

Auftraggeber **Regierungspräsidium Karlsruhe**  
**Referat 43, Ingenieurbau**  
**Schlossplatz 4-6**  
**D-76131 Karlsruhe**

Projekt **B462 Unterfahung Freudenstadt – Tunnel Freudenstadt**

Titel **Immissionsgutachten (RLuS 2012)**

Dokument **Bericht**

Dokument-Nummer **21.0001.008-01**

Fassung **Version 1.1 vom 22.06.2017**

Verfasser



Autoren **Axel Bassler, Roman Felix, Christoph Poc**

## Impressum

### Verfasser

#### Nabla Engineering

Ingenieurbüro Axel Bassler  
Sonnbergstrasse 34  
D-79424 Auggen

Tel: +41 79 770 76 33

E-Mail: axel.bassler@nabla-engineering.com

### Ansprechperson

Axel Bassler

Tel: +41 79 770 76 33

E-Mail: axel.bassler@nabla-engineering.com

### Änderungsverzeichnis

Version	Änderung	Name	Datum
0.1	1. Entwurf	FER	31.05.16
1.0	Schlussfassung	FER / POC	27.06.16
1.1	2. Schlussfassung nach Anmerkung Fr. Simon (RP KA)	POC	22.06.17

### Verteiler

Behörde/Firma	Ansprechperson	V 0.1	V 1.0	V 1.1	V --
RP KA	Fr. Simon	pdf	pdf	3 Papier u. pdf	

## Zusammenfassung

Die Bundesstrasse B462 soll in der Stadt Freudenstadt tiefergelegt werden und in einem Tunnel das Stadtgebiet unterfahren. Die Planung befindet sich noch in einer frühen Phase und ist Grundlage für das noch ausstehende Planfeststellungsverfahren. Das zu planende Tunnelbauwerk soll gemäß den derzeitigen Überlegungen eine Länge von ca. 1'490 m aufweisen. Sowohl das West- als aber insbesondere das Ostportal liegen in unmittelbarer Nachbarschaft zur Wohnbebauung der Stadt Freudenstadt. Vor diesem Hintergrund sind die Auswirkungen des Tunnelbetriebs auf die Bevölkerung und auf die Umwelt im Zuge des Planfeststellungsverfahrens zu untersuchen.

Der gemäß RLuS 2012 (Richtlinie zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen) vorgegebene Untersuchungsrahmen für Immissionsgutachten lässt sich an folgenden Fallkategorien orientieren:

- Fall I: «unerhebliche» Fälle bei relativ geringen Emissionen und/oder grösseren Distanzen zwischen Strasse und schutzbedürftigen Orten.
- Fall II: «einfache» Fälle, die dem Emissions- und Ausbreitungsmodell des RLuS oder einem anderen Screening-Modell zugänglich sind.
- Fall III: «schwierige» Fälle mit erheblichen Betroffenheiten einerseits und komplizierten Ausbreitungsbedingungen andererseits, die zumindest in Teilbereichen (z. B. Tunnelportale) aufwändigere Modelle erfordern (und die hohen Anforderungen der Abwägung und Problembewältigung genügen sollen).

Zunächst werden die Berechnungen mit dem PC-Berechnungsverfahren zur Richtlinie zur Ermittlung der Luftqualität an Strassen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012 gemäss der Fallkategorie II durchgeführt. RLuS 2012 ist für Strassen ohne oder mit lockerer Randbebauung gedacht. Das Modell verfügt über ein spezielles Modul zur Berechnung von Tunnелеmissionen und berücksichtigt auch Feinstaubemissionen durch Abrieb und Aufwirbelung. Im Sinne einer Relevanzabschätzung für den Nahbereich der Portale ist die Anwendung im vorliegenden Fall daher sinnvoll.

Für die Immissionsberechnungen wird der Tunnel inkl. der direkt angrenzenden Zulaufstrecken berücksichtigt. Als Berechnungsjahr wurde das Jahr 2030 angesetzt. Die Verkehrsprognose liegt bei 10'550 Kfz/24h und einem Schwerverkehrsanteil von 10.5%. Die Längsneigung liegt im Bereich von 2%. Die Immissionen werden für eine Fahrzeuggeschwindigkeit von 60 km/h und 80 km/h berechnet. Auf Basis der Daten der Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes in Freudenstadt für das Jahr 2015 ergibt sich eine mittlere Windgeschwindigkeit von 3.2 m/s.

Die Gesamtkonzentration der Luftschadstoffe im Untersuchungsgebiet setzt sich aus einer Vorbelastung und einer Zusatzbelastung zusammen. Als Vorbelastung werden die Werte gemäss RLUS 2012 für eine «Kleinstadt gering» verwendet. Diese Werte werden mit den Messungen der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg verglichen und als plausibel beurteilt. Die Zusatzbelastungen setzen sich aus tunnelbedingten Zusatzbelastungen und der Schadstoffbelastung des anliegenden (offenen) Strassenabschnitts zusammen.

Die Abschätzung der Einhaltung der Grenzwerte der 39. BImSchV für die zulässige Konzentration von Luftschadstoffen ergibt, dass sämtliche Grenzwerte bereits bei einer Tunnellängslüftung ohne Vorzugsrichtung deutlich unterschritten werden. Negative Auswirkungen auf Personen und Umwelt sind somit nicht zu erwarten. Es ergeben sich damit hinsichtlich der Schadstoffe keine Anforderungen an den Betrieb der Tunnellüftung. Eine vertiefte Untersuchung gemäß Fall III ist nicht erforderlich.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung Tunnel Freudenstadt</b>	<b>6</b>
2.1	Bauwerksdaten	6
2.2	Verkehr	8
2.3	Meteo	9
<b>3</b>	<b>Methodik</b>	<b>10</b>
3.1	Berechnungsverfahren	10
3.2	Bewertungskriterien	12
<b>4</b>	<b>Immissionsberechnung</b>	<b>13</b>
4.1	Systemrepräsentation	13
4.2	Berechnungsergebnisse	14
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>18</b>

## Anhang

A	Visualisierung Berechnungsergebnisse	
---	--------------------------------------	--

## 1 Einleitung

Die Bundesstrasse B462 soll in der Stadt Freudenstadt tiefergelegt werden und in einem Tunnel das Stadtgebiet unterfahren. Die Planung befindet sich noch in einer frühen Phase und ist Grundlage für das noch ausstehende Planfeststellungsverfahren. Das zu planende Tunnelbauwerk soll gemäß den derzeitigen Überlegungen eine Länge von ca. 1'490 m aufweisen. Sowohl das West- als aber insbesondere das Ostportal liegen in unmittelbarer Nachbarschaft zur Wohnbebauung der Stadt Freudenstadt. Vor diesem Hintergrund sind die Auswirkungen des Tunnelbetriebs auf die Bevölkerung und auf die Umwelt im Zuge des Planfeststellungsverfahrens zu untersuchen. Es ist zu prüfen, welche Lüftungssysteme für den Regelbetrieb möglich sind (Längslüftung, Absaugung und Ausstoss über Kamin).

Auf Grund der Tunnellänge (größer 1200 m) ist für die Brandlüftung gemäss Richtlinie (RABT) ein Lüftungssystem mit Absaugung über Zwischendecke gefordert. Der Bau eines Abluftbauwerkes inkl. Kamin ist daher zwingend erforderlich. Die Anordnung des Abluftbauwerkes (Tunnelmitte oder Portallage) ist insbesondere unter Berücksichtigung der umweltbedingten Anforderungen an die Lüftungstechnische Behandlung des Regelbetriebes (Absaugung vs. Längslüftung) festzulegen. Darüber hinaus sind zur Beeinflussung der Längsströmung im Brandfall Strahlventilatoren vorzusehen, welche auch im Regelbetrieb zum Einsatz kommen können (Längslüftung).

Nabla Engineering, Ingenieurbüro Axel Bassler wurde daher vom Regierungspräsidium Karlsruhe beauftragt, eine Lüftungsplanung und ein Immissionsgutachten zur Begleitung des Planfeststellungsverfahrens zu erstellen.

## 2 Beschreibung Tunnel Freudenstadt

### 2.1 Bauwerksdaten

Der Tunnel Freudenstadt liegt im Zuge der B462 und ist Bestandteil der geplanten Unterführung Freudenstadt.

Nach derzeitigem Planungsstand weist der Tunnel Freudenstadt eine Länge von ca. 1'490 m auf. Er wird einröhrig, im Gegenverkehr, ohne Standstreifen und mit zwei Fahrspuren ausgeführt. Von Stuttgart aus kommend fährt man durch das Ostportal in den Tunnel ein, aus Baiersbronn kommend trifft man auf das Westportal. Vor beiden Portalen ist jeweils ein Verkehrsknoten vorgelagert.

Die Zulaufstrecke zum Westportal verläuft relativ steil mit einer Steigung von 6.5% bis ca. 100 m vor dem Westportal. Anschliessend steigt die Trasse moderat mit einer Steigung von 1.0% in den ersten 260 Tunnelmetern an, und erhöht sich dann auf eine Längsneigung von 2.00% über eine Länge von 870 m bzw. 2.50% über die restlichen 408 m. Der Tunnel Freudenstadt wird bergmännisch erstellt mit jeweils einem kurzen Tagbaubereich in den Portalbereichen.

Gemäss Lageplan ist der Bau eines parallelen Rettungstollens mit insgesamt 4 Notausgängen vorgesehen. Der Fluchtwegabstand beträgt  $\leq 300$  m.



