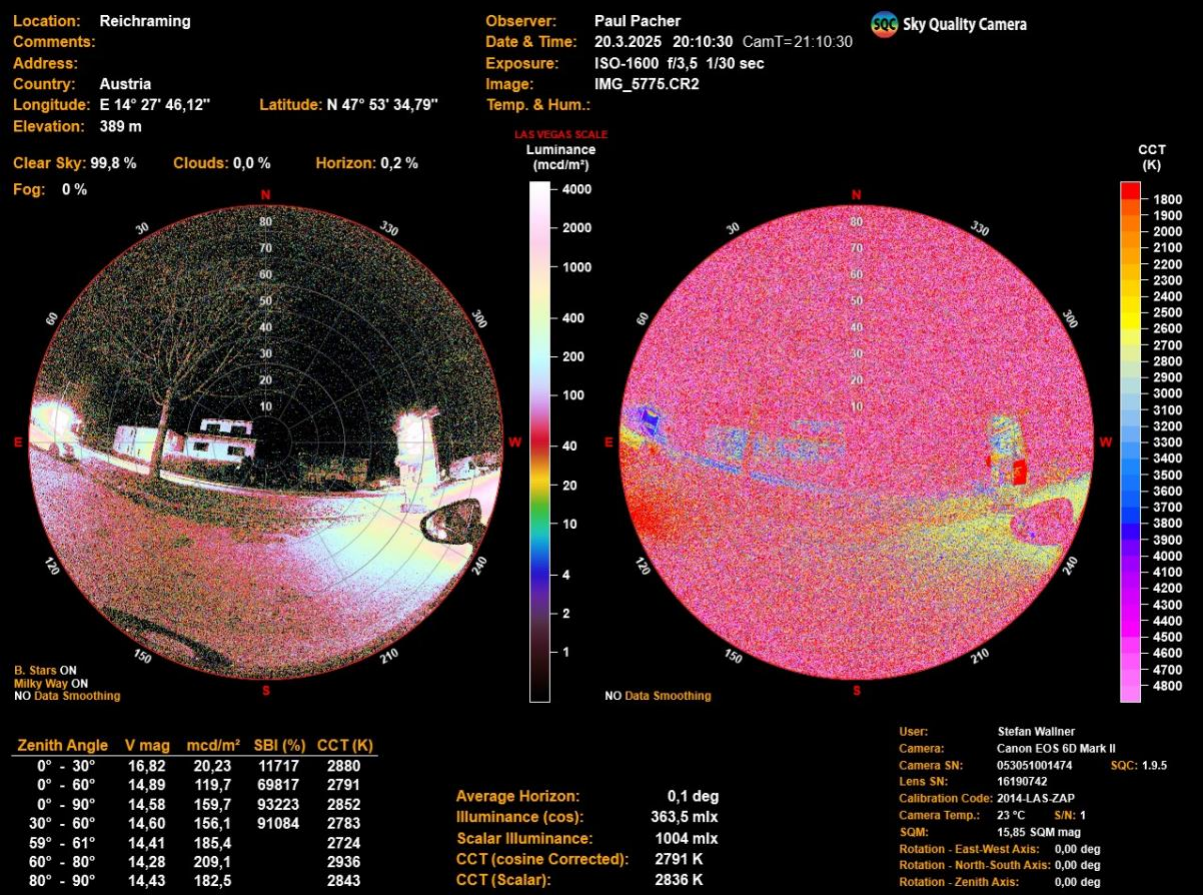


Abbildung 51 – Werbeschilder Reichraming; Punkte nach Liste :5

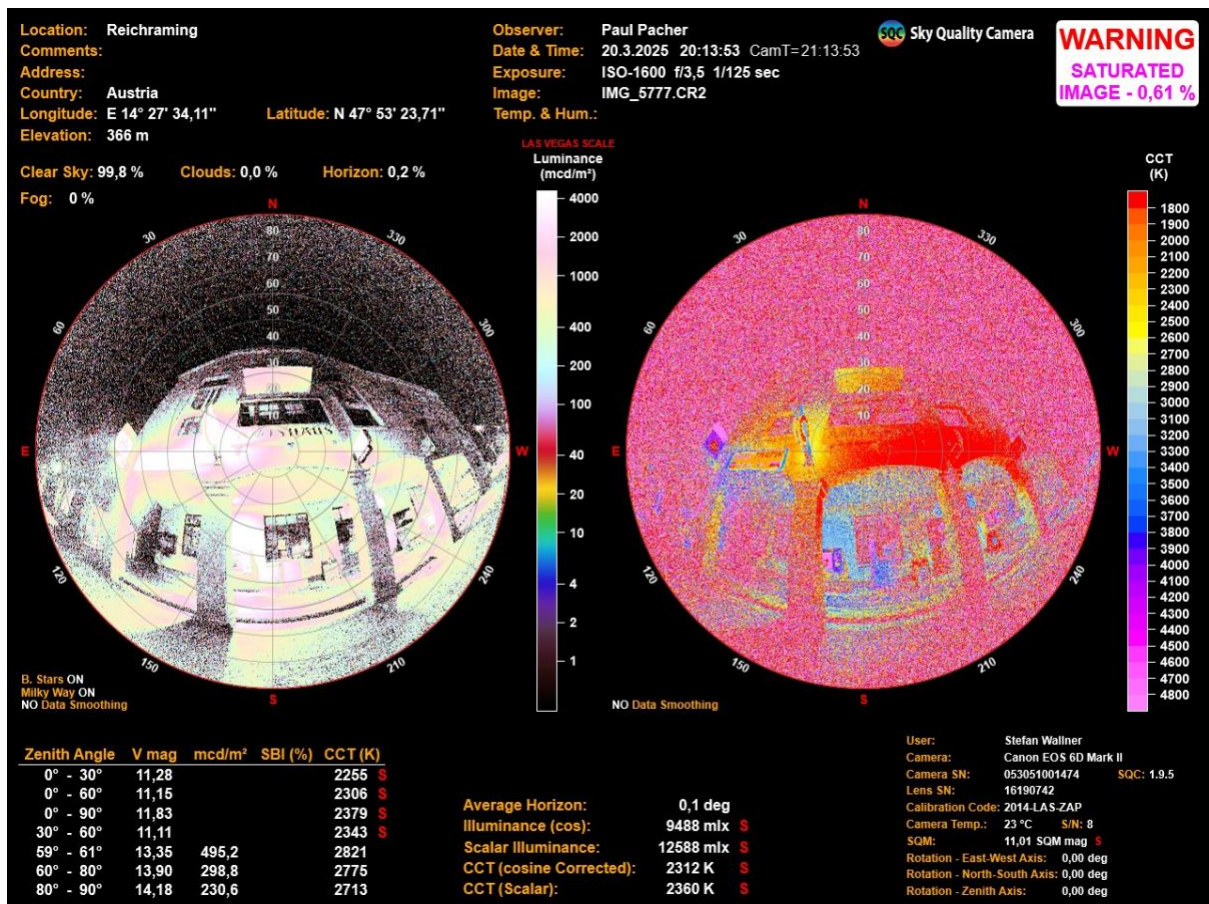


Abbildung 52 - Trafik Reichraming; Punkte nach Liste: 4

