

Erhebung der Lichtimmissionen in verschiedenen Beleuchtungssituationen

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Abschlussbericht

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Lärm und NIS, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: art light GmbH

Autor/Autorin: Mario Rechsteiner, Dorit Anderle

Begleitung BAFU: Benedict Wyss

Hinweis: Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Einleitung

In den letzten Jahren hat künstliches Licht in der Umwelt stark zugenommen. Es kann nachtaktive Tiere erheblich stören und das Wohlbefinden der Menschen beeinträchtigen. Der Bundesrat hat im Februar 2013 den Bericht «Auswirkungen von künstlichem Licht auf die Artenvielfalt und den Menschen» genehmigt und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) unter anderem beauftragt, Richtwerte zur Beurteilung der Schädlichkeit und Belästigung von künstlichem Licht in der Umwelt für den Menschen zu erarbeiten. Zudem soll eine Vollzugshilfe (BUWAL 2005) aktualisiert werden. Sie soll mithelfen, den Schutz von Mensch und Umwelt bereits bei der Planung von Beleuchtungsanlagen einzubeziehen.

Um sich einen Überblick zu verschaffen, welchen Lichtimmissionen durch künstliches Licht aus der Umwelt Menschen ausgesetzt sind, hat das BAFU diese Immissionen messen lassen. Im vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse dieser Messungen festgehalten. Es wurden zwei Messreihen mit unterschiedlicher Fragestellung durchgeführt:

- In Modul A wurden spezifische Beleuchtungssituationen (Immissionen durch Strassenbeleuchtung bzw. Sportplatzbeleuchtung) ausgemessen
- In Modul B wurden die von aussen kommenden Lichtimmissionen in Wohnungen, die sich in verschiedenen Umgebungen befinden (urbaner Raum, Agglomeration, ruraler Raum mit mässiger Besiedelung, ruraler Raum mit schwacher Besiedelung), stichprobenartig erhoben

Modul A

Messung von definierten Beleuchtungssituationen

1. Auswahl der Messstandorte

Die Auswahl der Messstandorte erfolgte unter folgenden Gesichtspunkten:

- Typische Strassenräume
- Art der Lichtquellen
- Besiedlungsdichte

Die Messungen erfolgten im Raum Ostschweiz und in der Stadt Zürich. Die Umweltschutzbeauftragten der Kantone Appenzell Ausserrrhoden, Appenzell Innerrhoden, St. Gallen, Thurgau und Zürich wurden vorgängig informiert. Einzelne Standorte konnten in Koordination mit den Fachstellen definiert und gemessen werden.

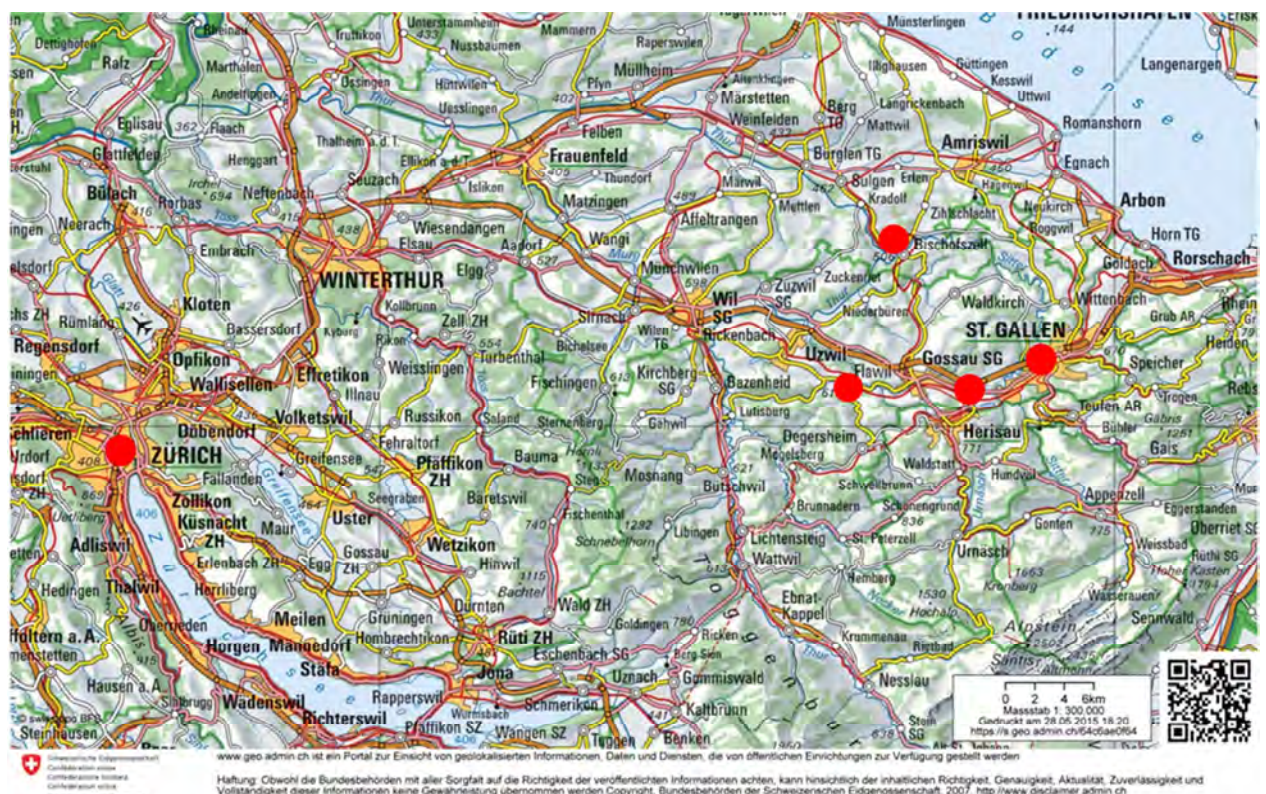


Bild: Auszug aus Messprotokoll Modul A

© 2015 swisstopo (BA150168)

2. Angewandte Messmethode

Es wurde die horizontale und vertikale-Beleuchtungsstärke mit einem kalibrierten Lux-Meter gemessen. Die horizontale-Beleuchtungsstärke wurde auf dem Bodenniveau gemessen. Die Messung der vertikalen-Beleuchtungsstärke erfolgte auf unterschiedlichen Höhen der Fassadenebene.

Auf Grund der Zugänglichkeit von privaten Wohnräumen, führten wir die Messungen mit einer Teleskopstange an der Fassade auf Fensterniveau im Erdgeschoss (Hochparterre) und im 1.Obergeschoss aus.



Bild: Messungen der vertikalen Beleuchtungsstärke mittels Teleskopstange

Die Erfassung der Beleuchtungsstärke erfolgte in der Achse der Leuchten und in der Mitte zwischen zwei Leuchten.

Um die Umwelteinflüsse auf die Messungen möglichst gering zu halten und die Vergleichbarkeit der Messergebnisse zu gewährleisten, wurde ausschliesslich bei trockener Witterung und schneefreiem Umfeld gemessen.

Die Lichtfarbe und das Farbspektrum der Lichtquellen wurden exemplarisch für jeden Lampen-typ einmal gemessen und dokumentiert.

Messgeräte:

Lux-Meter:	Konica Minolta	Typ: CL-200A
	Gossen	Typ: Mavolux 5032 B USB
Spektrometer:	Konica Minolta	Typ: CL-500A

3. Auswertung

In den gemessenen Räumen wurden hauptsächlich Leuchten mit Natriumdampf - Hochdrucklampen (NaH), Halogenmetaldampflampen (HIT), LED – Lichtquellen und vereinzelt noch Quecksilberdampflampen (HQL) angetroffen.

Das punktuell gemessene Beleuchtungsniveau bewegt sich horizontal zwischen 0.6 lx und 100lx.

Die punktuell gemessene vertikale Beleuchtungsstärke bewegt sich zwischen 0.8 lx und 12.4 lx. Bei Beleuchtungen mit Wandleuchten liegen die Werte im direkten Umfeld der Leuchte deutlich höher.



Bild: Gassenraum Bischofszell

Die Messungen zeigen deutlich, dass die Raumgeometrie, die verwendete Leuchtenart und der Leuchtenstandort massgeblich das Niveau der Beleuchtungsstärke prägt.

Modul B

Stichprobenmessung in verschiedenen Untersuchungsräumen

1. Auswahl der Messstandorte

Die Auswahl der Untersuchungsräume entspricht der Vorgabe des BAFU. Die einzelnen Standorte wurden durch die art light GmbH ausgewählt. Die Messungen erfolgten stichprobenartig und die Auswahl deckt pro Raum sowohl helle, als auch dunkle Standorte ab.



Bild: Auszug aus Messprotokoll Modul B

© 2015 swisstopo (BA150168)

2. Angewandte Messmethode

Es wurde die vertikale Beleuchtungsstärke am Fenster oder in der Fassade (je nach Zugänglichkeit) gemessen.

Wir stellten fest, dass die Unterschiede der Beleuchtungsstärke im Fensterbereich in der Regel zu vernachlässigen sind (siehe auch Messprotokoll B S. 29). Ebenso zeigte sich, dass der Zugang zu privatem Wohnraum im Messzeitraum zwischen 22:00 Uhr und 01:00 Uhr nur schwer durchführbar ist.

Aus diesen Gründen haben wir uns für eine vereinfachte Erfassung der Messwerte an der Fassade bzw. am Fenster entschieden. Für eine stichprobenartige Erfassung von vertikalen Beleuchtungsstärken sind die aufgenommenen Werte zielführend, da sie reale Helligkeiten im Fassadenbereich oder am Fenster dokumentieren.

Es wurden die folgenden, kalibrierten Messgeräte eingesetzt:

Messgeräte:

Lux-Meter:	Konica Minolta	Typ: CL-200A
	Gossen	Typ: Mavolux 5032 B USB
Leuchtdichtekamera:	Techno Team	Typ: LMK Mobile Advanced

Lichtfarbe und Spektrum wurden im Modul A exemplarisch erfasst.

Um die Umwelteinflüsse auf die Messungen möglichst gering zu halten und die Vergleichbarkeit der Messergebnisse zu gewährleisten, wurde fast ausschliesslich bei trockener Witterung und schneefreiem Umfeld gemessen.

3. Auswertung

Das punktuell gemessene Helligkeitsniveau bewegt sich in folgenden Bereichen:

Untersuchungsraum	E max (lx)	E min (lx)
Urbaner Raum	24.9	0.04
Agglomeration	5.7	0.0 (*)
Ruraler Raum (mässige Besiedlung)	19.29	0.0 (*)
Ruraler Raum (schwache Besiedlung)	0.07	0.0 (*)

(*) Bei den Messungen im untersten Grenzbereich mussten wir feststellen, dass die Messungenauigkeit der eingesetzten Geräte häufig zum Anzeigewert von 0.00 führte. Dies ist auf den zulässigen Messfehler der eingesetzten Messgeräte (Klasse B nach DIN 5032 Teil 7) zurück zu führen. Da dieses geringe Helligkeitsniveau jedoch keinen Einfluss auf diese Untersuchung hat, kann die Abweichung hier vernachlässigt werden.

Mit Ausnahme des ruralen Raums mit geringer Besiedlungsdichte wurden in jedem Untersuchungsraum sowohl hohe als auch sehr geringe Beleuchtungsstärken gemessen. Auch im städtischen Bereich ist die Beleuchtungsstärke nicht zwingend von der Grösse der Stadt abhängig, sondern von der Geometrie des Strassenraums. So ergeben sich im Altstadtbereich St. Gallens auf der Fassade höhere Werte als im grossstädtischen Raum Zürichs.



Bild: Altstadt St. Gallen



Bild: Zürich

4. Ergänzende Leuchtdichtemessungen

Die Aufgabenstellung des BAFU für die stichprobenhafte Erfassung der Lichtimmissionen beschränkte sich auf die Messung der Beleuchtungsstärke.

Auf Grund der Tatsache, dass das Helligkeitsempfinden des menschlichen Auges auf der Wahrnehmung der Raumbegrenzungsflächen und deren Leuchtdichten basiert, wurden ergänzend auch Leuchtdichtemessungen mit einer mobilen Leuchtdichtekamera durchgeführt. Die Messungen erfolgten an vier Standorten. Die Aufnahmen wurden immer bei geöffnetem Fenster bzw. vom Messstandort aus in Blickrichtung der Emissionsquelle erstellt.

Die Messungen führten zu den folgenden Resultaten:

a) Urbaner Raum: Zürich – Messprotokoll 2 – 1.2

Der Helligkeitseindruck wird massgeblich durch die Platzbeleuchtung, die Schaufenster und den Eingangsbereich des Hotels im Erdgeschoss auf der gegenüberliegenden Strassenseite geprägt. Als störend wird dabei die hohe Leuchtdichte im Leuchten-Kopf, der im Kontrast zum relativ dunklen Nachthimmel steht, bewertet.

b) Urbaner Raum: Zürich – Messprotokoll 2 – 1.4

Der Helligkeitseindruck wird durch die Schaufenster des gegenüberliegenden Geschäftes bestimmt. Dabei wirken die sehr hohen punktuellen Leuchtdichten der sichtbaren Leuchtstofflampen im Schaufenster als sehr störend.

c) Ruraler Raum (mässige Besiedlung): Mörschwil - Messprotokoll 2 – 3.4

Die vertikalen Raumbegrenzungsflächen der Gebäude prägen massgeblich den Helligkeitseindruck. Auf Grund des geringen Beleuchtungsniveaus ergeben sich auch niedrige Leuchtdichten auf den Flächen. Einzelne Leuchten heben sich im Kontrast zum Umfeld ab.

d) Ruraler Raum(schwache Besiedlung): Herisau - Engelen - Messprotokoll 2 – 4.1

Der subjektive Helligkeitseindruck wird durch die Leuchtschrift eines Stadions (AFG Arena) und das Streulicht des Strassenraumes geprägt. Dabei fällt auf, dass der Kontrast zu dem absolut dunklen Umfeld schnell den Faktor 1:10 bzw. 1:100 bei Punktleuchtdichten erreicht.

Zusammenfassung

Sowohl die Messungen von definierten Beleuchtungssituationen als auch die Stichprobenmessungen der Lichtimmissionen zeigen deutlich, dass eine sehr grosse Streuung der Beleuchtungsstärken besteht. Eine Ausnahme bildet der rurale Raum mit geringer Besiedlung. Hier liegt das Beleuchtungsniveau sehr tief und die Lichtimmissionen aus der Agglomeration wirken für den Betrachter subjektiv störend.

Wir sind der Ansicht, dass für eine Vollzugshilfe sowohl die Beleuchtungsstärke, als auch die Leuchtdichte als Bemessungskriterium beigezogen werden muss. Die Wahl des Bemessungskriteriums ist abhängig von der Lichtsituation vor Ort. Nur so kann eine optimale Beurteilung gewährleistet werden.

