



Lohmeyer

**BEBAUUNGSPLAN 3-87 „FRIEDRICH-
LUDWIG-JAHN-SPORTPARK“ IN BERLIN
IM BEZIRK PANKOW**

- LICHTIMMISSIONSGUTACHTEN -

Auftraggeber:

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen
Abteilung II, Referat II A – Innere Stadt und Hauptstadtangelegenheiten
Fehrbelliner Platz 4
10707 Berlin

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Bochum

M.Sc. Geoinf. S. Deimel-Hernandez
M.Sc. Geogr. A. Spindler

Dr. rer. nat. R. Hagemann

November 2023, überarbeitet im Juni 2024
Projekt 30406-23-09
Berichtsumfang 63 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	3
2	AUFGABENSTELLUNG	5
3	BEWERTUNGSGRUNDLAGEN	6
	3.1 Anforderungen an den Immissionsschutz	6
	3.1.1 Raumaufhellung	6
	3.1.2 Blendung	7
	3.1.3 Flora und Fauna	8
	3.2 Anforderungen an die Sportstättenbeleuchtung.....	9
4	EINGANGSDATEN	11
	4.1 Lage 11	
	4.2 Topographie.....	11
	4.3 Beleuchtung des Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark	13
	4.3.1 Stand der Technik	13
	4.3.2 Vorgaben an die Beleuchtung des Sportparks	13
	4.3.3 Leuchtmittel	14
5	SIMULATIONSRECHNUNGEN ZUR BESTIMMUNG VON LICHTIMMISSIONEN	20
	5.1 Immissionsorte.....	20
	5.2 Rechenmodell.....	21
	5.3 Ermittlung und Bewertung der Raumaufhellung	21
	5.3.1 Trainingsschaltung	22
	5.3.2 Wettkampfschaltung	24
	5.3.3 Hochleistungswettkampfschaltung	26
	5.3.4 Nachtnutzung	26
	5.4 Ermittlung und Bewertung der psychologischen Blendung.....	28
	5.4.1 Trainingsschaltung	28
	5.4.2 Wettkampfschaltung	30
	5.4.3 Hochleistungswettkampfschaltung	32

6	PLANUNGSEMPFEHLUNGEN	33
7	FAZIT	34
8	QUELLEN	37
	8.1 Literatur.....	37
	8.2 Materialien und Unterlagen.....	37
A 1	ANHANG	38
	Darstellung der Leuchten mit Ausrichtung	39
	Ergebnisse der Trainingsschaltung.....	45
	Ergebnisse der Wettkampfschaltung	54
	Ergebnisse mit Blendschutzmaßnahmen am Kleinen Stadion	63

Hinweise:

Der vorliegende Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Namen und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Bebauungsplan 3-87 „Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark“ liegt inmitten des dicht besiedelten Stadtteils Prenzlauer Berg im Bezirk Pankow, angrenzend zum Mauerpark und weist eine Fläche von 18 ha auf. Um den langfristig weiter ansteigenden Nutzungsdruck durch die unterschiedlichen Nutzergruppen begegnen zu können und den Standort im Sinne eines Leuchtturmprojektes für den Inklusionssport zu entwickeln, bedarf es Modernisierung und Neuordnung der Sportstätte. Um die daraus folgende planerische Zielsetzung des Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportparks zum Immissionsschutz, zur verkehrlichen Erschließung sowie zu den ökologischen Zielsetzungen entsprechend einer Gesamtkonzeption zu sichern, ist die Durchführung eines Bebauungsplanverfahrens erforderlich.

Im Rahmen eines Bebauungsplanverfahrens war zur Sicherung der planerischen Zielsetzungen des Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportparks die Erstellung einer lichttechnischen Untersuchung erforderlich. Dabei war für diese Planungen sicherzustellen, dass nach Errichtung der Beleuchtungsanlagen keine Anwohner durch Lichtimmissionen belästigt werden. Zudem war zu prüfen, dass die Sportanlagen eine ausreichende Beleuchtung aufweisen.

Es ist zu beachten, dass der Gesetzgeber bisher keine Regelungen zur Bestimmung der immissionsschutzrechtlichen Erheblichkeitsgrenzen für Lichtimmissionen erlassen hat und die hier angewendete LAI-Lichtimmissionsrichtlinie (2015) lediglich Hinweise und Empfehlungen für die Messung und Beurteilung der Wirkung von Lichtimmissionen gibt. Die im Immissionsschutz zu beurteilenden Lichteinwirkungen bewegen sich im Bereich der Belästigung. Gesundheitliche Schäden am Auge können ausgeschlossen werden.

Zur Bestimmung der Blendwirkungen wurden Simulationsrechnungen durchgeführt, um das Ausmaß potenzieller Blendungen der Beleuchtungsanlage des Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportparks zu beurteilen. Zum Schutz für Insekten und Vögel wurden LED-Lampen mit einer Lichtfarbe von 3000 K gewählt.

Belästigungen durch psychologische Blendungen gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie (2015) durch die Beleuchtung der Sportanlagen können im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung ausgeschlossen werden. An den Leuchten des Kleinen Stadions und des Kunstrasenplatzes auf der Multifunktionshalle ist dafür das Anbringen von Blendklappen erforderlich.

Sowohl bei Betrachtung der Trainingsschaltung (mit 75 lx Beleuchtungsstärke) als auch der Wettkampfschaltung (mit 200 lx Beleuchtungsstärke) des Kleinen Stadions unter gleichzeitiger Beleuchtung aller übrigen Sportanlagen werden die Immissionsrichtwerte für die

Raumaufhellung an den meisten betrachteten Immissionsorten eingehalten. An der Gaudystraße 11 können an den untersuchten Immissionsorten im EG und im 4. OG auch trotz der Herabstufung des Immissionsrichtwerts aufgrund der Rücksichtnahme bei Bestandsanlagen unter Berücksichtigung der untersuchten Blendschutzmaßnahmen und Belästigungen durch Raumaufhellung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie nicht ausgeschlossen werden.

Der Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark soll hauptsächlich als Trainingsort genutzt werden, weshalb geringe Einschaltzeiten bei Wettkämpfen zu erwarten sind. Die Überschreitung des Immissionsrichtwerts der Raumaufhellung in der Gaudystraße 11 kann daher im Hinblick auf die gegenseitige Rücksichtnahme bei historischen Anlagen für die Anwohner für den Untersuchungsfall mit der Wettkampfschaltung als hinnehmbar eingestuft werden. An allen anderen Immissionsorten wird der Richtwert eingehalten.

Bezüglich der Überschreitung des Immissionsrichtwerts der Raumaufhellung in der Gaudystraße 11 für den Untersuchungsfall mit der Trainingsschaltung ist anzumerken, dass die Annahme einer gleichzeitigen Beleuchtung aller Sportanlagen ein konservatives Szenario darstellt. Realistisch ist, dass nicht alle Sportanlagen gleichzeitig beleuchtet werden und sich die Raumaufhellung der umliegenden Wohnbebauung dadurch verringert.

Potenzielle Raumaufhellungen durch eine Hochleistungswettkampfschaltung des Kleinen Stadions stellen seltene Ereignisse dar und sind damit für die Anwohner als hinnehmbar einzustufen.

Belästigungen der umliegenden Wohnbebauung durch eine potenzielle Nachtnutzung des Großen Stadions sind aufgrund der abschirmenden Wirkung des Stadions ausgeschlossen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass zur Reduzierung der Blendungswirkungen, im Bebauungsplan Blendklappen als Schutzmaßnahme festgesetzt werden sollten.

2 AUFGABENSTELLUNG

Das Plangebiet „Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark“ mit einer Fläche von 18 ha liegt inmitten des dicht besiedelten Stadtteils Prenzlauer Berg im Bezirk Pankow, angrenzend zum Mauerpark, und ist als drittgrößte Sportstätte Berlins ein wichtiger Bestandteil der Berliner Sportlandschaft und darüber hinaus von nationaler und internationaler Bedeutung. Bereits heute verzeichnet die Sportstätte eine weit überdurchschnittliche Auslastung für vielfältige sportliche und kulturelle Nutzergruppen gegenüber anderen Berliner Sportanlagen. Gleichwohl weist der Sportpark und insbesondere das Stadion erhebliche funktionale und sicherheitsbezogene Schwächen auf. Um den langfristig weiter ansteigenden Nutzungsdruck durch die unterschiedlichen Nutzergruppen begegnen zu können und den Standort im Sinne eines Leuchtturmprojektes für den Inklusionssport zu entwickeln, bedarf es einer Modernisierung und Neuordnung der Sportstätte. Auch das Große Stadion soll entsprechend der funktionalen Ansprüche und Sicherheitsstandards neugestaltet werden. Darüber hinaus ist ein Ziel, die Sportmetropole Berlin für den Inklusionssport zu stärken und hierfür den Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark weiter auszubauen.

Um die Entwicklung des Standortes anhand der unterschiedlichen Nutzerinteressen zu gestalten, bedarf es einer integrierten Gesamtbetrachtung. Grundlage hierfür ist die durch die Senatsverwaltung für Inneres, Digitales und Sport erarbeitete Machbarkeitsstudie von 2014, welche im Jahr 2021 im Rahmen eines partizipativen Verfahrens aktualisiert wurde.

Auf Grundlage der Machbarkeitsstudie fand im Sommer 2021 ein umfangreiches städtebauliches Werkstattverfahren mit der Stadtgesellschaft, den Anwohnenden und insbesondere den derzeitigen Nutzergruppen durch die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen statt. Darauf aufbauend wurde ein offener zweiphasiger hochbaulicher und städtebaulich-freiraumplanerischer Realisierungswettbewerb für das große Stadion und den zukünftigen Inklusionssportpark durchgeführt. Um die daraus folgende planerische Zielsetzung des Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportparks zum Immissionsschutz, zur verkehrlichen Erschließung sowie zu den ökologischen Zielsetzungen entsprechend einer Gesamtkonzeption zu sichern, ist die Durchführung eines Bebauungsplanverfahrens erforderlich.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist zur Sicherung der planerischen Zielsetzungen des Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportparks die Erstellung einer lichttechnischen Untersuchung erforderlich. Dabei ist für diese Planungen sicherzustellen, dass nach Errichtung der Beleuchtungsanlagen keine Anwohner durch Lichtimmissionen belästigt werden. Zudem ist zu prüfen, dass die Sportanlagen nach der DIN EN 12193 eine ausreichende Beleuchtung aufweisen.

3 BEWERTUNGSGRUNDLAGEN

3.1 Anforderungen an den Immissionsschutz

Lichtimmissionen gehören nach dem BImSchG zu den schädlichen Umwelteinwirkungen, wenn sie nach Art, Ausmaß und Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile und/oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen. Unter Lichtimmissionen versteht man die Blendwirkungen, die von direkten Lichtquellen, z. B. Sonne, Leuchtreklamen oder Autoscheinwerfer, oder indirekten Lichtquellen wie z. B. Reflexionen an Glasfassaden oder PV-Anlagen verursacht werden.

Zur Einschätzung der Belästigungswirkung kann die aktuelle LAI-Lichtimmissionsrichtlinie (LAI, 2015) herangezogen werden, soweit es sich um Anlagen oder Bestandteile von Anlagen im Sinne des §3 Abs. 5 BImSchG (2014) handelt (z. B. Scheinwerfer zur Beleuchtung von Sportstätten, von Verladeplätzen und für Anstrahlungen sowie Lichtreklamen).

Als immissionsschutzrechtlich relevante Immissionsorte sind nach der LAI-Lichtimmissionsrichtlinie Wohnräume, Schlafräume, Unterrichtsräume, Büro- und Arbeitsräume zu betrachten. An Gebäude anschließende Außenflächen (z. B. Außenterrassen und Balkone) sind schutzwürdigen Räumen gleichzusetzen.

Straßenräume werden in der Lichtimmissionsrichtlinie nicht als maßgebliche Immissionsorte genannt, sodass für diese keine konkrete Bewertungsgrundlage vorliegt.

Lichtimmissionen können sich für die Betroffenen in Form einer Raumaufhellung oder durch eine direkte Blendung bemerkbar machen.

3.1.1 Raumaufhellung

Unter Raumaufhellung versteht man eine Aufhellung des Wohnbereiches, insbesondere des Schlafzimmers, aber auch des Wohnzimmers, der Terrasse oder des Balkons, die zu einer eingeschränkten Nutzung dieser Wohnbereiche führt. Die Aufhellung wird durch die mittlere Beleuchtungsstärke E_F beschrieben. Die **Tab. 3.1** umfasst die Immissionsrichtwerte der mittleren Beleuchtungsstärke E_F , die nach LAI (2015) während der Dunkelstunden nicht überschritten werden sollen. Hiervon ausgenommen sind öffentliche Straßenbeleuchtungsanlagen. Die angegebenen Werte beziehen sich auf zeitlich konstantes Licht und weißes oder annähernd weißes Licht, das mehrmals in der Woche jeweils länger als eine Stunde eingeschaltet ist. Bei Beleuchtungsanlagen mit veränderbaren Betriebszuständen ist der Beleuchtungszustand mit der maximalen Beleuchtungsstärke zu bewerten.

Immissionsort (Einwirkungsort) Gebietsart nach § BauNVO (BauNVO, 1993)	Mittlere Beleuchtungsstärke in E_F in lx	
	06 Uhr bis 22 Uhr	22 Uhr bis 06 Uhr
1 Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	1	1
2 Reine Wohngebiete. Allgemeine Wohngebiete, besondere Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete, Erholungsgebiete	3	1
3 Dorfgebiete, Mischgebiete	5	1
4 Kerngebiete, Gewerbegebiete, Industriegebiete	15	5

Tab. 3.1: Immissionsrichtwerte der mittleren Beleuchtungsstärke E_F in der Fensterebene von Wohnungen bzw. bei Balkonen oder Terrassen auf den Begrenzungsflächen für die Wohnnutzung

3.1.2 Blendung

Im Allgemeinen stellt eine Blendung eine vorübergehende Funktionsstörung des Auges dar, durch die man gehindert wird, Dinge zu erkennen, die man sehen muss oder sehen will (ARGE, 2007). Voraussetzung ist, dass der Betrachter unmittelbar in die Blendlichtquelle blickt. Dabei wird zwischen einer physiologischen und einer psychologischen Blendung unterschieden. Während die physiologische Blendung, die die Minderung des Sehvermögens durch Streulicht im Glaskörper des Auges beschreibt, bei den üblichen Immissionssituationen nicht auftritt, werden die Anwohner häufig durch die psychologische Blendung belästigt. Daher bezieht sich das Berechnungsverfahren der LAI-Richtlinie nur auf die psychologische Blendung.

Störwirkungen durch Blendungen, die durch starke Lichtquellen in der Nachbarschaft verursacht werden, sind auch dann möglich, wenn aufgrund großer Entfernungen der Lichtquellen keine übermäßige Aufhellung erzeugt wird. Die Belästigung entsteht durch die ständige und ungewollte Ablenkung der Blickrichtung zur Lichtquelle hin, die bei einem großen Unterschied der Leuchtdichte der Lichtquelle zur Umgebungsleuchtdichte die ständige Adaptation des Auges auslöst. Für die Störwirkung sind die mittlere Leuchtdichte der Lichtquelle L , die Umgebungsleuchtdichte L_U und der Raumwinkel der Blendlichtquelle Ω_S (vom Betroffenen aus) maßgebend; der Raumwinkel ergibt sich aus der Lichtaustrittsfläche der Lichtquelle, der Orientierung zum Beobachter und der Entfernung zwischen Beobachter und Lichtquelle.

Gemäß den Vorgaben der Licht-Richtlinie (2015) wird die maximal tolerable mittlere Leuchtdichte \bar{L}_{max} einer Blendlichtquelle unter Berücksichtigung eines sogenannten Proportionalitätsfaktors k wie folgt berechnet:

$$\bar{I}_{max} = k \sqrt{\frac{L_U}{\Omega_S}}$$

In Siedlungs- und Mischgebieten erreicht die Umgebungsleuchtdichte typischerweise Werte zwischen 0.5 cd/m² und 2.0 cd/m². Da die maßgebende Leuchtdichte L_U der Umgebung der Blendlichtquelle nicht aus Messungen ermittelt wurde, wurde für eine konservative Berechnung $L_U = 0.5 \text{ cd/m}^2$ angenommen.

Nach LAI-Richtlinie (LAI, 2015) soll der Proportionalitätsfaktor k nicht den Immissionsrichtwert gemäß **Tab. 3.2** überschreiten.

Immissionsort (Einwirkungsort) Gebietsart nach § BauNVO (BauNVO, 1993)	Proportionalitätsfaktor k		
	06:00 – 20:00	20:00 – 22:00	22:00 – 06:00
1 Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	32	32	32
2 Reine Wohngebiete. Allgemeine Wohngebiete, besondere Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete, Erholungsgebiete	96	64	32
3 Dorfgebiete, Mischgebiete	160	160	32
4 Kerngebiete, Gewerbegebiete, Industriegebiete	-	-	160

Tab. 3.2: Immissionsrichtwerte k zur Festlegung der maximal zulässigen Blendung durch technische Lichtquellen während der Dunkelstunden

3.1.3 Flora und Fauna

Neben dem Schutz des Menschen ist es ebenfalls Ziel des Gesetzes, Tiere und Pflanzen vor schädlichen Umwelteinflüssen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.

Im Anhang 1 der LAI-Lichtimmissionsrichtlinie werden Hinweise über die schädliche Einwirkung von Beleuchtungsanlagen auf Tiere – insbesondere auf Vögel und Insekten – und Vorschläge zu deren Minderung beschrieben. Optische Strahlung wird von Insekten und Tieren spektral anders bewertet als vom Menschen. Die Anlockwirkung von künstlichen Lichtquellen führt zu einem erhöhten Sterben von Insekten und Vögeln. Untersuchungen haben ergeben, dass Lichtquellen mit hohen Anteilen im kurzwelligen blauen und ultra-violetten Spektralbereich eine sehr viel größere Anlockwirkung haben als Leuchtmittel mit überwiegend langwelliger Strahlung (wie z. B. LED). Das warm- und neutralweiße LED-Licht lockte bei Tests vergleichsweise wenige Insekten an (Eisenbeis, 2011).