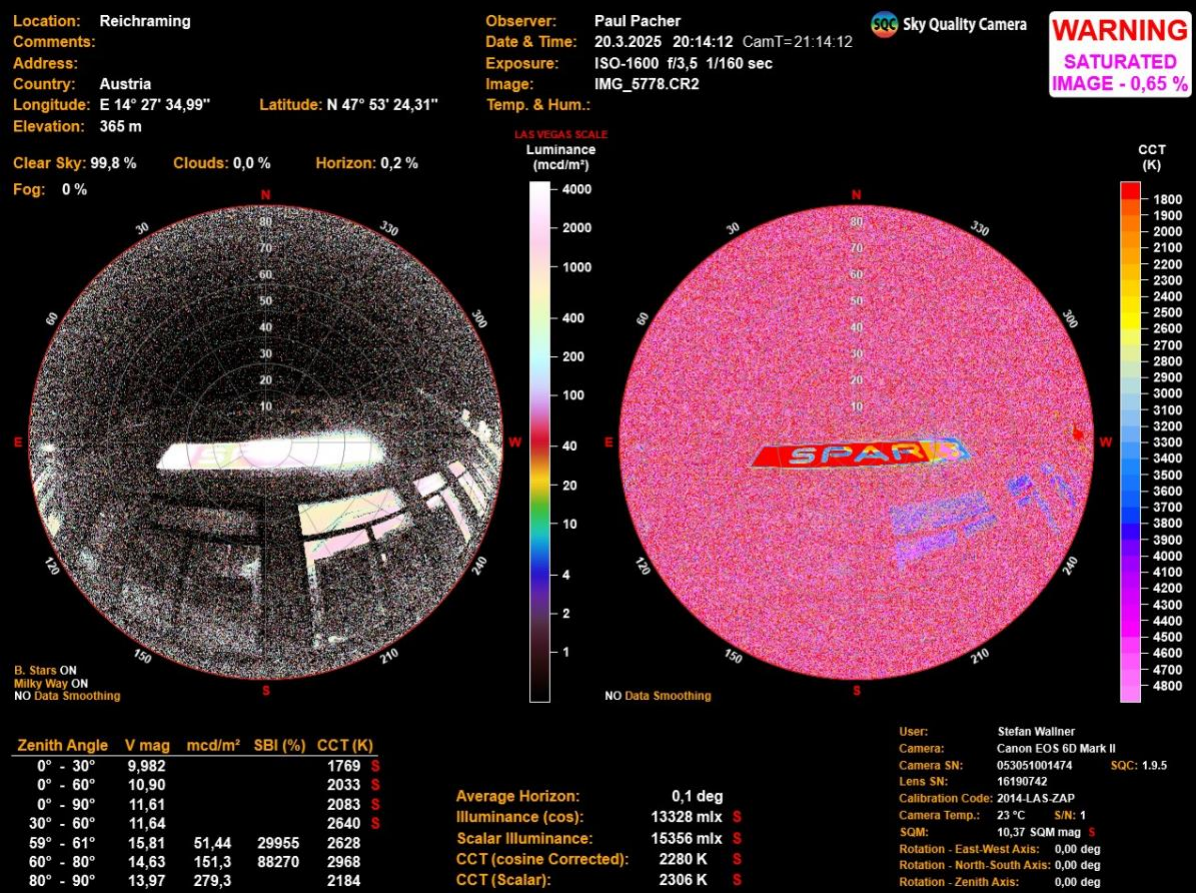


Abbildung 53 - Spar Reichraming; Punkte nach Liste: 6

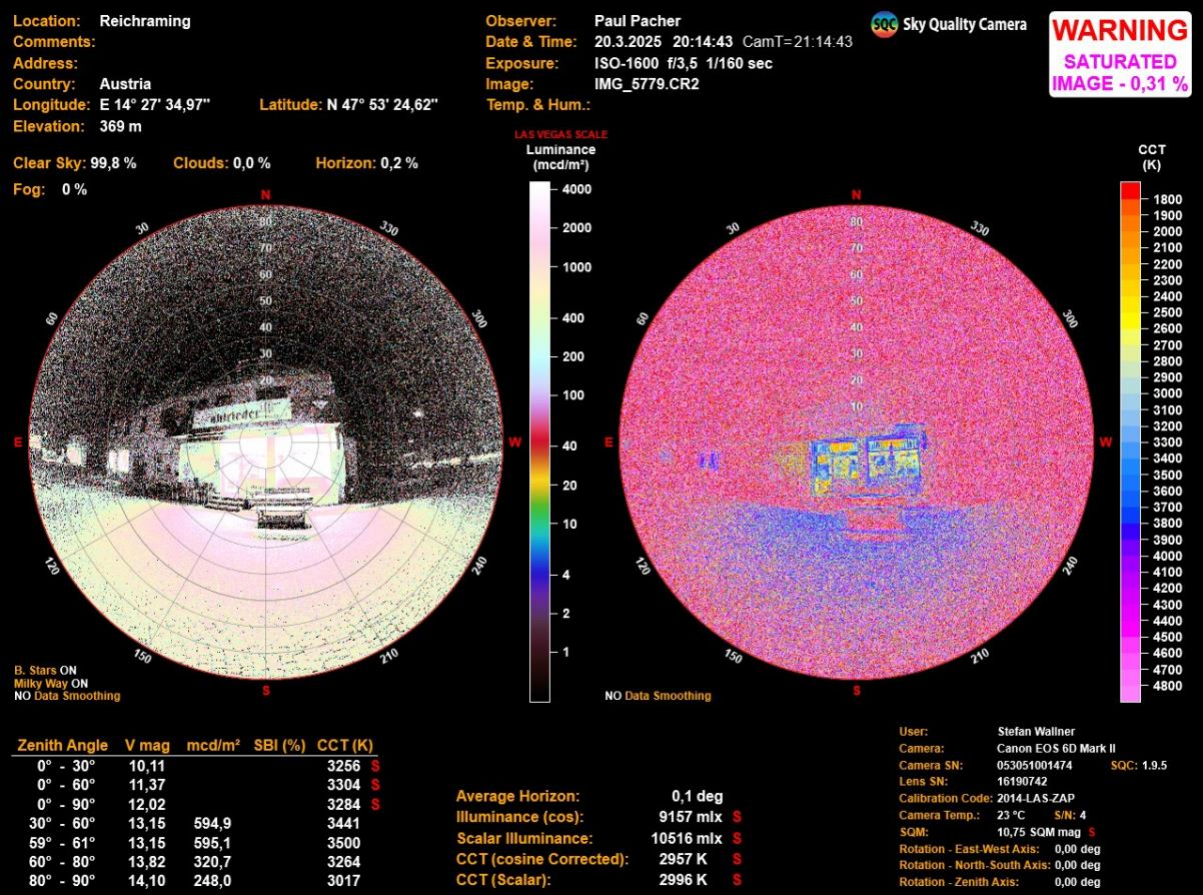
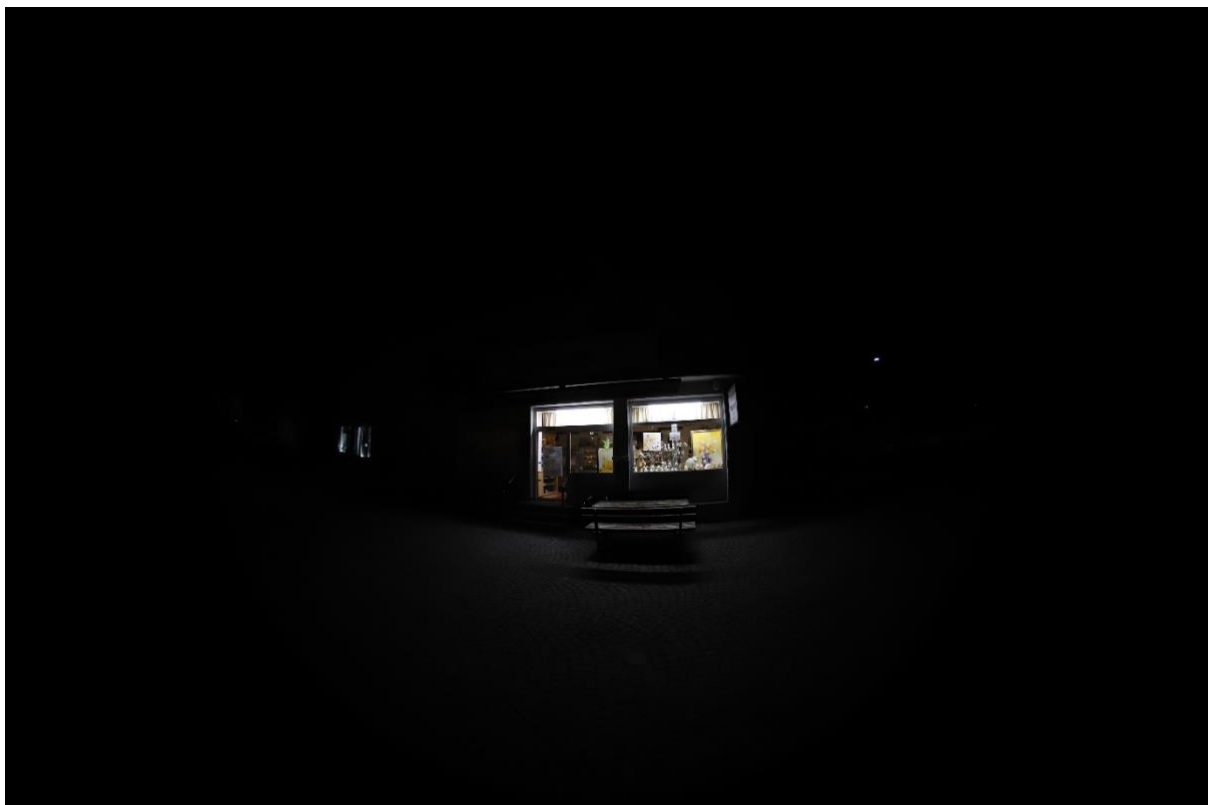