Abbildung 1: Lageplan des geplanten Tunnels Freudenstadt

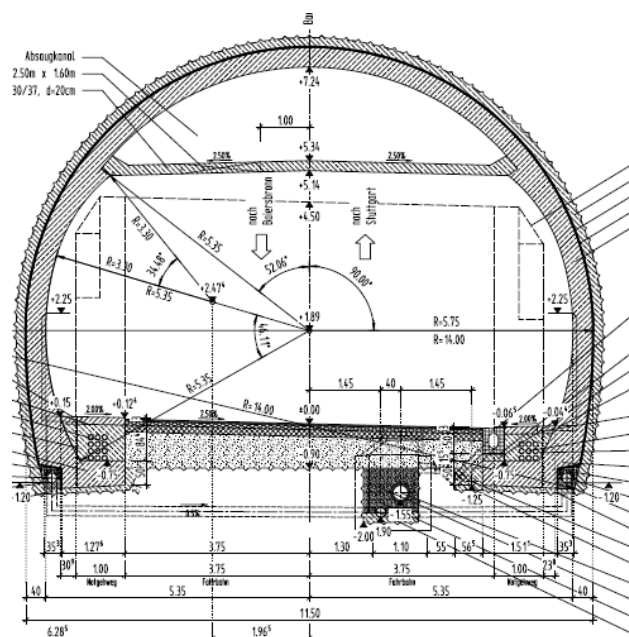


Abbildung 2: Regelquerschnitt Tunnel Freudenstadt

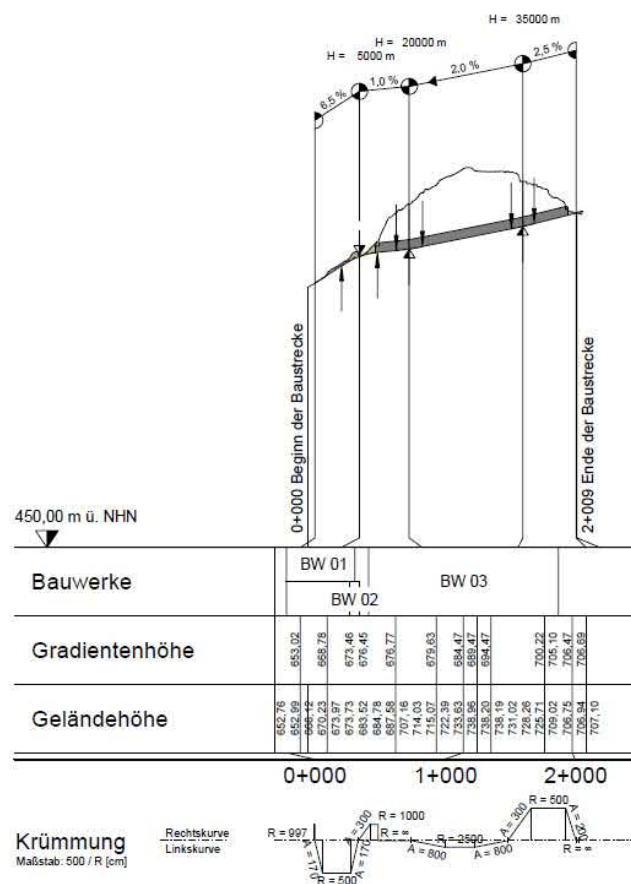


Abbildung 3: Längsschnitt Tunnel Freudenstadt

Tabelle 1: Geometrische Eckdaten des Tunnels Freudenstadt

Parameter	Wert
Betriebsart	Gegenverkehr
Westportal	km 0+470
Ostportal	km 1+960
Tunnellänge	1'490 m
Anzahl der Fahrstreifen	2
Regelquerschnitt	RQ 10.5T
Längsneigung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ km 0+470 – km 0+729: +1.00%</li> <li>▪ km 0+729 – km 1+600: +2.00%</li> <li>▪ km 1+600 – km 1+960: +2.50%</li> </ul>
Fahrraumquerschnitt	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ bergmännisch: 51.47 m<sup>2</sup></li> <li>▪ Tagbau: 49.89 m<sup>2</sup></li> </ul>
Tunnelbreite	Ca. 9.50 m (2 x 3.50 m + 2 x 0.25 + 2 x 1.00m)
Tunnelhöhe	Lichttraumprofil: 4.50 m

Tabelle 2: Übersicht Notausgänge

Notausgang	Position	Abstand	Bemerkung
-	km 0+470	-	Westportal
NA1	Ca. km 0+760	290	-
NA2	Ca. km 1+060	300	-
NA3	Ca. km 1+360	300	-
NA4	Ca. km 1+660	300	-
-	km 1+960	300	Ostportal

## 2.2 Verkehr

Der Prognosewert für den durchschnittlichen täglichen Verkehr beträgt rund 10'550 KFZ/24h bei einem Schwerverkehrsanteil von 10.5%. Die Werte gelten für das Prognosejahr 2030.

Angaben zum maximalen, stündlichen Verkehr liegen in Form einer Tagesganglinie vor. Dabei resultiert ein Wert für die KFZ-Belastung in der Spitzenstunde in Höhe von 16.2% bei einem Schwerverkehrsanteil von bis zu 19.6%. Ein Wert von 16.2% für die KFZ-Belastung am DTV liegt in guter Übereinstimmung mit Erfahrungswerten für den Freizeitverkehr [3].

Die Dimensionierungsgeschwindigkeit für den Tunnelbereich beträgt 70 km/h (im Bereich Ostportal 50 km/h. Mit Stockungen oder Stau des Verkehrs ist im Tunnel nur in Ausnahmefällen (Unfall o. Ä.) zu rechnen. Eine Beurteilung der Zulässig von Gefahrguttransportern wurde noch nicht erstellt (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Verkehrsdaten Tunnel Freudenstadt

Parameter	Wert
DTV	10'550 Kfz / 24h
MSV	16.2% am DTV bei einem LKW-Anteil von 19.6%
LKW-Anteil	10.5% am DTV
Zulässige Höchstgeschwindigkeit	70 km/h
Stauhäufigkeit	nur Ausnahmesituationen
Zulässigkeit von Gefahrguttransporten	offen



## 2.3 Meteo

Die Ermittlung der metrologischen Randbedingungen für den Tunnel Freudenstadt basiert auf einer Auswertung des Deutschen Wetterdienstes von Messreihen der Windgeschwindigkeit und Windrichtung der Messstation Freudenstadt für das Jahr 2015. Als Bezugshöhe für die Wetterstation wird eine Höhe von 34.4 m über Gelände genannt. Zur Umrechnung auf das für die Immissionsberechnung relevante Portalniveau von ca. 10 m Höhe über Boden werden rund 86 %<sup>1</sup> dieses Wertes angesetzt.

Für die Messstation zeigt sich eine ausgeprägte West- und Ostlage, wie sie aufgrund der Tallage auch zu erwarten ist. Werden für das Ostportal die Windrichtungen von 46° bis 226° bzw. für das Westportal von 203° bis 23° berücksichtigt, so ergibt sich ein 95-Perzentil von 4.8 m/s für das Ost- und 6.7 m/s für das Westportal. Das 95-Perzentil über alle Windrichtungen liegt in der gleichen Größenordnung bei 6.2 m/s. Die mittlere Windgeschwindigkeit über alle Windrichtungen liegt bei 3.2 m/s.

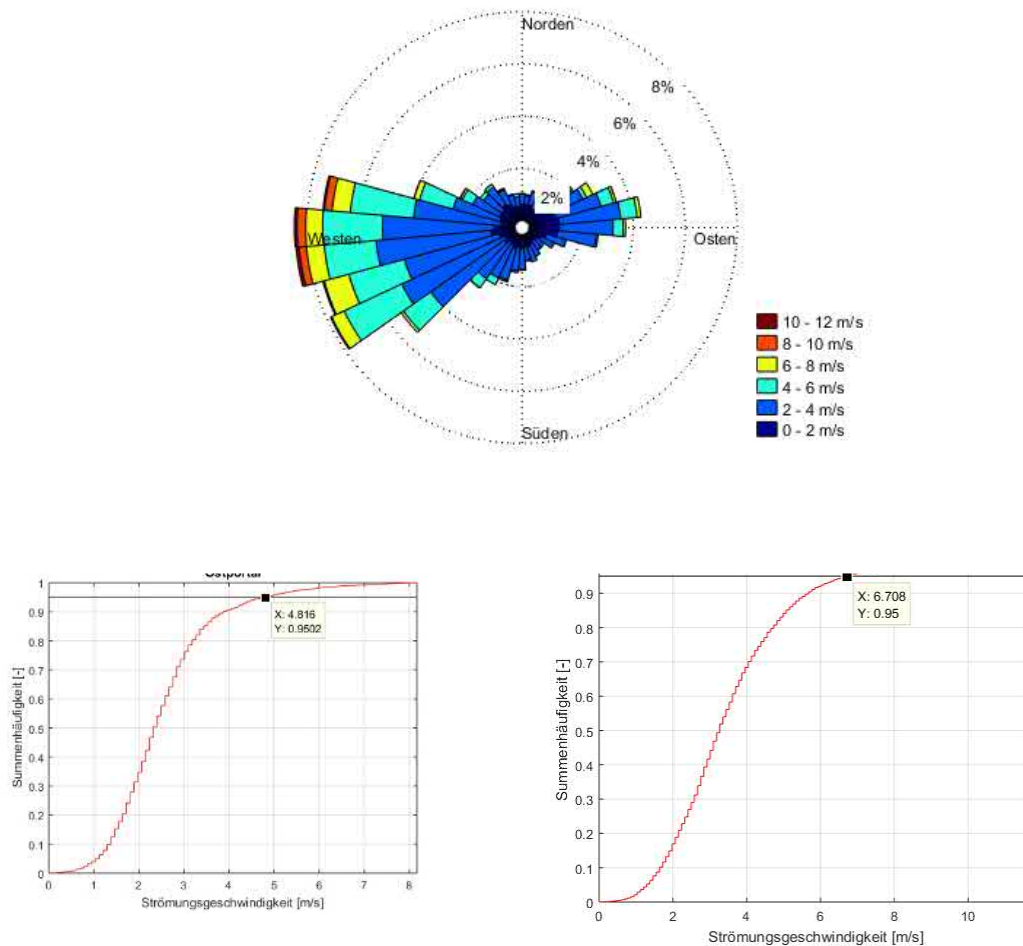


Abbildung 4: Darstellung der Windrose und 95-Perzentil für die Windgeschwindigkeit für die Messstation Freudenstadt für das Jahr 2015

<sup>1</sup> Annahme einer logarithmischen Windverteilung über Grund mit einer dynamischen Rauigkeitslänge von 0.005.

### 3 Methodik

#### 3.1 Berechnungsverfahren

##### Detaillierungsstufe

Umfang, Inhaltstiefe und Methodik sind – wie bei jeder Untersuchung – auf die jeweiligen Umstände des Einzelfalles abzustellen. Gleichwohl lässt sich der Untersuchungsrahmen an «Fallkategorien» orientieren:

- Fall I: «unerhebliche» Fälle bei relativ geringen Emissionen und/oder grösseren Distanzen zwischen Strasse und schutzbedürftigen Orten, in denen eine Abschätzung mit Hilfe von Tabellenwerten ausreicht,
- Fall II: «einfache» Fälle, die dem Emissions- und Ausbreitungsmodell des RLuS oder einem anderen Screening-Modell zugänglich sind,
- Fall III: «schwierige» Fälle mit erheblichen Betroffenheiten einerseits und komplizierten Ausbreitungsbedingungen andererseits, die zumindest in Teilbereichen (z. B. Tunnelportale) aufwändigere Modelle erfordern (und die hohen Anforderungen der Abwägung und Problembewältigung genügen sollen). Anforderungen an solche Modelle sind z. B. in der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 14 formuliert.

Zunächst werden die Berechnungen mit dem PC-Berechnungsverfahren zur Richtlinie zur Ermittlung der Luftqualität an Strassen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012 gemäss der Fallkategorie II durchgeführt. RLuS ist für Strassen ohne oder mit lockerer Randbebauung und für Straßenabschnitte mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit größer 50 km/h gedacht. Das Modell verfügt zudem über ein spezielles Modul zur Berechnung von Tunnelemissionen und berücksichtigt auch Feinstaubemissionen durch Abrieb und Aufwirbelung. Im Sinne einer Relevanzabschätzung für den Nahbereich der Portale ist die Anwendung im vorliegenden Fall daher sinnvoll. Da das Programm RLuS 2012 den Geschwindigkeitseinfluss nur stufenweise variieren kann, werden die sich für die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h ergebenden Verhältnisse, durch die Berechnung der Modellgeschwindigkeiten von 60 km/h und 80 km/h approximiert.

