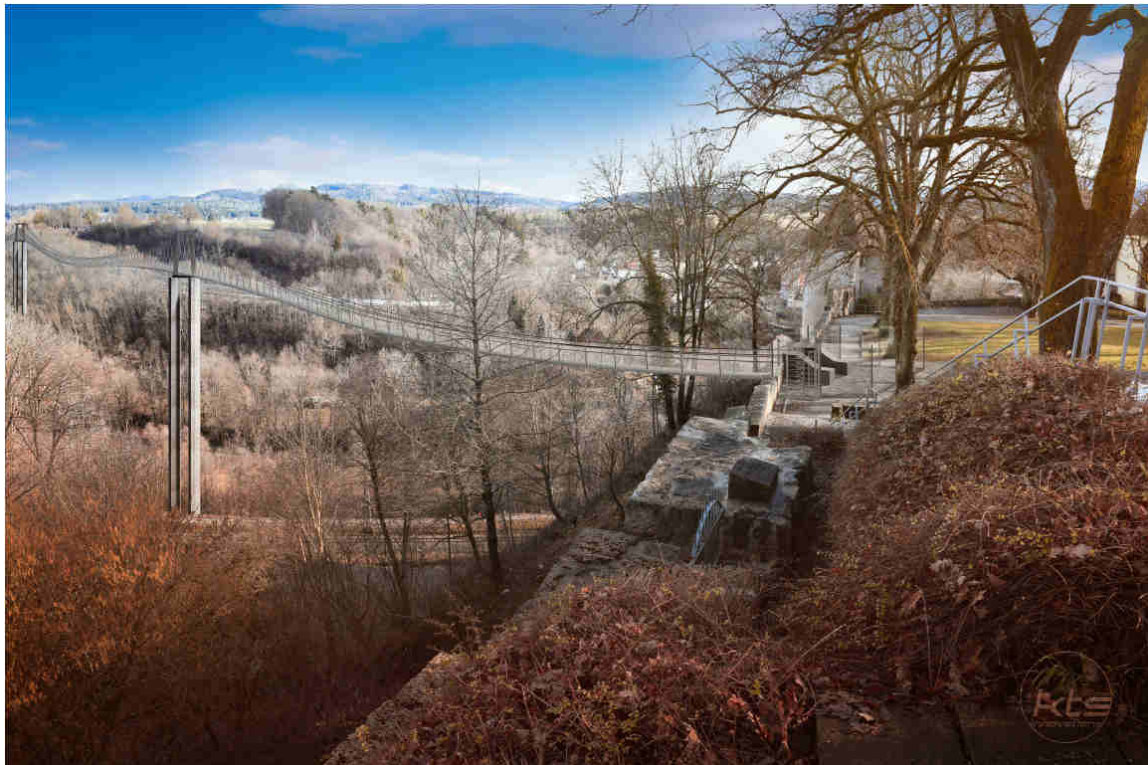


Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

Gutachten zur Bewertung der durch die geplante Hängebrücke Rottweil verursachten Licht-Immissionen und Verschattung



GA-Nr.: Te-180301-R-1

Im Auftrag der
Eberhardt IMMO GmbH
Hohentengen

Verfasser
Jens Teichelmann, Dipl.-Ing. Lichttechnik
IBT 4Light GmbH
Fürth

Fürth, 13.03.2018

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boenerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichelmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

Auftraggeber:

Eberhardt IMMO GmbH

An der Ostrach 56/1
88367 Hohentengen

Auftragnehmer:

Dipl.-Ing. Jens Teichelmann

IBT 4Light GmbH

Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Licht- und Beleuchtungstechnik

Boenerstr. 34
90765 Fürth

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boenerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichelmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

Inhaltsverzeichnis

1 Extrakt	4
2 Allgemeines	6
2.1 Aufgabenstellung, Zweck der Untersuchung	6
2.2 Tatsachenfeststellung, Beschreibung der Situation	7
2.3 Zur Verfügung stehende Unterlagen	11
2.4 Verwendete Hilfsmittel	11
2.5 Verwendetes Schrifttum und Quellen	12
2.6 Ortstermin, beteiligte Personen	12
3 Verschattung: Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Beleuchtungsanlagen	13
3.1 Grundlegende Methodik	13
4 Kunstlicht: Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Beleuchtungsanlagen	14
4.1 Grundlegende Methodik	14
5 Ergebnisse und Auswertung der Verschattungsberechnung und der Lichtimmissionsbewertung	18
5.1 Bewertung der Verschattung	18
5.2 Festlegung der Bewertungskriterien zu Lichtimmissionen	24
5.3 Ermittlung der Werte zur Raumaufhellung und Blendung (Berechnung Nr. „171103 Hängebrücke Rottweil LEM.CAR“, Anhang 8.1)	26
6 Auswirkungen der Beleuchtungsanlage auf Tiere – insbesondere auf Vögel und Insekten	34
7 Zusammenfassung und Erörterung der Ergebnisse	36
8 Anhänge	38
8.1 Kunstlichtimmissionen: Lichtberechnung Nr. „171103 Hängebrücke Rottweil LEM.CAR“	38

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

1 Extrakt

Im Auftrag der Eberhardt IMMO GmbH in Hohentengen wurde die Bauplanung sowie das im Vorfeld auf Basis entsprechender Annahmen erstellte überschlägige Beleuchtungskonzept der geplanten Hängebrücke Rottweil hinsichtlich der zu erwartenden Verschattung und der zu erwartenden Raumaufhellung und psychologischen Blendung an den festgelegten Immissionsorten in der umliegenden Wohnbebauung sowie des ULR der Gesamtanlage untersucht.

Hierzu wurden auf Basis der vorgelegten Planung und entsprechender plausibler Annahmen einer möglichen Beleuchtung der Brücke zwei Rechenmodelle erstellt und diese hinsichtlich der durch das Brückenbauwerk erzeugten Verschattung und der an den betrachteten Immissionsorten erreichten Lichtimmissionswerte hin untersucht.

Die anhand dieser Rechenmodelle rechnerisch durchgeführten Bewertungen der festgelegten Immissionsorte lassen entsprechende Rückschlüsse auf die untersuchten sowie die angrenzenden Immissionsorte zu.

Die Bewertung der Verschattung erfolgt auf Basis der Empfehlungen zur Mindestbesonnungszeit von Wohnräumen laut der DIN 5034-1 /5/.

Basis für die einzuhaltenden Grenzwerte sowie das Bewertungsverfahren bzgl. der Lichtimmissionen durch Kunstlicht ist die Schrift „Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz vom September 2012 /1/.

Als Richtwerte für die Optimierung und die Bewertung wurden die Grenzwerte nach der Lichtrichtlinie für Wohngebiete sowie die Richtwerte nach CIE150 /3/ und der LiTG-Publikation 12.3 /4/ angesetzt.

Die Bewertung der Verschattung der Gebäude wurde als Makrobetrachtung über den Schattenverlauf des Brückenbauwerks durchgeführt, weil die Position und Nutzung der Räume bzw. der Fensteröffnungen in den Gebäuden nicht bekannt sind.

Diese Betrachtung ergab geringe Einwirkungen durch den Schattenwurf des relativ filigranen und weit entfernten Brückenbauwerks auf die einzelnen Räume von 10 ... 20 min sowie von ca. 30 ... 45 min auf die kompletten Gebäude. Die Besonnungszeiten der Räume werden dadurch nur in geringem Maße beeinflusst, so daß bei den Räumen, bei denen die empfohlene Mindestbesonnungszeit vor Errichtung der Brücke erreicht wurde, davon auszugehen ist, daß auch nach Errichtung der Brücke eine ausreichende Besonnung gegeben ist.

Mit der Anordnung der Leuchten gemäß der erstellten, auf entsprechenden Annahmen beruhenden Lichtberechnung ist davon auszugehen, dass die im Worst-Case erreichten Werte für die Raumaufhellung, die psychologische Blendung und des nach oben gerichteten

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

Lichtanteils ULR an den betrachteten Immissionsorten unter den angesetzten Richtwerten liegen.

Die teilweise vorhandene Vegetation wirkt ganzjährig, also auch in unbelaubtem Zustand zusätzlich mindernd auf die an den Immissionsorten feststellbaren Lichtimmissionen.

Mit dem vorliegenden Beleuchtungskonzept werden die Auswirkungen der Beleuchtungsanlage durch Lichtimmissionen sowohl an den untersuchten Immissionsorten als auch in der weiteren Umgebung auf die lokale Fauna auf ein Minimum reduziert.

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

2 Allgemeines

Licht gehört zu den Emissionen bzw. Immissionen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes. Sofern Immissionen „nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen“, so gelten sie im Sinne dieses Gesetzes als schädliche Umwelteinwirkungen. Dies betrifft neben anderen Immissionsarten auch die Lichtimmissionen.

Laut Bundesimmissionsschutzgesetz sind sowohl bei genehmigungsbedürftigen als auch bei nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen mit Ausnahme der Anlagen des öffentlichen Straßenverkehrs geeignete Maßnahmen nach Stand der Technik zu treffen, um Lichtimmissionen zu vermeiden bzw. auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Dies betrifft insbesondere Sportstättenbeleuchtungen, Beleuchtungen in Bau, Industrie und Gewerbe, Anstrahlungen sowie Reklamebeleuchtungen.

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz hat mit seiner Schrift „Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen“ im Jahr 2000 eine Grundlage geschaffen, die sowohl realistische, situationsbezogene Grenzwerte beschreibt als auch Richtlinien für den Umgang mit diesen Vorgaben beinhaltet. Diese wurde im Jahr 2012 ergänzt und neu als „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ /1/ herausgegeben. Auf Basis dieser Richtlinie wurde die Bewertung der Kunstlichtimmissionen im vorliegenden Gutachten durchgeführt.

Eine weitere mögliche, durch ein Bauwerk verursachte Licht-Immission ist - in diesem Fall im Sinne von fehlendem Licht - die Verschattung anderer Gebäude. Hierfür gibt es entsprechende Vorgaben nach der Norm DIN 5034-1 „Tageslicht in Innenräumen“ /5/, die eine ausreichende Besonnung von Wohnräumen regeln soll.

2.1 Aufgabenstellung, Zweck der Untersuchung

Im Auftrag der Eberhardt IMMO GmbH in Hohentengen war die zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens aktuelle Planung der Hängebrücke Rottweil über das Neckartal nach dem im Vorfeld erstellten Beleuchtungsgrobkonzept mit Stand 13.03.2018 (Datum der Lichtberechnung) hinsichtlich der erreichten Lichtimmissionswerte an den festzulegenden Immissionsorten in der umliegenden Wohnbebauung, insbesondere der Bebauung im Neckartal nördlich und südlich des Brückenbauwerks, auf folgende Punkte hin zu prüfen:

- Festlegung der zulässigen Werte hinsichtlich Raumaufhellung und Blendung auf Basis der Schrift „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ des Länderausschusses für Immissionsschutz /1/
- Rechnerische Überprüfung der erreichten Immissionswerte des zu Grunde liegenden Beleuchtungskonzeptes an den festgelegten Immissionsorten

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

- Gegenüberstellung der zulässigen und der für die Bestandsanlage ermittelten Werte der
Raumaufhellung und der Blendung

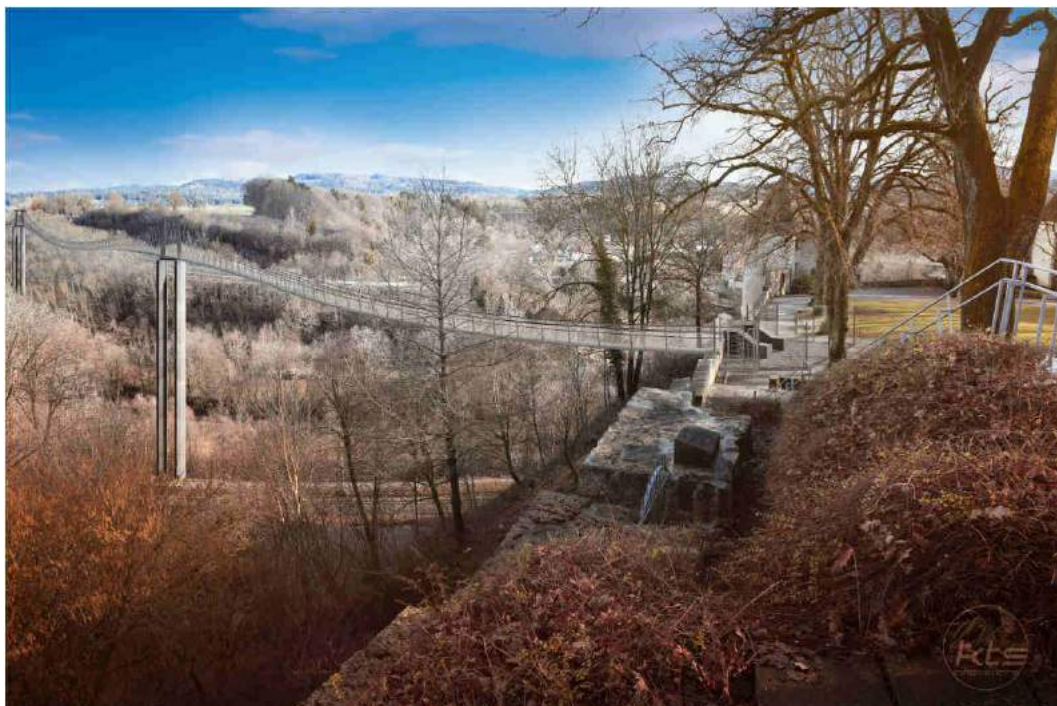
Weiterhin war zu prüfen, inwieweit die durch das Brückenbauwerk verursachte Verschattung möglicherweise negative Einflüsse auf die umliegende Bebauung hat. Auch hier war wegen der tieferen Lage insbesondere die Bebauung im Neckartal zu betrachten.

Die vorliegende Untersuchung der erreichten Lichtimmissionen bzw. der durch das Bauwerk verursachten Verschattung wurde zur Bewertung und Einschätzung der möglicherweise durch diese Elemente verursachten Störungen und zur Bewertung einer eventuellen Verbesserung der Immissionswerte an den nahe liegenden Immissionsorten in Auftrag gegeben.

Für andere Nutzungszwecke dieser Studie sind die Rahmenbedingungen noch zu überprüfen.

2.2 Tatsachenfeststellung, Beschreibung der Situation

Bei der untersuchten Anlage handelt es sich um ein Brückenbauwerk, das das Neckartal im nördlichen Teil des Stadtgebietes Rottweil überspannen soll. Die Brücke soll über zwei in der Talsohle errichtete Pylone ca. 620 m lang schräg über das Tal führen.



Visualisierung des Brückenbauwerks, Quelle **KTS Innovations GmbH**

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boenerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

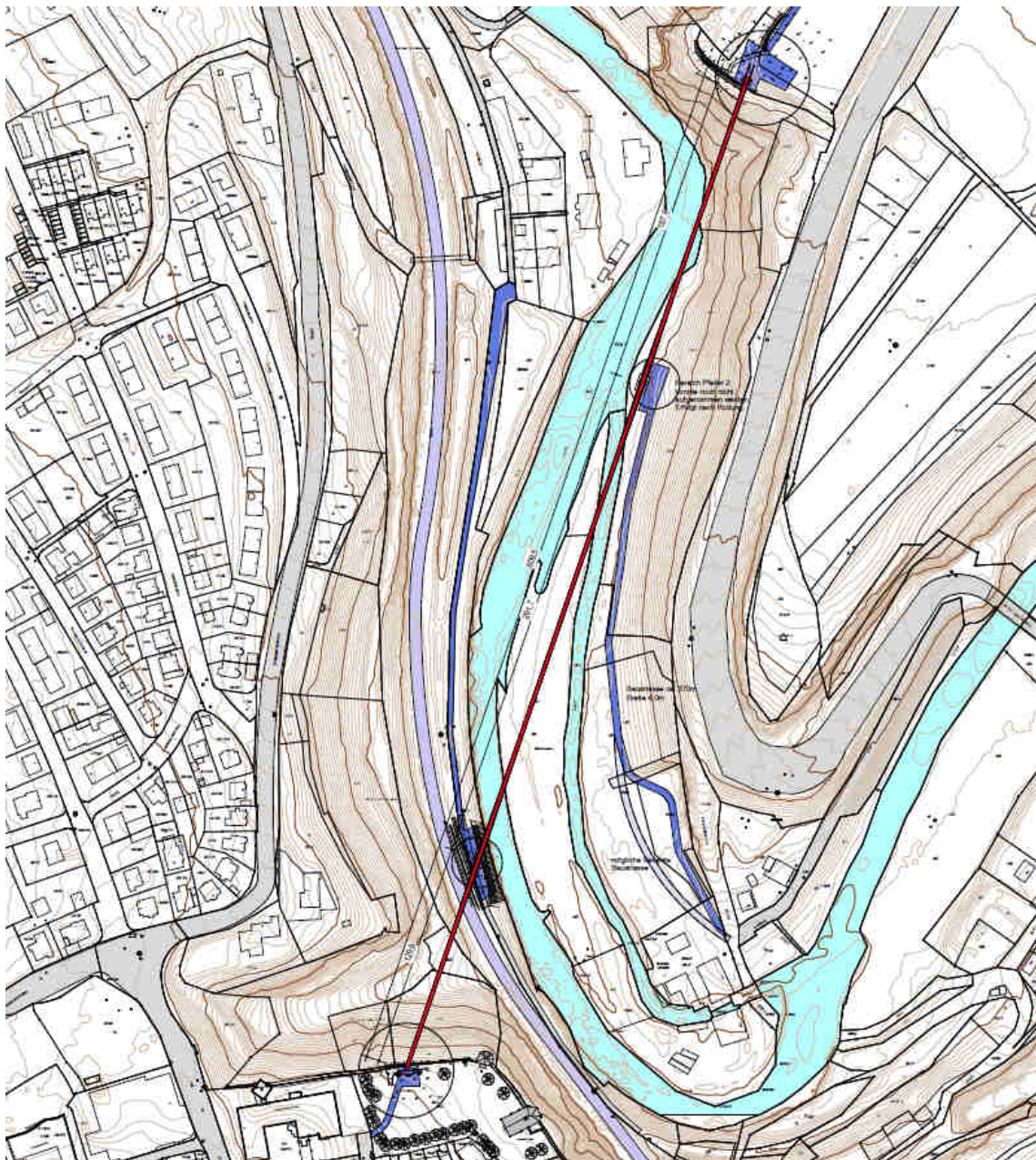
Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

Dabei liegen die beiden Widerlager und damit die Zugangspunkte auf die Brücke auf jeweils ca. 595 m Höhe über 0, die Wasseroberfläche des durch das Tal fließenden Neckar auf ca. 543 m über 0.

In den markierten Bereichen sollen entsprechend hohe Pylone mit Aufbauten errichtet werden, so daß die Tragseile im Bereich der Pylone ca. 8,70 über dem Gehweg, zwischen den Pylonen ca. 2,70 m über dem Gitterrost des Gehwegs verlaufen



Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boernerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

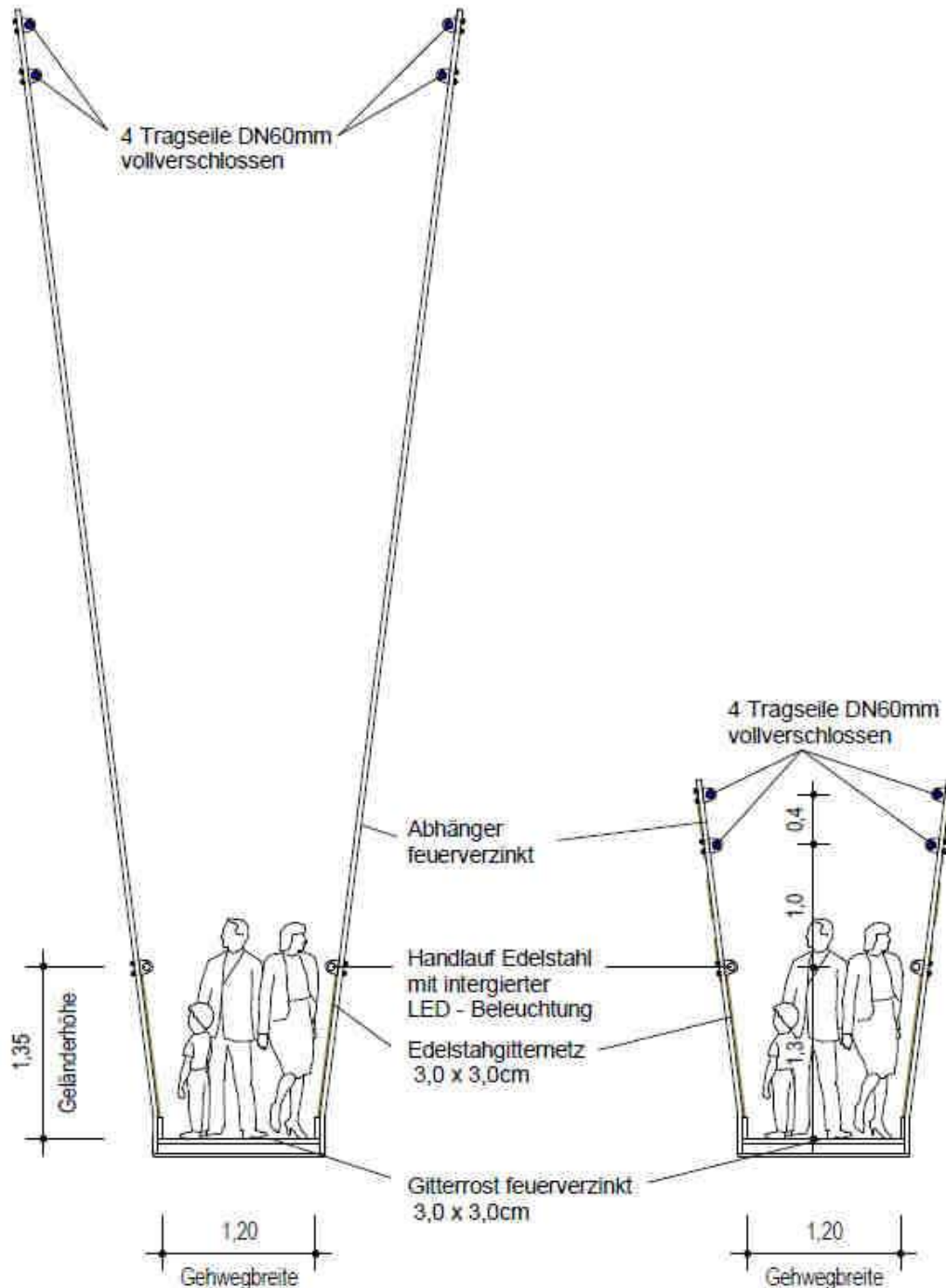
IBT@4Light.de

Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

Die Gehwegbreite soll 1,20 m betragen, die Seitenflächen sollen durch ein 1,35 m hohes Edelstahlnetz abgesichert werden.



Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boenerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

Die Beleuchtung des Gehwegs bei Dunkelheit soll durch in den Handlauf integrierte LED-Leuchten realisiert werden. Eine konkrete Festlegung der hierfür vorgesehenen Leuchten war zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Gutachtens noch nicht erfolgt. Zur Bewertung der Kunstlichtimmissionen wurde daher eine Grobplanung durchgeführt, auf deren Basis die weiteren Betrachtungen durchgeführt wurden.

Die hier angenommene Beleuchtung besteht aus einer Anordnung von 1,0 m langen, leicht asymmetrisch nach unten strahlenden LED-Handlaufleuchten der Type Leccor U48 mit je 9,6 W und 645 lm, die beidseitig im Abstand von je einer Leuchtenlänge im Handlauf in 1,35 m Höhe über dem Gitterrost angeordnet werden. Mit dieser Anordnung wird bei Wartungsfaktor 0,7 auf dem Gitterrost eine mittlere Beleuchtungsstärke von ca. 100 lx bei einer sehr hohen Gleichmäßigkeit $G1 = 0,79$ erreicht.

Type, Anordnung und Ausrichtung dieser Leuchten sind der angehängten Lichtberechnung Nr. „171103 Hängebrücke Rottweil LEM.CAR“ (Anhang 8.1) zu entnehmen.

Die hier angenommene Beleuchtung mit einem für den Außenbereich vergleichsweise hohen Niveau entspricht in etwa den Vorgaben nach DIN EN 12464-2 „Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien“ /6/ für Leitern, Treppen und Gehwege auf marinen Öl- und Gasförderanlagen oder für Treppen in Bahnbereichen mit hohem Personenaufkommen. Eine spezifische DIN-Norm für diese Anwendung gibt es nicht, so daß mit entsprechenden Vergleichswerten gearbeitet werden muß. Je nach gewünschten Effekten oder gewünschtem Gesamteindruck der Beleuchtung, Personenhäufigkeit bei Dunkelheit usw. sind ggf. auch wesentlich niedrigere Beleuchtungsstärkenniveaus denkbar.

Hier wurde im Sinne einer Worst Case-Bewertung bewußt ein eher hohes Beleuchtungsniveau gewählt. Diese Grobberechnung ersetzt eine Lichtplanung nicht.

Bei einer Beleuchtung mit niedrigerem Niveau werden auch entsprechend niedrigere Werte der Kunstlichtimmissionen erreicht.

Änderungen in der Leuchtentype oder deren Position oder Aufneigung sind hinsichtlich der Lichtimmissionen ggf. neu zu prüfen.

Die Innenstadt und die Wohngebiete von Rottweil liegen südlich und westlich des südlichen Zugangs zur Brücke größtenteils auf etwa gleichem oder höherem Niveau wie der südliche Brückenzugang. Wegen der Höhenlage und der Abschirmung durch die Verbauung sind hier weder bzgl. der Verschattung noch bzgl. der Kunstlichtimmissionen kritische Werte zu erwarten.

Im Neckartal befindet sich nördlich bzw. nordwestlich sowie südlich des Brückenbauwerks Bebauung, die hier als Position möglicher Immissionsorte zu betrachten ist.

Durch das Tal am Neckar entlang verläuft eine Bahnstrecke.

Die Position der umliegenden Bebauung wurde in den Rechenmodellen erfasst und geht in die Berechnungen mit ein.

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

Die nachfolgende Bewertung erfolgt im Sinne einer Worst Case-Bewertung ohne vorhandene Vegetation. Entsprechender Bewuchs auf dem Gelände um die betrachteten Immissionsorte herum bewirkt auch in unbelaubtem Zustand im Winter eine gewisse Minderung der Lichtimmissionen am jeweiligen Immissionsort, so dass die ermittelten Immissionswerte in den betreffenden Bereichen, in denen dieser Bewuchs wirkt, tendenziell noch abgeschwächt werden.

2.3 Zur Verfügung stehende Unterlagen

Die Begutachtung wurde anhand folgender vorliegender Unterlagen durchgeführt:

- Rottweil gesamte Höhen und Lageplan.dwg
- BEP_PLAN-NR 323-16_170602.pdf
- FNP-AUSSCHNITT.pdf
- HB Rottweil Zuwege und Vermessung.pdf
- Luftbilder der geografischen Situation des betroffenen Gebietes aus Google Earth

2.4 Verwendete Hilfsmittel

Für die Begutachtung wurden folgende Hilfsmittel verwendet:

- Lichtberechnungsprogramm Calculux
- Lichtberechnungsprogramm Relux
- Excel
- CAD-Software
- Google Earth

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

2.5 Verwendetes Schrifttum und Quellen

Auf folgende Quellen wurde bei der Bewertung Bezug genommen:

- /1/ Schrift „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ (Beschuß der LAI vom 13.09.2012)
- /2/ DIN-EN 12193 Beleuchtung von Sportstätten
- /3/ CIE150 "Guide on the Limitation of the Effects of obstrusive Light from Outdoor Lighting Installations"
- /4/ LiTG-Schrift 12.3 „Empfehlungen für die Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen künstlicher Lichtquellen“
- /5/ DIN 5034_1 „Tageslicht in Innenräumen“
- /6/ DIN EN 12464-2 Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien

2.6 Ortstermin, beteiligte Personen

Ein Ortstermin wurde nicht durchgeführt.

Die Bewertung erfolgte auf Basis entsprechender Pläne, Angaben des Auftraggebers sowie teilweise Fotos von der Situation vor Ort. Die Angaben waren recht umfangreich und für die durchgeführten Berechnungen ausreichend.

3 Verschattung: Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Beleuchtungsanlagen

3.1 Grundlegende Methodik

Für die Verschattung von Wohnräumen gibt es in der BRD keine gesetzlichen Grundlagen. Eine Beurteilung kann indirekt über die Empfehlungen der DIN 5034-1 Tageslicht in Innenräumen zur Mindestbesonnung der Räume erfolgen. Hier wird die Empfehlung einer Besonnung am 17. Januar eines Jahres von mindestens 1 h sowie zur Tag- und Nachtgleiche - also am 21. März bzw. am 21. September eines Jahres - von 4 h definiert.

Dabei wird jeweils auf die astronomisch mögliche Besonnung ohne Berücksichtigung von Bewölkung Bezug genommen.

Dies definiert lediglich die Mindestanforderungen der Besonnung eines Wohnraumes. Die Verschlechterung der Verschattungssituation durch das neu entstehende Bauwerk kann über diese Kriterien nicht oder nur sehr bedingt beziffert werden.

Die Besonnung der hier als relevant zu betrachtenden Bebauung wird bereits durch die Tallage beeinträchtigt.

Andererseits werden durch das relativ filigrane Brückenbauwerk und die vergleichsweise großen Entfernungen keine großflächigen, scharf abgegrenzten Schatteneinwirkungen erwartet, so daß keine längerfristigen und vollständigen Verschattungen zu erwarten sind.

Durch die zum Teil durchscheinenden oder sehr kleinflächigen Elemente der Brücke (Geländer aus Gitter, Gehweg aus Gitterrost, Tragseile usw.) und die Verschleierung des Schattens durch die Ausdehnung der Sonnenscheibe, Streuung in der Atmosphäre und Reflexionen an der Erdoberfläche zeigen die lichttechnischen Berechnungen teilweise nur eine leichte Abdunklung der Sonneneinstrahlung, nicht aber einen scharfen Schlagschatten. Größere, in der Berechnung erkennbare Schattenwirkungen gehen daher lediglich von den größeren und eher massiv wirkenden Konstruktionsteilen wie den Pylonen und dem Gitterrost aus.

Daher werden hier Berechnungen an den jeweiligen Stichtagen 17.1. und 21.3. Berechnungen im Stundentakt, in den die jeweiligen Bauwerke betreffenden Zeiträumen in kürzeren Zeitintervallen, durchgeführt, aus denen sowohl die Besonnung als auch die Beeinflussung durch den Schattenwurf des Brückenbauwerks abgeschätzt werden können.

Eine Berechnung der Einzelpunkte wird hier nicht durchgeführt.

4 Kunstlicht: Vorgehensweise Berechnung und Bewertung der Beleuchtungsanlagen

4.1 Grundlegende Methodik

Diese Bewertung bezieht sich auf eine noch nicht realisierte Beleuchtungsanlage, für die zum Zeitpunkt der Untersuchung eine grobe, auf Annahmen beruhende Lichtberechnung vorlag. Dafür wurde ein entsprechendes Rechenmodell erstellt und die vom Auftraggeber bereitgestellte Lichtberechnung hinsichtlich Leuchtentypen, -anordnung und -ausrichtung so angepasst, optimiert und eingearbeitet, dass eine Einhaltung der angesetzten Richtwerte für die Lichtimmissionen bei Einhaltung der vorgegebenen Beleuchtungsstärken und Gleichmäßigkeiten gegeben ist.

Weiterhin wurden zusätzliche Rechenraster eingeführt, die die Situation auf den relevanten Flächen in der Talsohle darstellen.

An diesen Punkten und Flächen erfolgt in dieser Untersuchung eine Berechnung der durch das vorliegende Beleuchtungskonzept verursachten Immissionswerte.

Diese werden mit den festgelegten Grenzwerten verglichen.

Somit sind direkte Rückschlüsse auf die Güte des vorgeschlagenen optimierten Beleuchtungskonzepts hinsichtlich der erreichten Lichtimmissionen möglich.

Die Bewertung der Lichtimmission beruht also auf rechnerischen Ergebnissen der zugrunde liegenden Lichtberechnung.

Die Beurteilung der Lichtimmissionswerte erfolgte im Lichtberechnungsprogramm Calculux durch Festlegung der Immissionsorte als horizontale oder vertikale Rechenraster sowie als Beobachter im Programm.

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

Raumaufhellung:

Mess- und Beurteilungsgröße für die Raumaufhellung ist die mittlere Beleuchtungsstärke E_F in der Fensterebene von Wohnungen, bzw. bei Balkonen bzw. Terrassen an den Begrenzungsflächen der Wohnnutzungen. Die Werte gelten für die Situation bei geöffnetem Fenster, parallel zur Normalen der Wandflächen und bei ausgeschalteter Zimmerbeleuchtung. Die folgenden Immissionsrichtwerte der mittleren Beleuchtungsstärke E_F sind gemäß der LAI-Richtlinie /1/ genannt.

Immissionsort (Gebietsart nach BauNVO)	Beleuchtungsstärke E_F	
	06:00 – 22:00 h	22:00 – 06:00 h
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	1	1
Reine, allgemeine und besondere Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete und Erholungsgebiete §§ 2-4, 4a und 10. BauNVO	3	1
Dorf- und Mischgebiete §§ 5 und 6. BauNVO	5	1
Kerngebiete, Gewerbegebiete, Industriegebiet §§ 7-9 BauNVO	15	5

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf zeitlich konstantes und weißes oder annähernd weißes Licht, das mehrmals in der Woche jeweils länger als eine Stunde eingeschaltet ist. Mittels einer Berechnung der vertikalen Beleuchtungsstärken an den vorliegenden Fassadenrichtungen wurde der erzielte Beleuchtungsstärkeverlauf der Fassadenaufhellung dargestellt. Die Verläufe und erzielten Werte sind so sehr anschaulich darstellbar. Diese vertikale Beleuchtungsstärke ist ein Maß für das in Wohn- und Ruheräume einfallende unerwünschte Licht.

Lichtimmissionen von Beleuchtungsanlagen mit sich rhythmisch verändernden Betriebszuständen sowie intensiv farbigem Licht werden mit Zuschlägen bewertet. Dies trifft hier nicht zu.