Anhang:

Messprotokoll Modul A

Messprotokoll Modul B

Erhebung der Lichtimmissionen in verschiedenen Beleuchtungssituationen

Modul A

Messung von definierten Beleuchtungssituationen

Messprotokoll A

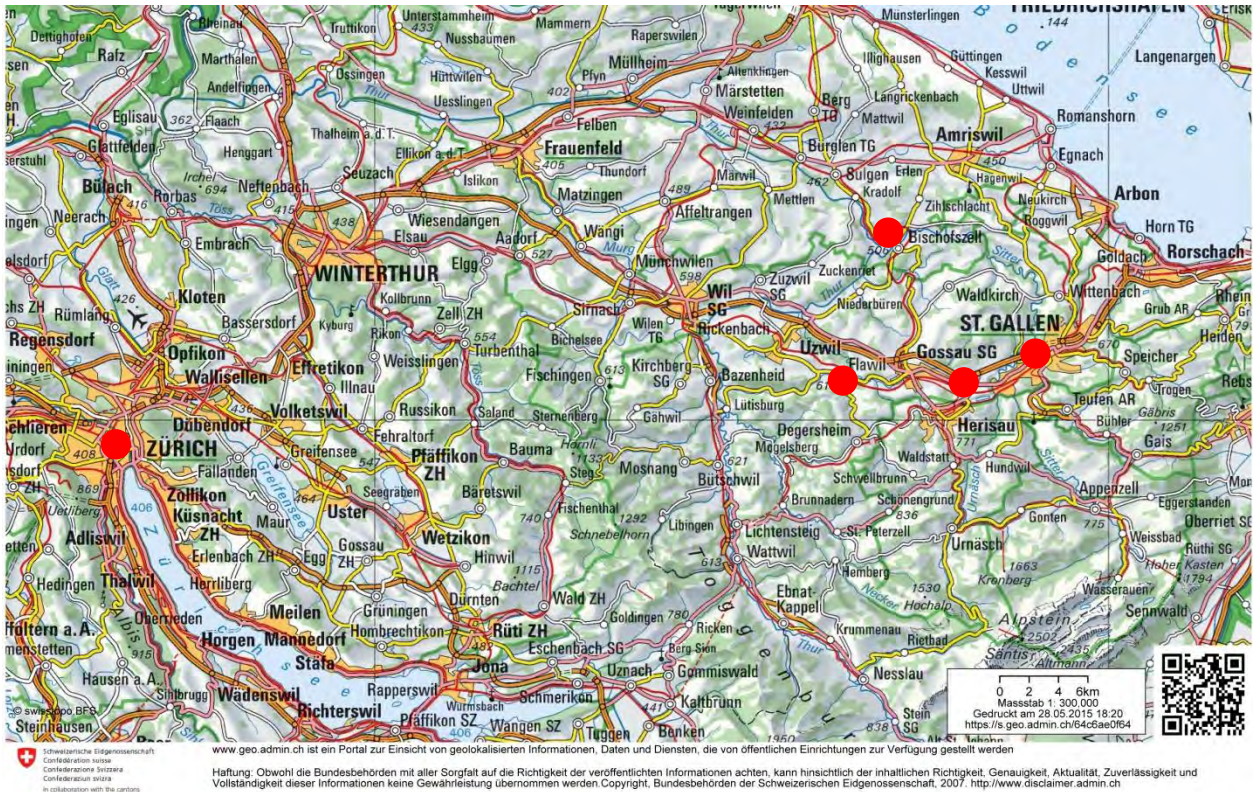
Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

Inhaltsverzeichnis

Karte	S. 03
Messprotokolle	
1. Gossau 1	S. 04
2. Gossau 2	S. 07
3. Flawil 3	S. 10
4. Bischofszell 1	S. 13
5. St. Gallen 1	S. 16
6. Zürich 2	S. 19
7. St. Gallen 2, Sportplatz	S. 22
Auswertung	S. 25

Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

Messstandorte



© 2015 swisstopo (BA150168)

Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

1. Messstandort: Gossau 1

Ort: Gossau
Strassentyp: Hauptstrasse, 50km/h
Leuchtentyp: Seilpendel, Kandelaber
Lichtquelle: LED (neue Beleuchtung)



Lichtmessung _ Gossau 1

Leuchtentyp: LED, Seilpendel / Kandelaber

Datum: 28.04.2015

Messzeitpunkt: 21:00h

Wettersituation: bewölkt

Mondsituation: zunehmend

Lichtpunkthöhe

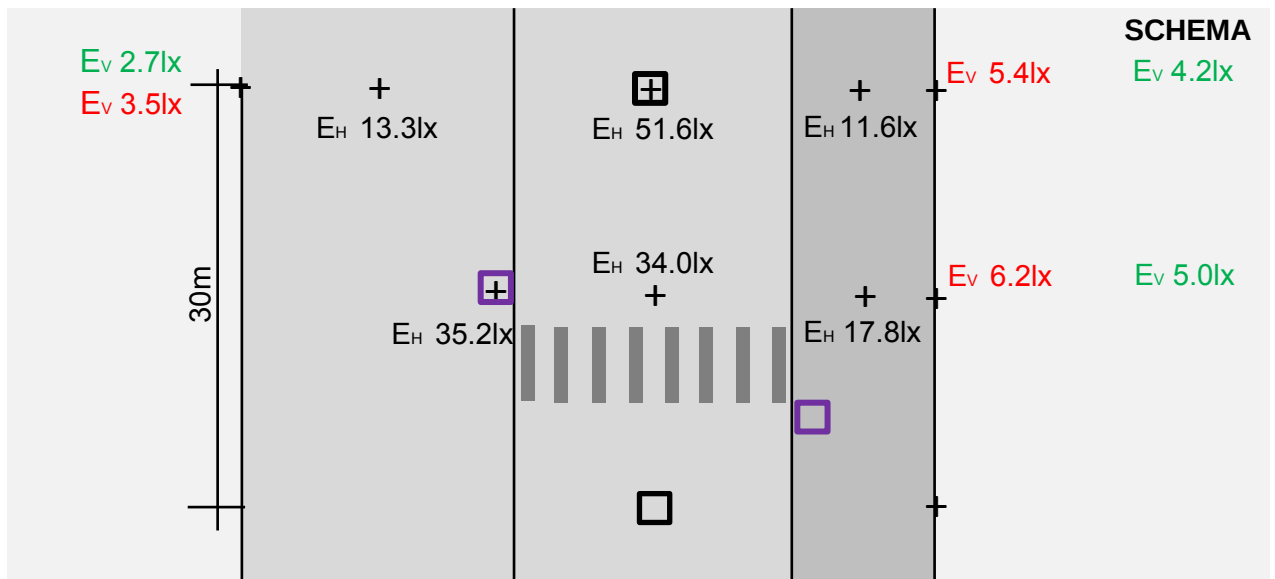
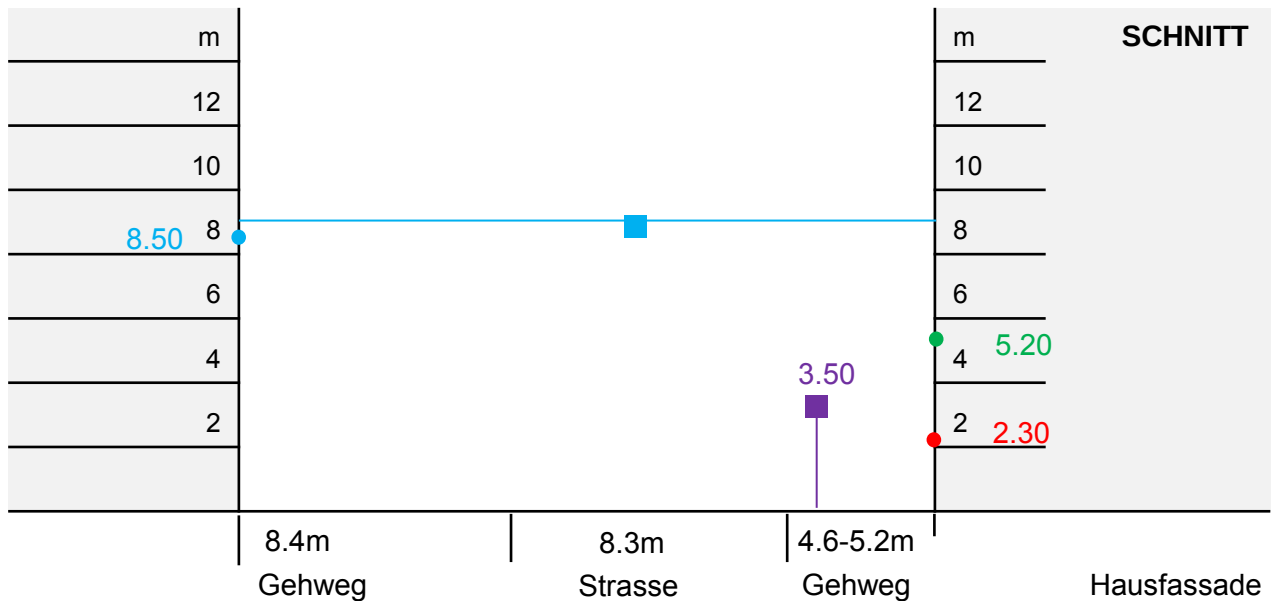
Länge Ausleger

Messpunktstelle

Messpunkthöhe 1

Messpunkthöhe 2

Kandelaber



Lichtmessung _ Gossau 1

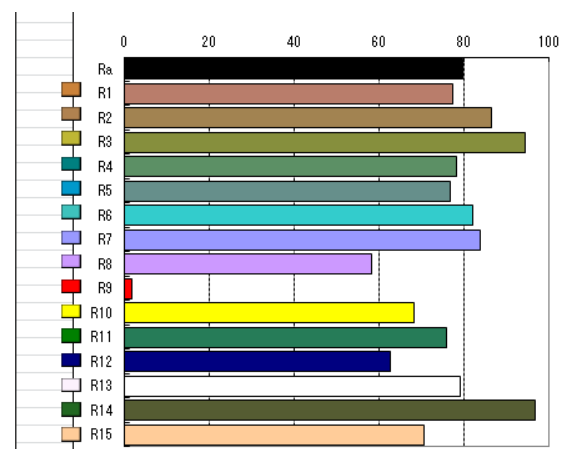
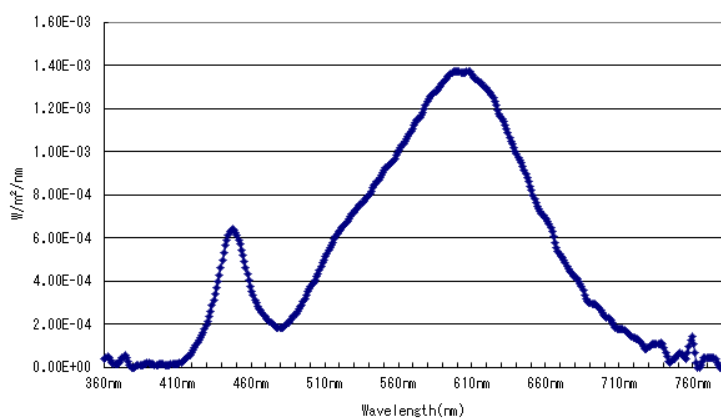


Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung



Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung

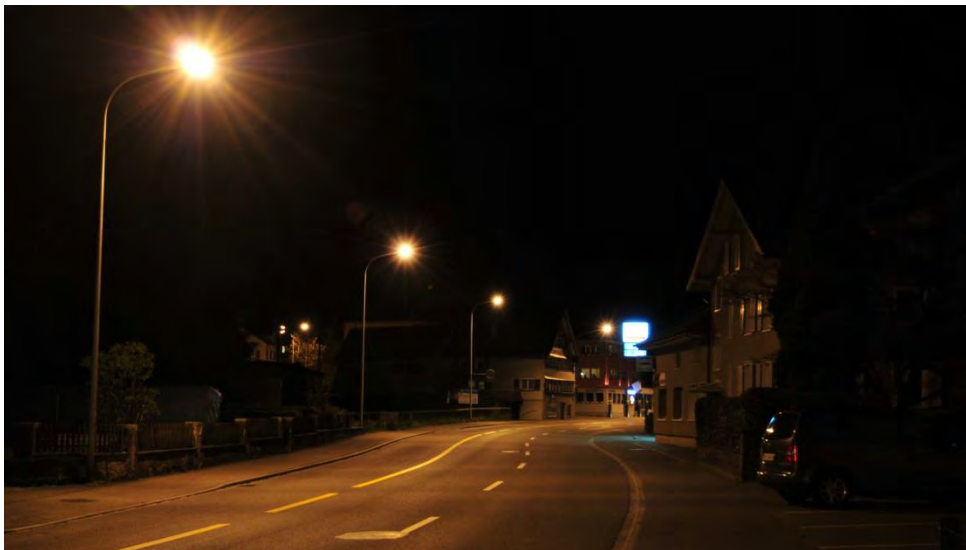
Spektrale Lichtverteilung des Leuchtmittels (Seilpendel): CCT 2986K, Ra 80, 21:00 Uhr



Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

2. Messstandort: Gossau 2

Ort: Gossau
Strassentyp: Hauptstrasse, 50km/h
Leuchtentyp: Mastleuchte (alte Beleuchtung)
Lichtquelle: Natriumdampf Lampe (NaH)



Lichtmessung _ Gossau 2

Leuchtentyp: NaH Mastleuchte

Datum: 23.04.2015

Messzeitpunkt: 23:30 /24:00h

Wettersituation: trocken, 9°C

Mondsituation: zunehmend

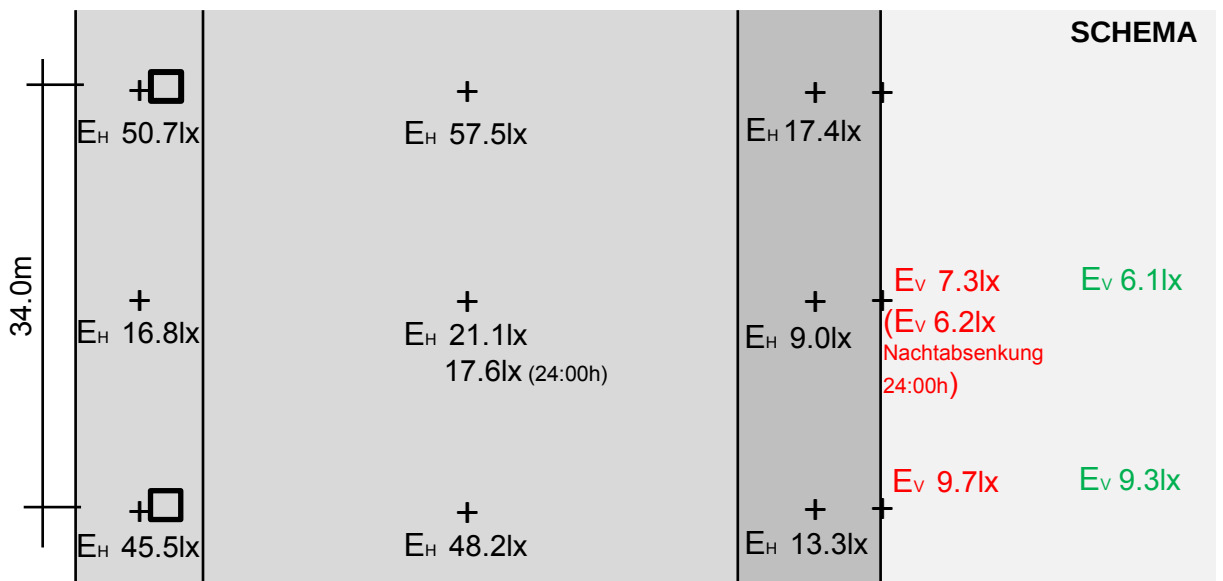
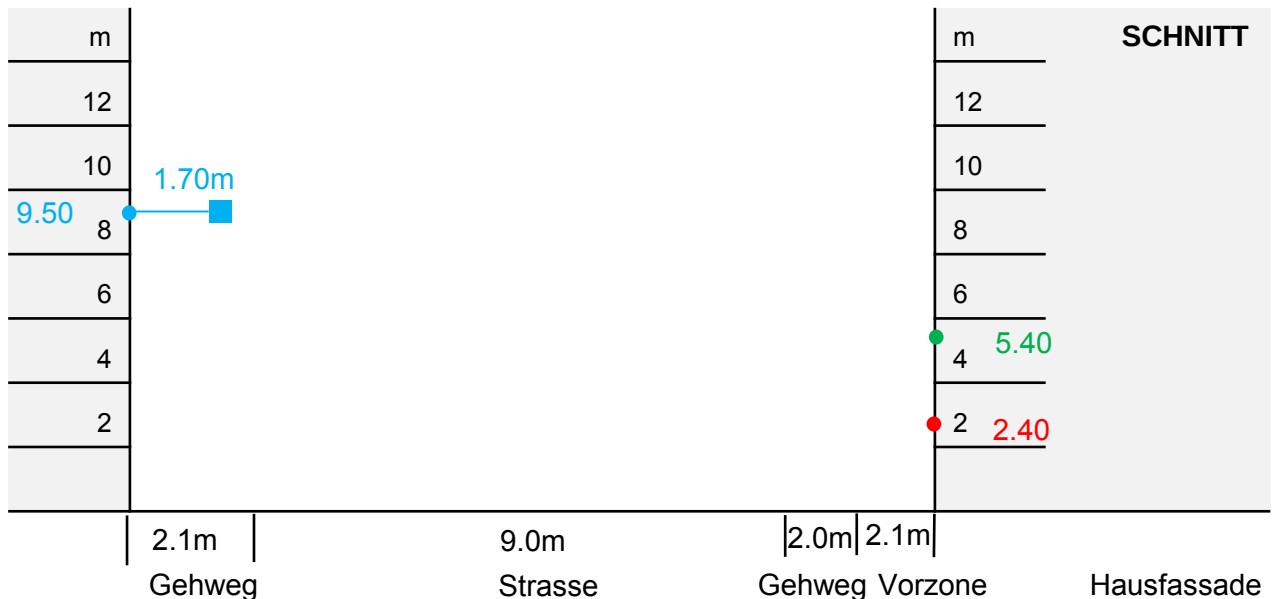
Lichtpunkthöhe

