

Urbane Mitte
Sankt Augustin

Lichtimmissionsstudie

02.03.2011

Fritschestrasse 27 / 28
10585 Berlin
Germany

T +49 30 21 28 91-0
F +49 30 21 28 91-21

design@lichtvision.de
www.lichtvision.de

Inhalt

Allgemeine Vorbemerkungen	3
Lichttechnik bei Kraftfahrzeugen	3
Lichttechnische Grundlagen des Abblendlichts	5
Untersuchung Bereich 1	7
Zusammenfassung Bereich 1	12
Untersuchung Bereich 2	13
Zusammenfassung Bereich 2	16

Allgemeine Vorbemerkungen

Berlin, 02.03.2011
3 | 16

Licht gehört laut Bundesimmissionschutzgesetz (§ 3, Absatz 2, Stand 26.11.2010) zu den Immissionen, welche nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen und Belästigungen herbeizuführen. In Nordrhein-Westfalen wird der Erlass „Lichtimmissionen, Messung, Beurteilung und Verminderung“ des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Stand 13.09.2000) zu Grunde gelegt.

Beleuchtungsanlagen von Kraftfahrzeugen gehören nicht zu den Anlagen im Sinne des § 3, Absatz 5 des Bundesimmissionsschutzgesetzes, wenn sie die Vorschriften des § 38 BImSchG erfüllen: Kraftfahrzeuge müssen so beschaffen sein, dass ihre durch die Teilnahme am Verkehr verursachten Emissionen bei bestimmungsgemäßem Betrieb die zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen einzuhaltenden Grenzwerte nicht überschreiten.

Konkret bedeutet dies, dass lichttechnische Einrichtungen am Kraftfahrzeug, welche nach den Bau- und Betriebsvorschriften §§ 49a bis 54 der Strassenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) und den gültigen ECE-Regelungen hergestellt und geprüft wurden, nicht den Anforderungen des BImSchG unterliegen und somit nicht zu den schädlichen Umwelteinwirkungen oder Belästigungen zählen.

Die Studie untersucht den Einfluss und mögliche Auswirkungen von Fahrzeugscheinwerfern im Bereich der Erschliessungsrampe zum Parkhaus entlang der Bonner Strasse und im Bereich der Verlängerung der Markstrasse auf die Bonner Strasse (Ost-West-Spange) auf die umliegende Wohnbebauung.

Lichttechnik bei Kraftfahrzeugen

Eine gute Ausleuchtung der Strasse (Nah- und Fernbereich) und des Umfelds, sowie die gleichzeitige Vermeidung von Eigen- und Fremdblenzung sind zentrale Hauptanforderungen an die Lichttechnik bei Scheinwerfersystemen für Kraftfahrzeuge.

Begrifflich werden drei verschiedene Gruppen von lichttechnischen Einrichtungen unterschieden:

- Scheinwerfer (ermöglichen das „Sehen“ des Fahrzeugführers)
- Leuchten (ermöglichen das „Gesehen werden“)
- Rückstrahler (sind nicht selbstleuchtend, sondern reflektieren das Licht anderer Verkehrsteilnehmer)

Im Rahmen der folgenden Untersuchungen wird primär die Gruppe der Scheinwerfer betrachtet, da die beiden anderen Gruppen lichttechnisch eine untergeordnete Rolle spielen.

Berlin, 02.03.2011
4 | 16

Je nach Situation (Strassenverlauf, eventuelle Hindernisse, Wetterlage, Zeitpunkt usw.) entstehen unterschiedliche Anforderungen an die Beleuchtung und somit verschiedene Arten von Scheinwerfern:

- Abblendscheinwerfer
- Fernscheinwerfer
- Nebelscheinwerfer
- Abbiegelicht
- Parkleuchten
- Tagfahrleuchten

Bei heutigen Verkehrsdichten kann das Fernlicht nur noch in Ausnahmefällen verwendet werden. Das eigentliche Fahrlicht ist deshalb das Abblendlicht, welches asymmetrisch leuchtet, um größere Sichtweiten am rechten Fahrbahnrand zu erzielen und gleichzeitig die Blendung für entgegenkommende Fahrzeuge zu verringern. Bei widrigen Wetterbedingungen kann das Fahrzeug mit speziellen Zusatzscheinwerfern ausgerüstet werden, welche vom Fahrer je nach Situation zu- oder abgeschaltet werden können.

Als Leuchtmittel für das Abblend- und Fernlicht werden momentan folgende Typen eingesetzt:

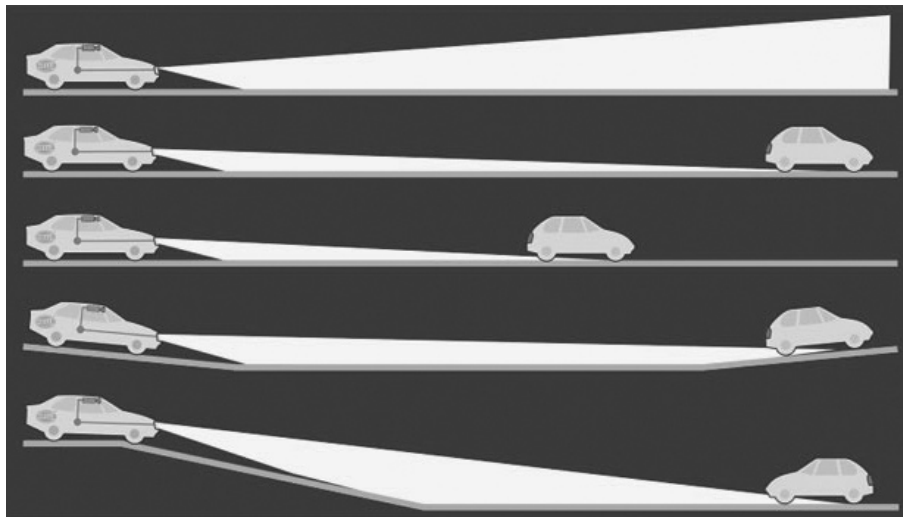
- Halogenlampen
- Gasentladungslampen
- Leuchtdioden

Die Effizienz der Halogenlampen beträgt etwa 25 lm/ W, die der Gasentladungslampen etwa 90 lm/ W und die Lichtausbeute der Leuchtdioden etwa 30-40 lm/ W. Als Grundlage für die Lichtimmissionsstudie wird das Leuchtmittel mit der größten Lichtausbeute betrachtet, da bei Gasentladungslampen die höchsten Beleuchtungsstärken zu erwarten sind.

Moderne Scheinwerfersysteme bestehen aus einem Hauptscheinwerfer, in welchem die situationsbezogenen Beleuchtungsfunktionen integriert sind und der Einsatz von zusätzlichen Scheinwerfern vermieden werden kann. Die Umschaltung zwischen den jeweiligen Lichtverteilungen erfolgt automatisch. Diese AFS-Scheinwerfersysteme (Advanced Frontlighting System) ermöglichen die Anpassung der vordefinierten Lichtverteilungen in Abhängigkeit von Fahrzeuggeschwindigkeit, dem Strassentyp und Witterungsverhältnissen.

Scheinwerfer mit Abblendlicht benötigen eine Hell-Dunkel-Grenze in der Lichtverteilung. Die Reichweite der Scheinwerfer wird von modernen Systemen automatisch eingestellt, so dass eine optimale und möglichst weitreichende Sicht für den Fahrer gegeben ist.

Berlin, 02.03.2011
5 | 16



Adaptive Hell-Dunkel-Grenze (aHDC) - Quelle: Hella KGaA

Im Rahmen der nachfolgenden Untersuchungen wird in erster Linie die Gruppe der Scheinwerfer, insbesondere die Situationen mit Abblendscheinwerfern betrachtet, da dies der Regelfall ist und das Nutzen von Fernlicht auf Strassen mit durchgehender, ausreichender Beleuchtung laut § 17, Absatz 2 der Strassenverkehrs-Ordnung (StVO) nicht erlaubt ist.