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
 Verschattung Hängebrücke Rottweil

Psychologische Blendung:

Als Bewertungsmaßstab zur Beurteilung der physiologischen Blendung wird die maximal tolerable mittlere Leuchtdichte einer Blendlichtquelle $L_{\max}$ definiert zu:

$$\bar{L}_{\max} \leq k \cdot \sqrt{\frac{L_U}{\Omega_S}} \quad (2)$$

Es bedeuten:

$\bar{L}_{\max}$	Maximal tolerable Leuchtdichte einer Blendlichtquelle in cd/m^2 , gemittelt über den zugehörigen Raumwinkel Ω_S
L_U	Maßgebende Leuchtdichte der Umgebung der Blendlichtquelle in cd/m^2 , falls die aus Messungen ermittelte Umgebungsleuchtdichte kleiner als $0,1 \text{ cd/m}^2$ ist, wird mit $L_U = 0,1 \text{ cd/m}^2$ gerechnet
Ω_S	Raumwinkel der vom Immissionsort aus gesehenen Blendlichtquelle in sr
k	Normierter Proportionalitätsfaktor

Umgestellt nach dem Blendmaß k_S ergibt sich folgende Bewertungsformel für den Raumwinkelbereich zwischen $10^{-6} \text{ sr} \dots 10^{-2} \text{ sr}$:

$$k_S = \bar{L}_S \cdot \sqrt{\frac{\Omega_S}{L_U}} \quad (3)$$

Als Immissionsrichtwerte sind die in folgender Tabelle zusammengestellten Werte des Blendmaßes k festgelegt.

	Immissionsort (Einwirkungsort) (Gebietsart nach § BauNVO) [2]	Immissionsrichtwert k für Blendung		
		6 h bis 20 h	20 h bis 22 h	22 h bis 6 h
1	Kurzegebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten (§ 3) ¹⁾	32	32	32
2	reine Wohngebiete allgemeine Wohngebiete (§ 4) besondere Wohngebiete (§ 4a) Kleinsiedlungsgebiete (§ 2) Erholungsgebiete (§ 10)	96	64	32
3	Dorfgebiete (§ 5) Mischgebiete (§ 6)	160	160	32
4	Kerngebiete (§ 7) ²⁾ Ge- werbegebiete (§ 8) In- dustriegebiete (§ 9)	-	-	160

Für die Berechnung der psychologischen Blendung werden die entsprechenden relevanten Lichtstärken in Richtung der festgelegten Beobachter ermittelt, aus der über die oben genannte Formel das Blendmaß k ermittelt wird.

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
 Boenerstr. 34
 90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
 HRB 14663
 Geschäftsführer: Jens Teichmann
 Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
 Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

Bankverbindung:
 Sparkasse Fürth
 Kto.-Nr.: 40602559
 BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
 BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

Begrenzung der nach oben gerichteten Lichtabstrahlung, Upward Light Ratio:

Zusätzlich zur LAI-Leitlinie begrenzt die CIE150 /3/ sowie die LiTG-Schrift 12.3 /4/ bei im Freien aufgestellten Leuchten den Anteil der nach oben abgestrahlten Lichtanteils, die sog. Upward Light Ratio, in Abhängigkeit von der Gebietsart der Umgebung

Diese Beschränkung soll die Bildung einer sogenannten „Lichtglocke“ – also oberhalb von Städten oder größeren beleuchteten Bereichen in der Atmosphäre vagabundierendes Licht, das als großer Lichtdom in Form einer großen Käseglocke wahrgenommen wird – auf ein Minimum reduzieren. Dieser Effekt ist bei der Beleuchtung von Flächen nicht völlig zu vermeiden, weil das von den beleuchteten Flächen reflektierte Licht auch zur Bildung der Lichtglocke beiträgt. Die Begrenzung des direkt nach oben strahlenden Lichtes durch ungeeignete oder falsch ausgerichtete Leuchten reduziert diesen Aspekt der Lichtverschmutzung jedoch stark.

Auf Grund der Prägung des weiteren Umfelds der geplanten Anlage mit der benachbarten hell beleuchteten Verkehrsstraße kann die Umgebung als Gebiet der Gruppe E3 „Gebiete mit mittlerer Gebietshelligkeit, wie z.B. Industriegebiete oder Wohngebiete in Vororten“ eingestuft werden.

Nach CIE150 /3/ sowie der LiTG-Schrift 12.3 /4/ sind für solche Gebiete Leuchten mit einem maximalen ULR (Upward Light Ratio) von 15% zulässig.

Dieses Kriterium wird hier durch Berechnung der Gesamtanlage ermittelt. Der durch die hier eingesetzten, ausschließlich nach unten strahlenden Handlaufleuchten verursachte ULR dürfte laut der LVK und der Einbausituation bei 0% liegen.

Physiologische Blendung, prozentuale Schwellenwerterhöhung TI:

Für die Einwirkung der Beleuchtung auf die Autofahrer der umliegenden öffentlichen Straßen gibt es in Deutschland keine eigene gesetzliche Regelung. Für Einwirkungen von Beleuchtungsanlagen, die keine Anlagen der Straßenbeleuchtung sind, wird nach internationalen Empfehlungen die Schwellenwerterhöhung TI nach CIE150 /3/ bzw. der LiTG-Schrift 12.3 /4/ herangezogen.

Öffentliche Straßen, die von der Beleuchtungsanlage der Brücke betroffen sein könnten, liegen im relevanten Einwirkbereich des gegenständlichen Bauwerks nicht vor, so daß diese Bewertung hier nicht durchgeführt wird.

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

5 Ergebnisse und Auswertung der Verschattungsberechnung und der Lichtimmissionsbewertung

5.1 Bewertung der Verschattung

Stichtag 17.1.

Für den 17.1. wird laut DIN 5034-1 /5/ eine Mindestbesonnung von 1 h empfohlen.

Die Berechnungen haben gezeigt, daß die nordwestlich der Brücke liegende Bebauung - also das Gewerbegebiet Pulverfabrik und die westlich davon liegende Wohnbebauung - ohne Berücksichtigung des Brückenbauwerks etwa in der Zeit von 10:30 Uhr bis ca. 15:00 Uhr direkt besonnt ist. Der Besonnungszeitraum beträgt also je nach Gebäude mindestens ca. 4 ½ ... 5 h. Die Darstellungen zeigen, daß der durch das Brückenbauwerk verursachte Schattenwurf zwischen ca. 10:00 Uhr ... 13:00 Uhr jedes dieser Gebäude in einem Zeitraum von ca. 30 ... 45 min überstreicht.



17.1. 9:00 Uhr



17.1. 10:00 Uhr



17.1. 10:30 Uhr



17.1. 11:00 Uhr

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boernerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

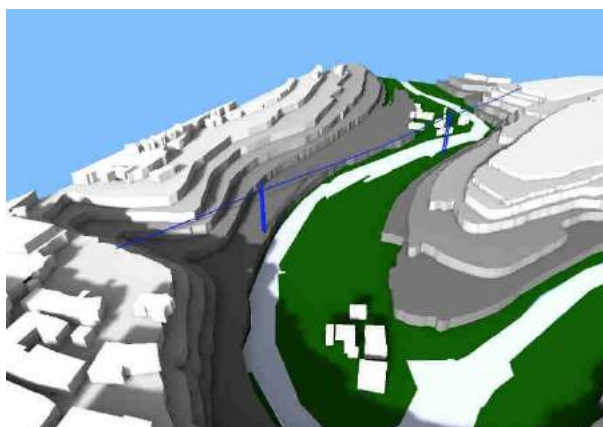
Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil



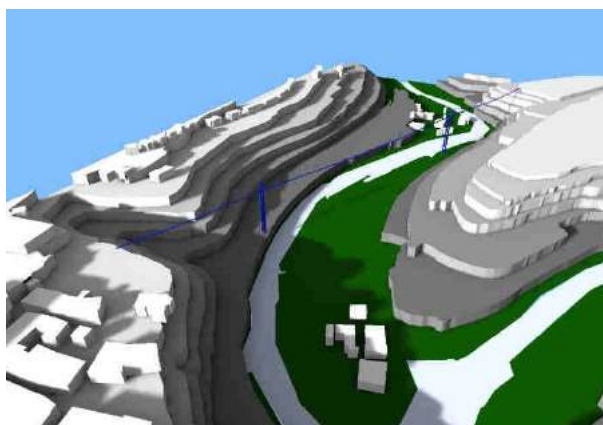
17.1. 11:30 Uhr



17.1. 12:00 Uhr



17.1. 13:00 Uhr



17.1. 14:00 Uhr



17.1. 15:00 Uhr



17.1. 16:00 Uhr

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boernerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

Es ist daher davon auszugehen, daß einzelne Fenster bzw. Räume innerhalb dieser Gebäude für einen wesentlich kürzeren Zeitraum von dieser Verschattung betroffen sind.

Die Positionen der Fenster und Räume in den jeweiligen Gebäuden sowie die Nutzung der Räume im Einzelnen sind nicht bekannt, so daß eine detaillierte Besonnungsberechnung nicht sinnvoll durchgeführt werden kann. Aus den Ergebnissen der vorhergehenden Makrobetrachtung ist jedoch bereits zu entnehmen, daß die nach DIN 5034-1 /5/ empfohlene Mindestbesonnung von 1 h am 17.1. eingehalten wird und daß sich die Auswirkung der Verschattung auf einzelne Räume bzw. Fenster in den betroffenen Gebäuden an diesem Tag auf wenige Minuten - bei den typischen Fenstergrößen und -positionen überschlägig ca. 10 ... 20 min - beschränkt. Die zeitliche Einwirkung des Schattenwurfs des Brückenbauwerks auf die einzelnen Gebäude beläuft sich auf maximal ca. 30 ... 45 min.

Die südöstlich der Brücke im Neckartal liegende Bebauung wird am 17.1. vom Schattenwurf der Brücke nicht erreicht.

Stichtag 21.3./21.9. (Tag- und Nachtgleiche)

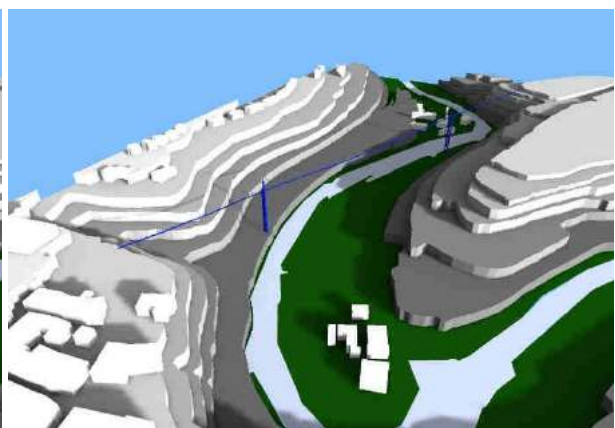
Für den 21.3. beträgt die laut DIN 5034-1 /5/ empfohlene Mindestbesonnung 4 h.

Analog zur vorhergehenden Betrachtung wird auch hier lediglich eine Makrobetrachtung der durch das Brückenbauwerk verursachten Verschattung durchgeführt, da die Positionen der Fenster und Räume in den Gebäuden nicht bekannt sind.

Die nordwestlich der Brücke liegende Bebauung wird von ca. 9:00 Uhr bis ca. 16:00 Uhr vollständig besonnt. Die Besonnungszeit der einzelnen Gebäude beträgt hier also mindestens ca. 7 ... 7 ½ h. Die Besonnungszeit der südöstlich der Brücke liegenden Bebauung beträgt mindestens ca. 8 ½ ... 9 h (ca. 7:30 Uhr bis 16:00 Uhr).



21.3. 7:00 Uhr



21.3. 8:00 Uhr

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil



21.3. 9:00 Uhr



21.3. 9:30 Uhr



21.3. 10:00 Uhr



21.3. 10:30 Uhr



21.3. 11:00 Uhr



21.3. 11:30 Uhr

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boernerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

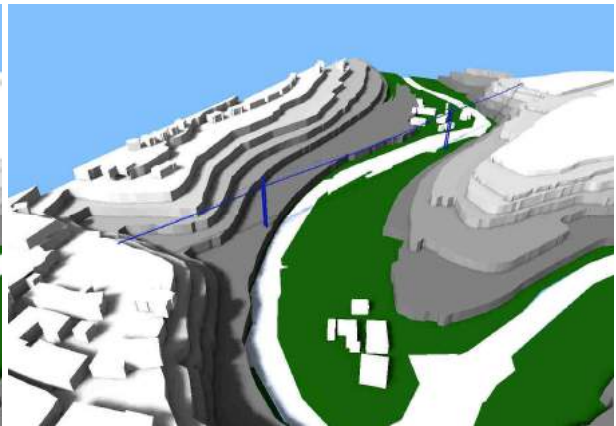
Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

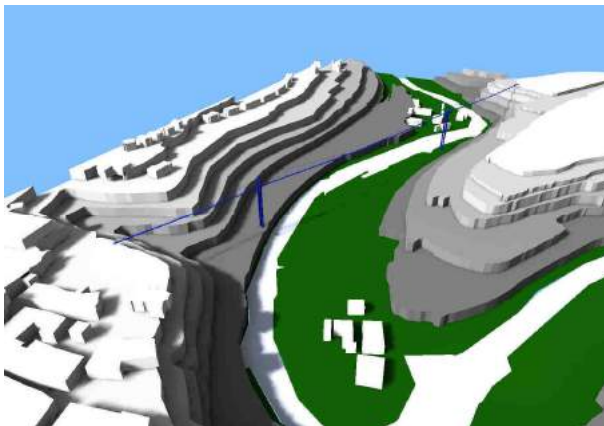
Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil



21.3. 12:00 Uhr



21.3. 13:00 Uhr



21.3. 14:00 Uhr



21.3. 15:00 Uhr



21.3. 16:00 Uhr



21.3. 16:30 Uhr

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boernerstr. 34
90765 Fürth

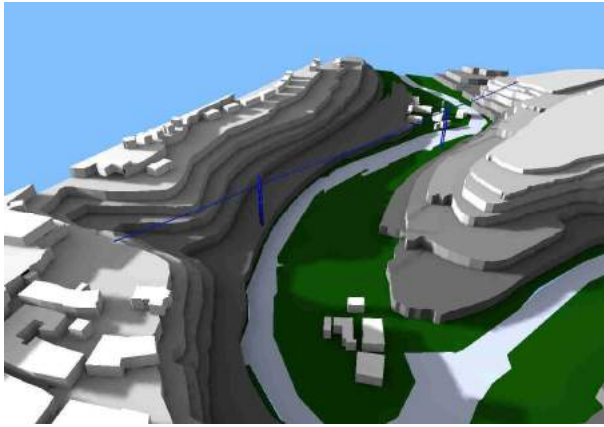
Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

**Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil**

21.3. 17:00 Uhr



21.3. 18:00 Uhr

Auch in diesem Fall beträgt die Zeit, die der Schattenwurf des Brückenbauwerks benötigt, um eines der Gebäude in der nordwestlich der Brücke liegenden Bebauung zu überstreichen, ca. 30 ... 45 min. Die Einwirkung des Schattenwurfs auf einzelne Räume kann also wie vor auf typischerweise ca. 10 ... 20 min beziffert werden, so daß die Besonnungszeit der in diesen Gebäuden liegenden Räume noch deutlich über 7 h liegen dürfte. Die empfohlene Mindestbesonnungszeit von 4 h an diesem Datum wird also ebenfalls eingehalten.

Die südöstlich der Brücke liegende Bebauung wird vom Schattenwurf des Brückenbauwerks erst ab ca. 16:30 Uhr erreicht. Zu diesem Zeitpunkt beginnt auch die Verschattung durch das Gelände zu wirken, so daß sich die durch das Brückenbauwerk verursachte Beeinflussung auf die Besonnung hier deutlich geringer auswirkt. Hier ist davon auszugehen, daß die Besonnungszeit der einzelnen Räume mit über 8 h deutlich über der nach DIN 5034-1 /5/ empfohlenen Mindestbesonnungszeit von 4 h liegt.

5.2 Festlegung der Bewertungskriterien zu Lichtimmissionen

Der Einfluss der Emissionswerte der untersuchten Anlage auf die Umgebung, insbesondere auf die Anwohner in der Nähe, wird gemäß der LAI-Schrift „Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) und den daraus resultierenden Anforderungen der Landesministerien /1/ wie folgt bewertet:

Bei den relevanten Immissionsorten in der Bebauung der Talsohle handelt es sich nach Angaben des Auftraggebers um Mischgebiete. Bei den im Stadtgebiet von Rottweil im Bereich des südlichen Zugangs zur Brücke handelt es sich um ein Wohngebiet. Wohngebiete werden hinsichtlich der Grenzwerte für die Lichtimmissionen gleich behandelt.

Die in der LAI-Schrift aufgeführten Grenzwerte für die Raumaufhellung und die Blendung gelten „für zeitlich konstantes Licht, das mehrmals in der Woche länger als eine Stunde angeschaltet wird“ /1/. Dies trifft für die typische Nutzung solcher Sportanlagen zu.

Laut der LAI-Schrift „Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen“ /1/ gelten für die betrachtete Beleuchtungsanlage folgende Grenzwerte:

Wohngebiete

Raumaufhellung: 6:00 Uhr bis 22:00 Uhr:
max. 3 lx auf der Fensterebene, bei Terrassen oder Balkonen die vertikale
Beleuchtungsstärke an der angrenzenden Hauswand.

ab 22.00 Uhr bis 6:00 Uhr:
max. 1 lx

Blendung: 6:00 Uhr bis 20:00 Uhr:
Kontrast zwischen der Leuchtdichte der Scheinwerfer und dem
nächtlichen Himmel (Proportionalitätsfaktor k): k-max 96

ab 20:00 Uhr bis 22:00 Uhr:
k-max 64

ab 22.00 Uhr bis 6:00 Uhr:
k-max 32

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

Mischgebiete

Raumaufhellung: 6:00 Uhr bis 20:00 Uhr:
max. 5 lx auf der Fensterebene, bei Terrassen oder Balkonen die vertikale
Beleuchtungsstärke an der angrenzenden Hauswand.

ab 22.00 Uhr bis 6:00 Uhr:
max. 1 lx

Blendung: 6:00 Uhr bis 20:00 Uhr:
Kontrast zwischen der Leuchtdichte der Scheinwerfer und dem
nächtlichen Himmel (Proportionalitätsfaktor k): k-max 160

ab 22.00 Uhr bis 6:00 Uhr:
k-max 32

Die geplante Beleuchtungsanlage soll in der Regel bis maximal 22:00 Uhr eingeschaltet werden.
Die genauen Nutzungszeiten stehen noch nicht fest.
Möglicherweise wird ein Teil der Handlaufbeleuchtung als Effektbeleuchtung während der
Nachtzeit betrieben werden.

Der Grenzwert für den nach oben gerichteten Lichtanteil ULR beträgt wie oben beschrieben
15%. Dies ist eine anlagenspezifische Größe, die unabhängig von eventuellen Immissionsorten
bewertet wird.

5.3 Ermittlung der Werte zur Raumaufhellung und Blendung (Berechnung Nr. „171103 Hängebrücke Rottweil LEM.CAR“, Anhang 8.1)

Die auftretende Raumaufhellung kann im Rechenmodell relativ genau ermittelt werden, wenn die entsprechenden Parameter (Positionen der Emissionsquellen, Fassaden, Fenster...) hinreichend genau sind.

Eventuelle Abweichungen können durch Toleranzen in der Abstrahlcharakteristik oder der Ausrichtung der Scheinwerfer auftreten.

Bereits kleine Änderungen in der Geometrie des Beleuchtungskonzepts wirken sich auch auf die Immissionswerte aus und sind ggf. neu zu prüfen.

Die Berechnung wurde als Neuwertberechnung ausgeführt um die Maximalwerte der Blendung und der Raumaufhellung bewerten zu können.

Die Blendwirkung der Leuchten ist abhängig von der in Richtung Immissionsort abgegebenen Lichtstärke, vom Einsichtswinkel in die Lichtaustrittsflächen der Leuchten und der Entfernung des Immissionsortes sowie der Hintergrund-Leuchtdichte der jeweiligen Leuchte.

Es wird hierbei immer jede einzelne Leuchte bewertet. Bei einer Gruppenanordnung ist die Leuchte maßgebend, bei der der Maximalwert auftritt. Die in die Berechnung eingehenden Anlagendaten sind über eine Korrelation mit den ermittelten oder vorliegenden Beleuchtungsstärkewerten genähert worden. Die Hintergrundleuchtdichte wird in einem Bereich von $\pm 10^\circ$ rund um der jeweiligen Leuchte ermittelt und ist vielfach die Leuchtdichte des nächtlichen Himmels. Für die Worst-Case-Betrachtung wurde im Rechenmodell abweichend von den ermittelten Messwerten für die Hintergrundleuchtdichte der Minimalwert $0,1 \text{ cd/m}^2$ angenommen.

Die tatsächliche Adaptation der Augen vom Anwohner findet jedoch in einem Blickfeld $> 20^\circ$ statt, so dass hier auch Lichtquellen aus der Umgebung wie Straßenbeleuchtung, Beleuchtung im Wohnraum usw. eingehen und die Situation noch etwas verbessern.

Weiterhin wirkt sich vorhandene Bepflanzung im Blickfeld des Beobachters durch Streuung des Lichtes positiv auf die Blendwirkung aus.

Folgende Faktoren wurden in der Berechnung berücksichtigt:

Die Abmessungen der Lichtaustrittsflächen wurden den eulumdat-Daten des Herstellers bzw. den Angaben des Betreibers entnommen. Die projizierte Fläche ist abhängig von der Ausrichtung der Leuchte und dem Einsichtswinkel des Beobachters.

Die Ausrichtwinkel der Leuchten wurden in der Lichtberechnung festgelegt.

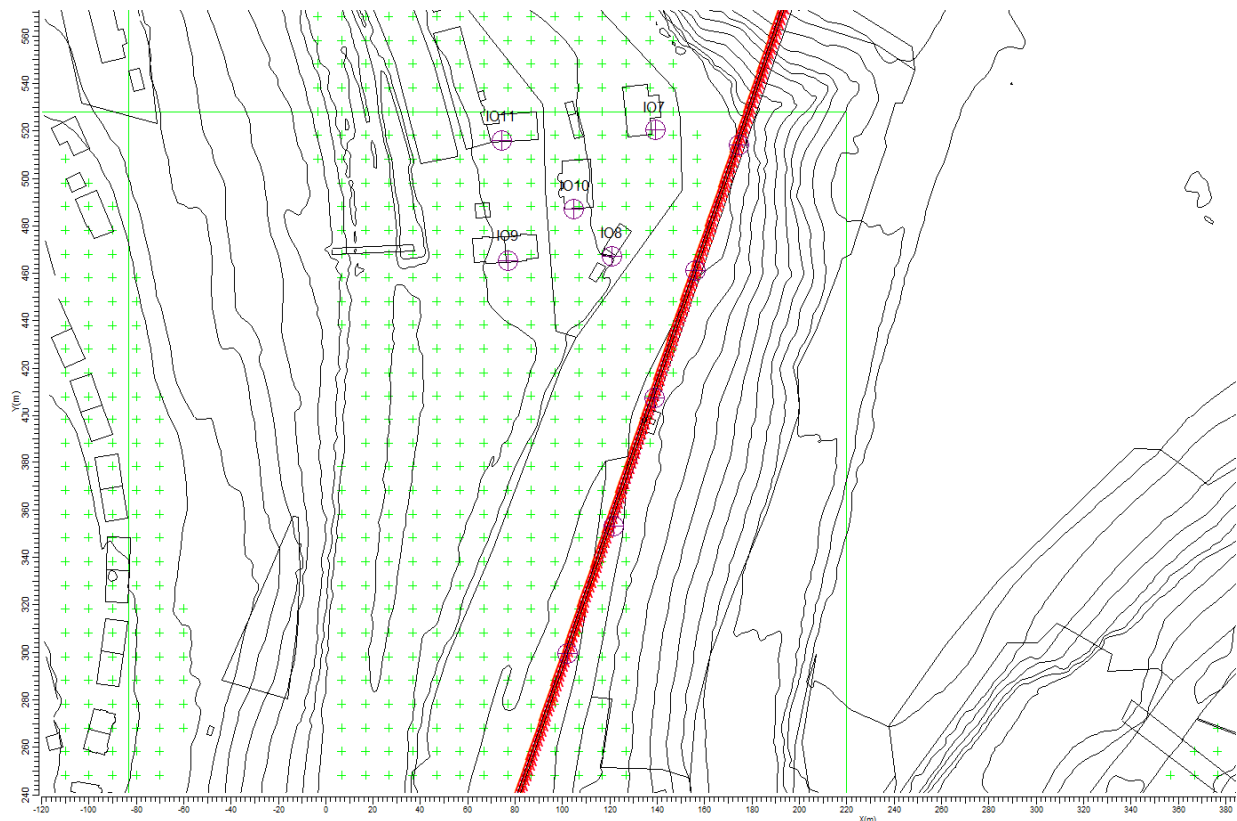
Die Höhe der Beobachteraugen wurde auf 2 m über Bodenniveau gesetzt, um den Worst-Case der Auswirkungen auf die Immissionsorte darzustellen. Bei höheren Beobachterstandorten

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

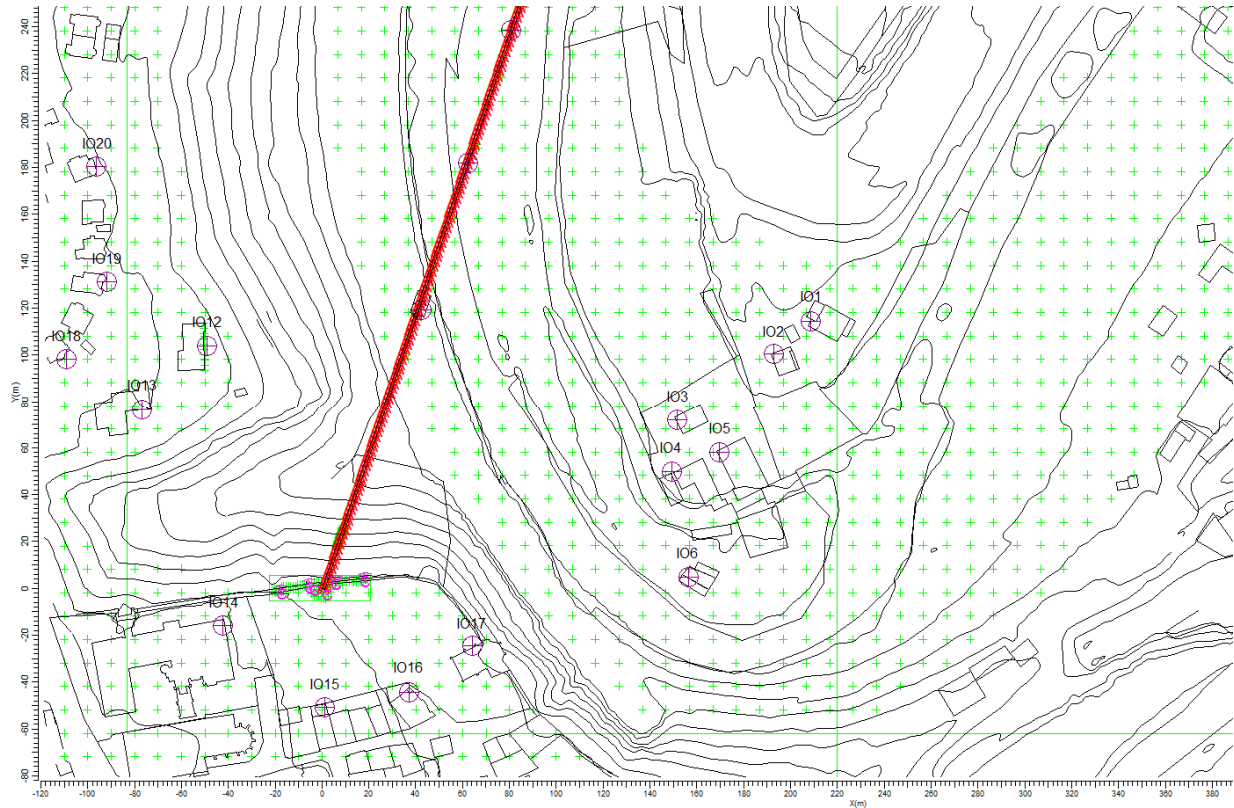
werden im vorliegenden Fall sowohl die Werte für die Fassadenaufhellung als auch für die Blendung tendenziell niedriger.

Deshalb wurden nur die tiefstgelegenen, kritischsten Immissionsorte und die entsprechend kritischsten Blendlichtquellen untersucht.

In die erstellte Lichtberechnung Nr. „171103 Hängebrücke Rottweil LEM.CAR“ vom 27.12.12 wurden hierfür die gleichen Rechenraster und Beobachter wie in der Bewertung der Bestandsanlage sowie die zusätzlich eingefügten Beobachter für die Wohnbebauung nordwestlich und südöstlich der geplanten Brücke in der Talsohle sowie im Stadtgebiet Rottweil verwendet:



Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil



Screenprint des Rechenmodells, südlicher Teil der Brücke und Immissionsorte

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boernerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichelmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

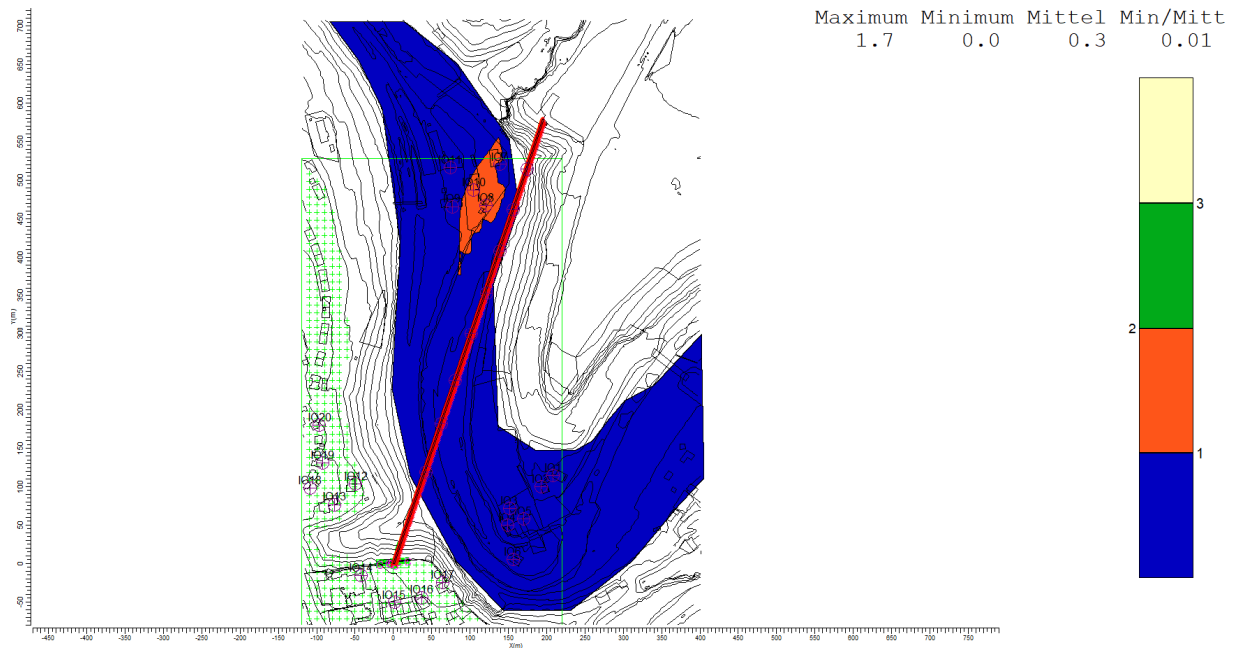
Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

Raumaufhellung:

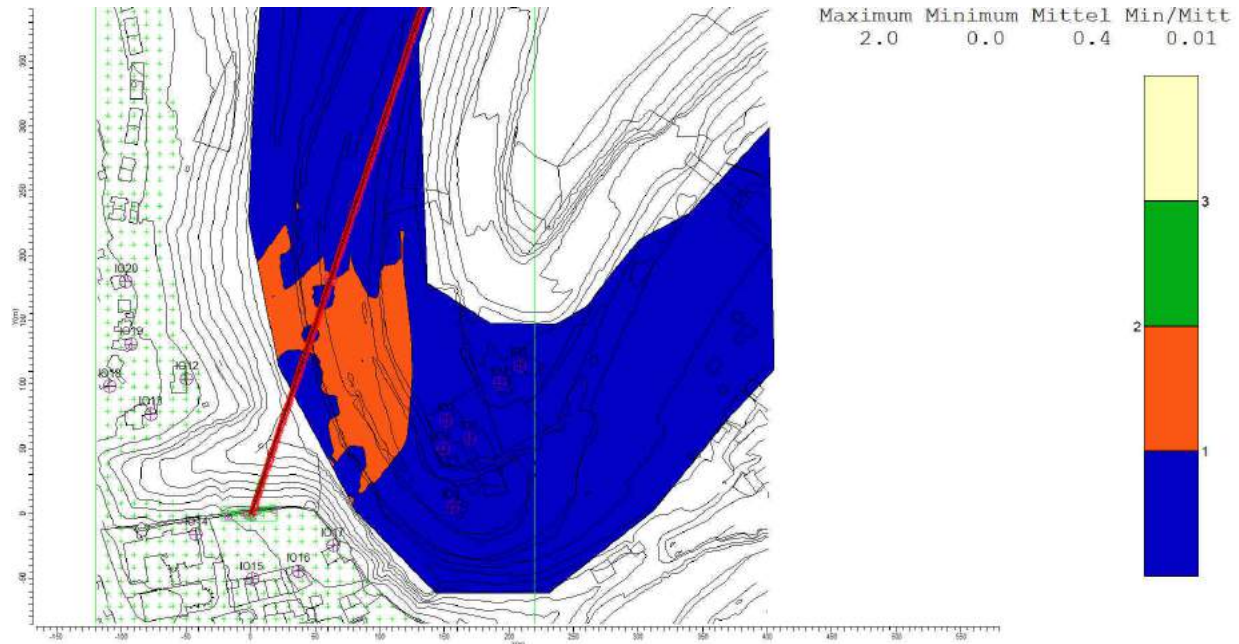
Für die vertikale Beleuchtungsstärke in 1 m Höhe wurde im Worst Case über das Gesamttraster der Talsohle folgende Ausbreitung ermittelt:



Durch die Handlaufbeleuchtung der Brücke werden in dem orange markierten Bereich vertikale Beleuchtungsstärken mit Maximalwerten bis zu 1,7 lx an den am ungünstigsten ausgerichteten Fassaden erreicht. Dies betrifft die Immissionsorte IO7, IO8 und IO10 im Bereich Pulverfabrik.

**Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
 Verschattung Hängebrücke Rottweil**

Im südlichen Teil der Brücke werden an den südöstlich liegenden Immissionsorten im Tal im Worst Case Werte der Raumaufhellung - dann in einer anderen Richtung der jeweiligen Fassaden - bis zu ca. 0,7 lx erreicht.



Dies sind die jeweils maximal möglichen vertikalen Beleuchtungsstärkewerte in dieser Richtung, die bei freier Sichtachse des betrachteten Punktes zu den Emissionsquellen auftreten können. Es wurden hier keine Abschattungen durch Verbauung oder Vegetation berücksichtigt. Unter dieser Bedingung sind diese Werte auch auf andere Immissionsorte in diesem Bereich übertragbar. An Fassaden, die in eine andere Richtung gedreht sind, werden entsprechend verminderte Werte erreicht.