##### RLuS 2012

Das Berechnungsverfahren RLuS 2012 beruht auf einem Programm zur Bestimmung der Emissionen und einem aus Regressionsfunktionen bestehenden Satz von Gleichungen, die auf einem empirisch statischen Ausbreitungsmodell beruhen. Es ermöglicht die Abschätzung der Immissionen für folgende Schadstoffe:

- Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)
- Stickstoffmonoxid (NO)
- Partikel kleiner als 10 µm (PM<sub>10</sub>)
- Partikel kleiner als 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>)
- Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

- Benzo(a)pyren (BaP) (Marker für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe).

Berechnet werden in Anlehnung an die Grenzwerte je nach Schadstoff Jahresmittelwerte oder aber Überschreitungshäufigkeiten.

Die Gesamtkonzentration der Luftschadstoffe im Untersuchungsgebiet setzt sich aus einer Vorbelastung und einer Zusatzbelastung zusammen. Als Vorbelastung sollen Messwerte einer geeigneten Messstation angesetzt werden. Liegen keine entsprechenden Messwerte vor, kann auf gebietstypische Vorbelastung nach RLuS 12 zurückgegriffen werden. Die Abschätzung der Zusatzbelastung erfolgt mit einem Berechnungsverfahren nach RLuS 12 für definierte Punkte im Untersuchungsgebiet. Die Addition dieser Zusatzbelastung zur Vorbelastung ergibt dann die Gesamtbelastung. Die Zusatzbelastungen setzen sich dabei aus tunnelbedingten Zusatzbelastungen und der Schadstoffbelastung des anliegenden (offenen) Strassenabschnitts zusammen:

- Anliegender, offener Strassenabschnitt: Als Grundlage für die Emissionsbestimmung dienen neben der Zusammenführung unterschiedlicher Systematiken, welche die Emissionsfaktoren für Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (INfz) und schwerer Nutzfahrzeuge (sNfz) bestimmen, Prognosedaten für die Emissionsfaktoren zukünftiger Fahrzeugschichten. Weiterhin gibt es bezugsjahrabhängige Fahrleistungsanteile, die eine sachgerechte Aggregation der Fahrzeugschichten zu Fahrzeugkategorien (z. B. Pkw, INfz, sNfz) ermöglichen. Aufbauend auf diesen Grundlagen werden dessen Daten mit Hilfe von Angaben zum Gebiets- und Strassentyp, zum Verkehrszustand und Tempolimit, zur Längsneigung sowie zur Verkehrsbelastung und Verkehrszusammensetzung in längenbezogene Emissionen der Strasse überführt. Der Berechnung liegen dabei jeweils strassentyp- und verkehrssituationsspezifische Fahrkurven zugrunde. Die zugehörige spezifische Emission ist dabei zum einen von der mittleren Geschwindigkeit und zum anderen von der Dynamik des Geschwindigkeitsverlaufs abhängig.

Auf Grundlage der ermittelten Emissionen werden Jahresmittelwerte der bodennahen Immissionen (Zusatzbelastung) für die zu bestimmenden Schadstoffe in Abhängigkeit des Abstands vom Fahrbahnrand und der mittleren Windgeschwindigkeit berechnet. Abschätzungen für die Anzahl der Überschreitungen von Grenzwerten wurden im Rahmen von F+E-Vorhaben der BASt ermittelt.

- Tunnelbedingten Zusatzbelastungen: Die Luftschadstoffausbreitung an Tunnelportalen unterliegt anderen Mechanismen als die Schadstoffausbreitung z. B. an freier Strecke. Deshalb wurde für die Abschätzung der Immissionen in Tunnelportalnähe ein separates Berechnungsmodul entwickelt und in das RLuS-Computerprogramm integriert.

Mit dem Tunnelmodell werden zunächst die Schadstoffemissionen am Tunnelportal auf Basis der fahrzeugspezifischen Emissionen des betrachteten Jahres, der Verkehrsmenge, der Verkehrssituation, der Tunnellänge und des Lüftungssystems berechnet. Danach wird unter Berücksichtigung der zu erwartenden Tunnelabluftgeschwindigkeit (wird anhand konkreter Angaben zur mittleren Fahrzeuggeschwindigkeit, des SV-Anteils, der Betriebsform und der Tunnelgeometrie bestimmt) die Schadstoffkonzentration direkt am Portal (Portalimmission) quantifiziert.

Anschliessend wird die Abluftausbreitung durch eine exponentielle Abnahme der

Schadstoffkonzentration längs der Trasse (im Wesentlichen abhängig vom Verhältnis der Tunnelabluftgeschwindigkeit zur Windgeschwindigkeit) und eine vom Abstand zum Strassenrand abhängige Schadstoffausbreitung quer zur Trasse beschrieben.

### 3.2 Bewertungskriterien

Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation sind für den Strassenverkehr im Bundesimmissionsschutzgesetzes festgehalten.

Tabelle 4: Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation nach der 39. BImSchV (vereinfachte Darstellung)

Kriterium	Schadstoff	Mittelungszeitraum	Grenzwert	Erlaubte Überschreitungen pro Jahr
1	NO <sub>2</sub>	1h	200 µg/m <sup>3</sup>	18
2		Kalenderjahr	40 µg/m <sup>3</sup>	Keine
3	SO <sub>2</sub>	Kalenderjahr	20 µg/m <sup>3</sup>	Keine
4	Benzol	Kalenderjahr	5 µg/m <sup>3</sup>	Keine
5	PM <sub>10</sub>	24h	50 µg/m <sup>3</sup>	35
6		Kalenderjahr	40 µg/m <sup>3</sup>	Keine
7	PM <sub>2.5</sub>	Kalenderjahr	25 µg/m <sup>3</sup>	Keine
8	BaP	Kalenderjahr	0.001 µg/m <sup>3</sup>	Keine
9	CO	8h	10'000 µg/m <sup>3</sup>	Keine

Die Grenzwerte werden für die Beurteilung des Tunnels Freudenstadt herangezogen.

## 4 Immissionsberechnung

### 4.1 Systemrepräsentation

Für die Immissionsberechnungen wird der Tunnel inkl. der direkt angrenzenden Zulaufstrecken berücksichtigt.

Tabelle 5: Systemrepräsentation Tunnel Freudenstadt Immissionsberechnung mit RLuS

Prognosejahr	2030
Gesamtverkehr (DTV)	10'550 Kfz / 24h
Schwerverkehrsanteil (>3.5t)	10.5%
Strassentyp	Innerorts, Hauptverkehrsstrasse
Tempolimit	60 km/h und 80 km/h
Schlechter Strassenzustand	Nein
Anzahl Fahrstreifen	2
Längsneigung	+/-2%
Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit	3.2 m/s
Portalbreite	9.9 m
Portalhöhe	5.05 m
Tunnellänge	1'490 m
Verkehrsfluss im Tunnel	Gegenverkehr
Tunnellüftung (Fortluftabsaugung in %)	Keine
Vorbelastung	<ul style="list-style-type: none"><li>Standardwerte RLUS 2012 (vgl. Tabelle 6)</li><li>Berücksichtigung Reduktionsfaktor für 2025<sup>2</sup> gemäss RLuS</li></ul>
Grenzwerte	39. BlmSchV (vgl. Tabelle 4)

Für die Beurteilung der Immissionen ist die Vorbelastung zu berücksichtigen, d. h. die bereits ohne die zu beurteilende Strasse vorhandene Immissionsbelastung.

Als Vorbelastungskonzentration liegen Messwerte aus dem Jahresbericht Kenngrößen der Luftqualität der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (kurz: LUBW) für das Jahr 2010<sup>3</sup> an der Messstation Freudenstadt vor. Die Messstation eignet sich gut, da sie sich nicht in unmittelbarer Verkehrsnähe befindet. Im Jahr 2010 wurden dabei die beiden Schadstoffe Stickstoffdioxid und Partikel PM10 erfasst.

Für den Fall, dass keine Vorbelastungskonzentrationen von den verschiedenen Umweltbehörden erhoben werden können, können gebietstypische Anhaltswerte der RLuS 2012 entnommen werden. Diese Anhaltswerte werden für das Jahr 2006 angegeben, für die Umrechnung auf das Jahr 2010 wird ein Reduktionsfaktor berücksichtigt.

Bei Einstufung des Projektgebietes nach RLuS 2012 als «Kleinstadt gering» und Umrechnung der Konzentrationen auf das Bezugsjahr 2010 ergeben sich ähnliche Größenordnungen der Vorbelastung für die beiden Schadstoffe wie im Jahresbericht der LUBW. Da der Datensatz der LUBW nicht sämtliche Schadstoffe umfasst, werden daher auf die Standardwerte gemäss RLuS 2012 zurückgegriffen.

<sup>2</sup> Für das Prognosejahr 2030 werden keine Reduktionsfaktoren für die Vorbelastung gemäss Methodik RLuS 2012 aufgeführt. Der letzte Datensatz entspricht dem Jahr 2025.

<sup>3</sup> Für spätere Jahre wurden keine Messwerte veröffentlicht.

Tabelle 6: Vorbelastung nach RLuS bzw. Jahresbericht der Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg für das Jahr 2010 an der Messstation Freudenstadt

Schadstoff	RLuS 2012	Jahresbericht LUBW
BaP	0 µg/m <sup>3</sup>	Keine Angaben
CO	200 µg/m <sup>3</sup>	Keine Angaben
NO	4 µg/m <sup>3</sup>	Keine Angaben
SO <sub>2</sub>	3 µg/m <sup>3</sup>	Keine Angaben
Benzol	1 µg/m <sup>3</sup>	Keine Angaben
NO <sub>2</sub>	17 µg/m <sup>3</sup>	13 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	22 µg/m <sup>3</sup>	13 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	15 µg/m <sup>3</sup>	Keine Angaben

## 4.2 Berechnungsergebnisse

Die Immissionsberechnungen werden für ein Raster von ± 200 m vom Fahrbahnrand und einem Abstand von 0 bis 430 m in der Längsachse zum Tunnelportal in jeweils 10 m Schritten durchgeführt. Bei grösseren Abständen zur Strasse und zum Tunnel können die Zusatzbelastungen gemäss RLuS 2012 vernachlässigt werden.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse RLuS 2012 mit einem Tempolimit von 60 km/h und 80 km/h im Vergleich zu den Grenzwerten gemäss der 39. BImSchV am Tunnelportal (10 Meter Längsabstand, 0 Meter Seitenabstand).

