

# **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 Ausserrhoden, Appenzell Innerrhoden, St. Gallen, Thurgau und Zürich wurden vorgängig informiert. Einzelne Standorte konnten in Koordination mit den Fachstellen definiert und gemessen werden.

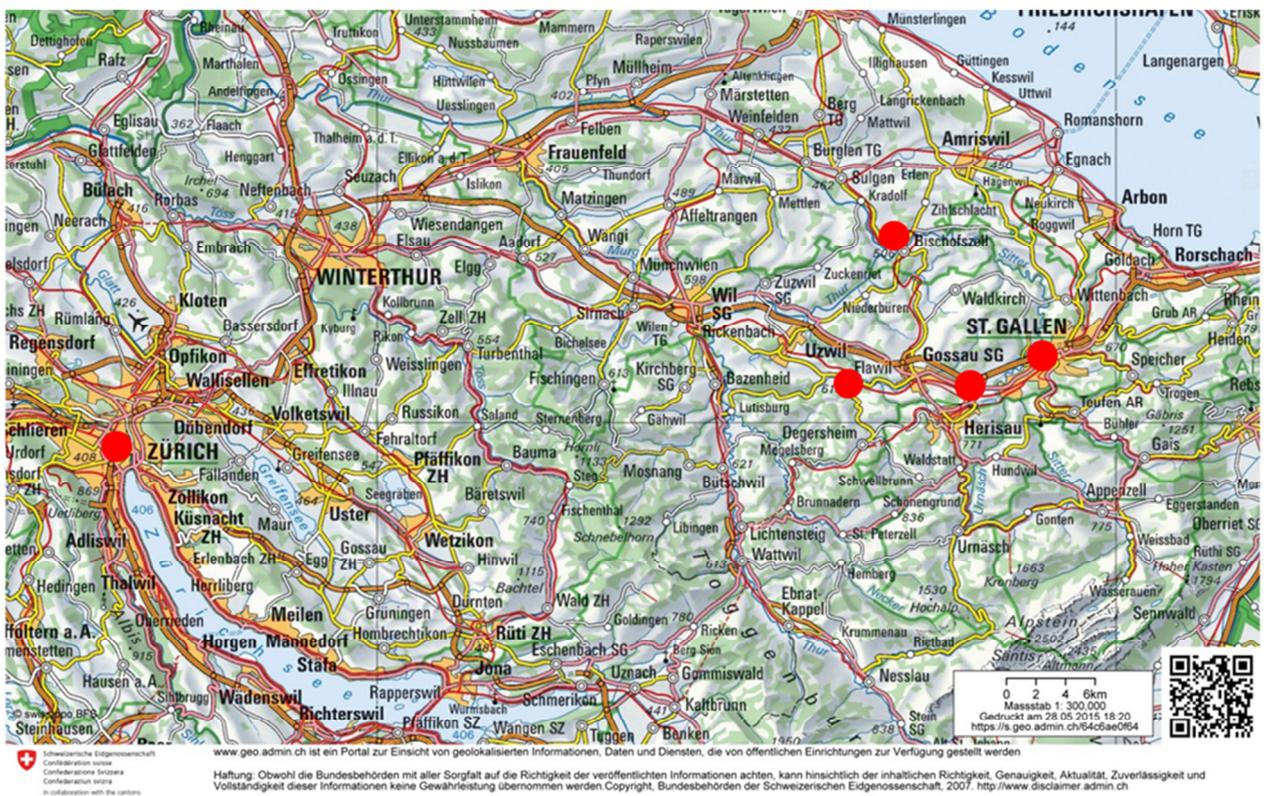


Bild: Auszug aus Messprotokoll Modul A

© 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 Lampentyp 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.

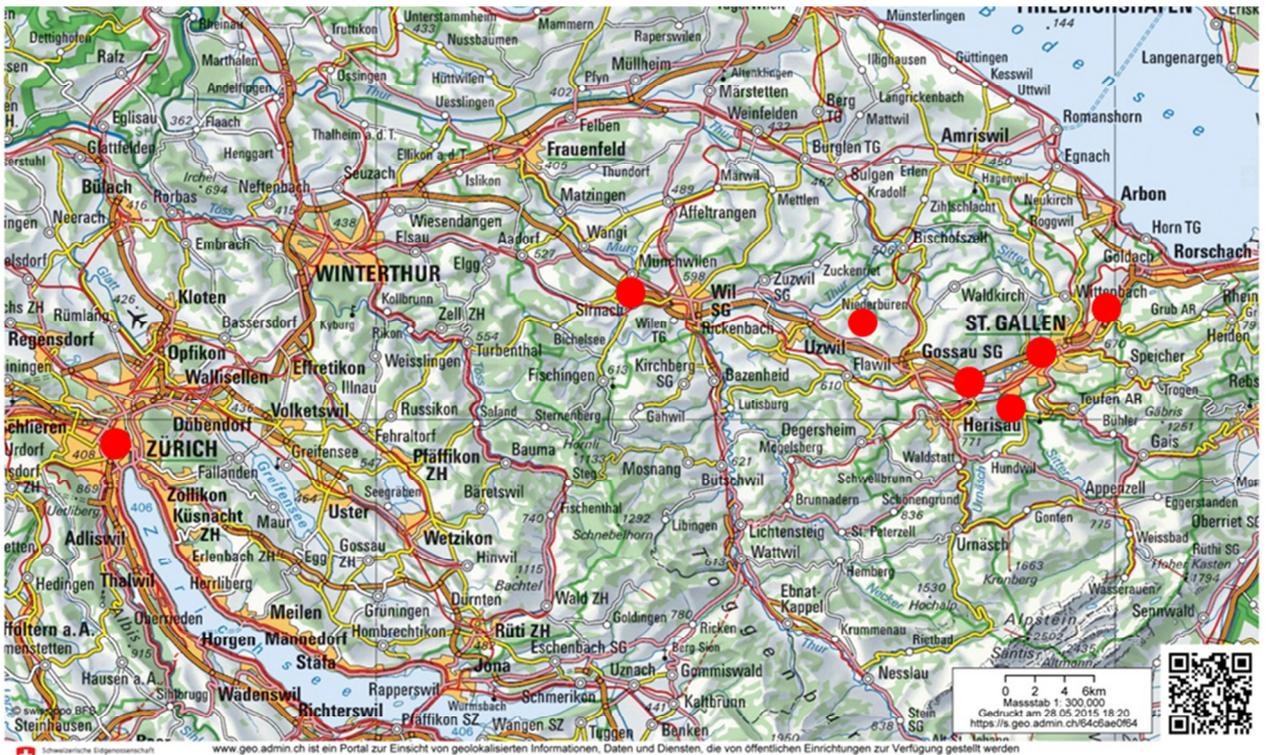


Bild: Auszug aus Messprotokoll Modul B

© 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
Leuchtdichtkamera:	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**