Um unerwünschte Wirkungen auf Insekten zu vermeiden oder zu minimieren, sind nach der LAI – mit unterschiedlicher Wirksamkeit – die folgenden Maßnahmen geeignet:

- Vermeidung heller, weitreichender künstlicher Lichtquellen in der freien Landschaft
- Lichtlenkung ausschließlich in die Bereiche, die künstlich beleuchtet werden müssen
- Wahl von Lichtquellen mit langwelliger Strahlung und warm- und neutralweißer Lichtfarbe
- Verwendung von vollständig geschlossenen staubdichten Leuchten
- Begrenzung der Betriebsdauer auf die notwendige Zeit

Diese Maßnahmen sind auch für den Schutz von Vögeln geeignet. Zusätzlich eignen sich im Hinblick auf den Schutz von Vögeln folgende weitere Maßnahmen:

- Vermeidung der Beleuchtung von Schlaf- und Brutplätzen
- Schwache Beleuchtung von Strukturen (z.B. an Leucht- oder Funktürmen), damit diese zur Vermeidung von Kollisionen für Vögel sichtbar werden
- Abschaltung von sog. Skybeamern zu Zeiten des Vogelzuges (15. Februar bis 31. Mai und 1. August bis 30. November)

3.2 Anforderungen an die Sportstättenbeleuchtung

Die Beleuchtung der Sportstätten für Innen- und Außenanlagen in Europa wird in der DIN EN 12193 (2019-07) „Licht und Beleuchtung – Sportstättenbeleuchtung“ festgelegt, um gute Sehbedingungen für Sportler, Athleten, Schiedsrichter, Zuschauer sowie Fernseh- und Filmaufnahmen zu ermöglichen. Die Richtlinie enthält Mindestanforderungen für die Beleuchtungsstärken, Gleichmäßigkeit, Blendungsbegrenzung und Farbeigenschaften der Lichtquellen für verschiedenste Sportarten. Sie beschreibt Empfehlungen und Anforderungen für eine gute Beleuchtung im Hinblick auf die Optimierung der visuellen Informationsaufnahme während des Sportereignisses, die Aufrechterhaltung der Sehleistung, das Erreichen akzeptabler Sehbedingungen und die Begrenzung von Störwirkung. Die Fassung der DIN EN 12193 vom April 2008 wurde im Juli 2019 überarbeitet.

Die DIN EN 12193 unterscheidet dabei die Sportarten je nach Wettbewerbsniveau in drei unterschiedliche Beleuchtungsklassen (vergl. auch **Tab. 3.3**):

- Beleuchtungsklasse I: Hochleistungswettkämpfe, wie internationale und nationale Wettbewerbe, die im Allgemeinen mit hohen Zuschauerzahlen und mit großen Sehentfernungen verbunden sind. Hochleistungstraining kann auch in diese Klasse einbezogen werden. Bei einigen Sportarten könnten die Anforderungen des Dachverbandes Vorrang vor den Werten aus dieser Norm haben (z. B. Anforderungen des Deutschen Fußballbundes – DFB).
- Beleuchtungsklasse II: Wettkämpfe auf mittlerem Niveau, wie regionale oder örtliche Wettbewerbe, die im Allgemeinen mit mittleren Zuschauerzahlen mit mittleren

Sehentfernungen verbunden sind. Leistungstraining kann auch in diese Klasse einbezogen werden.

- **Beleuchtungsklasse III:** Einfache Wettkämpfe, wie örtliche oder kleine Vereinswettkämpfe, im Allgemeinen ohne Zuschauerbeteiligung. Allgemeines Training, Sportunterricht (Schulsport) und allgemeiner Freizeitsport fallen ebenso in diese Beleuchtungsklasse.

Wettbewerbsniveau	Beleuchtungsklasse		
	I	II	III
International/National	X		
Regional	X	X	
Lokal	X	X	X
Training		X	X
Freizeit/Schulsport (Sportunterricht)			X

Tab. 3.3: Auswahl der Beleuchtungsklasse nach DIN EN 12193

4 EINGANGSDATEN

4.1 Lage

Der Bebauungsplan 3-87 „Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark“ mit einer Fläche von 18 ha liegt inmitten des dicht besiedelten Stadtteils Prenzlauer Berg im Bezirk Pankow, angrenzend zum Mauerpark und ist als drittgrößte Sportstätte Berlins ein wichtiger Bestandteil der Berliner Sportlandschaft und darüber hinaus von nationaler und internationaler Bedeutung. Der Sportpark wird im Norden von der Gaudystraße, im Osten von der Cantianstraße und im Süden von der Topsstraße und der Eberswalder Straße begrenzt. Westlich des Vorhabens befindet sich der Mauerpark. Die Lage des Plangebiets zeigt **Abb. 4.1**.

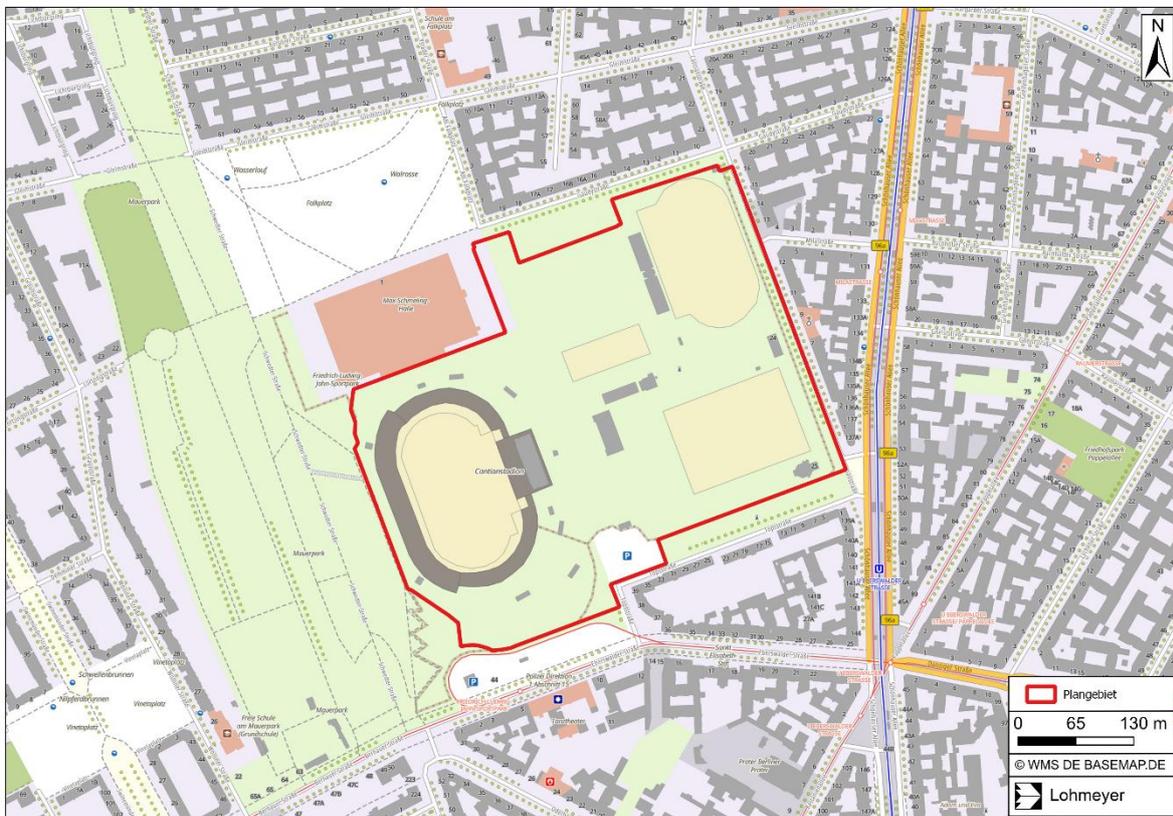


Abb. 4.1: Lage des Plangebiets

4.2 Topographie

Das Plangebiet liegt im Stadtteil Prenzlauer Berg im Bezirk Pankow auf einer Höhe von über 50 m ü. NHN. Angrenzend an des Plangebiet befindet sich dichte Misch- und Wohnbebauung. In dem Vorhabenbereich befinden sich bereits mehrere Sportanlagen sowie begrünte Flächen.

Als wesentliche Grundlage für die Bestimmung der Blendungen an definierten Aufpunkten dient ein dreidimensionales digitales Geländemodell (DGM). Die Daten des DGM stammen

von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen – Berlin (Stand September 2023).

Die Topographie im Plangebiet weist Höhen von ca. 46 m ü. NHN bis 53 m ü. NHN auf (vgl. **Abb. 4.2**). Die Siedlungsgebiete nördlich, östlich und südlich des Plangebietes liegen auf einer Höhe von ca. 58 m ü. NHN. Die Gleisanlagen nördlich des Vorhabengebietes weisen die größten Erhöhungen im Untersuchungsgebiet auf.



Abb. 4.2: Topographie im Untersuchungsgebiet mit Abgrenzung des Plangebiets

4.3 Beleuchtung des Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark

4.3.1 Stand der Technik

Bei der Beleuchtung von Sportstätten wird heutzutage auf Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit geachtet. Dadurch ist die LED-Technologie bereits Stand der Technik. Auch in bereits bestehenden Sportstätten ersetzen nach und nach die Dioden die bisher gebräuchlichen Leuchtmittel von Sportstätten.

Im Gegensatz zu Halogen-Metallampfen weisen LED-Leuchten einen geringeren Strombedarf, eine gleichmäßigere und dimmbare Beleuchtung, geringe Wartungskosten sowie eine deutlich höhere Lebensdauer auf. Zudem wird aufgrund der optimierten LED-Technik und des geringen Energieverbrauchs eine höhere CO₂-Reduzierung erreicht.

4.3.2 Vorgaben an die Beleuchtung des Sportparks

Die Beleuchtung des Sportparks orientiert sich an die Vorgaben der DIN EN 12193. Alle Sportanlagen wie Kunstrasenplätze, Tennis, Beachvolleyball und Blindenfußball sind demnach der „*Beleuchtungsklasse III: Einfache Wettkämpfe, wie örtliche oder kleine Vereinswettkämpfe, im Allgemeinen ohne Zuschauerbeteiligung. Allgemeines Training, Sportunterricht (Schulsport) und allgemeiner Freizeitsport fallen ebenso in diese Beleuchtungsklasse*“ zuzuordnen. Danach ergibt sich für folgende Sportarten:

Sportart	Horizontale Beleuchtungsklasse
Tennis	200 lx
Hockey	200 lx
Beachvolleyball	75 lx
Fußball	75 lx
Basketball	75 lx

Tab. 4.1: Beleuchtungsstärke nach Sportart in der Beleuchtungsklasse III der DIN EN 12193

Das Kleine Stadion ist aktuell der „*Beleuchtungsklasse II: Wettkämpfe auf mittlerem Niveau, wie regionale oder örtliche Wettbewerbe, die im Allgemeinen mit mittleren Zuschauerzahlen mit mittleren Sehentfernungen verbunden sind. Leistungstraining kann auch in diese Klasse einbezogen werden.*“ zugeordnet. Da das Kleine Stadion bei nationalen und internationalen Wettkämpfen im Großen Stadion zumindest (Para-)Leichtathletik-Trainingsstätte sein wird, ist auch für dieses Stadion eine Beleuchtungsstärke von 500 lx zu betrachten, damit ggf. die

Anlage zeitgleich mit dem Start des Wettkampfbetriebs im Großen Stadion entsprechend genutzt werden kann (vgl. **Tab. 4.2**).

Sportart	Horizontale Beleuchtungsklasse
Fußball	200 lx
Leichtathletik	200 lx
<i>Im Falle als Hochleistungstrainingsstätte</i>	
Leichtathletik	500 lx

Tab. 4.2: Beleuchtungsstärke nach Sportart des Kleinen Stadions

Das Große Stadion ist der „Beleuchtungsklasse I: Hochleistungswettkämpfe, wie internationale und nationale Wettbewerbe, die im Allgemeinen mit hohen Zuschauerzahlen und mit großen Sehentfernungen verbunden sind. Hochleistungstraining kann auch in diese Klasse einbezogen werden. Bei einigen Sportarten könnten die Anforderungen des Dachverbandes Vorrang vor den Werten aus dieser Norm haben.“ zugehörig. Zusätzlich sollen auch die Vorgaben der verschiedenen Sportverbände berücksichtigt werden (vgl. **Tab. 4.3**).

Sportart	Beleuchtungsklasse nach DIN EN 12193	Beleuchtungsstärke nach Regelwerk Verbände
Fußball	500 lx	1 400 lx (DFB) / 1 500 lx (UEFA)
Leichtathletik	500 lx	1 000 - 2 000 lx (IAAF)
American Football	500 lx	-

Tab. 4.3: Beleuchtungsstärke nach Sportart in der Beleuchtungsklasse I der DIN EN 12193, ergänzt um Anforderungen von Dachverbänden.

4.3.3 Leuchtmittel

Da für den Planfall zum jetzigen Stand kein Lichtkonzept vorliegt, wurden LED-Leuchten verwendet, die sich an den Parametern der Bestandsbeleuchtung und dem Stand der Technik orientieren. Bei den bereits bestehenden Sportanlagen wurden die Leuchten an den vorhandenen Masten angebracht. Aufgrund des Insekten- und Vogelschutzes wurden LED-Leuchten mit einer warm- und neutralweißen Lichtfarbe von 3000 K gewählt. Für das große und kleine Stadion sowie den Kunstrasenplatz auf der Multifunktionshalle wurde exemplarisch die „Floodlight FL maxipro PL33T“ der Firma Siteco verwendet. Diese besteht aus drei LED-Einheiten, ist dimmbar und eignet sich zur Teilschaltung, um die Beleuchtung je nach Nutzung und Beleuchtungsklasse (vgl. **Tab. 3.3**) zu optimieren. Für die bereits bestehenden Kunstrasenplätze A und B und Tennisplätze sowie den neu geplanten Kunstrasenplatz,

Beachvolleyballplätze und den Blindenfußballplatz wurde die kleinere Variante „Floodlight FL maxi“ der Firma Siteco mit zwei LED-Einheiten gewählt.

Die lichttechnischen Daten können aus den **Abb. 4.3** und **Abb. 4.4** sowie den **Tab. 4.4** und **Tab. 4.5** entnommen werden.

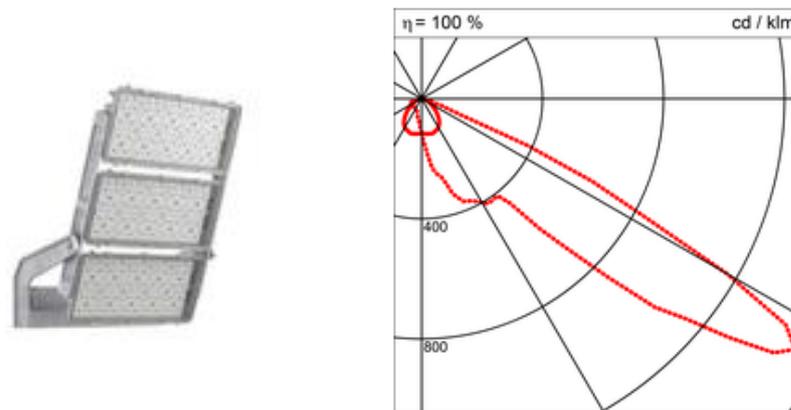


Abb. 4.3: Siteco „Floodlight FL11 maxipro“ mit Lichtverteilungskurve (rechts)

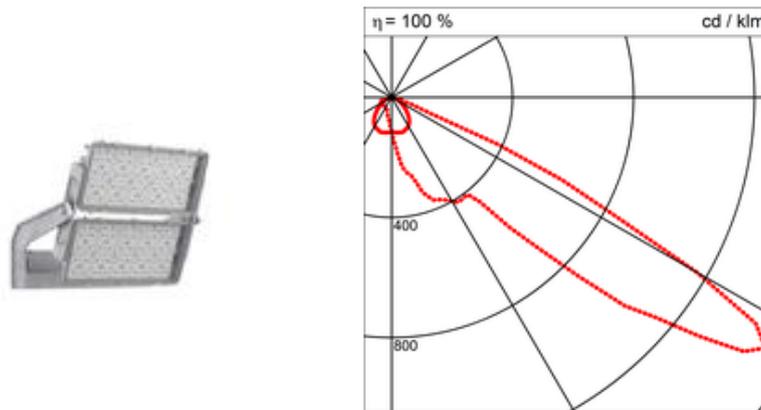


Abb. 4.4: Siteco „Floodlight FL11 maxi“ mit Lichtverteilungskurve (rechts)

Leuchtmittel	LED
Leuchtfarbe	3 000 K
Lichtstrom	157 420 lm
Leistung	1 334.7 W
Leuchten-Lichtausbeute	117.9 lm/W
Abmessungen Kopf	1 002 x 655 x 320 mm (L x B x H)

Tab. 4.4: Lichttechnische Daten der „Floodlight FL11 maxipro“ (3 LED-Einheiten)

Leuchtmittel	LED
Leuchtfarbe	3000 K
Lichtstrom	107 860 lm
Leistung	916.8 W
Leuchten-Lichtausbeute	117.6 lm/W
Abmessungen Kopf	712 x 655 x 320 mm (L x B x H)

Tab. 4.5: Lichttechnische Daten der „Floodlight FL11 maxi“ (2 LED-Einheiten)

4.3.3.1 Großes Stadion

Die Neuberechnung des Großen Stadions wurde auf der Basis des Siegerentwurfs des städtebaulich-freiraumplanerischen Realisierungswettbewerbs durchgeführt. Für das Große Stadion besteht zurzeit noch kein Lichtkonzept. Die Leuchten sollen entlang des inneren Ringes angebracht werden. Um die Anforderungen der DIN EN 12193 und der Fußball- und Leichtathletikverbände zu erfüllen wurden in Relux Desktop 258 Leuchten des Typs „Floodlight FL11 maxipro“ verwendet (vgl. **Abb. 4.5**).