Länge Ausleger

Messpunktstelle

Messpunkthöhe 1

Messpunkthöhe 2



Lichtmessung _ Gossau 2

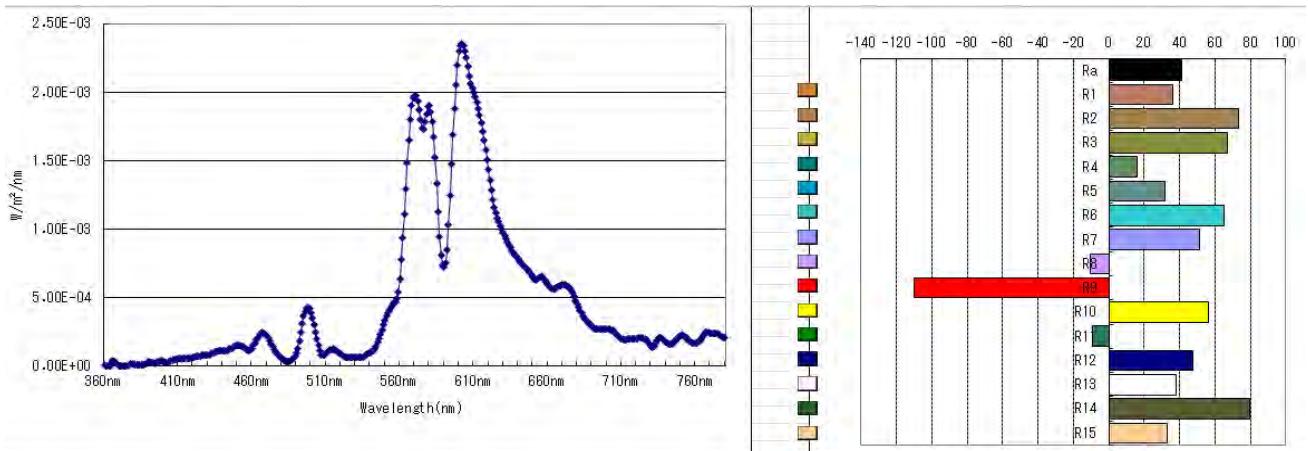


Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung



Vorgang der Messung

Spektrale Lichtverteilung des Leuchtmittels (Mastleuchte): CCT 1925K, Ra 41, 23:51 Uhr



Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

3. Messstandort: Flawil 3

Ort: Flawil
Strasstyp: Nebenstrasse, 30km/h
Leuchtentyp: Mastleuchte
Lichtquelle: LED



Lichtmessung _ Flawil 3

Leuchtentyp: LED Mastleuchte

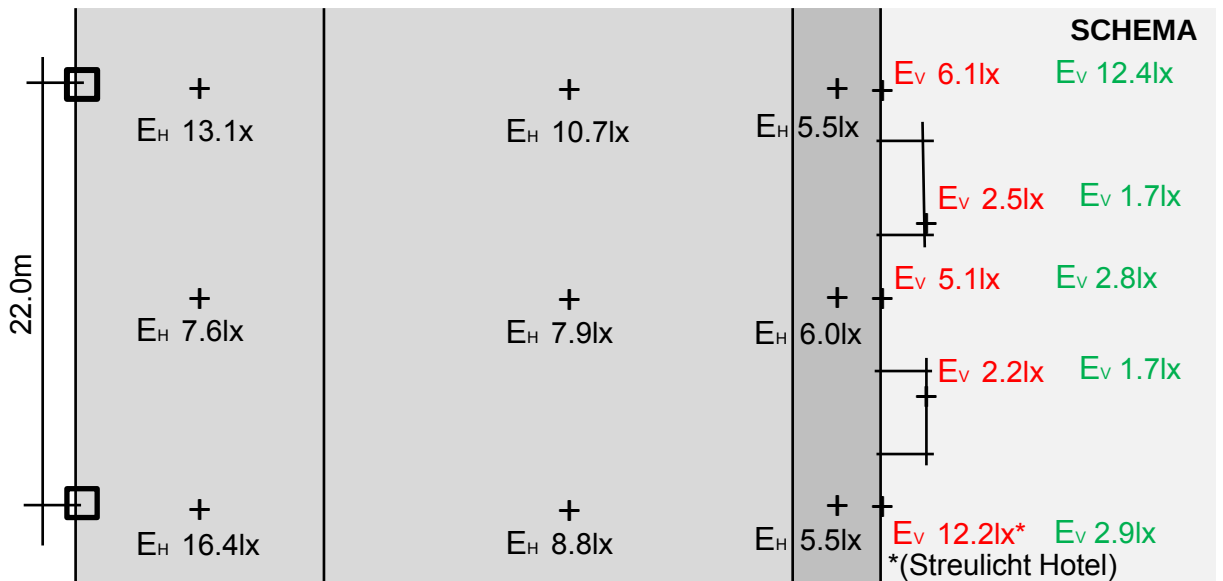
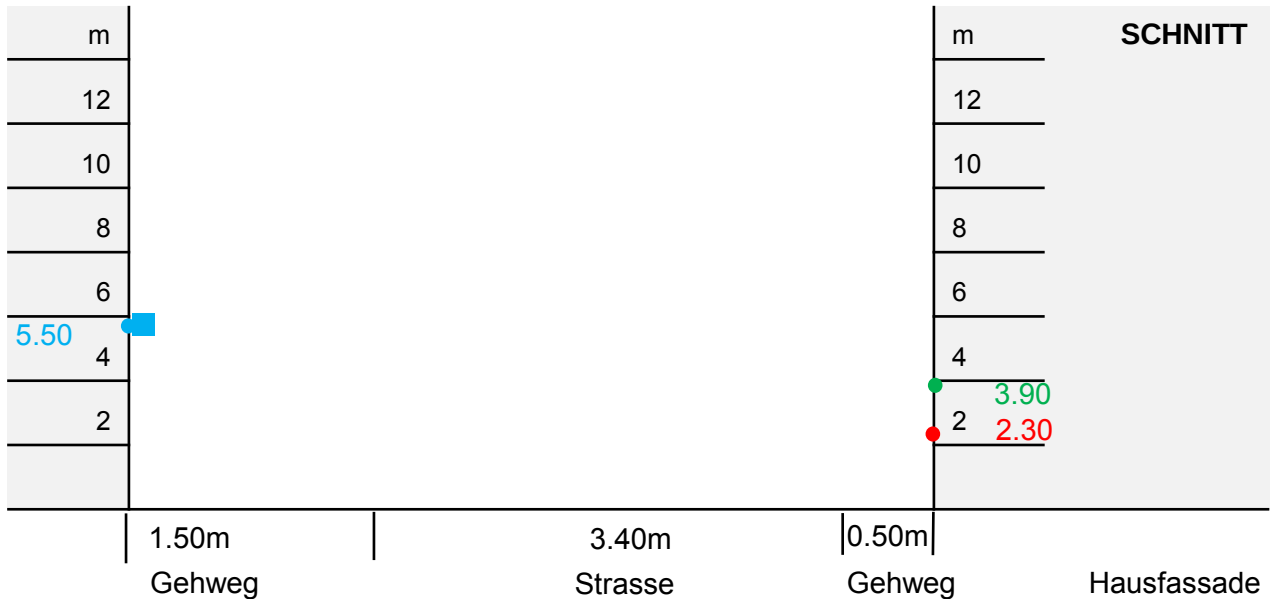
Datum: 07.05.2015

Messzeitpunkt: 22:40h

Wettersituation: klar

Mondsituation: abnehmend

Lichtpunkthöhe
Länge Ausleger
Messpunktstelle
Messpunkthöhe 1
Messpunkthöhe 2

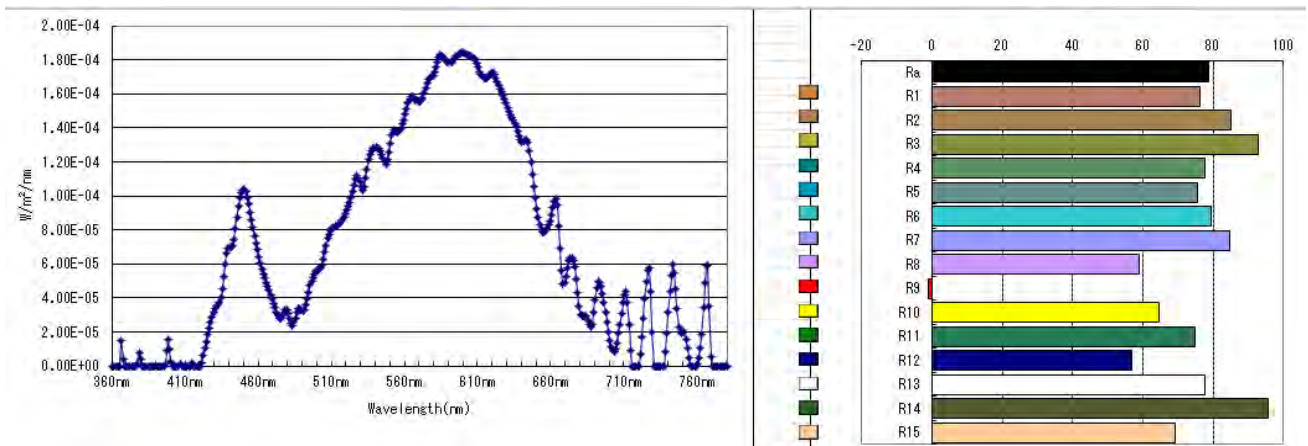


Lichtmessung _ Flawil 3



Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung

Spektrale Lichtverteilung des Leuchtmittels (Mastleuchte): CCT 3225K, Ra 79, 22:45 Uhr



Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

4. Messstandort: Bischofszell 1

Ort: Bischofszell, historische Altstadt
Strassentyp: Hauptstrasse, 30km/h
Leuchtentyp: historische Wandleuchte
Lichtquelle: Quecksilberdampf Lampe



Lichtmessung _ Bischofszell 1

Leuchtentyp: Quecksilberdampf Lampe, Wandleuchte

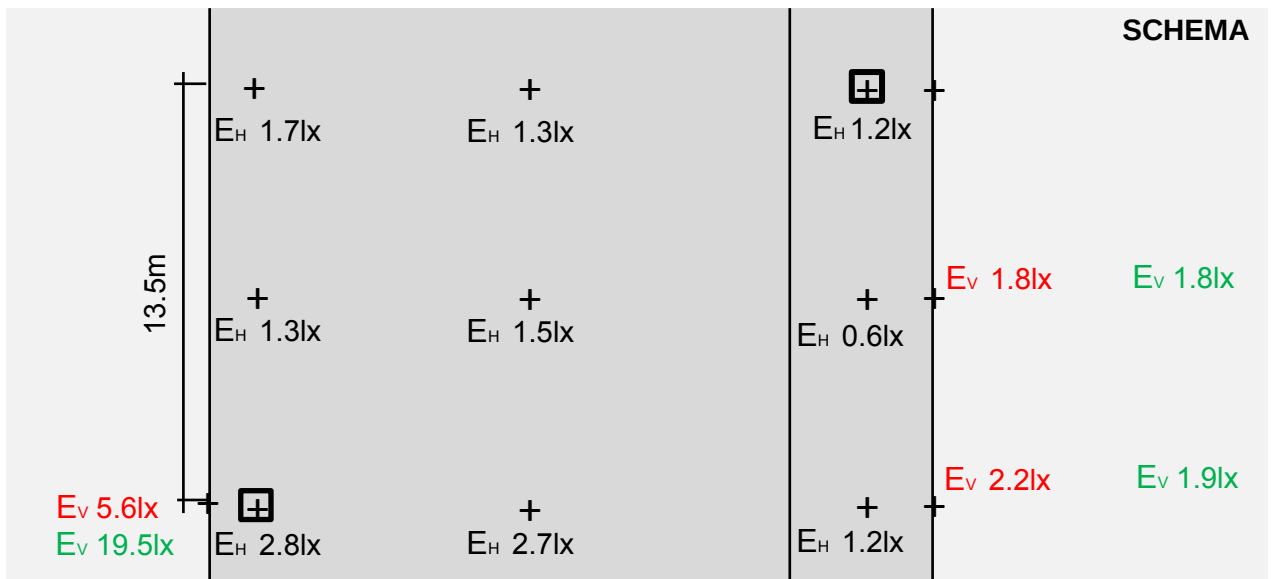
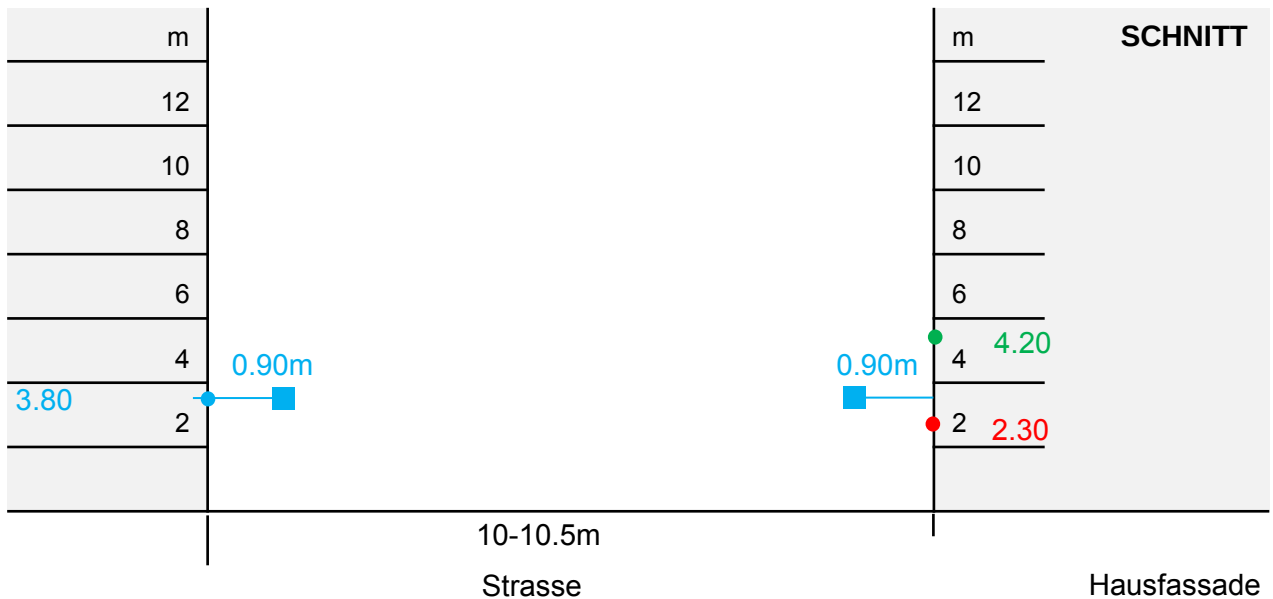
Datum: 28.04.2015