AFS-Scheinwerfersysteme mit einer automatischen Anpassung der Scheinwerferreichweiten werden ebenfalls nicht berücksichtigt, da diese Massnahmen in der Regel zu einer erheblichen Verbesserung der Eigenschaften des Abblendlichts führen. Als Grundlage für die Studie werden Scheinwerfer mit manueller Leuchtweitenregulierung (Normaleinstellung: geringste Neigung des Lichtbündels) und typischer Abblendlichtverteilung (asymmetrisch) untersucht. Alle sonstigen, dynamischen Lichtfunktionen werden nicht berücksichtigt.

Lichttechnische Grundlagen des Abblendlichts

Die durch das Abblendlicht ausgeleuchtete Fläche auf der Fahrbahn muss im Gegensatz zum Fernlicht früher enden. Die Richtlinien der EU schreiben die vertikale und horizontale Ausrichtung der Scheinwerferbündel vor.

Bei der Kontrolle der Blendwirkung eines am Fahrzeug angebrachten Scheinwerfers ist der § 50, Absatz 6 der Strassenverkehrs-Zulassungs-Ordnung

(StVZO) anzuwenden. Danach gilt die Blendung bei Abblendlicht als behoben, wenn die Beleuchtungsstärke in einer Entfernung von 25 Metern vor jeden Scheinwerfer auf einer senkrecht zur Fahrbahn stehenden Ebene in Höhe der Scheinwerfermitte und darüber nicht mehr als 1 Lux beträgt (Abbildung 1).

Die Scheinwerfer müssen die Fahrbahn so beleuchten, dass die Beleuchtungsstärke in einer Entfernung von 25 Metern vor den Scheinwerfern senkrecht zum auffallenden Licht in 0.15 Metern Höhe über der Fahrbahn mindestens 1 Lux erreicht.

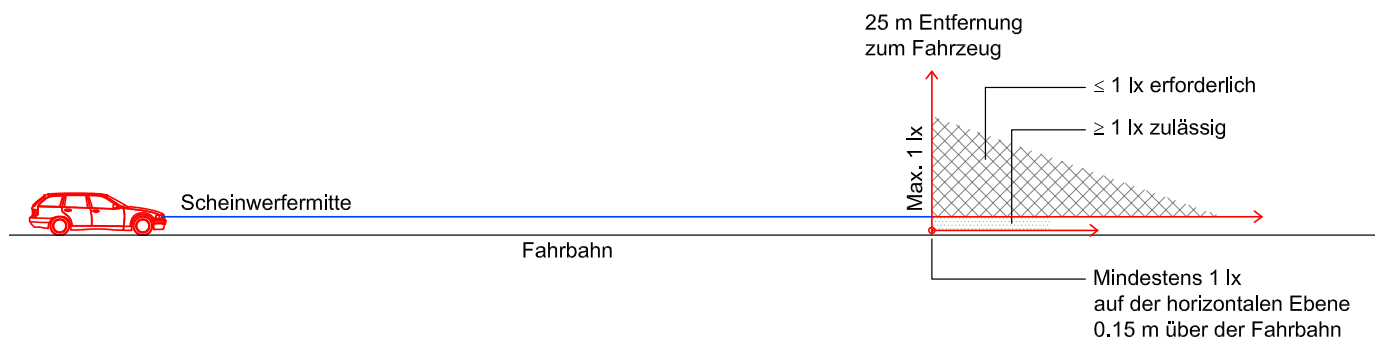


Abbildung 1

Die Höhe der Scheinwerfer bei Abblendlicht ist ebenfalls in der StVZO, § 50, Absatz 3 reglementiert. Dabei darf der niedrigste Punkt der Spiegelkante nicht unter 0.5 Meter und der höchste Punkt der leuchtenden Fläche nicht höher als 1.2 Meter über der Fahrbahn liegen (Abbildung 2). In Ausnahmefällen können die Scheinwerfer höher als 1.2 Meter über der Fahrbahn angebracht werden. Diese Abweichungen gelten vorwiegend für Fahrzeuge des Strassendienstes und selbstfahrende Arbeitsmaschinen, welche auf Grund der geringen Verbreitung in beiden Untersuchungsbereichen nicht in die weitere Analyse einbezogen werden.

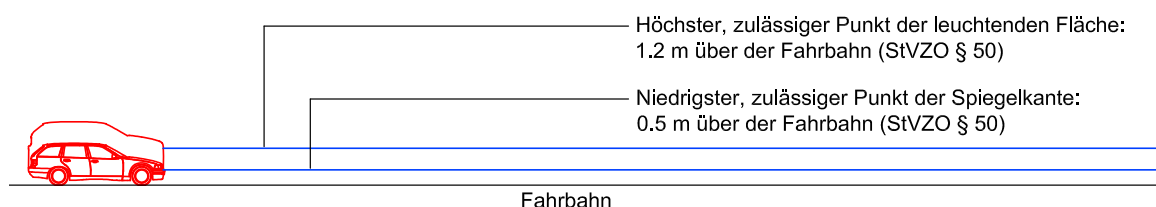


Abbildung 2

Für die Studie werden bei beiden Bereichen jeweils die Grenzfälle, höchster und niedrigster Punkt untersucht, wobei nur ein kleiner Teil der Fahrzeuge mit Scheinwerfern im oberen Grenzbereich ausgestattet sind.

Untersuchung Bereich 1:

Mögliche Beeinträchtigung der umliegenden Wohnbebauung durch PKW-Scheinwerfer im Bereich der verkehrstechnischen Erschließung „Spindel“ für das Parkhaus entlang der Bonner Strasse.