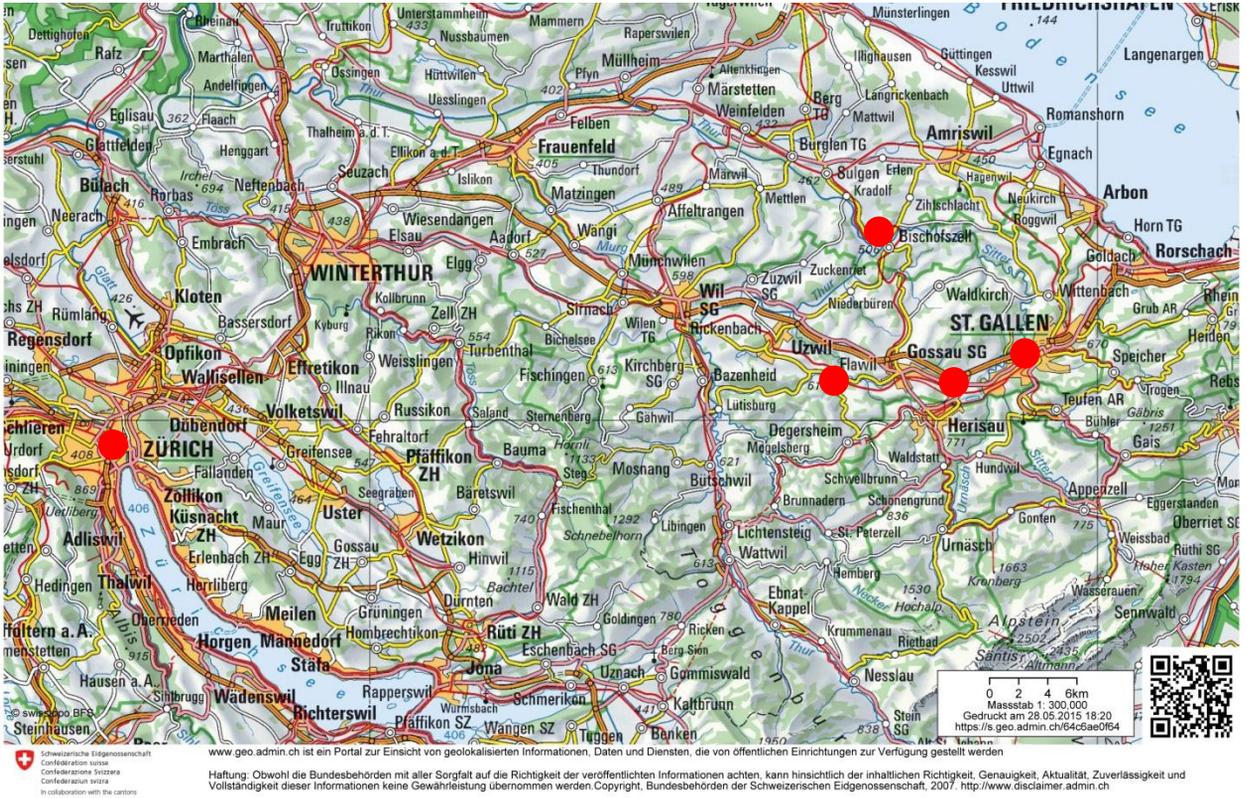
## Erhebung Lichtimmissionen, Modul A

### **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



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

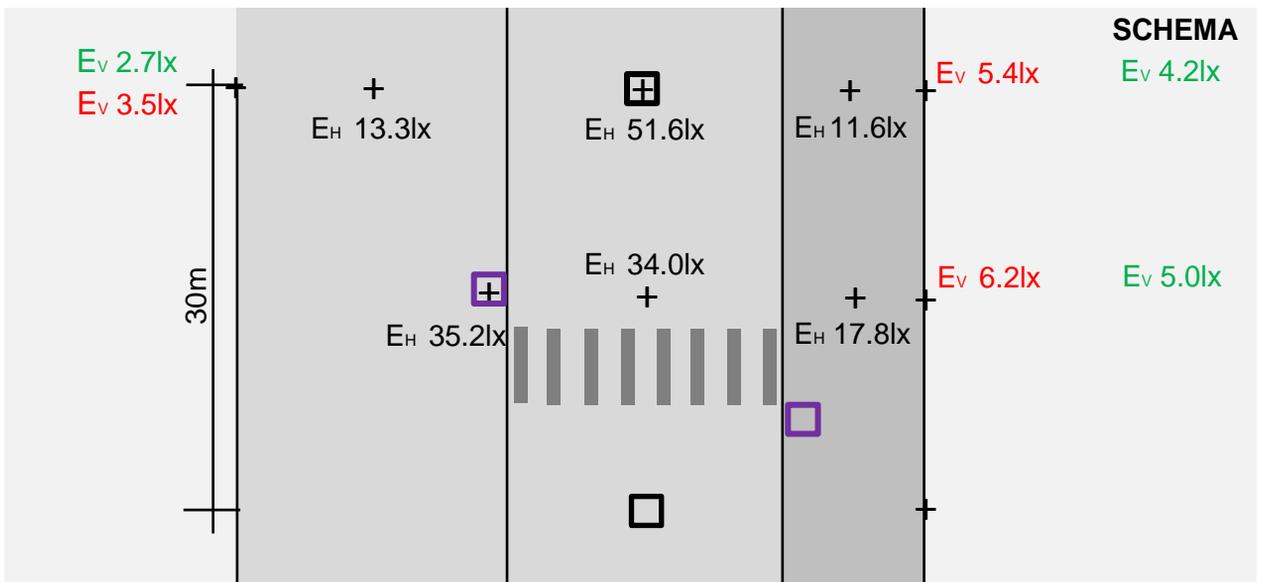
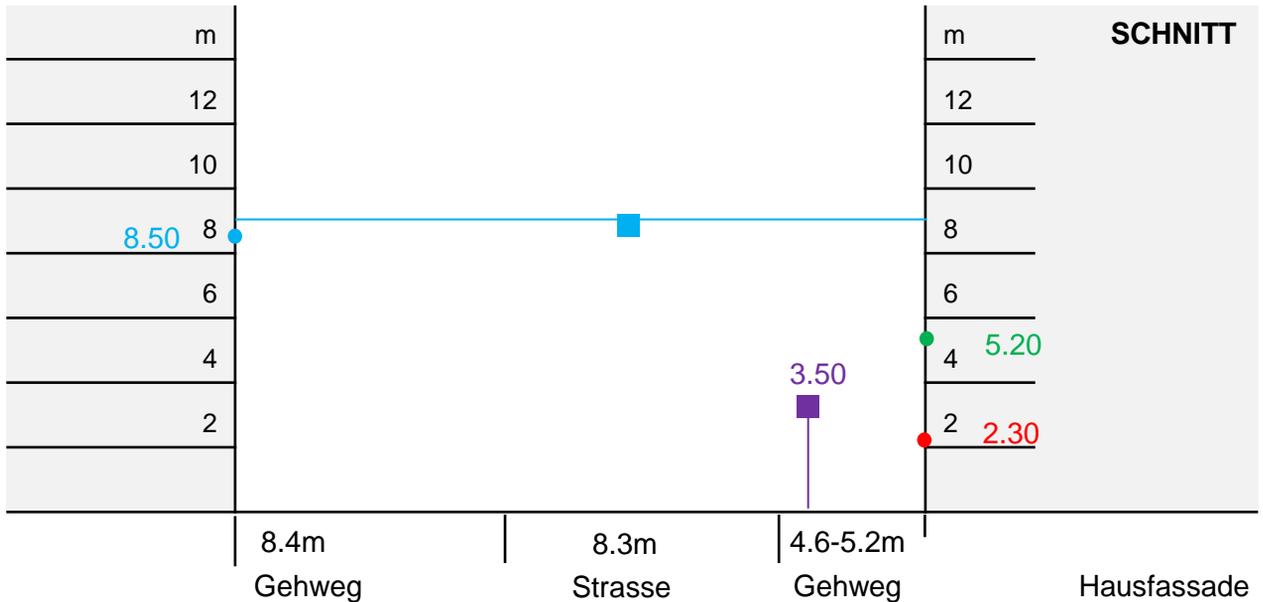
Datum: 28.04.2015

Messzeitpunkt: 21:00h

Wettersituation: bewölkt

Mondsituation: zunehmend

Lichtpunkthöhe
Länge Ausleger
Messpunktstelle
Messpunkthöhe 1
Messpunkthöhe 2
Kandelaber



# Lichtmessung \_ Gossau 1

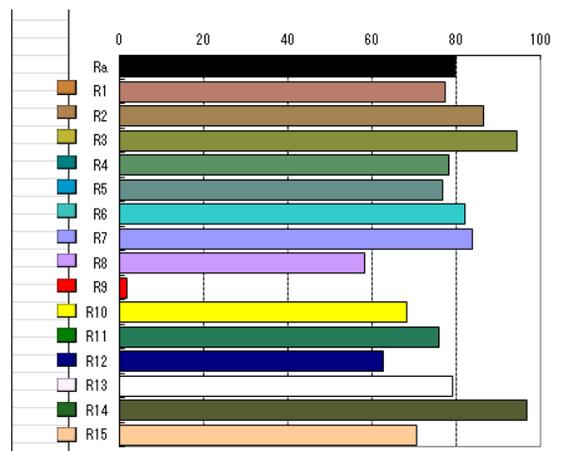
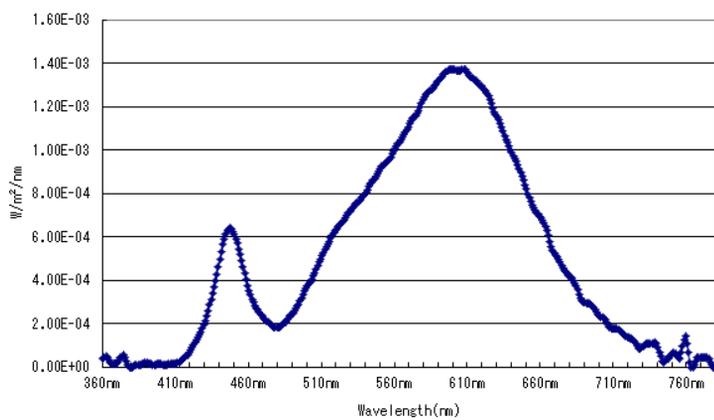


Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung



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: Natriumdampflampe (NaH)



# Lichtmessung \_ Gossau 2

Leuchtentyp: NaH Mastleuchte

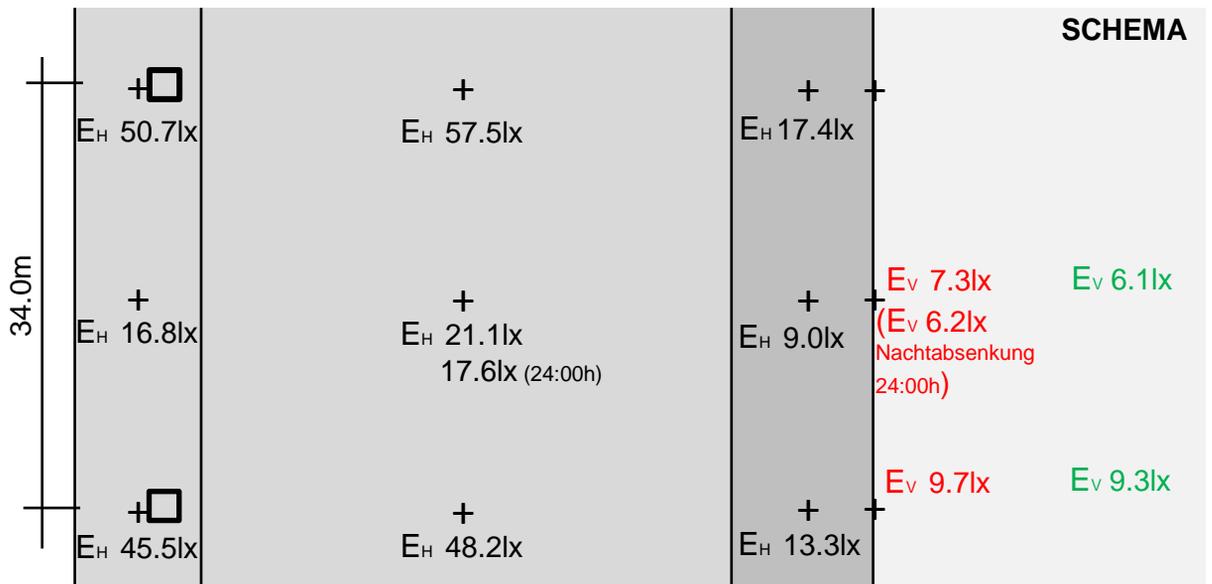
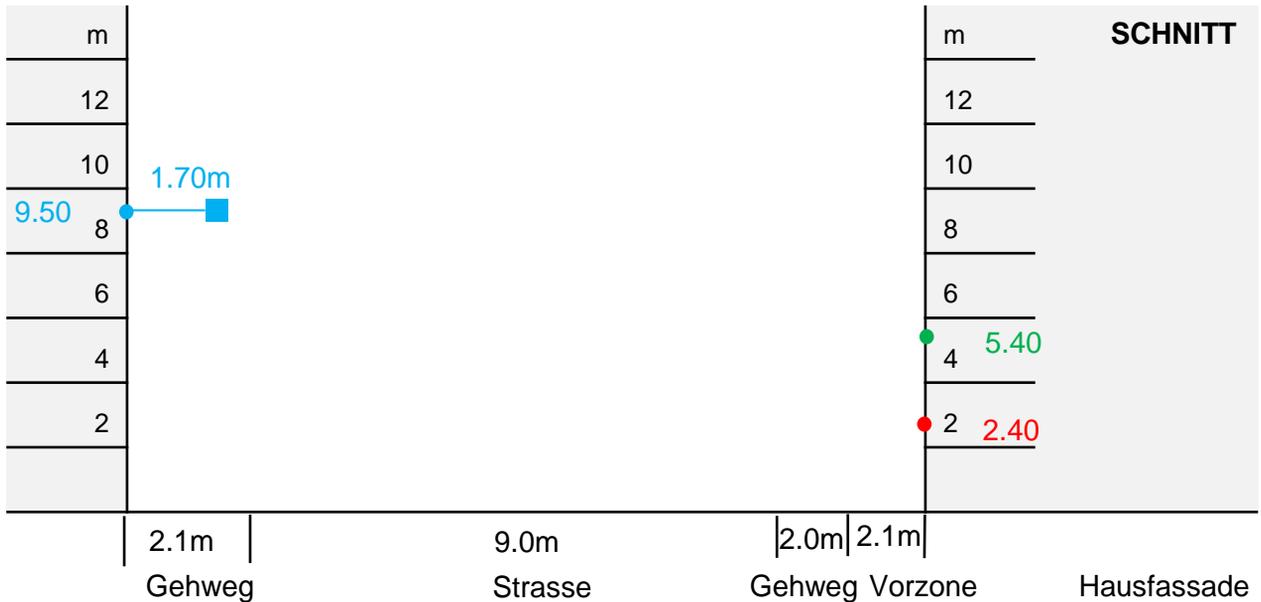
Datum: 23.04.2015