Messzeitpunkt: 22:00h

Wettersituation: bewölkt

Mondsituation: zunehmend

Lichtpunkthöhe
Länge Ausleger
Messpunktstelle
Messpunkthöhe 1
Messpunkthöhe 2

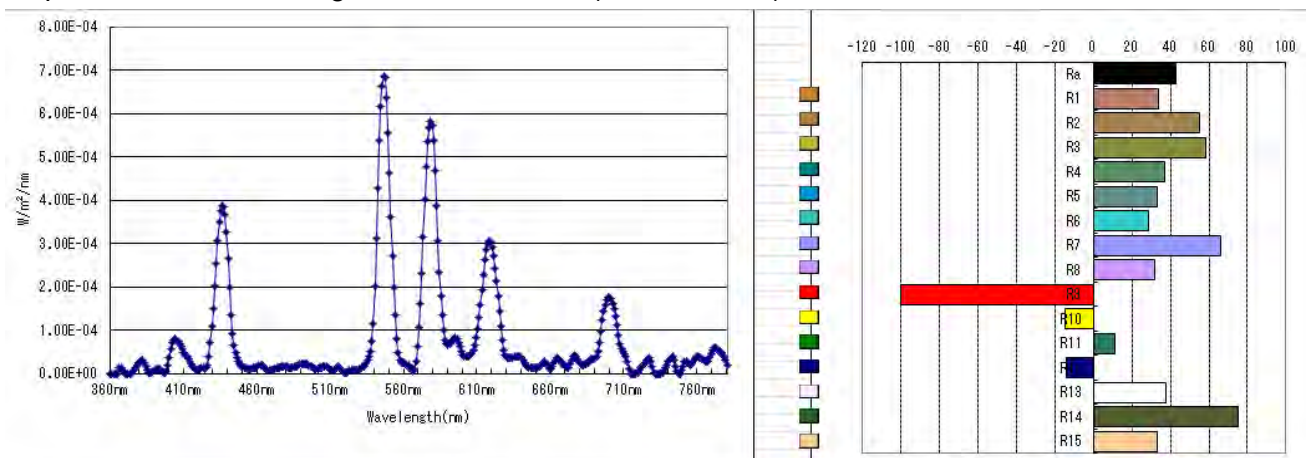


Lichtmessung _ Bischofszell 1



Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung

Spektrale Lichtverteilung des Leuchtmittels (Wandleuchte): CCT 3966K, Ra 43, 22:00 Uhr



Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

5. Messstandort: St. Gallen 1

Ort: St. Gallen
Strassentyp: Nebenstrasse, 30km/h
Leuchtentyp: Mastleuchte
Lichtquelle: Natriumdampflampe (NaH)



Lichtmessung _ St. Gallen 1

Leuchtentyp: NaH, Mastleuchte

Datum: 12.05.2015

Messzeitpunkt: 22:30h

Wettersituation: trocken

Mondsituation: abnehmend

Lichtpunkthöhe

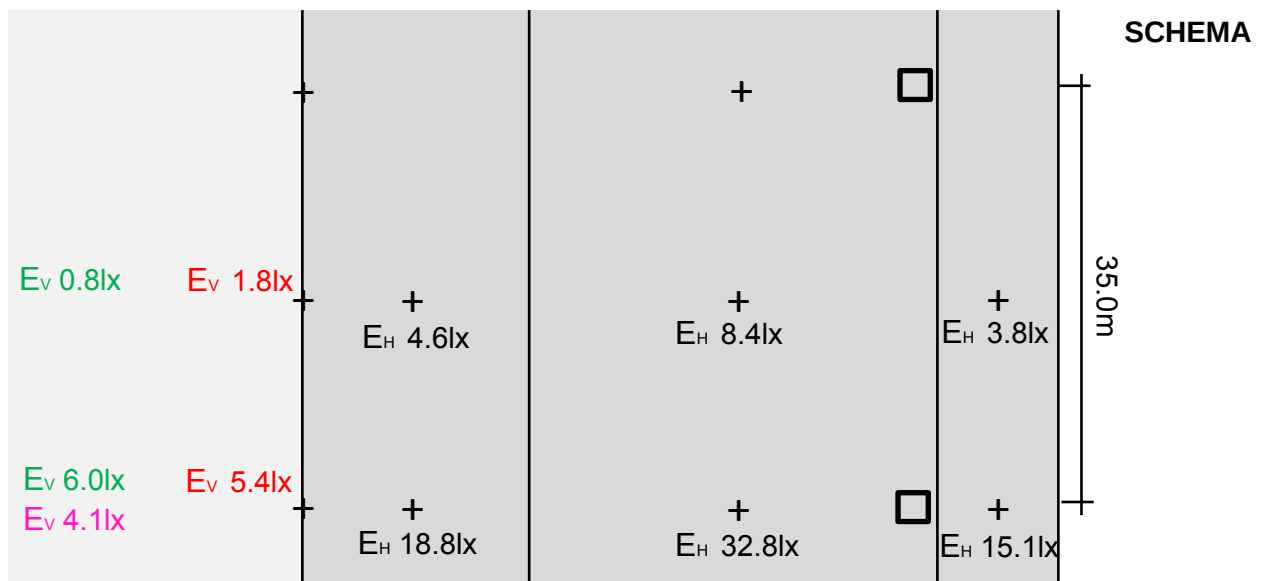
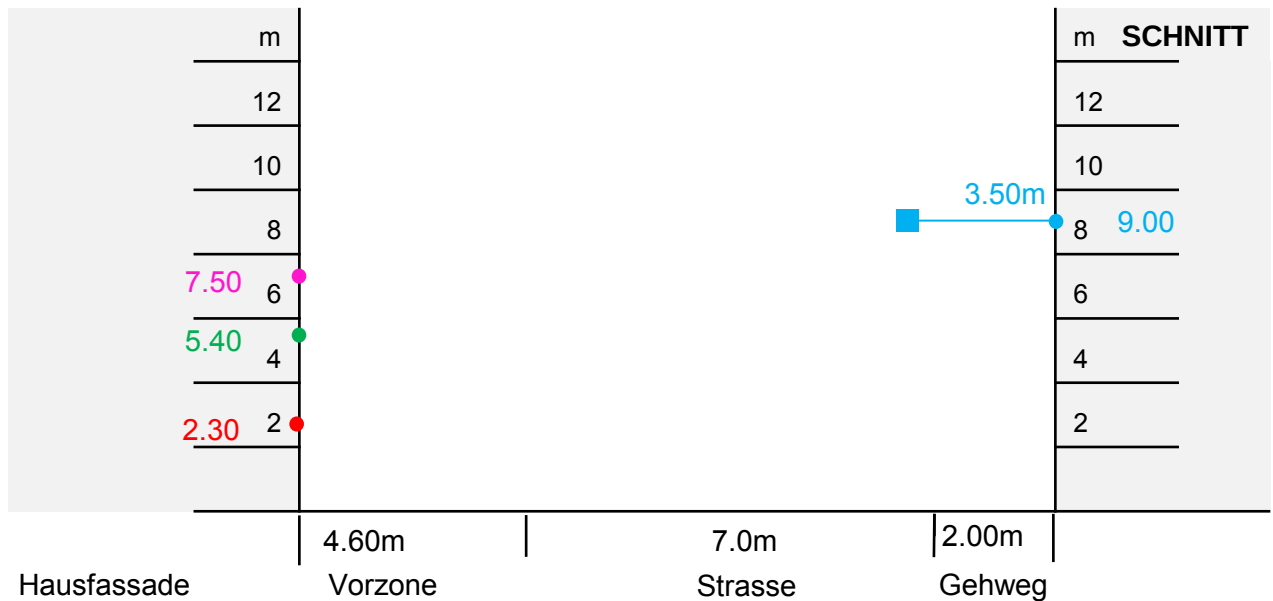
Länge Ausleger

Messpunktstelle

Messpunkthöhe 1

Messpunkthöhe 2

Messpunkthöhe 3



Lichtmessung _ St. Gallen 1



Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung

Messpunkte Häuser



Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

6. Messstandort: Zürich 2

Ort: Zürich
Strasstyp: Hauptstrasse, 50km/h
Leuchtentyp: Seilpendel
Lichtquelle: Natriumdampf Lampe (NaH)



Lichtmessung _ Zürich 2

Leuchtentyp: NaH, Seilpendel, Schaufenster

Datum: 20.05.2015

Messzeitpunkt: 23:30h

Wettersituation: bewölkt, Strassen feucht

Mondsituation: kurz nach Neumond

Lichtpunkthöhe

Länge Ausleger

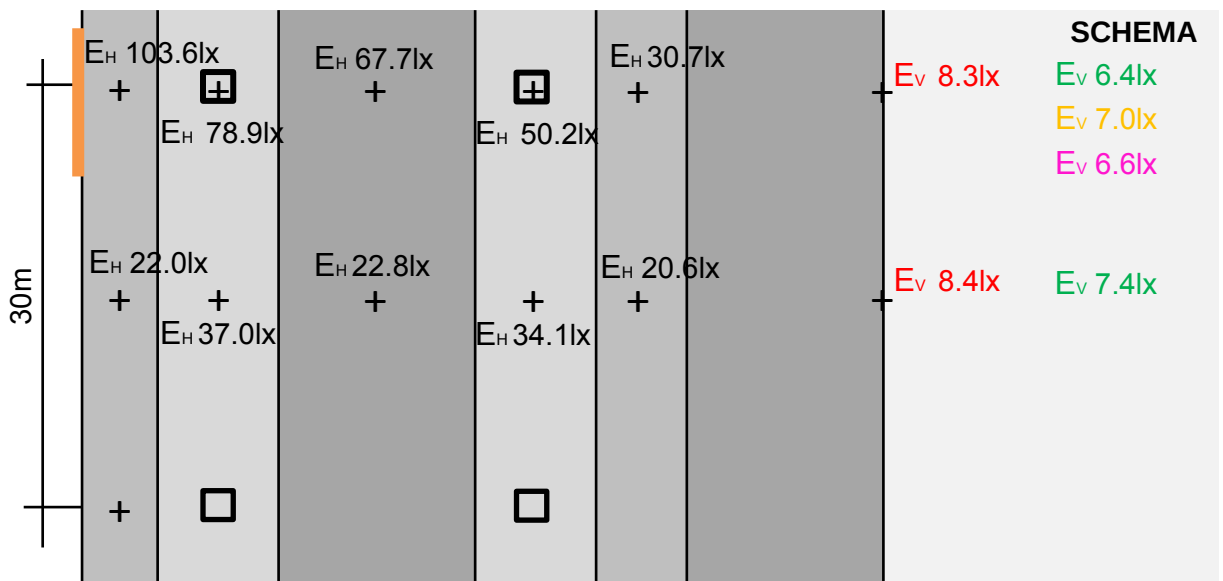
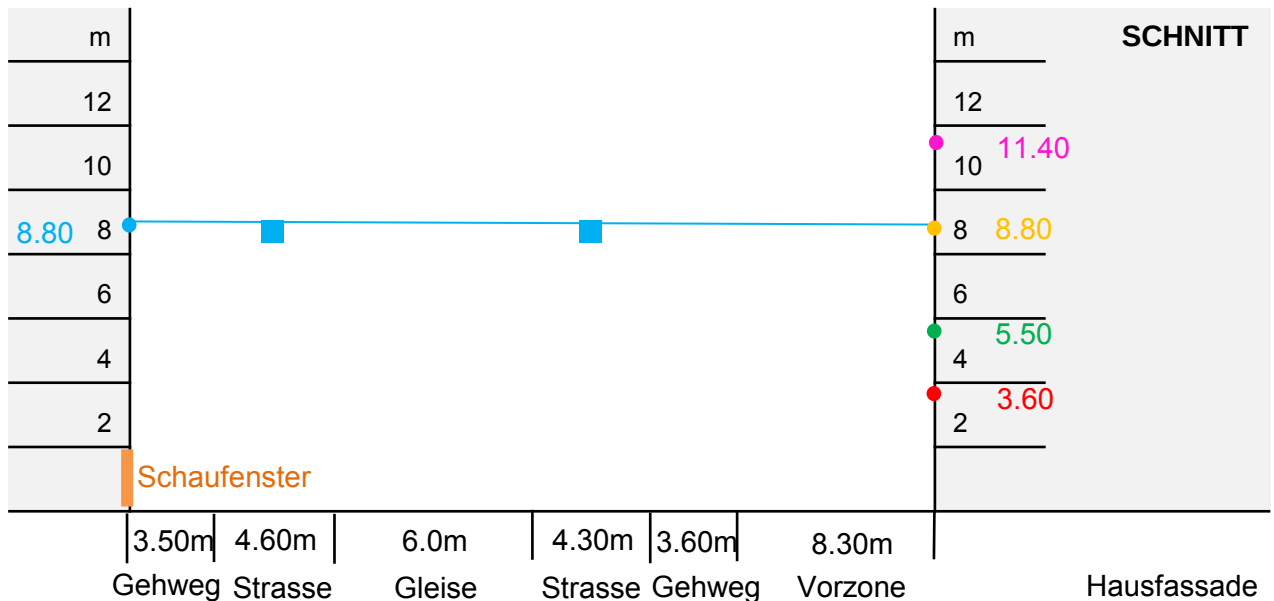
Messpunktstelle

Messpunkthöhe 1

Messpunkthöhe 2

Messpunkthöhe 3

Messpunkthöhe 4



Lichtmessung _ Zürich 2



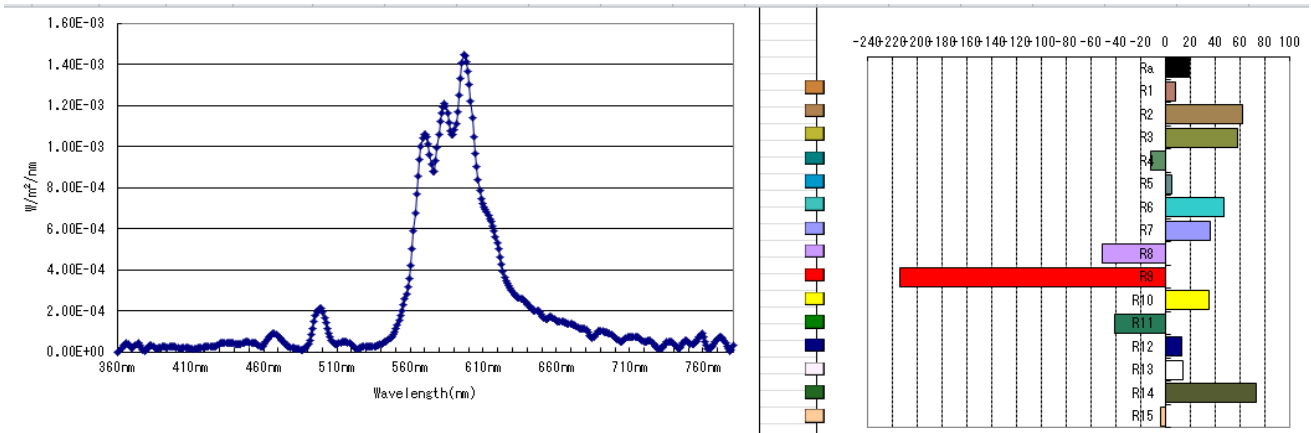
Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung



Messpunkte Haus

- 4. OG
- 3. OG
- 2. OG
- 1. OG

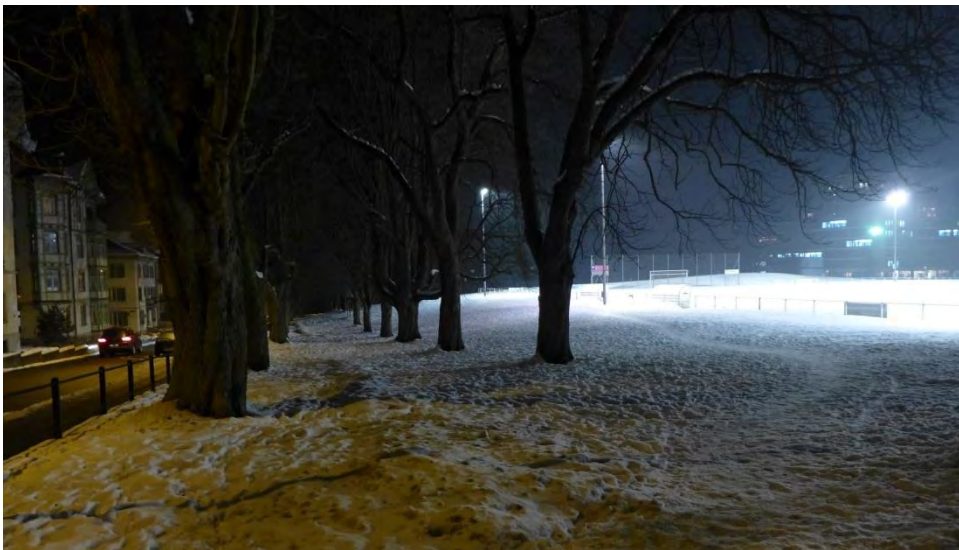
Spektrale Lichtverteilung des Leuchtmittels (Seilpendel): Ra 20, 23:30 Uhr



Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

7. Messstandort: St. Gallen 2 - Sportplatz

Ort: St. Gallen
Strassentyp: Nebenstrasse, 30km/h - Sportplatz / Training
Leuchtentyp: Mastleuchte
Lichtquelle: Natriumdampflampe (NaH),
Halogenmetall dampflampe (HIT)



Lichtmessung _ St. Gallen 2

Leuchtentyp: NaH, Mastleuchte + HIT Flutlichtanlage

Datum: 12.05.2015

Messzeitpunkt: 21:30h

Wettersituation: trocken

Mondsituation: abnehmend

Lichtpunkthöhe

Länge Ausleger

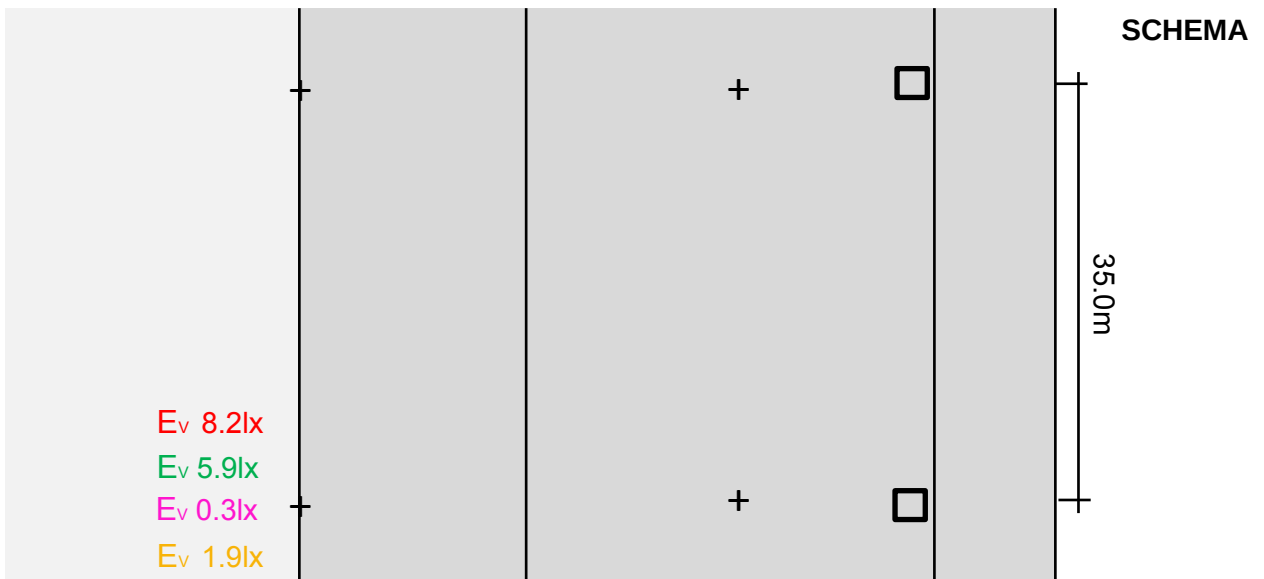
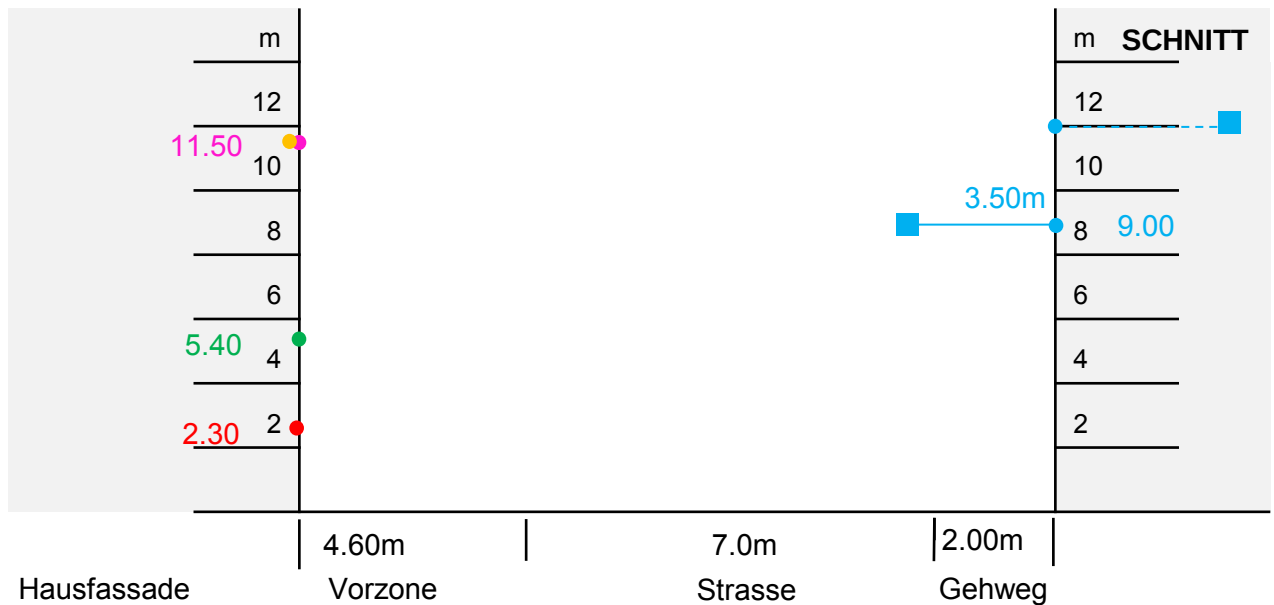
Messpunktstelle

Messpunkthöhe 1

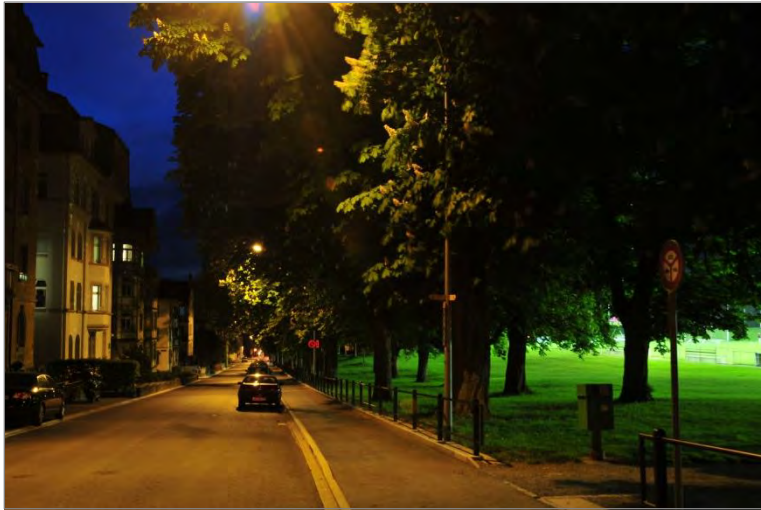
Messpunkthöhe 2

Messpunkthöhe 3

Messpunkthöhe 4



Lichtmessung _ St. Gallen 2



Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung



Messpunkte Haus

- Licht von Strassenleuchte
- Licht von Strassenleuchte und Flutlicht Sportplatz



Messpunkte Haus

- Umgebungslicht
- Licht Umgebung und Flutlicht Sportplatz

Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

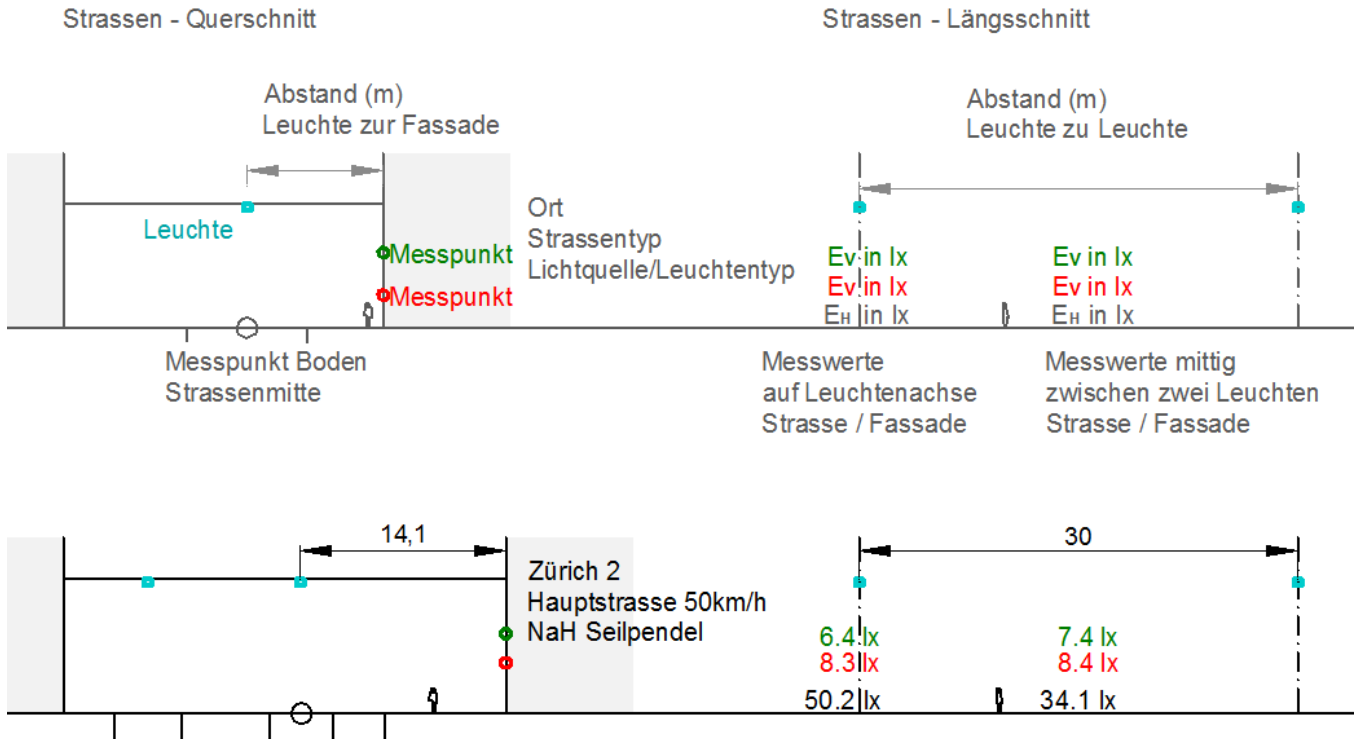
Lichtmessung _ Auswertung Situation Strassenbeleuchtung

Die gesammelten Messwerte sollen miteinander verglichen werden, um mögliche Zusammenhänge lesbar zu machen:

Hierfür werden die unterschiedlichen Geometrien der Strassenräume untereinander dargestellt und die Messorte nach Strassentyp sortiert.

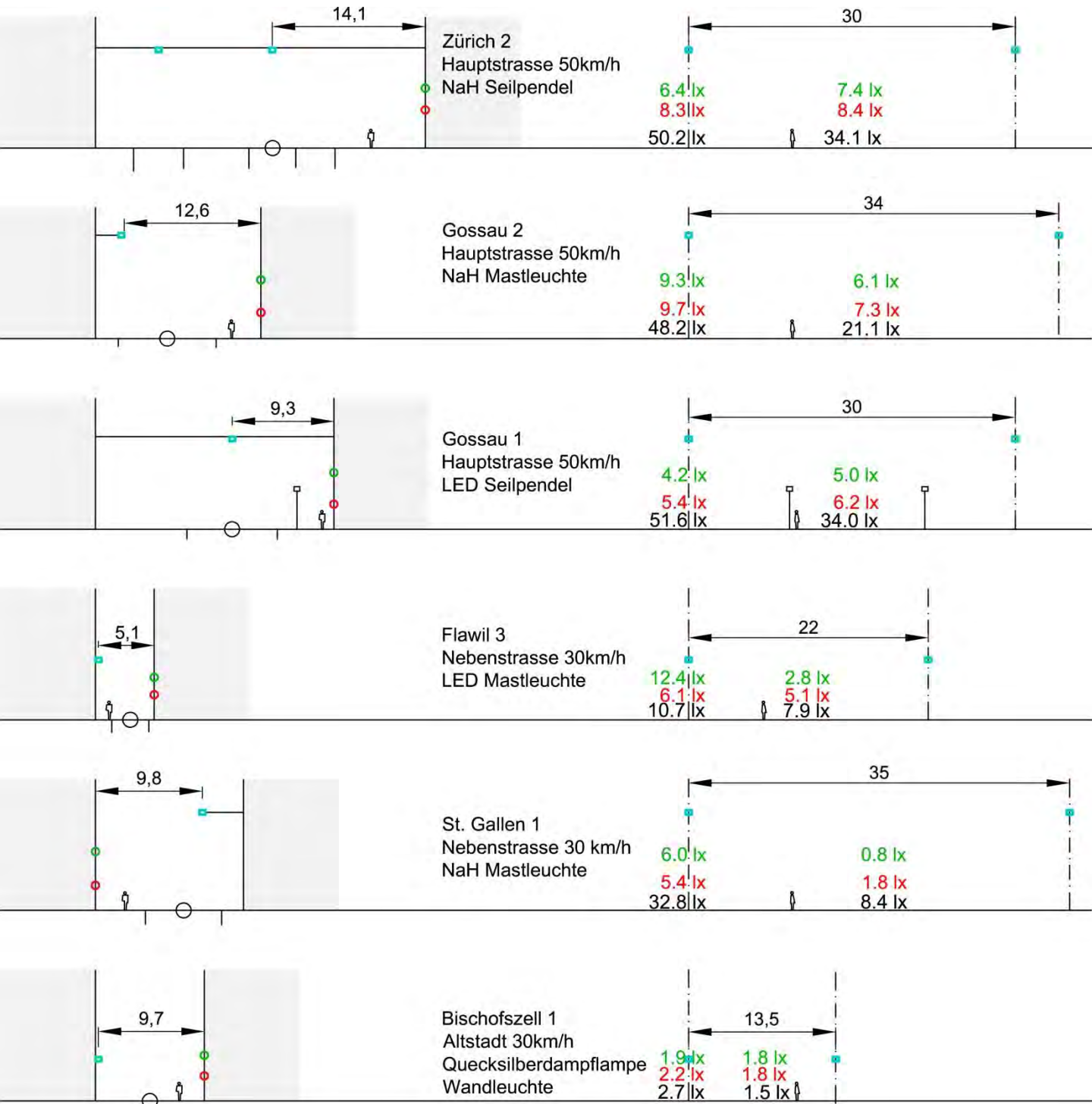
Für jeden Strassenraum werden die Messwerte von vergleichbaren Messpunkten eingetragen.