Abbildung 54 – Schaufensterbeleuchtung Reichraming

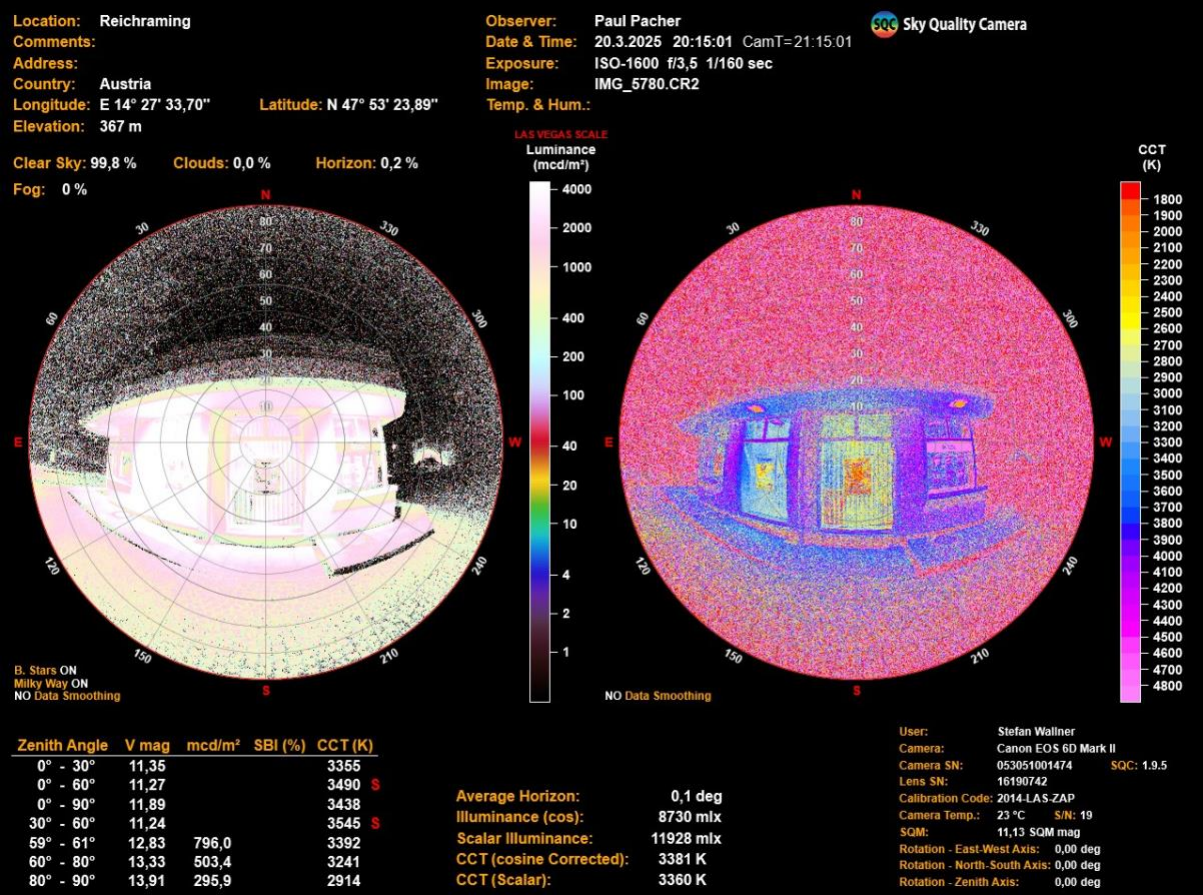


Abbildung 55 - Eingangsbeleuchtung Raiffeisen Reichraming

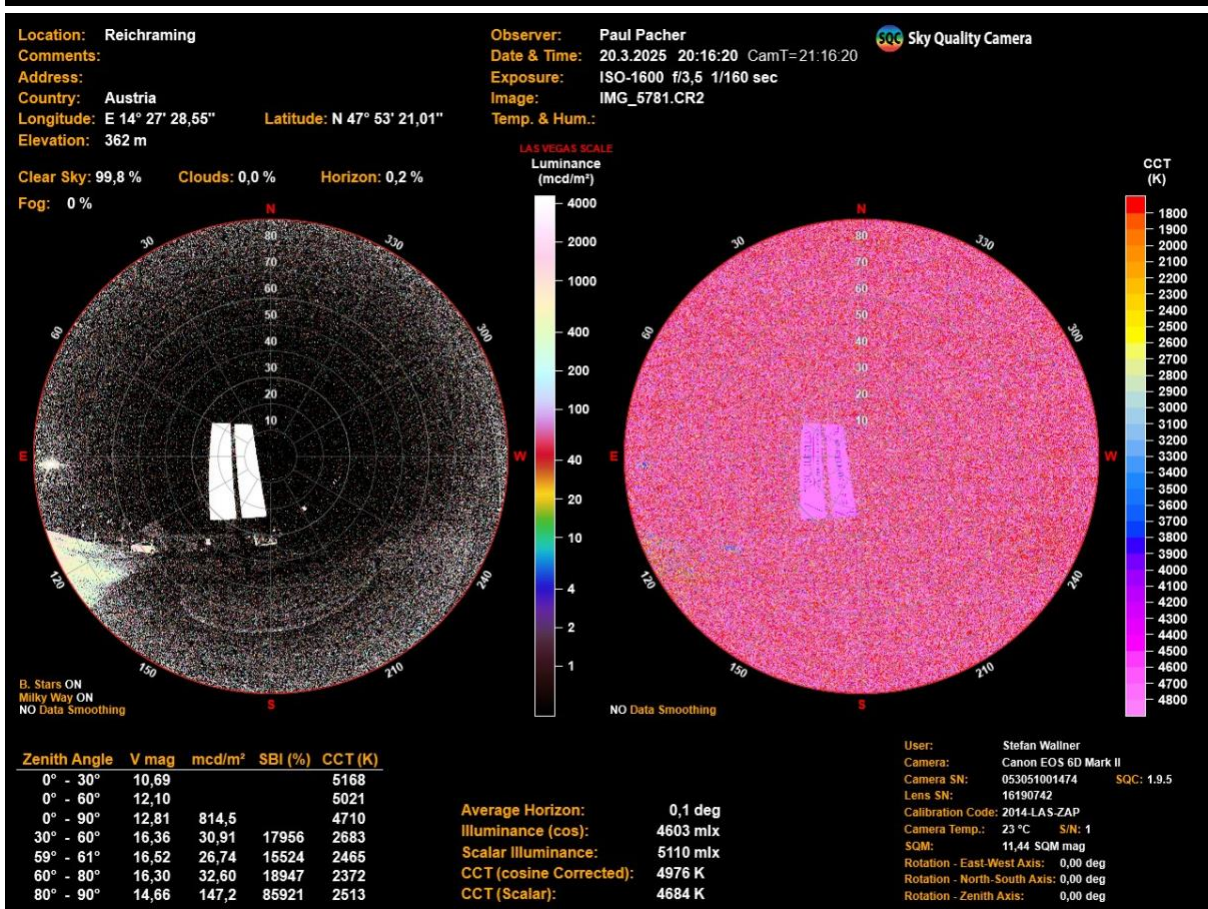
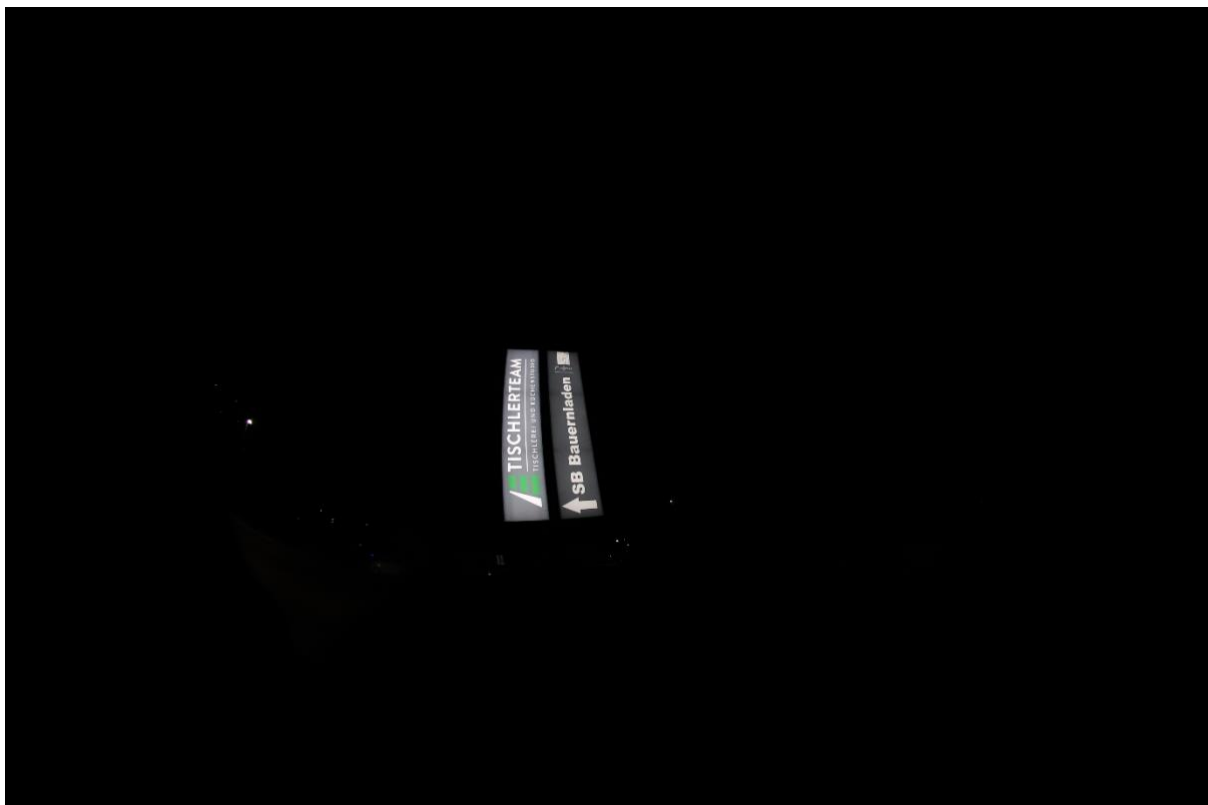