Messzeitpunkt: 23:30 /24:00h

Wettersituation: trocken, 9°C

Mondsituation: zunehmend

Lichtpunkthöhe
Länge Ausleger
Messpunktstelle
Messpunkthöhe 1
Messpunkthöhe 2



# Lichtmessung \_ Gossau 2

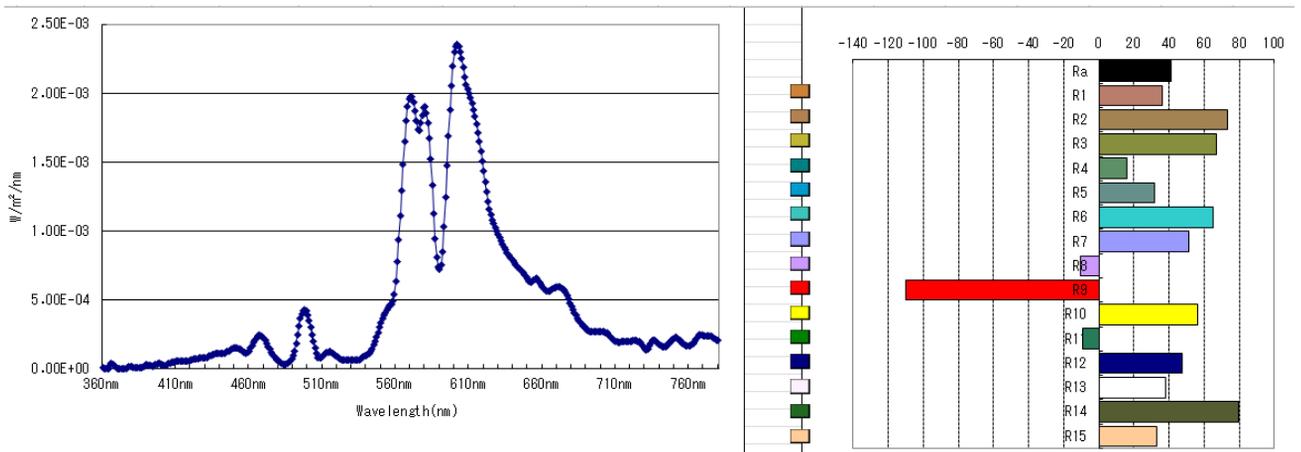


Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung



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  
Strassentyp: Nebenstrasse, 30km/h  
Leuchtentyp: Mastleuchte  
Lichtquelle: LED



# Lichtmessung \_ Flawil 3

Leuchtentyp: LED Mastleuchte

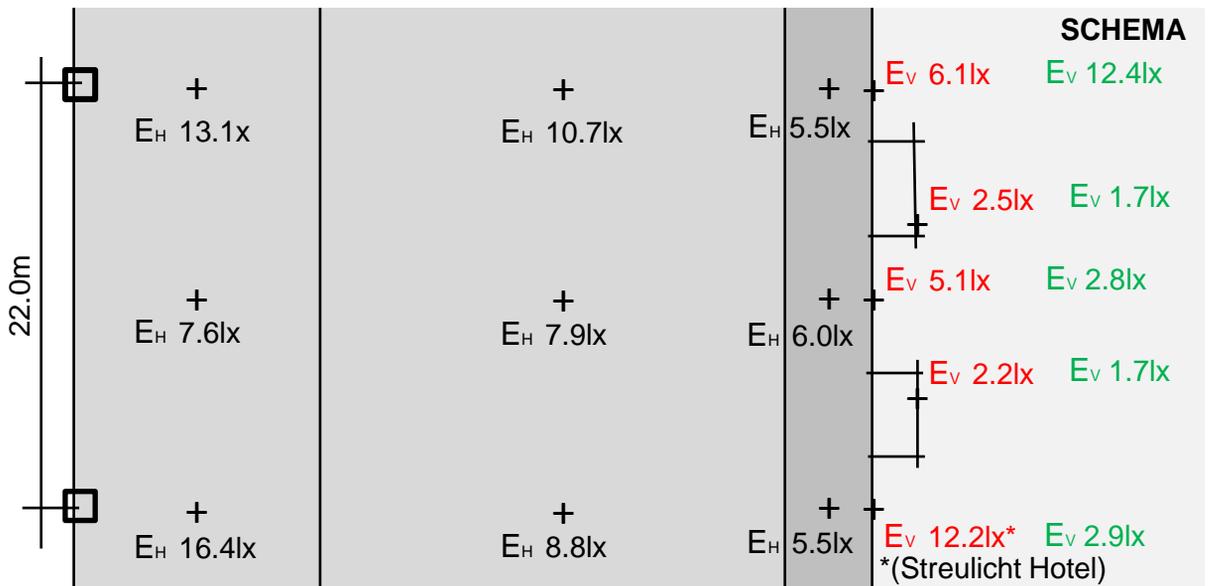
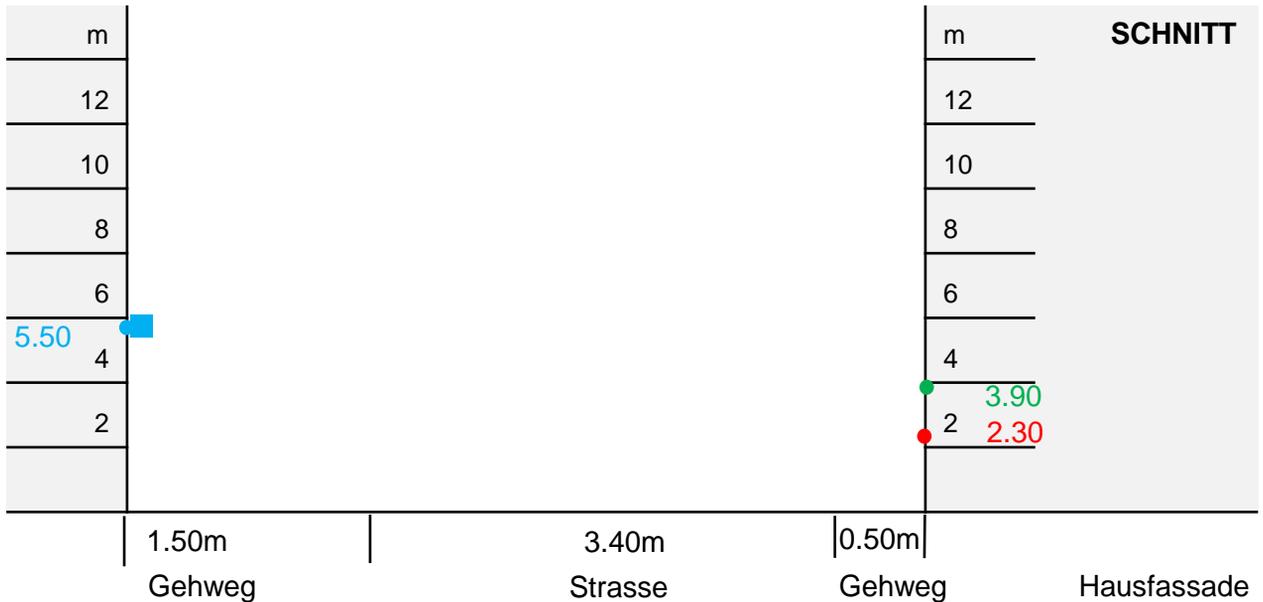
Datum: 07.05.2015

Messzeitpunkt: 22:40h

Wettersituation: klar

Mondsituation: abnehmend

Lichtpunkthöhe  
 Länge Ausleger  
 Messpunktstelle  
 Messpunkthöhe 1  
 Messpunkthöhe 2