Berlin, 02.03.2011

7 | 16

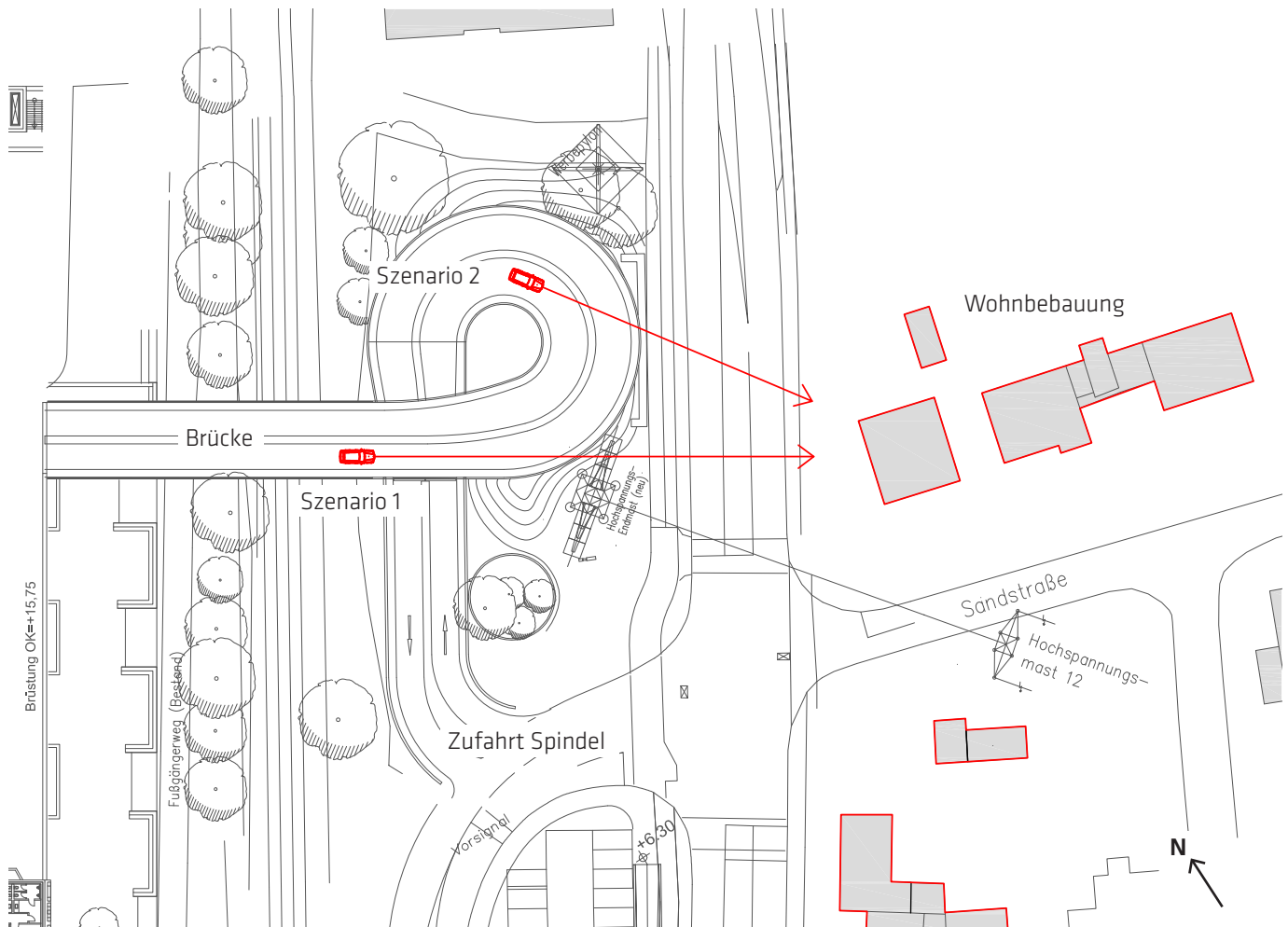


Abbildung 3: Lageplan Spindel

Die Zufahrt zur Spindel und damit zum Parkhaus erfolgt über die Kreuzung Bonner Strasse/ Sandstrasse in nordöstlicher Richtung. Die Rampe windet sich um 270° nach rechts, bevor das Fahrzeug das Parkhaus über eine Brücke erreicht. Während der Auffahrt erreicht das Fahrzeug nach etwa 100° Drehung zum ersten Mal einen Standort, bei welchem ein Auftreffen des Scheinwerferlichts auf die Wohnbebauung möglich sein kann (Abbildung 3+4, Szenario 2). Beim Verlassen des Parkhauses bewegt sich das Fahrzeug auf der Brücke in einer Achse mit der Wohnbebauung bevor es über eine Linksdrehung die eigentliche Rampe erreicht. Der Standort vor dem Befahren der Rampe (Abbildung 3 + 4, Szenario 1) erscheint hinsichtlich der

höchsten Position des Fahrzeugs und der geringsten Entfernung zur Wohnbebauung als weitere Möglichkeit in Bezug auf einen Kontakt der Scheinwerferbeleuchtung mit den Wohngebäuden.

Berlin, 02.03.2011
8 | 16

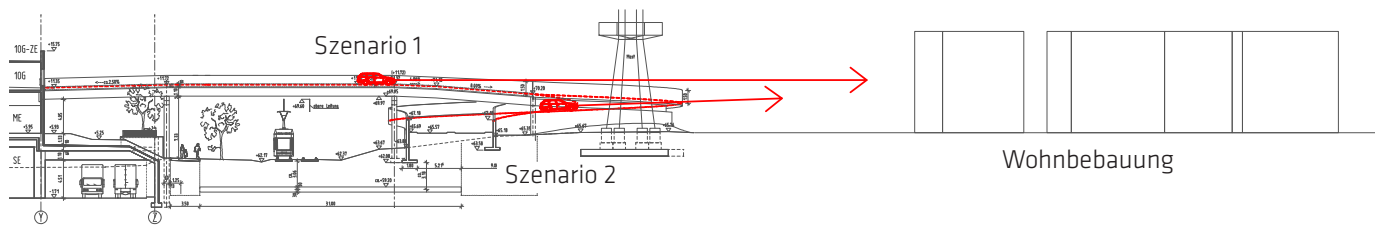


Abbildung 4: Schnitt Spindel

Geometrische Untersuchung zur Bestimmung der beleuchteten Fläche auf den Wohngebäuden - Szenario 1

Höhe und Ausrichtung der Leuchten beziehen sich auf ein unbeladenes Fahrzeug. Der Strahlengang des Scheinwerfers im Schnitt wird im unteren Bereich durch die Brüstungshöhe (1.5 m) der Rampe definiert, im oberen Bereich durch die in der StVZO festgelegte Neigung (1 %) der Hell-Dunkel-Grenze nach unten. Das gesamte Licht unterhalb der Brüstungsoberkante wird abgeschattet und kann nicht auf das Gebäude treffen.

Die Darstellung des Lichtkegels im Grundriss entspricht der einer Standardlichtverteilung für Abblendscheinwerfer. Der linke Bereich des Lichtkegels, welcher auf die Gegenfahrbahn gerichtet ist, hat eine geringere Reichweite, um eine Blendung des Gegenverkehrs zu vermeiden. Der rechte Bereich des Lichtkegels ist weiter in die Ferne und über den rechten Strassenrand hinaus gerichtet.

Die Darstellung des Lichtkegels im Schnitt (Abbildung 5) zeigt einen Bereich auf der Fassade mit einer Höhe von etwa 1.35 Metern, in welchem von Fahrzeugscheinwerfern emittiertes Licht auftreffen kann. Der beleuchtete Bereich beginnt in einer Höhe ab etwa 4.1 Metern.

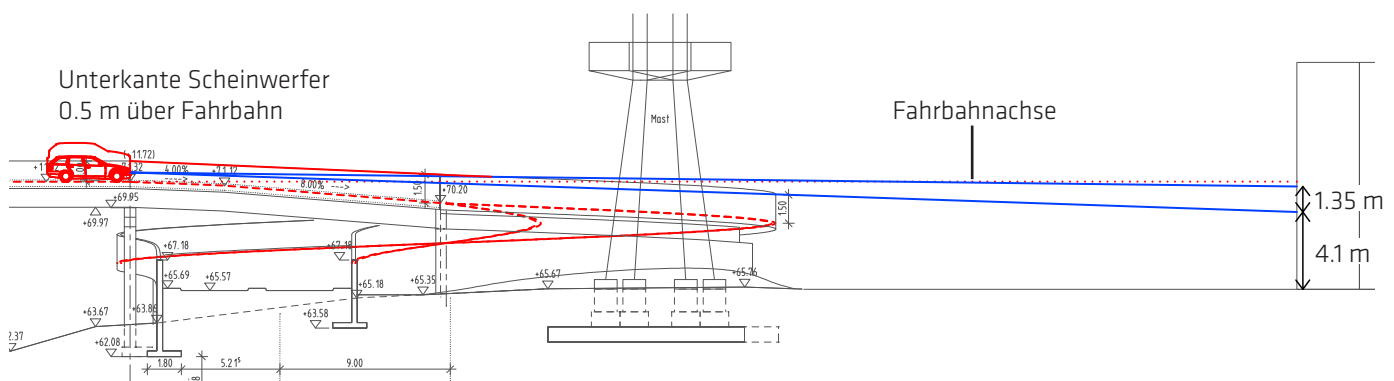


Abbildung 5: Schnitt Spindel (Szenario 1) Fahrzeug mit niedriger Scheinwerferhöhe

Bei niedrig montierten Scheinwerfern wird ein größerer Teil des Lichtbündels durch die Brüstung rechts vom Fahrzeug abgeschattet und die seitliche Ausbreitung des Lichtes verringert.