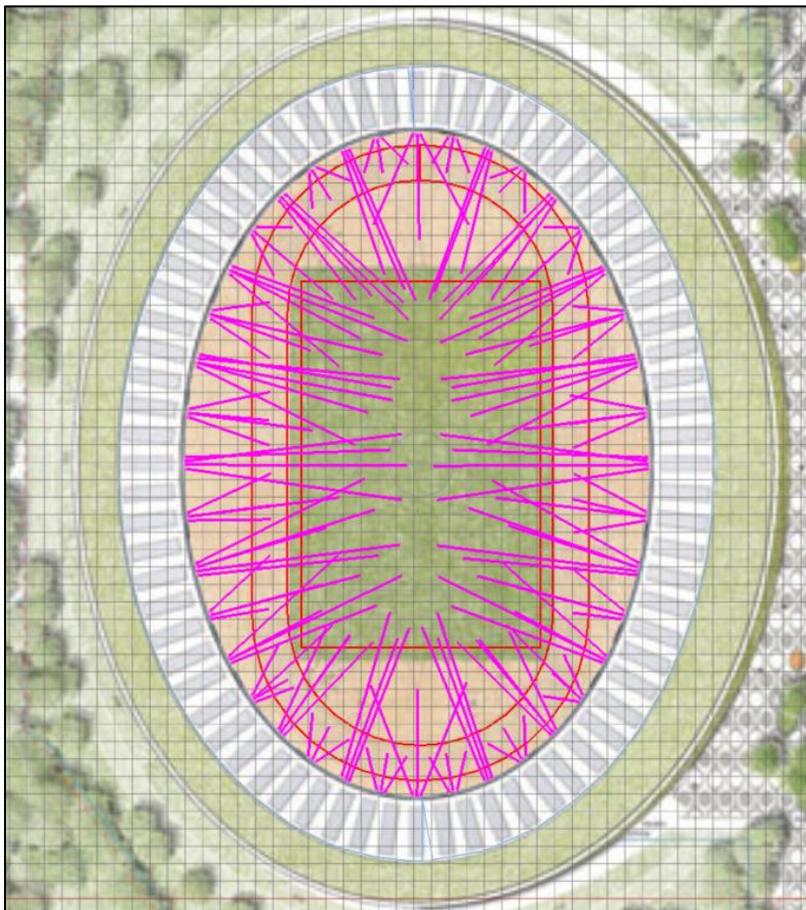


Abb. 4.5: Anordnung der Leuchten des Großen Stadions in Relux Desktop

4.3.3.2 Kleines Stadion

Für die Berechnungen des Kleinen Stadions wurden die LED-Leuchten an die bereits bestehenden Masten angebracht, um die vorhandene elektronische Infrastruktur weiterhin zu nutzen. Die sechs Masten haben eine Höhe von 24 m über Grund und sind östlich und westlich des Stadions platziert. An jedem Mast befinden sich sechs LED-Leuchten des Typs „Floodlight FL11 maxipro“.

In der **Abb. 4.6** wird das Kleine Stadion mit der Ausrichtung der Leuchtenköpfe dargestellt.

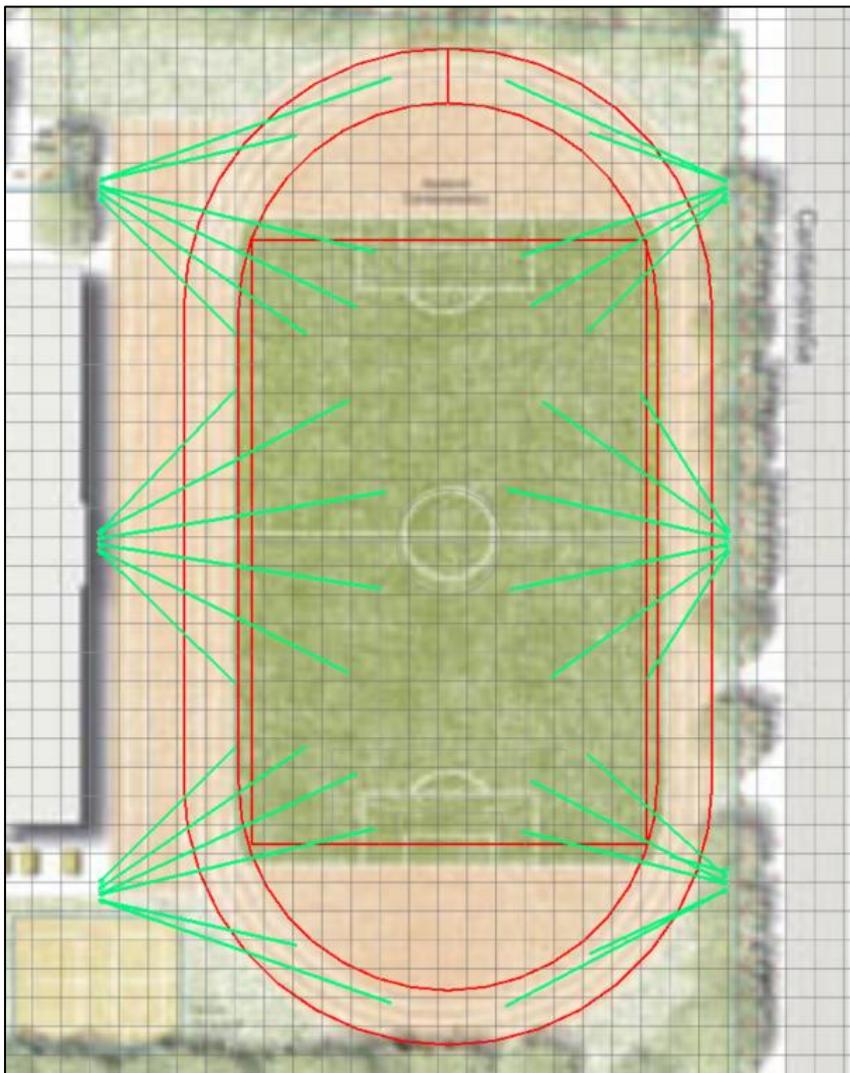


Abb. 4.6: Anordnung der Leuchten des Kleinen Stadions in Relux Desktop

4.3.3.3 Kunstrasenplätze

Für die Berechnungen der Kunstrasenplätze A und B wurden die LED-Leuchten an die bereits bestehenden Masten angebracht, um die vorhandene elektronische Infrastruktur weiterhin zu nutzen (vgl. **Abb. 4.7**). Nördlich der Tennisplätze ist auf der Sportwiese ein zusätzlicher Kunstrasenplatz geplant (vgl. **Abb. 4.8**). Die sechs Masten je Kunstrasenplatz haben eine Höhe von 18 m über Grund. An jedem Mast befinden sich vier LED-Leuchten des Typs „Floodlight FL11 maxi“. Für die Beleuchtung des geplanten Kunstrasenplatzes auf der 14 m hohen Multifunktionshalle wurden sechs Masten mit je vier LED-Leuchten des Typs „Floodlight FL11 maxipro“ verwendet. Die Masten haben eine Höhe von 8 m über Hallendach.

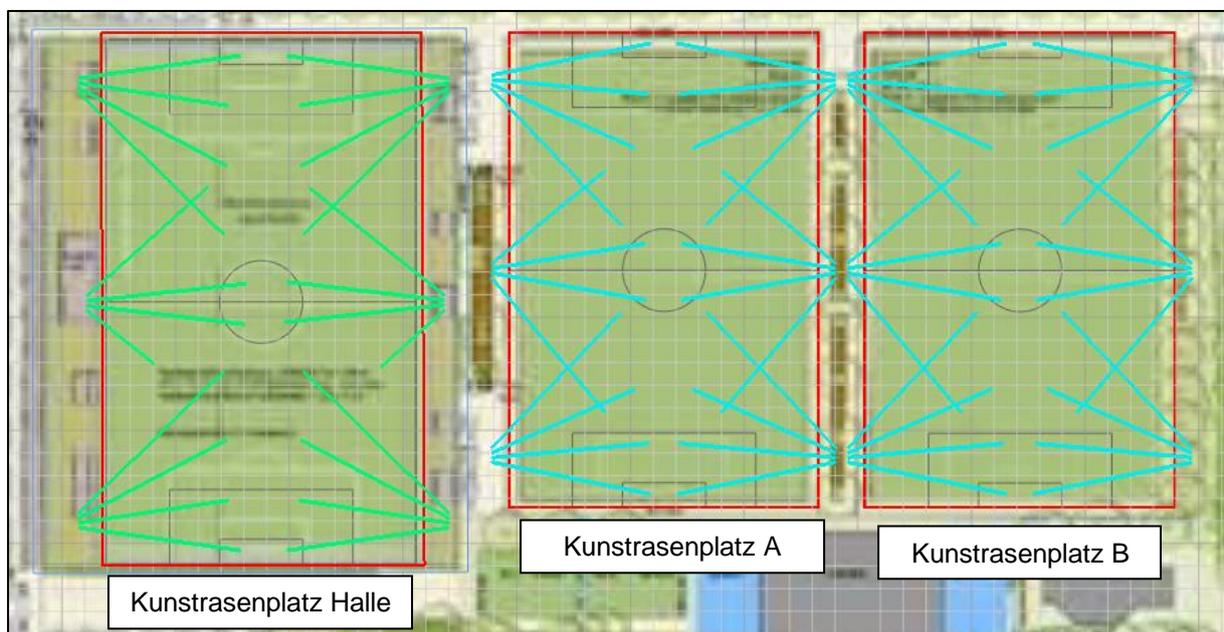


Abb. 4.7: Anordnung der Leuchten der Kunstrasenplätze A, B und auf der Multifunktionshalle

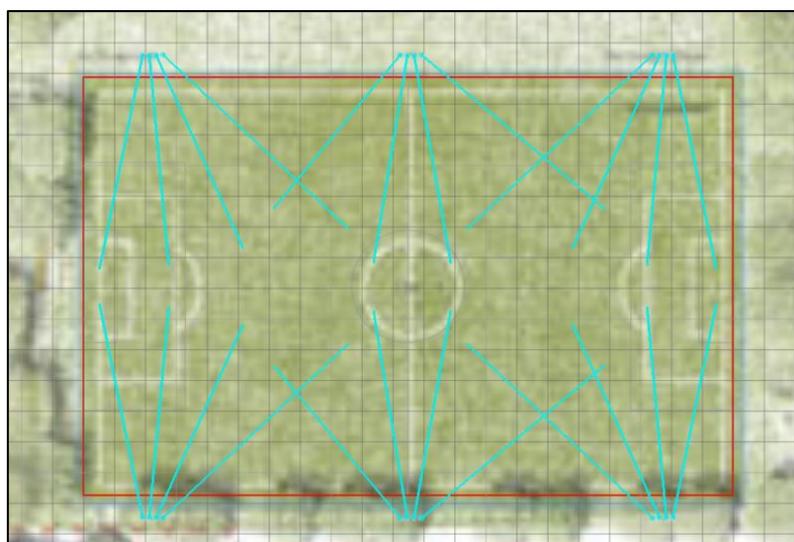


Abb. 4.8: Anordnung der Leuchten des neuen Kunstrasenplatzes in Relux Desktop

4.3.3.4 Tennisplätze

Für die Berechnungen der Tennisplätze wurden die LED-Leuchten seitlich der Plätze positioniert. Die zwei Masten je Kunstrasenplatz haben eine Höhe von 10 m über Grund. An jedem Mast befinden sich eine LED-Leuchte des Typs „Floodlight FL11 maxi“ (vgl. **Abb. 4.9**).

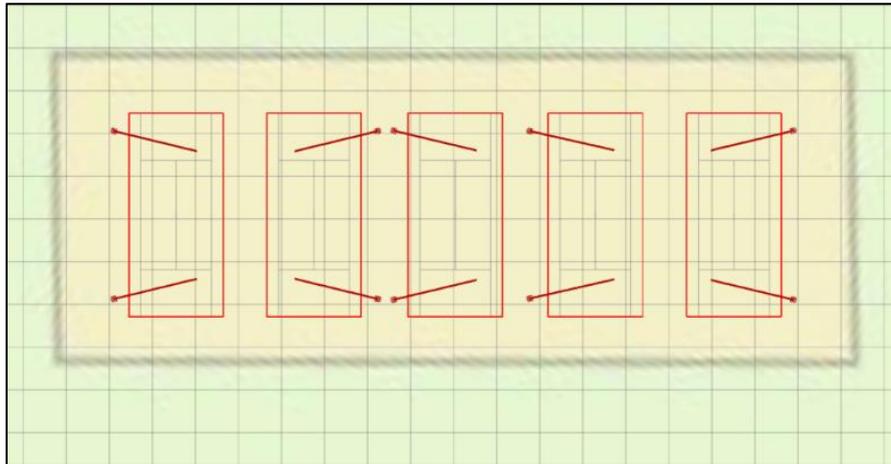


Abb. 4.9: Anordnung der Leuchten der Tennisplätze in Relux Desktop

4.3.3.5 Beachvolleyball und Blindenfußball

Zu den bereits bestehenden Sportanlagen sollen zusätzlich sechs Beachvolleyballplätze und ein Blindenfußballplatz in der Nähe der Tennisanlage angelegt werden. Für jeden Beachvolleyballplatz werden eine Leuchte und für den Blindenfußballplatz vier Leuchten des Typs „Floodlight FL11 maxi“ benötigt (vgl. **Abb. 4.10**). Die Masthöhe beträgt dabei 8 m über Grund.

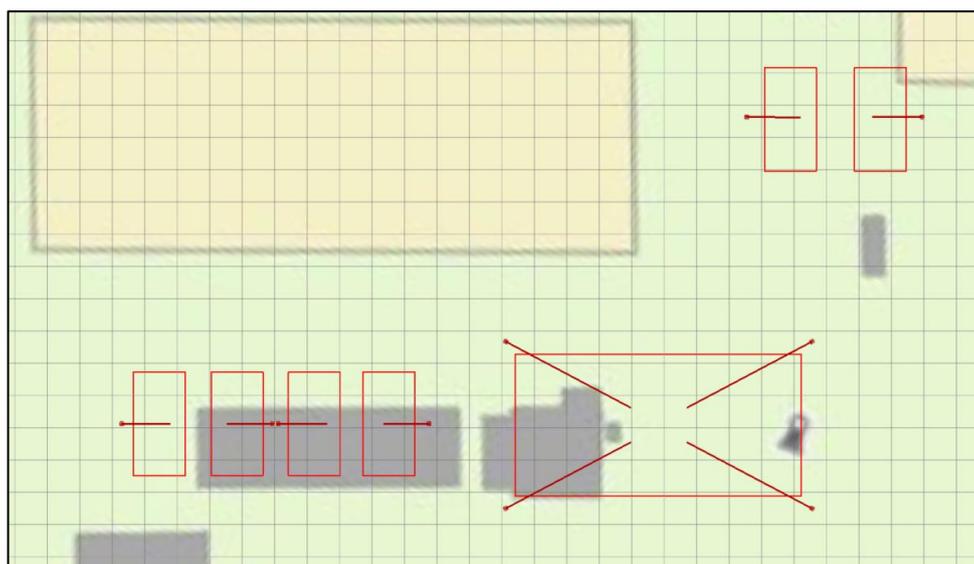


Abb. 4.10: Anordnung der Leuchten der Beachvolleyballplätze und des Blindenfußballplatzes in Relux Desktop

5 SIMULATIONSRECHNUNGEN ZUR BESTIMMUNG VON LICHTIMMISSIONEN

5.1 Immissionsorte

Zur vorsorglichen Überprüfung und Bewertung möglicher Lichtimmissionen, die von den verschiedenen Beleuchtungen des Plangebietes hervorgerufen werden, wurden für repräsentative Immissionspunkte lichttechnische Berechnungen durchgeführt. Die Positionen der untersuchten Immissionsorte sind in **Abb. 5.1** dargestellt. Zur Bestimmung der Nutzung nach der BauNVO wurde der Flächennutzungsplan der Stadt Berlin verwendet. Die Bestandssituation im Untersuchungsgebiet entspricht dem aktuellen Flächennutzungsplan. Danach sind die Immissionsorte in der Gaudystraße, die Cantianstraße 15 sowie die Topsstraße 19 und 31 als Wohngebiet und die Immissionsorte in der Cantianstraße 4 und 11 sowie Topsstraße 7 als Mischgebiet zu klassifizieren. Für jeden Immissionsort wurde das Erdgeschoss und das höchste Geschoss untersucht, um mögliche Unterschiede der Beleuchtung in verschiedenen Höhen aufzuzeigen.