Da die anzusetzenden Richtwerte bereits bei dieser Makrobetrachtung des Worst Case der Situation unterschritten werden, sind hier keine Detailbetrachtungen erforderlich.

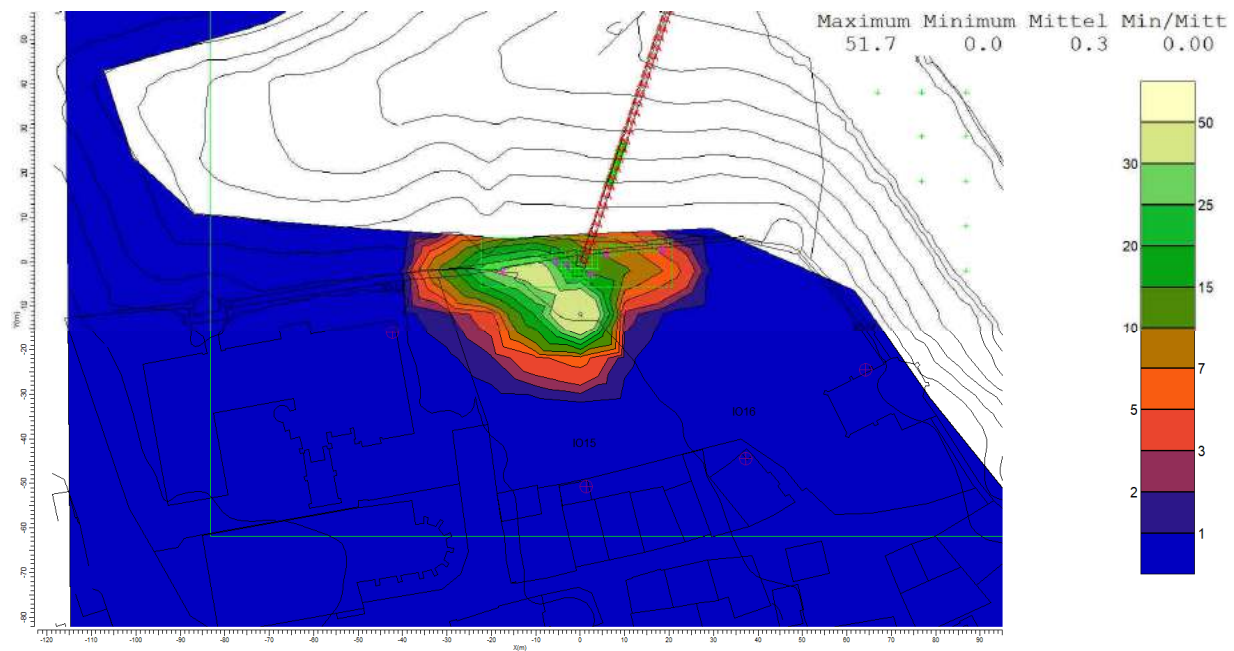
Für die Zeit bis 22:00 Uhr werden die anzusetzenden Richtwerte eingehalten.

Sofern die Beleuchtung nach 22:00 Uhr als Effektbeleuchtung eingeschaltet bleiben soll, so ist hier eine durch Dimmung oder Teilschaltung reduzierte Beleuchtung zu empfehlen. Ab einer Reduzierung um 30% oder mehr wird auch der für die Nachtzeit anzusetzenden Richtwert von 1 lx an allen Immissionsorten im Tal eingehalten.

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

An den deutlich höher liegenden Immissionsorten im Stadtgebiet Rottweil sind die Werte der Raumaufhellung, die durch die Handlaufbeleuchtung der Brücke verursacht werden, sehr gering.

Hier werden die relevanten Immissionswerte durch die Beleuchtung des Zugangsbereiches zur Brücke erzeugt, die ebenfalls nur bis 22:00 Uhr eingeschaltet werden soll.



Dabei wird am nächst gelegenen Immissionsort im Worst Case eine Fassadenaufhellung von ca. 0,45 lx erreicht. Hier wird der Richtwert ebenfalls eingehalten.

Dabei ist allerdings zu beachten, daß das hier zu Grunde gelegte Beleuchtungskonzept lediglich eine Grobplanung auf Basis plausibler Annahmen ist.

Eine konkrete Beleuchtungsplanung ist mit entsprechend entblendeten Leuchten durchzuführen und im Zweifelsfall noch mal hinsichtlich der Lichtimmissionen zu prüfen.

Die Ergebnisse im Detail können der angehängten Lichtberechnung Nr. „171103 Hängebrücke Rottweil LEM.CAR“ (Anhang 8.2) entnommen werden.

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

Psychologische Blendung

Folgende Maximalwerte für die psychologische Blendung wurden im Rechenmodell gemäß Berechnung Nr. „171103 Hängebrücke Rottweil LEM.CAR“ für die festgelegten Immissionsorte in der Wohnbebauung ermittelt:

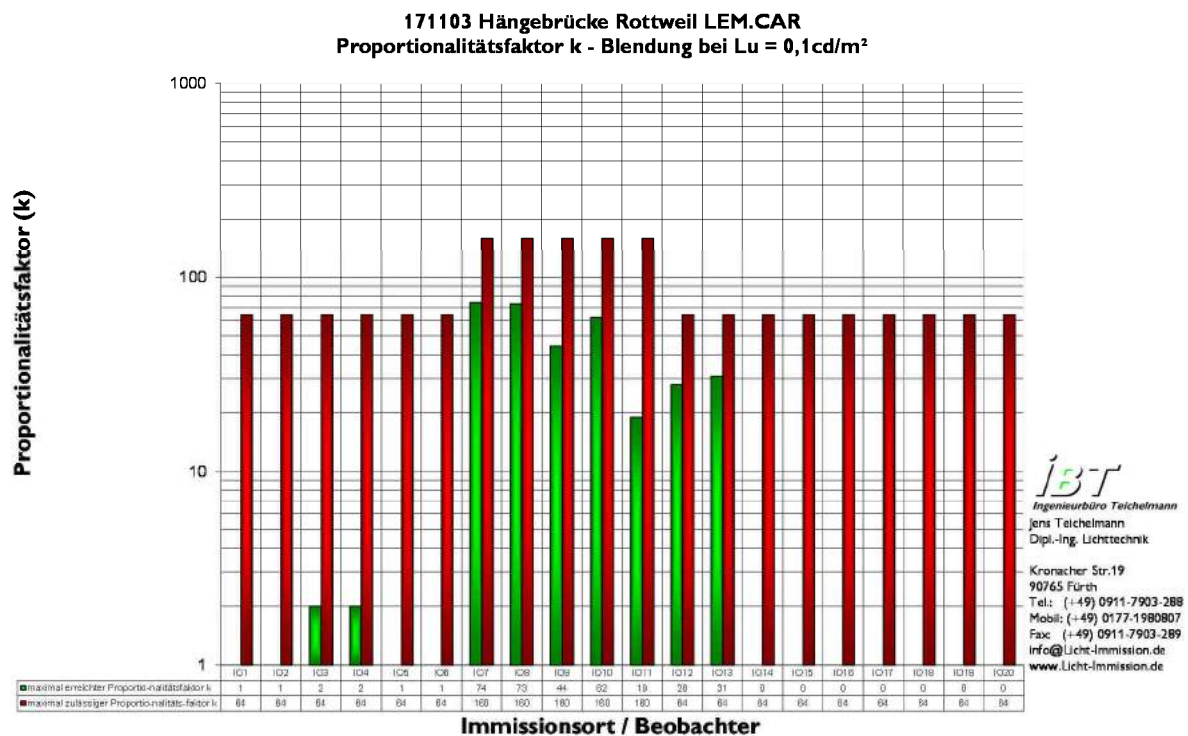
171103 Hängebrücke Rottweil LEM.CAR

IO Nr	IO Name		maximal zulässiger Proportio- nalitäts- faktor k	Hinter- grund- leucht- dichte Lu (cd/m²)	maximal zulässige Leucht- dichte Lmax (cd/m²)	maximal erreichte Lichtstärke (cd)	maximal erreichte Leuchtdichte (cd/m²)	maximal erreichter Proportio- nalitätsfaktor k	Leuchte Name
1	IO1	WA	64	0,1	31447	4	1526	1	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
2	IO2	WA	64	0,1	28560	5	1515	1	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
3	IO3	WA	64	0,1	21480	7	2002	2	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
4	IO4	WA	64	0,1	24202	6	1717	2	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
5	IO5	WA	64	0,1	26538	5	1499	1	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
6	IO6	WA	64	0,1	27542	5	1512	1	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
7	IO7	MI	160	0,1	31342	123	14548	74	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
8	IO8	MI	160	0,1	31662	121	14487	73	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
9	IO9	MI	160	0,1	61545	92	17092	44	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
10	IO10	MI	160	0,1	45868	117	17910	62	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
11	IO11	MI	160	0,1	79490	43	9481	19	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
12	IO12	WA	64	0,1	25533	49	22473	28	Streetlight 10 midi LED, ST1,2 2xLED 4000K / CRI >= 70/4000
13	IO13	WA	64	0,1	19537	50	19215	31	Streetlight 10 midi LED, ST1,2 2xLED 4000K / CRI >= 70/4000
14	IO14	WA	64	0,1	1085352	0	0	0	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
15	IO15	WA	64	0,1	1136612	0	0	0	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
16	IO16	WA	64	0,1	1092188	0	0	0	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
17	IO17	WA	64	0,1	1021608	0	0	0	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
18	IO18	WA	64	0,1	895142	0	0	0	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
19	IO19	WA	64	0,1	800104	0	0	0	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30
20	IO20	WA	64	0,1	708357	0	0	0	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30

Die Spalte „maximal erreichter Proportionalitätsfaktor k“ gibt den maximal erreichten Blendwert an. In der letzten Spalte „Leuchte“ wird die Leuchte angezeigt, die diesen Maximalwert an dem jeweiligen Immissionsort verursacht.

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

In der hier zu Grunde gelegten Konstellation der Beleuchtungsanlage werden die angesetzten Richtwerte $k_{\max} = 64$ für Wohngebiete und $k_{\max} = 160$ für Mischgebiete für die Zeit zwischen 6:00 Uhr und 22:00 Uhr an allen untersuchten Immissionsorten unterschritten.



Die dargestellten Emissionsquellen sind jeweils die Leuchten mit den Maximalwerten. Neben diesen gibt es jeweils noch weitere Leuchten, die niedrigere Blendwerte aufweisen. Hier wird jeweils von freien Sichtverbindungen zwischen Beobachter und der jeweiligen Leuchte ausgegangen. Inwieweit diese relevanten kritischen Sichtverbindungen auch real vorhanden sind, das wäre ggf. im Einzelfall zu prüfen.

In dieser Worst-Case-Bewertung wurde die Minderung durch den umliegenden Bewuchs, der die Sichtverbindungen zu den Blendquellen teilweise nicht zulässt bzw. durch Abschwächung und Aufhellung des Umfeldes durch Streuung stark mindernd wirkt, nicht berücksichtigt. Bei teilweiser Unterbrechung der Sichtverbindungen zu den Lichtaustrittsflächen der Leuchten durch Verbauung oder Bewuchs können diese Werte ggf. noch gemindert werden. Die reale Situation wird dadurch zusätzlich verbessert.

Die Vorgaben für die Psychologische Blendwirkung werden durch die betrachtete Beleuchtungsanlage unter den getroffenen Annahmen vollständig eingehalten.

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boernerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur Verschattung Hängebrücke Rottweil

Nach oben gerichteter Lichtanteil ULR (Upward Light Ratio)

Der ULR wurde hier für die Gesamtanlage unter Verwendung zweier gleich geformter und gegensätzlich orientierter Rechenraster auf Bodenniveau und in entsprechender Höhe über den höchsten Leuchten ermittelt.

Aus den ermittelten Ergebnissen wurde ein ULR der Gesamtanlage von 0% ermittelt. Auch dieser Grenzwert wird durch die hier betrachtete Beleuchtungsanlage unter den getroffenen Annahmen also in vollem Umfang eingehalten.

6 Auswirkungen der Beleuchtungsanlage auf Tiere – insbesondere auf Vögel und Insekten

Neben dem Schutz der Menschen ist es ebenfalls notwendig, betroffene Tiere und Pflanzen vor schädlichen Umwelteinflüssen zu schützen.

Viele Tiere und Pflanzen haben sich im Laufe der Evolution an einen bestimmten Tag-Nacht-Zyklus in ihrem Lebensbereich angepasst, den Lichtemissionen durch künstliche Beleuchtung drastisch stören können. Nachtaktive Insekten und andere Kleinlebewesen werden durch weit- hin sichtbare Lichtquellen angelockt und kommen zum Teil entweder durch die Lichtquelle selbst oder durch ebenfalls angelockte Fressfeinde zu Tode.

Fledermäuse und nachts jagende Vögel lernen es schnell, solche Gelegenheiten auf leichte Beute zu nutzen.

Dies kann im Extremfall zu Dezimierungen in den Populationen einzelner Arten und damit zu starken Verschiebungen und nachhaltigen Störungen im lokalen ökologischen Gleichgewicht im Einflussbereich der Beleuchtung führen.

Für nachts jagende und ziehende Vögel oder Fledermäuse bilden natürliche Lichtquellen wie Mond und Sterne wichtige Orientierungspunkte. Solche Tiere werden durch Lichtemissionen künstlicher Lichtquellen dadurch gefährdet, dass es verstärkt zu Kollisionen mit Hindernissen oder zu Veränderungen im Zug- oder Jagdverhalten der Tiere kommt.

Diese negativen Auswirkungen sind bei Beleuchtungsanlagen im Außenbereich nicht völlig zu vermeiden. Hier ist ein Kompromiss zwischen dem Nutzen der Beleuchtungsanlage zum Schutz oder zur Steigerung der Lebensqualität der Menschen und der geringst möglichen Störung der Natur zu finden.

Ziel der zu treffenden Maßnahmen zur Reduzierung der Lichtimmissionen von Beleuchtungs- anlagen ist es neben dem Schutz von betroffenen Menschen auch, die Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen zu vermeiden bzw. auf ein Mindestmaß zu begrenzen.

Die maßgeblich notwendigen Maßnahmen sind:

- Reduzierung der Beleuchtungsniveaus und der Einschaltzeiten auf ein Mindestmaß

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boenerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichelmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

- Emissionsoptimierte Planung: Verwendung von entblendeten Leuchten, Lichtlenkung und Anordnung von Leuchten in die Bereiche, in denen das Licht benötigt wird
- Optimierung der Lichtpunkthöhen anhand der Lichtverteilungskurven der Leuchten
- Verwendung von Lichtspektren mit verminderter anlockender Wirkung auf Tiere
- Verwendung von staubdichten Leuchten ohne Unter- bzw. Einschlußmöglichkeiten für Insekten
- Vermeidung von Beleuchtung an Schlaf- und Brutplätzen von Vögeln

Als weitere Maßnahme zum Schutz der nachtaktiven Vögel gilt die sanfte und emissions-optimierte Beleuchtung von Hindernissen (Türme, Hochhäuser, Masten), um diese auch nachts sichtbar zu machen und Vogelschlag zu vermeiden.

Diese Empfehlungen können in einer Anlage wie der betrachteten Beleuchtungsanlage nur zum Teil berücksichtigt werden.

Dem Einsatz insektenfreundlicherer Spektren sind durch die spezifischen Anforderungen an die Farbwiedergabe einer Flutlichtbeleuchtung enge Grenzen gesetzt. Durch den Einsatz von LED-Leuchtmitteln, bei denen bekannt ist, daß durch diese Spektren vergleichsweise wenig Insekten angezogen werden, wird dieser Punkt in den gegebenen Möglichkeiten befolgt.

Insbesondere durch die nach oben abgeschirmten Leuchten wird eine Sichtbarkeit für Insekten oder andere Tiere aus größerer Entfernung deutlich gemindert.

Mit der vorliegenden optimierten Planung unter Berücksichtigung der empfohlenen Maßnahmen zur Reduzierung der Lichtimmissionen wurden die störenden Wirkungen der Beleuchtungsanlage der geplanten Hängebrücke Rottweil unter den getroffenen Annahmen auf ein Mindestmaß reduziert sowie räumlich auf einen sehr kleinen Bereich begrenzt.

Weitere Reduzierungen dieser Wirkungen würden eine Minderung der Funktionalität der Beleuchtungsanlage mit sich bringen.

7 Zusammenfassung und Erörterung der Ergebnisse

Die Untersuchung der geplanten Hängebrücke Rottweil hinsichtlich der Auswirkungen der Verschattung der umliegenden Wohnbebauung durch das Brückenbauwerk sowie der zu erwartenden Lichtimmissionswerte durch die Beleuchtung des Gehwegs auf der Brücke und die Zugangsbeleuchtung erfolgte wie vereinbart durch rechnerische Überprüfung auf Basis von zwei unter entsprechenden Annahmen erstellten Rechenmodellen.

Die Untersuchung der Auswirkungen der durch das Brückenbauwerk erzeugten Verschattung erfolgte durch eine Makrobetrachtung des Schattenverlaufs am 17.1. und am 21.3. eines Jahres. Die ermittelten maximalen Auswirkungen der Verschattung der gesamten Gebäude liegt in Größenordnungen von 30 ... 45 min. Einzelne Fenster können in zeitlichen Größenordnungen zwischen ca. 10 ... 20 min liegen. Die Besonnungssituation hinsichtlich der empfohlenen Mindestbesonnung der Räume wird durch den durch das Brückenbauwerk verursachten Schattenwurf nur in geringem Maße beeinträchtigt. Bei den Räumen, die vor Errichtung der Brücke ausreichend besonnt werden, ist davon auszugehen, daß die Besonnung dieser Räume auch nach Errichtung des Brückenbauwerks in ausreichendem Maße gegeben ist.

Die rechnerische Bewertung der Raumaufhellung und der psychologischen Blendung der zu Grunde gelegten, auf entsprechenden Annahmen beruhenden Lichtplanung zeigte an allen untersuchten Immissionsorten eine Einhaltung der Richtwerte.

Die erreichte Raumaufhellung erreicht im worst case Werte bis zu ca. 1,7 lx und liegt damit deutlich unter den angesetzten Richtwert von 3 lx für die Zeit bis 22:00 Uhr.

Die mit dem betrachteten Beleuchtungskonzept maximal erreichten Blendwerte liegen an den untersuchten Immissionsorten in der Wohnbebauung ebenfalls deutlich unter den angesetzten Richtwerten für die Zeit bis 22:00 Uhr.

Auch der nach oben gerichtete Lichtanteil ULR beträgt unter den getroffenen Annahmen 0% und liegt damit ebenfalls unter dem Grenzwert von 15%.

Die Kalkulation wurde als Worst-Case-Betrachtung ohne Berücksichtigung eventuell mindernder Faktoren wie z.B. vorhandenen Bewuchses, schlechterer Sichtbedingungen durch Nebel oder Niederschlag, teilweiser Abschaltung der Anlage oder höherer Umgebungshelligkeit durchgeführt, die die Situation in der Realität tendenziell noch etwas verbessern.

Die empfohlenen Maßnahmen zur Reduzierung der Auswirkungen auf die Umwelt und die anlockende Wirkung des Lichtes auf Tiere wurden in dem vorgeschlagenen optimierten Beleuchtungskonzept weitestgehend umgesetzt. Durch die drastische Reduzierung der Auswirkungen der Beleuchtungsanlage auf die Umgebung werden die negativen Auswirkungen auf ein Minimum begrenzt.

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

Änderungen hinsichtlich Typen, Ausrichtung und Aufneigung der Leuchten gegenüber der Lichtplanung „171103 Hängebrücke Rottweil LEM.CAR“ sind ggf. hinsichtlich der erreichten Emissionswerte noch mal zu prüfen.

18.03.2015

Jens Teichmann
Dipl.-Ing. Lichttechnik



Urheberschutz:

Alle Rechte vorbehalten. Das Gutachten ist nur für den Auftraggeber und die direkt am Projekt beteiligten Personen und Behörden und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.
Eine Vervielfältigung, Veröffentlichung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit schriftlicher Genehmigung gestattet.

Gutachten zur Licht-Immissionsbewertung und zur
Verschattung Hängebrücke Rottweil

8 Anhänge

8.1 Kunstlichtimmissionen: Lichtberechnung Nr. „171103 Hängebrücke Rottweil LEM.CAR“

Te180301R1 Bewertung der Lichtimmissionen und der Verschattung Hängebrücke Rottweil.docx

IBT 4Light GmbH
Boenerstr. 34
90765 Fürth

Amtsgericht Fürth
HRB 14663
Geschäftsführer: Jens Teichelmann
Ust-ID DE296384486

Tel. 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93

IBT@4Light.de

Bankverbindung:
Sparkasse Fürth
Kto.-Nr.: 40602559
BLZ: 762 500 00

IBAN DE72 762 500 00 00 40 60 25 59
BIC BYLADEM1SFU

38/38

Hängebrücke Rottweil

Neuwertberechnung für LEM

Datum: 13-03-2018
Kunde: Eberhardt Bewehrungsbau GmbH
Adresse: Hohentengen

Bearbeitung: Jens Teichelmann, Dipl.-Ing. Lichttechnik

Beschreibung: Neuwertberechnung mit Wartungsfaktor 1,0 zur Ermittlung der Lichtimmissionen.

Konkrete Beleuchtungsplanung liegt noch nicht vor.

Angenommene Handlaufbeleuchtung mit LED-Handlaufleuchten
Leccor U48 asymmetrisch 9,6 W 645 lm
Beleuchtungsstärke auf der Brücke wurde mit ca. 100 lx
Mittelwert angenommen.

Am südlichen Zugang wurde eine Beleuchtung durch eine Anordnung von mehreren LED-Aufsatzleuchten der Type Siteco Streetlight Midi 5XA5824K1A08P mit 7950 lm auf Lichtpunkthöhe 4 m.

Diese Annahmen wurden lediglich zur Ermittlung der Lichtimmissionen getroffen und ersetzen eine fachgerechte Lichtplanung nicht.

Die nachfolgenden Werte basieren auf exakten Berechnungen an kalibrierten oder generierten LVK und deren Anordnung. In der Praxis können auf Grund von mechanischen, geometrischen, elektrischen und lichttechnischen Toleranzen graduelle Abweichungen auftreten. Die Planungsunterlagen wurden seitens der IBT 4Light GmbH auf der Grundlage der vom Auftraggeber unentgeltlich zur Verfügung gestellten Angaben erarbeitet. Die IBT 4Light GmbH ist nicht verpflichtet, die ihm überlassenen Angaben auf Ihre Vollständigkeit und Richtigkeit hin zu überprüfen. Insoweit übernimmt die IBT 4Light GmbH keine Haftung. Dies gilt nur dann nicht, soweit die IBT 4Light GmbH die Unvollständigkeit und Unrichtigkeit der Angaben bekannt bzw. grob fahrlässig unbekannt geblieben ist.

IBT 4Light GmbH

Ingenieur- und Sachverständigenbüro
für Licht- und Beleuchtungstechnik

Boenerstr. 34
90765 Fürth
Telefon: 0911-979155-91
Fax: 0911-979155-93
Mobil-Telefon: 0177-1980807
E-Mail: IBT@4Light.de

1. Zusammenfassung

1.1 Allgemeine Information

Der Wartungsfaktor für dieses Projekt ist 1.00.

1.2 Beobachter

Code	Beobachter	Position		
		X (m)	Y (m)	Z (m)
Aa	Ev1	42.34	119.21	2.00
Bb	Ev2	62.21	181.82	2.00
Cc	Ev3	80.71	238.60	2.00
Dd	Ev4	102.12	299.55	2.00
Ee	Ev5	121.73	353.07	2.00
Ff	Ev6	138.94	407.66	2.00
Gg	Ev7	156.29	461.19	2.00
Hh	Ev8	174.56	514.19	2.00
Ii	IO1	208.71	114.18	2.00
Jj	IO2	192.71	100.40	2.00
Kk	IO3	151.64	71.99	2.00
Ll	IO4	149.29	49.99	2.00
Mm	IO5	169.79	57.95	2.00
Nn	IO6	156.42	4.90	2.00
Oo	IO7	139.29	520.30	2.00
Pp	IO8	120.80	467.36	2.00
Qq	IO9	77.10	465.47	2.00
Rr	IO10	104.62	486.90	2.00
Ss	IO11	74.37	515.89	2.00
Tt	IO12	-49.16	103.72	40.00
Uu	IO13	-76.89	76.62	40.00
Vv	IO14	-42.23	-16.02	46.00
Ww	IO15	1.26	-50.68	46.00
Xx	IO16	37.18	-44.38	46.00
Yy	IO17	64.28	-24.58	46.00
Zz	IO18	-109.03	98.32	46.00
[[	IO19	-92.01	131.09	46.00
\\	IO20	-96.43	180.25	46.00
]]	Evh1	42.34	119.21	40.00
^~	Evh2	62.21	181.82	40.00
^	Evh3	80.71	238.60	40.00
^€	Evh4	102.12	299.55	40.00
a	Evh5	121.73	353.07	40.00
b,	Evh6	138.94	407.66	40.00
cf	Evh7	156.29	461.19	40.00
d,,	Evh8	174.56	514.19	40.00

1.3 Gebäudendaten

Gebäude	Transmissionsgrad (%)	Position		
		X (m)	Y (m)	Z (m)
Brücke	30	0.00	0.00	46.00
Pfeiler1	0	40.00	117.00	0.00
Pfeiler2	0	134.50	397.80	0.00

1.4 Projektleuchten

Code	Anz.	Leuchtentyp	Lampentyp	System-Leistung (W)	Lichtstrom (lm)
A	556	LED Handlauf U48 1m asym 24V 9,6W/m 3000K	1 * LED-Stripe single-row ww/3000	-	1 * 645

Code	Anz.	Leuchtentyp	Lampentyp	System-Leistung (W)	Lichtstrom (lm)
C	6	Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a	2 * LED 4000K / CRI >= 70/4000 K	148.9	2 * 7950

Code	Wartungsfaktor	
	Leuchte	Lampe
A	0.70	1.00
C	1.00	1.00

Die insgesamt installierte Leistung - kW

Leuchtenanzahl pro Anordnung

Anordnung	Leuchtencode/-Anzahl		Leistung (kW)
	A	C	
Reihe	250	0	-
Reihe1	28	0	-
Reihe2	250	0	-
Reihe3	28	0	-
Einzelleuchten	0	6	0.89

1.5 Berechnungsergebnisse

Beleuchtungsstärke / Leuchtdichte:

Berechnung	Typ	Einheit	Mitt	Min	Max	Min/Mitt	Min/Max
Tal	Beleuchtungsstärke auf der Fläche	lx	0.74	0.00	4.52	0.00	0.00
Testraster Brücke	Beleuchtungsstärke auf der Fläche	lx	140	111	167	0.79	0.66
Tal Ev1	Beleuchtungsstärke -> Aa	lx	0.38	0.00	2.00	0.01	0.00
Tal Ev2	Beleuchtungsstärke -> Bb	lx	0.35	0.00	1.71	0.01	0.00
Tal Ev3	Beleuchtungsstärke -> Cc	lx	0.34	0.00	1.75	0.01	0.00
Tal Ev4	Beleuchtungsstärke -> Dd	lx	0.33	0.00	1.80	0.01	0.00
Tal Ev5	Beleuchtungsstärke -> Ee	lx	0.32	0.00	1.73	0.01	0.00
Tal Ev6	Beleuchtungsstärke -> Ff	lx	0.31	0.00	1.70	0.01	0.00
Tal Ev7	Beleuchtungsstärke -> Gg	lx	0.31	0.00	1.73	0.01	0.00
Tal Ev8	Beleuchtungsstärke -> Hh	lx	0.29	0.00	1.63	0.01	0.00
Stadt Evh1	Beleuchtungsstärke -> Ii	lx	0.29	0.00	51.71	0.00	0.00
Stadt Evh2	Beleuchtungsstärke -> Jj	lx	0.27	0.00	51.75	0.00	0.00
Stadt Evh3	Beleuchtungsstärke -> Kk	lx	0.27	0.00	51.73	0.00	0.00
Stadt Evh4	Beleuchtungsstärke -> Ll	lx	0.26	0.00	51.60	0.00	0.00
Stadt Evh5	Beleuchtungsstärke -> Mm	lx	0.26	0.00	51.47	0.00	0.00
Stadt Evh6	Beleuchtungsstärke -> Nn	lx	0.26	0.00	51.53	0.00	0.00

Berechnung	Typ	Einheit	Mitt	Min	Max	Min/Mitt	Min/Max
Stadt Evh7	Beleuchtungsstärke -> cf	lx	0.26	0.00	51.55	0.00	0.00
Stadt Evh8	Beleuchtungsstärke -> d _h	lx	0.26	0.00	51.51	0.00	0.00
IO12	Beleuchtungsstärke auf der Fläche	lx	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Stadt	Beleuchtungsstärke auf der Fläche	lx	0.81	0.00	393.69	0.00	0.00
Weg Zugang	Beleuchtungsstärke auf der Fläche	lx	11.3	8.6	12.6	0.76	0.68

Lichtimmissionsberechnung:

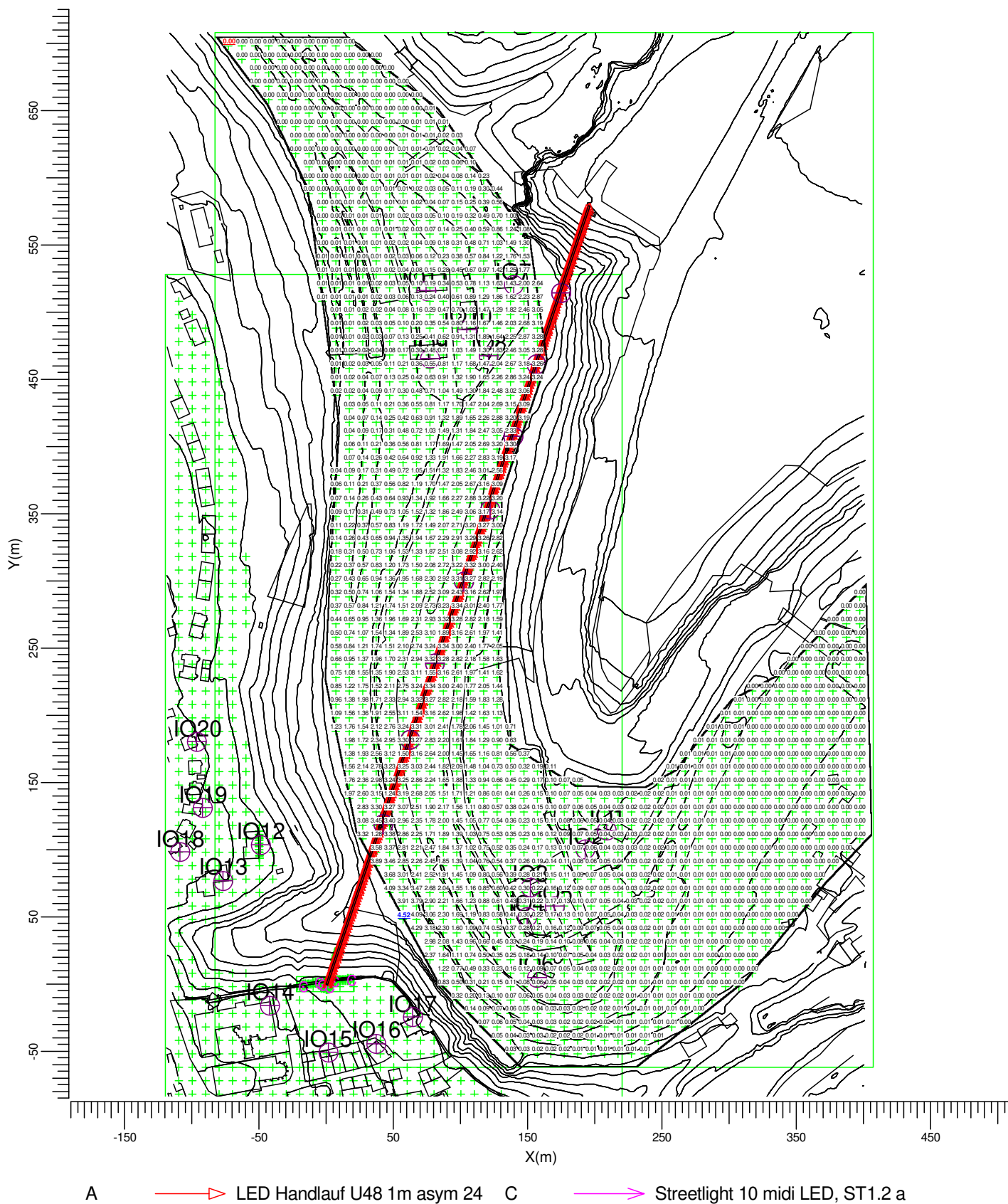
Beobachter	Leuchte	Position			Ausrichtwinkel			Maximale Lichtstärke (cd)
		X (m)	Y (m)	Z (m)	Dreh.C	Neig.A	Neig.B	
li	C	18.46	2.75	44.00	94.10	0.00	0.00	2159
Jj	C	18.46	2.75	44.00	94.10	0.00	0.00	2984
Kk	C	18.46	2.75	44.00	94.10	0.00	0.00	6370
Li	C	18.46	2.75	44.00	94.10	0.00	0.00	6283
Mm	C	18.46	2.75	44.00	94.10	0.00	0.00	4901
Nn	C	18.46	2.75	44.00	94.10	0.00	0.00	1686
Oo	A	171.40	509.28	47.60	71.40	0.00	0.00	86
Pp	A	153.85	457.15	47.60	71.40	0.00	0.00	85
Qq	A	150.78	444.28	47.60	-108.60	0.00	0.00	64
Rr	A	157.80	465.14	47.60	-108.60	0.00	0.00	82
Ss	C	2.28	-2.66	44.00	160.59	0.00	0.00	59
Tt	C	2.28	-2.66	44.00	160.59	0.00	0.00	49
Uu	C	-5.37	0.17	44.00	97.98	0.00	0.00	52
Vv	A	124.12	365.05	47.60	-108.60	0.00	0.00	0
Ww	A	47.90	142.31	47.60	71.40	0.00	0.00	0
Xx	A	170.70	507.20	47.60	71.40	0.00	0.00	0
Yy	A	122.72	360.88	47.60	-108.60	0.00	0.00	0
Zz	A	155.26	461.33	47.60	71.40	0.00	0.00	0
[{	A	160.87	478.01	47.60	71.40	0.00	0.00	0
\}	A	193.84	576.19	47.60	71.40	0.00	0.00	0

Der Lichtanteil Aufwärts (ULR) ist 0.00.