Berlin, 02.03.2011
9|16

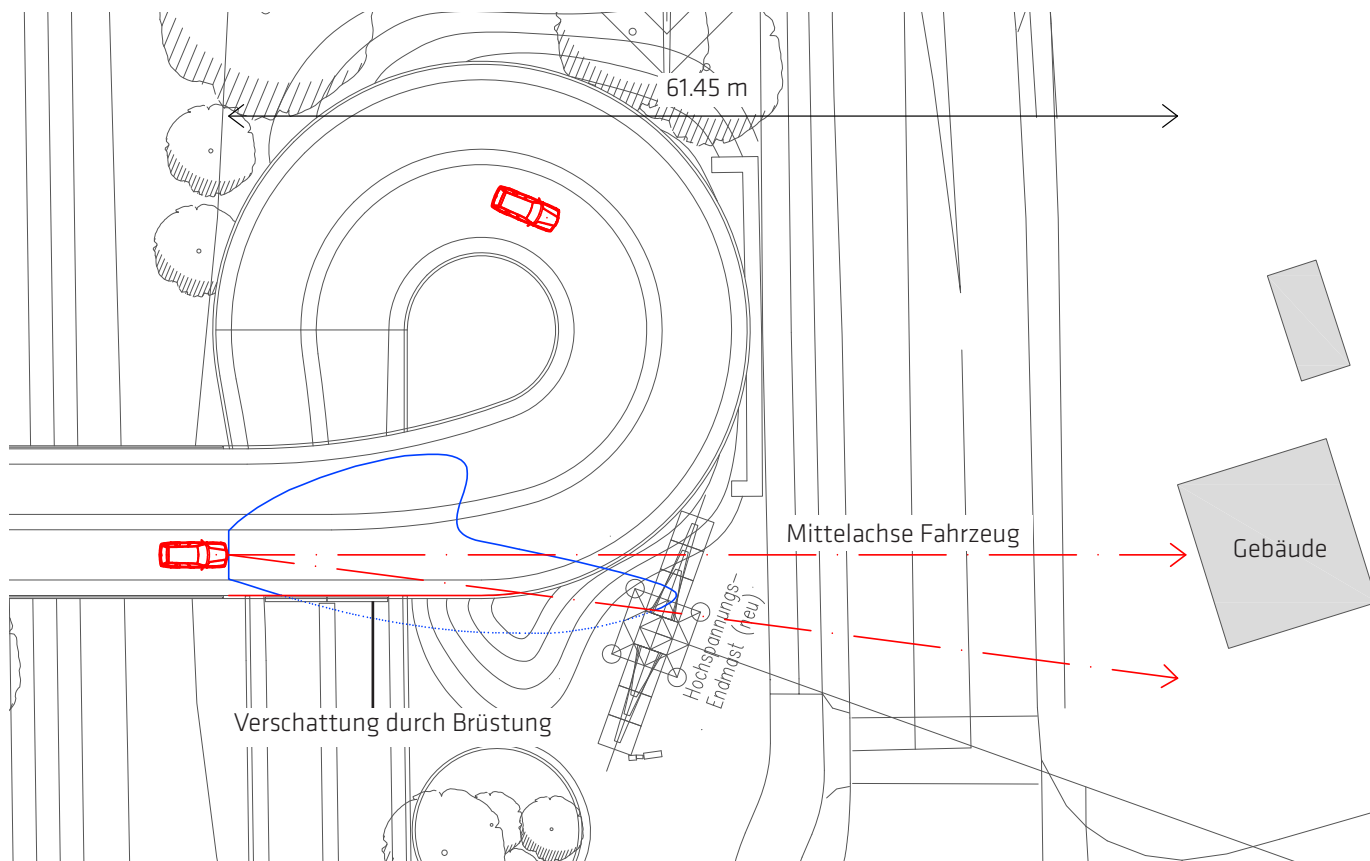


Abbildung 6: Lageplan Spindel (Szenario 1) Fahrzeug mit niedriger Scheinwerferhöhe

Bei höher montierten Scheinwerfern wird immer noch ein Großteil des Lichtkegels unterhalb der Brüstungsoberkante abgeschattet. Der Lichtkegel oberhalb der Brüstung generiert einen vertikalen Bereich auf der Gebäudefassade von etwa 2.6 Metern Höhe, welcher ab einer Höhe von etwa 3.5 Metern beginnt.

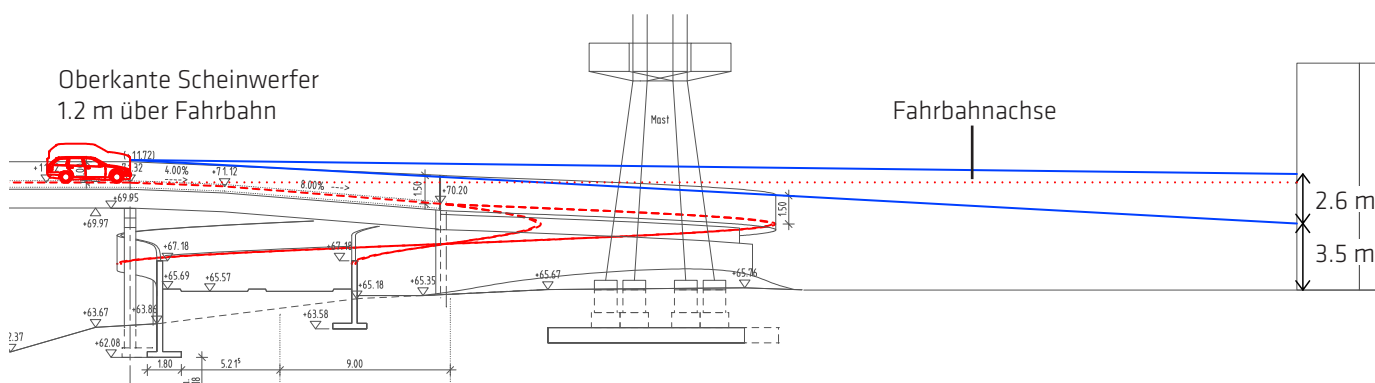


Abbildung 7: Schnitt Spindel (Szenario 1) Fahrzeug mit hoher Scheinwerferhöhe

Bei Fahrzeugen mit einer Scheinwerferhöhe von 1.2 Metern erfolgt eine leichte bis keine seitliche Verschattung durch die Brüstung der Rampe. Der obere, horizontale Bereich des Lichtkegels kann sich im Rahmen der Scheinwerferabmessungen ungehindert ausbreiten.