Beispiel Darstellung Strassenraum und Messwerte:



Lichtmessung _ Auswertung

Gegenüberstellung von unterschiedlichen Strassenräumen



Lichtmessung _ Auswertung

Zusammenfassung nach Strassentypen

Punktuelle horizontale und vertikale Beleuchtungsstärken zusammengefasst nach Strassentypen.

Die Werte wurden zur Vereinfachung gerundet.

a) Hauptstrassen

Mastleuchten/ Seilpendelleuchten

Lichtquellen: Natriumdampfhochdrucklampe / LED

Horizontal Beleuchtungsstärke Strasse	Min – Max	$E_H = \text{ca. } 20-50 \text{ lx}$
Vertikale Beleuchtungsstärke Fassade	Min – Max	$E_V = \text{ca. } 5-10 \text{ lx}$

b) Nebenstrassen

Mastleuchten/ Seilpendelleuchten

Lichtquellen: Natriumdampfhochdrucklampe / LED

Horizontal Beleuchtungsstärke Strasse	Min – Max	$E_H = \text{ca. } 10-30 \text{ lx}$
Vertikale Beleuchtungsstärke Fassade	Min – Max	$E_V = \text{ca. } 1-12 \text{ lx}$

c) Historische Altstadt

Wandleuchten

Lichtquellen: Quecksilberdampf Lampe

Horizontal Beleuchtungsstärke Strasse	Min – Max	$E_H = \text{ca. } 1.5-3 \text{ lx}$
Vertikale Beleuchtungsstärke Fassade	Min – Max	$E_V = \text{ca. } 2 \text{ lx}$

Erhebung der Lichtimmissionen in verschiedenen Beleuchtungssituationen

Modul B

Stichprobenmessung in verschiedenen Untersuchungsräumen

Messprotokoll B

Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

Inhaltsverzeichnis

Karte	S. 03
Kategorisierung und Definition der Messstandorte	S. 04
Messprotokolle	
1. Urbaner Raum	S. 05 - 12
2. Agglomeration	S. 13 - 16
3. Ruraler Raum /Peripherie	S. 17 - 23
4. Ruraler Raum	S. 24 – 28
5. Messung Fenster	S. 29
Auswertung	S. 30

Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

Messstandorte



© 2015 swisstopo (BA150168)

Kategorisierung und Definition der Messstandorte

1. Urbaner Raum (starke Besiedlung)

1.1	hell	St. Gallen
1.2		Zürich
1.3		St. Gallen
1.4		Zürich
1.5		St. Gallen
1.6	dunkel	St. Gallen

2. Agglomeration (mässig-starke Besiedlung)

2.1	hell	Gossau
2.2		Gossau
2.3		Gossau
2.4	dunkel	Gossau

3. Ruraler Raum /Peripherie (mässige Besiedlung)

3.1	hell	Mörschwil
3.2		Mörschwil
3.3		Mörschwil
3.4		Mörschwil
3.5		Sirnach
3.6	dunkel	Sirnach

4. Ruraler Raum (geringe /schwache Besiedlung)

4.1	hell	Umgebung Herisau
4.2		Umgebung Herisau
4.3		Mutwil
4.4	dunkel	Mutwil

Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

1.1 Urbaner Raum

Ort: St. Gallen

Definition: Wohnhaus in Fussgängerzone (Altstadt)

Messhöhe: 4.30m

Datum: 27.05.15

Zeitpunkt: 00:15 Uhr

E_v : 24.9 lx

Wettersituation: trocken, sternenklar

Mondsituation: zunehmend, sichtbar

Umgebungssituation: Blick auf Fussgängerzone, Nachbarhäuser, beleuchtete Schaufenster

Lichtquelle: Halogenmetalldampf Lampe, Seilpendel, LPH ca. 7.5m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

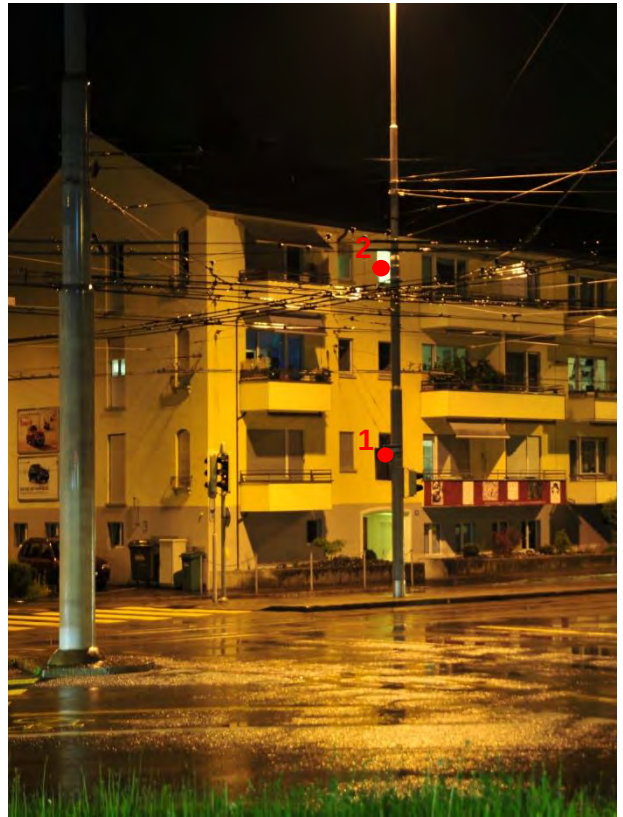
1.2 Urbaner Raum

Ort: Zürich
Definition: Wohnhaus an zentraler Kreuzung

Datum: 20.05.15 Zeitpunkt: 21:45 Uhr

Messpunkt 1	Messhöhe: 3.60m	E_v : 19.5 lx
Messpunkt 2	Messhöhe: 9.30m	E_v : 6.0 lx

Wettersituation: regnerisch
Mondsituation: kurz nach Neumond
Umgebungssituation: Blick auf Strasse und Platz
Lichtquelle: NaH Mastleuchte, LPH ca. 12m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

1.2 Urbaner Raum

Ort, Datum: Zürich, 23.09.2015

Leuchtdichtemessung



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

1.3 Urbaner Raum

Ort: St. Gallen
Definition: Wohn- und Geschäftshaus an Hauptstrasse
Messhöhe: 4.20m

Datum: 27.05.15 Zeitpunkt: 01:05 Uhr E_v : 12.16 lx

Wettersituation: trocken, sternenklar
Mondsituation: zunehmend, sichtbar
Umgebungssituation: Blick auf Geschäftshäuser und Kreuzung
Lichtquelle: NaH Seilpendel, LPH ca. 8.50m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

1.4 Urbaner Raum

Ort: Zürich
Definition: Mehrfamilienhaus an Hauptstrasse

Datum: 22.05.15 Zeitpunkt: 23:00 Uhr

Messpunkt 1:	Messhöhe: 1. OG	E_V : 8.37 lx
Messpunkt 2:	Messhöhe: 2. OG	E_V : 6.40 lx
Messpunkt 3:	Messhöhe: 3. OG	E_V : 7.06 lx
Messpunkt 4:	Messhöhe: 4. OG	E_V : 6.60 lx

Wettersituation: trocken, Strassen feucht
Mondsituation: kurz nach Neumond
Umgebungssituation: Blick auf Strasse, Gleise, Wohnhäuser, beleuchtete Schaufenster
Lichtquelle: NaH Seilpendel, LPH ca. 8.80m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

1.4 Urbaner Raum

Ort: Zürich

Leuchtdichtemessung



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

1.5 Urbaner Raum

Ort: St. Gallen
 Definition: Zugang Innenstadt, Kreisel Spisertor
 Messhöhe: 4.00m

Datum: 27.05.15 Zeitpunkt: 00:05 Uhr E_{VF} : 6.6 lx

Wettersituation: trocken, sternenklar
 Mondsituation: zunehmend, sichtbar
 Umgebungssituation: Blick auf Strassenkreisel und Geschäftshäuser
 Lichtquelle: Halogenmetallhdampflampe, Seilpendel, LPH ca. 9m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

1.6 Urbaner Raum

Ort: St. Gallen

Definition: Wohngebiet, Randzone, Hanglage Nordost

Datum: 11.05.15

Zeitpunkt: 23:30 Uhr

Messpunkt 1 zum Garten: Messhöhe: 1./ 2./ 3./ 4.OG

E_v : 0.04 lx

Messpunkt 2 zur Strasse: Messhöhe: 3. OG

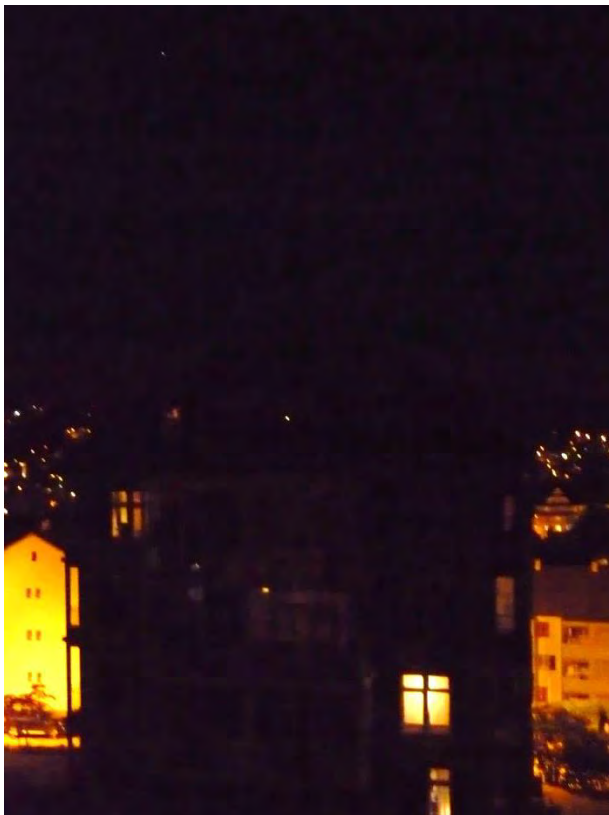
E_v : 0.37 lx

Wettersituation: trocken, klar

Mondsituation: abnehmend

Umgebungssituation: Blick über Garten auf die Stadt, keine Strassenleuchte im direkten Blickfeld zum Garten hin, Blick auf Nebenstrasse

Lichtquelle: NaH Mastleuchte, LPH ca. 8m, keine Nachtabsenkung



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

2.1 Agglomeration

Ort: Gossau
 Definition: Wohn- und Geschäftshaus an Hauptstrasse
 Messhöhe: 3.70m

Datum: 27.05.15 Zeitpunkt: 23:00 Uhr E_v : 5.7 lx

Wettersituation: trocken, sternenklar
 Mondsituation: zunehmend, sichtbar
 Umgebungssituation: Blick auf Ortsdurchfahrtsstrasse, beleuchtete Schaufenster
 Lichtquelle: LED, Seilpendel, LPH ca. 8.50 und Kandelaber, LPH ca. 3.50 m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

2.2 Agglomeration

Ort: Gossau
Definition: Wohngebiet
Messhöhe: 1.OG, ca. 3m

Datum: 24.05.15

Zeitpunkt: 23:15 Uhr

E_v : 1.0 lx

Wettersituation: trocken, bewölkt
Mondsituation: zunehmend
Umgebungssituation: Blick auf Strassenbogen und Wiese
Lichtquelle: NaH Mastleuchte, LPH ca. 8m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

2.3 Agglomeration

Ort: Gossau
 Definition: zentrales Wohngebiet
 Messhöhe: Hochparterre, ca. 3m

Datum: 24.05.15 Zeitpunkt 1: 23:20 Uhr E_V : 0.5 lx
 Zeitpunkt 2 (mit Nachtabschaltung): 00:15 Uhr E_V : 0.0 lx

Wettersituation: trocken, bewölkt
 Mondsituation: zunehmend
 Umgebungssituation: Blick auf Durchfahrtsstrasse und Parkplatz
 Lichtquelle: NaH Mastleuchte, LPH ca. 8m



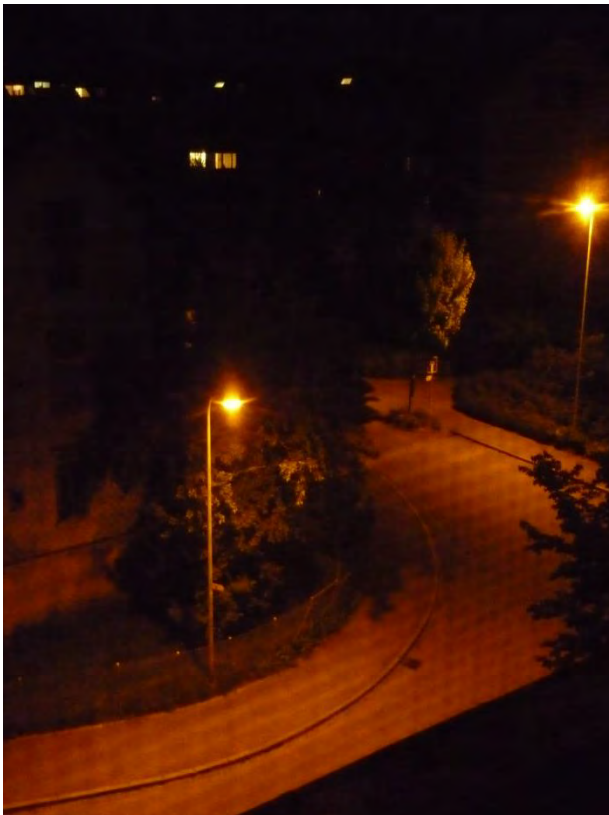
Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

2.4 Agglomeration

Ort: Gossau
Definition: Wohnsiedlung Stadtrand
Messhöhe: 4.OG, ca. 11m

Datum: 24.05.15 Zeitpunkt: 22:18 Uhr E_v : 0.2 lx

Wettersituation: trocken, bewölkt
Mondsituation: zunehmend
Umgebungssituation: Blick auf Durchfahrtsstrasse und grosse Wiese
Lichtquelle: NaH Mastleuchte, LPH ca. 8m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