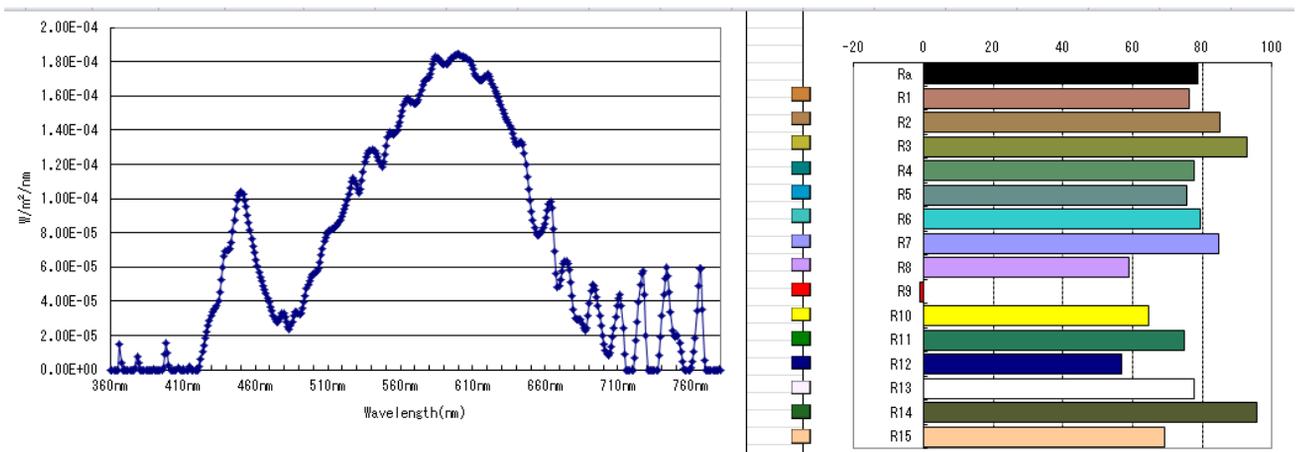


# Lichtmessung \_ Flawil 3



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: Quecksilberdampfampe



# Lichtmessung \_ Bischofszell 1

Leuchtentyp: Quecksilberdampf Lampe, Wandleuchte

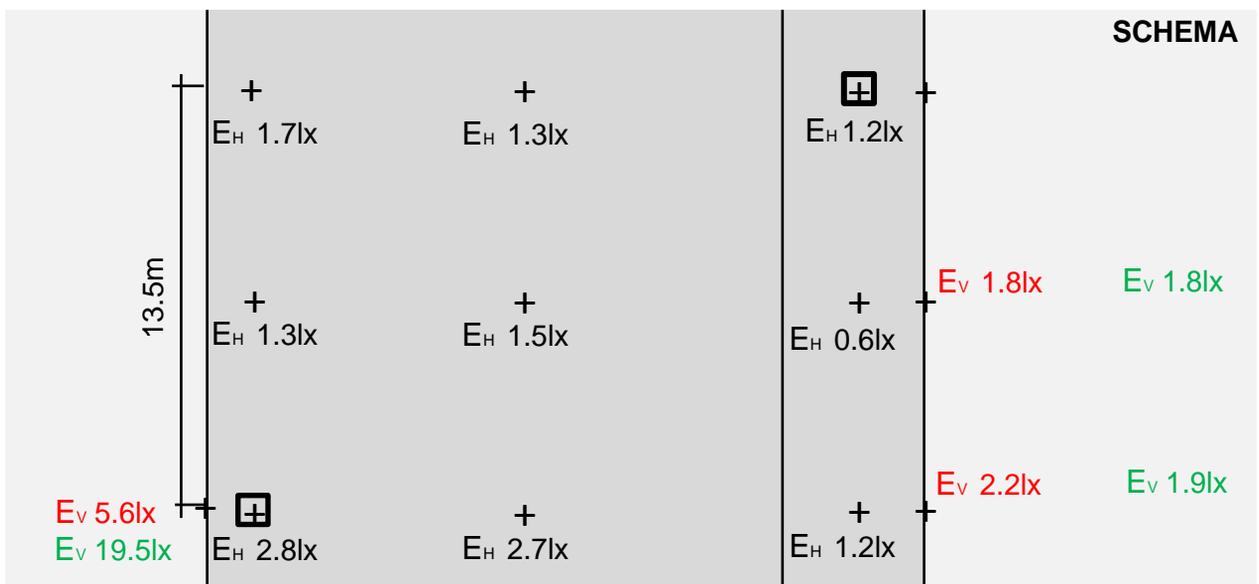
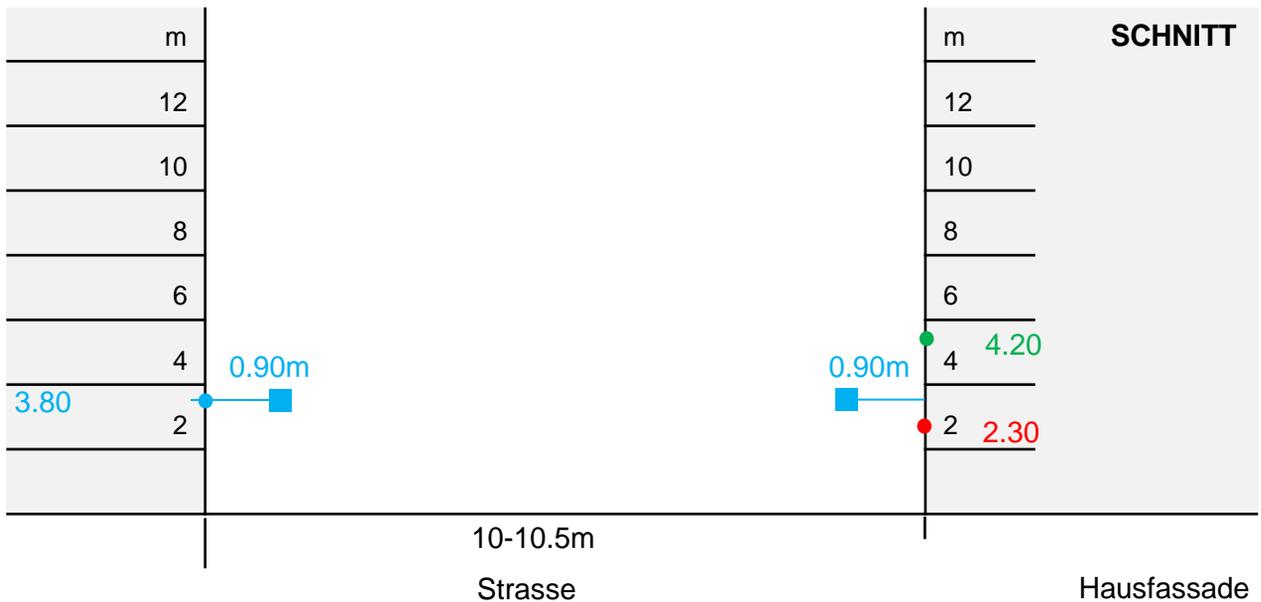
Datum: 28.04.2015

Messzeitpunkt: 22:00h

Wettersituation: bewölkt

Mondsituation: zunehmend

Lichtpunkthöhe  
 Länge Ausleger  
 Messpunktstelle  
 Messpunkthöhe 1  
 Messpunkthöhe 2

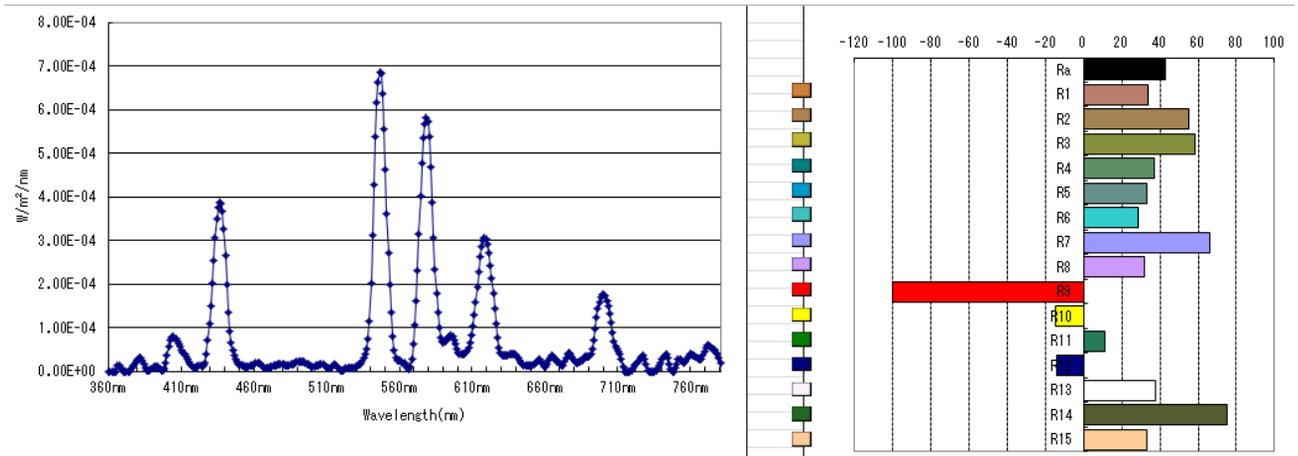


# Lichtmessung \_ Bischofszell 1



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: Natriumdampf Lampe (NaH)



# Lichtmessung \_ St. Gallen 1

Leuchtentyp: NaH, Mastleuchte

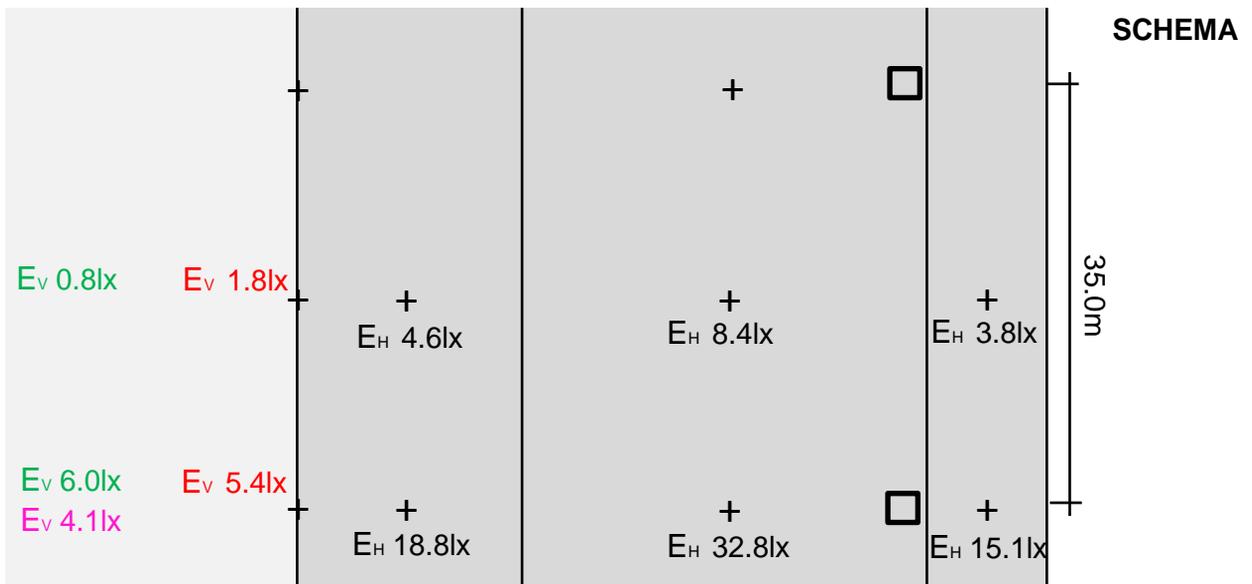
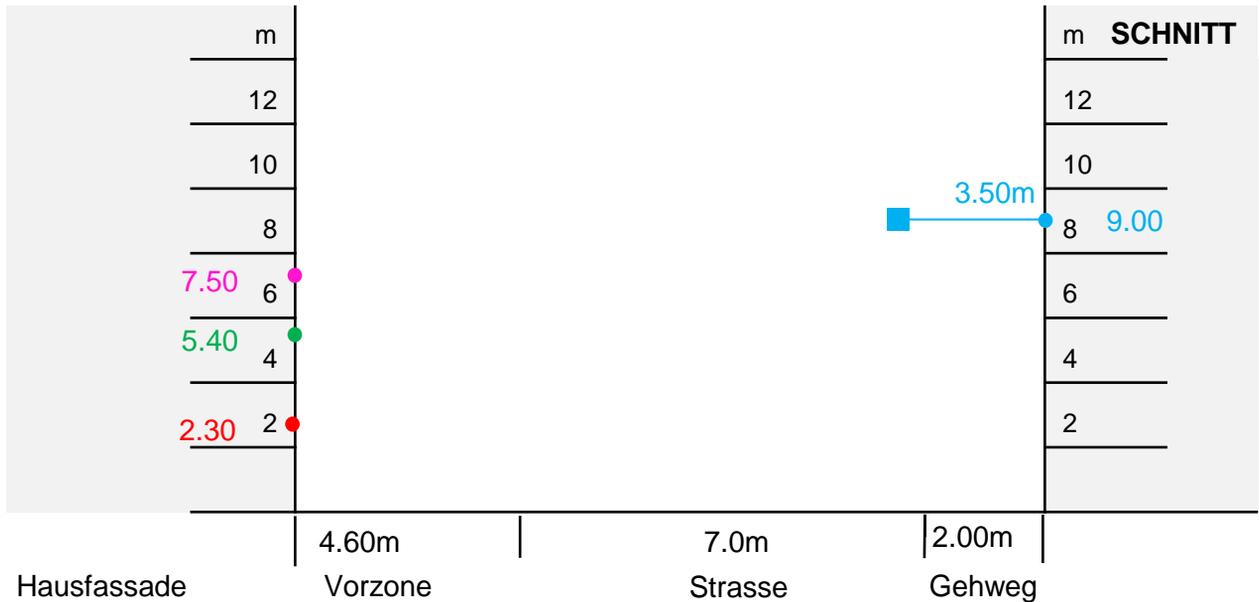
Datum: 12.05.2015

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  
Strassentyp: Hauptstrasse, 50km/h  
Leuchtentyp: Seilpendel  
Lichtquelle: Natriumdampflampe (NaH)