Berlin, 02.03.2011
10 | 16

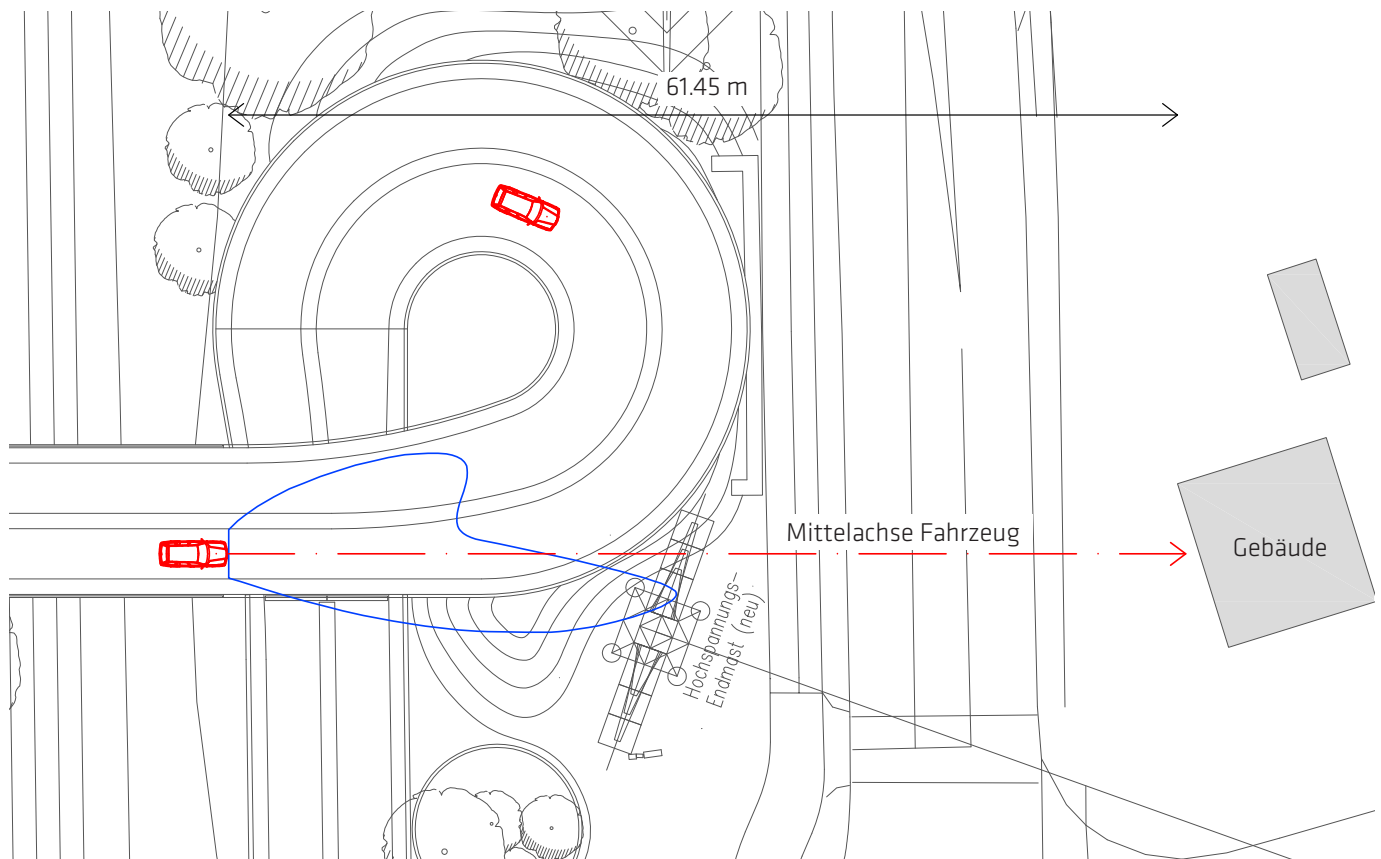


Abbildung 8: Lageplan Spindel (Szenario 1) Fahrzeug mit hoher Scheinwerferhöhe

Die Beleuchtungsstärke nimmt quadratisch mit der Entfernung ab. Geht man von einer Standardlichtverteilung für Gasentladungslampen aus, so erhält man bei einem Abstand von 50 Metern zu den Scheinwerfern auf der Fahrbahn schätzungsweise einen Mittelwert von etwa 10 Lux über eine Breite von etwa 15 Metern. Bei theoretischer Verlängerung bis zum ersten Wohngebäude (61.45 m) würden maximal 6 Lux auf der Fassade des Gebäudes ankommen, wobei die Breite des Streifens erheblich geringer wäre. Die Beleuchtungsstärke bei Halogenleuchtmitteln ist vergleichsweise niedrig. Nach etwa 25 Metern Abstand zu den Scheinwerfern ist mit etwa 10 Lux auf der Fahrbahn über eine Breite von ungefähr 10 Metern zu rechnen. Eine theoretische Verlängerung bis zur Wohnbebauung hätte eine ungefähre Beleuchtungsstärke von 1.5 Lux zur Folge. Bei beiden Leuchtmitteltypen lässt sich die genaue Lichtverteilung aufgrund der verschiedenen Reflektortechniken der Scheinwerfer nur schätzungsweise bestimmen.

Geometrische Untersuchung zur Bestimmung der beleuchteten Fläche auf den Wohngebäuden - Szenario 2

Berlin, 02.03.2011
11 | 16

Während der Auffahrt zum Parkhaus passiert das Fahrzeug mehrere Positionen, an denen ein Auftreffen des Scheinwerferlichts auf umliegende Wohngebäude möglich zu sein scheint. Da die Brüstungshöhe im gesamten Bereich der Rampe 1.5 Meter beträgt, wird das gesamte Lichtbündel der Fahrzeugscheinwerfer abgeschattet und der Kontakt mit den Fassaden der Wohngebäude verhindert.

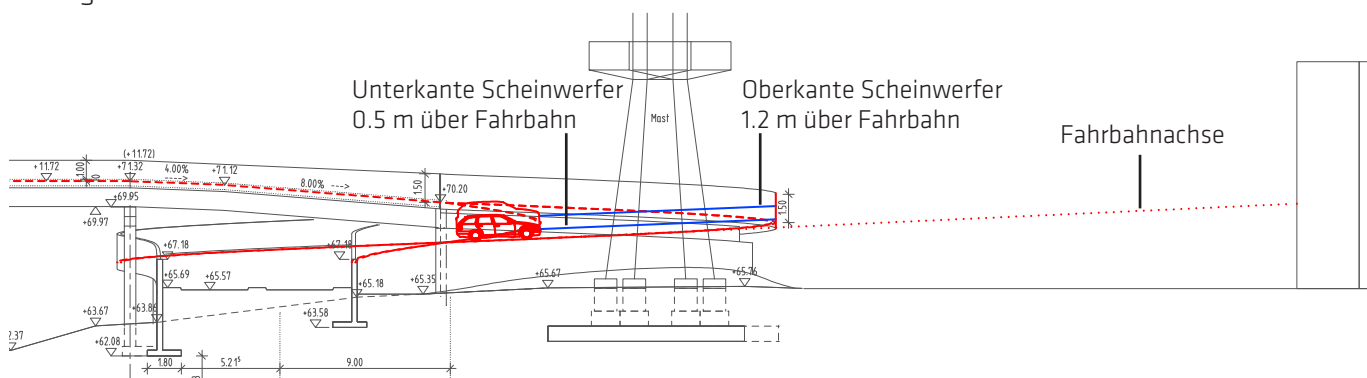


Abbildung 9: Schnitt Spindel (Szenario 2) Fahrzeug mit hoher und niedriger Scheinwerferhöhe