Kriterium	Schadstoff	Mittelungs- zeitraum	Grenzwert	Erlaubte Überschreit- ungen pro Jahr	Berechnungsergebnisse RLU S 2012	
					Wert	Faktor zum Grenzwert
Tempolimit von 60 km/h						
1	NO2	1h	200 µg/m³	18	4 Überschreitungen	0.2
2		Kalenderjahr	40 µg/m³	Keine	32.2 µg/m³	0.8
3	SO2	Kalenderjahr	20 µg/m³	Keine	2.9 µg/m³	0.1
4	Benzol	Kalenderjahr	5 µg/m³	Keine	1.0 µg/m³	0.2
5	PM10	24h	50 µg/m³	35	29 Überschreitungen	0.8
6		Kalenderjahr	40 µg/m³	Keine	25.1 µg/m³	0.6
7	PM2.5	Kalenderjahr	25 µg/m³	Keine	18.4 µg/m³	0.7
8	BaP	Kalenderjahr	0.001 µg/m³	Keine	0.00019 µg/m³	0.2
9	CO	8h	10'000 µg/m³	Keine	1'697 µg/m³	0.2
Tempolimit von 80 km/h						
1	NO2	1h	200 µg/m³	18	4 Überschreitungen	0.2
2		Kalenderjahr	40 µg/m³	Keine	31.6 µg/m³	0.8
3	SO2	Kalenderjahr	20 µg/m³	Keine	2.9 µg/m³	0.1
4	Benzol	Kalenderjahr	5 µg/m³	Keine	1.0 µg/m³	0.2
5	PM10	24h	50 µg/m³	35	29 Überschreitungen	0.8
6		Kalenderjahr	40 µg/m³	Keine	25.9 µg/m³	0.6
7	PM2.5	Kalenderjahr	25 µg/m³	Keine	17.8 µg/m³	0.7
8	BaP	Kalenderjahr	0.001 µg/m³	Keine	0.00019 µg/m³	0.2
9	CO	8h	10'000 µg/m³	Keine	1'621 µg/m³	0.2

Die Ergebnisse zeigen, dass die Schadstoffe nur in der unmittelbaren Nähe des Tunnelportals und insbesondere zur Längsachse des Tunnelportals relevant sind. Es werden jedoch selbst bei dieser Worst-case Betrachtung (direkt am Portal) sämtliche Grenzwerte deutlich unterschritten. Die errechneten maximalen Immissionswerte am Tunnelportal liegen in einer Bandbreite von 20% bis 80 % des Niveaus der Grenzwerte. Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist zudem zu berücksichtigen, dass sich die für die Personen und Umwelt relevanten Bereiche (z. B. Wohnbebauung) in einem grösseren Abstand von der Strasse befinden und die Zusatzbelastungen in diesen Bereichen nochmals deutlich geringer ausfallen.

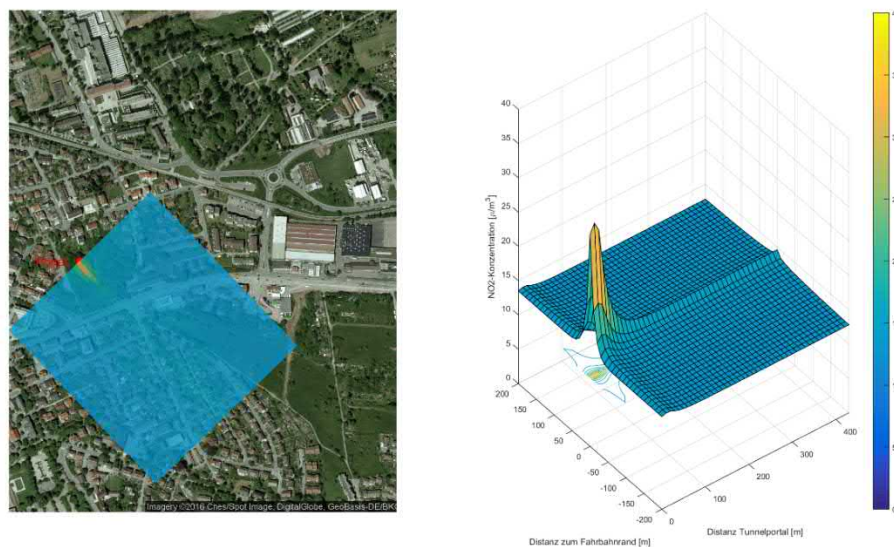


Abbildung 5: Kriterium 1, Schadstoff NO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40 µm, Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal (für eine umfassende Darstellung vgl. Anhang A)

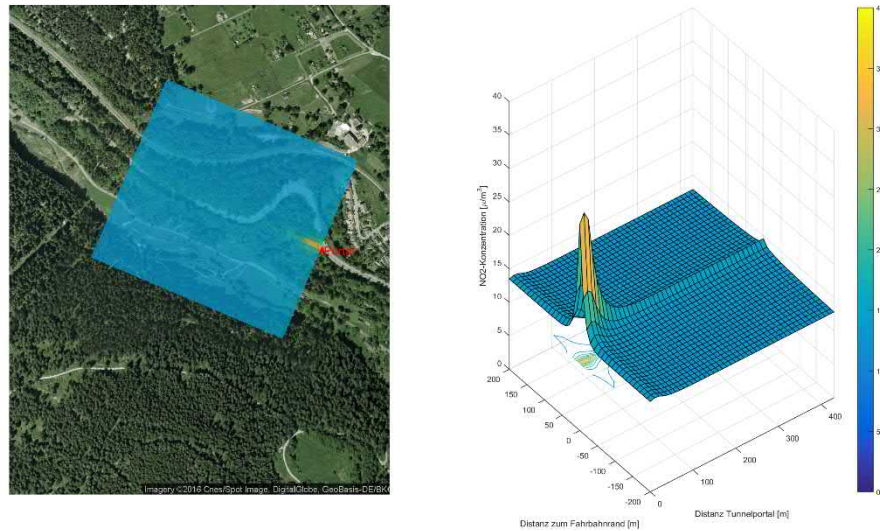


Abbildung 6: Kriterium1, Schadstoff NO2, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40  $\mu\text{m}^3$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitung pro Jahr keine, Westportal



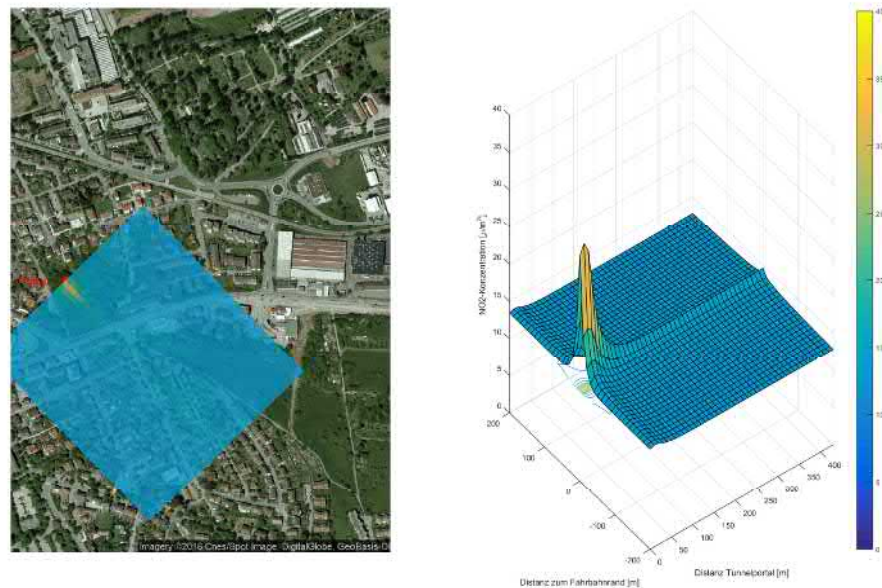


Abbildung 7: Kriterium 1, Schadstoff NO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40 µm, Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal (für eine umfassende Darstellung vgl. Anhang A)

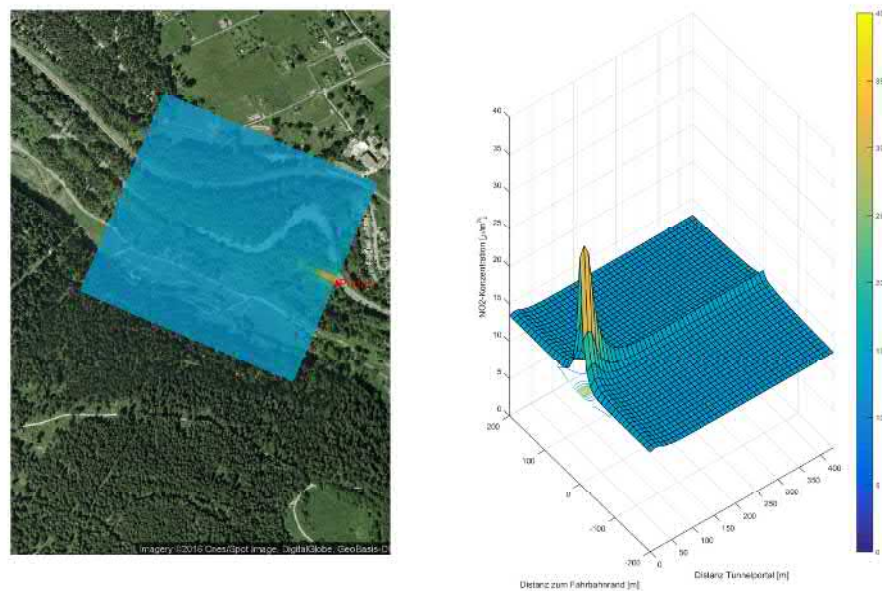


Abbildung 8: Kriterium1, Schadstoff NO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40 µm, Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitung pro Jahr keine, Westportal

## 5 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen mittels RLuS 2012 liegen bei einer Tunnellängslüftung ohne Vorzugsrichtung deutlich unter den durch die 39. BImSchV vorgegebenen Grenzwerten. In Abständen von einigen Dutzend Metern zu den Portalen (30 bis 40 m) nähern sich die Immissionswerte den Werten der vorhandenen Grundbelastung stark an, so dass in den Bereichen mit relevanter Wohnbebauung (Wohnbevölkerung) keine relevanten, zusätzlichen Immissionen zu prognostizieren sind. Negative Auswirkungen auf Personen und Umwelt sind somit nicht zu erwarten. Es ergeben sich damit hinsichtlich der Schadstoffe keine Anforderungen an den Betrieb der Tunnellüftungsanlage. Ein weiterer, vertiefter Untersuchungsbedarf (Fall III schwierige Fälle) wird nicht erkannt.