# Lichtmessung \_ Zürich 2

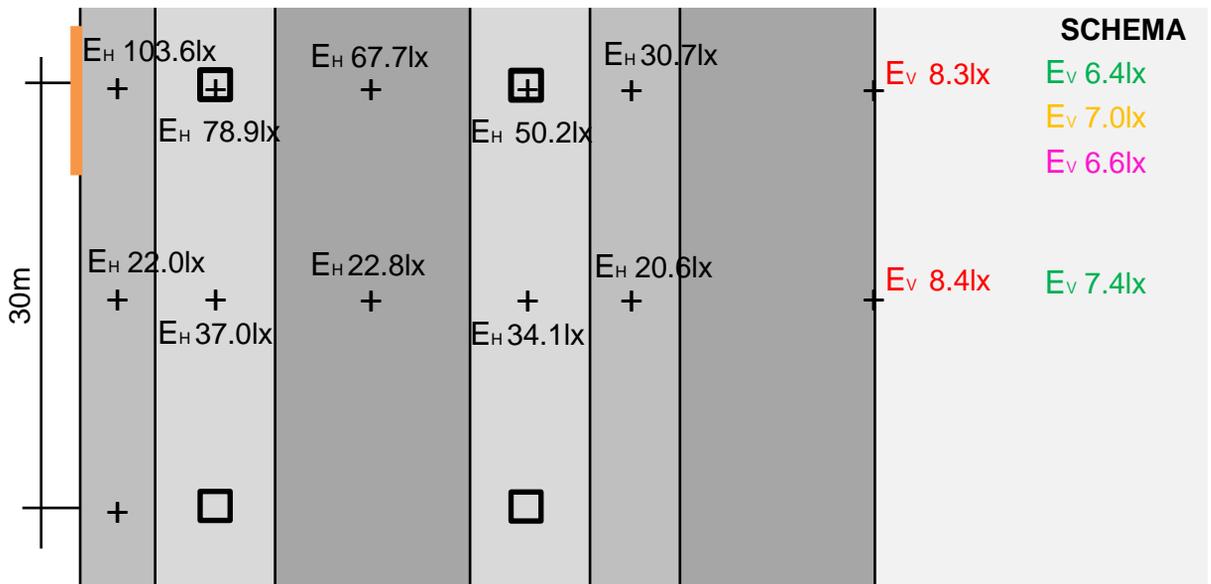
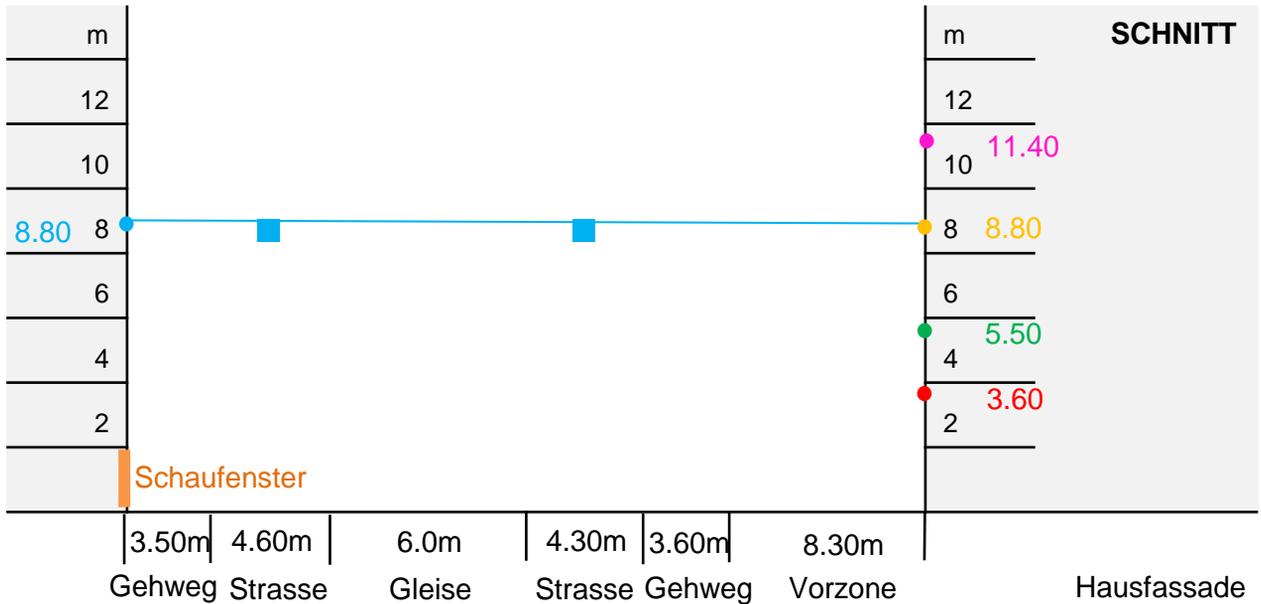
Leuchtentyp: NaH, Seilpendel, Schaufenster

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



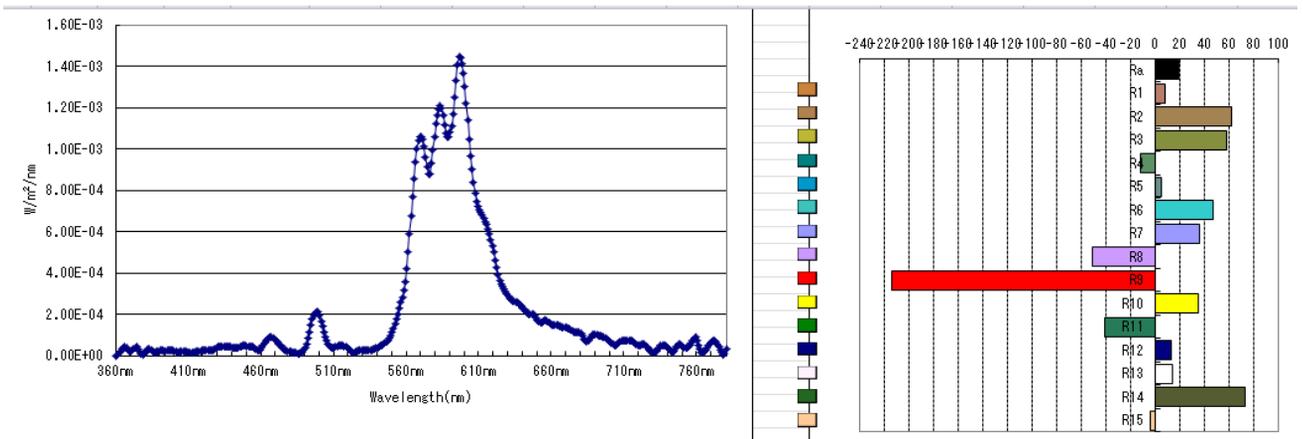
Standortsituation zum Zeitpunkt der Messung



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),  
Halogenmetaldampflampe (HIT)



# Lichtmessung \_ St. Gallen 2

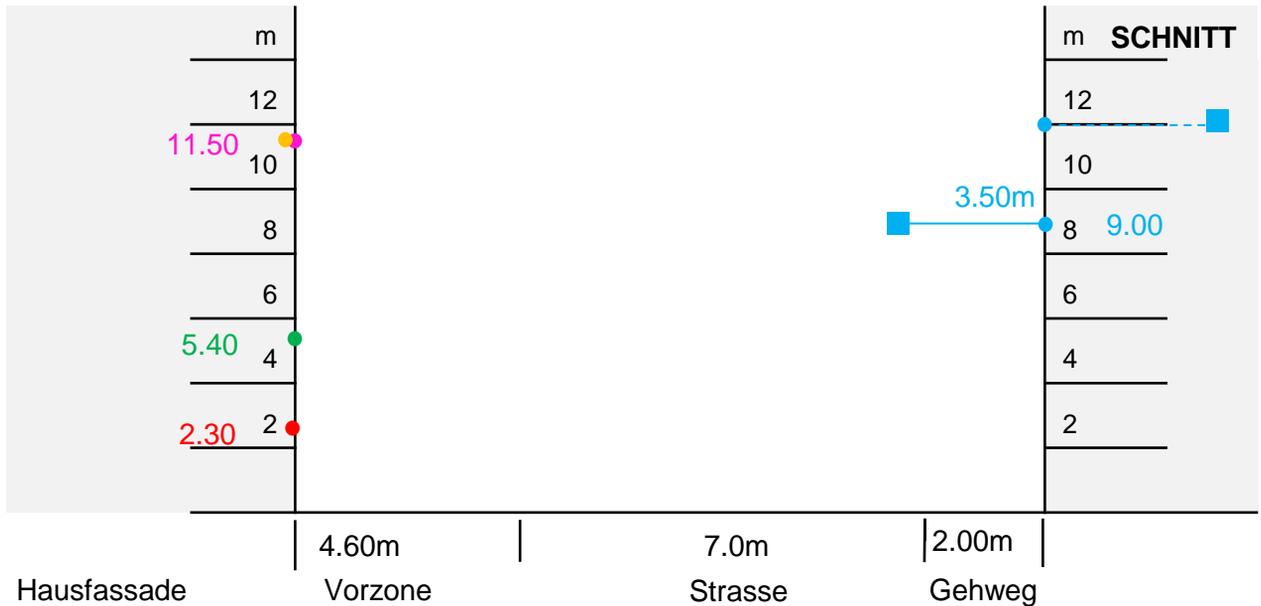
Leuchtentyp: NaH, Mastleuchte + HIT Flutlichtanlage

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

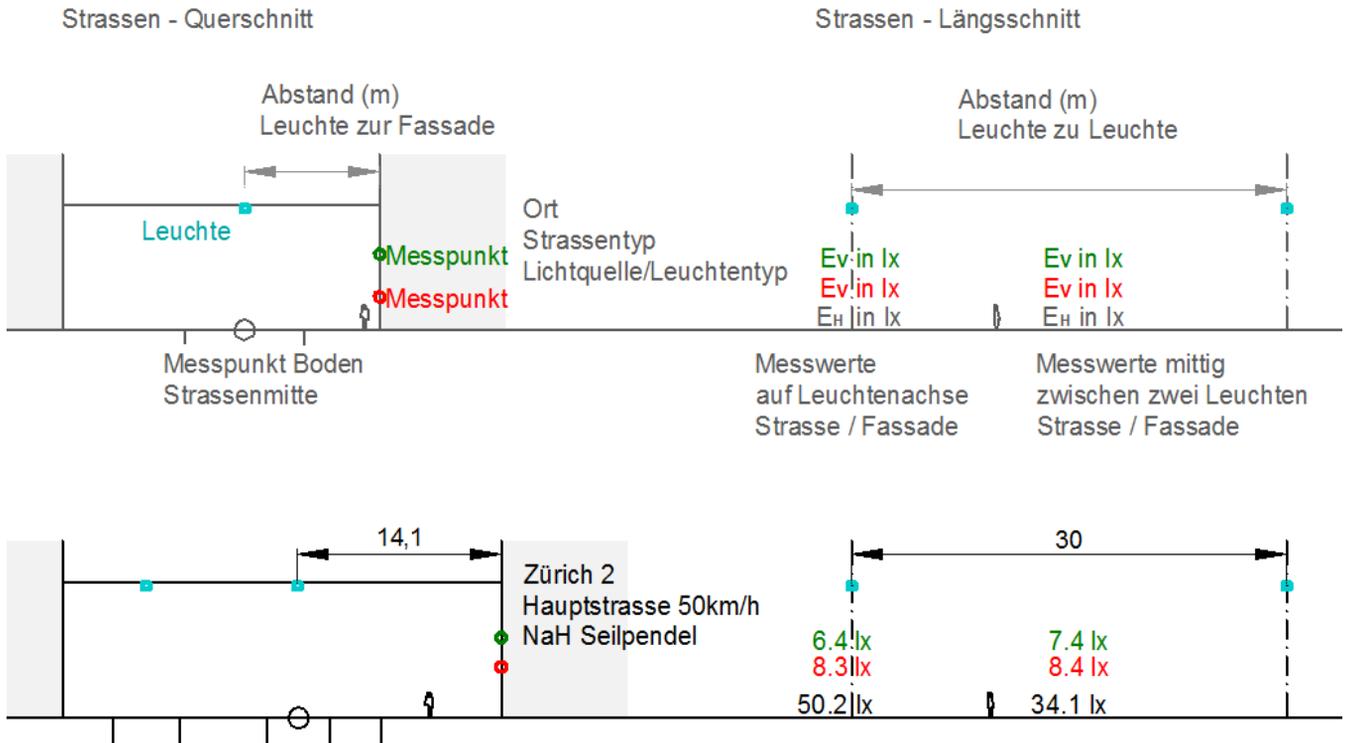
### Lichtmessung \_ Auswertung Situation Strassenbeleuchtung