2. Berechnungsergebnisse

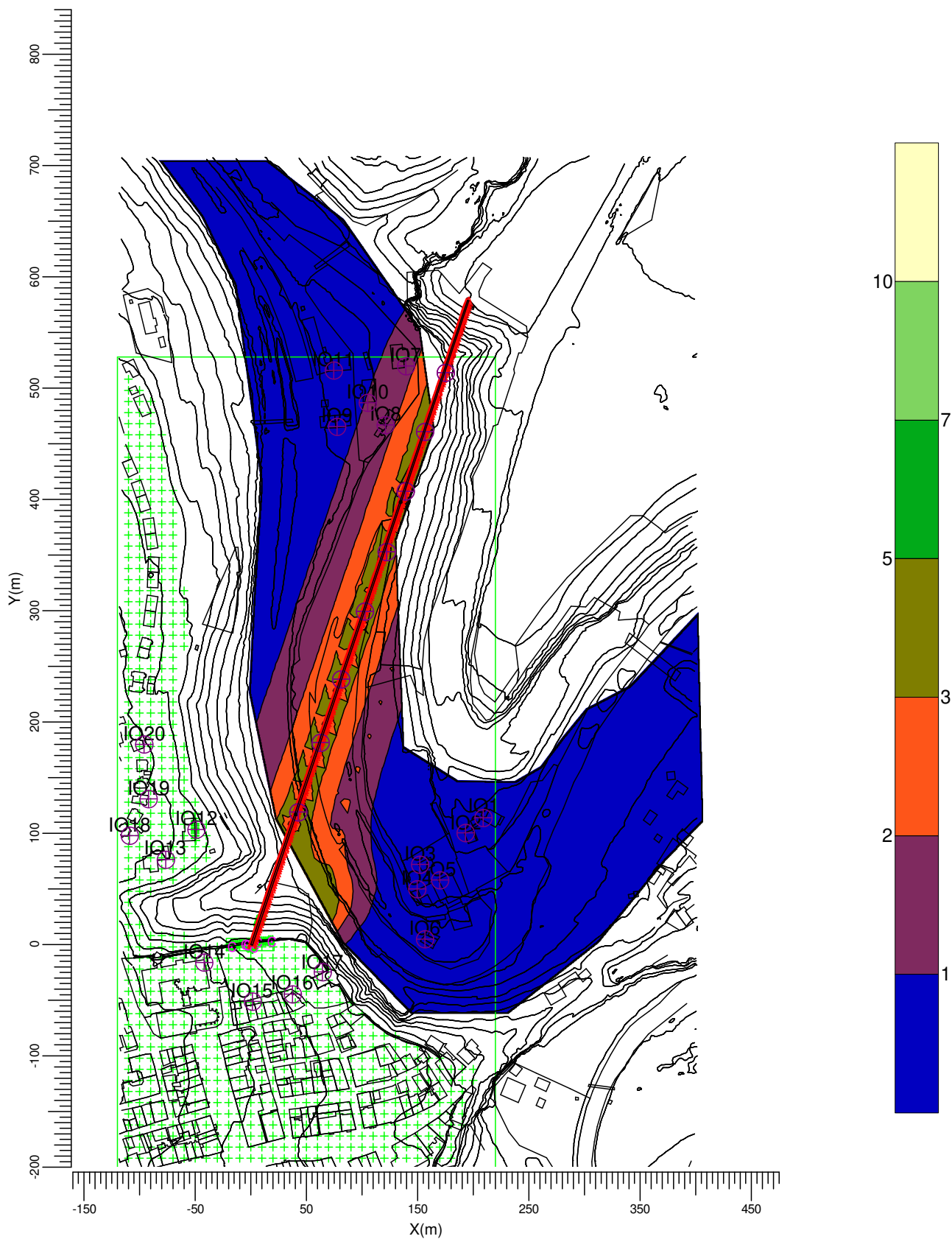
2.1 Tal: Tabelle in Graphik

Raster : Tal at Z = -0.00 m
Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)



2.2 Tal: Isoflächen

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.74

Minimum
0.00

Maximum
4.52

Min/Mittel (Uo)
0.00

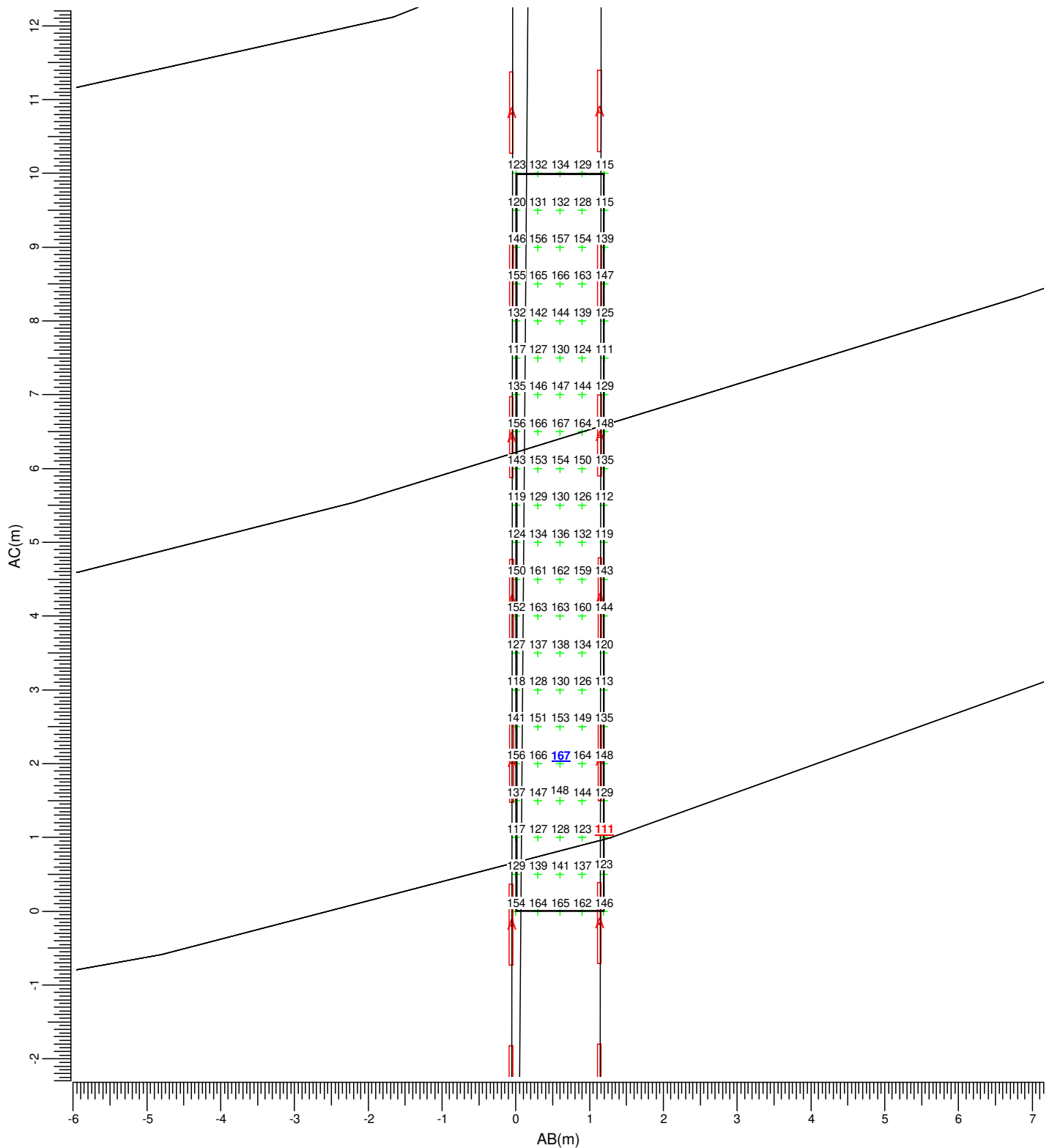
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:5000

2.3 Testraster Brücke: Tabelle in Graphik

Raster : Testraster Brücke
Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)



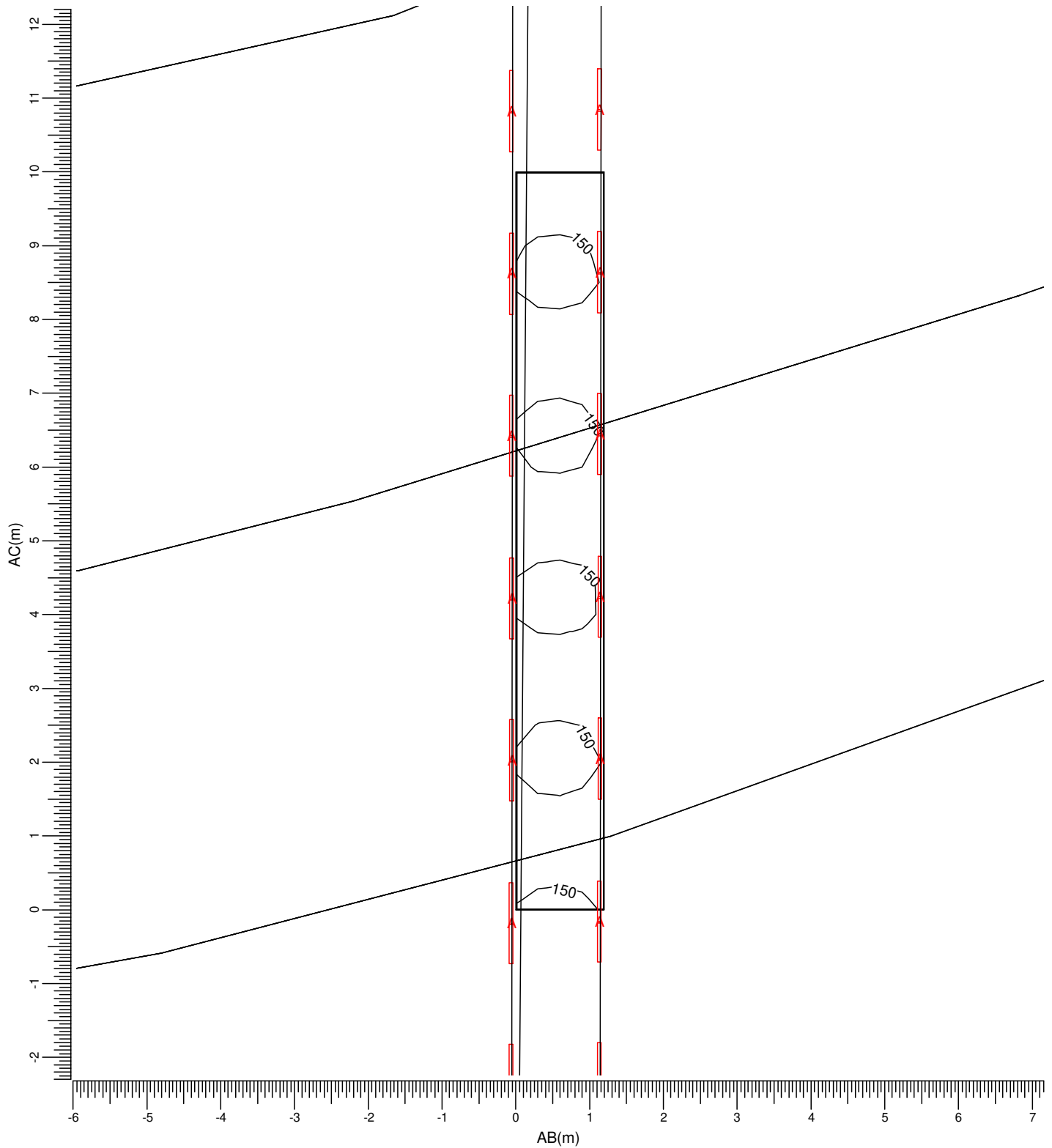
(9.10, 26.83, 46.30) C-----D (10.23, 26.45, 46.30)
(5.91, 17.35, 46.30) A-----B (7.04, 16.97, 46.30)

A LED Handlauf U48 1m asym 24 C Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Wartungsfaktor	Maßstab
140	111	167	0.79	0.66	lt Zusammenfassung	1:75

2.4 Testraster Brücke: Isolinien

Raster : Testraster Brücke
Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)



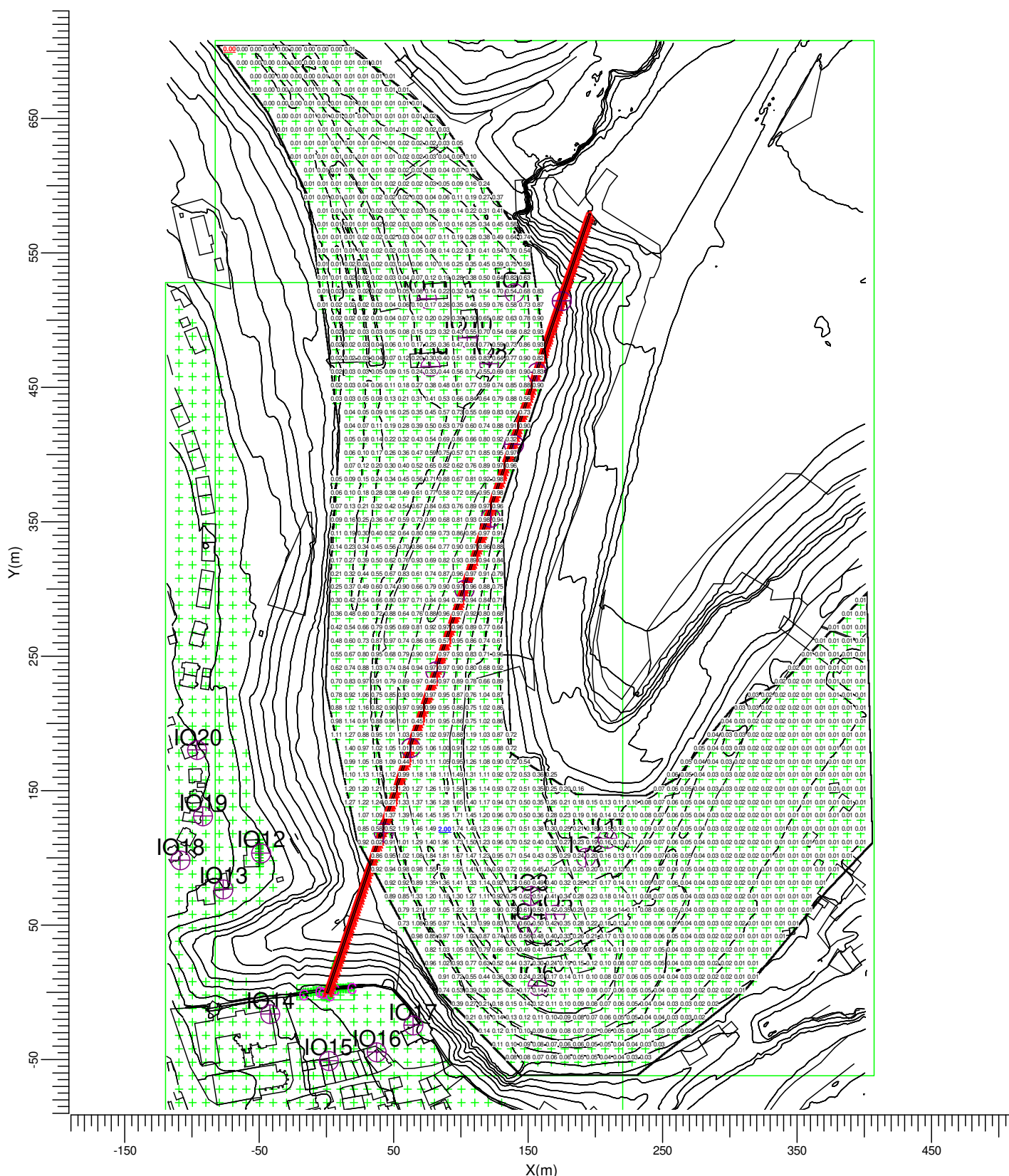
(9.10, 26.83, 46.30) C-----D (10.23, 26.45, 46.30)
(5.91, 17.35, 46.30) A-----B (7.04, 16.97, 46.30)

A  LED Handlauf U48 1m asym 24 C  Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Wartungsfaktor It Zusammenfassung	Maßstab
140	111	167	0.79	0.66		1:75

2.5 Tal Ev1: Tabelle in Graphik

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev1 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A ———> LED Handlauf U48 1m asym 24 C ———> Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.38

Minimum
0.00

Maximum
2.00

Min/Mittel (Uo)
0.01

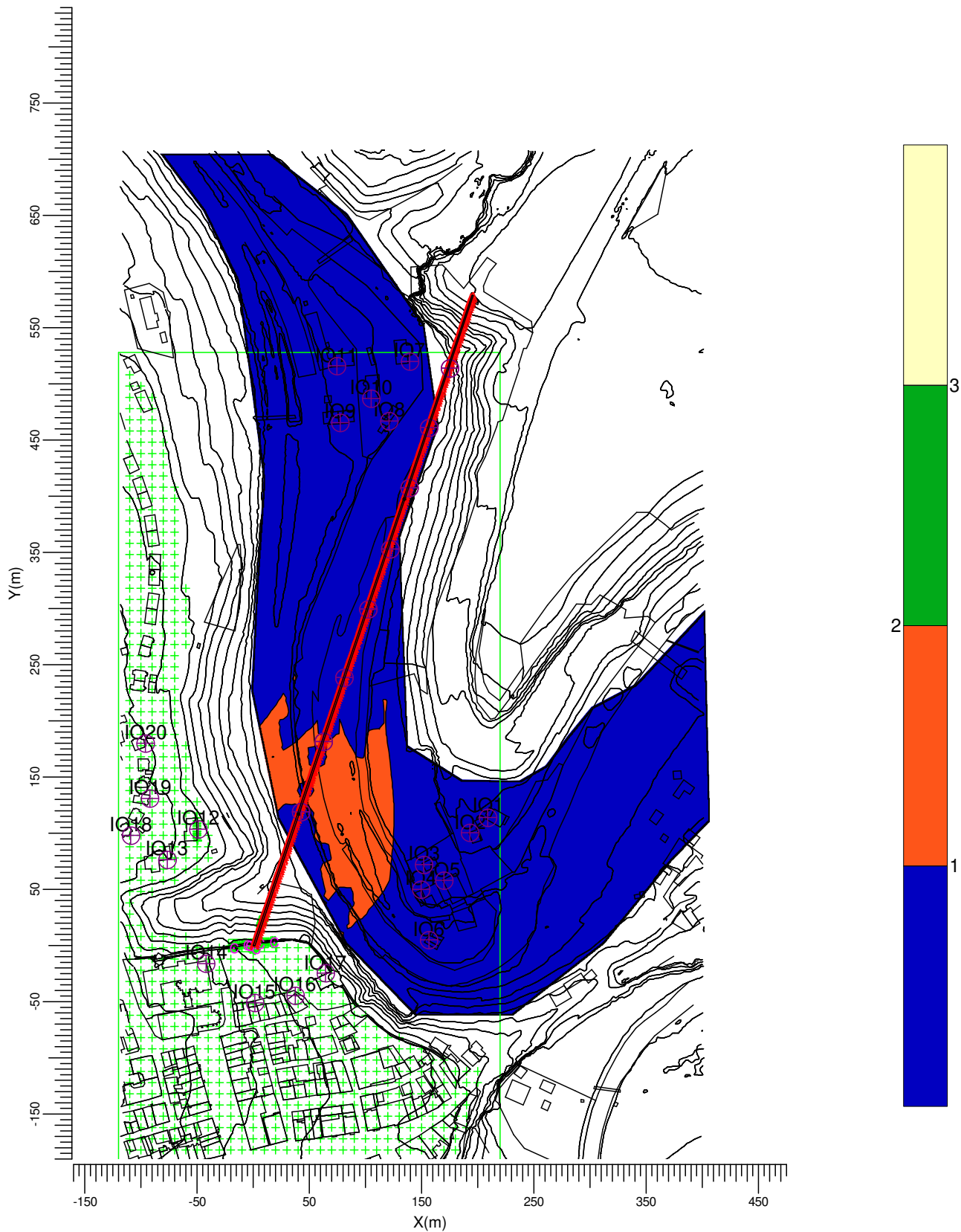
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:4000

2.6 Tal Ev1: Isoflächen

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev1 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.38

Minimum
0.00

Maximum
2.00

Min/Mittel (Uo)
0.01

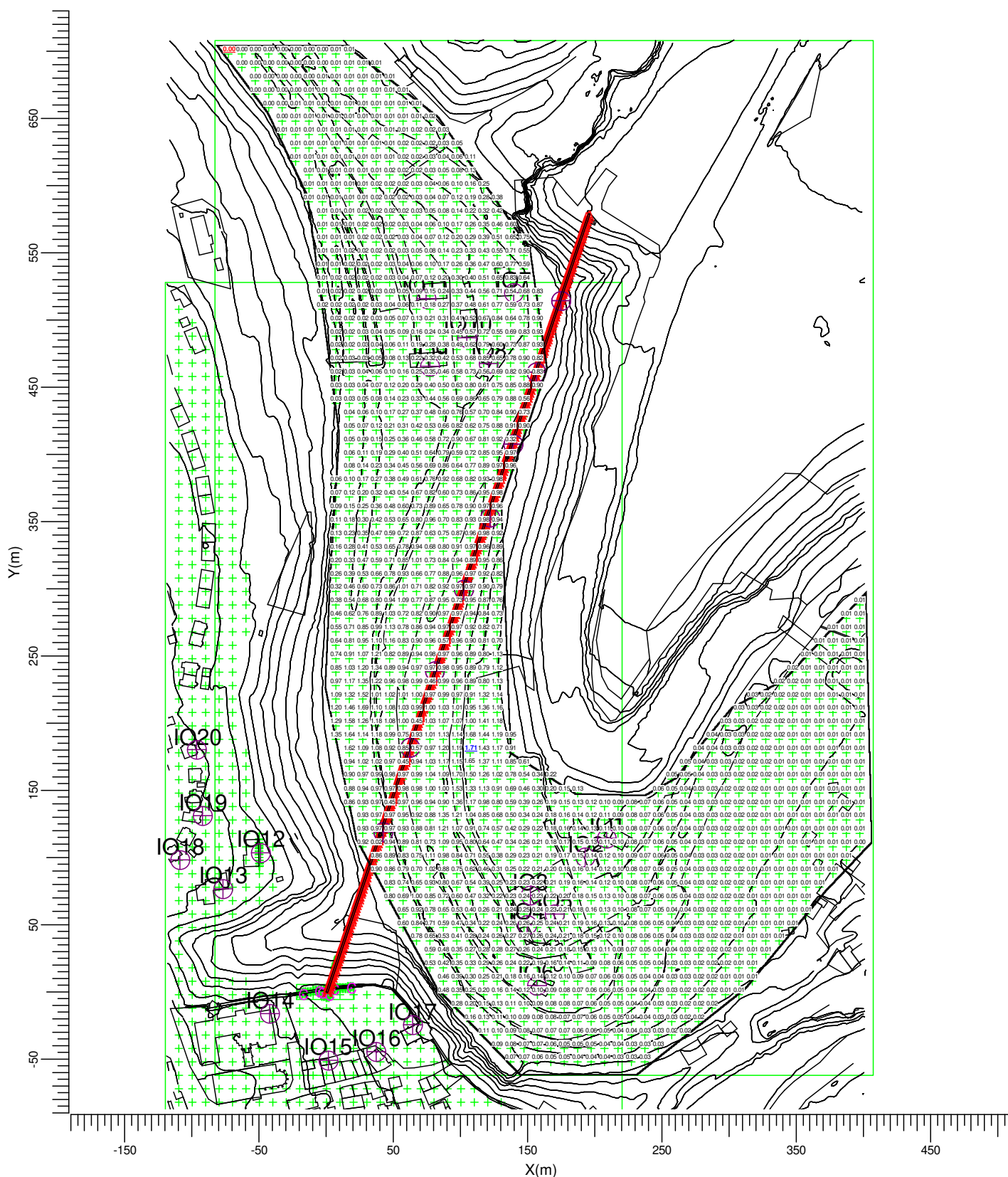
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:5000

2.7 Tal Ev2: Tabelle in Graphik

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev2 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A ———> LED Handlauf U48 1m asym 24 C ———> Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.35

Minimum
0.00

Maximum
1.71

Min/Mittel (Uo)
0.01

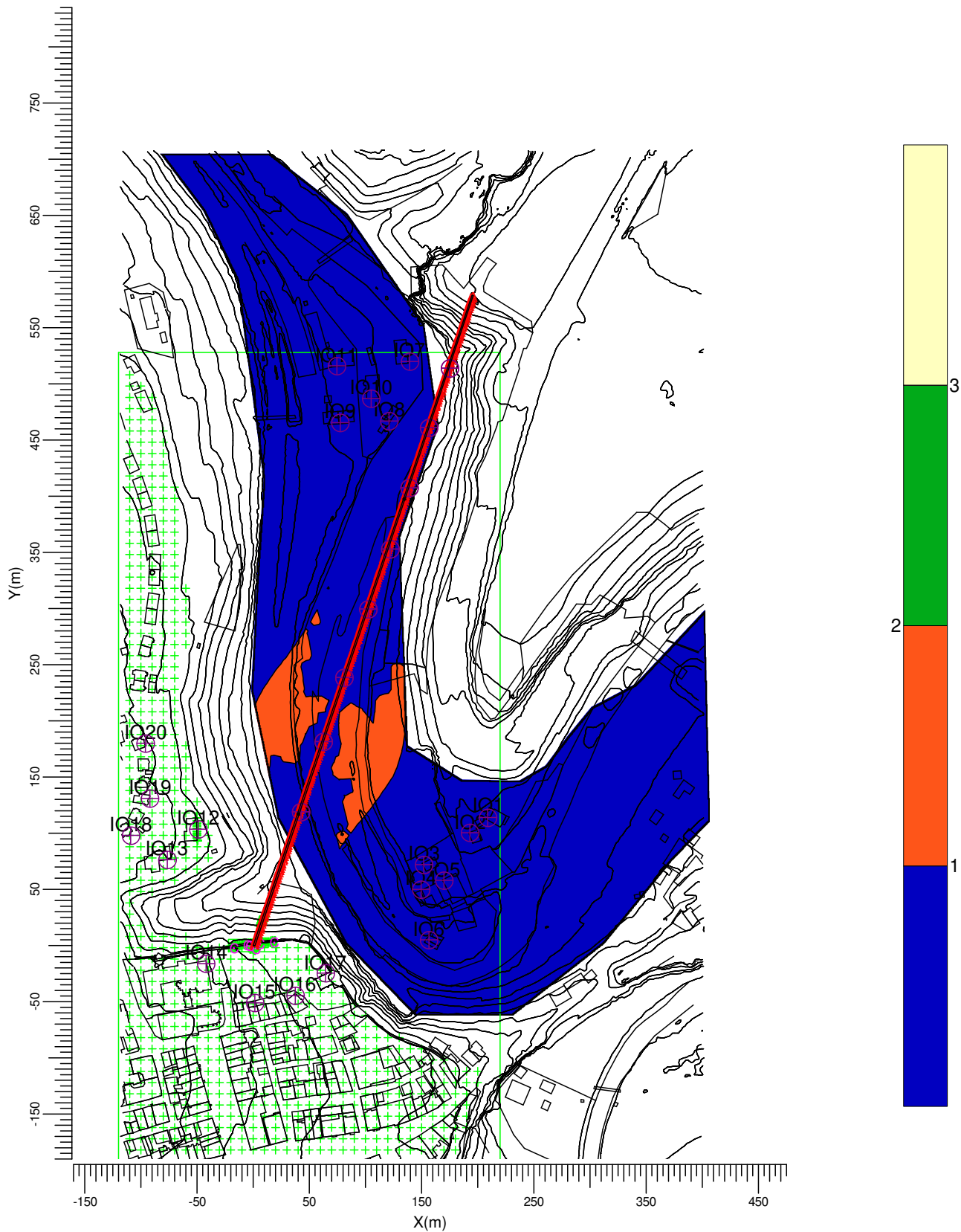
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:4000

2.8 Tal Ev2: Isoflächen

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev2 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m

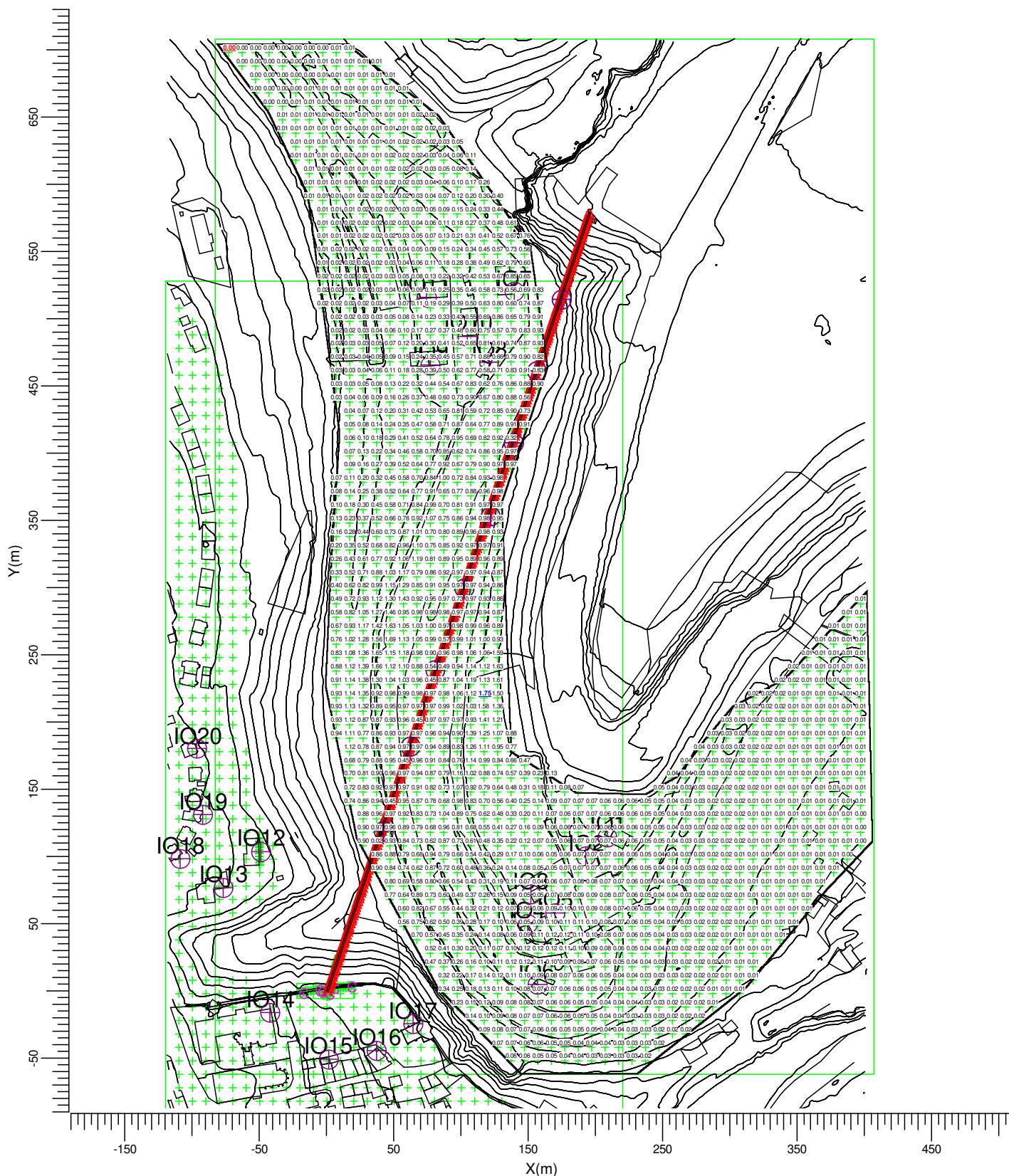


A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Wartungsfaktor	Maßstab
0.35	0.00	1.71	0.01	0.00	lt Zusammenfassung	1:5000

2.9 Tal Ev3: Tabelle in Graphik

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev3 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A



LED Handlauf U48 1m asym 24

C

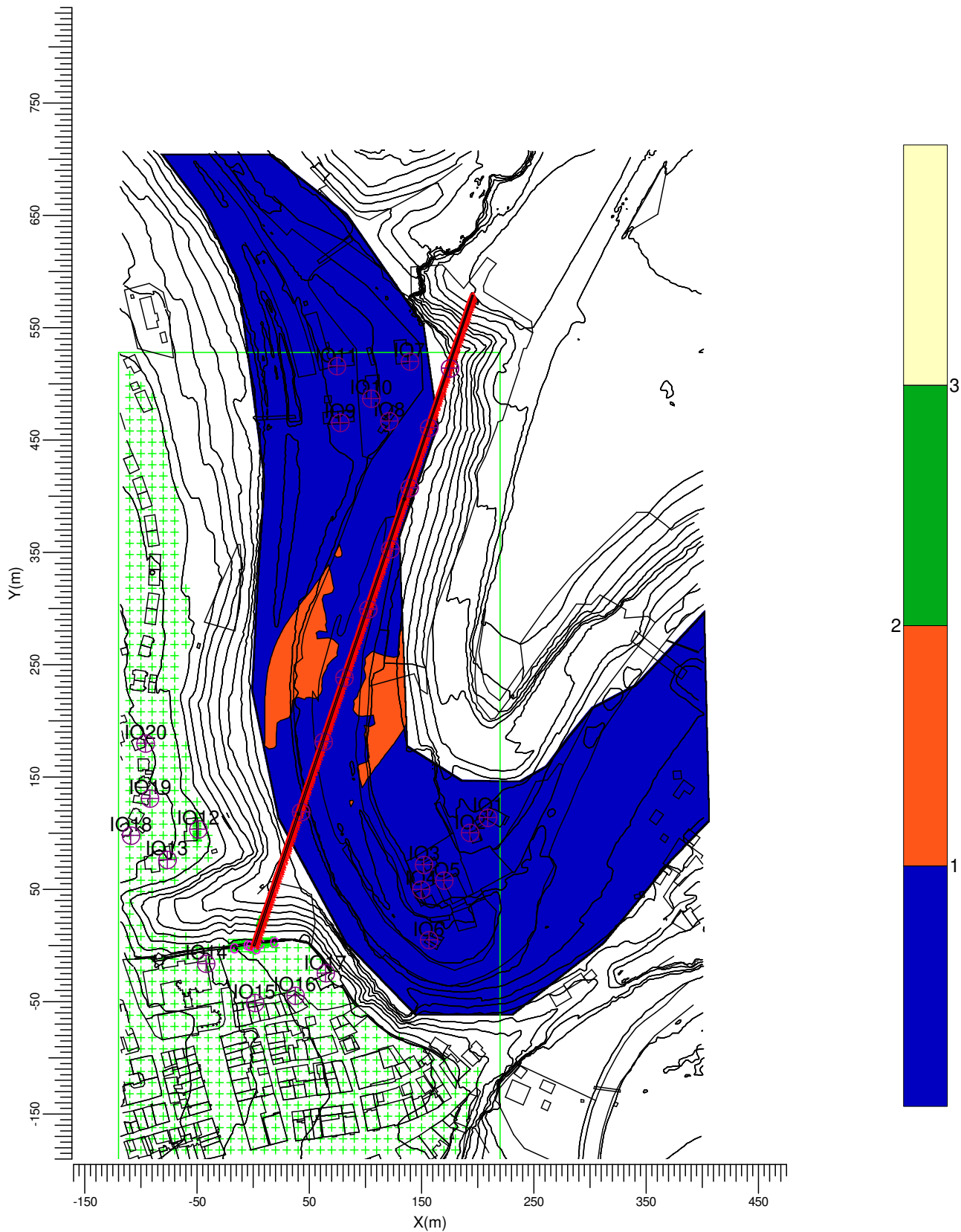


Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.34Minimum
0.00Maximum
1.75Min/Mittel (Uo)
0.01Min/Max (Ud)
0.00Wartungsfaktor
lt ZusammenfassungMaßstab
1:4000