Abbildung 56 - Tischlerteam und Bauernladen Reichraming; Punkte nach Liste: 7

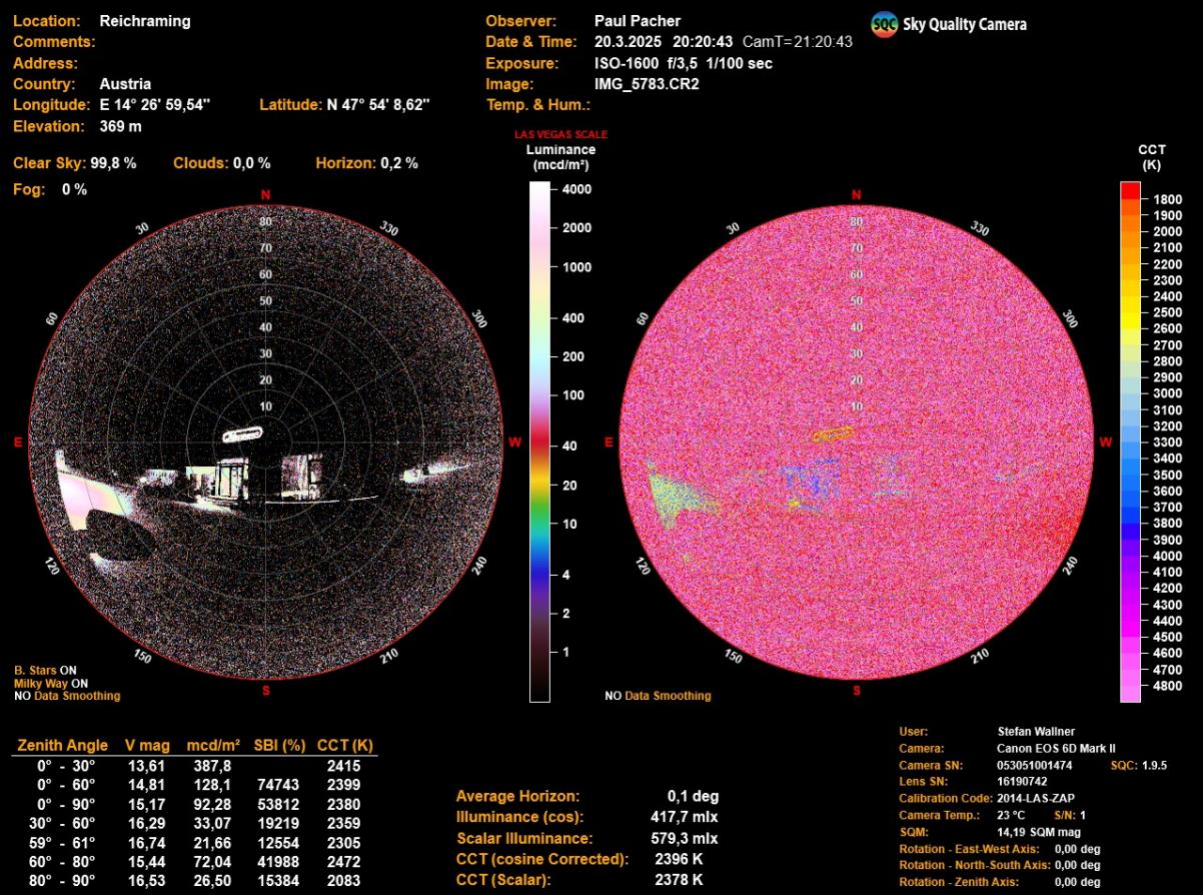
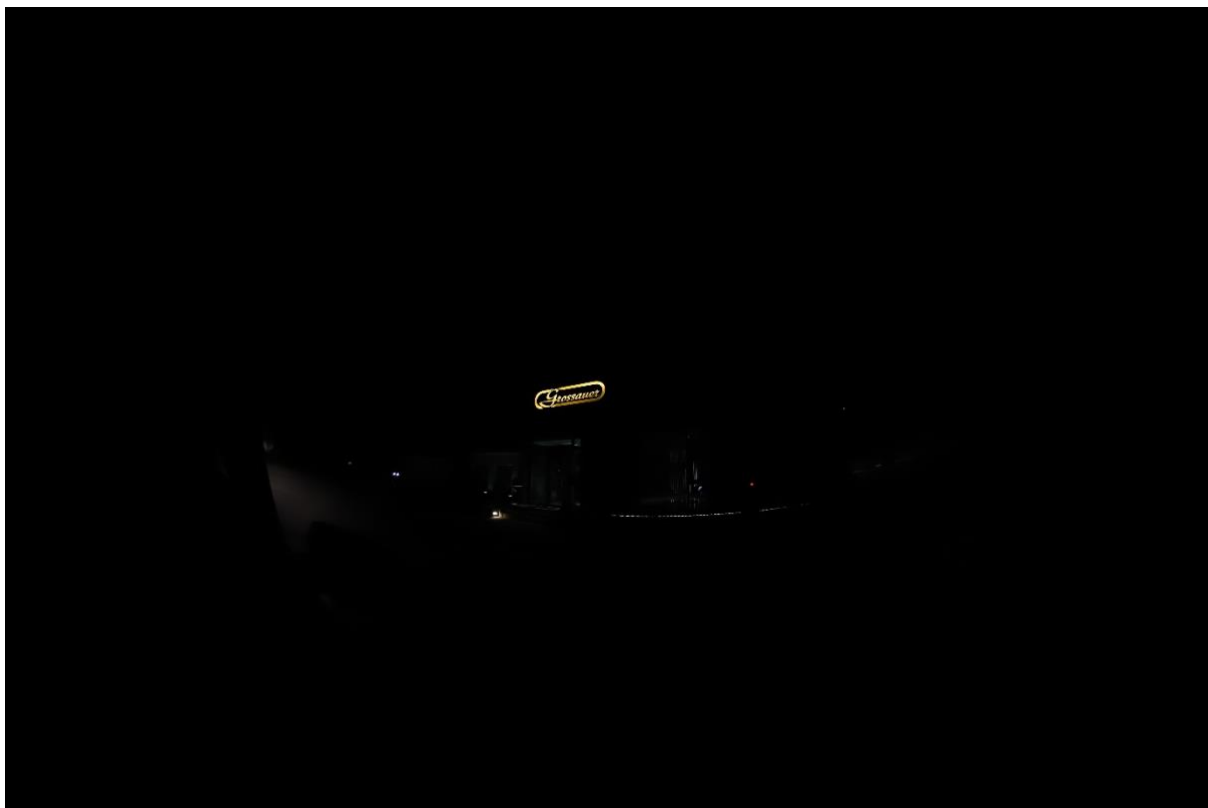