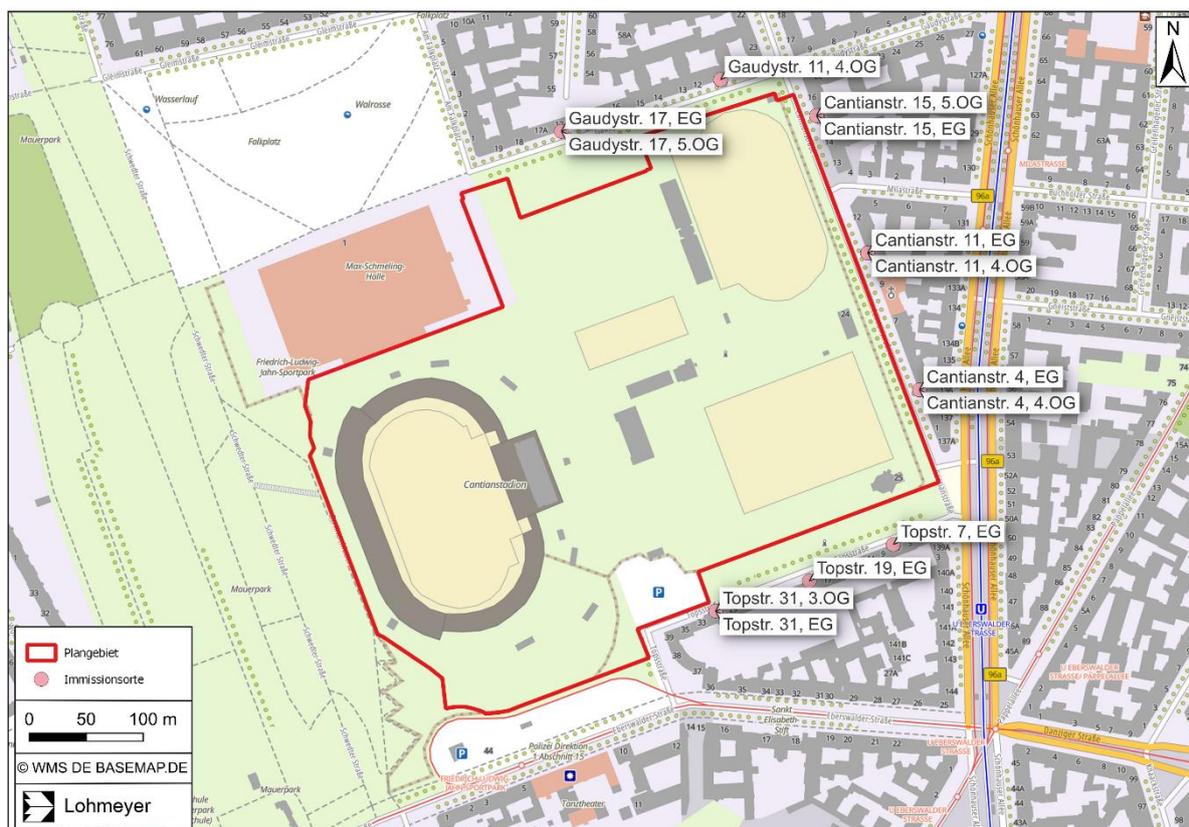


Abb. 5.1: Lage der Immissionsorte

5.2 Rechenmodell

Die Berechnung der beurteilungsrelevanten Kenngrößen zur Aufhellung und zur Blendung erfolgte mit dem Rechenmodell *RELUX Desktop*. Wichtige Parameter zur Berechnung der zu beurteilenden Kenngrößen sind der Anteil der indirekten Strahlung am Ergebnis der Beleuchtungsstärke, sowie der Wartungsfaktor der Leuchten. Die Berechnungen zur Raumaufhellung wurden mit einem mittleren Indirektanteil berechnet. Diese Einstellung ist für Szenen geeignet, die aus direkten und indirekten Leuchten bestehen. Bei der Berechnung der Blendung wurde hingegen nur der Direktanteil von der jeweiligen Leuchte zum Immissionsort berücksichtigt. Der Wartungsfaktor für die Berechnungen wurde auf 0.8 gestellt, was einer leicht verschmutzten Leuchte entspricht.

Für die Position, die Masthöhe und die Ausrichtung der Leuchten wurde sich am Bestand orientiert. Die Integration der umliegenden Bebauung und des Geländes wurde auf der Grundlage eines digitalen Gebäude- und Geländemodells des Untersuchungsgebietes durchgeführt. Aufgrund einer konservativen Abschätzung wurde die Vegetation im Untersuchungsgebiet nicht berücksichtigt.

Bei der Bestimmung der maximal zulässigen Leuchtdichte zur Überprüfung der Blendwirkung der Beleuchtungsanlage ist für eine konservative Beurteilung der kritischste Proportionalitätsfaktor von 64 (Wohngebiet) und 160 (Mischgebiet) anzusetzen (vgl. **Tab. 3.2**).

5.3 Ermittlung und Bewertung der Raumaufhellung

Bei der Ermittlung der Aufhellung der umliegenden Wohngebiete durch die geplante Beleuchtung des Sportparks wurde der gleichzeitige Betrieb aller Sportanlagen angenommen. Diese Vorgehensweise stellt ein Worst-Case-Szenario dar und stellt damit eine konservative Betrachtung dar. Dabei wurden drei verschiedene Schaltungen der Beleuchtungsanlagen untersucht.

Die Raumaufhellung wird durch die mit *RELUX Desktop* an den Immissionsorten berechneten Beleuchtungsstärken E_F beschrieben. Die Berechnungen erfolgten für die Abendstunden bis 22 Uhr, weil eine Nachtnutzung nicht vorgesehen ist. Lediglich für das Große Stadion ist eine gelegentliche Nachtnutzung nach 22 Uhr nicht gänzlich ausgeschlossen. Der beurteilungsrelevante Immissionsrichtwert für die maximal zulässige Beleuchtungsstärke wird mit 3 lx (Wohngebiet) und 5 lx (Mischgebiet) angesetzt (vgl. **Tab. 5.1** und **Tab. 5.2**, $E_{F, max}$). Fett hervorgehobene Werte überschreiten dabei die Immissionsrichtwerte. Für die Nachtnutzung des Großen Stadions beträgt der beurteilungsrelevante Immissionsrichtwert für die maximal zulässige Beleuchtungsstärke 1 lx für Wohn- und Mischgebiete (vgl. **Tab. 5.3**)

Nach der LAI-Richtlinie besteht eine besondere Pflicht zur gegenseitigen Rücksichtnahme, wenn aufgrund baulicher Entwicklungen in der Vergangenheit Wohngebiete und lichtemittierende Anlagen eng zusammen liegen. Sofern an Anlagen, die wesentlich zu einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte beitragen, alle verhältnismäßigen Emissionsminderungsmaßnahmen durchgeführt sind, kann die Pflicht zur gegenseitigen Rücksichtnahme dazu führen, dass die Bewohner mehr an Lichtimmissionen hinnehmen müssen als die Bewohner von gleichartig genutzten Gebieten, die fernab derartiger Anlagen liegen. Die zu duldbaren Lichteinwirkungen sollen aber die Immissionsrichtwerte unterschreiten, die für die Gebietsart mit dem nächstniedrigeren Schutzanspruch gelten (LAI, 2015).

In der LAI-Richtlinie wird beschrieben, dass bei Beleuchtungsanlagen, die vor der Veröffentlichung der Leitlinie (2014) baurechtlich genehmigt oder - soweit eine Genehmigung nicht erforderlich war - errichtet wurden, die zuständige Behörde von einer Festsetzung von Betriebszeiten absehen soll, wenn die Immissionsrichtwerte für die Gebietsart mit dem nächstniedrigeren Schutzanspruch nicht überschritten werden.

Da der Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark schon seit Jahrzehnten existiert und ein wichtiger Bestandteil des Stadtteils Prenzlauer Berg ist, kann man nach der LAI-Richtlinie zur Bewertung der Immissionsrichtwerte die Gebietsart mit dem nächstniedrigeren Schutzanspruch zu Grunde legen (vgl. **Tab. 5.1** und **Tab. 5.2**, $E_{F, \max 2}$). Unterstrichene Werte überschreiten den Immissionsrichtwert der Gebietsart mit dem nächstniedrigeren Schutzanspruch.

Zusätzlich sind in **Tab. 5.1** und **Tab. 5.2** die Beleuchtungsstärken angegeben, die sich an den Immissionsorten unter Berücksichtigung von Blendschutzklappen ergeben ($E_{F, \text{Blendschutz}}$).

5.3.1 Trainingsschaltung

Der Sportpark wird hauptsächlich zu Trainingszwecken für die verschiedenen Sportarten genutzt. Dies entspricht der Beleuchtungskategorie III der DIN EN 12193 (vgl. **Tab. 3.3**). Für das Kleine Stadion, den Blindenfußballplatz und die Beachvollyballplätze wurde bei der Berechnung eine Beleuchtungsstärke von 75 lx angenommen. Dafür wurden die Leuchten des Kleinen Stadions auf 35 %, die des Blindenfußballplatzes auf 30 % und die der Beachvollyballplätze auf 20 % gedimmt. Die Kunstrasenplätze und die Tennisplätze benötigen nach der DIN EN 12193 eine Beleuchtungsstärke von 200 lx. Die Leuchten für den Kunstrasenplatz auf der Multifunktionshalle können dafür auf 80 % gedimmt werden, die der Tennisplätze auf 55 %.

Bei der Betrachtung des Untersuchungsfalls der Trainingsschaltung des Kleinen Stadions mit einer Beleuchtungsstärke von 75 lx werden die Immissionsrichtwerte an den meisten Immissionsorten eingehalten (vgl. **Tab. 5.1**). Überschreitungen des Immissionsrichtwerts

($E_{F,max}$) ergeben sich durch die ermittelten Raumaufhellungen (E_F) für die Gaudystraße 11 im EG und 4. OG, die Cantianstraße 11 im EG und die Topsstraße 31 im 3. OG.

Immissionsort	Bewertungsgrundlage	Beleuchtungsstärke			
		E_F	$E_{F,Blendschutz}$	E_{Fmax}	E_{Fmax2}
Gaudystr. 11 - EG	Wohngebiet	<u>10.2</u>	<u>9.2</u>	3	5
Gaudystr. 11 – 4.OG	Wohngebiet	<u>5.1</u>	<u>5.1</u>	3	5
Gaudystr. 17 - EG	Wohngebiet	1.8	1.6	3	5
Gaudystr. 17 – 5.OG	Wohngebiet	1.8	1.8	3	5
Cantianstr. 4 - EG	Mischgebiet	5.0	4.2	5	15
Cantianstr. 4 – 4.OG	Mischgebiet	2.6	2.3	5	15
Cantianstr. 11 - EG	Mischgebiet	6.3	4.3	5	15
Cantianstr. 11 – 4.OG	Mischgebiet	1.8	1.1	5	15
Cantianstr. 15 - EG	Wohngebiet	0.0	0.0	3	5
Cantianstr. 15 – 5.OG	Wohngebiet	0.0	0.0	3	5
Topsstr. 7 - EG	Mischgebiet	0.0	0.0	5	15
Topsstr. 7 – 3.OG	Mischgebiet	0.0	0.0	5	15
Topsstr. 19 - EG	Wohngebiet	0.0	0.0	3	5
Topsstr. 19 – 3.OG	Wohngebiet	0.0	0.0	3	5
Topsstr. 31 - EG	Wohngebiet	2.7	0.0	3	5
Topsstr. 31 – 3.OG	Wohngebiet	<u>6.4</u>	4.9	3	5

Tab. 5.1: Ergebnis der Raumaufhellung an den Immissionsorten (bei Trainingsschaltung im Kleinen Stadion mit 75 lx Beleuchtungsstärke); fett gedruckte Werte überschreiten den gebietsbezogenen Immissionsrichtwert, fett-unterstrichene Werte überschreiten zusätzlich den nächstniedrigeren Schutzanspruch.

Um die Blendwirkungen zu reduzieren, wurden in einer weiteren Berechnung Blendschutzmaßnahmen getroffen. Dafür wurden Blendklappen an den Leuchtenköpfen der Masten des Kleinen Stadions sowie des Kunstrasenplatzes auf der Multifunktionshalle

angebracht, um den Lichtaustritt nach hinten und zur Seite zu unterbinden. Dadurch kann die Raumaufhellung minimiert werden, was an der Cantianstraße 11 im EG zum Einhalten des Immissionsrichtwerts führt ($E_{F, \text{Blendschutz}}$).

Legt man der Bewertung den Immissionsrichtwert der Gebietsart mit dem nächstniedrigeren Schutzanspruch zu Grunde ($E_{F, \text{max}2}$), kann dieser unter Berücksichtigung der Blendschutzmaßnahmen auch an der Topsstraße 31 im 3. OG eingehalten werden.

An der Gaudystraße 11 können an den untersuchten Immissionsorten im EG und im 4. OG trotz Blendschutzmaßnahmen und der Herabstufung des Immissionsrichtwerts aufgrund der Rücksichtnahme bei Bestandsanlagen Belästigungen durch Raumaufhellung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie bei einer Trainingsschaltung des Kleinen Stadions nach der Beleuchtungsklasse III und gleichzeitigem Betrieb aller übrigen Sportanlagen nicht ausgeschlossen werden.

5.3.2 Wettkampfschaltung

Für die Wettkampfschaltung wird die Beleuchtungsstärke für das Kleine Stadion auf 200 lx erhöht. Dies entspricht der Beleuchtungsklasse II der DIN EN 12193. Die Beleuchtungsstärken der übrigen Sportanlagen entsprechen den bereits für den Untersuchungsfall mit Trainingsschaltung angesetzten Beleuchtungsstärken.

Bei der Betrachtung des Untersuchungsfalls der Wettkampfschaltung des Kleinen Stadions mit einer Beleuchtungsstärke von 200 lx ergeben sich wie auch bei der Trainingsschaltung Überschreitungen des Immissionsrichtwerts ($E_{F, \text{max}}$) durch die ermittelten Raumaufhellungen (E_F) für die Gaudystraße 11 im EG und 4. OG, die Cantianstraße 11 im EG und die Topsstraße 31 im 3. OG. An den übrigen betrachteten Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte auch bei der Wettkampfschaltung eingehalten (vgl. **Tab. 5.2**).

Um die Blendwirkungen zu reduzieren, wurden äquivalent zur Trainingsschaltung in einer weiteren Berechnung Blendschutzmaßnahmen getroffen. Dafür wurden Blendklappen an den Leuchtenköpfen der Masten des Kleinen Stadions sowie des Kunstrasenplatzes auf der Multifunktionshalle angebracht, um den Lichtaustritt nach hinten und zur Seite zu unterbinden. Dadurch kann die Raumaufhellung minimiert werden ($E_{F, \text{Blendschutz}}$), was allerdings an den vier oben genannten Immissionsorten zunächst nicht zur Einhaltung des Immissionsrichtwerts führt.

Legt man der Bewertung den Immissionsrichtwert der Gebietsart mit dem nächstniedrigeren Schutzanspruch zu Grunde ($E_{F, \text{max}2}$), kann dieser an der Cantianstraße 11 im EG und unter

Berücksichtigung der Blendschutzmaßnahmen auch an der Topsstraße 31 im 3. OG eingehalten werden.

Immissionsort	Bewertungs- grundlage	Beleuchtungsstärke			
		E_F	$E_{F,Blendschutz}$	E_{Fmax}	E_{Fmax2}
Gaudystr. 11 - EG	Wohngebiet	<u>26.5</u>	<u>22.7</u>	3	5
Gaudystr. 11 – 4.OG	Wohngebiet	<u>10.9</u>	<u>10.9</u>	3	5
Gaudystr. 17 - EG	Wohngebiet	1.9	1.8	3	5
Gaudystr. 17 – 5.OG	Wohngebiet	2.1	2.1	3	5
Cantianstr. 4 - EG	Mischgebiet	4.9	4.3	5	15
Cantianstr. 4 – 4.OG	Mischgebiet	2.7	2.3	5	15
Cantianstr. 11 - EG	Mischgebiet	11.9	6.1	5	15
Cantianstr. 11 – 4.OG	Mischgebiet	2.6	2.1	5	15
Cantianstr. 15 - EG	Wohngebiet	0.3	0.0	3	5
Cantianstr. 15 – 5.OG	Wohngebiet	0.0	0.0	3	5
Topsstr. 7 - EG	Mischgebiet	0.0	0.0	5	15
Topsstr. 7 – 3.OG	Mischgebiet	0.0	0.0	5	15
Topsstr. 19 - EG	Wohngebiet	0.0	0.0	3	5
Topsstr. 19 – 3.OG	Wohngebiet	0.0	0.0	3	5
Topsstr. 31 - EG	Wohngebiet	2.7	0.0	3	5
Topsstr. 31 – 3.OG	Wohngebiet	<u>6.4</u>	4.9	3	5

Tab. 5.2: Ergebnisse der Raumaufhellung an den Immissionsorten (bei Wettkampfschaltung im kleinen Stadion mit 200 lx Beleuchtungsstärke); fett gedruckte Werte überschreiten den gebietsbezogenen Immissionsrichtwert, fett-unterstrichene Werte überschreiten zusätzlich den nächstniedrigeren Schutzanspruch.

An der Gaudystraße 11 können an den untersuchten Immissionsorten im EG und im 4. OG trotz Blendschutzmaßnahmen und der Herabstufung des Immissionsrichtwerts aufgrund der

Rücksichtnahme bei Bestandsanlagen Belästigungen durch Raumaufhellung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie bei einer Wettkampfschaltung des Kleinen Stadions nach der Beleuchtungsklasse II und gleichzeitigem Betrieb aller übrigen Sportanlagen nicht ausgeschlossen werden.

5.3.3 Hochleistungswettkampfschaltung

Das Kleine Stadion soll bei nationalen und internationalen Wettkämpfen im Großen Stadion zeitgleich für diese Hochleistungswettkämpfe genutzt werden. Dafür wird für die Laufbahn des Kleinen Stadions eine maximale Beleuchtungsstärke von 500 lx benötigt.

Die Immissionsrichtwerte der LAI-Richtlinie beziehen sich auf zeitlich konstantes und weißes Licht, das mehrmals in der Woche jeweils länger als eine Stunde eingeschaltet wird. Da die Wahrscheinlichkeit der Verwendung des Kleinen Stadions als nationale und internationale Wettkampfstätte sehr gering ist, kann der Einsatz mit einer Beleuchtungsstärke von 500 lx als seltenes Ereignis eingeordnet werden. Danach ist die Nutzung des Kleinen Stadions mit einer Hochleistungswettkampfschaltung für wenige Male im Jahr für die Anwohner als hinnehmbar einzustufen.