2.10 Tal Ev3: Isoflächen

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev3 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.34

Minimum
0.00

Maximum
1.75

Min/Mittel (Uo)
0.01

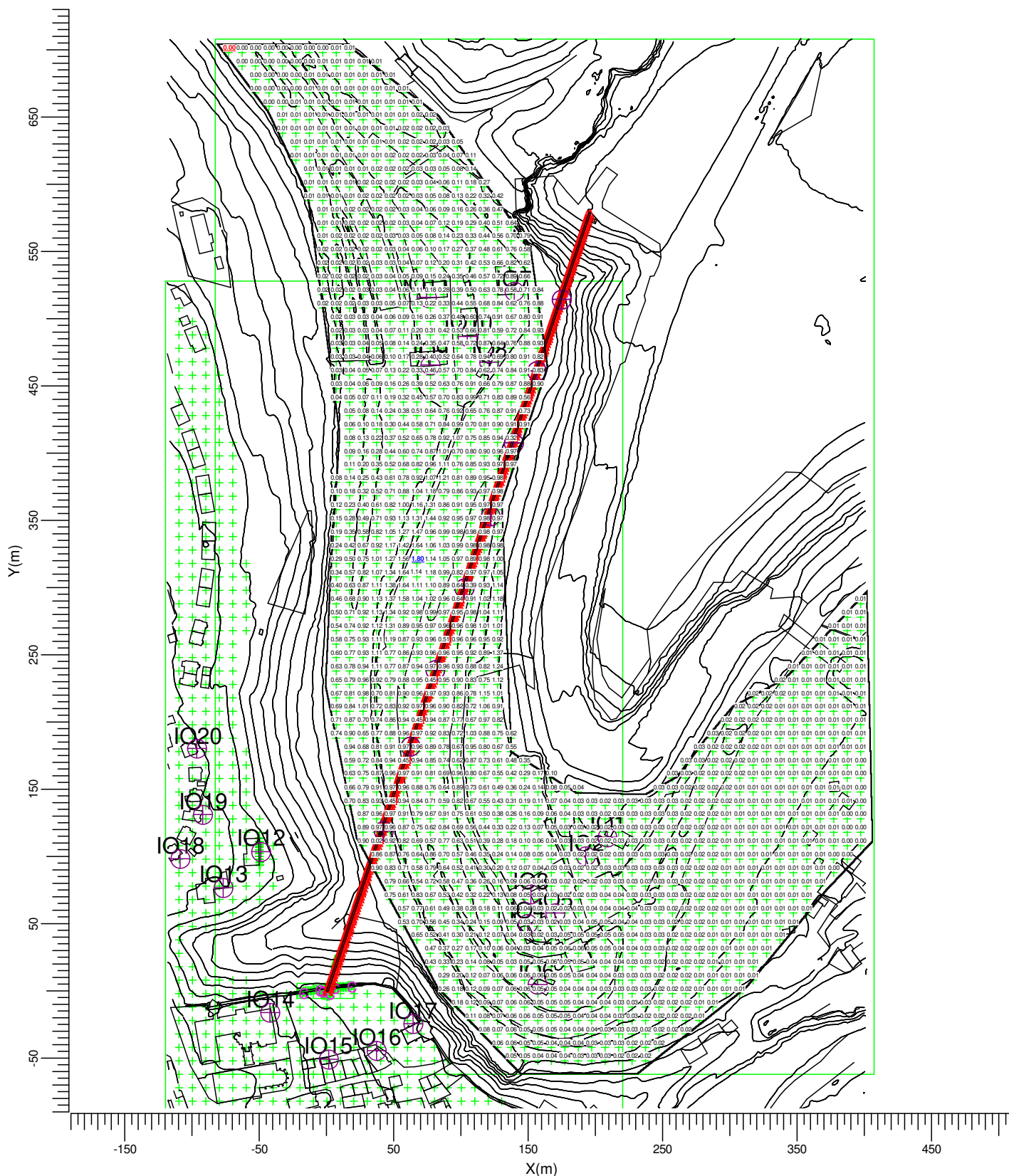
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:5000

2.11 Tal Ev4: Tabelle in Graphik

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev4 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A ———> LED Handlauf U48 1m asym 24 C ———> Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.33

Minimum
0.00

Maximum
1.80

Min/Mittel (Uo)
0.01

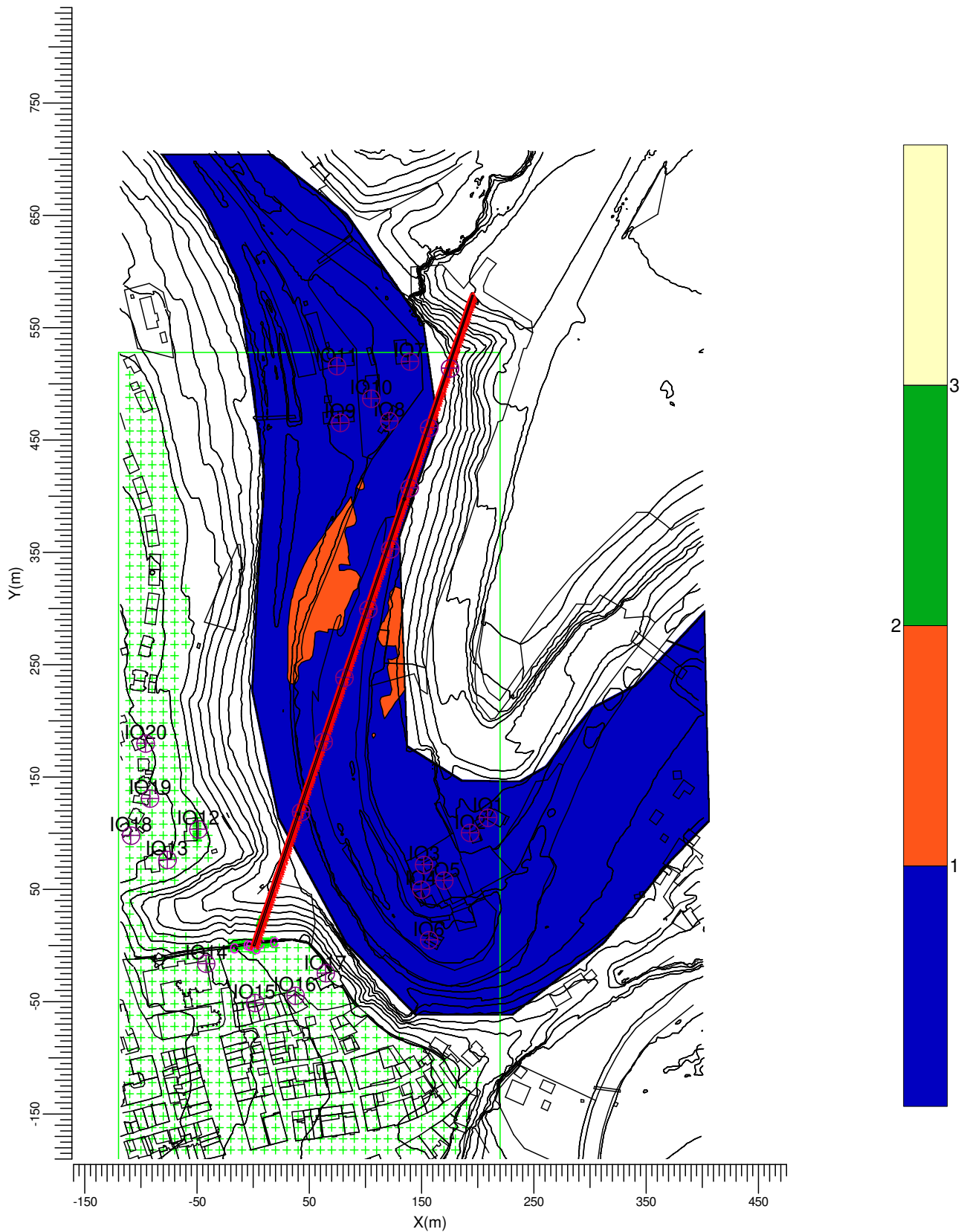
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:4000

2.12 Tal Ev4: Isoflächen

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev4 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.33

Minimum
0.00

Maximum
1.80

Min/Mittel (Uo)
0.01

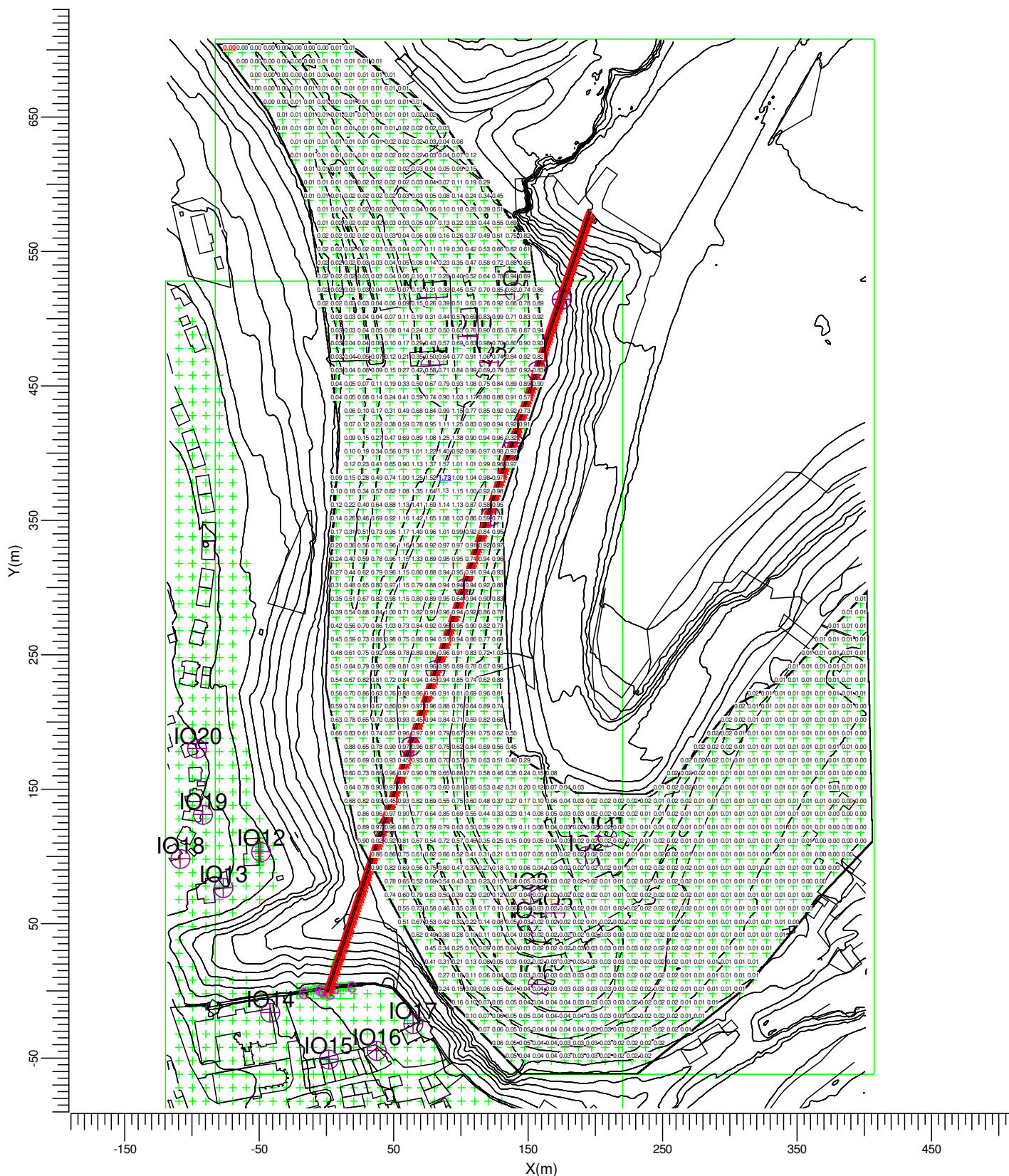
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:5000

2.13 Tal Ev5: Tabelle in Graphik

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev5 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A ———> LED Handlauf U48 1m asym 24 C ———> Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.32

Minimum
0.00

Maximum
1.73

Min/Mittel (Uo)
0.01

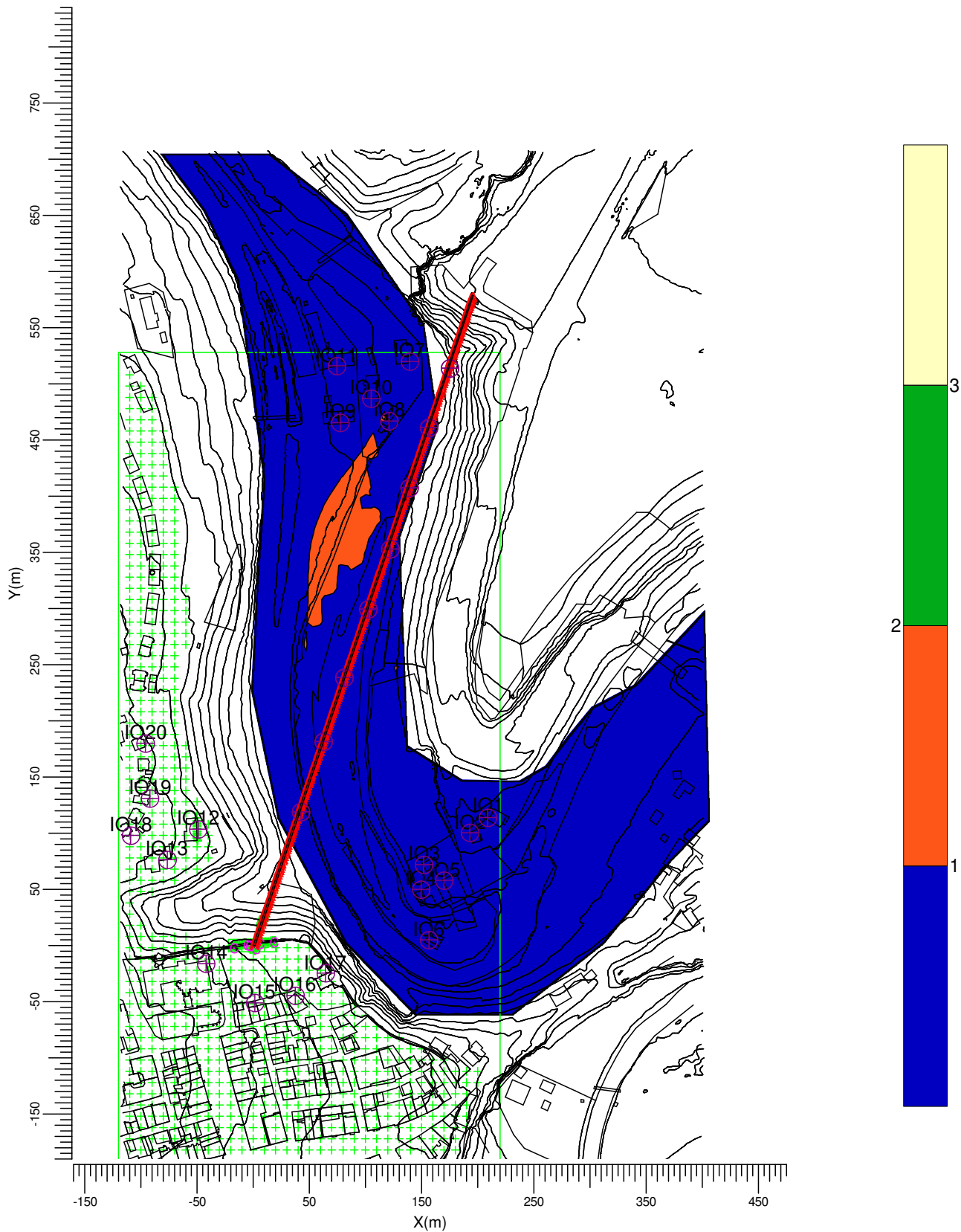
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:4000

2.14 Tal Ev5: Isoflächen

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev5 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m

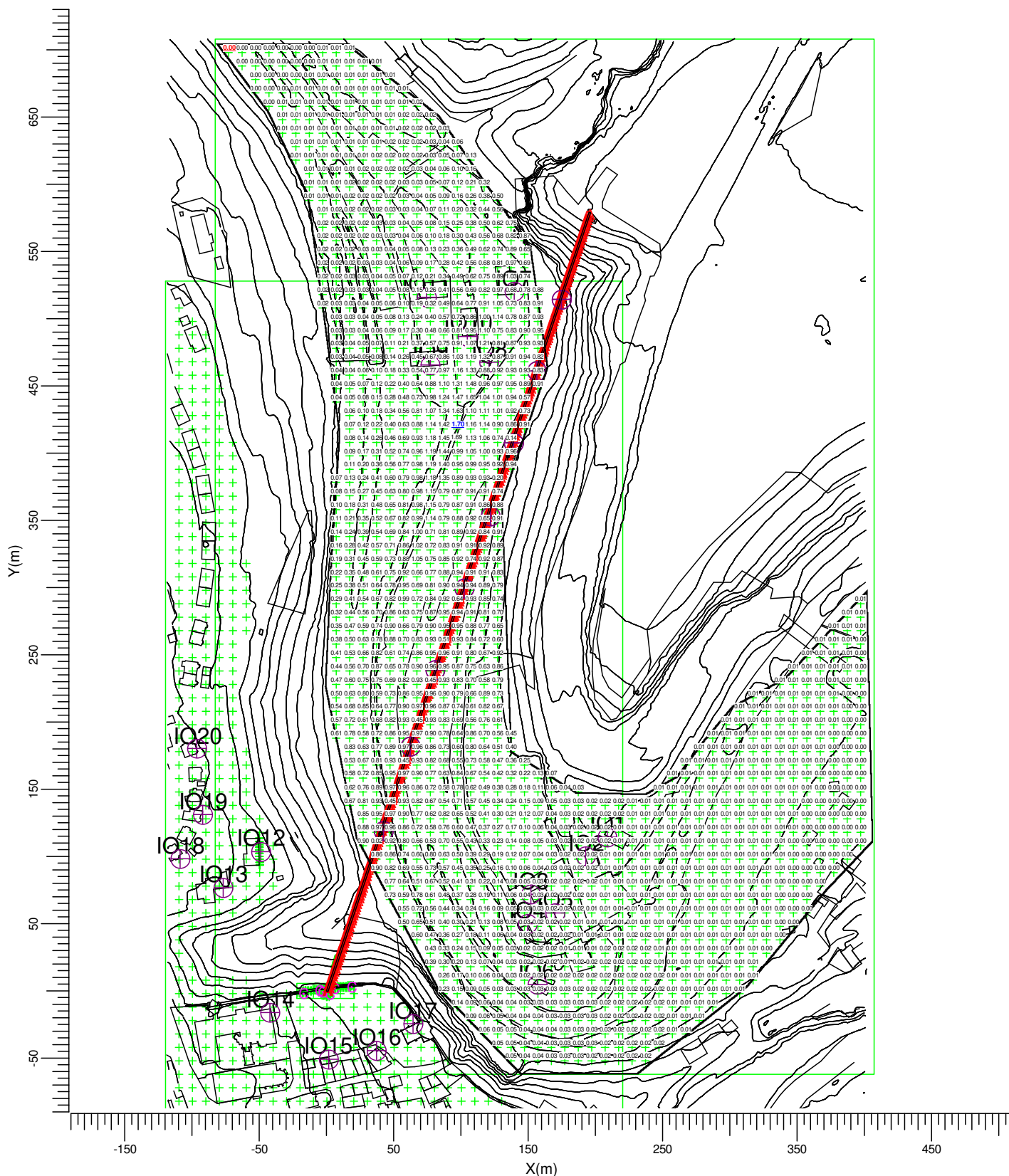


A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Wartungsfaktor	Maßstab
0.32	0.00	1.73	0.01	0.00	lt Zusammenfassung	1:5000

2.15 Tal Ev6: Tabelle in Graphik

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev6 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m

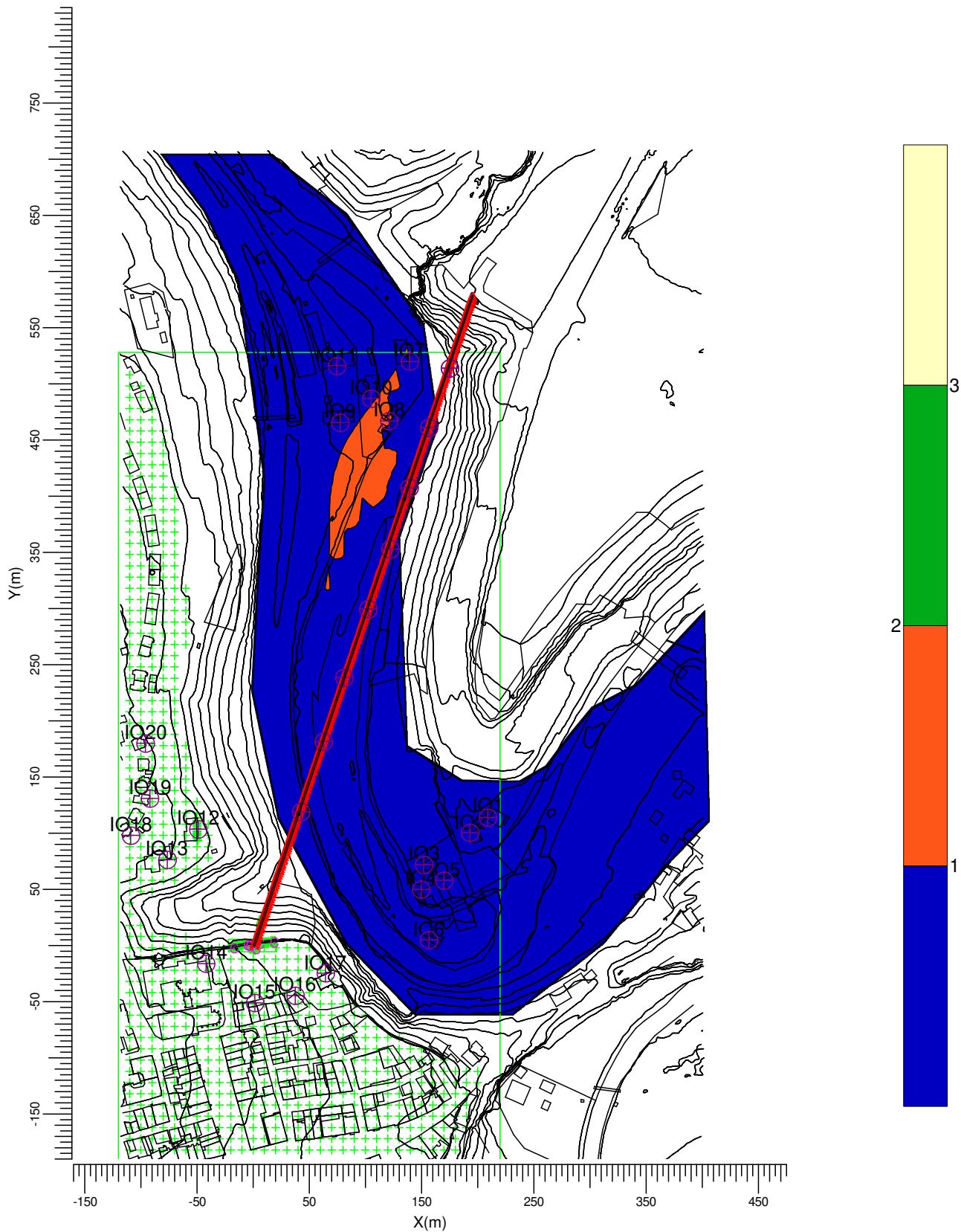


A ———> LED Handlauf U48 1m asym 24 C ———> Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Wartungsfaktor	Maßstab
0.31	0.00	1.70	0.01	0.00	lt Zusammenfassung	1:4000

2.16 Tal Ev6: Isoflächen

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev6 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m

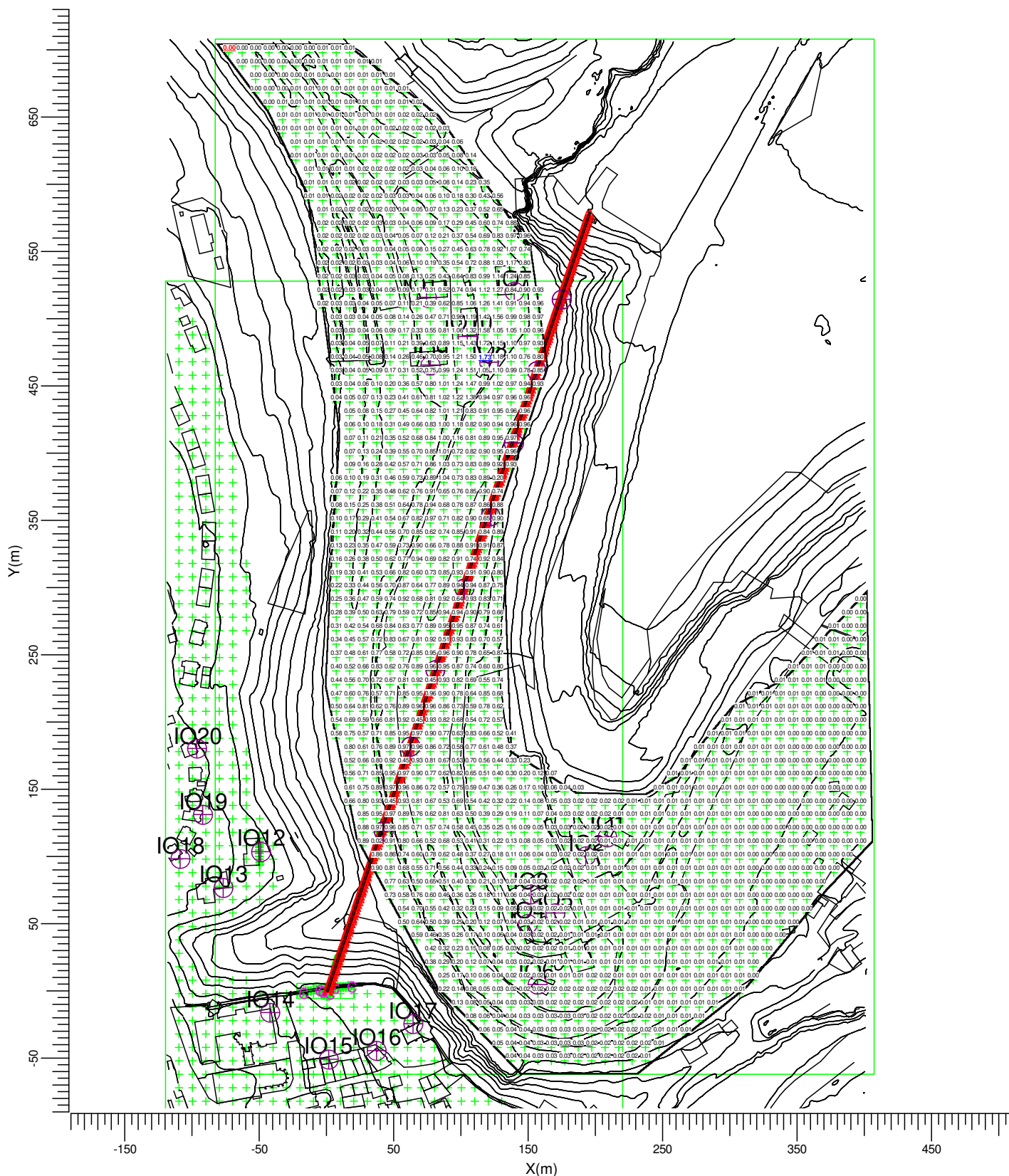


A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Wartungsfaktor	Maßstab
0.31	0.00	1.70	0.01	0.00	lt Zusammenfassung	1:5000

2.17 Tal Ev7: Tabelle in Graphik

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev7 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A ———> LED Handlauf U48 1m asym 24 C ———> Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.31

Minimum
0.00

Maximum
1.73

Min/Mittel (Uo)
0.01

Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

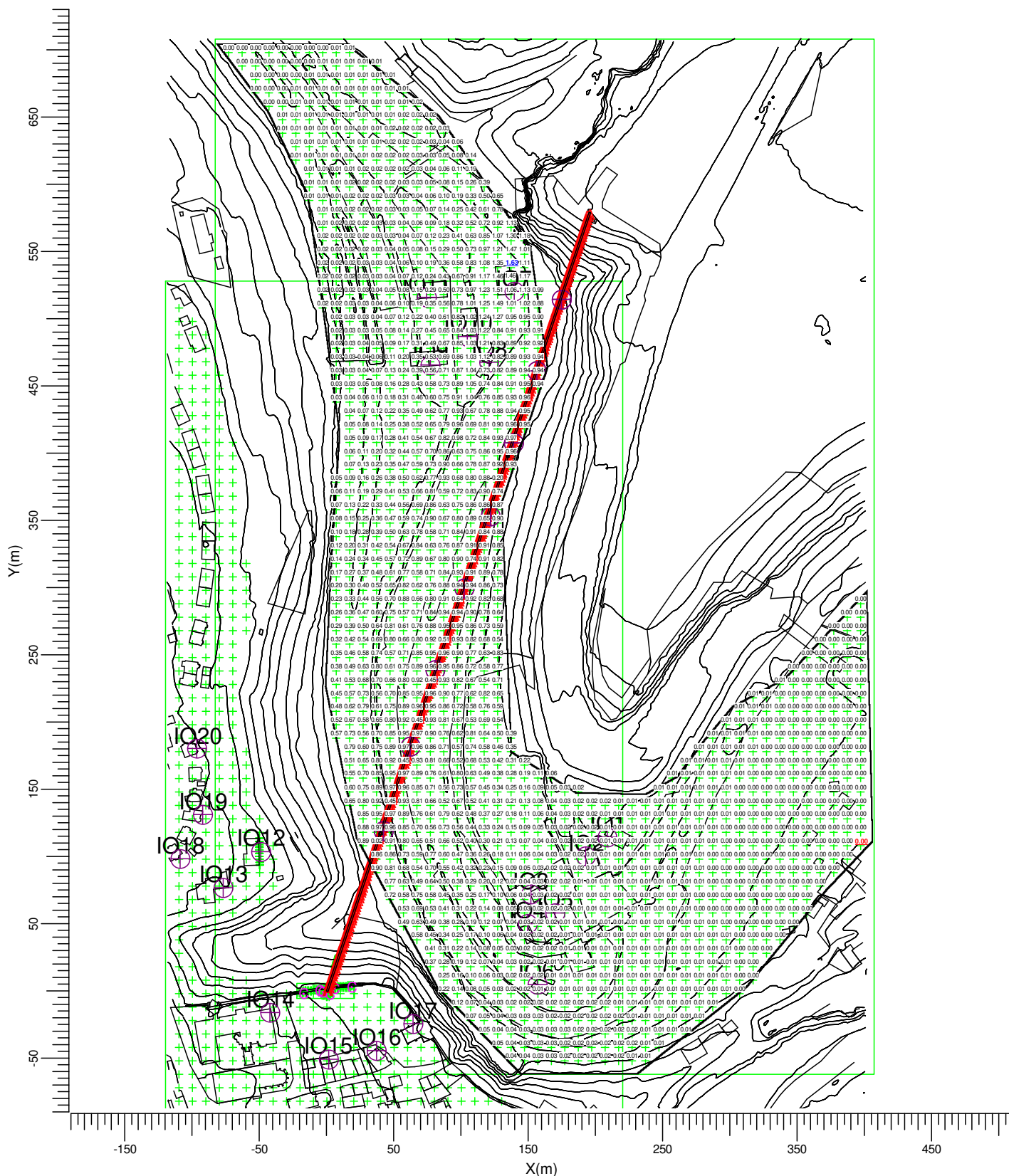
Maßstab
1:4000

Raster : Tal at Z = -0.00 m
Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev7 (lx)
Höhe über Raster : 2.00 m



2.19 Tal Ev8: Tabelle in Graphik

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev8 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.29

Minimum
0.00

Maximum
1.63

Min/Mittel (Uo)
0.01

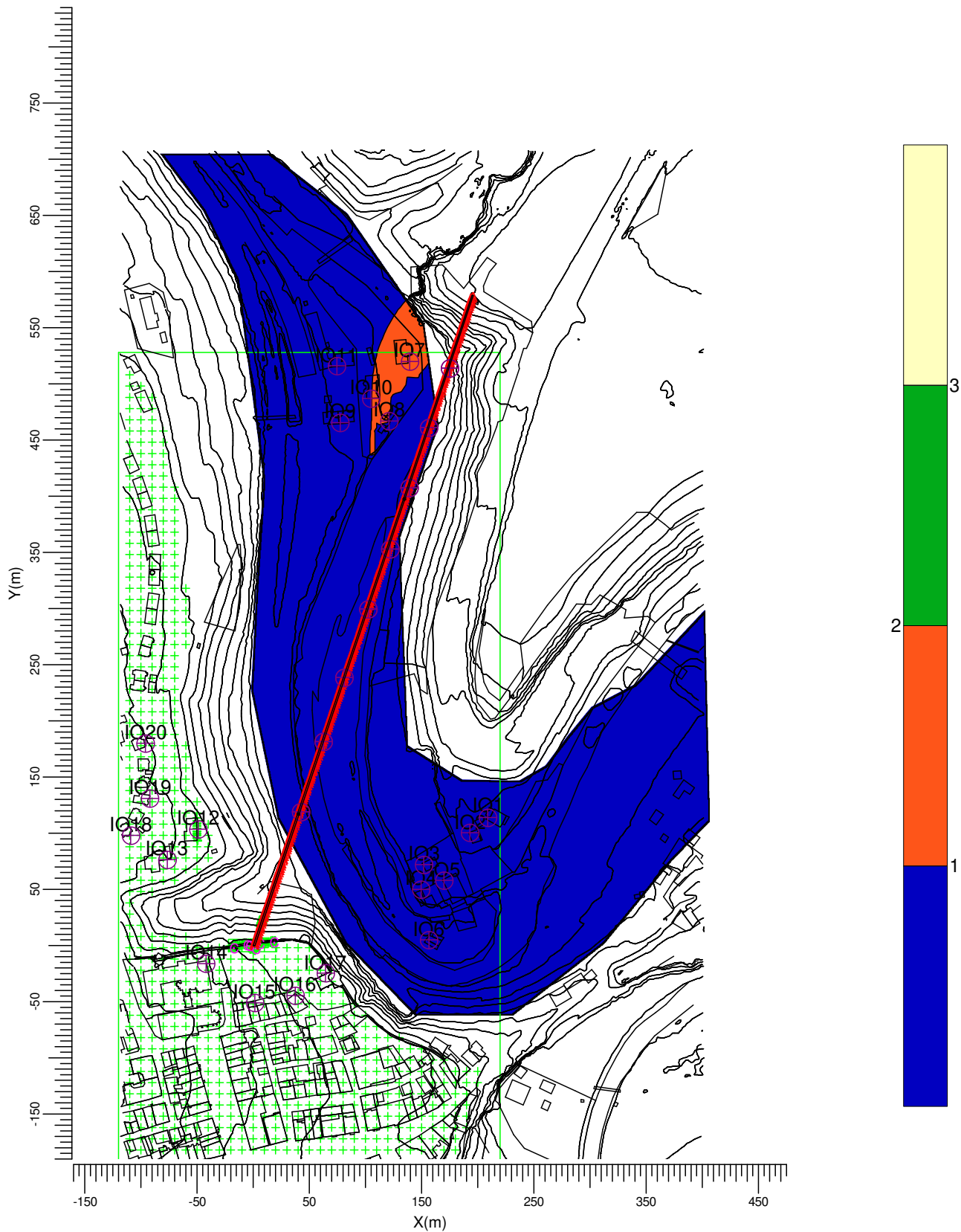
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:4000