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**

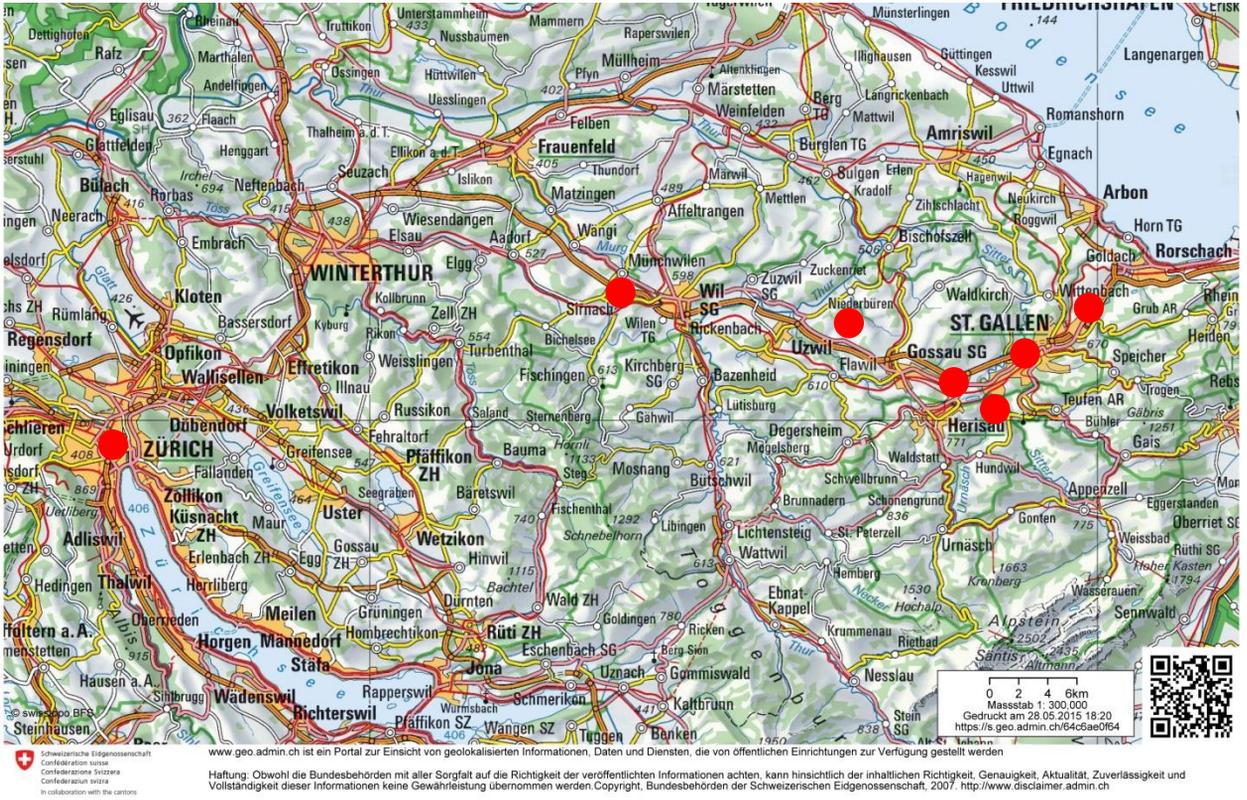
## Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

### **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



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

## 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: Halogenmetall dampflampe, Seilpendel, LPH ca. 7.5m



Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

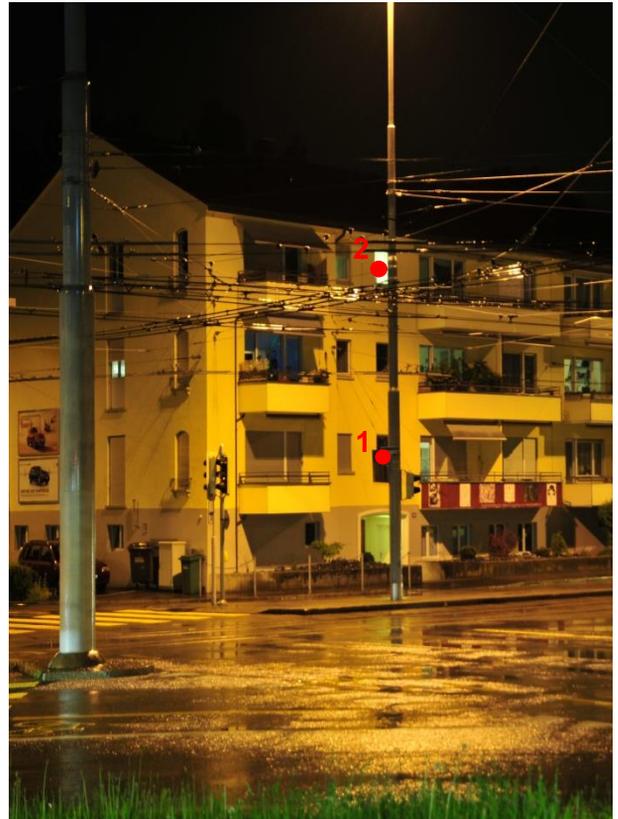
## 1.2 Urbaner Raum

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: Halogenmetaldampflampe, 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

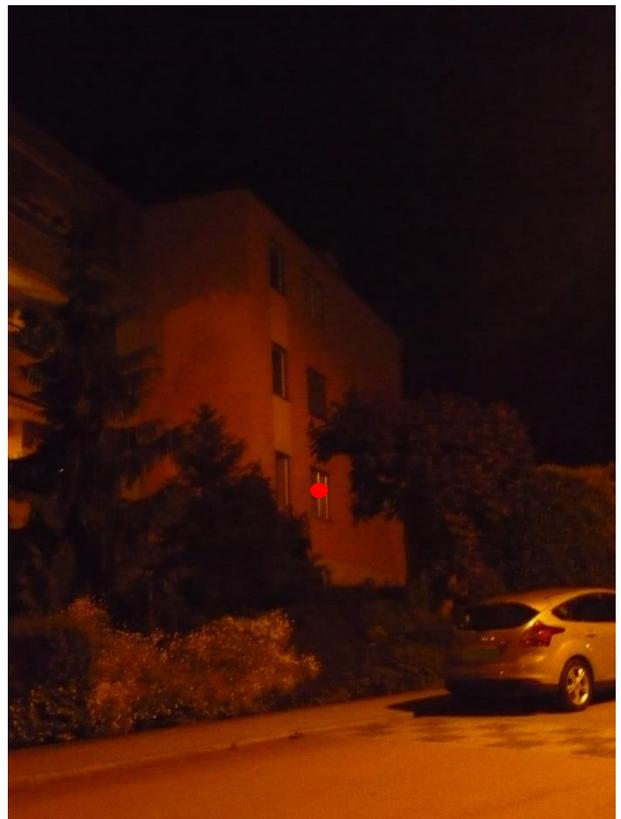
Ort: Gossau  
Definition: Wohngebiet  
Messhöhe: 1.OG, ca. 3m

**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



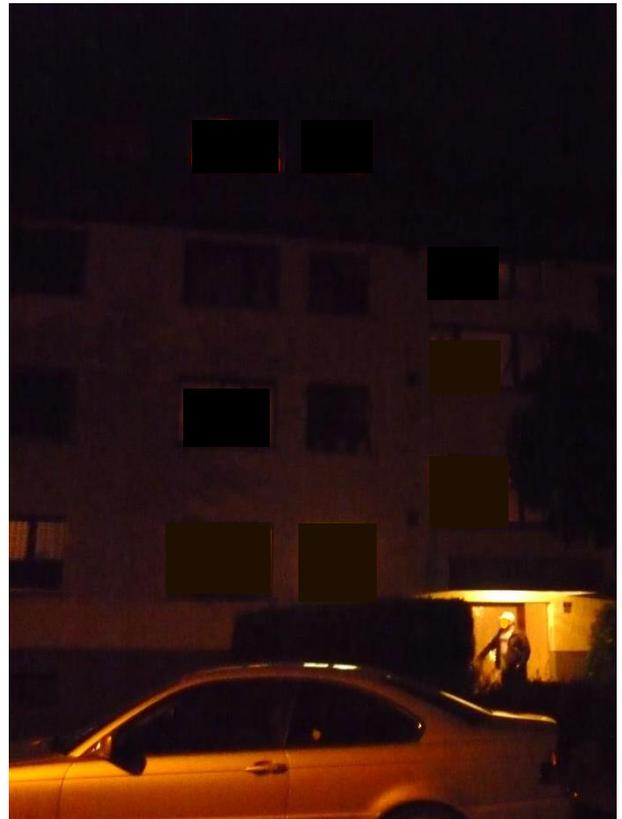
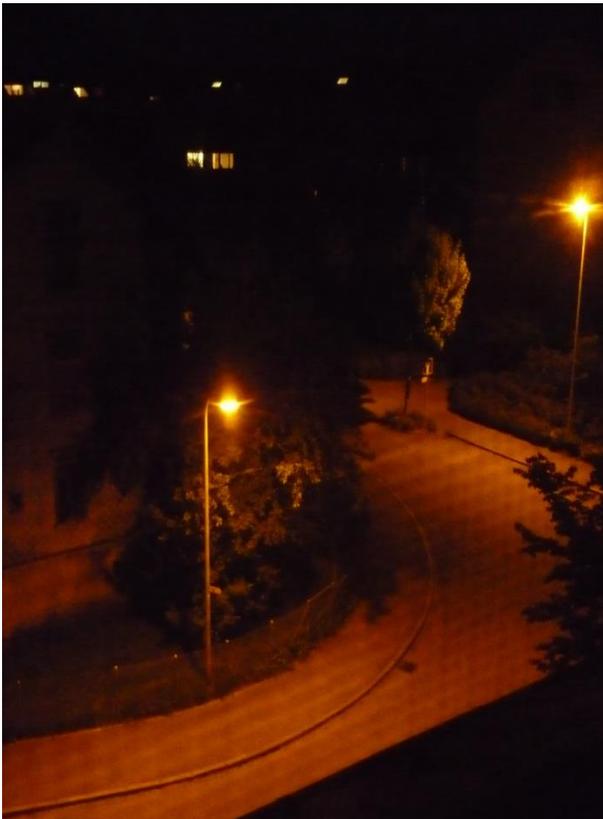
Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