5.3.4 Nachtnutzung

Für das Große Stadion ist eine Nachtnutzung nach 22 Uhr, beispielsweise durch länger dauernde Fußballspiele, nicht gänzlich ausgeschlossen. Da die Flutlichter als Ringanlage entlang des Stadions angebracht werden sollen und diese auf das Spielfeld gerichtet sind, wird eine Raumaufhellung an der umliegenden Wohnbebauung aufgrund der abschirmenden Wirkung des Stadions abgemildert bzw. verhindert. Die Berechnungsergebnisse in **Tab. 5.3** zeigen, dass durch eine mögliche Nachtnutzung des Großen Stadions der beurteilungsrelevante Immissionsrichtwert für die maximal zulässige Beleuchtungsstärke von 1 lx für Wohn- und Mischgebiete an allen untersuchten Immissionsorten deutlich eingehalten wird. Zusätzlich stellt diese Situation wie der Hochleistungswettkampf ein seltenes und kurzfristiges Ereignis dar.

Immissionsort	Bewertungs- grundlage	Beleuchtungsstärke	
		E_F	E_{Fmax}
Gaudystr. 11 - EG	Wohngebiet	0.0	1
Gaudystr. 11 – 4.OG	Wohngebiet	0.2	1
Gaudystr. 17 - EG	Wohngebiet	0.0	1
Gaudystr. 17 – 5.OG	Wohngebiet	0.2	1
Cantianstr. 4 - EG	Mischgebiet	0.0	1
Cantianstr. 4 – 4.OG	Mischgebiet	0.0	1
Cantianstr. 11 - EG	Mischgebiet	0.0	1
Cantianstr. 11 – 4.OG	Mischgebiet	0.0	1
Cantianstr. 15 - EG	Wohngebiet	0.0	1
Cantianstr. 15 – 5.OG	Wohngebiet	0.0	1
Topsstr. 7 - EG	Mischgebiet	0.0	1
Topsstr. 7 – 3.OG	Mischgebiet	0.0	1
Topsstr. 19 - EG	Wohngebiet	0.0	1
Topsstr. 19 – 3.OG	Wohngebiet	0.0	1
Topsstr. 31 - EG	Wohngebiet	0.0	1
Topsstr. 31 – 3.OG	Wohngebiet	0.0	1

Tab. 5.3: Ergebnisse der Raumaufhellung an den Immissionsorten bei Nachnutzung des Großen Stadions (22 Uhr bis 6 Uhr)

5.4 Ermittlung und Bewertung der psychologischen Blendung

Die Möglichkeit einer psychologischen Blendung wurde an allen Immissionsorten überprüft.

Betrachtet wurden die Lichtimmissionen der einzelnen Sportanlagen. Zur Ermittlung der Bewertungsgrundlage wurde zunächst für jede Leuchte der Raumwinkel zu den ausgewählten Immissionsorten bestimmt.

Die zur Berechnung der Leuchtdichte L_s erforderliche Lichtstärke I der Blendlichtquelle in Richtung des Immissionsortes wurde aus der mit *RELUX Desktop* bestimmten Beleuchtungsstärke E einer auf die Blendlichtquelle hin ausgerichteten Bezugsfläche am Immissionsort ermittelt.

So wurde an den Bezugspunkten für jede zu beurteilende Blendlichtquelle der Beleuchtungsanlage die über den zugehörigen Raumwinkel Ω_s (siehe Kap. 3.1) gemittelte Leuchtdichte L_s bestimmt und mit den berechneten Werten der maximal tolerablen mittleren Leuchtdichte L_{max} verglichen.

Wie bereits in Kap. 5.3 beschrieben, wird der Sportpark für unterschiedliche Zwecke genutzt (Training, Wettkampf und Hochleistungswettkampf).

5.4.1 Trainingsschaltung

Die Beurteilung der Blendung erfolgt anhand der Ergebnistabellen im Anhang (vgl. **Tab. A1.1** bis **Tab. A1.15**). In den Tabellen werden nur die Leuchtmittel genannt, die im RELUX-Modell eine Beleuchtungsstärke am Immissionsort erzeugt haben. Fett hervorgehobene Werte überschreiten dabei die Immissionsrichtwerte.

Kleines Stadion

Für das Kleine Stadion wurde eine Beleuchtungsstärke von 75 lx angenommen. Dafür wurden die Leuchten auf 35 % gedimmt. Die Berechnungen und die Werte der Tabellen **Tab. A1.3** bis **Tab. A1.10** zeigen, dass an keinem Immissionsort der Richtwert k überschritten wird. Da die Leuchten für die Trainingsschaltung gedimmt werden, wird weniger Leistung benötigt, wodurch eine geringere Leuchtdichte resultiert. Für die Anwohner strahlen die Leuchten daher weniger stark bzw. hell.

Im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung können daher Belästigungen durch psychologische Blendung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie (2015) bei einer Trainingsschaltung des Kleinen Stadions nach der Beleuchtungsklasse III der DIN EN 12193 ausgeschlossen werden.

Kunstrasenplätze A und B

Die Kunstrasenplätze werden für Fußball und Hockey genutzt. Um die Beleuchtungsklasse III der DIN EN 12193 zu erfüllen, wird daher eine Beleuchtungsstärke von 75 lx bzw. 200 lx benötigt. Bei den Berechnungen wurde der Maximalwert von 200 lx verwendet. Die Beleuchtungsanlagen der Kunstrasenplätze A und B erzeugen keine Überschreitungen der Richtwerte an den untersuchten Immissionsorten. Da die Flutlichter in einer Höhe von 18 m angebracht sind und dadurch die Lichtkegel Richtung Boden gerichtet sind, werden Blendwirkungen unterbunden.

Im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung können daher Belästigungen durch psychologische Blendung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie (2015) durch die Beleuchtung der Kunstrasenplätze nach der Beleuchtungsklasse III der DIN EN 12193 ausgeschlossen werden.

Kunstrasenplatz auf der Multifunktionshalle

Für den Kunstrasenplatz auf der Multifunktionshalle gilt die gleiche Beleuchtungsstärke wie für die Kunstrasenplätze A und B. Durch die Beleuchtungsanlage des Kunstrasenplatzes in 8 m Höhe über dem Hallendach sind überwiegend keine psychologischen Blendwirkungen an der umliegenden Wohnbebauung zu erwarten. Dafür sollte die Ausrichtung der Leuchten wie in **Abb. A1.4** im Anhang gewählt werden. Lediglich am Immissionsort Topsstraße 31 wird der Immissionsrichtwert für das Blendmaß im EG durch die Leuchten L1 und L2 sowie im 3.OG durch die Leuchte L2 (vgl. **Abb. A1.4**) überschritten. Bei Anbringung von seitlichen Blendschutzklappen wird der Richtwert an beiden Immissionsorten eingehalten (vgl. **Tab. A1.14** und **Tab. A1.15**).

Im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung können daher unter Umsetzung von Blendschutzmaßnahmen Belästigungen durch psychologische Blendung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie (2015) durch die Beleuchtung des Kunstrasenplatzes auf der Multifunktionshalle nach der Beleuchtungsklasse III der DIN EN 12193 ausgeschlossen werden.

Nördlicher Kunstrasenplatz nördlich des geplanten Besucherzentrums

Für diesen Kunstrasenplatz gilt die gleiche Beleuchtungsstärke wie für die anderen Kunstrasenplätze. Die Beleuchtungsanlage des Kunstrasenplatzes verursacht keine Blendwirkungen an der umliegenden Wohnbebauung. Dies liegt an der größeren Entfernung zu den Immissionsorten.

Im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung können daher Belästigungen durch psychologische Blendung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie (2015) durch die Beleuchtung

des nördlichen Kunstrasenplatzes nach der Beleuchtungsklasse III der DIN EN 12193 ausgeschlossen werden.

Tennisplätze

Durch die Beleuchtungsanlagen der Tennisplätze sind keine Blendwirkungen an der umliegenden Wohnbebauung zu erwarten. Grund dafür ist die niedrige Höhe der Flutlichter sowie die größere Entfernung zur angrenzenden Wohnbebauung.

Im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung können daher Belästigungen durch psychologische Blendung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie (2015) durch die Beleuchtung der Tennisplätze nach der Beleuchtungsklasse III der DIN EN 12193 ausgeschlossen werden.

Beachvolleyballplätze und Blindenfußball

Für die Beachvolleyballplätze und den Blindenfußballplatz wird eine Beleuchtungsstärke von 75 lx benötigt. Dafür wurden die Leuchten auf 20 % (Beachvolleyball) bzw. 30 % (Blindenfußballplatz) gedimmt. Die Beleuchtungsanlagen der Beachvolleyballplätze sowie des Blindenfußballplatzes verursachen keine Blendwirkungen an den untersuchten Immissionsorten. Grund dafür ist die niedrige Höhe der Flutlichter sowie die größere Entfernung zur angrenzenden Wohnbebauung.

Im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung können daher Belästigungen durch psychologische Blendung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie (2015) durch die Beleuchtung der Beachvolleyballplätze und des Blindenfußballplatzes nach der Beleuchtungsklasse III der DIN EN 12193 ausgeschlossen werden.

5.4.2 Wettkampfschaltung

Die Beurteilung der Blendung erfolgt anhand der Ergebnistabellen im Anhang (vgl. **Tab. A2.1** bis **Tab. A2.15**). In den Tabellen werden nur die Leuchtmittel genannt, die im RELUX-Modell eine Beleuchtungsstärke am Immissionsort erzeugt haben. Fett hervorgehobene Werte überschreiten dabei die Immissionsrichtwerte.

Großes Stadion

Da die Flutlichter als Ringanlage entlang des Stadions angebracht werden sollen und diese auf das Spielfeld gerichtet sind, treten aufgrund der abschirmenden Wirkung des Stadions keine Blendungen an der umliegenden Wohnbebauung auf. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Ringanlage in einer Höhe von ca. 20 m über Grund an die innere Stadionkante angebracht wurde. Dies gilt auch für eine potenziell mögliche Nachtnutzung nach 22 Uhr.

Kleines Stadion

Für das Kleine Stadion wurde eine Beleuchtungsstärke von 200 lx angenommen. Die Berechnungen und die Werte der Tabellen **Tab. A2.5** bis **Tab. A2.8** zeigen, dass an den Immissionsorten Cantianstraße 15 (EG und 5.OG) und Gaudystraße 11 (EG und 4.OG) der Richtwert deutlich überschritten wird. Da die Leuchten in einer Höhe von 24 m über Grund befestigt sind und aufgrund des großen Spielfeldes geneigte Leuchtenköpfe aufweisen, besteht eine Sichtverbindung zu den angrenzenden Anwohnern. Zudem befindet sich das Kleine Stadion direkt an der Cantian- und der Gaudystraße. Die Laubbaumstreifen entlang des Kleinen Stadions, die bei der Neugestaltung erhalten bleiben, können die Blendwirkungen in den Sommermonaten reduzieren, haben jedoch in den Wintermonaten keine abschirmende Wirkung.

Um die Blendwirkungen zu reduzieren, wurden in einer weiteren Berechnung Blendschutzmaßnahmen getroffen. Dafür wurden Blendklappen an den Leuchtenköpfen der östlichen Masten des Kleinen Stadions angebracht, um den Lichtaustritt nach hinten zu unterbinden. Trotz der Blendschutzmaßnahmen wird weiterhin an den Immissionsorten Cantianstraße 15 (EG und 5.OG) und Gaudystraße 11 (EG und 4.OG) der Richtwert deutlich überschritten (vgl. **Tab. A3.1** bis **Tab. A3.4**).

Wie bereits bei der Raumhelligkeit beschrieben, kann bei einer Bestandsanlage, die mit angrenzenden Wohngebieten eng zusammen liegt, eine gegenseitige Rücksichtnahme vorausgesetzt werden. Dabei sollen die zu duldenen Lichteinwirkungen die Immissionsrichtwerte unterschreiten, die für die Gebietsart mit dem nächstniedrigeren Schutzanspruch gelten. Demnach sind die Gaudystraße 11 und die Cantianstraße 15 als Mischgebiet einzustufen. Die Ergebnisse in den **Tab. A3.1** bis **Tab. A3.4** verdeutlichen, dass dadurch die Immissionsrichtwerte deutlich eingehalten werden.

Im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung können mit Blendschutzmaßnahmen und der Rücksichtnahme bei Bestandsanlagen Belästigungen durch psychologische Blendung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie (2015) bei einer Wettkampfschaltung mit einer Beleuchtungsstärke von 200 lx ausgeschlossen werden.

Übrige Sportanlagen

Die Beleuchtungsstärken der übrigen Sportanlagen entsprechen den bereits für den Untersuchungsfall mit Trainingsschaltung angesetzten Beleuchtungsstärken. Dadurch gelten für die Kunstrasenplätze, die Beachvolleyballplätze, die Tennisplätze und den Blindenfußballplatz im Hinblick auf die psychologische Blendung die Aussagen aus dem Abschnitt Trainingsschaltung.

5.4.3 Hochleistungswettkampfschaltung

Die Nutzung des Kleinen Stadions mit einer Hochleistungswettkampfschaltung von 500 lx Beleuchtungsstärke wird bei der Bewertung der Blendungen wie bereits in Kap. 5.3.3. als seltenes Ereignis eingestuft und nicht weiter betrachtet.

6 PLANUNGSEMPFEHLUNGEN

Allgemein sollte bei der Lichtplanung darauf geachtet werden, dass Leuchtmittel mit einer engstrahlenden Lichtverteilungskurve Verwendung finden. Zudem sollte vermieden werden, dass Leuchten direkt an die umliegende Bebauung ausgerichtet werden.

Aufgrund der berechneten Richtwertüberschreitungen bei der Raumaufhellung folgen verschiedene Planungsempfehlungen, die die Blendungswirkungen reduzieren können.

Da die Beleuchtungsanlagen des Kleinen Stadions sowie des Kunstrasenplatzes auf der Multifunktionshalle zum Teil Raumaufhellungen oberhalb des Immissionsrichtwerts sowie psychologische Blendungen an der angrenzenden Wohnbebauung verursacht, können Blendklappen an den Leuchtenköpfen der Masten die Blendwirkungen verhindern oder zumindest reduzieren. Durch die Blendklappen wird der Lichtaustritt seitlich und nach hinten unterbunden. Die Berechnungen aus Kap. 5 zeigen, dass die Verwendung von Blendklappen zu einer Minderung der Blendwirkungen führt.

Da der Laubbaumstreifen entlang des Kleinen Stadions vor allem in den Wintermonaten keinen Sichtschutz bietet, kann ein blickdichter oder immergrüner Zaun entlang der Gaudy- und der Cantianstraße die Raumaufhellung in den unteren Etagen vermeiden. Aufgrund der hohen Masten sollte dieser Zaun eine Höhe von mindestens 6 m aufweisen.

7 FAZIT

Zur Bestimmung der Blendwirkungen wurden Simulationsrechnungen durchgeführt, um das Ausmaß der Raumaufhellung und potenzieller psychologischer Blendungen durch die Beleuchtungsanlagen des Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportparks zu beurteilen. Bei der Neuplanung des Sportparks sollen die alten Halogenlampen mit energieeffizienteren LED-Lampen ausgetauscht werden. Für die Berechnungen wurden LED-Lampen mit einer Lichtfarbe von 3000 K gewählt, um die Anlockung von Insekten und Vögeln so gering wie möglich zu halten. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Anforderungen der DIN EN 12193 an die Beleuchtungsstärke der Sportanlagen erfüllt werden und nur die Bereiche ausgeleuchtet werden, die künstlich beleuchtet werden müssen.

Sowohl bei Betrachtung der Trainingsschaltung (mit 75 lx Beleuchtungsstärke) als auch der Wettkampfschaltung (mit 200 lx Beleuchtungsstärke) des Kleinen Stadions unter gleichzeitiger Beleuchtung aller übrigen Sportanlagen werden die Immissionsrichtwerte für die Raumaufhellung an den meisten betrachteten Immissionsorten eingehalten. Überschreitungen des Immissionsrichtwerts ergeben sich durch die ermittelten Raumaufhellungen für die Gaudystraße 11 im EG und 4. OG, die Cantianstraße 11 im EG und die Topsstraße 31 im 3. OG.

Nach der LAI-Richtlinie besteht eine besondere Pflicht zur gegenseitigen Rücksichtnahme, wenn aufgrund baulicher Entwicklungen in der Vergangenheit Wohngebiete und lichtemittierende Anlagen eng zusammen liegen. Da der Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark schon seit Jahrzehnten existiert und ein wichtiger Bestandteil des Stadtteils Prenzlauer Berg ist, kann man nach der LAI-Richtlinie zur Bewertung der Immissionsrichtwerte die Gebietsart mit dem nächstniedrigeren Schutzanspruch zu Grunde legen.

Durch Blendschutzmaßnahmen und die Herabstufung des Immissionsrichtwerts aufgrund der Rücksichtnahme bei Bestandsanlagen kann der Immissionsrichtwert an der Cantianstraße 11 im EG und der Topsstraße 31 im 3. OG eingehalten werden.

An der Gaudystraße 11 können an den untersuchten Immissionsorten im EG und im 4. OG trotz der Herabstufung des Immissionsrichtwerts aufgrund der Rücksichtnahme bei Bestandsanlagen unter Berücksichtigung der untersuchten Blendschutzmaßnahmen und Belästigungen durch Raumaufhellung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie nicht ausgeschlossen werden.