2.20 Tal Ev8: Isoflächen

Raster : Tal at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Ev8 (lx)
 Höhe über Raster : 2.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.29

Minimum
0.00

Maximum
1.63

Min/Mittel (Uo)
0.01

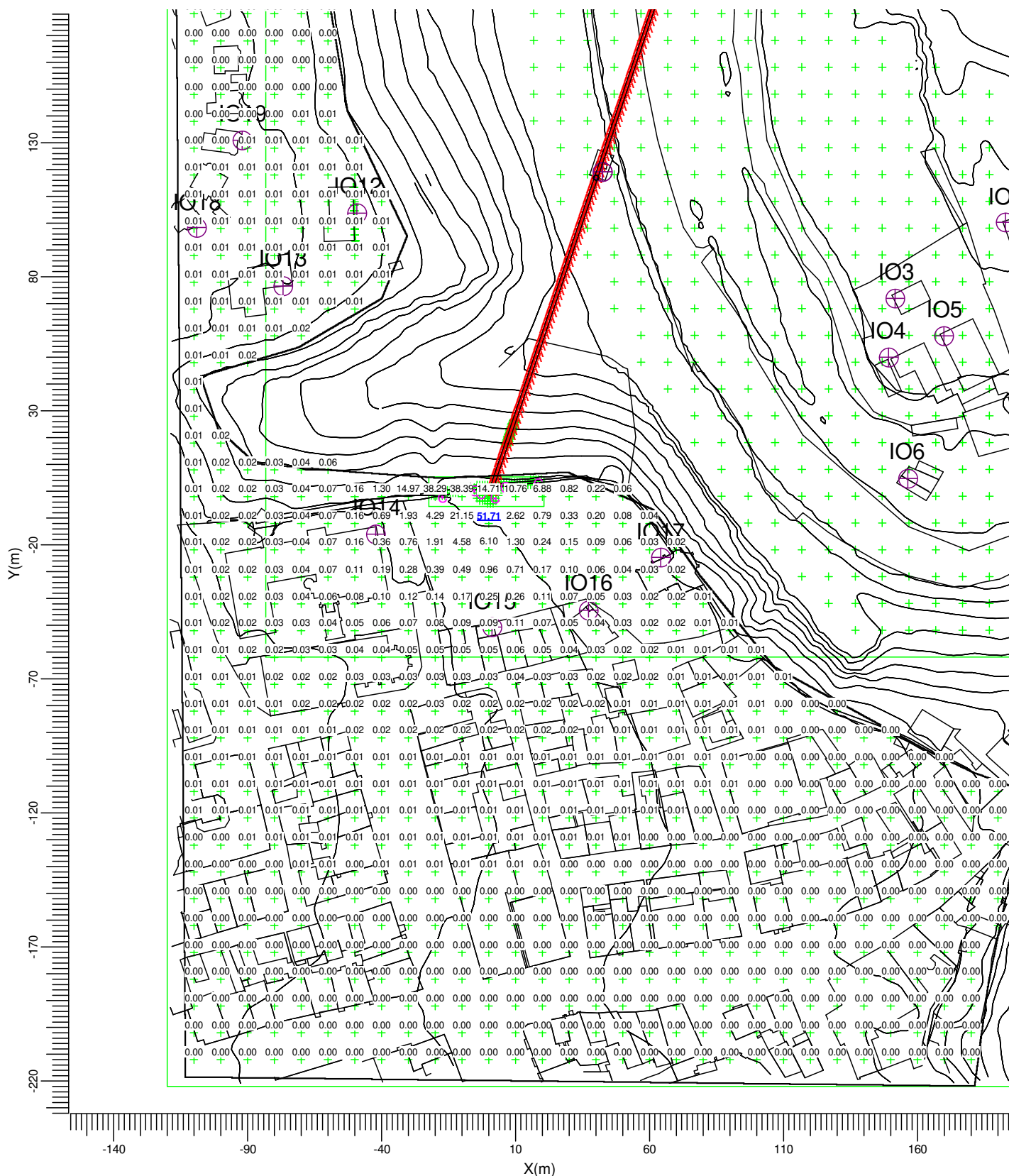
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:5000

2.21 Stadt Evh1: Tabelle in Graphik

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh1 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.29

Minimum
0.00

Maximum
51.71

Min/Mittel (Uo)
0.00

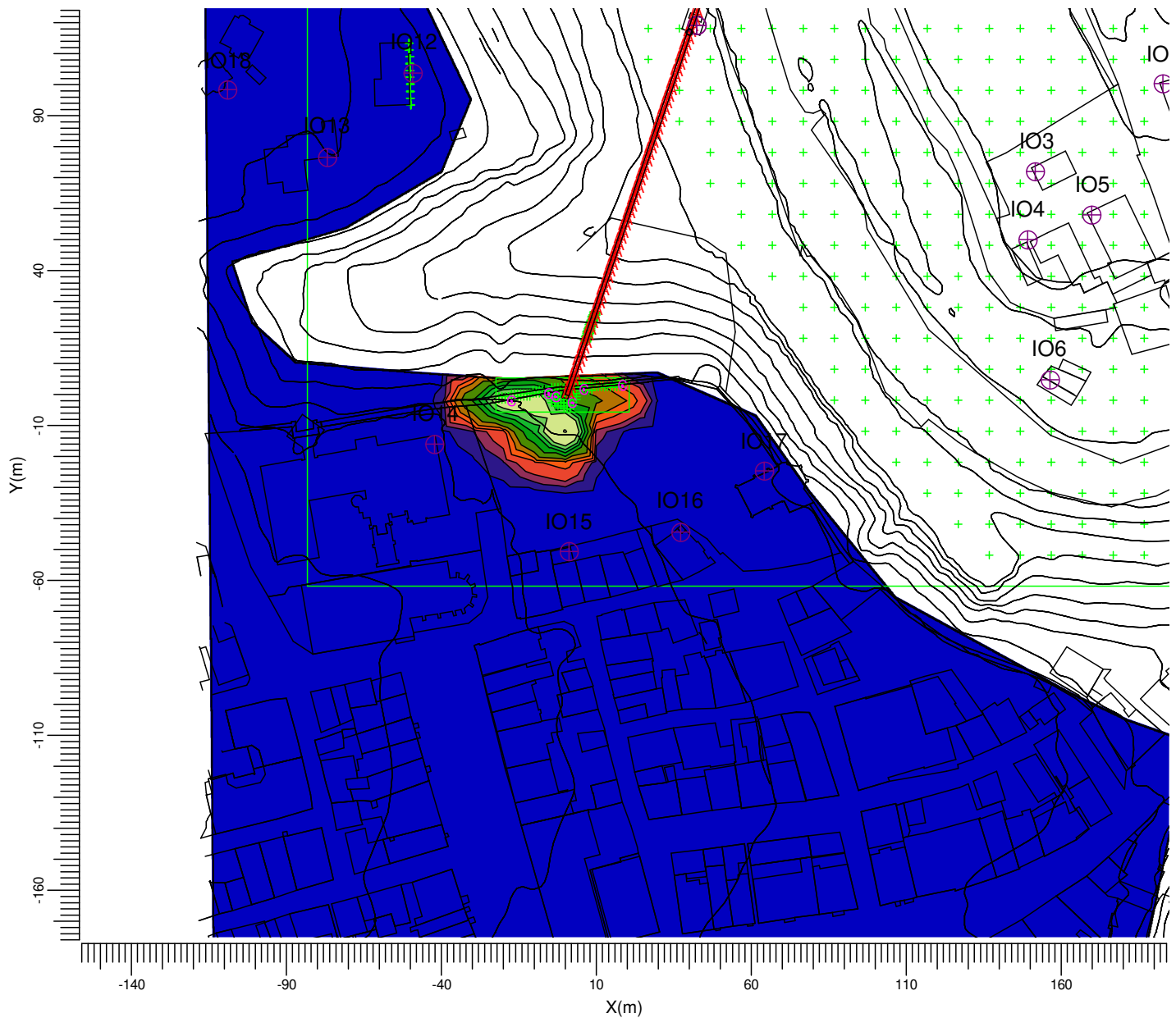
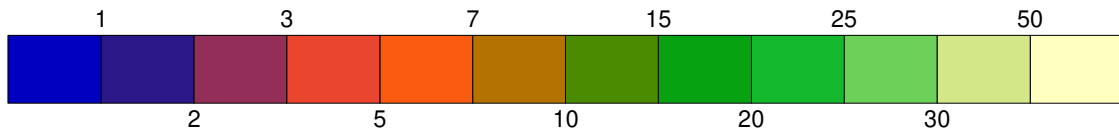
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.22 Stadt Evh1: Isoflächen

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh1 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A LED Handlauf U48 1m asym 24 C Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.29

Minimum
0.00

Maximum
51.71

Min/Mittel (Uo)
0.00

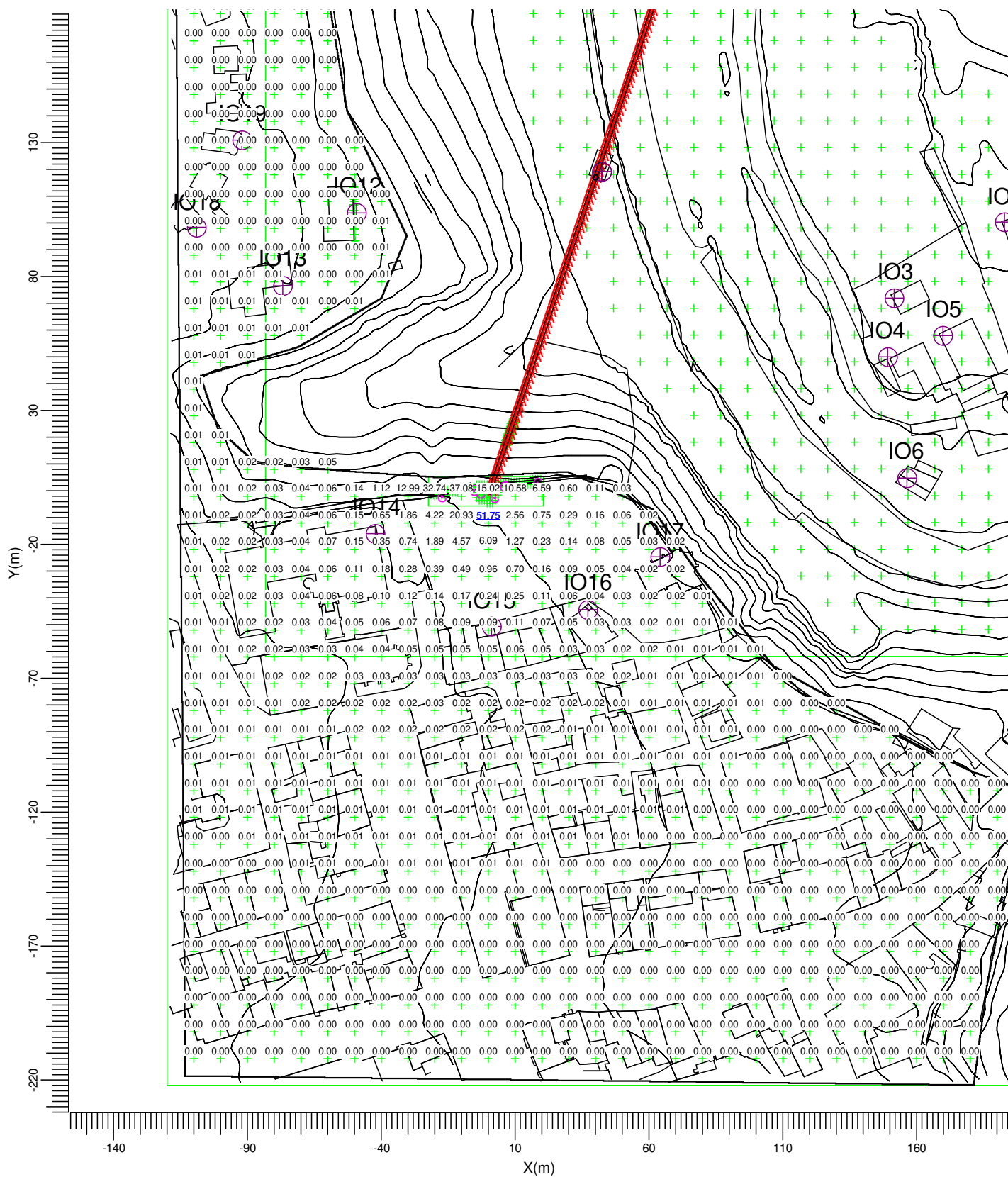
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.23 Stadt Evh2: Tabelle in Graphik

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh2 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.27

Minimum
0.00

Maximum
51.75

Min/Mittel (Uo)
0.00

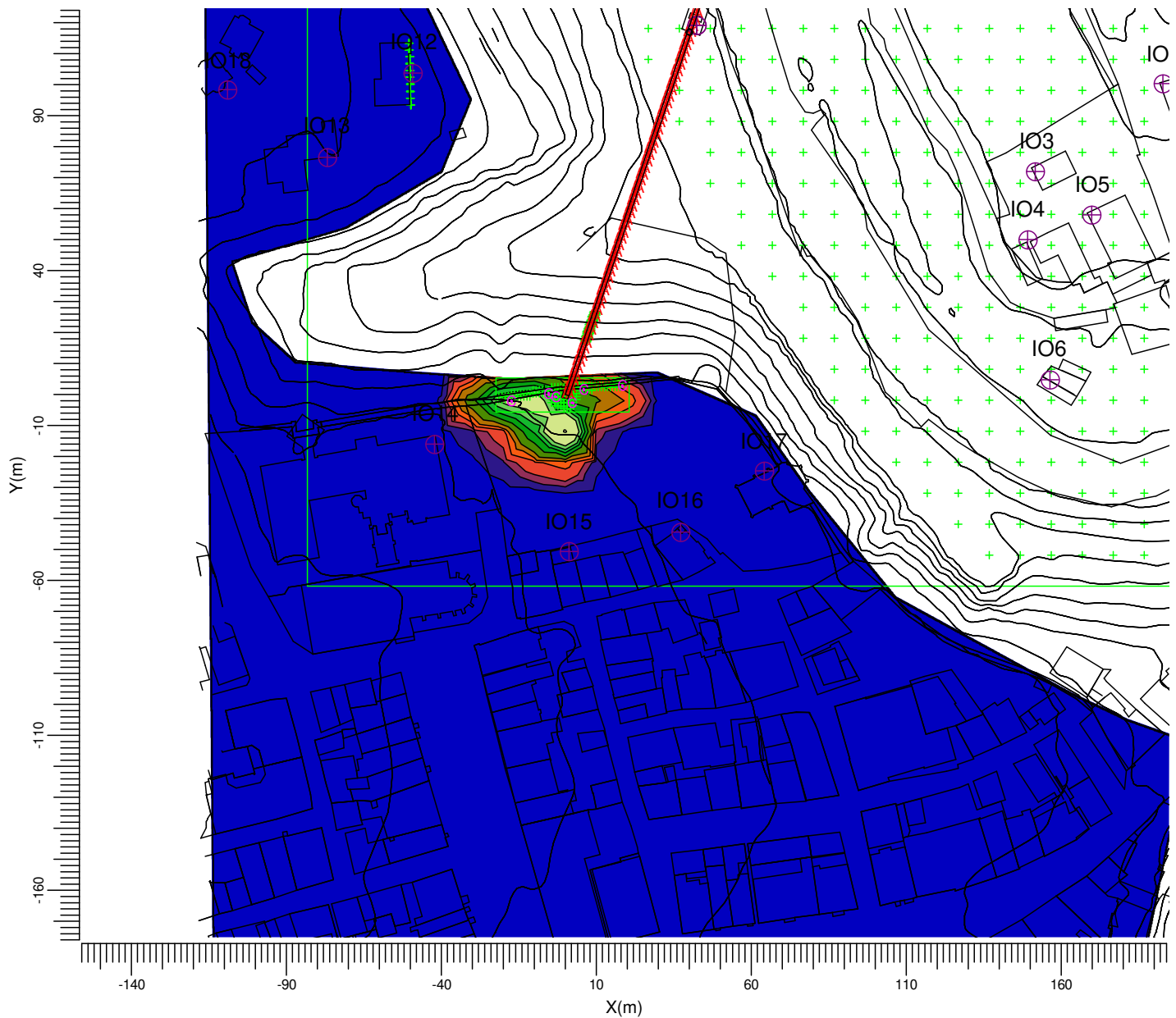
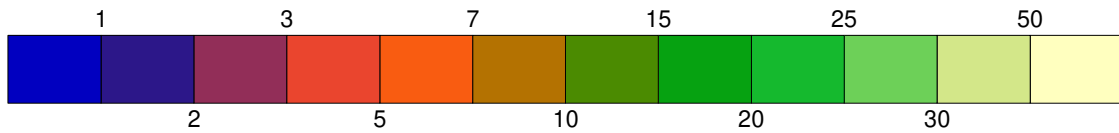
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.24 Stadt Evh2: Isoflächen

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh2 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A LED Handlauf U48 1m asym 24 C Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.27

Minimum
0.00

Maximum
51.75

Min/Mittel (Uo)
0.00

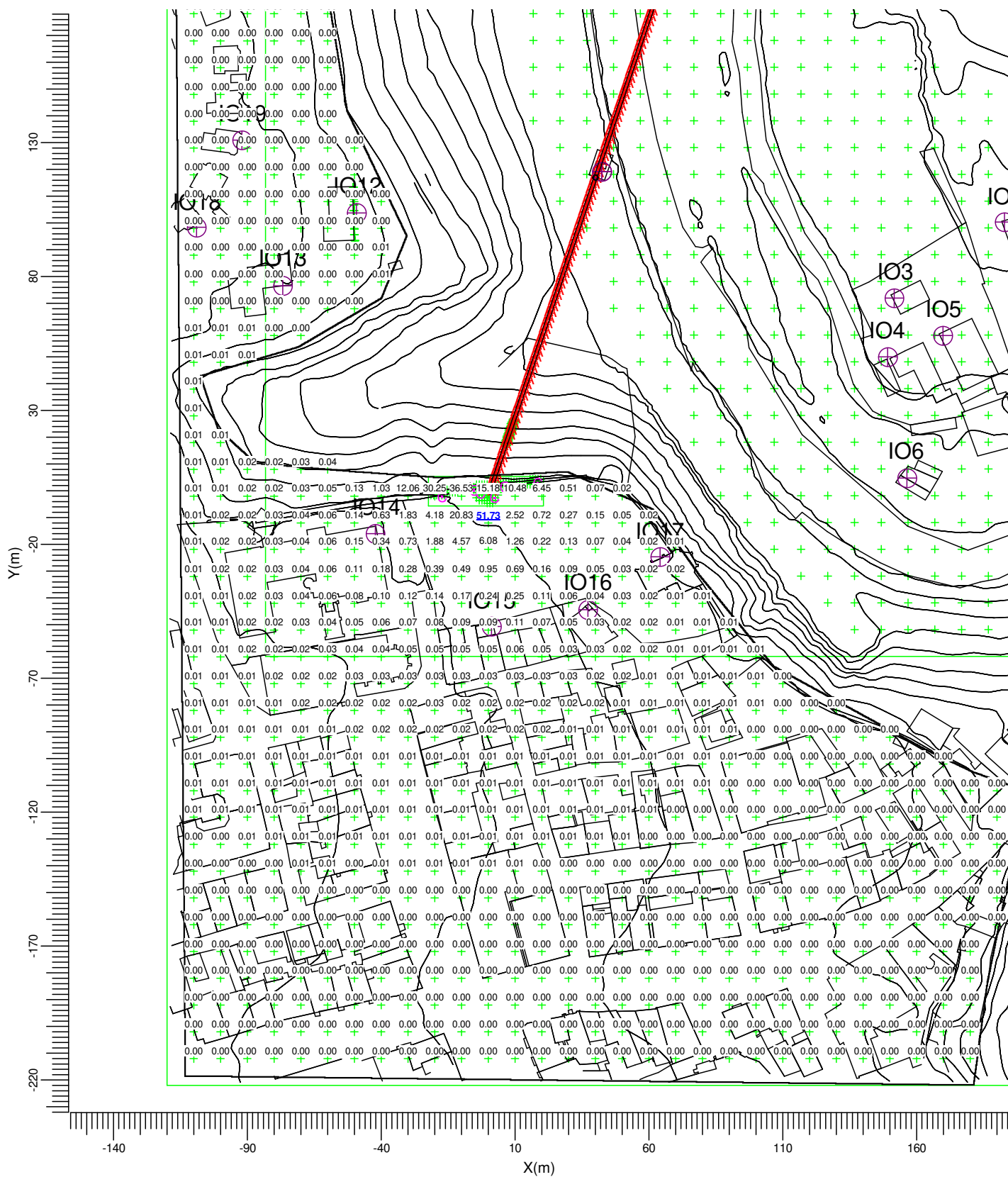
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.25 Stadt Evh3: Tabelle in Graphik

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh3 (Ix)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A



LED Handlauf U48 1m asym 24

C

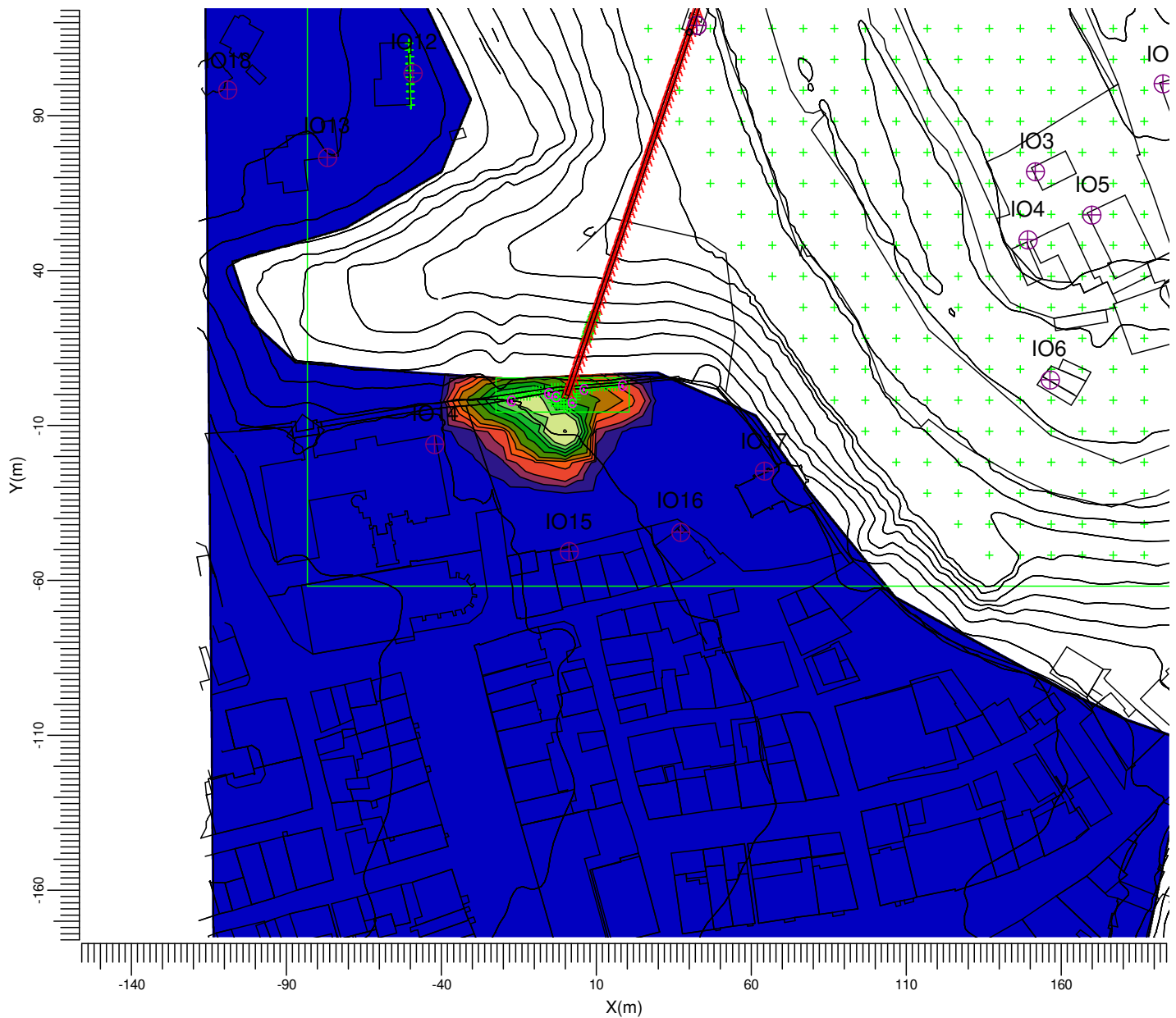
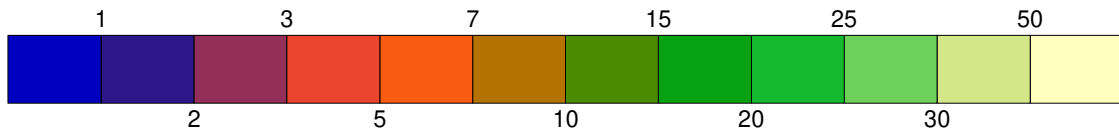


Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.27Minimum
0.00Maximum
51.73Min/Mittel (Uo)
0.00Min/Max (Ud)
0.00Wartungsfaktor
lt ZusammenfassungMaßstab
1:2000

2.26 Stadt Evh3: Isoflächen

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh3 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A  LED Handlauf U48 1m asym 24 C  Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.27

Minimum
0.00

Maximum
51.73

Min/Mittel (Uo)
0.00

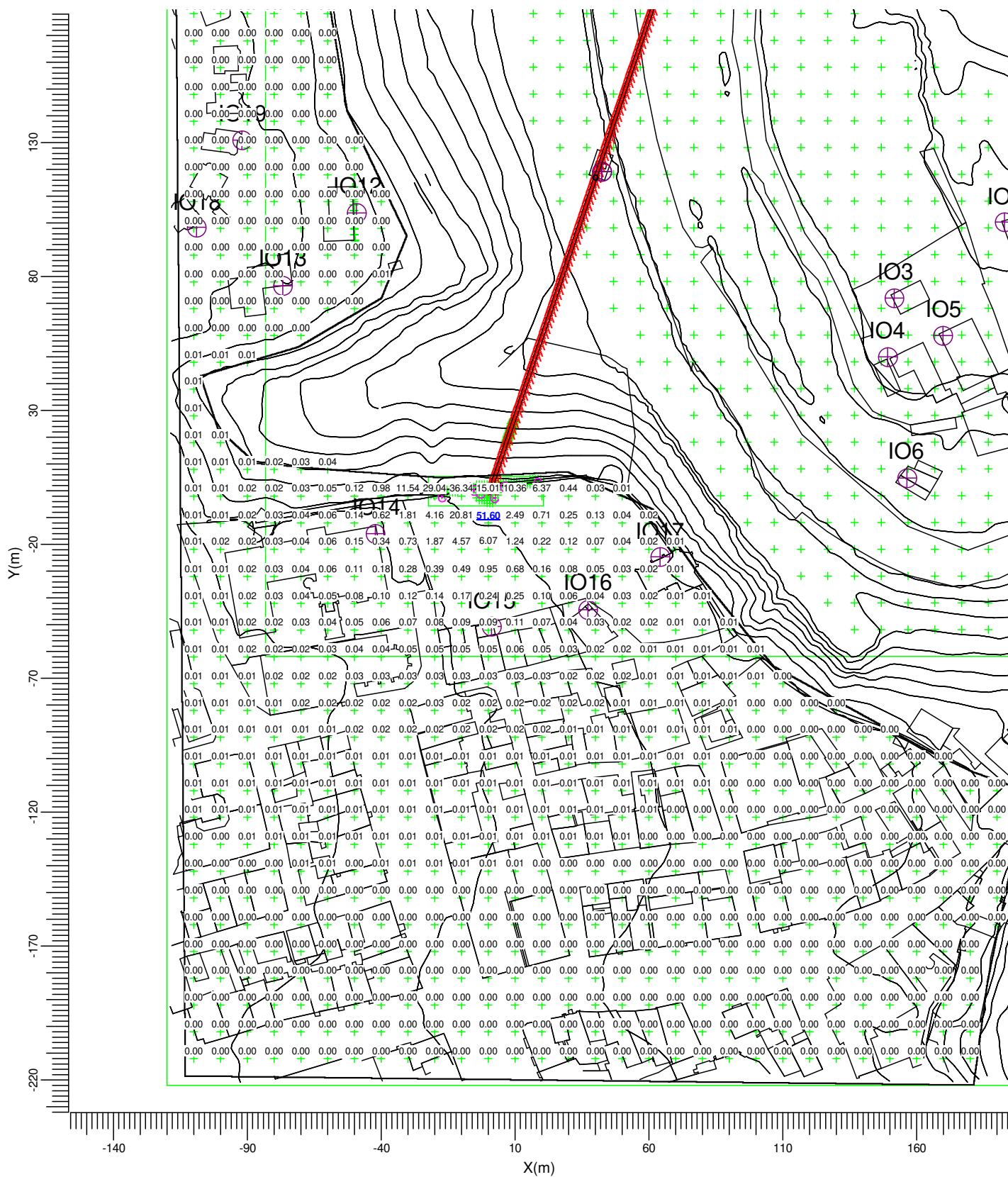
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.27 Stadt Evh4: Tabelle in Graphik

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh4 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.26

Minimum
0.00

Maximum
51.60

Min/Mittel (Uo)
0.00

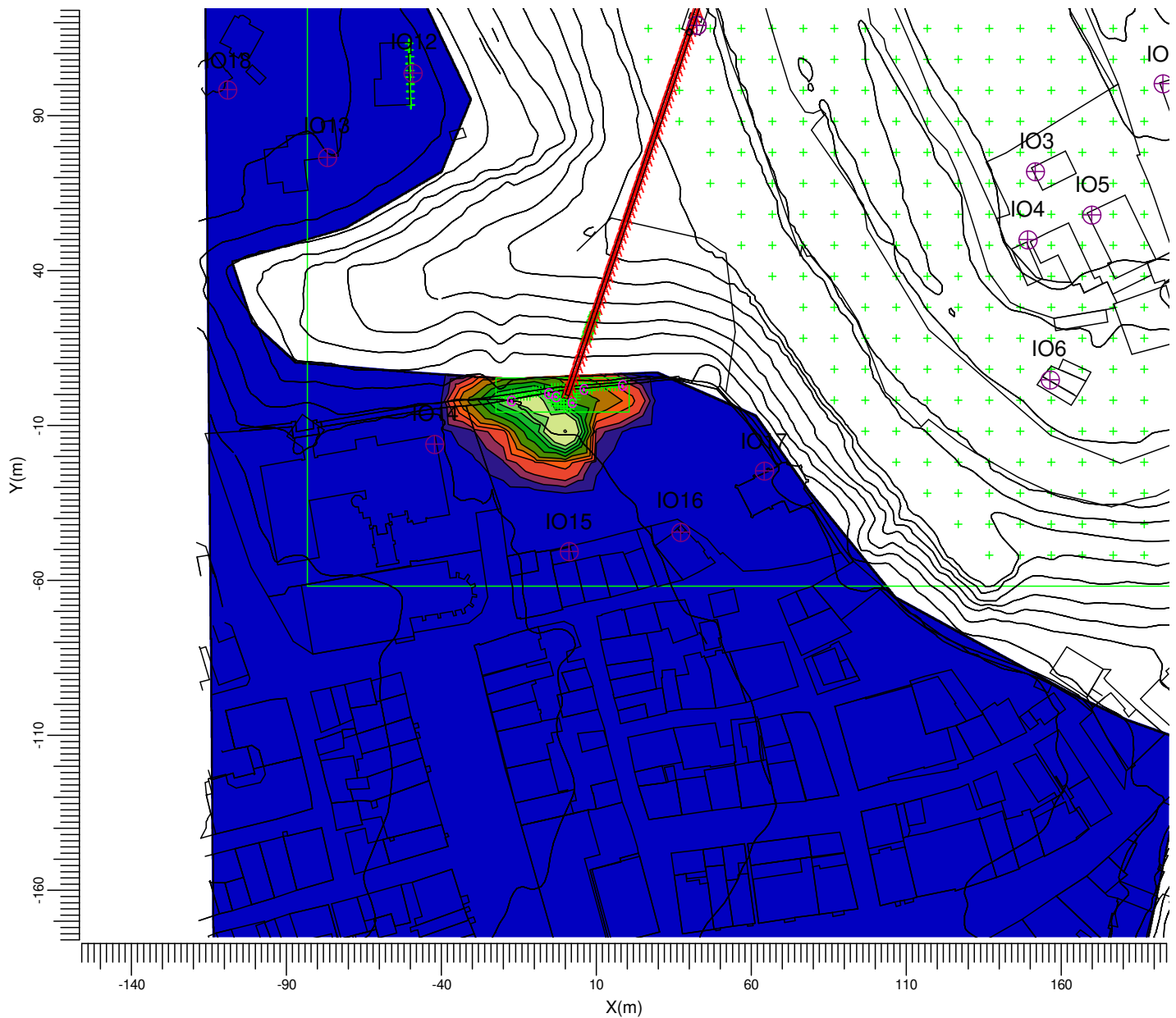
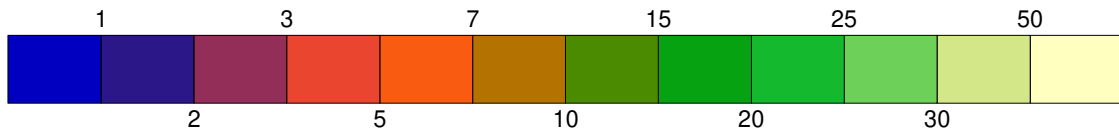
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.28 Stadt Evh4: Isoflächen