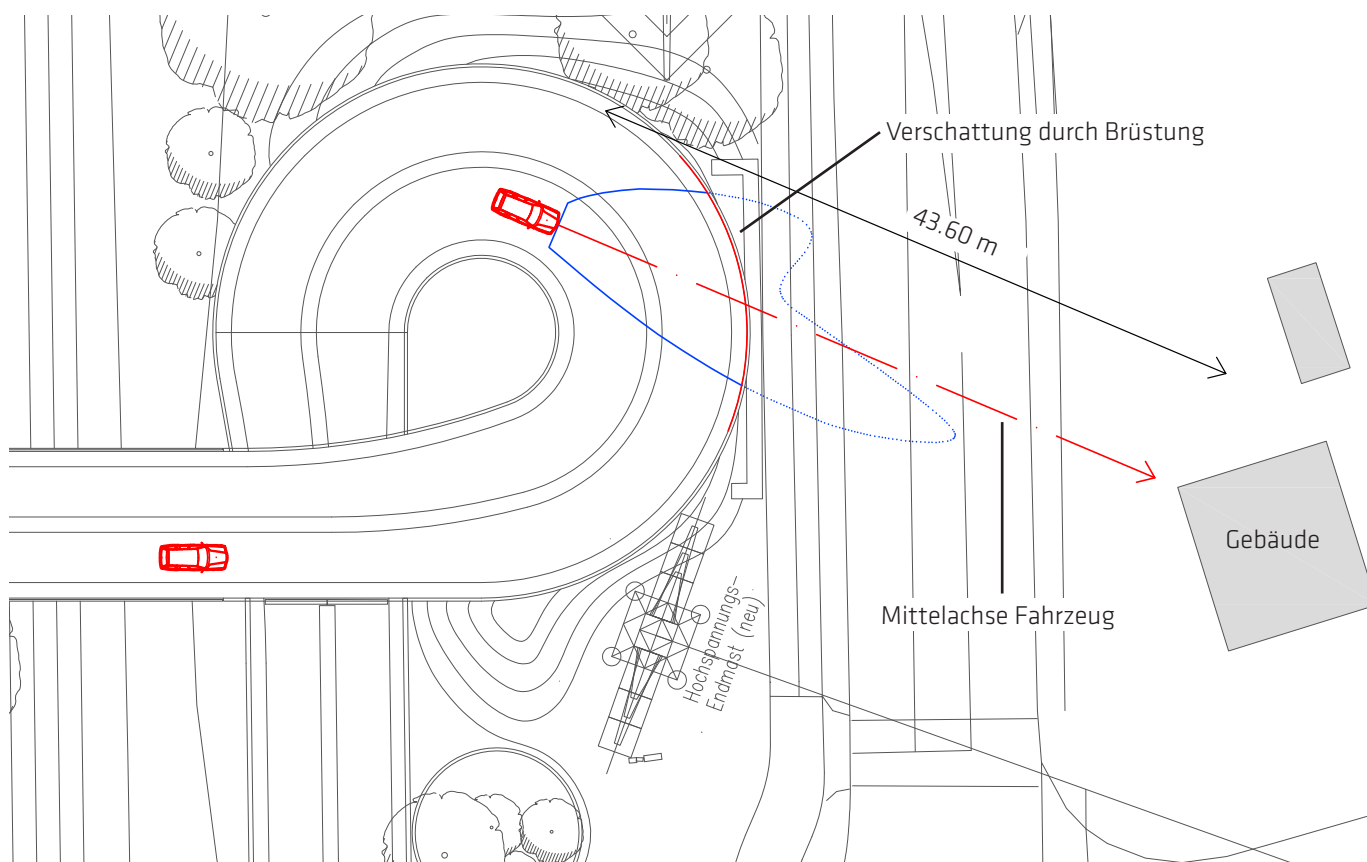


Abbildung 10: Lageplan Spindel (Szenario 2) Fahrzeug mit hoher und niedriger Scheinwerferhöhe

Zusammenfassung Bereich 1

Eine Beeinträchtigung der umliegenden Wohnbebauung ist lediglich beim Hinabfahren der Spindel möglich. Ein Auftreffen der Lichtkegel auf die Fassaden ist theoretisch beim Befahren ungefähr von der Brückenmitte bis zur Rampenkante (Beginn Spindel) wahrscheinlich. Insbesondere bei Fahrzeugen mit hohen Scheinwerferhöhen und Gasentladungsleuchtmitteln kann ein Überschreiten der Grenzwerte speziell in den Nachtstunden laut Bundesimmissionsschutzgesetz nicht gänzlich ausgeschlossen werden und es ist davon auszugehen, dass ein direkter Lichteinfall in die Fenster der Wohngebäude vor allem durch falsch eingestellte Scheinwerfer auftreten wird. Weiterhin kann in der Praxis eine Störung durch die Sichtbarkeit der Lichtpunkte von den Scheinwerfern als problematisch empfunden werden.

Allerdings sind in der Regel nur sehr wenige Fahrzeugtypen mit Scheinwerferhöhen um 1.2 Metern ausgestattet. Selbst SUV-Fahrzeuge (Geländewagen) sind in den meisten Fällen mit Scheinwerferhöhen zwischen 0.85 - 0.95 Metern Höhe ausgerüstet. Von einem Befahren der Spindel durch Lastkraftwagen wird nicht ausgegangen.

Weiterhin ist mit dem Auftreten der in den vorangegangenen Seiten beschriebenen Thematik nur sporadisch zu rechnen, da die Spindel nicht dauerhaft befahren wird und der direkte Lichteinfall auf die Gebäude somit keine permanente Erscheinung ist.

Eine Einschränkung der Nutzungszeiten der Spindel, insbesondere in den Nachtstunden kann zur weiteren Entlastung beitragen. Eine Erhöhung der Brüstung beziehungsweise ein Ergänzen eines Sichtschutzes könnte das Problem zusätzlich entschärfen.

Beim Befahren in Richtung des Parkhauses ist ein direkter Lichteinfall in die Fenster der Wohngebäude nicht möglich.

Untersuchung Bereich 2:

Berlin, 02.03.2011

13 | 16

Mögliche Beeinträchtigung der umliegenden Wohnbebauung durch PKW-Scheinwerfer im Bereich der neuen Ost-West-Spange.

Die neue Ost-West-Spange verbindet die Marktstrasse mit der Bonner Strasse. Dabei wird die Strasse im Bereich der Bahntrasse als Unterführung ausgebildet und steigt anschliessend in Richtung Bonner Strasse wieder an. Durch die Tieferlegung der Strasse, sind nach Durchquerung der Unterführung aus Richtung Rathausallee kommend, keine Beeinträchtigungen der umliegenden Wohnhäuser durch Fahrzeugscheinwerfer möglich. Lediglich kurz vor (Abbildung 11, Szenario 1) und während der Einmündung (Abbildung 11, Szenario 2) auf die Bonner Strasse, kann es zu einer Aufhellung der Gebäudefassaden durch das Licht der Fahrzeugscheinwerfer kommen. Bei Fahrzeugen, welche von der Bonner Strasse in die Marktstrasse abbiegen, sind keine Auswirkungen auf die Wohnbebauung zu erwarten.