Der Friedrich-Ludwig-Jahn-Sportpark soll hauptsächlich als Trainingsort genutzt werden, weshalb geringe Einschaltzeiten bei Wettkämpfen zu erwarten sind. Die Überschreitung des Immissionsrichtwerts der Raumaufhellung in der Gaudystraße 11 kann daher im Hinblick auf die gegenseitige Rücksichtnahme bei historischen Anlagen für die Anwohner für den Untersuchungsfall mit der Wettkampfschaltung als hinnehmbar eingestuft werden. An allen anderen Immissionsorten wird der Richtwert eingehalten.

Bezüglich der Überschreitung des Immissionsrichtwerts der Raumaufhellung in der Gaudystraße 11 für den Untersuchungsfall mit der Trainingsschaltung ist anzumerken, dass die Annahme einer gleichzeitigen Beleuchtung aller Sportanlagen ein konservatives Szenario darstellt. Realistisch ist, dass nicht alle Sportanlagen gleichzeitig beleuchtet werden und sich die Raumaufhellung der umliegenden Wohnbebauung dadurch verringert.

Potenzielle Raumaufhellungen durch eine Hochleistungswettkampfschaltung des Kleinen Stadions stellen seltene Ereignisse dar und sind damit für die Anwohner als hinnehmbar einzustufen.

Belästigungen der umliegenden Wohnbebauung durch eine potenzielle Nachtnutzung des Großen Stadions sind aufgrund der abschirmenden Wirkung des Stadions ausgeschlossen.

Belästigungen durch psychologische Blendungen gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie (2015) durch die Beleuchtung der Kunstrasenplätze A und B, dem nördlichen Kunstrasenplatz, den Beachvolleyballplätzen und dem Blindenfußballplatz nach der Beleuchtungskategorie III der DIN EN 12193 sowie für das Kleine Stadion in der Trainingsschaltung können im Bereich der angrenzenden Wohnbebauung ausgeschlossen werden.

Während der Wettkampfschaltung des Kleinen Stadions wird an den Immissionsorten Cantianstraße 15 (EG und 5.OG) und Gaudystraße 11 (EG und 4.OG) der Richtwert deutlich überschritten. Die Laubbaumstreifen entlang des Kleinen Stadions, die bei der Neugestaltung erhalten bleiben, können die Blendwirkungen in den Sommermonaten reduzieren, haben jedoch in den Wintermonaten keine abschirmende Wirkung. Durch das Anbringen von Blendklappen und unter Berücksichtigung der Rücksichtnahme bei Bestandsanlagen können Belästigungen durch psychologische Blendung gemäß der Lichtimmissionsrichtlinie (2015) bei einer Wettkampfschaltung des Kleinen Stadions mit einer Beleuchtungsstärke von 200 lx ausgeschlossen werden.

Durch die Leuchten des Kunstrasenplatzes auf der Multifunktionshalle kann es am Immissionsort Topsstraße 31 im EG und im 3. OG zu psychologischen Blendungen kommen, die sich durch das Anbringen von Blendklappen verhindern lassen. Unter Umsetzung der

Blendschutzmaßnahmen können Belästigungen der Anwohner hier ebenfalls ausgeschlossen werden.

Es ist zu beachten, dass der Gesetzgeber bisher keine Regelungen zur Bestimmung der immissionsschutzrechtlichen Erheblichkeitsgrenzen für Lichtimmissionen erlassen hat und die LAI-Richtlinie daher lediglich Hinweise und Empfehlungen für die Messung und Beurteilung der Wirkung von Lichtimmissionen gibt. Die im Immissionsschutz zu beurteilenden Lichteinwirkungen bewegen sich im Bereich der Belästigung. Gesundheitliche Schäden am Auge können ausgeschlossen werden.

Zur Reduzierung der Blendungswirkungen, sollten im Bebauungsplan Blendklappen als Schutzmaßnahme festgesetzt werden (vgl. **Kap. 6.2**).

8 QUELLEN

8.1 Literatur

Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI, 2015): Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen der Bundesländer, November 2015

Eisenbeis, G. und Eick, K. (2011): Studie zur Anziehung nachtaktiver Insekten an die Straßenbeleuchtung unter Einbeziehung von LEDs, Natur und Landschaft, Heft 7

Reidenbach, H.-D.; Dollinger, K.; Ott, G.; Janßen, M.; Brose M. (2008): Blendung durch optische Strahlungsquellen. Projekt F 2185 im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

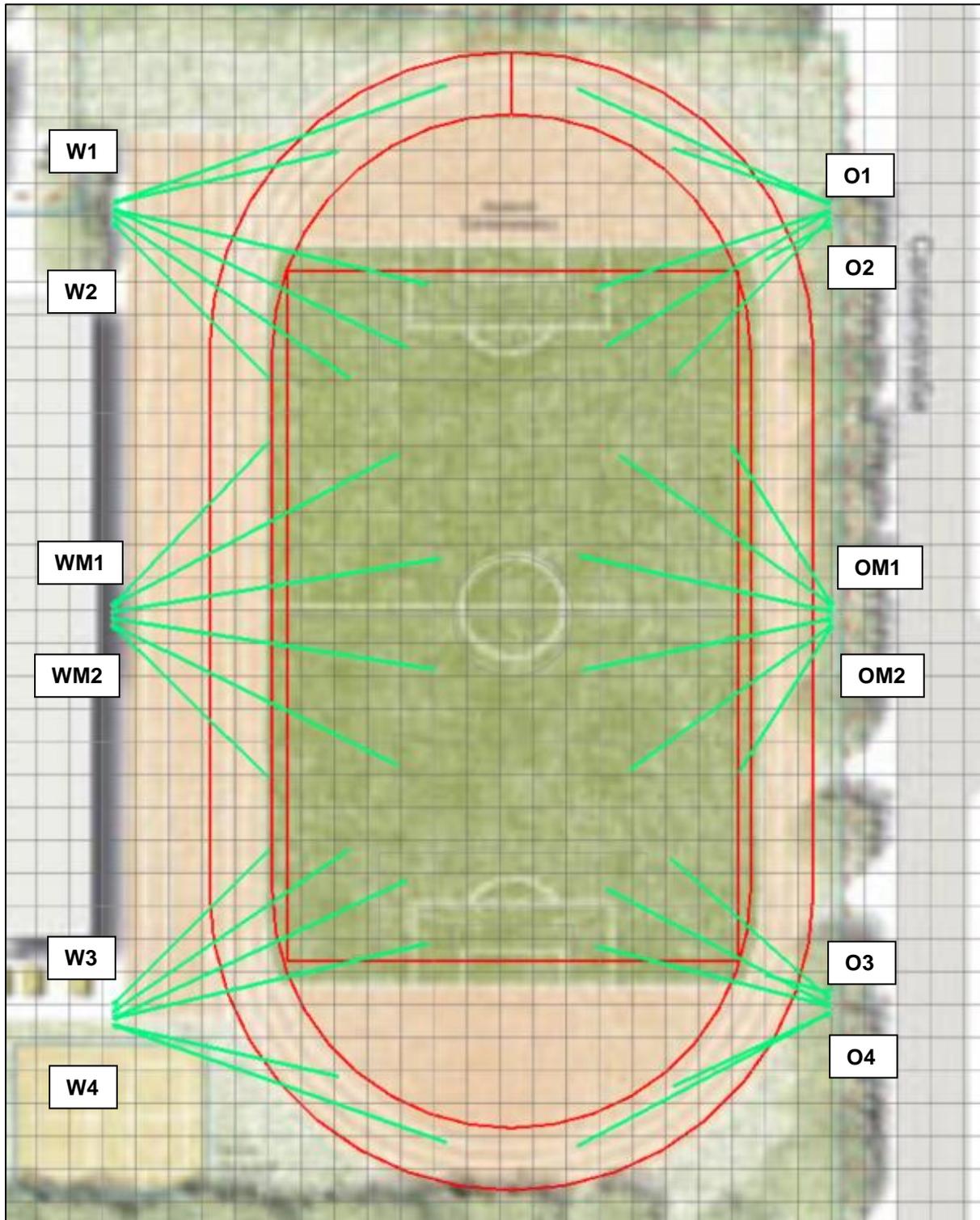
8.2 Materialien und Unterlagen

Für das Gutachten wurden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen verwendet:

- Lagepläne der geplanten Sportanlagen
- Schnitt des Großen Stadions

Die Unterlagen wurden durch den Auftraggeber (E-Mail vom 21.09.2023) zur Verfügung gestellt; verwendete Pläne und ähnliche Unterlagen werden im Archiv der Lohmeyer GmbH abgelegt.

A N H A N G A
ERGEBNISSE DER
BLENDUNGSBERECHNUNGEN

Darstellung der Leuchten mit Ausrichtung**Abb. A1.1:** Anordnung der Leuchten des Kleinen Stadions mit Bezeichnungen

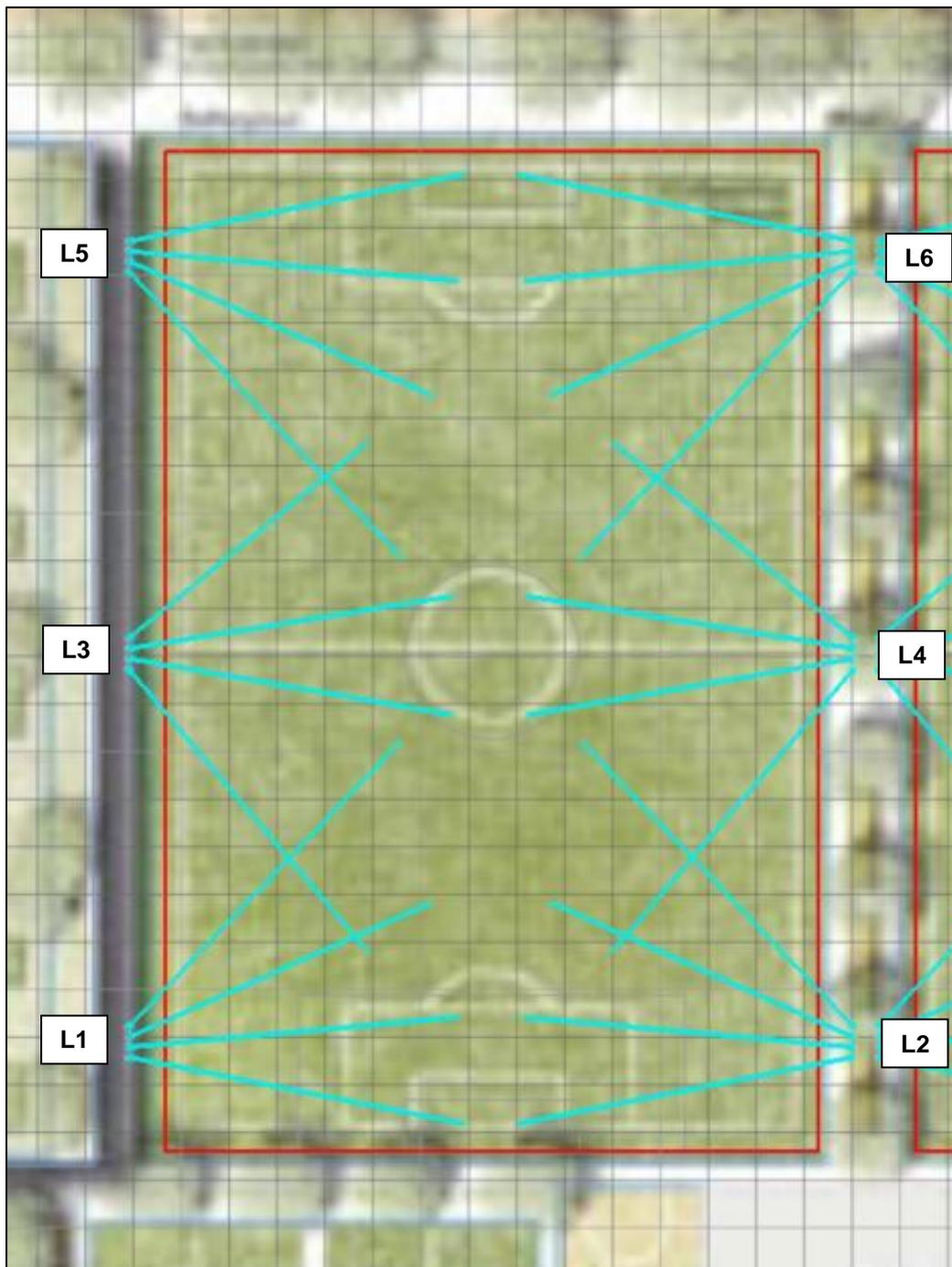


Abb. A1.2: Anordnung der Leuchten des Kunstrasenplatzes A mit Bezeichnungen

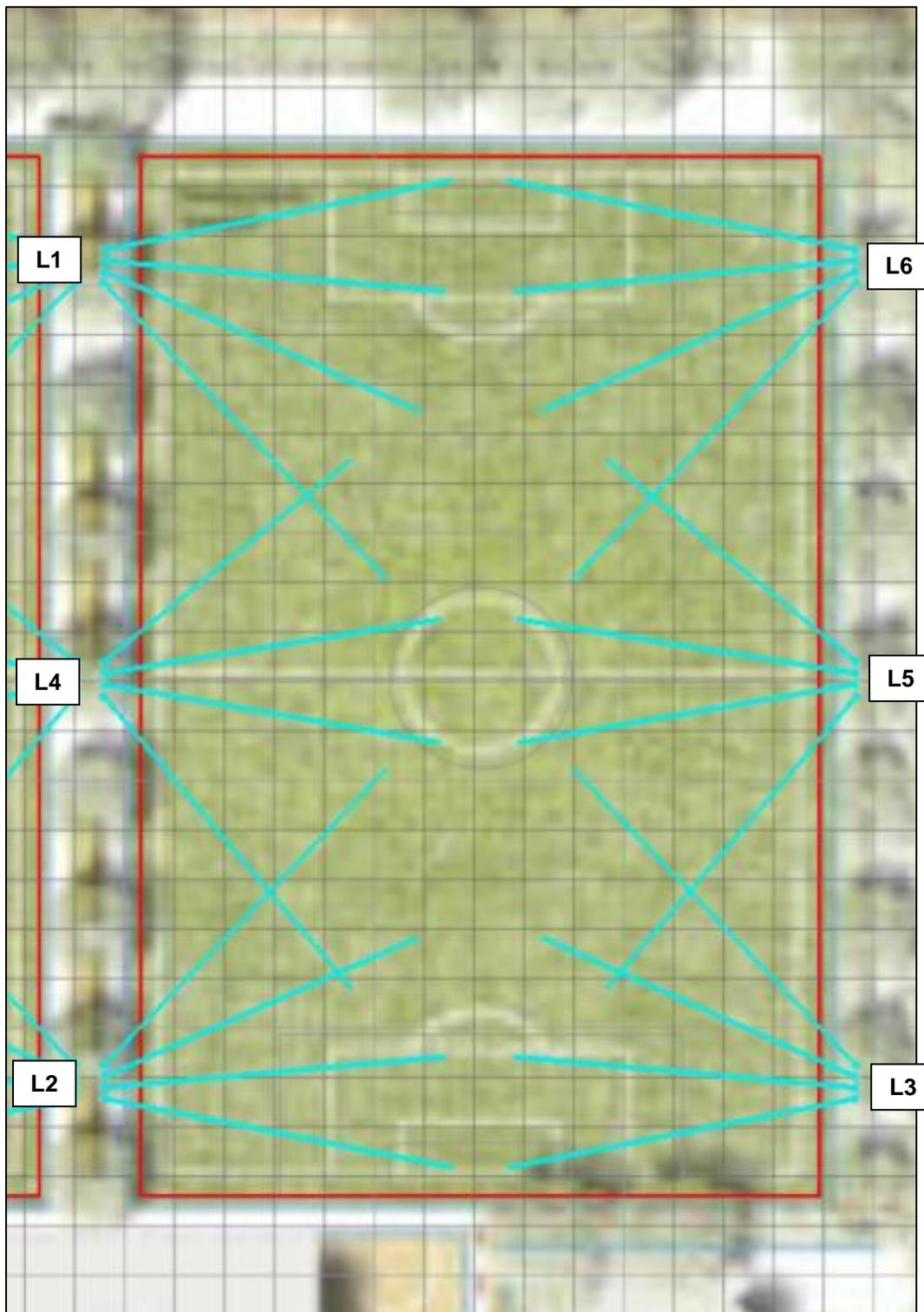


Abb. A1.3: Anordnung der Leuchten des Kunstrasenplatzes B mit Bezeichnungen

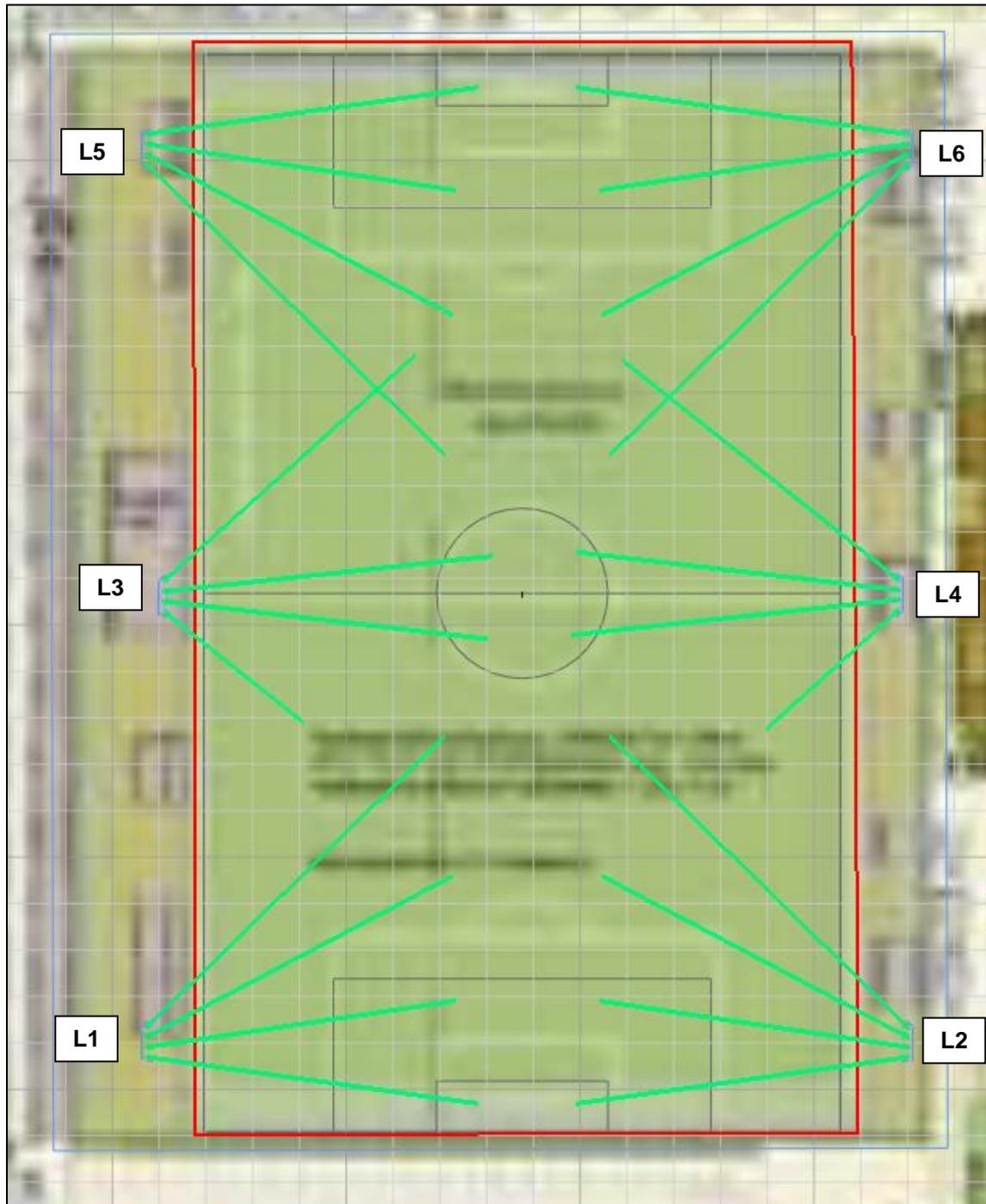


Abb. A1.4: Anordnung der Leuchten des Kunstrasenplatzes auf der Halle mit Bezeichnungen