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh4 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A LED Handlauf U48 1m asym 24 C Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.26

Minimum
0.00

Maximum
51.60

Min/Mittel (Uo)
0.00

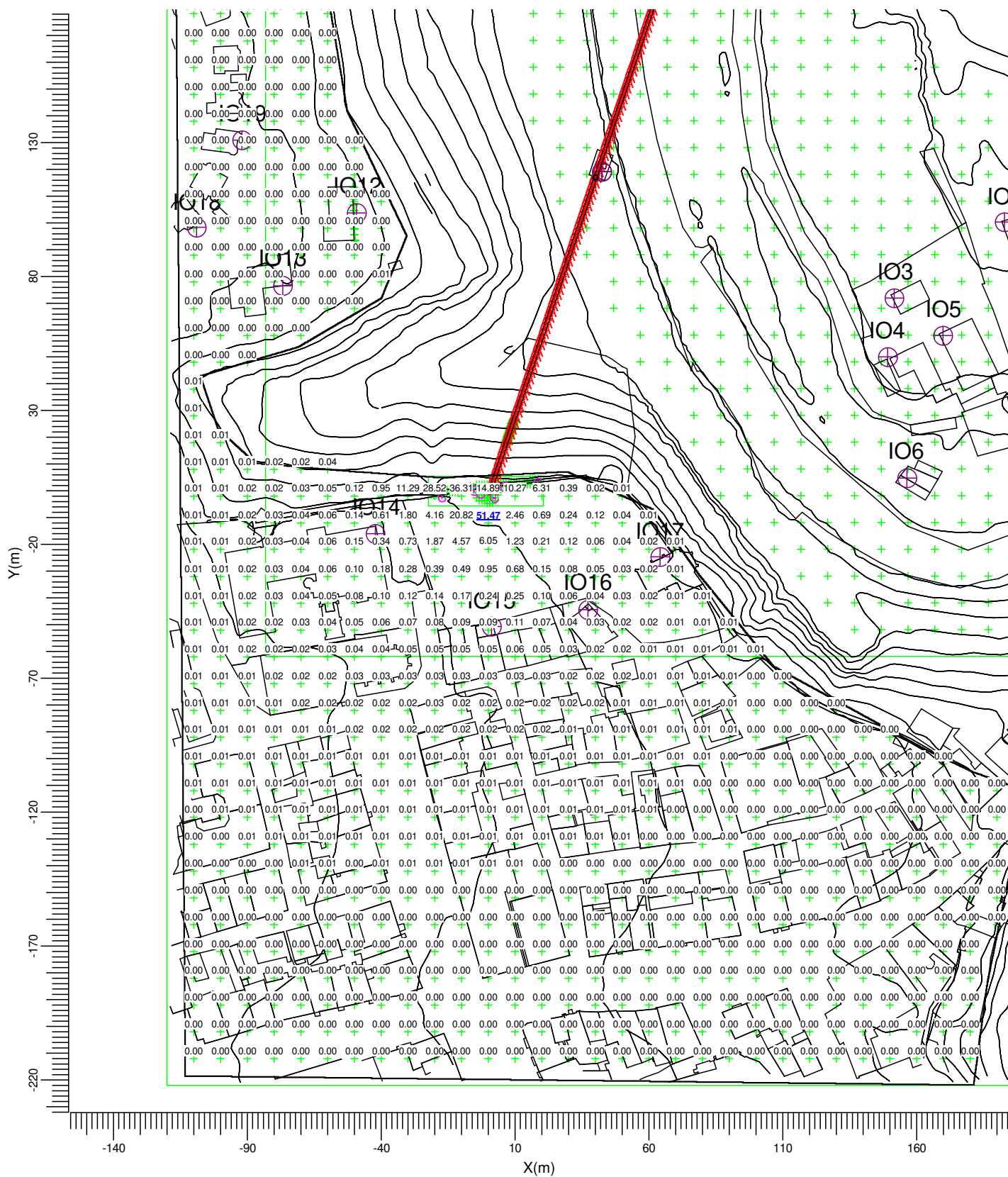
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.29 Stadt Evh5: Tabelle in Graphik

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh5 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.26

Minimum
0.00

Maximum
51.47

Min/Mittel (Uo)
0.00

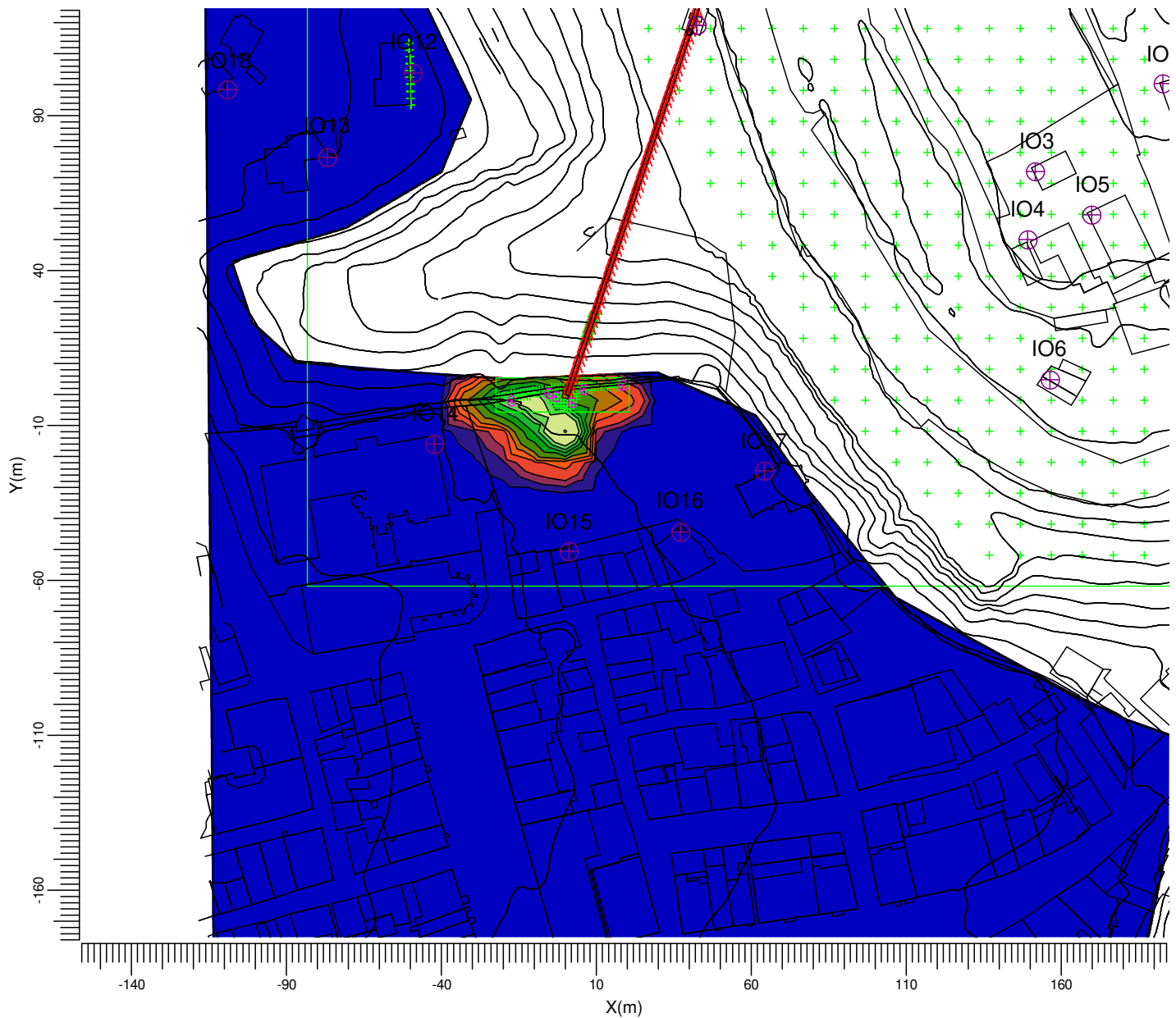
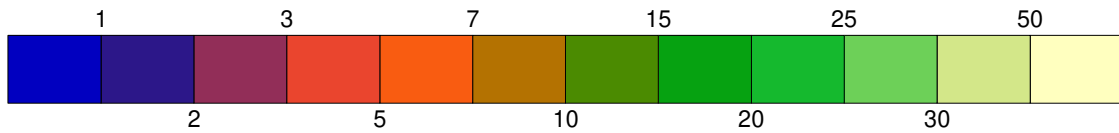
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.30 Stadt Evh5: Isoflächen

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh5 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.26

Minimum
0.00

Maximum
51.47

Min/Mittel (Uo)
0.00

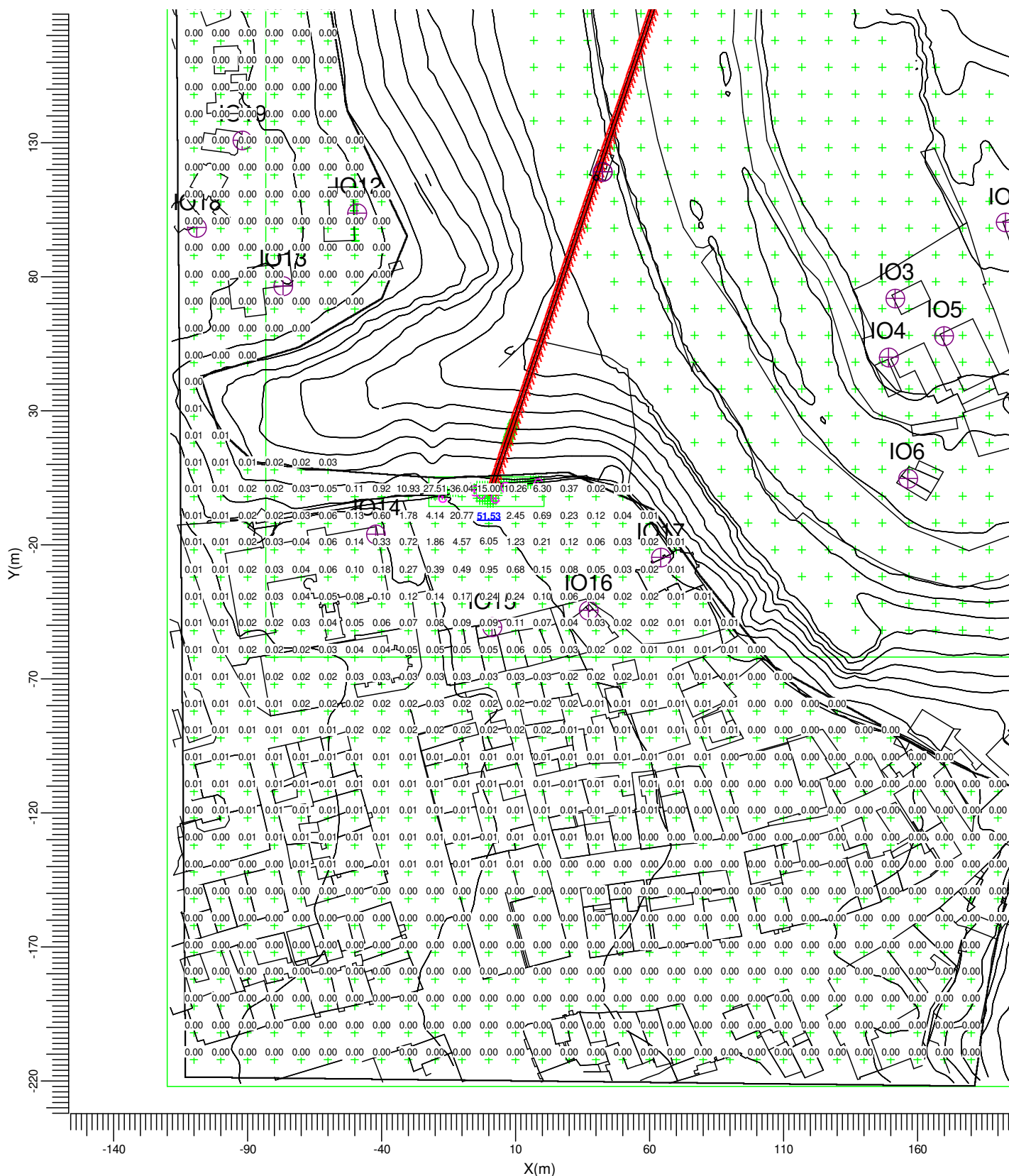
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.31 Stadt Evh6: Tabelle in Graphik

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh6 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.26

Minimum
0.00

Maximum
51.53

Min/Mittel (Uo)
0.00

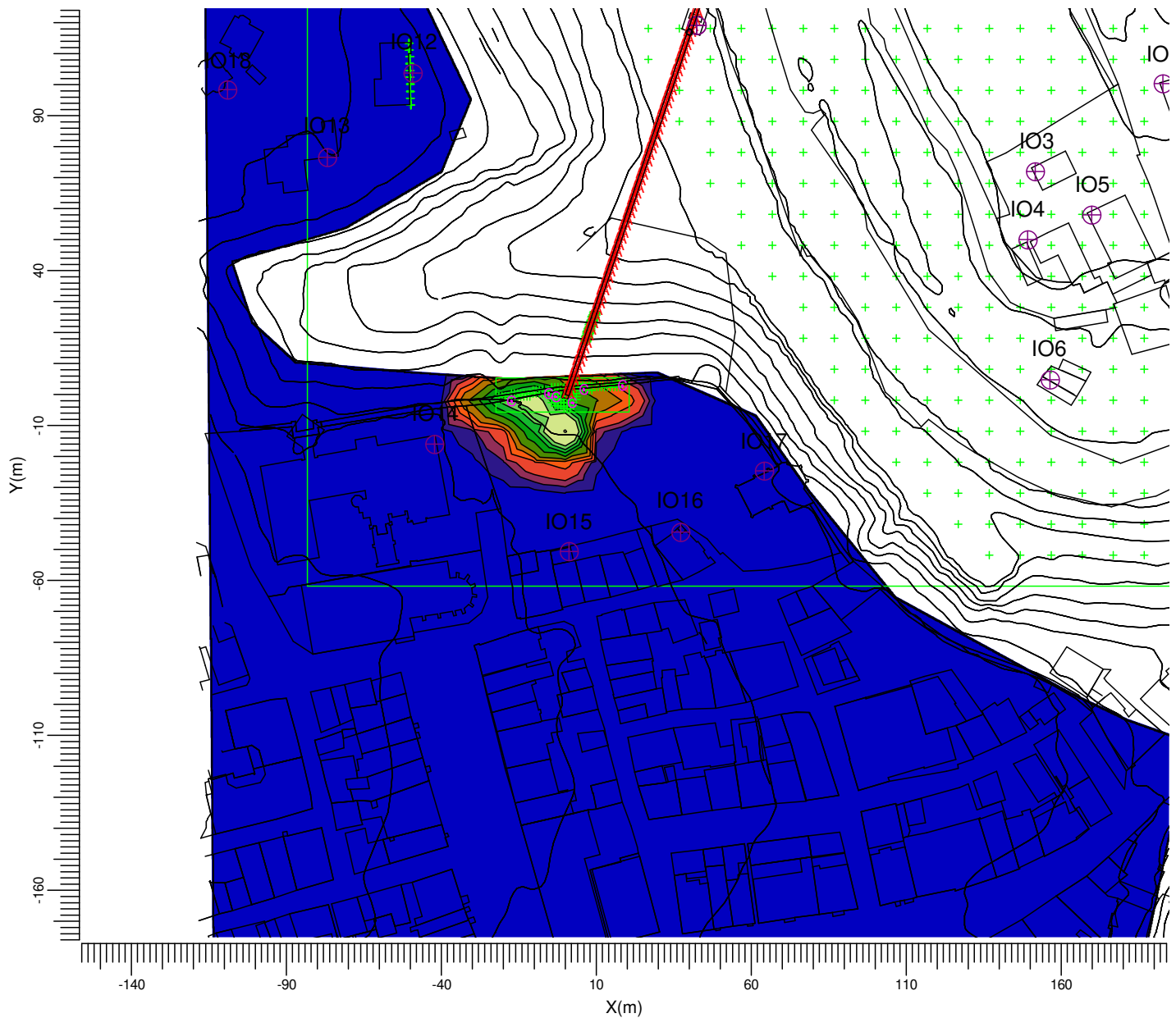
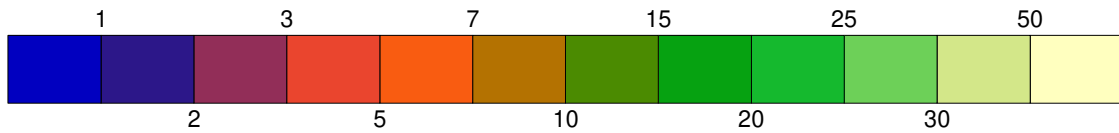
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.32 Stadt Evh6: Isoflächen

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh6 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A LED Handlauf U48 1m asym 24 C Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.26

Minimum
0.00

Maximum
51.53

Min/Mittel (Uo)
0.00

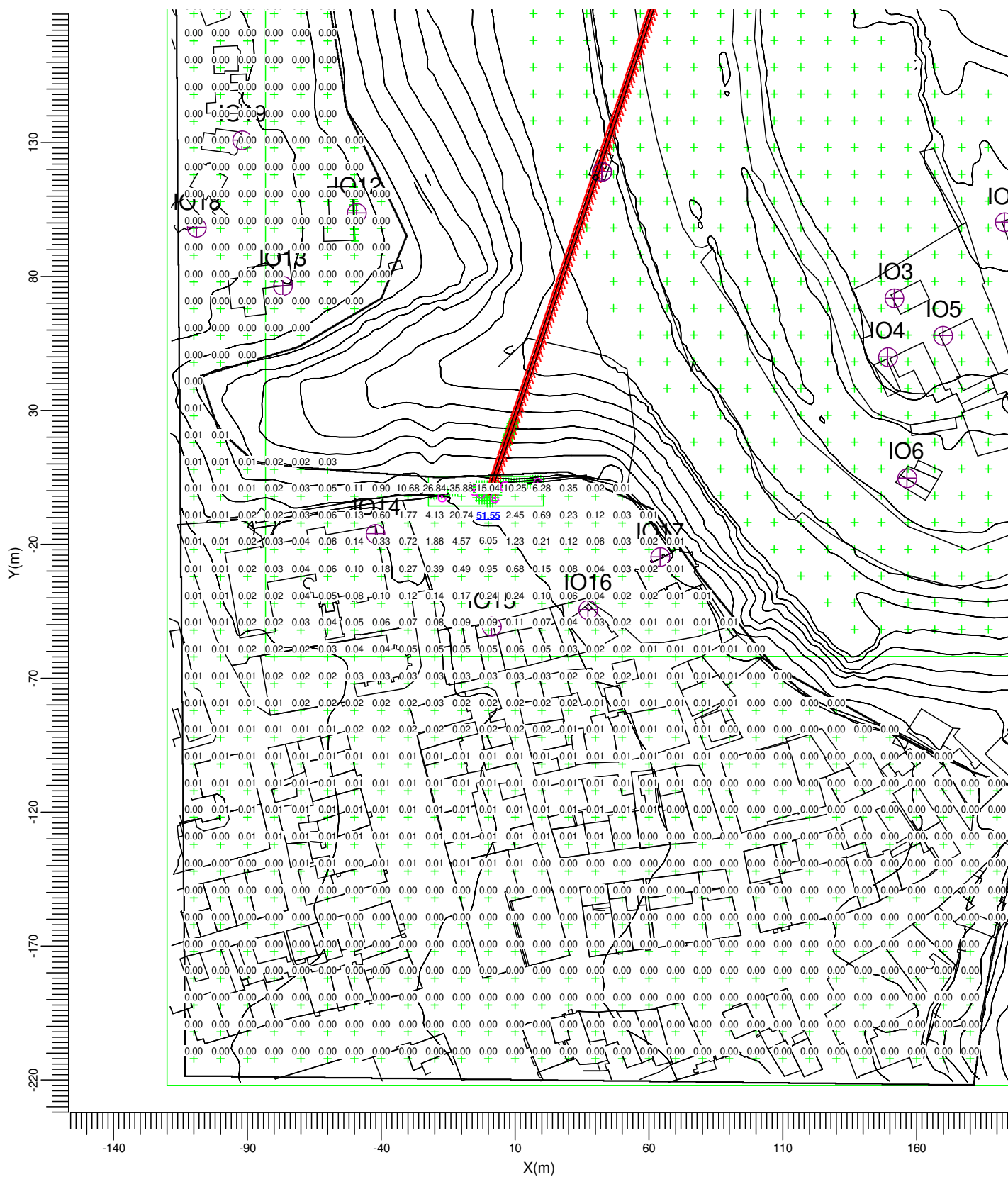
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.33 Stadt Evh7: Tabelle in Graphik

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh7 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A



LED Handlauf U48 1m asym 24

C

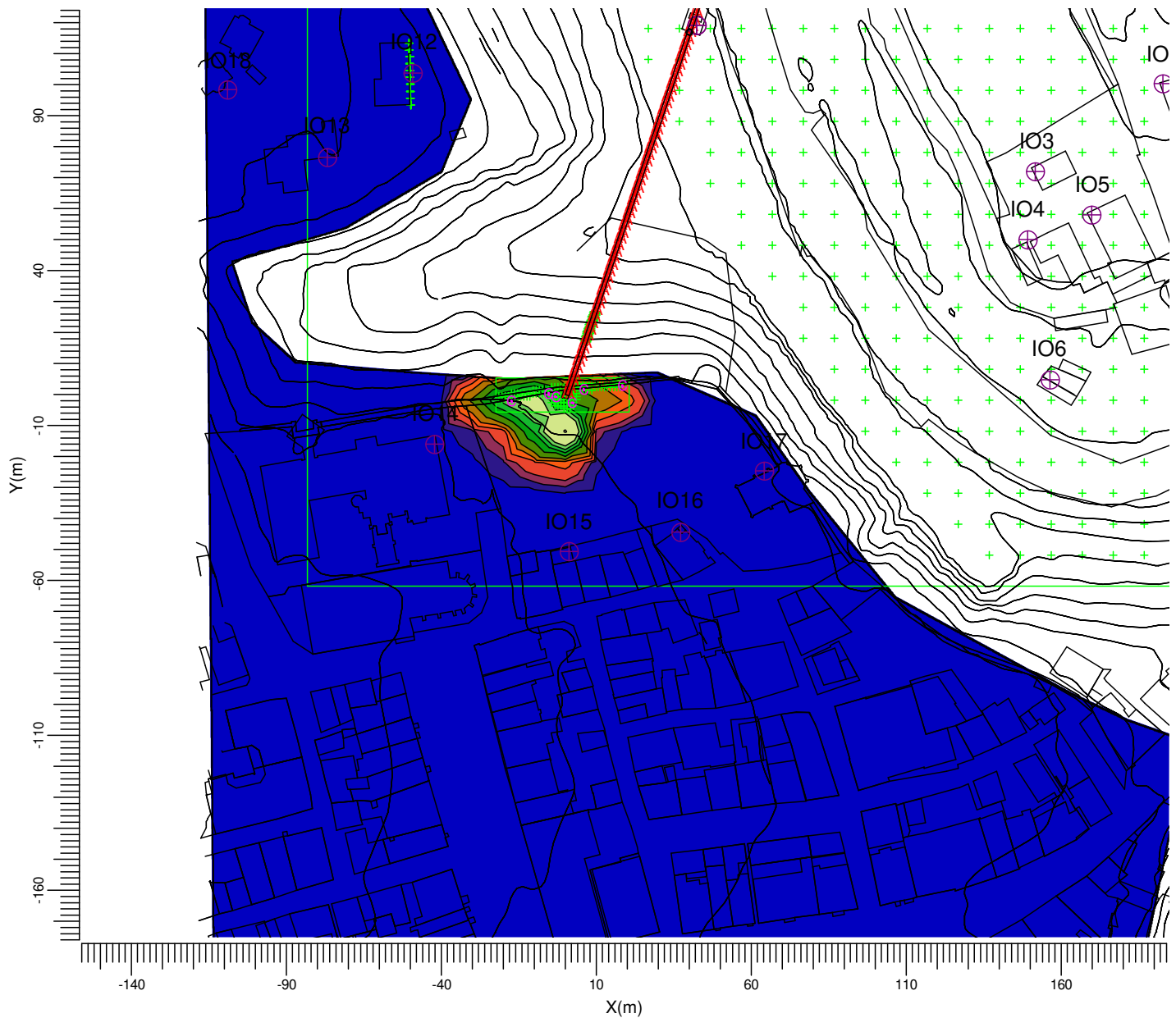
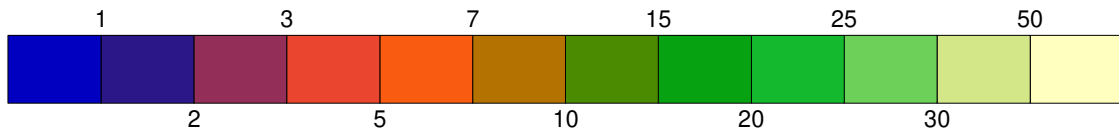


Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.26Minimum
0.00Maximum
51.55Min/Mittel (Uo)
0.00Min/Max (Ud)
0.00Wartungsfaktor
lt ZusammenfassungMaßstab
1:2000

2.34 Stadt Evh7: Isoflächen

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh7 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A LED Handlauf U48 1m asym 24 C Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.26

Minimum
0.00

Maximum
51.55

Min/Mittel (Uo)
0.00

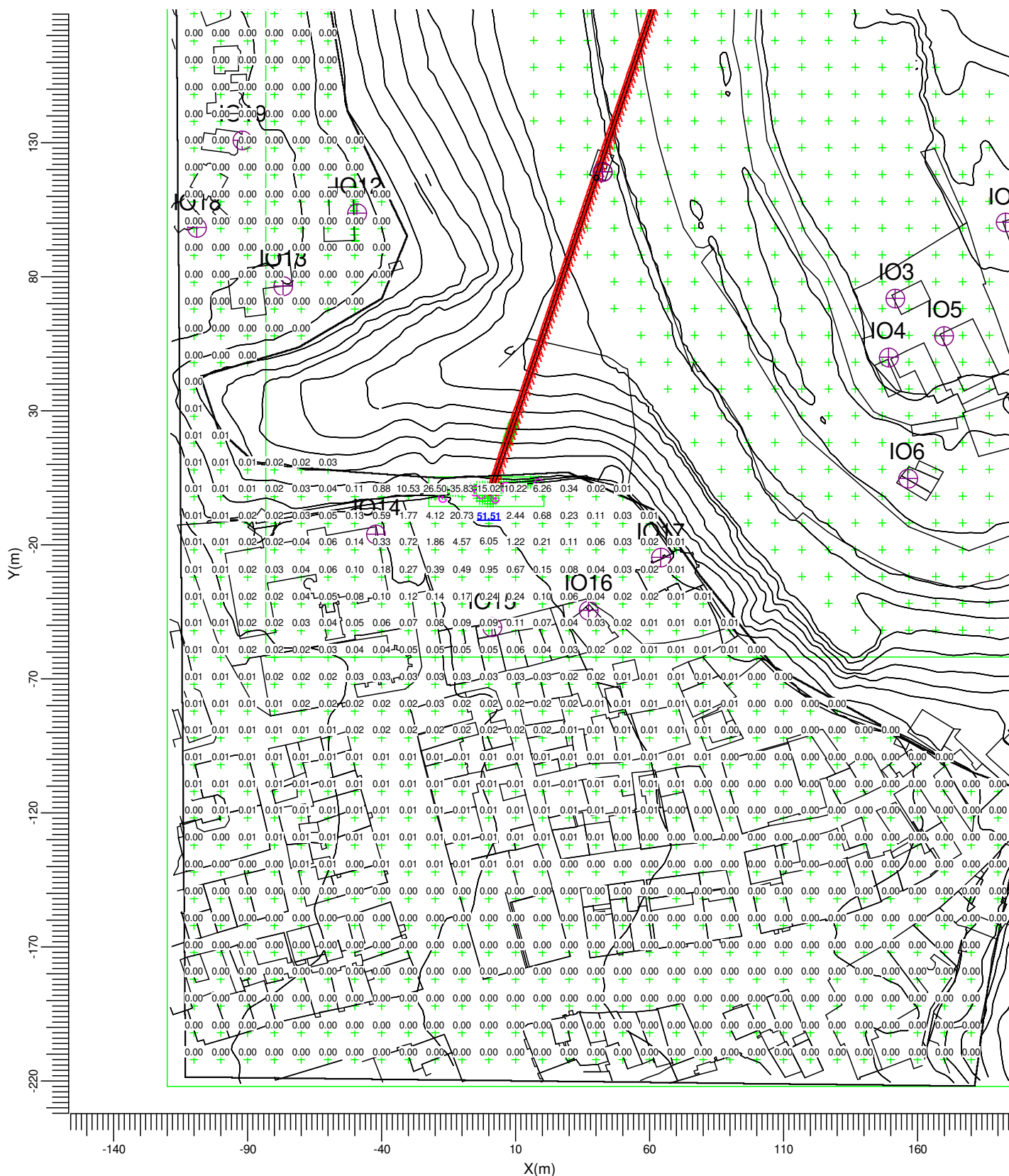
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.35 Stadt Evh8: Tabelle in Graphik

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh8 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.26

Minimum
0.00

Maximum
51.51

Min/Mittel (Uo)
0.00

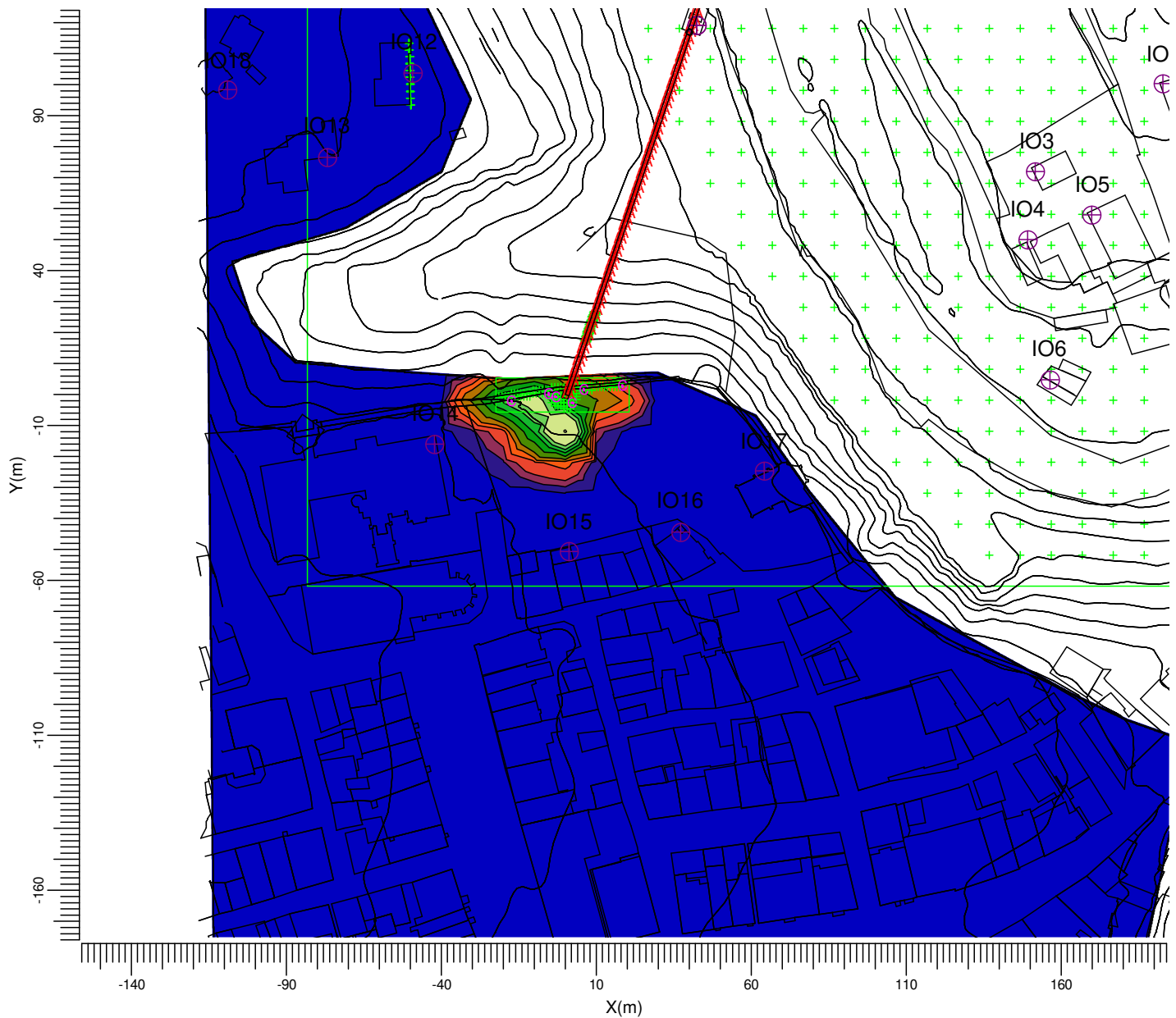
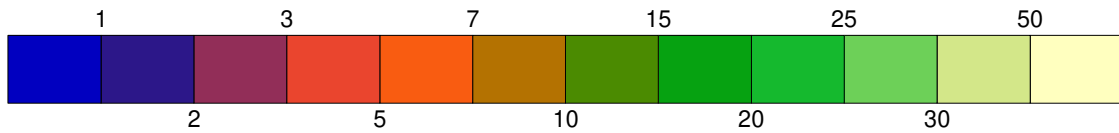
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.36 Stadt Evh8: Isoflächen

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke Richtung Evh8 (lx)
 Höhe über Raster : 0.00 m



A LED Handlauf U48 1m asym 24 C Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.26