Abbildung 57 – Grossauer Reichraming; Punkte nach Liste: 3

3.9 | Losenstein

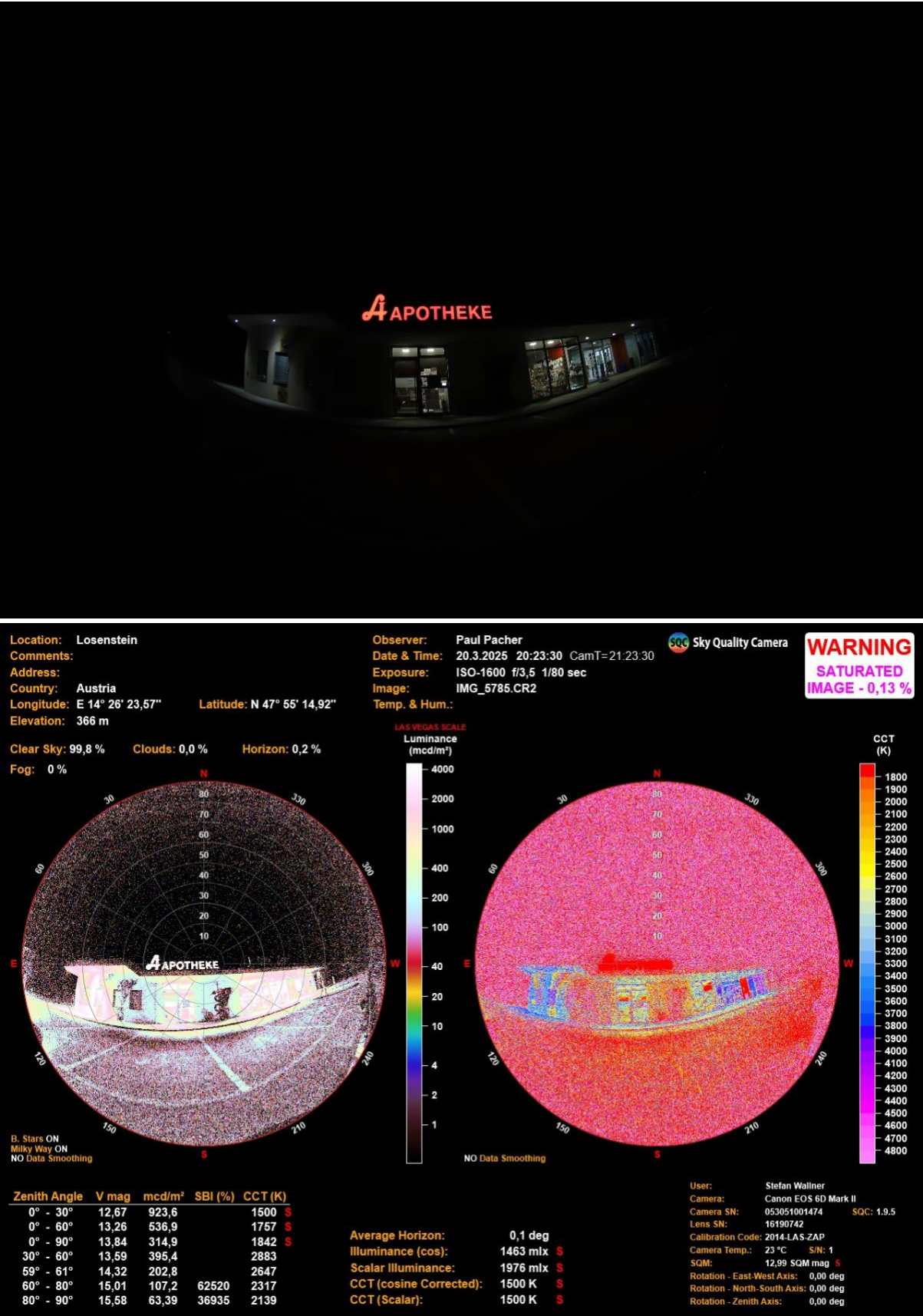


Abbildung 58 – Apotheke Losenstein; Punkte nach Liste: 3

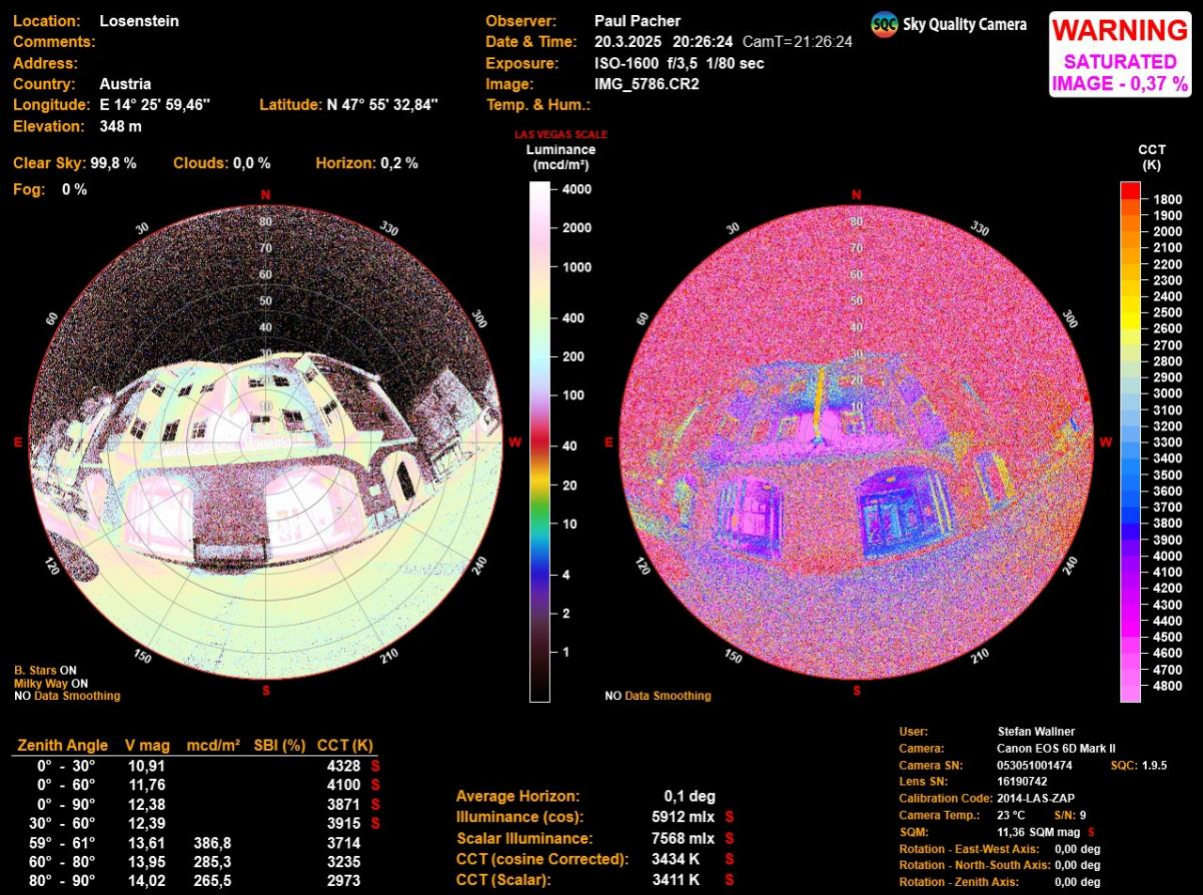


Abbildung 59 – Raiffeisen Losenstein; Punkte nach Liste: 7

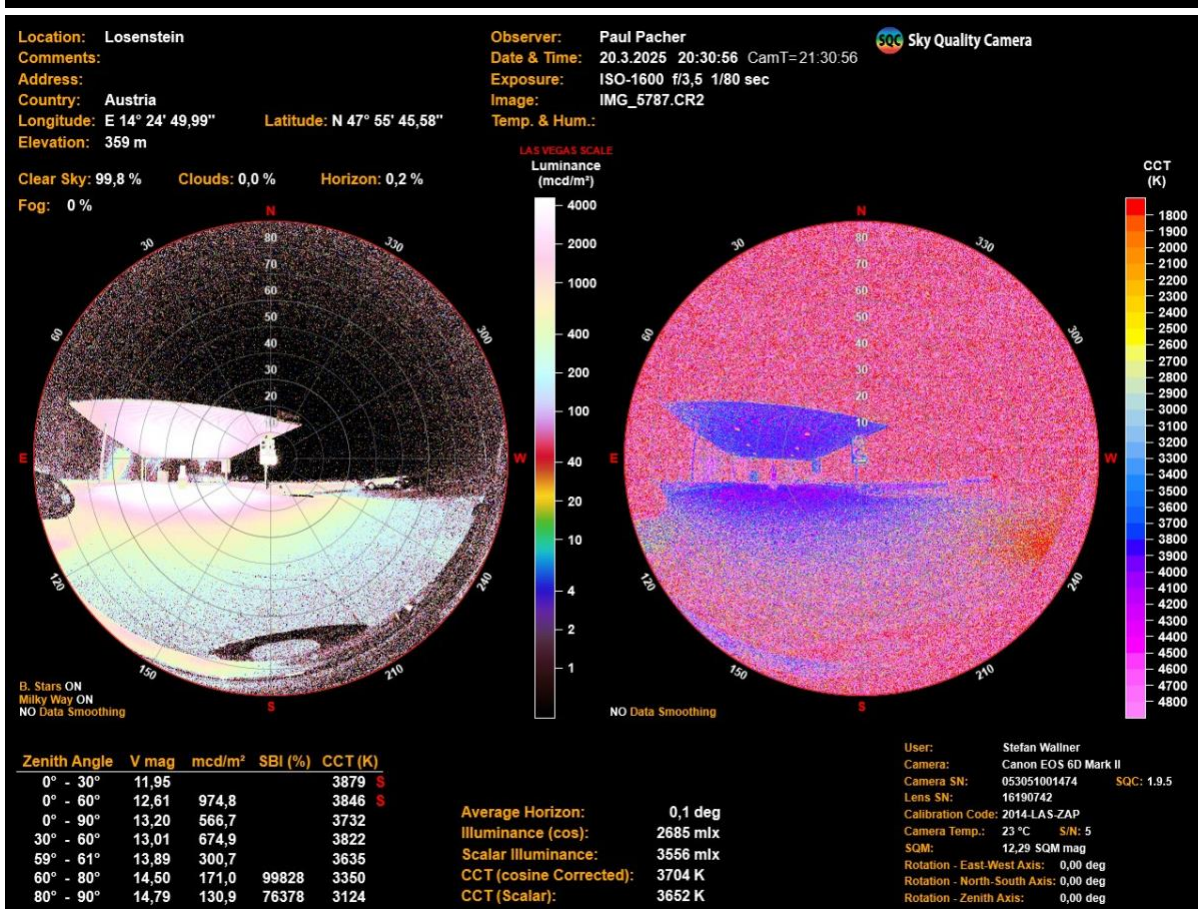


Abbildung 60 – Tankstelle Losenstein (bel. Schild); Punkte nach Liste: 6

4 | Punkte-Analyse und Resultate

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse der Punktbewertung für alle untersuchten Gemeinden zusammen:

Ort	Anzahl Fassadenbeleuchtung	Anzahl Werbebeleuchtung	Punkte Werbebeleuchtung
Molln	1	4	9
Klaus an der Pyhrnbahn	-	1	3
St. Pankraz	1	-	-
Pichl	1	1	3
Roßleithen	-	1	4
Windischgarsten	2	5	29
Weyer	5	15	69
Großraming	3	11	43
Reichraming	2	10	33
Losenstein	0	3	16

Die Analyse zeigt deutlich, dass vier Gemeinden gemeinsam für den Großteil der Lichtimmissionen verantwortlich sind:

Weyer (69 Punkte): Trotz vorbildlicher Straßenbeleuchtung weist Weyer mit Abstand die höchste Punktzahl auf. Dies ist auf die hohe Anzahl an Werbebeleuchtungen (15 Stück) und Fassadenanstrahlungen (5 Stück) zurückzuführen. Viele dieser Beleuchtungen zeichnen sich durch ungünstige Abstrahlrichtungen (nach oben) und hohe Farbtemperaturen (>3000 K) aus.

Großraming (43 Punkte): Großraming weist mit 11 Werbebeleuchtungen und 3 Fassadenanstrahlungen ebenfalls einen signifikanten Impact auf. Auch hier sind insbesondere Anstrahlungen von unten nach oben problematisch.

Reichraming (33 Punkte): Mit 10 Werbebeleuchtungen und 2 Fassadenanstrahlungen liegt Reichraming an dritter Stelle. Aus der Vorstudie des Jahres 2019 bekannt ist, dass die öffentliche Straßenbeleuchtung bereits auf 4000 K LEDs umgestellt wurde, was oberhalb der empfohlenen 3000 K liegt.

Windischgarsten (29 Punkte): Windischgarsten zeigt mit 5 Werbebeleuchtungen und 2 Fassadenanstrahlungen ebenfalls einen erheblichen Impact. Die geografische Nähe zum Nationalpark macht diese Gemeinde besonders relevant für Schutzmaßnahmen.

Positiv hervorzuheben sind insbesondere:

St. Pankraz: In dieser Gemeinde wurde ausschließlich eine Kirchenbeleuchtung dokumentiert. Das völlige Fehlen von Werbebeleuchtungen macht St. Pankraz zum Vorbild für eine zurückhaltende nächtliche Beleuchtungspolitik.