3.1 Ruraler Raum /Peripherie

Ort: Mörschwil
Definition: Hauptkreuzung
Messhöhe: 4.0m

Datum: 11.05.15

Zeitpunkt: 22:20 Uhr

E_v : 19.29 lx

Wettersituation: trocken, klar
Mondsituation: abnehmend
Umgebungssituation: Blick auf Mastleuchte, Kreuzung, und Platz mit Brunnen
Lichtquelle: NaH Mastleuchte, LPH ca. 10m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

3.2 Ruraler Raum /Peripherie

Ort: Mörschwil
 Definition: Ortsdurchfahrt / Ortsausfahrt
 Messhöhe: 5.00m

Datum: 11.05.15 Zeitpunkt 1: 21:30 Uhr E_v : 6.88 lx

Zeitpunkt 2: 22:55 Uhr E_v : 6.88 lx

Wettersituation: trocken, klar
 Mondsituation: abnehmend
 Umgebungssituation: Blick auf Ortszufahrtstrasse, Schule, Wald und Hügel in Ferne
 Lichtquelle: NaH Seilpendel, LPH ca.7.50m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

3.3 Ruraler Raum /Peripherie

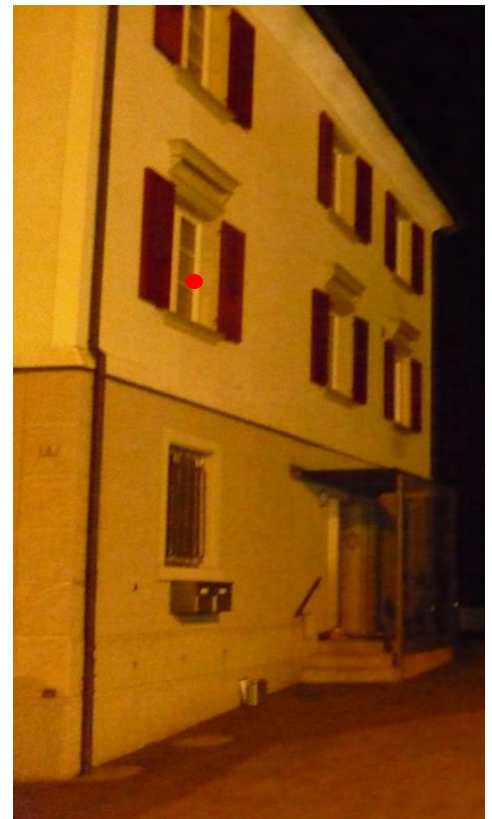
Ort: Mörschwil
 Definition: neben Kirche
 Messhöhe: 4.85m

Datum: 11.05.15

Zeitpunkt: 22:25 Uhr

E_v : 3.65 lx

Wettersituation: trocken, klar
 Mondsituation: abnehmend
 Umgebungssituation: Blick auf angestrahlte Kirchenfassade und über Strasse
 Lichtquelle: Fassadenbeleuchtung, Mastleuchte



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

3.4 Ruraler Raum /Peripherie

Ort: Mörschwil
 Definition: Hof einer Wohnhausgruppe
 Messhöhe: 4.20m

Datum: 11.05.15 Zeitpunkt 1: 21:50 Uhr E_v : 0.33 lx

Zeitpunkt 2: 22:30 Uhr E_v : 0.33 lx

Wettersituation: trocken, klar
 Mondsituation: abnehmend
 Umgebungssituation: Blick auf Nachbarhäuser und Hof mit Parkplätzen
 Lichtquelle: NaH Mastleuchte, LPH ca. 7m

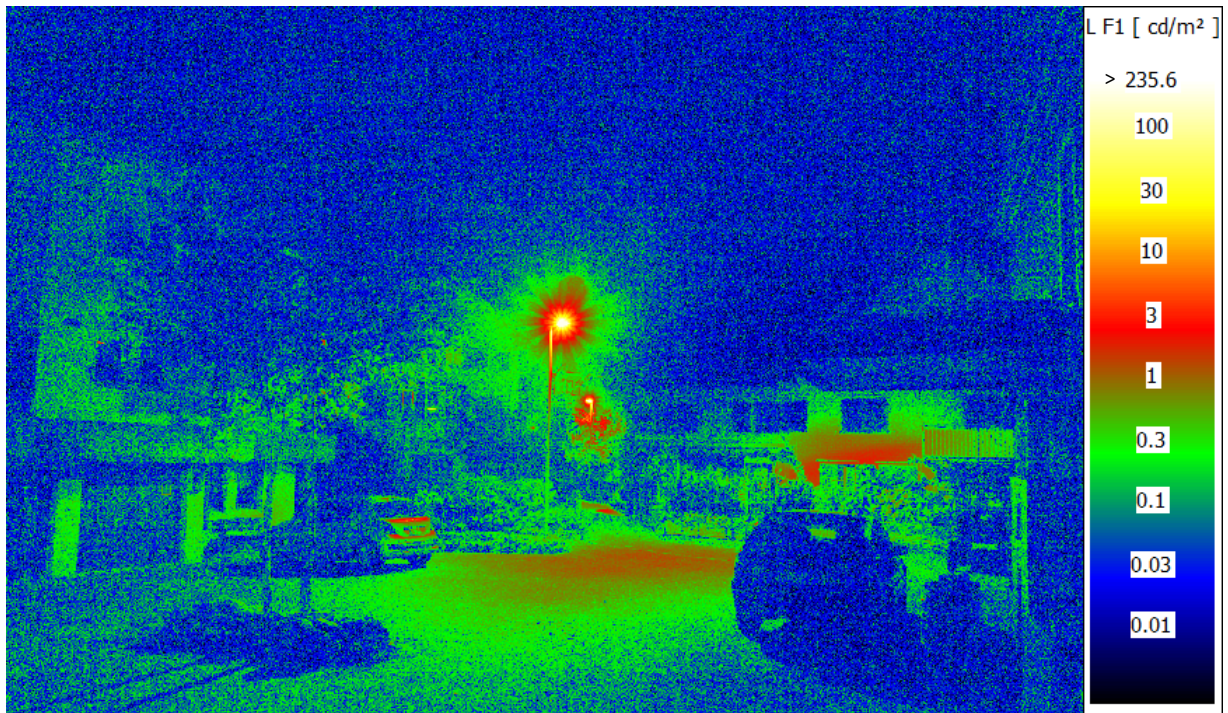


Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

3.4 Ruraler Raum /Peripherie

Ort, Datum: Mörschwil, 28.08.2015

Leuchtdichtemessung



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

3.5 Ruraler Raum /Peripherie

Ort: Sirnach
 Definition: Wohnhaus am Ortsrand
 Messhöhe: ca. 4.80m

Datum: 09.05.15

Zeitpunkt 1: 21:50 Uhr

E_v : 0.36 lx

Wettersituation: trocken, klar
 Mondsituation: abnehmend
 Umgebungssituation: Blick über Bahngleise auf Dorf
 Lichtquelle: NaH und LED Mastleuchten



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

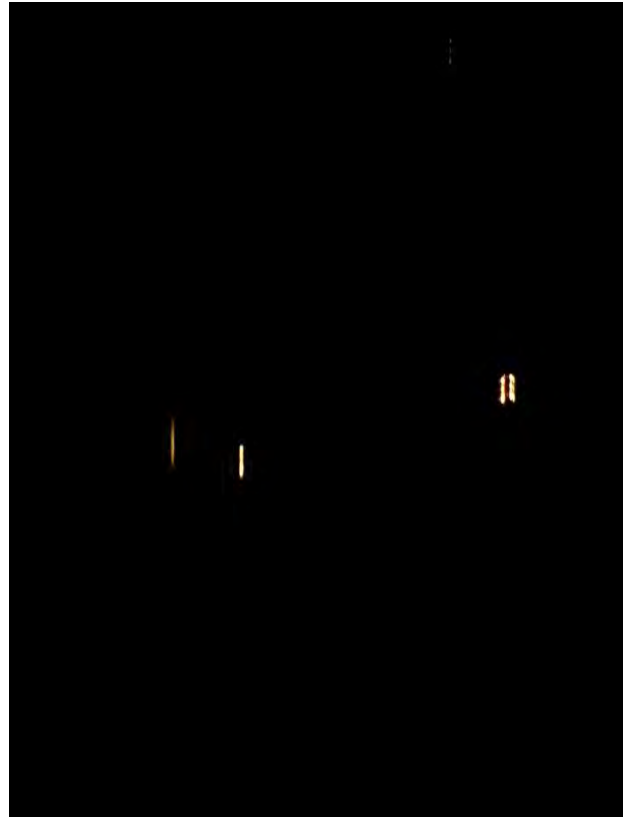
3.6 Ruraler Raum /Peripherie

Ort: Simnach
 Definition: Wohnhaus am Ortsrand
 Messhöhe: ca. 7.50m, DG

Datum: 09.05.15 **Zeitpunkt 1: 21:50 Uhr** **E_v : 0.17 lx**

Zeitpunkt 2 (mit Nachtabuschaltung): 0:45 Uhr **E_v : 0.00 lx**

Wettersituation: trocken, klar
 Mondsituation: abnehmend
 Umgebungssituation: Blick über Garten auf Strasse und Nachbarhäuser
 Lichtquelle: NaH Mastleuchte, LPH ca. 5m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

4.1 Ruraler Raum

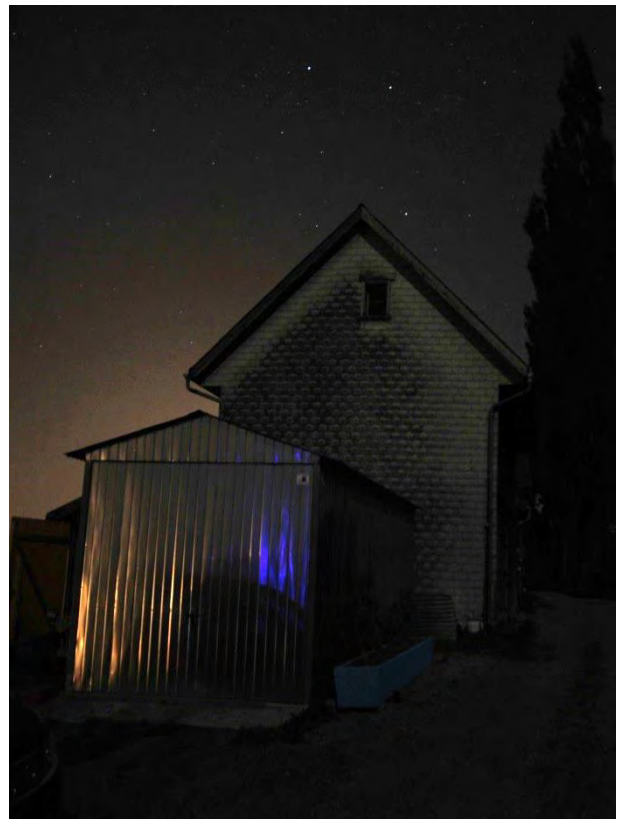
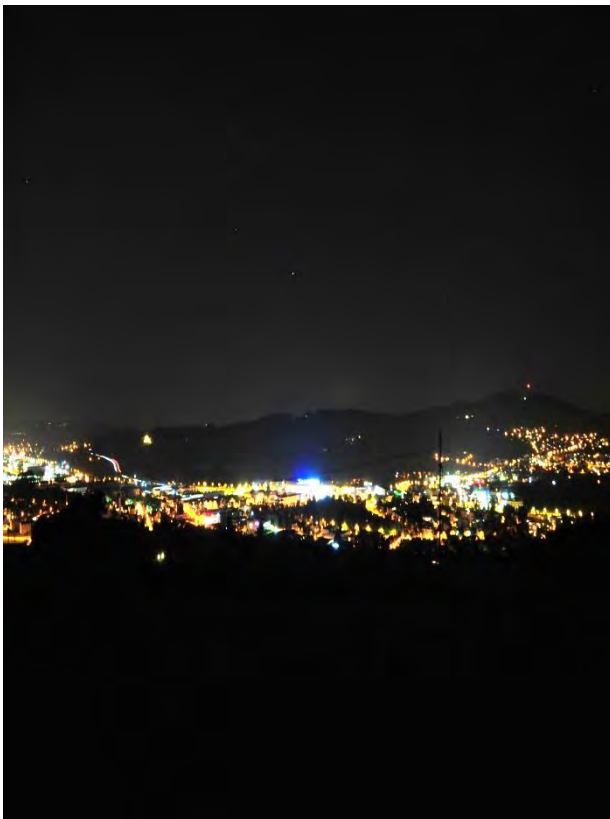
Ort: Engelen, Erhöhung in der Umgebung Herisau, am Gübsensee
 Definition: freistehendes Wohnhaus
 Messhöhe: ca. 2.40m

Datum: 27.05.15

Zeitpunkt: 23:30 Uhr

E_v : 0.07 lx

Wettersituation: trocken, sternenklar
 Mondsituation: zunehmend, sichtbar
 Umgebungssituation: Blick über Wiesen und See nach St. Gallen-Winkeln
 Bemerkungen: keine öffentliche Beleuchtung in der unmittelbaren Umgebung