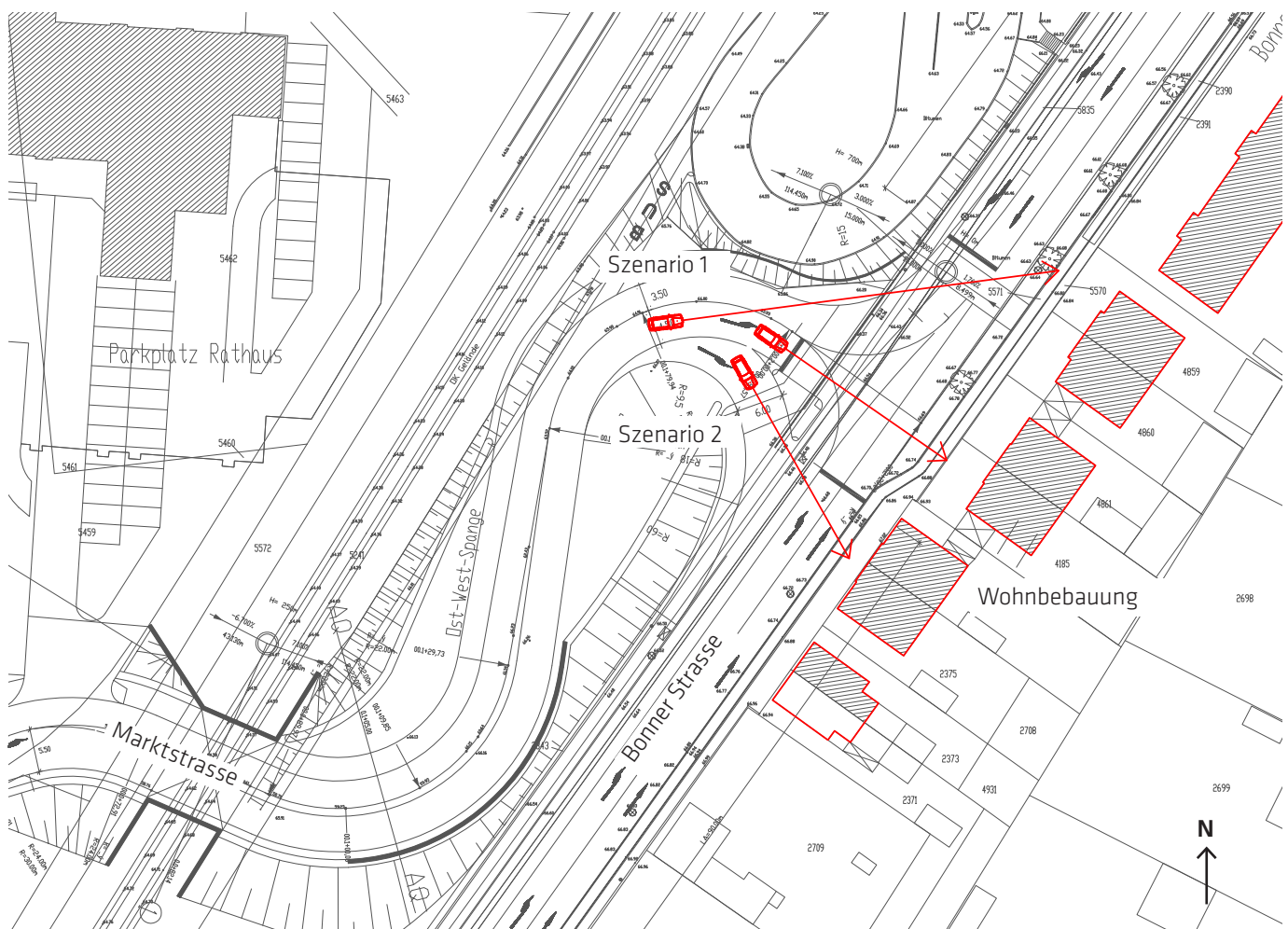


Abbildung 11: Lageplan Ost-West-Spange

Geometrische Untersuchung zur Bestimmung der beleuchteten Fläche auf den Wohngebäuden - Szenario 1

Berlin, 02.03.2011
14 | 16

Die Darstellung des niedrigsten und höchsten Lichtkegels im Schnitt (Abbildung 12) zeigt, dass sich auf der Gebäudefassade bis zu einer Höhe von etwa 0.3 Metern beziehungsweise etwa 1 Meter eine Fläche ergibt, in welcher von Fahrzeugscheinwerfern emittiertes Licht auftreffen kann. Im Grundriss ist eine Abschattung der linken Seite des Lichtkegels durch die Böschung erkennbar. Der restliche Bereich des Lichtkegels kann sich ungehindert ausbreiten.

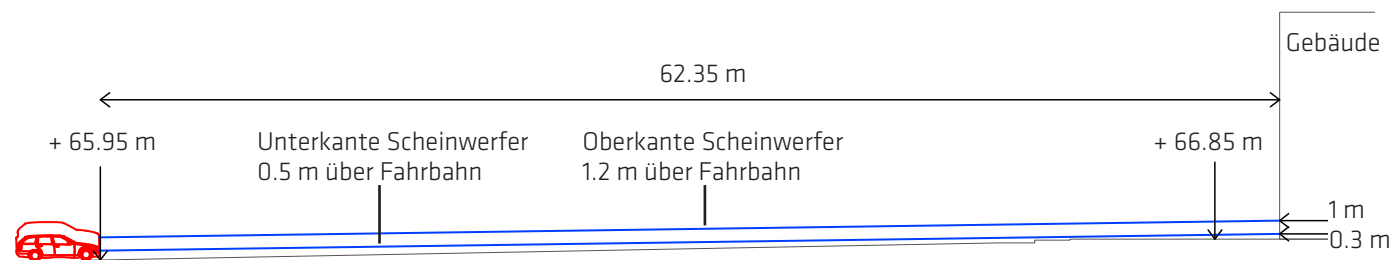


Abbildung 12: Schnitt Ost-West-Spange (Szenario 1) Fahrzeug mit hoher und niedriger Scheinwerferhöhe

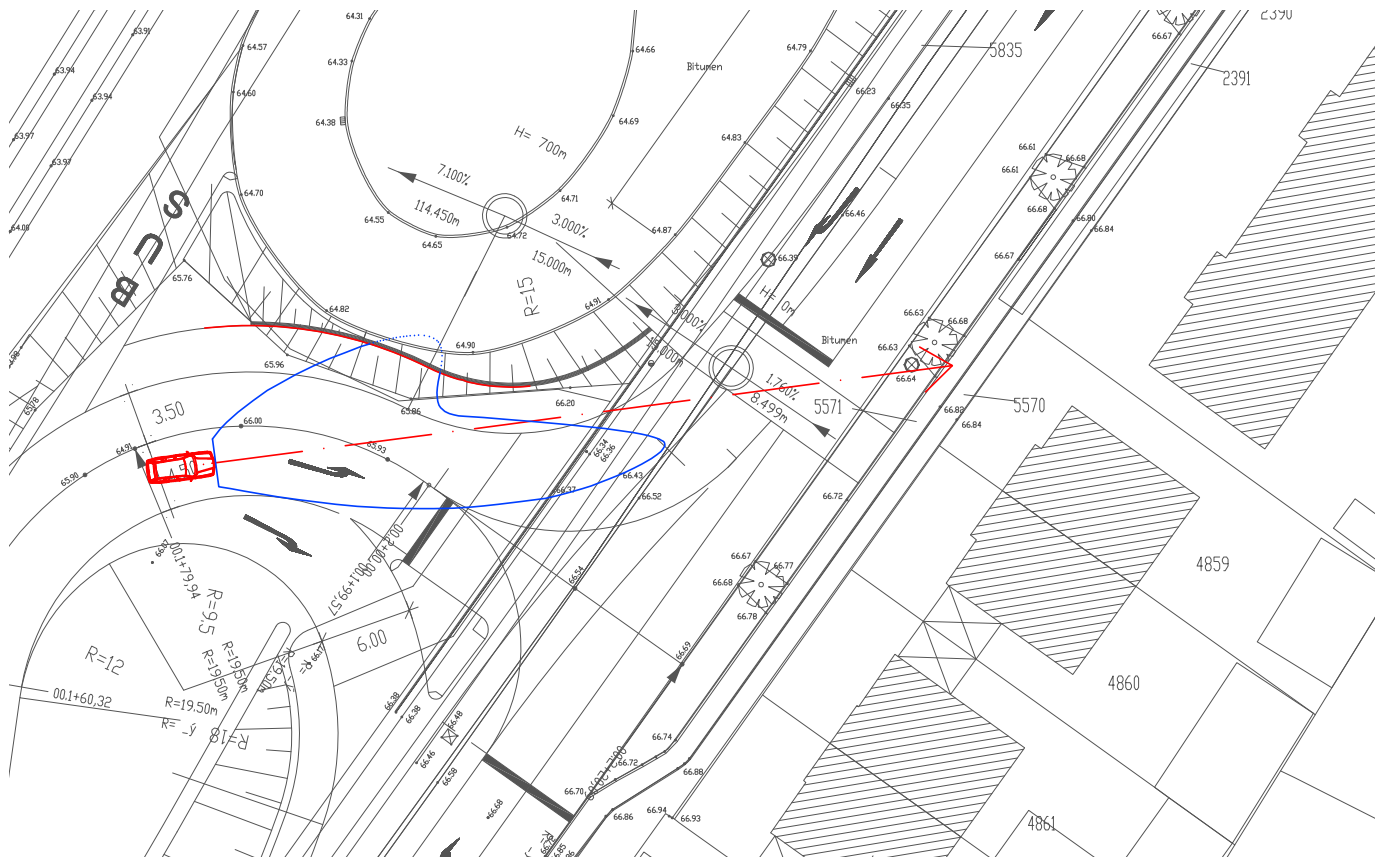


Abbildung 13: Lageplan Ost-West-Spange (Szenario 1) Fahrzeug mit hoher und niedriger Scheinwerferhöhe

Geometrische Untersuchung zur Bestimmung der beleuchteten Fläche auf den Wohngebäuden - Szenario 2

Berlin, 02.03.2011
15 | 16

Bei Fahrzeugen, welche sich direkt an der Kreuzung befinden, erreicht der beleuchtete Bereich auf der Fassade bei höchster Scheinwerferhöhe eine Ausdehnung von etwa 1.1 Metern Höhe und beim niedrigster Lichtkegelhöhe eine Ausbreitung von etwa 0.4 Metern Höhe. In der horizontalen Achse kann sich der Lichtkegel im Rahmen der Scheinwerferabmessungen ungehindert ausbreiten.