Klaus an der Pyhrnbahn (3 Punkte): Mit nur einer Werbebeleuchtung und entsprechend niedrigen 3 Punkten zeigt auch Klaus an der Pyhrnbahn, dass eine wirtschaftliche Nutzung mit geringen Lichtimmissionen vereinbar ist.

Molln (9 Punkte): Obwohl in Molln mehrere Beleuchtungsanlagen vorhanden sind, hält sich der Gesamtimpakt mit 9 Punkten in moderaten Grenzen.

Über alle Gemeinden hinweg zeigen sich folgende wiederkehrende Problemstellungen:

Abstrahlrichtung von unten nach oben: Ein Großteil der Fassadenanstrahlungen erfolgt von Bodenstrahlern aus nach oben. Diese Abstrahlcharakteristik führt zu maximaler Streuung des Lichts in die Atmosphäre und damit zu maximaler Aufhellung des Nachthimmels. Mit 5 Punkten im Bewertungssystem werden solche Anstrahlungen entsprechend stark gewichtet.

Hohe Leuchtdichten: Viele der untersuchten Werbebeleuchtungen weisen Leuchtdichten im Bereich von 31.88-5.05 cd/m² auf, was extrem hellen Lichtquellen entspricht. Zum Vergleich: Ein ungestörter natürlicher Nachthimmel erreicht Werte von etwa 21-22 mag/arcsec² (entspricht 0.25-0.10 mcd/m²), also etwa das 10.000- bis 100.000-fache weniger.

Kalte Farbtemperaturen (>3000 K): Ein signifikanter Anteil der Beleuchtungen weist Farbtemperaturen oberhalb von 3000 K auf. Solches "kaltweißes" Licht enthält einen hohen Blauanteil, der besonders effektiv an Luftmolekülen gestreut wird (Rayleigh-Streuung) und damit überproportional zur Aufhellung des Nachthimmels beiträgt. Zudem wirkt blaues Licht stärker auf den circadianen Rhythmus von Mensch und Tier.

Die kartographische Auswertung zeigt, dass sich problematische Beleuchtungen insbesondere entlang der Hauptverkehrsachsen konzentrieren:

- **B138 (Eisenstraße):** Verläuft durch mehrere Nationalparkgemeinden wie Weyer, Großraming und Reichraming und weist entlang ihres Verlaufs eine hohe Dichte an Werbebeleuchtungen auf
- **B115 (Pyhrnpass-Straße):** Durchquert Gemeinden wie Windischgarsten, Roßleithen und Klaus an der Pyhrnbahn mit zahlreichen Beleuchtungsanlagen
- **Ortszentren:** In den Ortskernen von Weyer, Großraming, Reichraming und Windischgarsten finden sich die höchsten Konzentrationen

Diese räumliche Verteilung ist insofern bedeutsam, als dass Lichtimmissionen entlang dieser Achsen direkt in Richtung des Nationalparks wirken und damit dessen Randgebiete am stärksten beeinträchtigen.