## 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

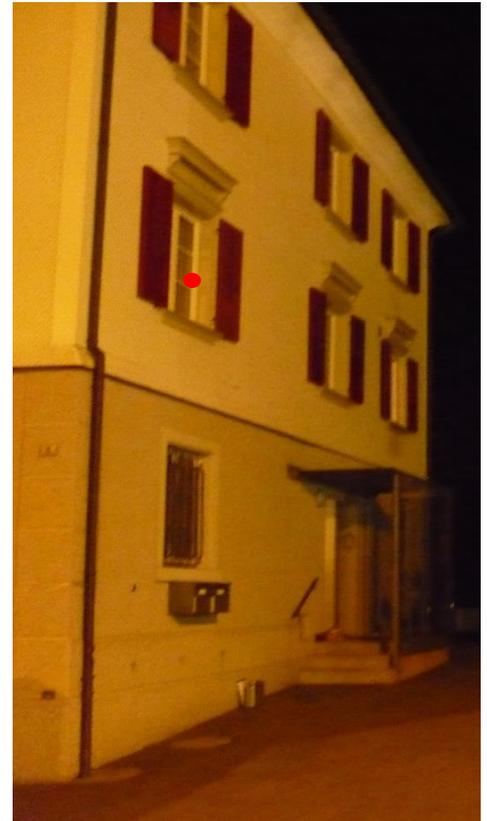
Ort: Mörschwil  
Definition: neben Kirche  
Messhöhe: 4.85m

**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

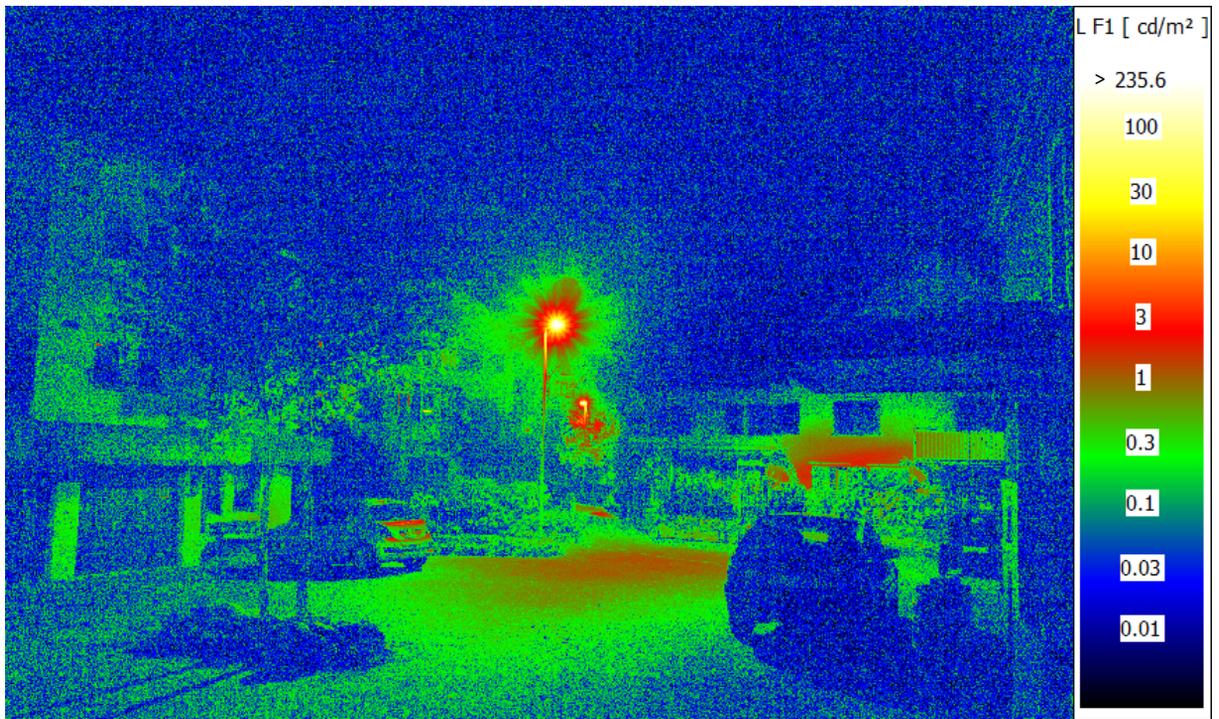


Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

### 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

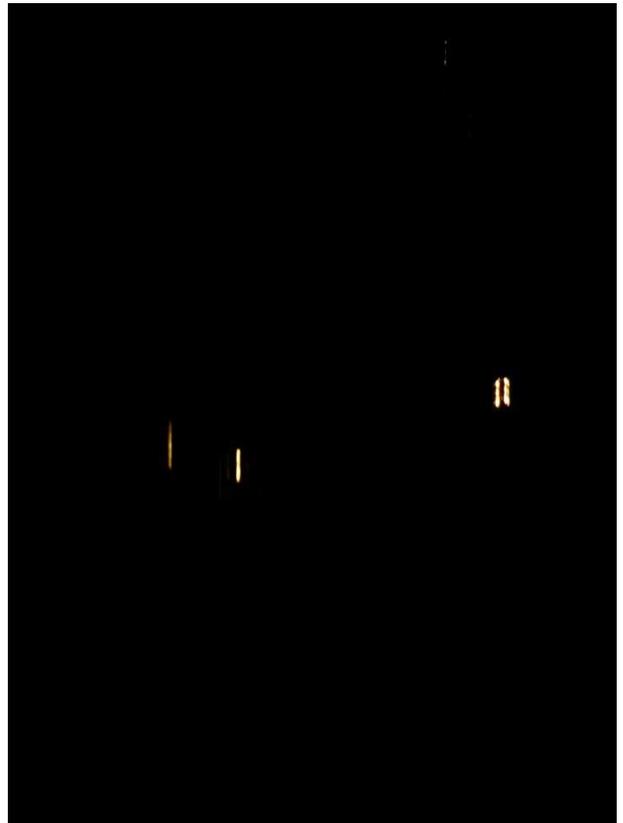
### 3.6 Ruraler Raum /Peripherie

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

**Datum: 09.05.15                      Zeitpunkt 1: 21:50 Uhr                      E<sub>V</sub>: 0.17 lx**

**Zeitpunkt 2 (mit Nachtabstaltung): 0:45 Uhr                      E<sub>V</sub>: 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

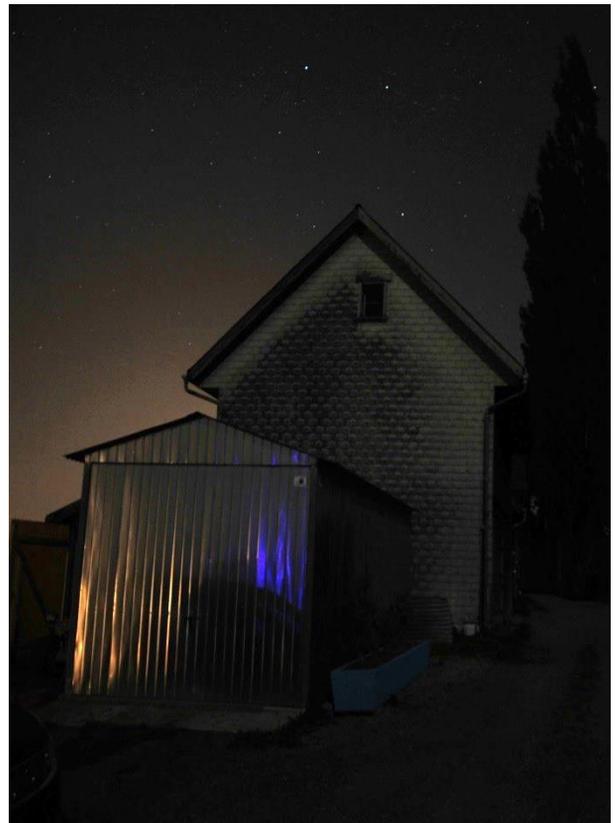
Ort: Engelen, Erhöhung in der Umgebung Herisau, am Gübsensee  
Definition: freistehendes Wohnhaus  
Messhöhe: ca. 2.40m