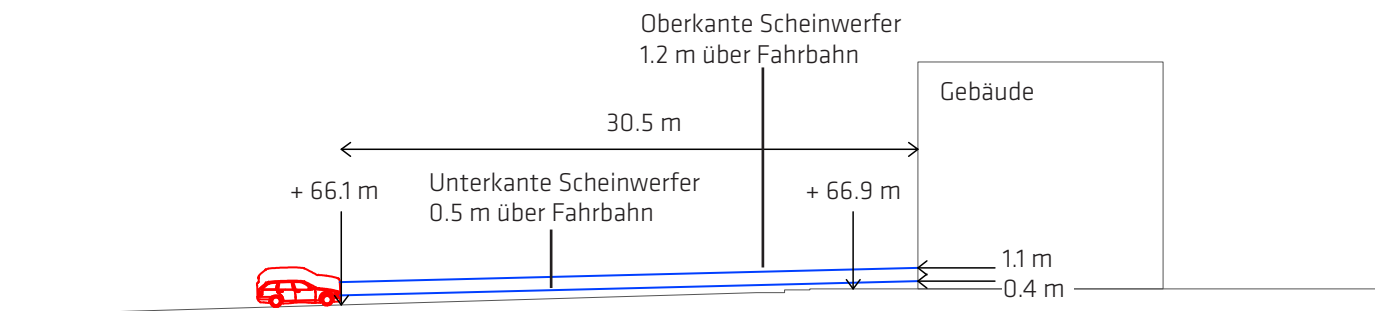


Abbildung 14: Schnitt Ost-West-Spange (Szenario 2) Fahrzeug mit hoher und niedriger Scheinwerferhöhe

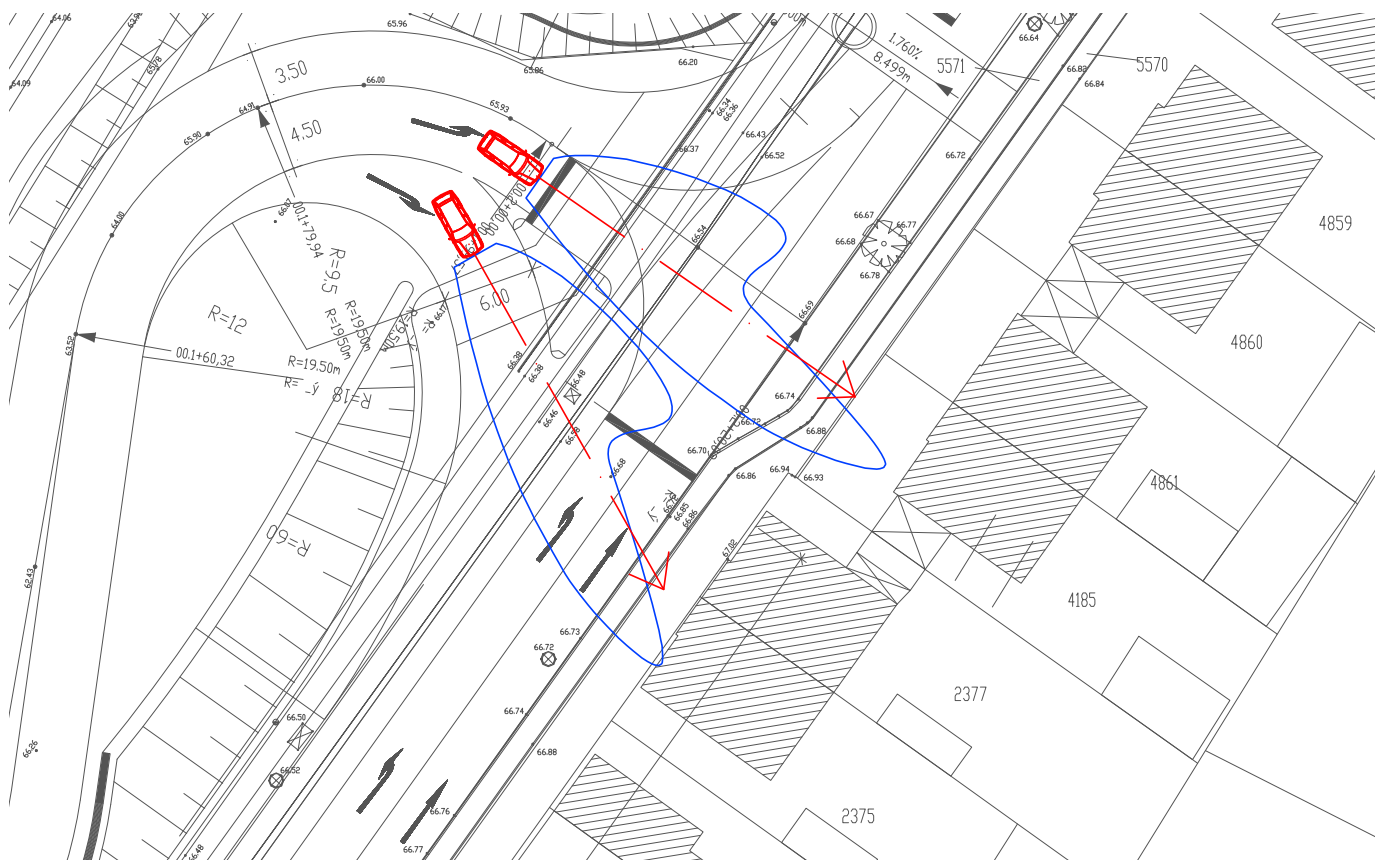


Abbildung 15: Lageplan Ost-West-Spange (Szenario 2) Fahrzeug mit hoher und niedriger Scheinwerferhöhe

Zusammenfassung Bereich 2

Theoretisch ist bei beiden untersuchten Standpunkten keine nennenswerte Belästigung durch die Fahrzeugscheinwerfer zu erwarten, da der Strahlengang bei beiden Scheinwerferhöhen nur den unteren Fassadenbereich treffen wird. In der Regel sind nur sehr wenige Fahrzeugtypen mit Scheinwerferhöhen um 1.2 Metern ausgestattet. Selbst SUV-Fahrzeuge (Geländewagen) sind meist mit Scheinwerferhöhen zwischen 0.85 - 0.95 Metern Höhe ausgerüstet.

Trotzdem ist in der Praxis eine gelegentliche Störung durch die Fahrzeugscheinwerfer nicht auszuschliessen. Eine Sichtbarkeit der Lichtpunkte von den Scheinwerfern lässt sich nicht gänzlich verhindern, was bisweilen als störend empfunden werden könnte. Es ist davon auszugehen, dass trotz relativ niedriger Scheinwerferhöhen, mit einem sporadischen Lichteinfall in die Fenster der Erdgeschosszonen durch falsch eingestellte Scheinwerfer zu rechnen ist.

Berlin, 02.03.2011

16 | 16