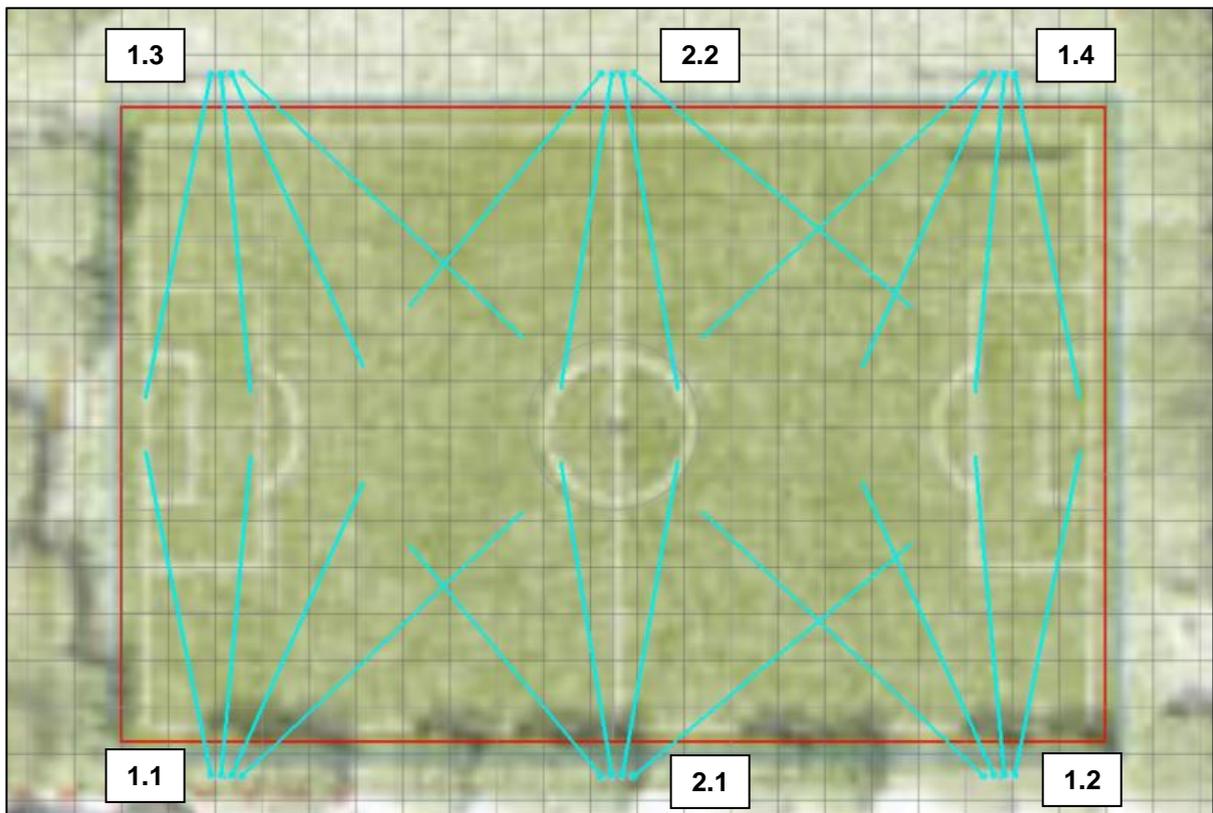


Abb. A1.5: Anordnung der Leuchten des neuen Kunstrasenplatzes mit Bezeichnungen

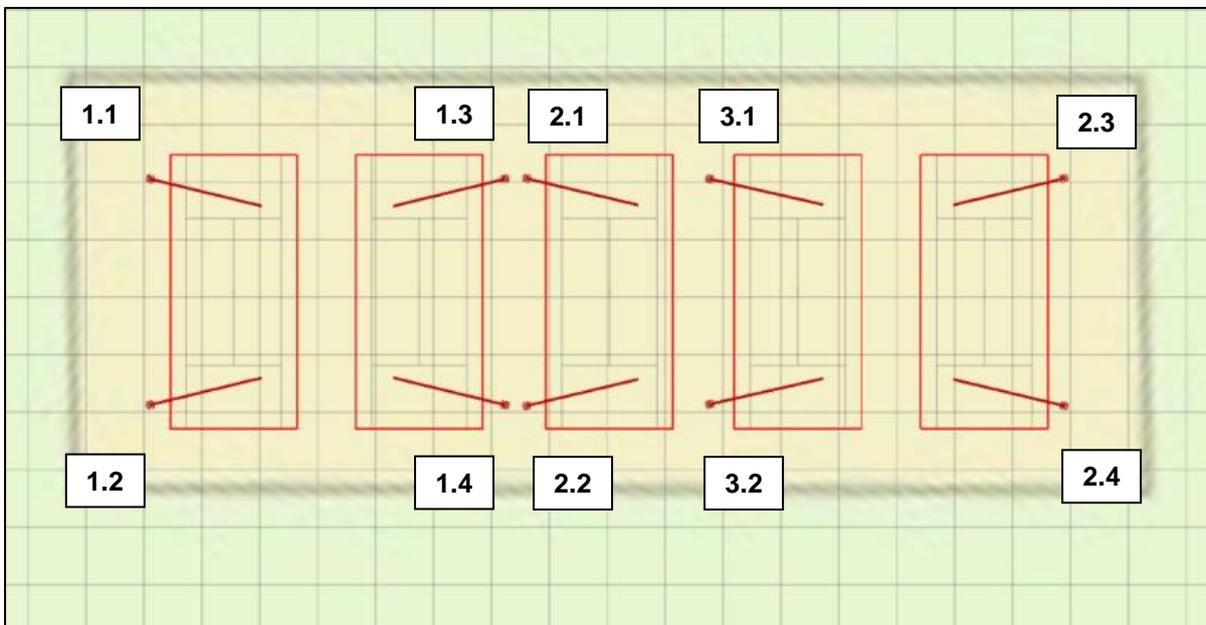


Abb. A1.6: Anordnung der Leuchten der Tennisplätze mit Bezeichnungen

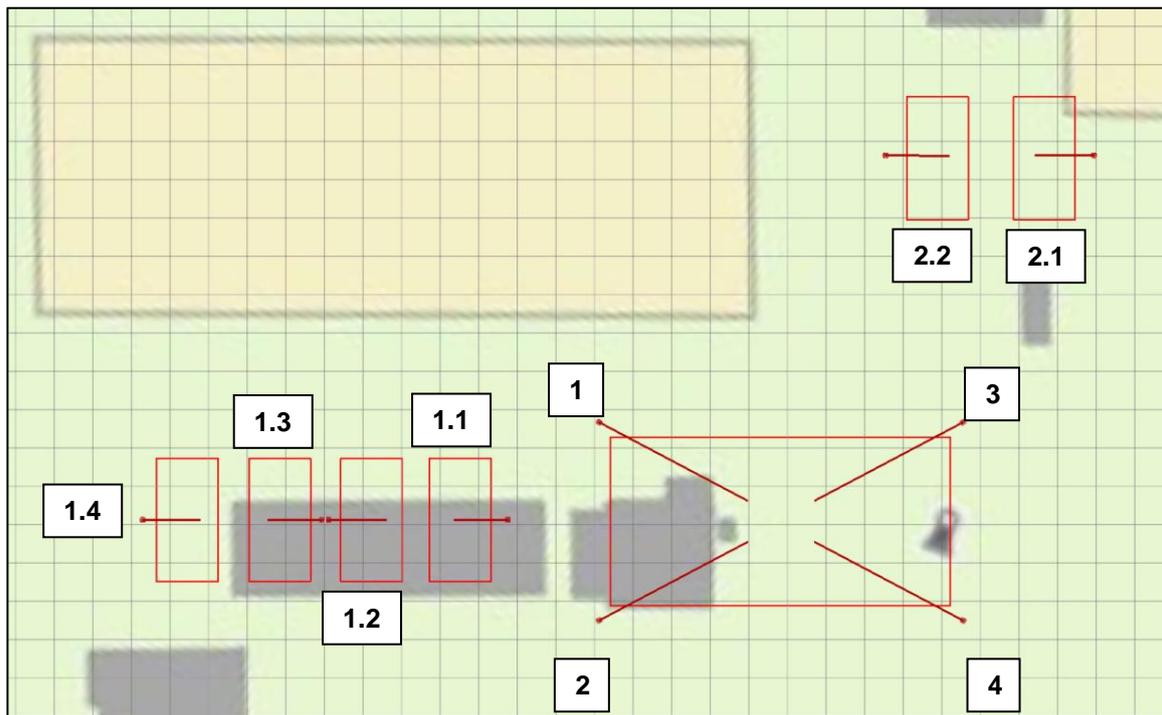


Abb. A1.6: Anordnung der Leuchten der Beachvolleyballplätze und des Blindenfußballplatzes mit Bezeichnungen

Ergebnisse der Trainingsschaltung

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kunstrasen A, L1		14 585	1 039
Kunstrasen A, L3		13 698	916
Kunstrasen B, L1		8 591	1 441
Kunstrasen B, L2		8 592	1 442
Kunstrasen B, L3	Nicht sichtbar	-	-
Kunstrasen B, L4		8 140	1 294
Kunstrasen B, L5		8 167	1 303
Blindenfußball 1		14 592	1 040

Tab. A1.1: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Cantianstr. 4, 4.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kunstrasen A, L1		14 397	1 012
Kunstrasen A, L3		13 529	894
Kunstrasen B, L1		8 470	1 751
Kunstrasen B, L2		8 470	1 752
Kunstrasen B, L3	Nicht sichtbar	-	-
Kunstrasen B, L4		8 020	1 884
Kunstrasen B, L5		8 046	1 897
Blindenfußball 1		14 426	1 016
Blindenfußball 2		16 829	1 383

Tab. A1.2: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Cantianstr. 4, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kl. Stadion WM1		10 953	2 343
Kl. Stadion WM2		21 473	12 608
Kl. Stadion OM1		7 100	1 723
Kl. Stadion O3		54 738	18 726
Kl. Stadion O4		26 980	6 824

TabAbb. A1.3: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Cantianstr. 11, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kl. Stadion W3		8 389	344
Kl. Stadion WM1		11 151	607
Kl. Stadion WM2		8 650	1 827
Kl. Stadion OM1		8 081	1 594
Kl. Stadion OM2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O3		60 296	53 966
Kl. Stadion O4		27 464	20 625

Tab. A1.4: Ergebnis der psycholog. Blendung am Immissionsort Cantianstr. 11, 4.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kl. Stadion W1		8 303	673
Kl. Stadion W2		10 435	1 063
Kl. Stadion W4		10 749	564
Kl. Stadion WM1		8 506	5 299
Kl. Stadion WM2		9 183	8 236
Kl. Stadion OM2		6 593	1 061
Kl. Stadion O1	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O2		8 755	37 052

Tab. A1.5: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Cantianstr. 15, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kl. Stadion W1		8 498	353
Kl. Stadion W2		10 826	572
Kl. Stadion WM1		8 588	1 441
Kl. Stadion WM2		9 292	2 108
Kl. Stadion OM1	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion OM2		7532	831
Kl. Stadion O1	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion O2		8 932	30 777

Tab. A1.6: Ergebnis der psycholog. Blendung am Immissionsort Cantianstr. 15, 5.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Tennis 1.3	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 2.3	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W1		5 159	2 339
Kl. Stadion W2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W3		45 274	10 009
Kl. Stadion W4		11 149	3 035
Kl. Stadion WM2		12 991	7 417
Kl. Stadion OM1		7 721	4 075
Kl. Stadion OM2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O1		4 324	2 009
Kl. Stadion O2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O3	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O4	Nicht sichtbar	-	-
Blindenfußball 2		21 377	3 394
Blindenfußball 3	Nicht sichtbar	-	-
Spielfeld neu 1.1		21 061	2 166
Spielfeld neu 1.2		14 413	4 057
Spielfeld neu 1.3		19 013	3 530
Spielfeld neu 2.1		17 040	2 836

Tab. A1.7: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Gaudystr. 11, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Tennis 1.1		28 061	3 845
Tennis 1.2		23 013	2 586
Tennis 1.3	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 1.4	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 2.1		28 491	3 963
Tennis 2.2		22 358	2 441
Tennis 2.3	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 2.4	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 3.1		28 769	4 041
Tennis 3.2		22 106	2 386
Kl. Stadion W1		5 302	5 080
Kl. Stadion W2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W3		85 545	71 464
Kl. Stadion W4		11 311	3 748
Kl. Stadion WM1		8 309	7 754
Kl. Stadion WM2		13 613	8 144
Kl. Stadion OM1		7 857	3 918
Kl. Stadion OM2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O1		4 370	4 197
Kl. Stadion O2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O3	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O4	Nicht sichtbar	-	-
Beachvolley 2.1		14 524	1 030
Beachvolley 2.2		15 040	1 105
Blindenfußball 1	Nicht sichtbar	-	-
Blindenfußball 2		21 650	4 577
Blindenfußball 3	Nicht sichtbar	-	-
Blindenfußball 4		38 692	7 310
Spielfeld neu 1.1		21 436	2 244
Spielfeld neu 1.2		14 621	3 132
Spielfeld neu 1.3		19 587	3 747
Spielfeld neu 1.4	Nicht sichtbar	-	-
Spielfeld neu 2.1		17 310	2 926
Spielfeld neu 2.2	Nicht sichtbar	-	-

Tab. A1.8: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Gaudystr. 11, 4.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Tennis 1.1	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 2.1	Nicht sichtbar		
Tennis 2.4		23 062	2 597
Tennis 3.1	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion W1	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion W2	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion W3	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion WM1	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion OM1		22 662	2 508
Kl. Stadion OM2		14 513	2 057
Spielfeld neu 1.1		12 409	3 759
Spielfeld neu 1.2		13 942	4 746
Spielfeld neu 1.3		12 968	3 284
Spielfeld neu 1.4	Nicht sichtbar		
Spielfeld neu 2.1		12 592	3 871
Spielfeld neu 2.2	Nicht sichtbar	-	-

Tab. A1.9: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Gaudystr. 17, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Tennis 1.1	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 1.2		32 122	5 038
Tennis 1.3	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 1.4		29 499	4 249
Tennis 2.1	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 2.2		53 851	14 160
Tennis 2.3		57 331	16 049
Tennis 2.4		24 298	2 883
Tennis 3.1	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 3.2		134 247	87 999
Kl. Stadion W1	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W3	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W4		18 398	3 306
Kl. Stadion WM1	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion WM2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion OM1		23 386	2 670
Kl. Stadion OM2		14 664	2 100
Kl. Stadion O1	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O3		12 146	720
Beachvolley 2.1		17 693	1 528
Beachvolley 2.2		16 909	1 396
Blindenfußball 2		35 562	6 175
Blindenfußball 4		22 333	4 871
Spielfeld neu 1.1		12 599	3 100
Spielfeld neu 1.2		14 186	3 930
Spielfeld neu 1.3		13 160	3 383
Spielfeld neu 1.4	Nicht sichtbar	-	-
Spielfeld neu 2.1		12 796	3 198
Spielfeld neu 2.2	Nicht sichtbar	-	-