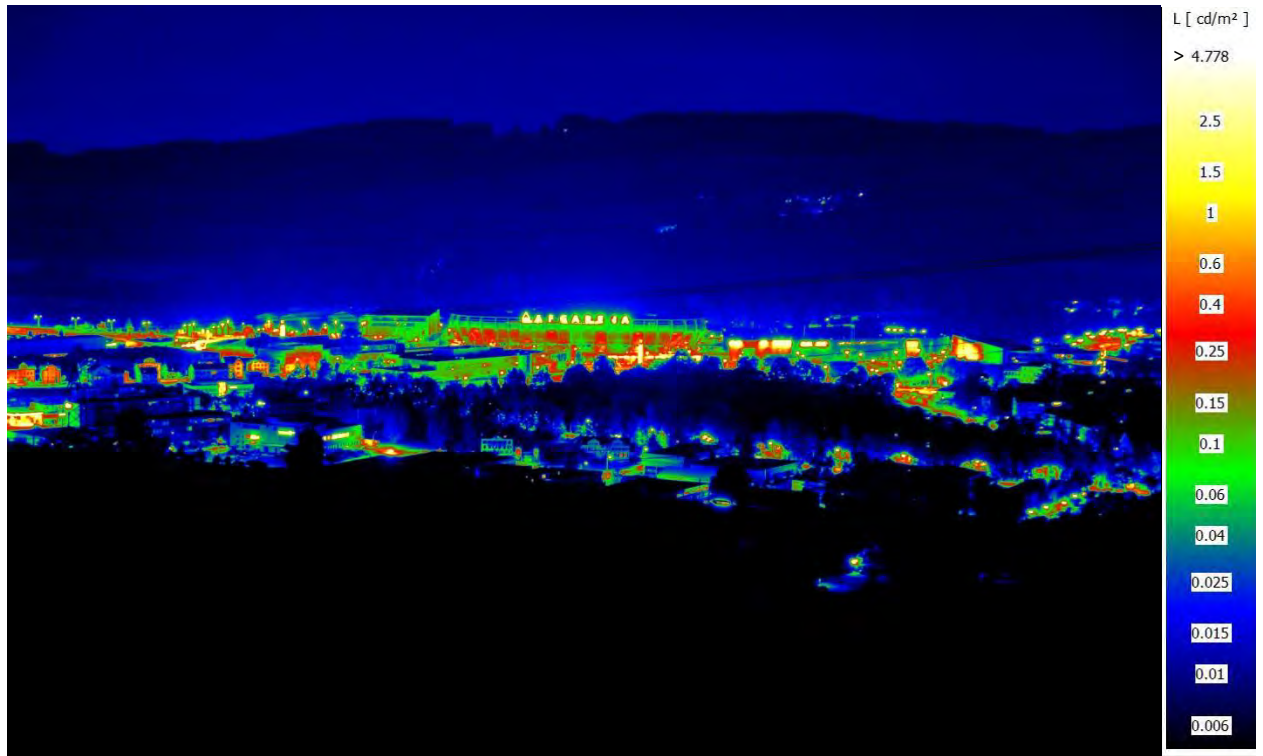


Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

4.1 Ruraler Raum

Ort: Herisau, Engelen

Leuchtdichtemessung



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

4.2 Ruraler Raum

Ort: Weiler Saum, bei Herisau

Definition: Wohnhaus

Messhöhe: ca. 2.40m

Datum: 27.05.15

Zeitpunkt: 00:35 Uhr

E_v : 0.05 lx

Wettersituation: trocken, sternenklar

Mondsituation: zunehmend, sichtbar

Umgebungssituation: Blick in Richtung Nord-Ost zum Weiler Saum

Bemerkungen: keine öffentliche Beleuchtung in der unmittelbaren Umgebung



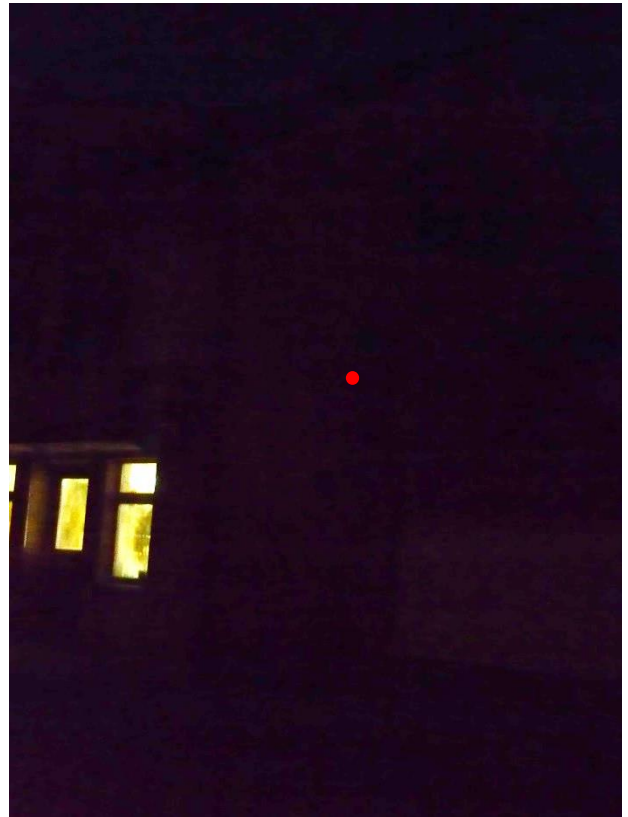
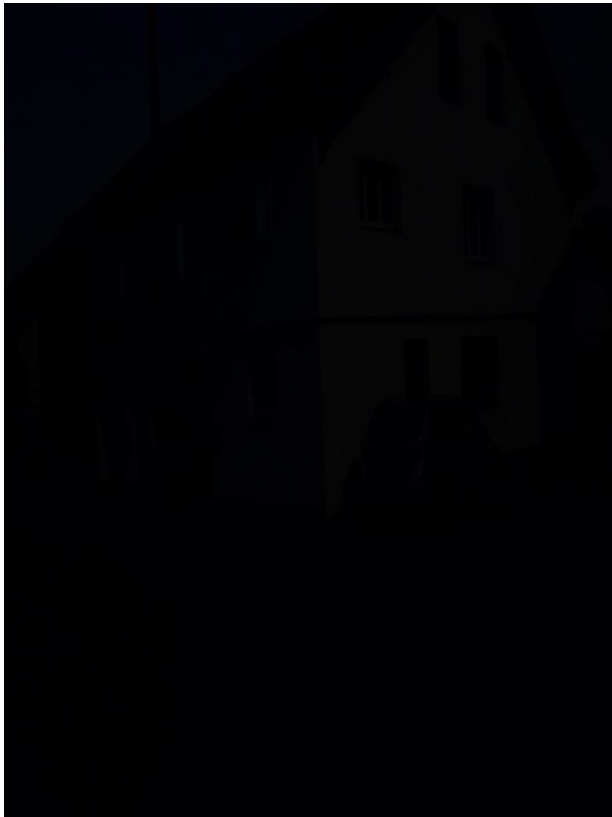
Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

4.3 Ruraler Raum

Ort: Mutwil
 Definition: Wohn- und Bauernhaus an Landstrasse
 Messhöhe: ca. 3.0 m

Datum: 27.05.15 Zeitpunkt: 22:50 Uhr E_v : 0.01 lx

Wettersituation: trocken, sternenklar
 Mondsituation: zunehmend, sichtbar
 Umgebungssituation: Blick auf Landstrasse, Wiesen- und Waldflächen
 Bemerkungen: keine öffentliche Beleuchtung in der unmittelbaren Umgebung
 (weder an Landstrasse noch an Zugangswege zu Häusern)



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

4.4 Ruraler Raum

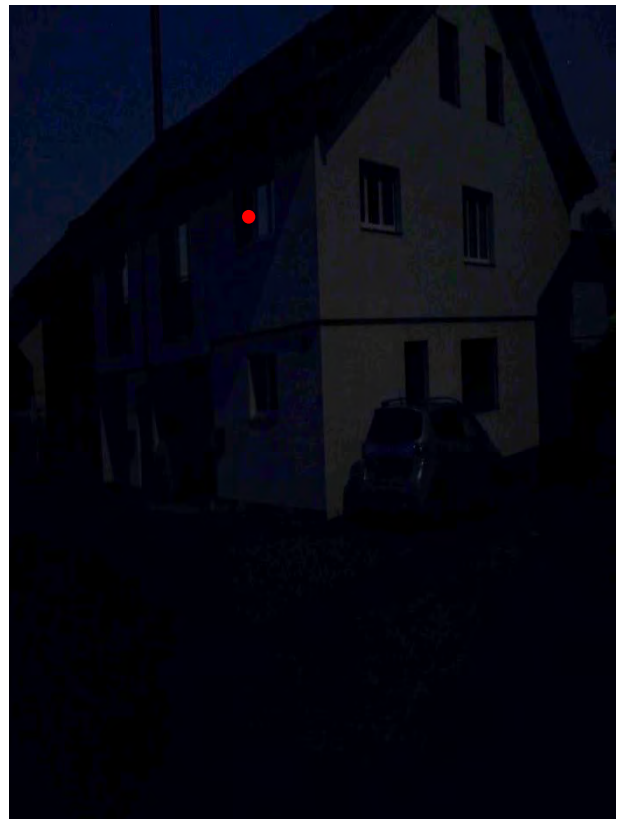
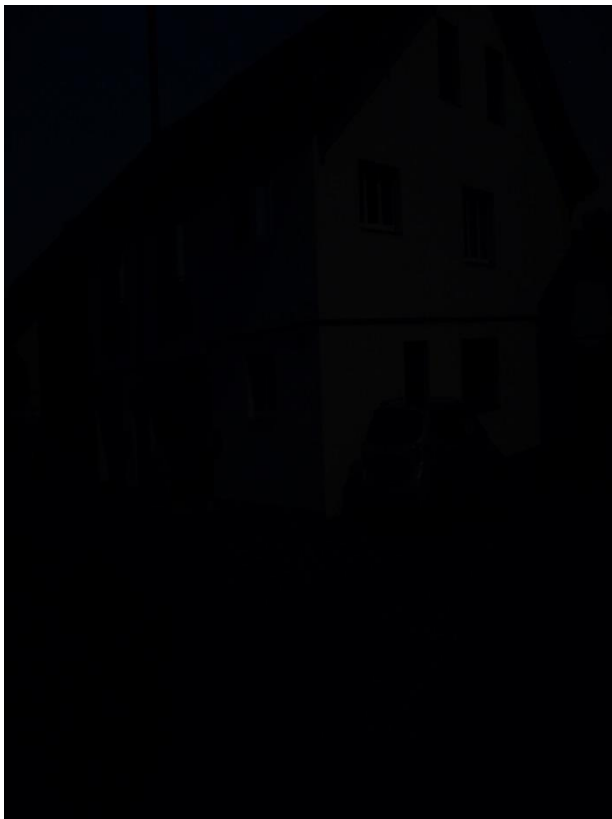
Ort: Mutwil
 Definition: Wohnhaus
 Messhöhe: 2.70m

Datum: 27.05.15

Zeitpunkt: 22:38 Uhr

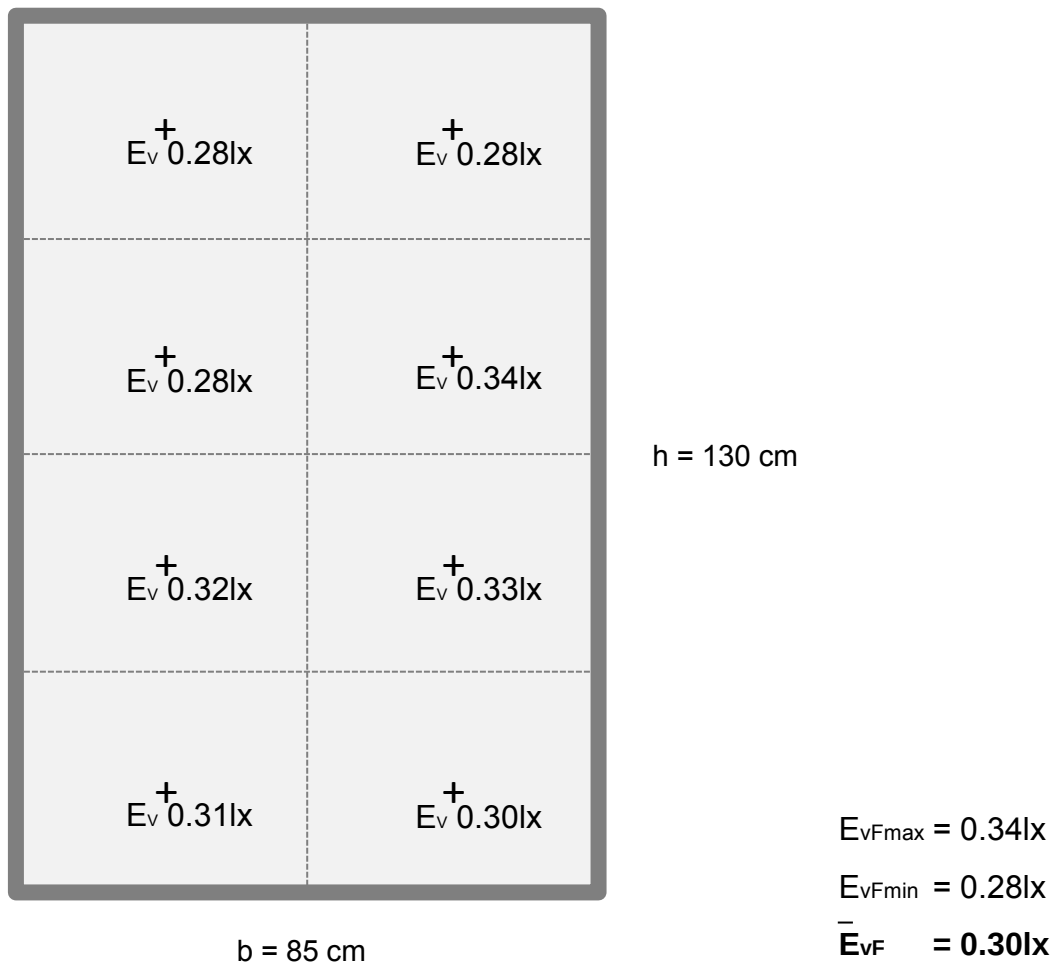
E_v : 0.0 lx

Wettersituation: trocken, sternenklar
 Mondsituation: zunehmend, sichtbar
 Umgebungssituation: Blick auf Wiese und entferntes Nachbarhaus
 Bemerkungen: keine öffentliche Beleuchtung in der unmittelbaren Umgebung
 (weder an Landstrasse noch an Zugangswege zu Häusern)



5. Messung Fenster

Beispielhafte Messung eines Fensters zur Darstellung der geringen Abweichung der Messwerte innerhalb eines Messbereichs im Rahmen der dokumentierten Beleuchtungssituationen.



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

Lichtmessung _ Auswertung Übersicht

Untersuchungsraum		Ortsbeschreibung	Lichtquelle	Messwerte (lx)		
				Ev 1	Ev 2	Ev N
1. Urbaner Raum (starke Besiedlung)						
1.1	hell	St. Gallen	Fussgängerzone Altstadt	HIT - Seilpendel	24.90	
1.2		Zürich	Zentrale Kreuzung	NaH - Mastleuchte	19.50	6.00
1.3		St. Gallen	Wohn-u.Geschäftsh. an Hauptstr.	NaH - Seilpendel	12.16	
1.4		Zürich	Mehrfamilienh. an Hauptstr.	NaH - Seilpendel	8.37	6.60
1.5		St. Gallen	Zentrale Kreisel Innenstadt	HIT - Seilpendel	6.60	
1.6	dunkel	St. Gallen	Wohngebiet Randzone	NaH - Mastleuchte	0.37	0.04
2. Agglomeration (mässig-starke Besiedlung)						
2.1	hell	Gossau	Wohn-u.Geschäftsh. an Hauptstr.	LED - Seilpendel	5.70	
2.2		Gossau	Wohngebiet	NaH - Mastleuchte	1.00	
2.3		Gossau	Wohngebiet	NaH - Mastleuchte	0.50	0.00
2.4	dunkel	Gossau	Wohngebiet Stadtrand	NaH - Mastleuchte	0.20	
3. Ruraler Raum /Peripherie (mässige Besiedlung)						
3.1	hell	Mörschwil	Hauptkreuzung	NaH - Mastleuchte	19.29	
3.2		Mörschwil	Ortsein- /ausfahrt, Hauptstrasse	NaH - Seilpendel	6.88	6.88
3.3		Mörschwil	im Ort, neben beleuchteter Kirche	Mastl./Fassadenanstr.	3.65	
3.4		Mörschwil	Hof einer Wohnhausgruppe	NaH - Mastleuchte	0.33	0.33
3.5		Sirnach	Wohnhaus am Ortsrand	NaH und LED Mastleuchten	0.36	
3.6	dunkel	Sirnach	Wohnhaus am Ortsrand	NaH - Mastleuchte	0.17	0.00
4. Ruraler Raum (geringe /schwache Besiedlung)						
4.1	hell	Umgb. Herisau	Freistehendes Wohnhaus	keine öffentl.Beleuchtung	0.07	
4.2		Umgb. Herisau	Freistehendes Wohnhaus	keine öffentl.Beleuchtung	0.05	
4.3		Mutwil	Wohnhaus an Landstrasse	keine öffentl.Beleuchtung	0.01	
4.4	dunkel	Mutwil	Freistehendes Wohnhaus	keine öffentl.Beleuchtung	0.00	
Legende						
Ev 1		Vertikale Beleuchtungsstärke - höchster Wert bei mehreren Messpunkten				
Ev 2		Vertikale Beleuchtungsstärke - geringster Wert bei mehreren Messpunkten				
Ev N		Vertikale Beleuchtungsstärke - bei Nachtabenkung				