5 | Conclusio und Empfehlungen

Die vorliegende Studie konnte erstmals eine systematische Quantifizierung der Werbe- und Fassadenbeleuchtung in den Nationalparkgemeinden des Nationalparks Kalkalpen durchführen. Dabei wurden folgende zentrale Erkenntnisse gewonnen:

1. **209 Punkte Gesamtpunkt:** Über alle zehn untersuchten Gemeinden hinweg wurden insgesamt 52 Werbebeleuchtungen und 15 Fassadenanstrahlungen dokumentiert, die zusammen 209 Impaktpunkte erzeugen.
2. **Räumliche Konzentration:** Vier Gemeinden (Weyer, Großraming, Reichraming, Windischgarsten) sind für über 80% des Gesamtpunkts verantwortlich.
3. **Problematische Abstrahlcharakteristiken:** Ein Großteil der Beleuchtungen weist ungünstige Eigenschaften auf (Abstrahlung nach oben, hohe Leuchtdichten von bis zu 31.88 cd/m², kalte Farbtemperaturen).
4. **Positive Beispiele:** Gemeinden wie St. Pankraz zeigen, dass auch eine geringe Dichte an nächtlichen Lichtquellen möglich ist.
5. **Weyer als ambivalentes Beispiel:** Trotz vorbildlicher öffentlicher Straßenbeleuchtung zeigt sich, dass private Beleuchtungen einen dominanten Beitrag zur Gesamtsituation leisten können.

5.1 | Konkrete Handlungsempfehlungen

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse werden folgende konkrete Maßnahmen empfohlen:

1 | Zeitliche Beschränkungen

Empfehlung: Abschaltung aller Werbe- und Fassadenbeleuchtungen zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr

Begründung:

- In diesem Zeitraum ist die Zahl potenzieller Betrachter minimal
- Gleichzeitig ist dies der Zeitraum der maximalen ökologischen Sensibilität (Hauptaktivitätszeit nachaktiver Arten)
- Der wirtschaftliche Verlust für Gewerbetreibende ist minimal

Umsetzung:

- Integration in gemeindliche Beleuchtungsverordnungen
- Alternativ: freiwillige Selbstverpflichtung der Gewerbetreibenden
- Technische Umsetzung mittels Zeitschaltuhren

2 | Anpassung der Abstrahlrichtung

Empfehlung: Umrüstung aller Anstrahlungen von unten nach oben auf Beleuchtungen von oben nach unten

Begründung:

- Abstrahlung nach oben führt zu maximaler Streuung in die Atmosphäre

- Beleuchtung von oben nach unten reduziert Lichtimmissionen um ca. 70-90%
- Verbessert gleichzeitig die Effizienz der Beleuchtung am Objekt selbst

Umsetzung:

- Installation von Strahlern oberhalb des zu beleuchtenden Objekts
- Bei denkmalgeschützten Gebäuden: Einsatz von Projektionsmethoden als Alternative
- Förderung durch Land OÖ prüfen

Priorisierung: Insbesondere folgende Standorte sollten umgerüstet werden:

- Alle Fassadenanstrahlungen in Weyer mit Bodenstrahlung (bzw. nach oben gerichteter)
- Kirchenbeleuchtungen in Windischgarsten und Großraming
- Historische Gebäude in Reichraming

3 | Anpassung der Farbtemperaturen

Empfehlung: Umstellung aller Beleuchtungen auf warmweiße Lichtquellen mit CCT <2400K

Begründung:

- Licht mit geringem Blauanteil wird weniger stark gestreut (Faktor ca. 5 zwischen 2400K und 5000K)
- Geringere Beeinträchtigung des circadianen Rhythmus
- Entspricht den Empfehlungen von DarkSky International
- Weyer zeigt bereits mit der Straßenbeleuchtung, dass dies technisch und ästhetisch umsetzbar ist

Umsetzung:

- Austausch bestehender LED-Module gegen warmweiße Varianten (2200-2400 K)
- Bei Neuinstallationen: ausschließlich warmweiße LEDs

4 | Projektionsmethode für Fassadenbeleuchtungen

Empfehlung: Prüfung und ggf. Einsatz von Projektionsmethoden anstelle konventioneller Anstrahlung

Begründung:

- Projektionsmethoden (Gobos) ermöglichen gezielte Beleuchtung ohne Streulicht
- Besonders geeignet für historische Gebäude und Kirchen
- Reduziert Lichtimmissionen um bis zu 95% gegenüber Anstrahlung

Umsetzung:

- Pilotprojekt an ausgewählter Kirche (z.B. St. Pankraz)
- Bei Erfolg: Ausweitung auf weitere Objekte
- Höhere Investitionskosten, aber langfristig effizienteste Lösung

5.2 | Priorisierung nach Gemeinden

Basierend auf den ermittelten Punktzahlen wird folgende Priorität für Umsetzungsmaßnahmen empfohlen:

Priorität 1 (>40 Punkte):

- Weyer (69 Punkte)
- Großraming (43 Punkte)

Priorität 2 (20-40 Punkte):

- Reichraming (33 Punkte)
- Windischgarsten (29 Punkte)

Priorität 3 (<20 Punkte):

- Losenstein (16 Punkte)
- Molln (9 Punkte)
- Roßleithen (4 Punkte)
- Klaus an der Pyhrnbahn (3 Punkte)
- Pichl (3 Punkte)

Vorbildfunktion:

- St. Pankraz (nur Kirchenbeleuchtung, keine Werbebeleuchtung)

5.3 | Ausblick und weitere Schritte

Für eine erfolgreiche Umsetzung der Empfehlungen werden folgende weitere Schritte vorgeschlagen:

1. **Dialog mit Gemeinden:** Präsentation der Ergebnisse in Gemeinderäten und Bürgermeisterkonferenzen
2. **Einbindung der Gewerbetreibenden:** Informationsveranstaltungen für betroffene Unternehmen mit Darstellung der wirtschaftlichen Vorteile
3. **Förderprogramm:** Entwicklung eines Förderprogramms durch das Land OÖ für die Umrüstung auf nachthimmelsfreundliche Werbebeleuchtung bzw. Aufzeigen möglicher vorhandener Fördermöglichkeiten (z.B. LEADER)
4. **Pilotprojekte:** Umsetzung von Vorzeigeprojekten in Gemeinden mit hoher Priorität
5. **Monitoring:** Wiederholung der Messungen nach 2-3 Jahren zur Erfolgskontrolle

5.4 | Abschließende Bewertung

Die durchgeführte Studie zeigt deutlich, dass Werbe- und Fassadenbeleuchtungen einen signifikanten Beitrag zur Lichtverschmutzung in den Nationalparkgemeinden leisten. Gleichzeitig wird aber auch deutlich, dass mit verhältnismäßig geringem Aufwand erhebliche Verbesserungen erzielt werden können. Die positiven Beispiele (St. Pankraz, geringe Anzahl in Klaus an der Pyhrnbahn) zeigen, dass wirtschaftliche Aktivität und Schutz des Nachthimmels keinen Widerspruch darstellen müssen. Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen können die Nationalparkgemeinden eine Vorreiterrolle bei der Verbindung von wirtschaftlicher Entwicklung und Naturschutz einnehmen.

6 | Kontakt und ProjektmitarbeiterInnen

Projektleitung

Dr. Stefan Wallner, BSc MSc
Türkenschanzstraße 17
1180 Wien
stefan.wallner@univie.ac.at

ProjektmitarbeiterInnen

Paul Pacher
Türkenschanzstraße 17
1180 Wien
paul.pacher@univie.ac.at

Raphael Selber, Bsc
Türkenschanzstraße 17
raphael.selber@univie.ac.at