Minimum
0.00

Maximum
51.51

Min/Mittel (Uo)
0.00

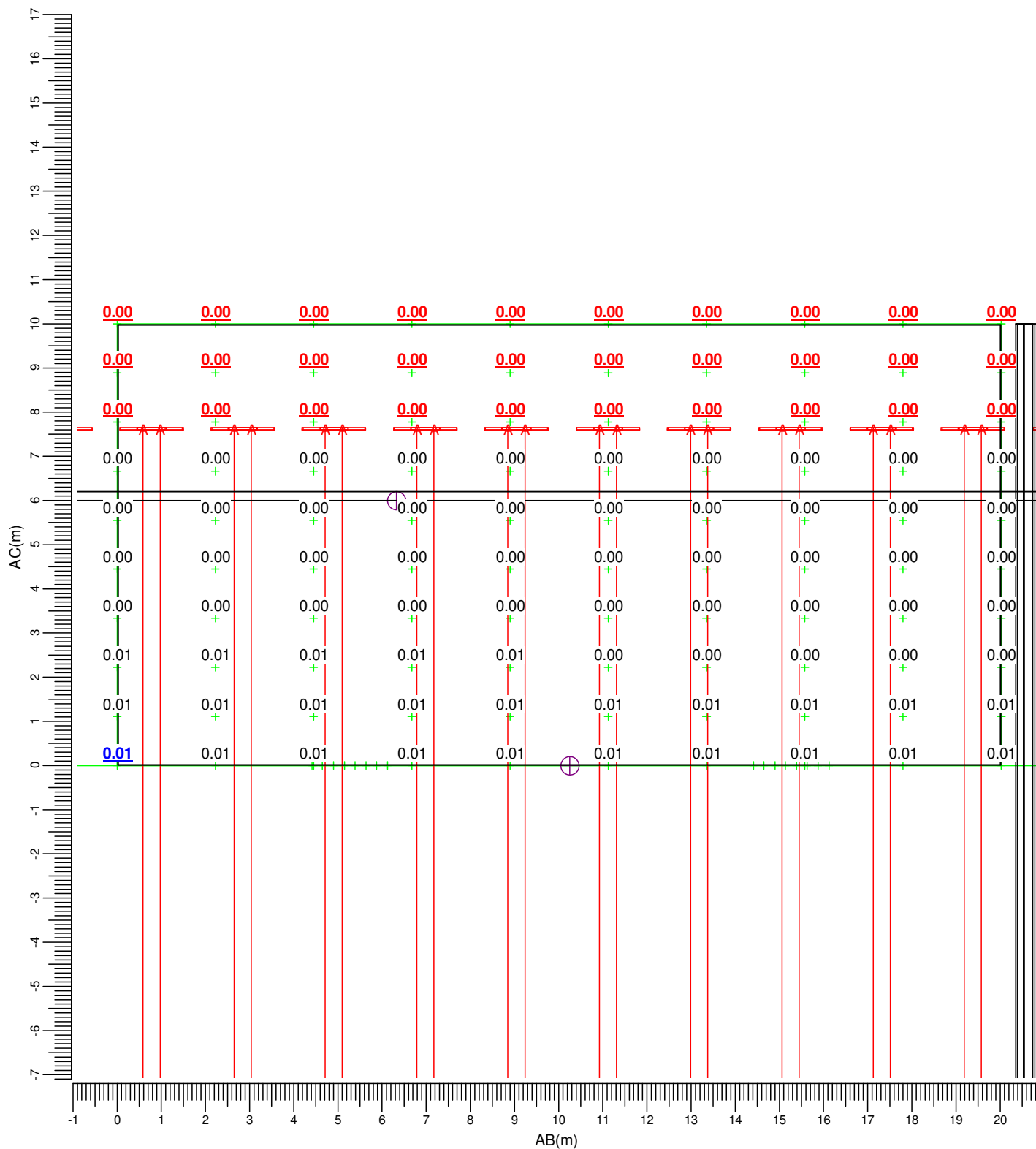
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.37 IO12: Tabelle in Graphik

Raster : IO12
Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)



(-49.89, 93.44, 50.00) C-----D (-50.38, 113.47, 50.00)
(-49.89, 93.44, 40.00) A-----B (-50.38, 113.47, 40.00)

A LED Handlauf U48 1m asym 24 C Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.00

Minimum
0.00

Maximum
0.01

Min/Mittel (Uo)
0.00

Min/Max (Ud)
0.00

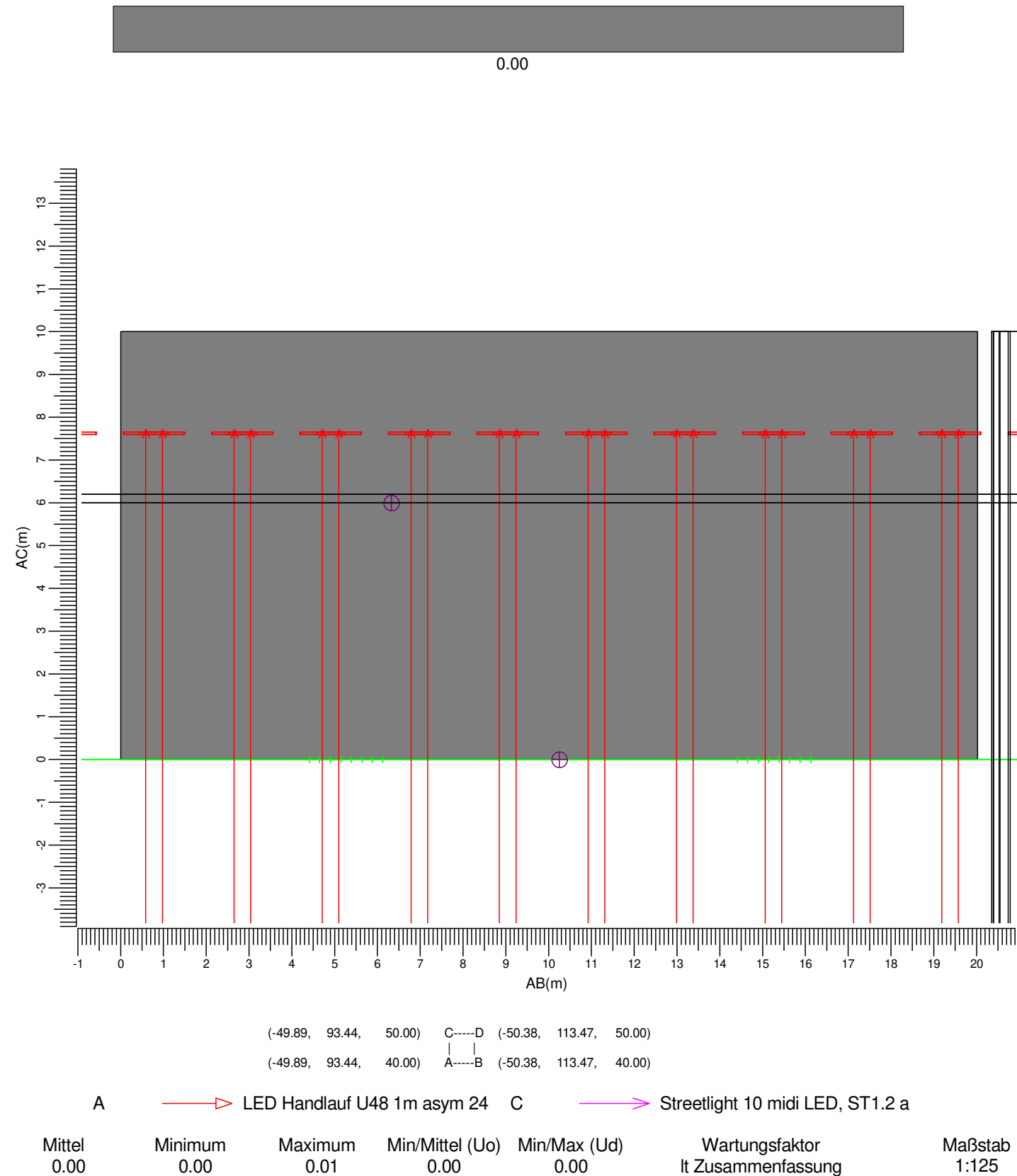
Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:125

2.38 IO12: Isoflächen

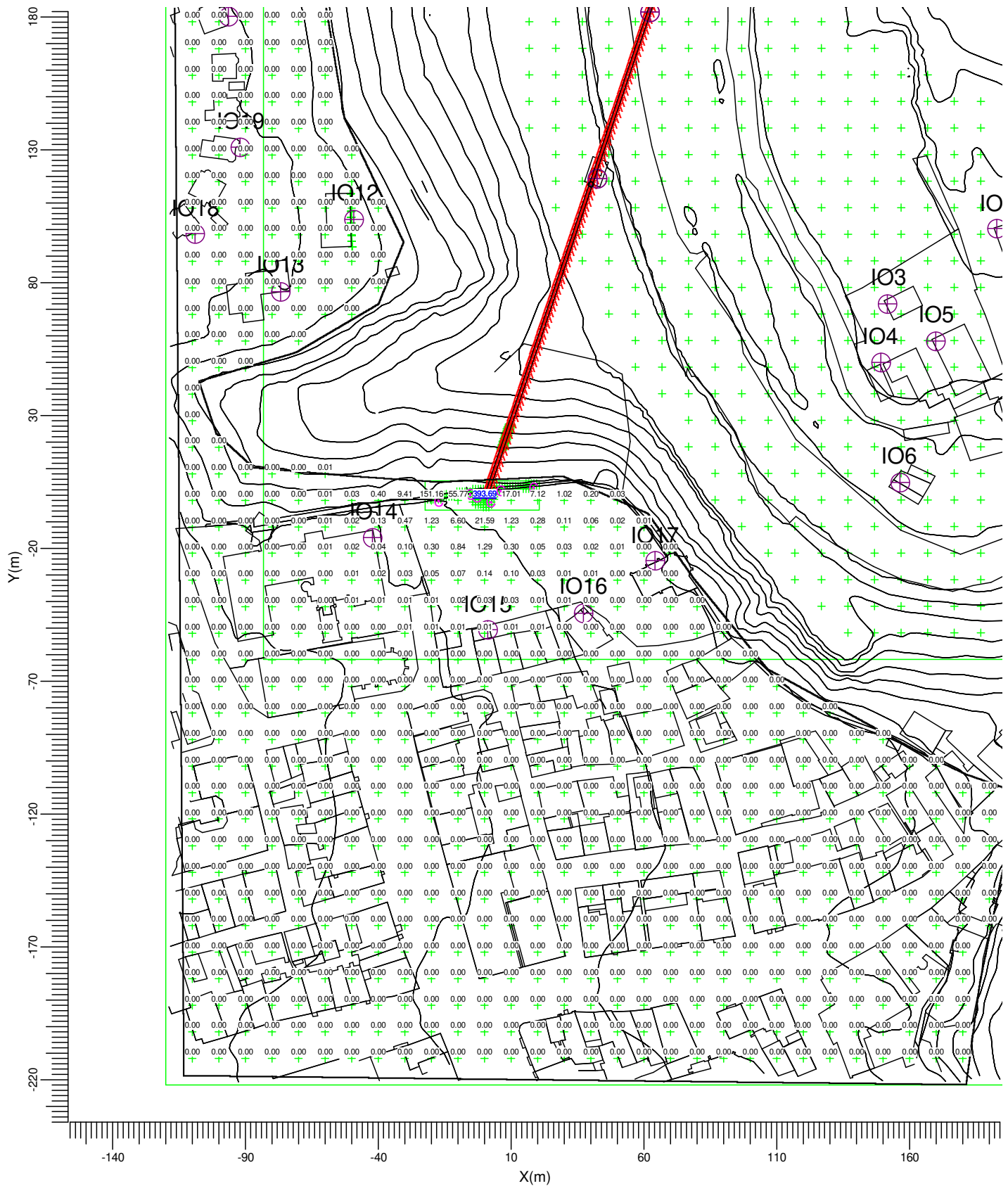
Raster : IO12

Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)



2.39 Stadt: Tabelle in Graphik

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.81

Minimum
0.00

Maximum
393.69

Min/Mittel (Uo)
0.00

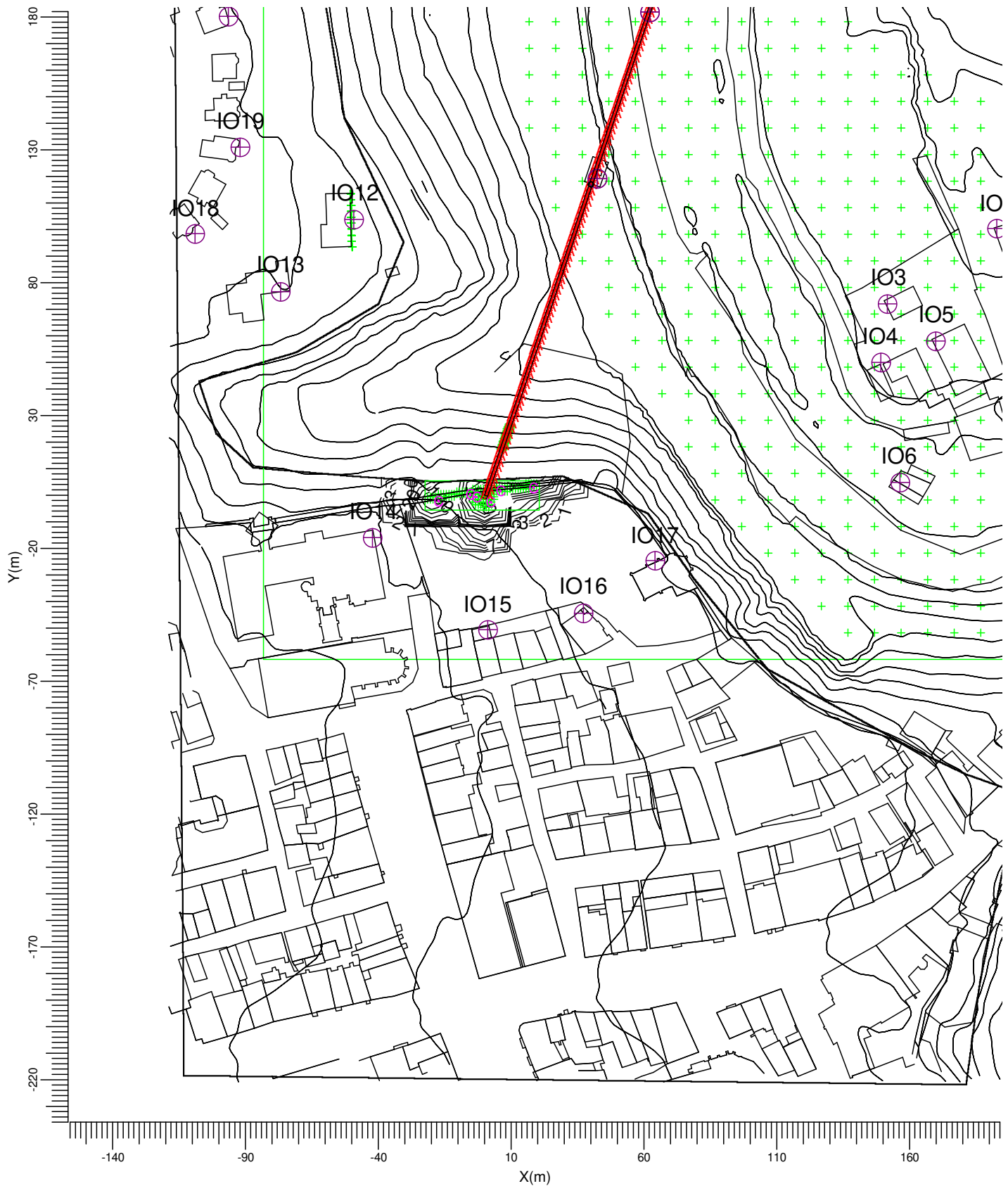
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.40 Stadt: Isolinien

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.81

Minimum
0.00

Maximum
393.69

Min/Mittel (Uo)
0.00

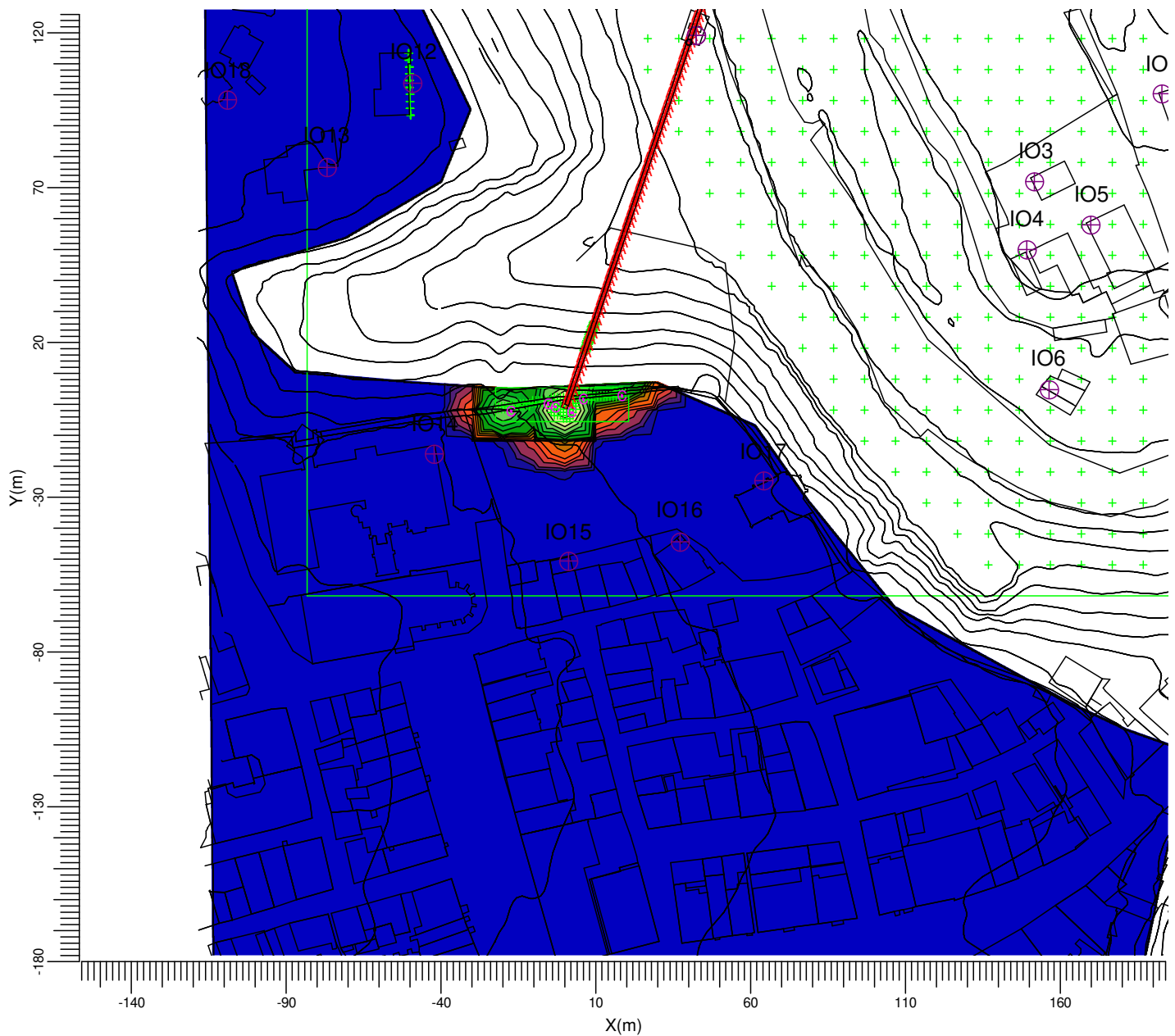
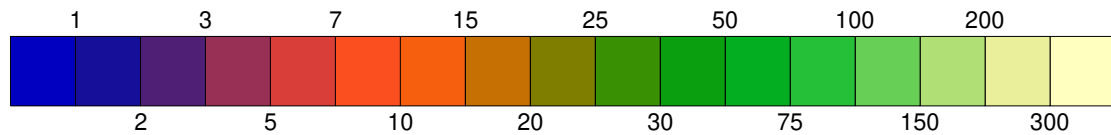
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.41 Stadt: Isoflächen

Raster : Stadt at Z = 40.00 m
Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)



A LED Handlauf U48 1m asym 24 C Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel
0.81

Minimum
0.00

Maximum
393.69

Min/Mittel (Uo)
0.00

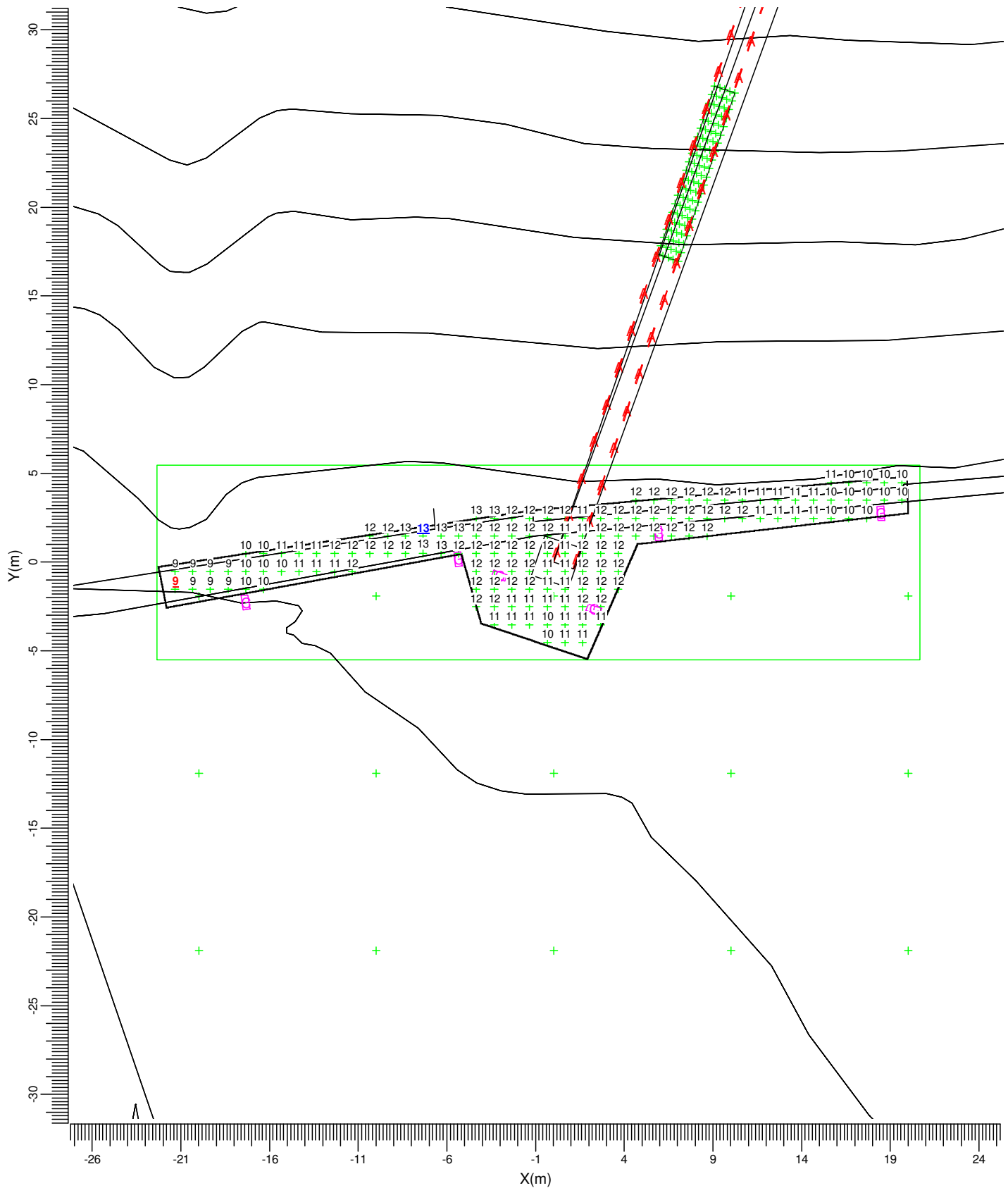
Min/Max (Ud)
0.00

Wartungsfaktor
lt Zusammenfassung

Maßstab
1:2000

2.42 Weg Zugang: Tabelle in Graphik

Raster : Weg Zugang at Z = -0.00 m
Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)

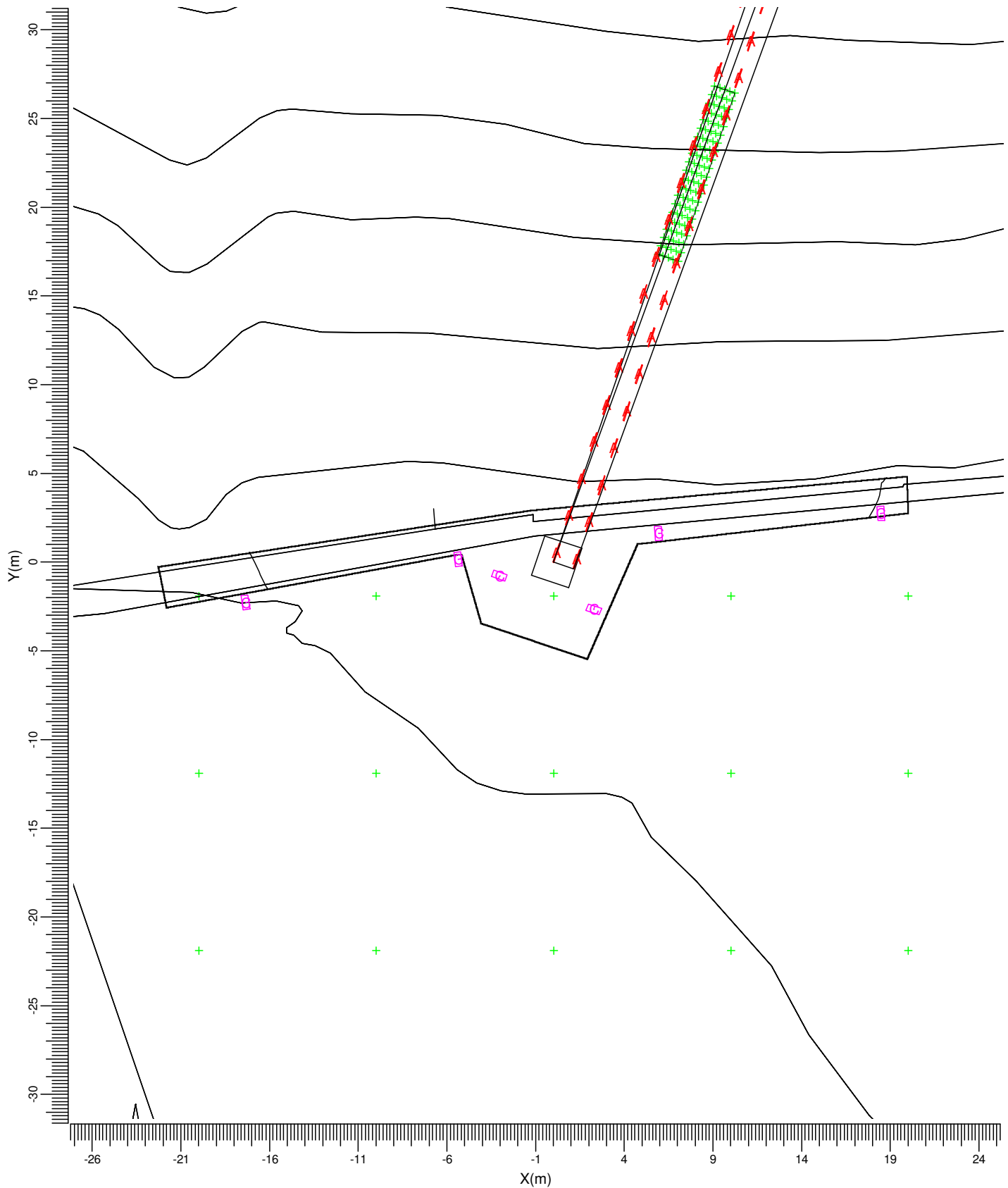


A  LED Handlauf U48 1m asym 24 C  Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Wartungsfaktor lt Zusammenfassung	Maßstab
11.3	8.6	12.6	0.76	0.68		1:300

2.43 Weg Zugang: Isolinien

Raster : Weg Zugang at Z = -0.00 m
Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)

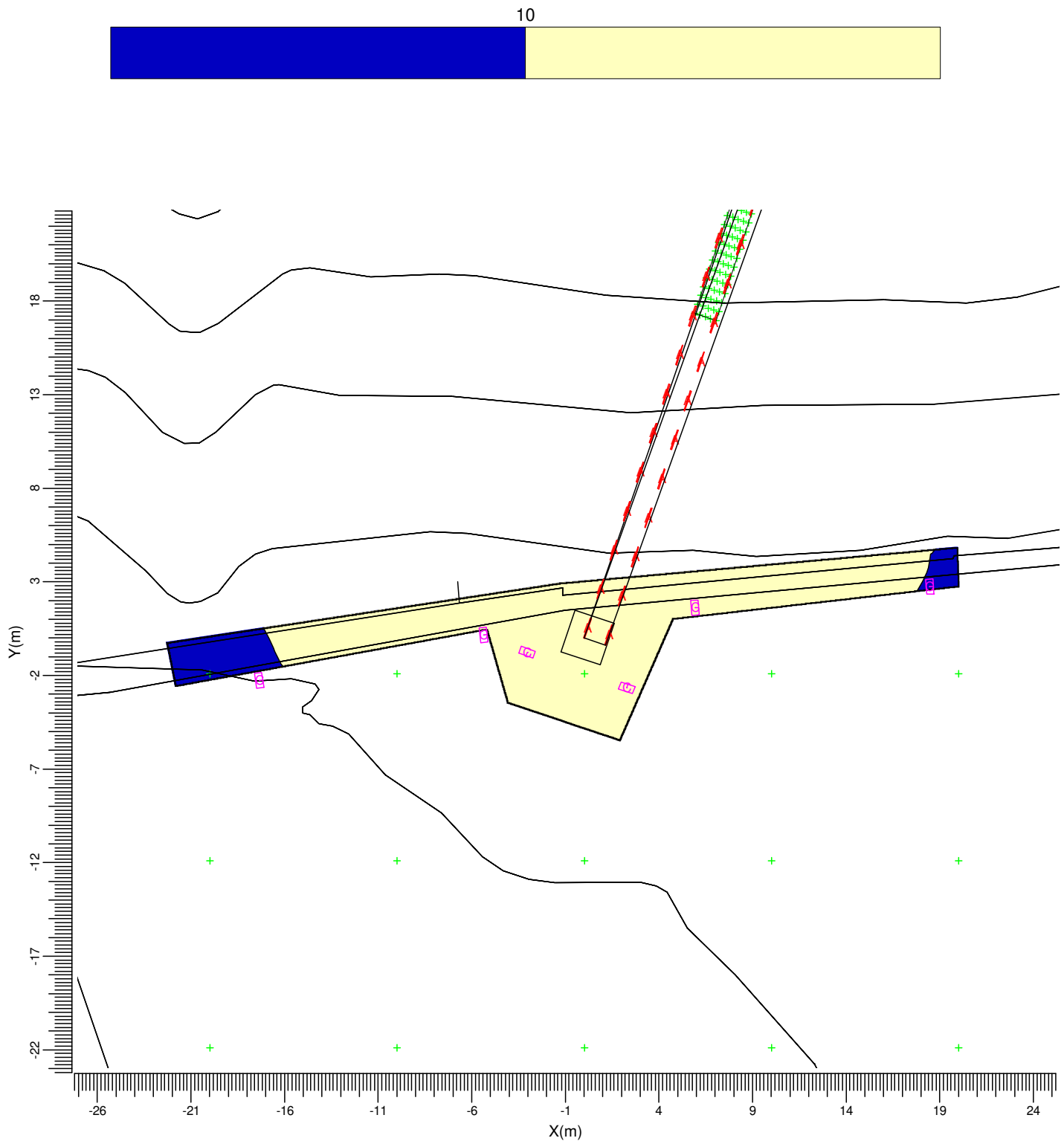


A  LED Handlauf U48 1m asym 24 C  Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Wartungsfaktor	Maßstab
11.3	8.6	12.6	0.76	0.68	lt Zusammenfassung	1:300

2.44 Weg Zugang: Isoflächen

Raster : Weg Zugang at Z = -0.00 m
 Berechnung : Beleuchtungsstärke auf der Fläche (lx)



A — LED Handlauf U48 1m asym 24 C — Streetlight 10 midi LED, ST1.2 a

Mittel	Minimum	Maximum	Min/Mittel (Uo)	Min/Max (Ud)	Wartungsfaktor	Maßstab
11.3	8.6	12.6	0.76	0.68	lt Zusammenfassung	1:300

3. Leuchtendaten

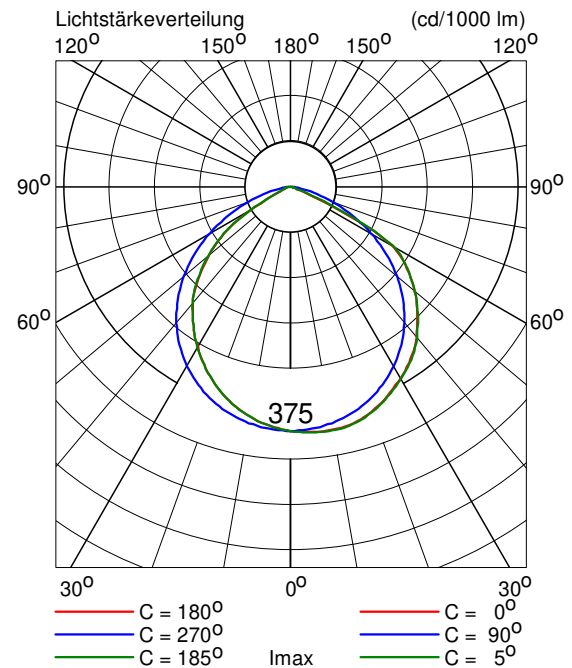
3.1 Projektleuchten

LED Handlauf U48 1m asym 24V 9 1xLED-Stripe single-row ww/30

Leuchtenbetriebswirkungsgrade

unterer Halbraum	: 1.00
oberer Halbraum	: 0.00
Total	: 1.00
Lampenlichtstrom	: 645 lm
Meßprotokollcode	: 20160022-G
Wartungsfaktor Leuchte	: 0.70
Wartungsfaktor Lampe	: 1.00

Anmerkung: Leuchtendaten nicht aus der Standard-Datenbank.



Streetlight 10 midi LED, ST1.2 2xLED 4000K / CRI >= 70/4000

Leuchtenbetriebswirkungsgrade

unterer Halbraum	: 1.00
oberer Halbraum	: 0.00
Total	: 1.00
Lampenlichtstrom	: 7950 lm
Anschlußleistung der Leuchte	: 148.9 W
Meßprotokollcode	: 55780_9482
Wartungsfaktor Leuchte	: 1.00
Wartungsfaktor Lampe	: 1.00

Anmerkung: Leuchtendaten nicht aus der Standard-Datenbank.