**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

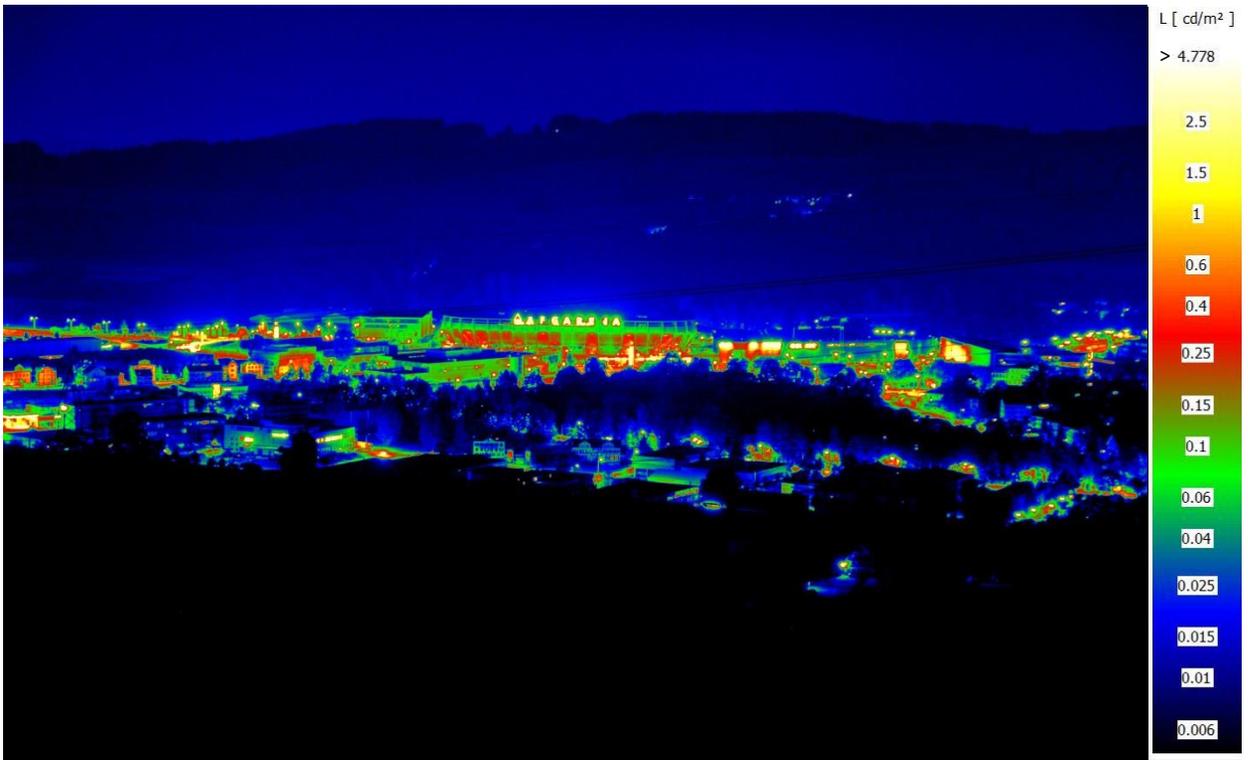


Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

## 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**

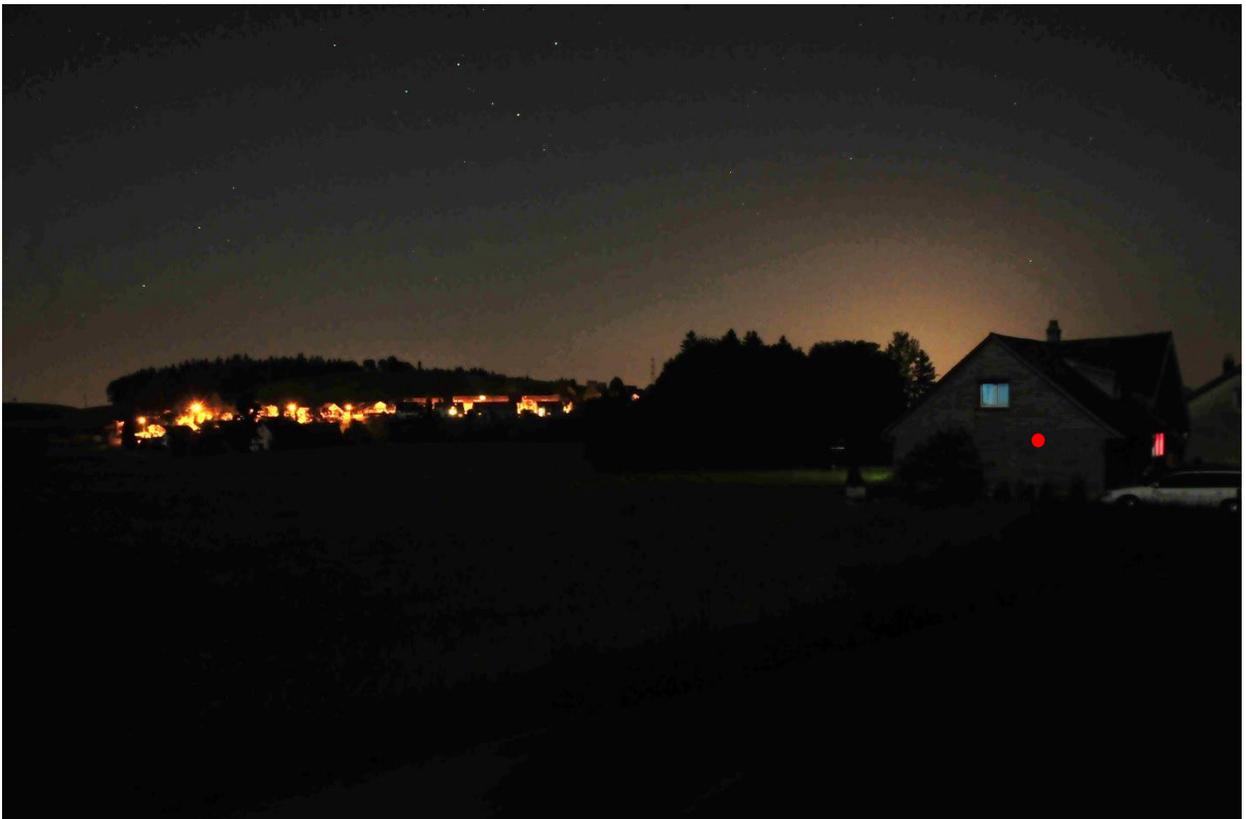
**$E_v$ : 0.05 lx**

Wettersituation: trocken, sternenklar

Mondsituation: zunehmend, sichtbar

Umgebungssituation: Blick in Richtung Nord-Ost zum Weiler Saum

Bemerkungen: keine öffentliche Beleuchtung in der unmittelbaren Umgebung



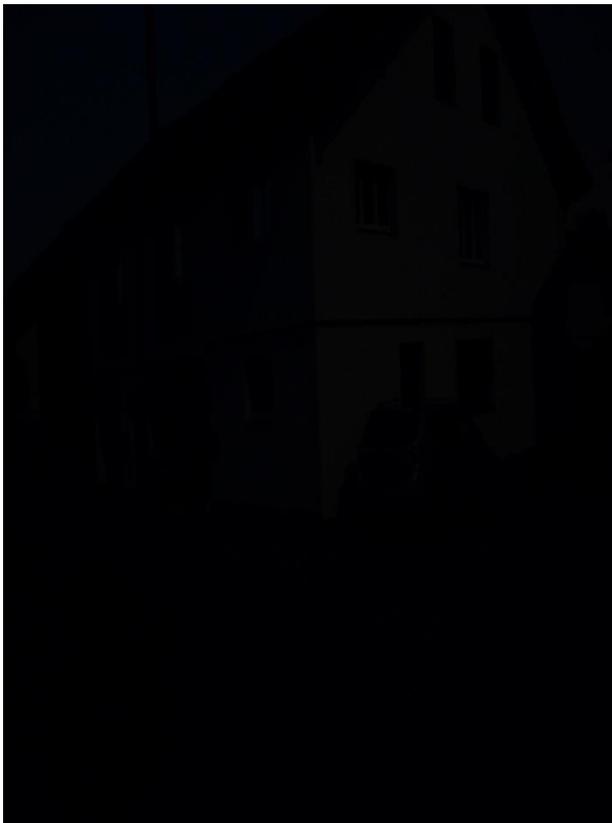
Erhebung Lichtimmissionen, Modul B

### 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

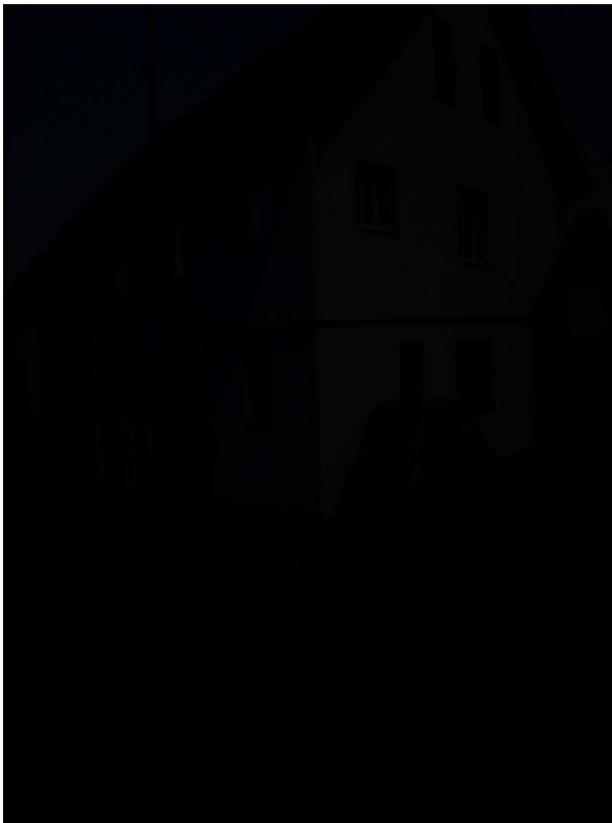
Ort: Mutwil  
Definition: Wohnhaus  
Messhöhe: 2.70m

**Datum: 27.05.15**

**Zeitpunkt: 22:38 Uhr**

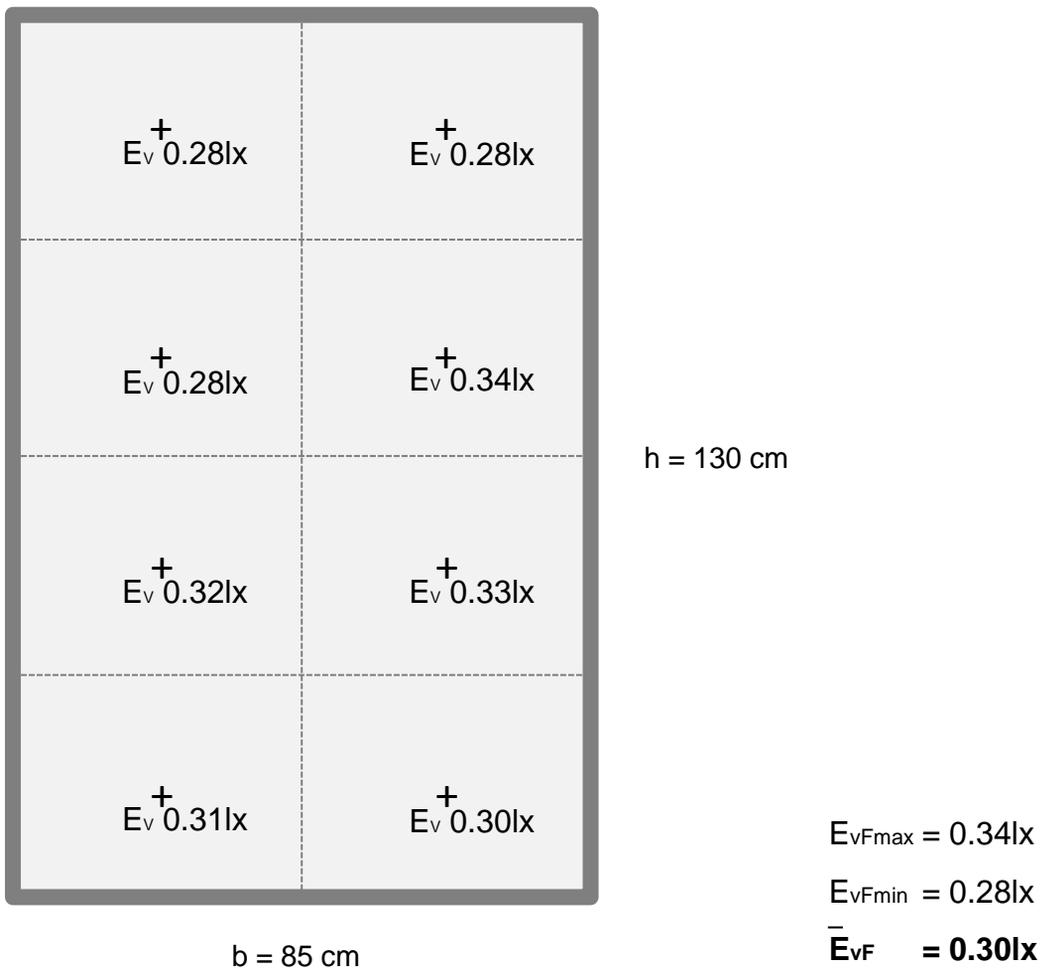
**$E_v$ : 0.0 lx**

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
<b>1. Urbaner Raum (starke Besiedlung)</b>					
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
<b>2. Agglomeration (mässig-starke Besiedlung)</b>					
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	
<b>3. Ruraler Raum /Peripherie (mässige Besiedlung)</b>					
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
<b>4. Ruraler Raum (geringe /schwache Besiedlung)</b>					
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 Nachtabsenkung				