Tab. A1.10: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Gaudystr. 17, 5.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kunstrasen A, L1		10 219	1 530
Kunstrasen A, L2	Nicht sichtbar	-	-
Kunstrasen A, L3		15 780	1 216
Kunstrasen A, L4		11 964	2 097
Kunstrasen B, L1		15 010	1 100
Kunstrasen B, L2		24 414	8 731
Kunstrasen B, L4		21 744	2 309
Kunstrasen B, L5		12 840	1 610
Blindenfußball 1		18 849	1 735

Tab. A1.11: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Topsstr. 7, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kunstrasen A, L1		10 307	1 037
Kunstrasen A, L2	Nicht sichtbar	-	
Kunstrasen A, L3		16 074	1 262
Kunstrasen A, L4		12 164	1 445
Kunstrasen B, L1		15 246	1 135
Kunstrasen B, L2		41 296	16 654
Kunstrasen B, L3		8 087	1 916
Kunstrasen B, L4		23 963	2 804
Kunstrasen B, L5		13 169	847
Beachvolley 1.1		19 968	1 947
Beachvolley 1.2		22 283	2 424
Blindenfußball 1		18 994	1 762

Tab. A1.12: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Topsstr. 7, 3.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Beachvolley 1.1		16 813	1 380
Beachvolley 1.2		17 911	1 566
Beachvolley 2.1	Nicht sichtbar		
Beachvolley 2.2	Nicht sichtbar		
Blindenfußball 1		20 475	2 047
Blindenfußball 2	Nicht sichtbar		
Blindenfußball 3		21 281	2 211
Blindenfußball 4	Nicht sichtbar		

Tab. A1.13: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Topsstr. 19, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle		Blendschutz
		L_{\max}	L_s	L_s
Kunstrasen A, L2		11 233	1 232	-
Kunstrasen A, L4		12 724	1 581	-
Kunstrasen Halle, L1		6 926	11 242	1 639
Kunstrasen Halle, L2		6 840	24 899	5 254
Kunstrasen Halle, L3		9 069	0	-
Kunstrasen Halle, L4		9 046	0	-
Blindenfußball 1		34 186	5 707	-
Blindenfußball 2	Nicht sichtbar			-
Blindenfußball 3		18 891	1 742	-
Blindenfußball 4		81 935	32 780	-

Tab. A1.14: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Topsstr. 31, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle		Blendschutz
		L_{\max}	L_s	L_s
Kunstrasen A, L2		11 324	626	-
Kunstrasen A, L4		12 796	799	-
Kunstrasen Halle, L1		6 830	5 694	-
Kunstrasen Halle, L2		6 760	12 942	2 231
Kunstrasen Halle, L3		9 091	3 632	-
Kunstrasen Halle, L4		9 059	4 007	-
Blindenfußball 1		35 320	6 091	-
Blindenfußball 2	Nicht sichtbar			-
Blindenfußball 3		19 034	1 789	-
Blindenfußball 4		105 345	54 187	-

Tab. A1.15: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Topsstr. 31, 3.OG

Ergebnisse der Wettkampfschaltung

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kunstrasen A, L1		14 585	1 039
Kunstrasen A, L3		13 698	916
Kunstrasen B, L1		8 591	1 441
Kunstrasen B, L2		8 592	1 442
Kunstrasen B, L3	Nicht sichtbar	-	-
Kunstrasen B, L4		8 140	1 294
Kunstrasen B, L5		8 167	1 303
Blindenfußball 1		14 592	1 040

Tab. A2.1: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Cantianstr. 4, 4.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kunstrasen A, L1		14 397	1 012
Kunstrasen A, L3		13 529	894
Kunstrasen B, L1		8 470	1 751
Kunstrasen B, L2		8 470	1 752
Kunstrasen B, L3	Nicht sichtbar	-	-
Kunstrasen B, L4		8 020	1 884
Kunstrasen B, L5		8 046	1 897
Blindenfußball 1		14 426	1 016
Blindenfußball 2		16 829	1 383

Tab. A2.2: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Cantianstr. 4, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kl. Stadion WM1		10 953	2 343
Kl. Stadion WM2		21 473	12 608
Kl. Stadion OM1		7 100	1 723
Kl. Stadion O3		54 738	18 726
Kl. Stadion O4		26 980	6 824

Tab. A2.3: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Cantianstr. 11, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kl. Stadion W3		8 389	344
Kl. Stadion WM1		11 151	607
Kl. Stadion WM2		8 650	1 827
Kl. Stadion OM1		8 081	1 594
Kl. Stadion OM2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O3		60 296	53 966
Kl. Stadion O4		27 464	20 625

Tab. A2.4: Ergebnis der psycholog. Blendung am Immissionsort Cantianstr. 11, 4.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kl. Stadion W1		8 303	673
Kl. Stadion W2		10 435	1 063
Kl. Stadion W4		10 749	564
Kl. Stadion WM1		8 506	5 299
Kl. Stadion WM2		9 183	8 236
Kl. Stadion OM2		6 593	1 910
Kl. Stadion O1	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O2		8 755	37 052

Tab. A2.5: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Cantianstr. 15, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kl. Stadion W1		8 498	353
Kl. Stadion W2		10 826	572
Kl. Stadion WM1		8 588	1 441
Kl. Stadion WM2		9 292	2 108
Kl. Stadion OM1	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion OM2		7532	1 108
Kl. Stadion O1	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion O2		8 932	30 777

Tab. A2.6: Ergebnis der psycholog. Blendung am Immissionsort Cantianstr. 15, 5.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Tennis 1.3	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 2.3	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W1		5 159	2 339
Kl. Stadion W2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W3		45 274	10 009
Kl. Stadion W4		11 149	3 035
Kl. Stadion WM2		12 991	7 417
Kl. Stadion OM1	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion OM2		7 721	4 865
Kl. Stadion O1		4 324	53 500
Kl. Stadion O2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O3	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O4	Nicht sichtbar	-	-
Blindenfußball 2		21 377	3 394
Blindenfußball 3	Nicht sichtbar	-	-
Spielfeld neu 1.1		21 061	2 166
Spielfeld neu 1.2		14 413	4 057
Spielfeld neu 1.3		19 013	3 530
Spielfeld neu 2.1		17 040	2 836

Tab. A2.7: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Gaudystr. 11, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Tennis 1.1		28 061	3 845
Tennis 1.2		23 013	2 586
Tennis 1.3	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 1.4	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 2.1		28 491	3 963
Tennis 2.2		22 358	2 441
Tennis 2.3	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 2.4	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 3.1		28 769	4 041
Tennis 3.2		22 106	2 386
Kl. Stadion W1		5 302	5 080
Kl. Stadion W2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W3		85 545	71 464
Kl. Stadion W4		11 311	3 748
Kl. Stadion WM1		8 309	7 754
Kl. Stadion WM2		13 613	8 144
Kl. Stadion OM1	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion OM2		7 857	4 205
Kl. Stadion O1		4 370	13 616
Kl. Stadion O2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O3	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O4	Nicht sichtbar	-	-
Beachvolley 2.1		14 524	1 030
Beachvolley 2.2		15 040	1 105
Blindenfußball 1	Nicht sichtbar	-	-
Blindenfußball 2		21 650	4 577
Blindenfußball 3	Nicht sichtbar	-	-
Blindenfußball 4		38 692	7 310
Spielfeld neu 1.1		21 436	2 244
Spielfeld neu 1.2		14 621	3 132
Spielfeld neu 1.3		19 587	3 747
Spielfeld neu 1.4	Nicht sichtbar	-	-
Spielfeld neu 2.1		17 310	2 926
Spielfeld neu 2.2	Nicht sichtbar	-	-

Tab. A2.8: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Gaudystr. 11, 4.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Tennis 1.1	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 2.1	Nicht sichtbar		
Tennis 2.4		23 062	2 597
Tennis 3.1	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion W1	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion W2	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion W3	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion WM1	Nicht sichtbar		
Kl. Stadion OM1		22 662	2 958
Kl. Stadion OM2		14 513	2 057
Spielfeld neu 1.1		12 409	3 759
Spielfeld neu 1.2		13 942	4 746
Spielfeld neu 1.3		12 968	3 284
Spielfeld neu 1.4	Nicht sichtbar		
Spielfeld neu 2.1		12 592	3 871
Spielfeld neu 2.2	Nicht sichtbar	-	-

Tab. A2.9: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Gaudystr. 17, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Tennis 1.1	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 1.2		32 122	5 038
Tennis 1.3	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 1.4		29 499	4 249
Tennis 2.1	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 2.2		53 851	14 160
Tennis 2.3		57 331	16 049
Tennis 2.4		24 298	2 883
Tennis 3.1	Nicht sichtbar	-	-
Tennis 3.2		134 247	87 999
Kl. Stadion W1	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W3	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion W4		18 398	3 306
Kl. Stadion WM1	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion WM2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion OM1		23 386	2 670
Kl. Stadion OM2		14 664	2 100
Kl. Stadion O1	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O2	Nicht sichtbar	-	-
Kl. Stadion O3		12 146	720
Beachvolley 2.1		17 693	1 528
Beachvolley 2.2		16 909	1 396
Blindenfußball 2		35 562	6 175
Blindenfußball 4		22 333	4 871
Spielfeld neu 1.1		12 599	3 100
Spielfeld neu 1.2		14 186	3 930
Spielfeld neu 1.3		13 160	3 383
Spielfeld neu 1.4	Nicht sichtbar	-	-
Spielfeld neu 2.1		12 796	3 198
Spielfeld neu 2.2	Nicht sichtbar	-	-

Tab. A2.10: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Gaudystr. 17, 5.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kunstrasen A, L1		10 219	1 530
Kunstrasen A, L2	Nicht sichtbar	-	-
Kunstrasen A, L3		15 780	1 216
Kunstrasen A, L4		11 964	2 097
Kunstrasen B, L1		15 010	1 100
Kunstrasen B, L2		24 414	8 731
Kunstrasen B, L4		21 744	2 309
Kunstrasen B, L5		12 840	1 610
Blindenfußball 1		18 849	1 735

Tab. A2.11: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Topsstr. 7, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Kunstrasen A, L1		10 307	1 037
Kunstrasen A, L2	Nicht sichtbar	-	
Kunstrasen A, L3		16 074	1 262
Kunstrasen A, L4		12 164	1 445
Kunstrasen B, L1		15 246	1 135
Kunstrasen B, L2		41 296	16 654
Kunstrasen B, L3		8 087	1 916
Kunstrasen B, L4		23 963	2 804
Kunstrasen B, L5		13 169	847
Beachvolley 1.1		19 968	1 947
Beachvolley 1.2		22 283	2 424
Blindenfußball 1		18 994	1 762

Tab. A2.12: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Topsstr. 7, 3.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle	
		L_{\max}	L_s
Beachvolley 1.1		16 813	1 380
Beachvolley 1.2		17 911	1 566
Beachvolley 2.1	Nicht sichtbar		
Beachvolley 2.2	Nicht sichtbar		
Blindenfußball 1		20 475	2 047
Blindenfußball 2	Nicht sichtbar		
Blindenfußball 3		21 281	2 211
Blindenfußball 4	Nicht sichtbar		

Tab. A2.13: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Topsstr. 19, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle		Blendschutz
		L_{\max}	L_s	L_s
Kunstrasen A, L2		11 233	1 232	-
Kunstrasen A, L4		12 724	1 581	-
Kunstrasen Halle, L1		6 926	11 242	1 639
Kunstrasen Halle, L2		6 840	24 899	5 254
Kunstrasen Halle, L3		9 069	0	-
Kunstrasen Halle, L4		9 046	0	-
Blindenfußball 1		34 186	5 707	-
Blindenfußball 2	Nicht sichtbar			-
Blindenfußball 3		18 891	1 742	-
Blindenfußball 4		81 935	32 780	-

Tab. A2.14: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Topsstr. 31, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle		Blendschutz
		L_{\max}	L_s	L_s
Kunstrasen A, L2		11 324	626	-
Kunstrasen A, L4		12 796	799	-
Kunstrasen Halle, L1		6 830	5 694	-
Kunstrasen Halle, L2		6 760	12 942	2 231
Kunstrasen Halle, L3		9 091	3 632	-
Kunstrasen Halle, L4		9 059	4 007	-
Blindenfußball 1		35 320	6 091	-
Blindenfußball 2	Nicht sichtbar			-
Blindenfußball 3		19 034	1 789	-
Blindenfußball 4		105 345	54 187	-

Tab. A2.15: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Topsstr. 31, 3.OG

Ergebnisse mit Blendschutzmaßnahmen am Kleinen Stadion

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle Wohngebiet		Blendlichtquelle Mischgebiet	
		L_{\max}	L_S	L_{\max}	L_S
Kl. Stadion W1		8 303	673	20 757	673
Kl. Stadion W2		10 435	1 063	26 086	1 063
Kl. Stadion W4		10 749	564	26 872	564
Kl. Stadion WM1		8 506	5 299	21 265	5 299
Kl. Stadion WM2		9 183	8 236	22 959	8 236
Kl. Stadion OM2		6 593	1 061	16 483	1 061
Kl. Stadion O1	Nicht sichtbar	-	-		-
Kl. Stadion O2		8 755	12 856	21 887	12 856

Tab. A3.1: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Cantianstr. 15, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle Wohngebiet		Blendlichtquelle Mischgebiet	
		L_{\max}	L_S	L_{\max}	L_S
Kl. Stadion W1		8 498	353	21 245	353
Kl. Stadion W2		10 826	572	27 065	572
Kl. Stadion WM1		8 588	1 441	21 470	1 441
Kl. Stadion WM2		9 292	2 108	23 231	2 108
Kl. Stadion OM1	Nicht sichtbar				
Kl. Stadion OM2		7532	831	18 831	831
Kl. Stadion O1	Nicht sichtbar				
Kl. Stadion O2		8 932	19 462	22 331	19 462

Tab. A3.2: Ergebnis der psycholog. Blendung am Immissionsort Cantianstr. 15, 5.OG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle Wohngebiet		Blendlichtquelle Mischgebiet	
		L_{\max}	L_S	L_{\max}	L_S
Tennis 1.3	Nicht sichtbar	-	-		-
Tennis 2.3	Nicht sichtbar	-	-		-
Kl. Stadion W1		5 159	2 339	12 898	2 339
Kl. Stadion W2	Nicht sichtbar	-	-		-
Kl. Stadion W3		45 274	10 009	113 185	10 009
Kl. Stadion W4		11 149	3 035	27 872	3 035
Kl. Stadion WM2		12 991	7 417	32 479	7 417
Kl. Stadion OM1	Nicht sichtbar	-	-		-
Kl. Stadion OM2		7 721	4 075	19 301	4 075
Kl. Stadion O1		4 297	6 311	10 743	6 311
Kl. Stadion O2	Nicht sichtbar	-	-		-
Kl. Stadion O3	Nicht sichtbar	-	-		-
Kl. Stadion O4	Nicht sichtbar	-	-		-
Blindenfußball 2		21 377	3 394	53 442	3 394
Blindenfußball 3	Nicht sichtbar	-	-		-
Spielfeld neu 1.1		21 061	2 166	52 652	2 166
Spielfeld neu 1.2		14 413	4 057	36 032	4 057
Spielfeld neu 1.3		19 013	3 530	47 532	3 530
Spielfeld neu 2.1		17 040	2 836	42 600	2 836

Tab. A3.3: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Gaudystr. 11, EG

Leuchte	Bewertungs- grundlage	Blendlichtquelle Wohngebiet		Blendlichtquelle Mischgebiet	
		L_{\max}	L_S	L_{\max}	L_S
Tennis 1.1		28 061	3 845	70 151	3 845
Tennis 1.2		23 013	2 586	57 531	2 586
Tennis 1.3	Nicht sichtbar	-	-		-
Tennis 1.4	Nicht sichtbar	-	-		-
Tennis 2.1		28 491	3 963	71 227	3 963
Tennis 2.2		22 358	2 441	55 894	2 441
Tennis 2.3	Nicht sichtbar	-	-		-
Tennis 2.4	Nicht sichtbar	-	-		-
Tennis 3.1		28 769	4 041	71 922	4 041
Tennis 3.2		22 106	2 386	55 264	2 386
Kl. Stadion W1		5 302	5 080		5 080
Kl. Stadion W2	Nicht sichtbar	-	-		-
Kl. Stadion W3		85 545	71 464	213 862	71 464
Kl. Stadion W4		11 311	3 748	28 278	3 748
Kl. Stadion WM1		8 309	7 754	20 774	7 754
Kl. Stadion WM2		13 613	8 144	34 032	8 144
Kl. Stadion OM1	Nicht sichtbar	-	-		-
Kl. Stadion OM2		7 857	3 918	19 642	3 918
Kl. Stadion O1		4 345	5 991	10 861	5 991
Kl. Stadion O2	Nicht sichtbar	-	-		-
Kl. Stadion O3	Nicht sichtbar	-	-		-
Kl. Stadion O4	Nicht sichtbar	-	-		-
Beachvolley 2.1		14 524	1 030	36 309	1 030
Beachvolley 2.2		15 040	1 105	37 600	1 105
Blindenfußball 1	Nicht sichtbar	-	-		-
Blindenfußball 2		21 650	4 577	54 126	4 577
Blindenfußball 3	Nicht sichtbar	-	-		-
Blindenfußball 4		38 692	7 310	96 729	7 310
Spielfeld neu 1.1		21 436	2 244	53 589	2 244
Spielfeld neu 1.2		14 621	3 132	36 553	3 132
Spielfeld neu 1.3		19 587	3 747	48 967	3 747
Spielfeld neu 1.4	Nicht sichtbar	-	-		-
Spielfeld neu 2.1		17 310	2 926	43 276	2 926
Spielfeld neu 2.2	Nicht sichtbar	-	-		-

Tab. A3.4: Ergebnis der psychologischen Blendung am Immissionsort Gaudystr. 11, 4.OG