**Ingenieurbüro Axel Bassler**



Axel Bassler

## Quellenverzeichnis

- [1] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Richtlinie zur Ermittlung der Luftqualität an Strassen ohne oder mit lockerer Randbebauung RLuS 2012, Köln, Ausgabe 2012
- [2] 39. BImSchV – Neununddreissigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (BGBl I 2010, S. 1065-1104), [www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de)
- [3] Bundesamt für Strassen, Richtlinie „Lüftung der Strassentunnel, Systemwahl, Dimensionierung und Betrieb“, Ausgabe 2008 Version 2.0
- [4] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunneln (RABT), Ausgabe 2006
- [5] Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunneln RABT 2015; Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (D); Ausgabe 2015, Entwurf, Stand: Juni 2015, Länderanhörungsversion
- [6] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg LUBW, Kenngrößen der Luftqualität, Jahresdaten 2010, Januar 2012

## **Anhang A**

**Visualisierung Berechnungsergebnisse mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h**

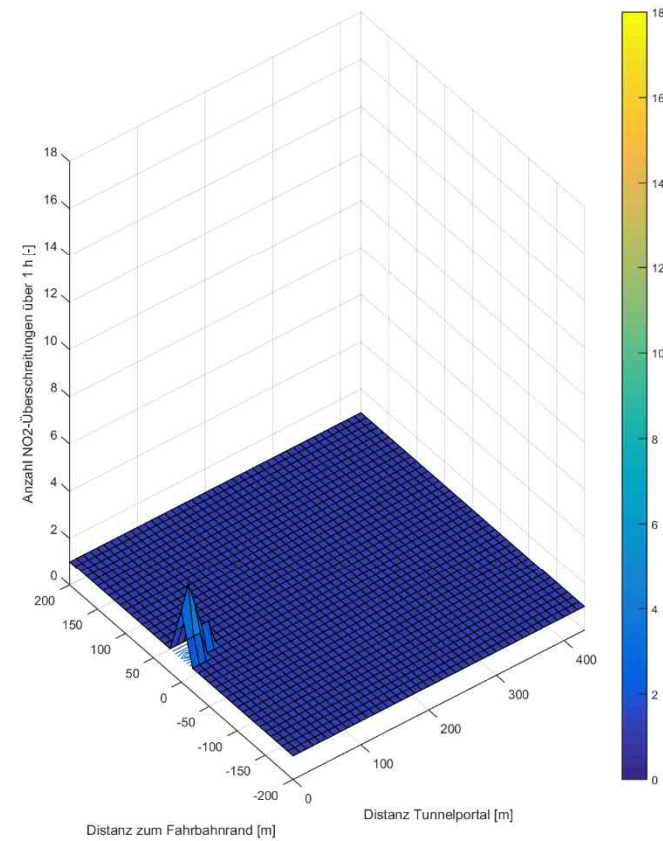


Abbildung 1: Kriterium 1, Schadstoff NO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum 1h, Grenzwert 200 µm, Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr 18, Westportal



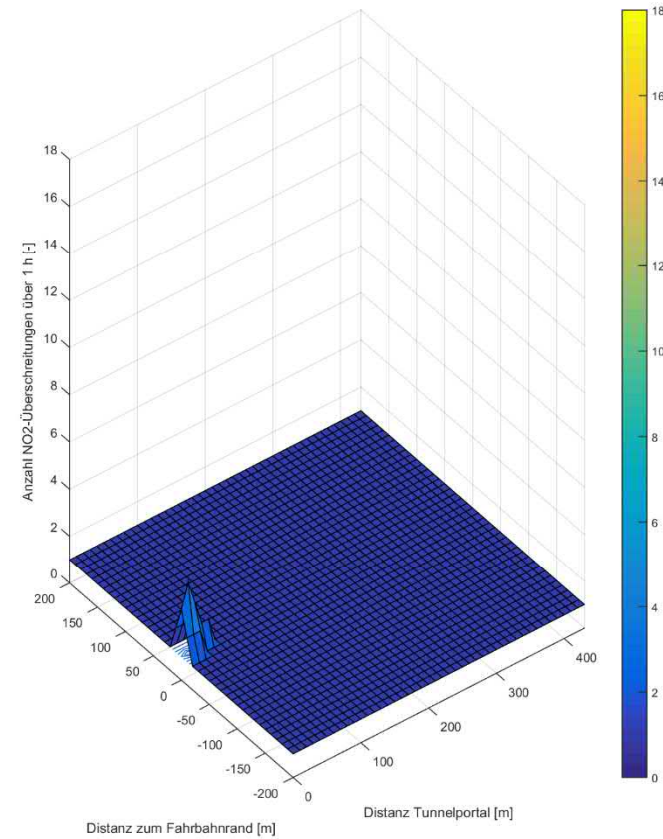
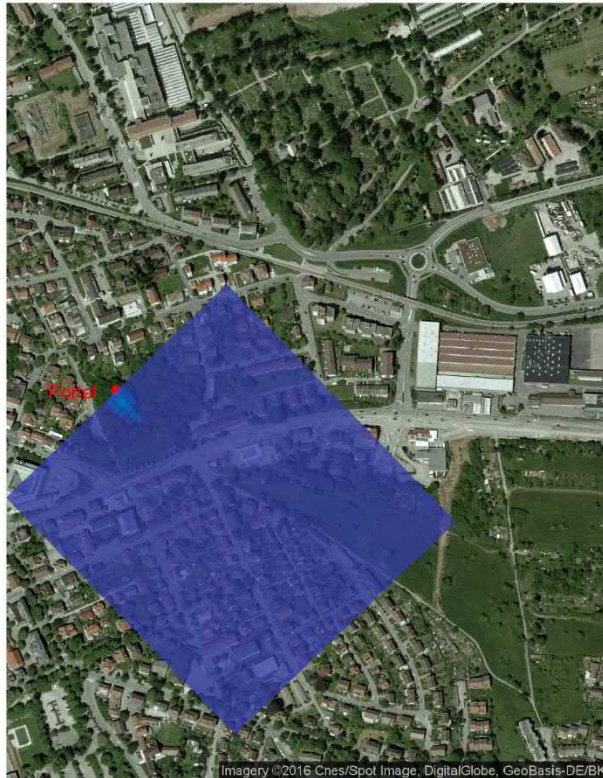


Abbildung 2: Kriterium 1, Schadstoff NO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum 1h, Grenzwert 200 µm, Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr 18, Ostportal

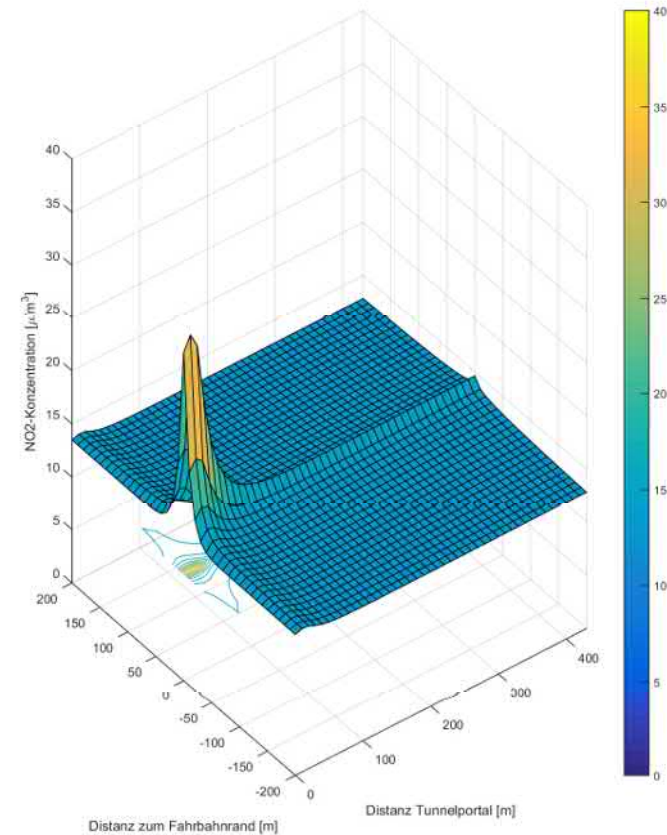


Abbildung 3: Kriterium 1, Schadstoff NO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal

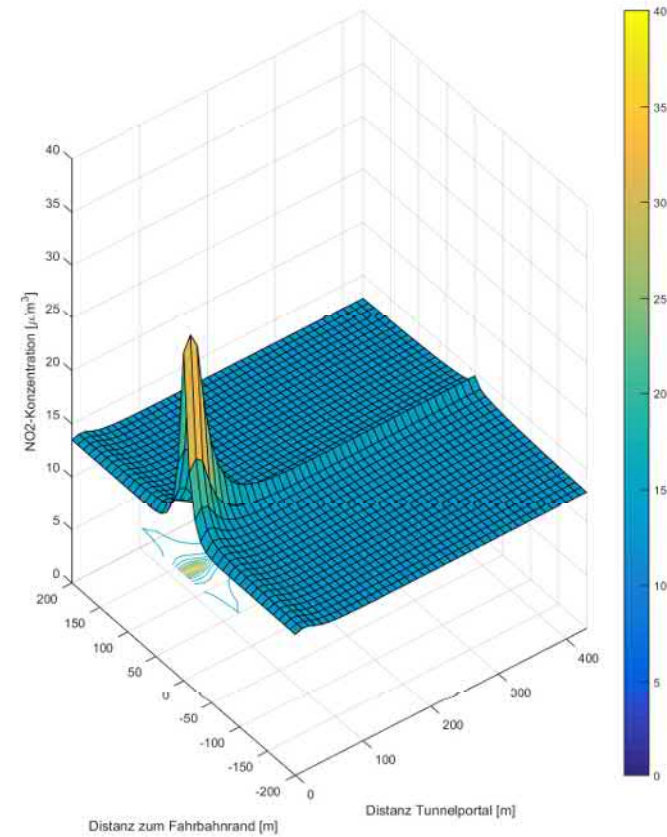
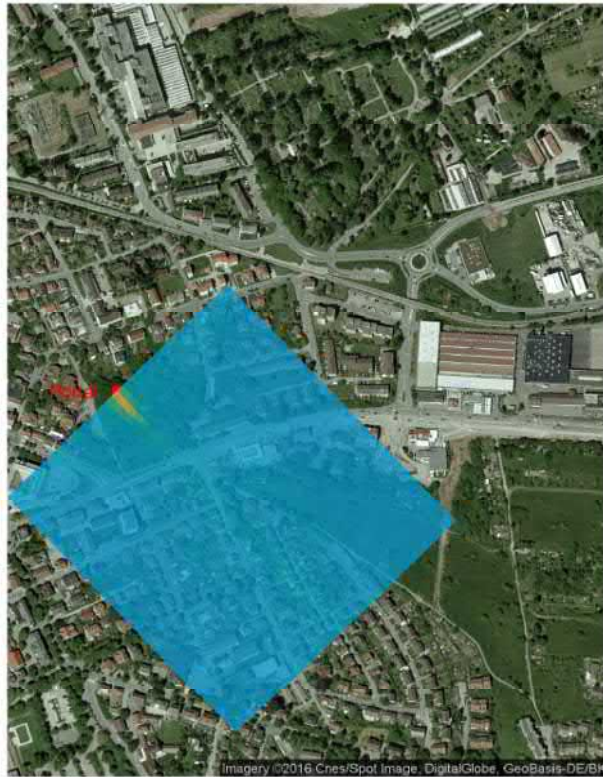


Abbildung 4: Kriterium 1, Schadstoff NO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40 µm, Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal



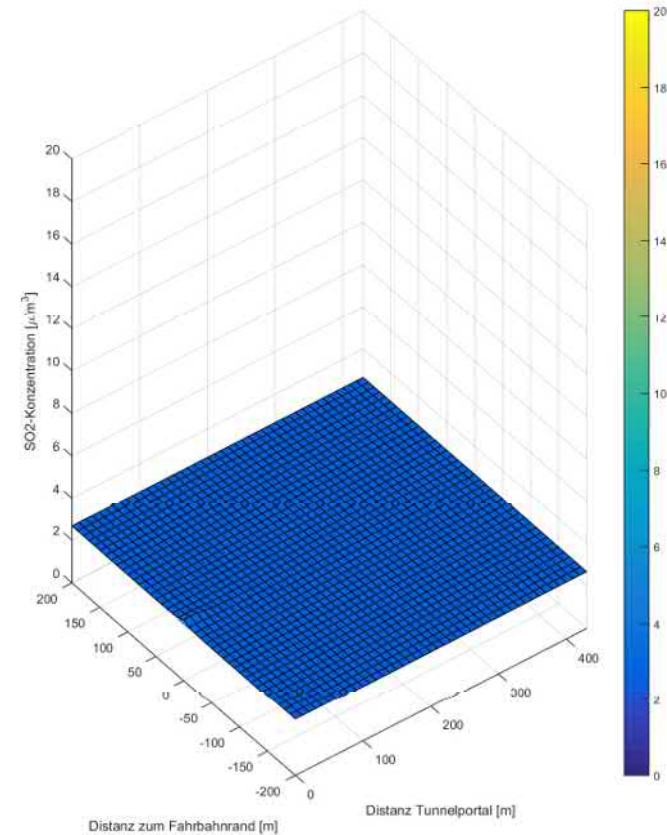


Abbildung 5: Kriterium 1, Schadstoff SO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 20  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal

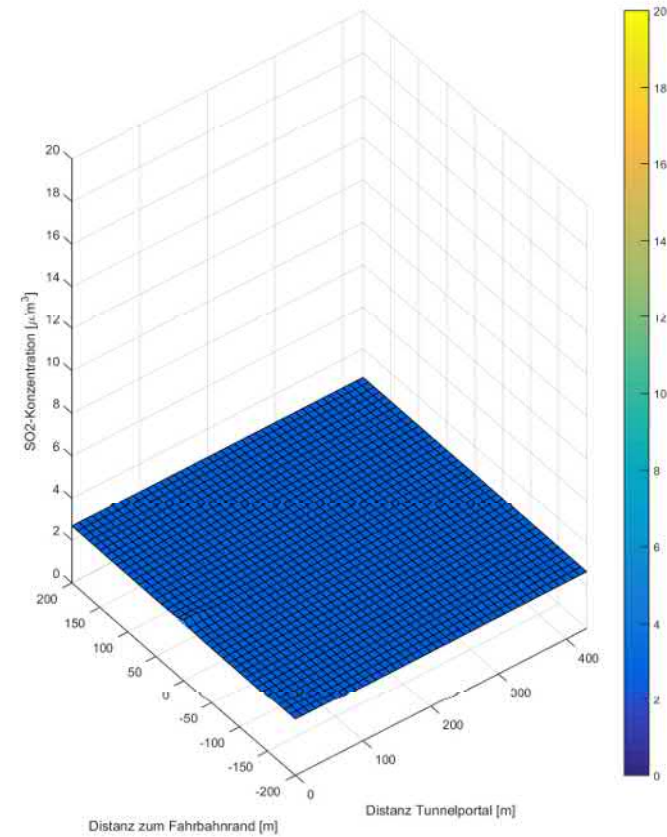
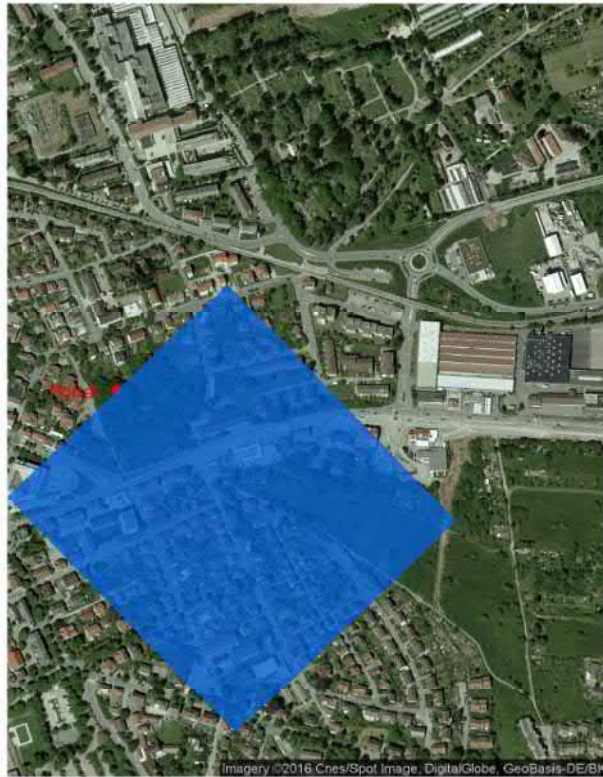


Abbildung 6: Kriterium 1, Schadstoff SO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 20  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal

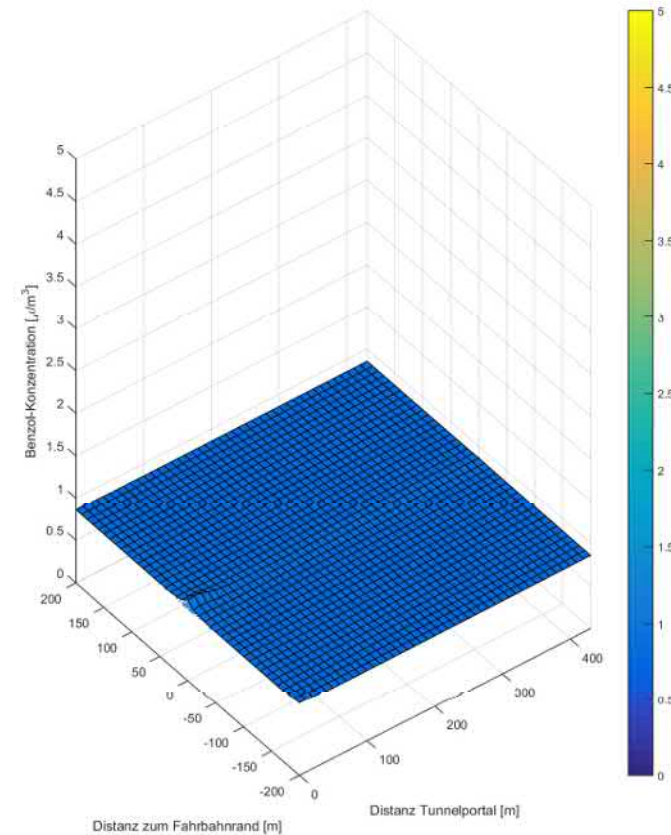


Abbildung 7: Kriterium 1, Schadstoff Benzol, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 5  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal



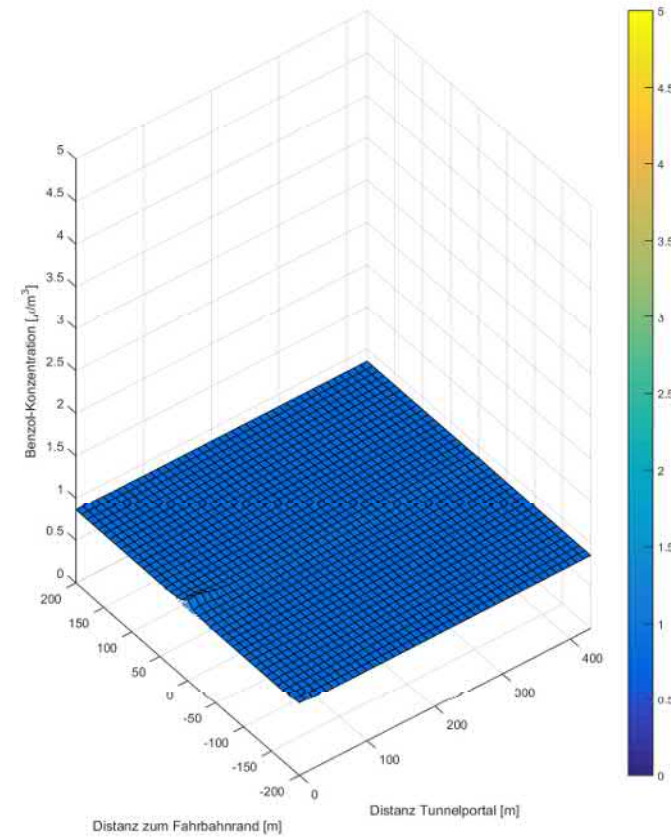
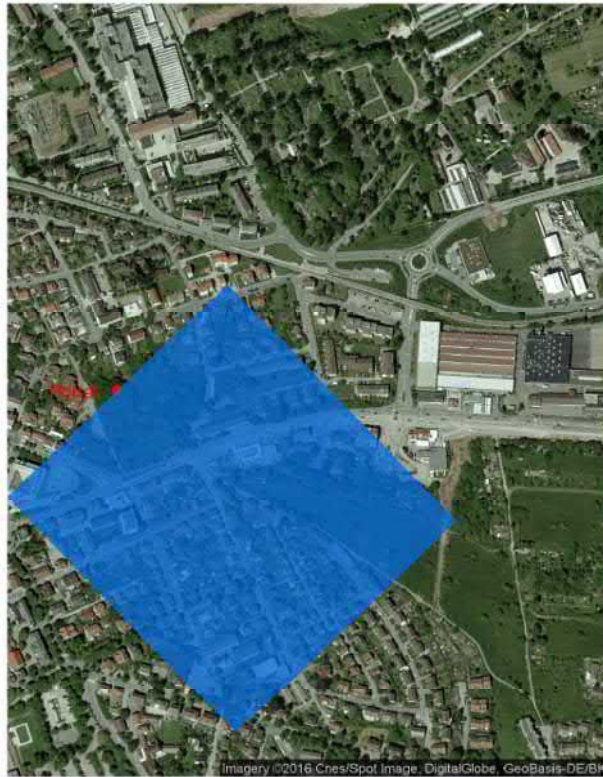


Abbildung 8: Kriterium 1, Schadstoff Benzol, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 5 µm, Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal

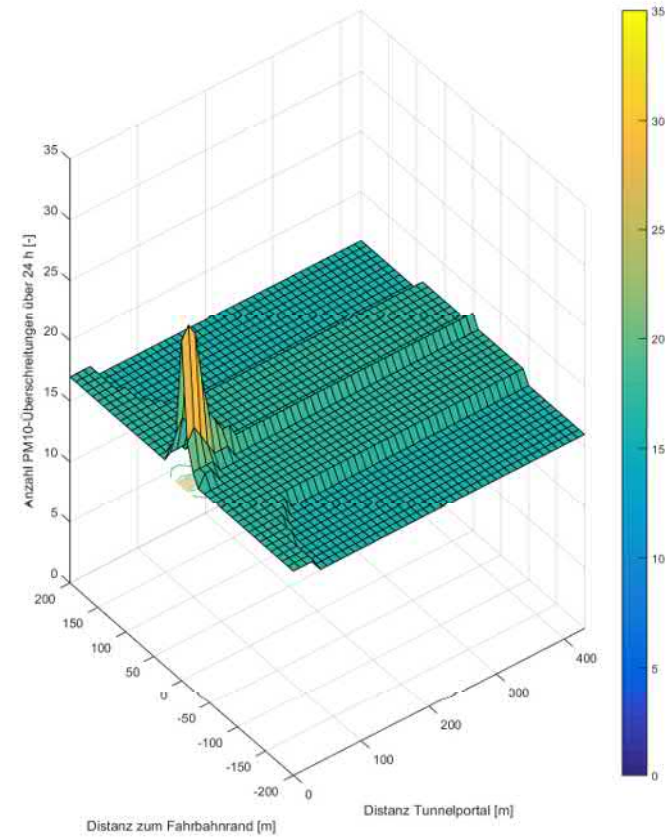


Abbildung 9: Kriterium 1, Schadstoff PM10, Mittelungszeitraum 24h, Grenzwert 50  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr 35, Westportal

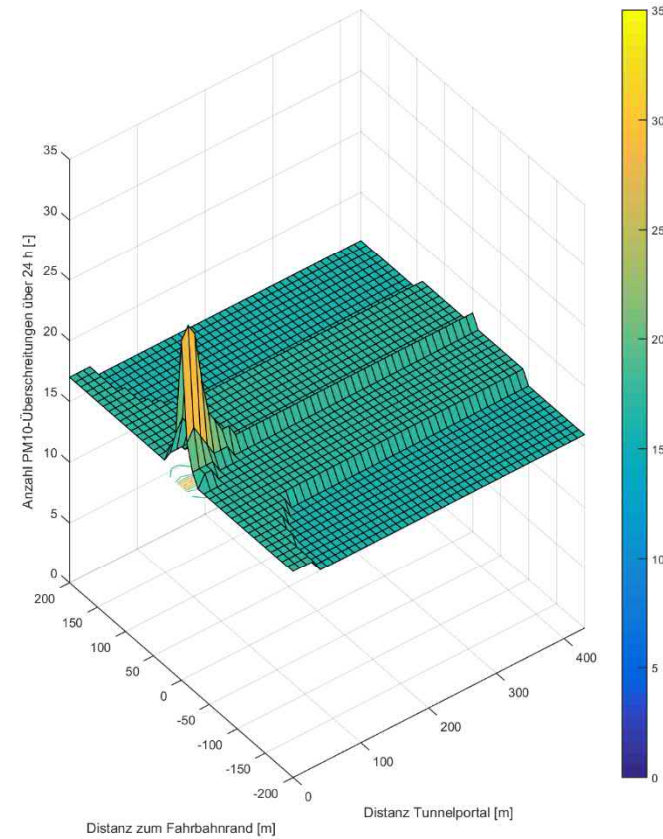


Abbildung 10: Kriterium 1, Schadstoff PM10, Mittelungszeitraum 24h, Grenzwert  $50 \mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr 35, Ostportal



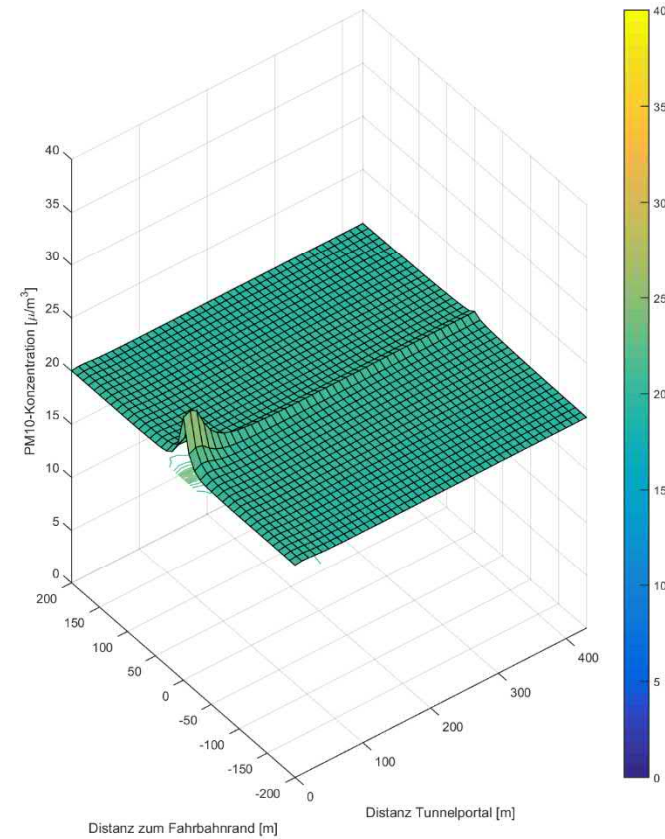


Abbildung 11: Kriterium 1, Schadstoff PM10, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40  $\mu\text{m}^3$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal

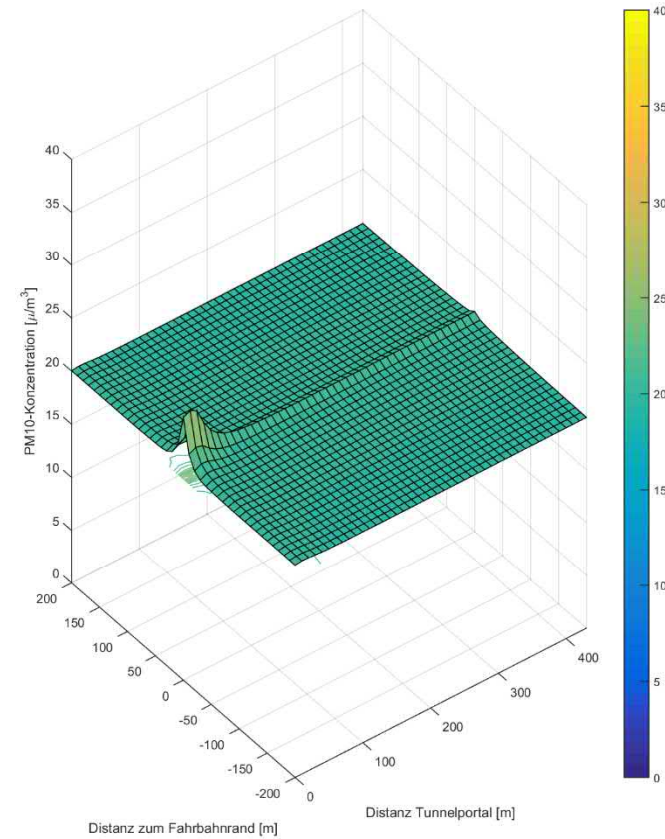


Abbildung 12: Kriterium 1, Schadstoff PM10, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal



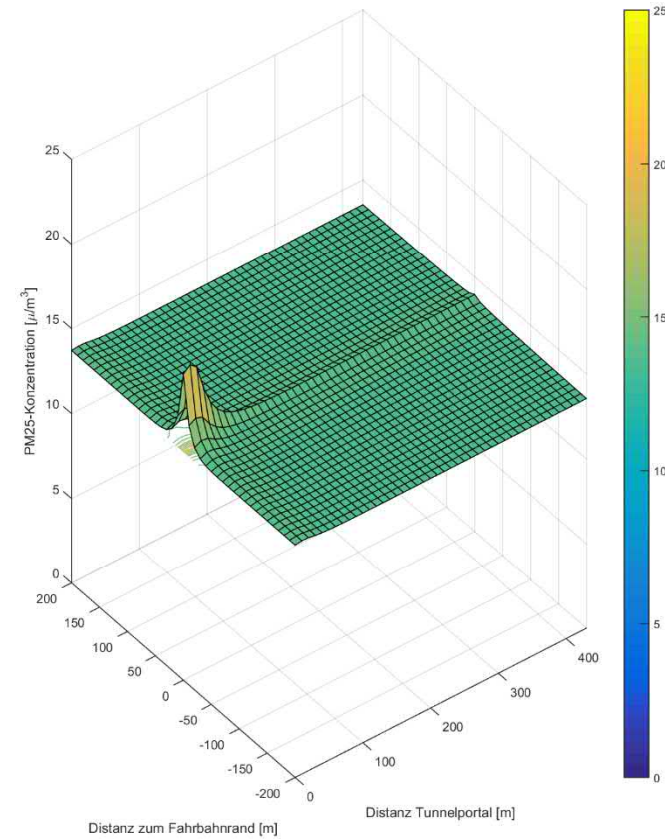


Abbildung 13: Kriterium 1, Schadstoff PM25, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 25  $\mu\text{m}^3$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal

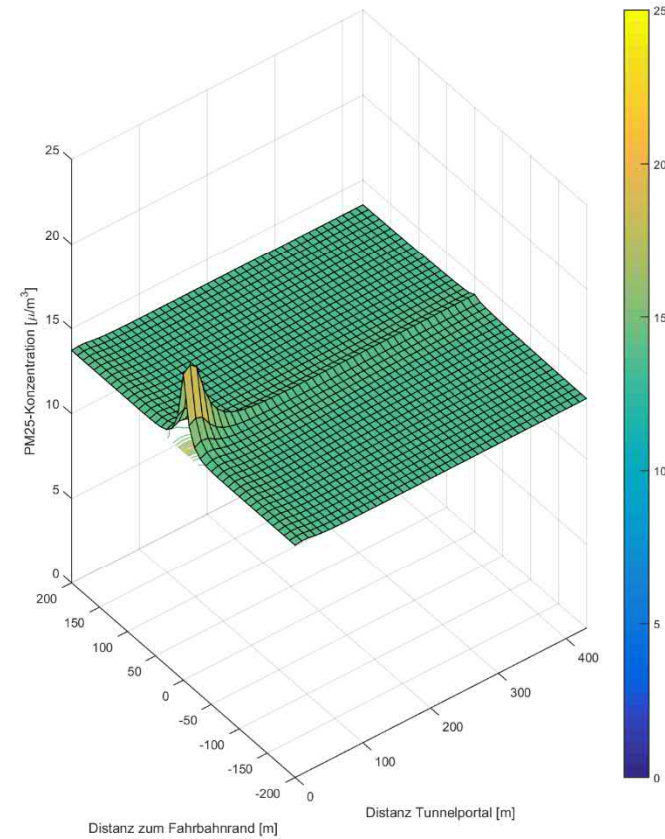


Abbildung 14: Kriterium 1, Schadstoff PM25, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 25  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal

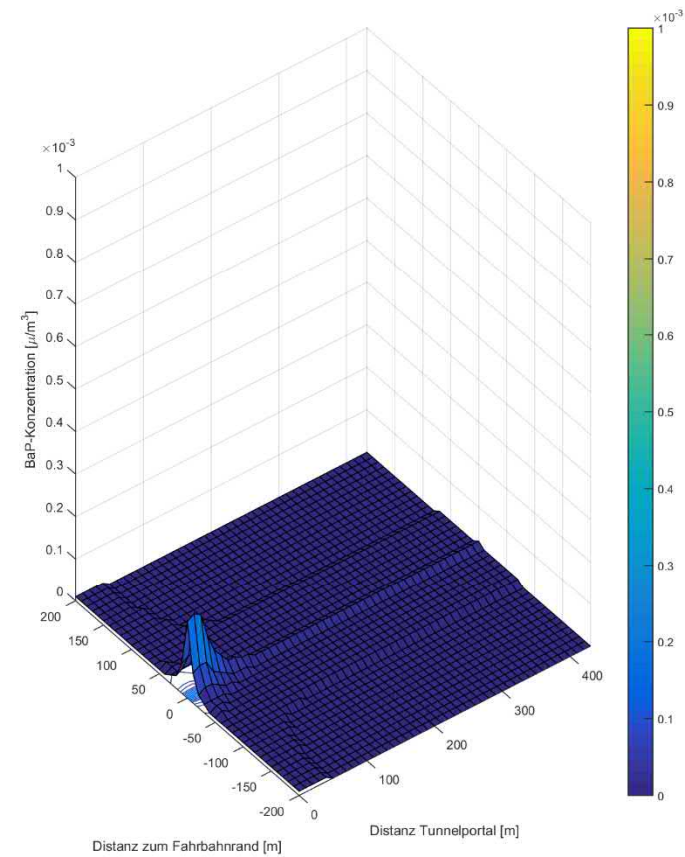


Abbildung 15: Kriterium 1, Schadstoff BaP, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert  $0.001 \mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal



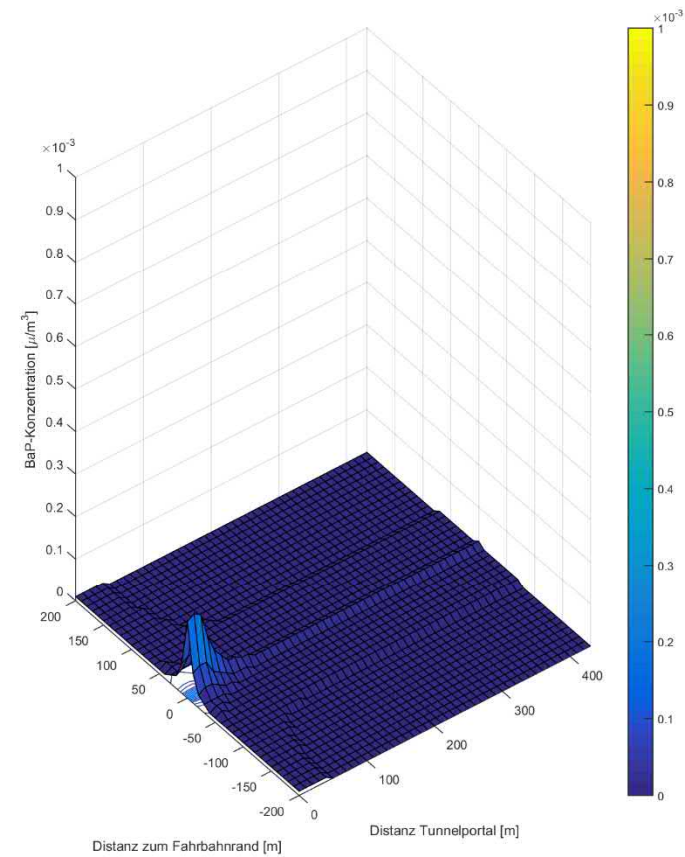
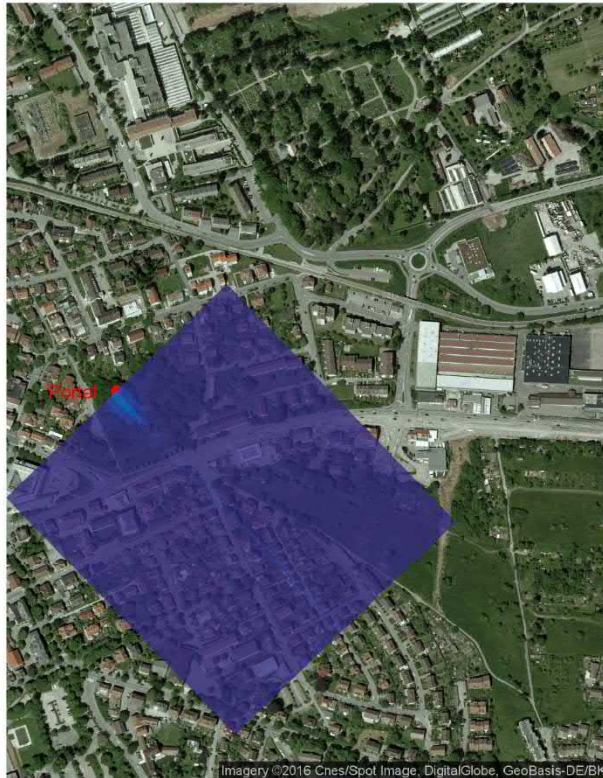


Abbildung 16: Kriterium 1, Schadstoff BaP, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert  $0.001 \mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal

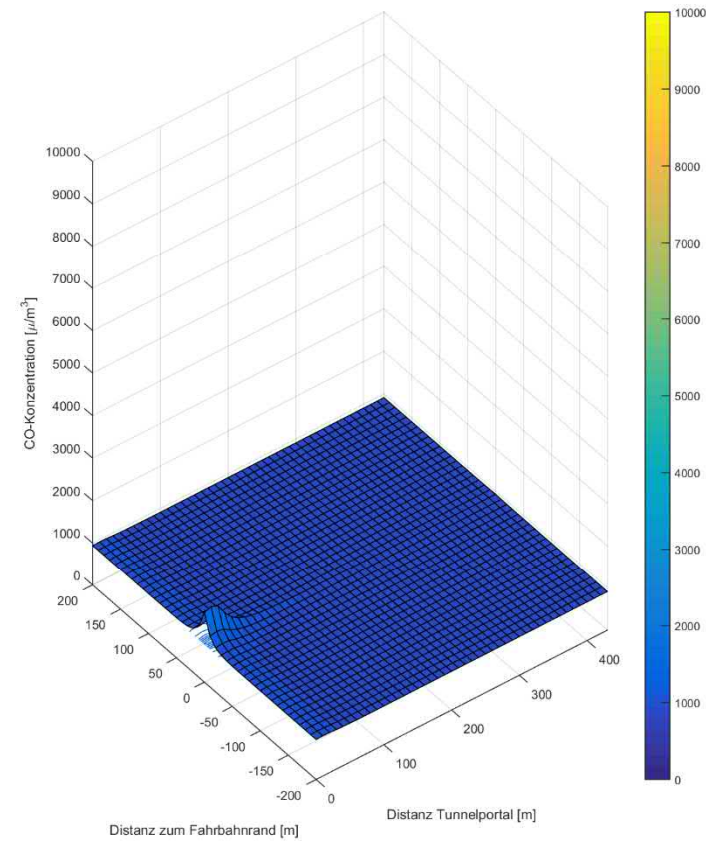


Abbildung 17: Kriterium 1, Schadstoff CO, Mittelungszeitraum 8h, Grenzwert 10'000  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal

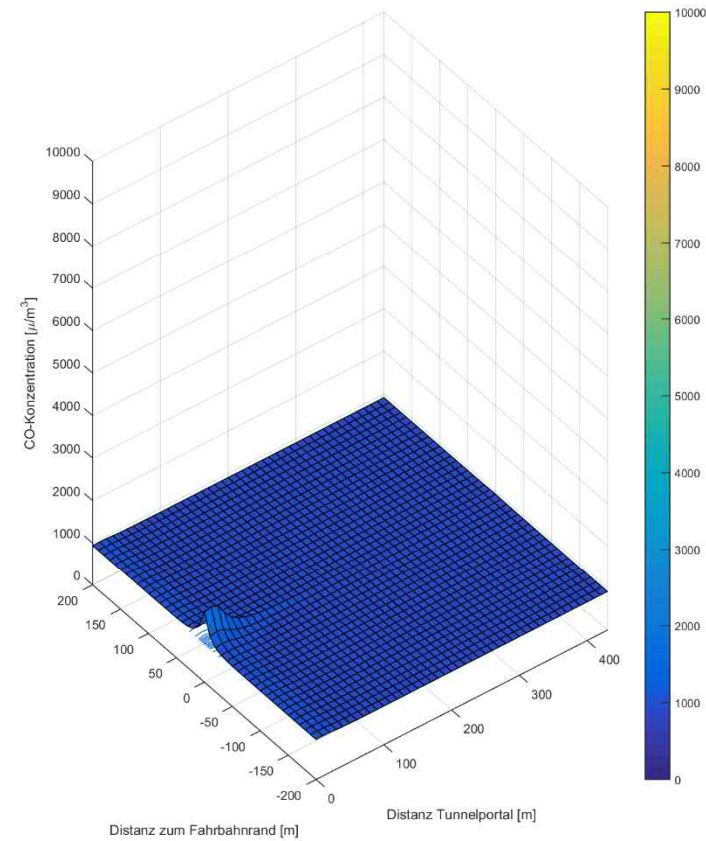
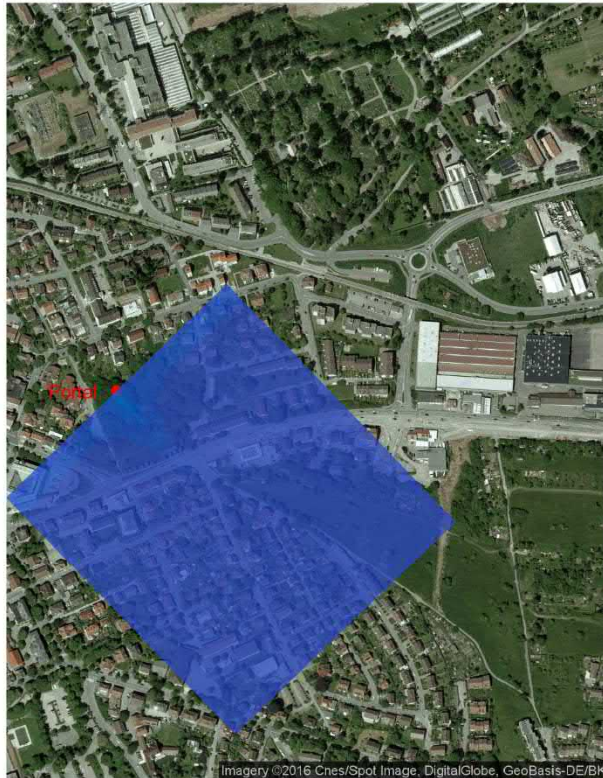


Abbildung 18: Kriterium 1, Schadstoff CO, Mittelungszeitraum 8h, Grenzwert 10'000  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 60 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal

## **Anhang B**

**Visualisierung Berechnungsergebnisse mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h**



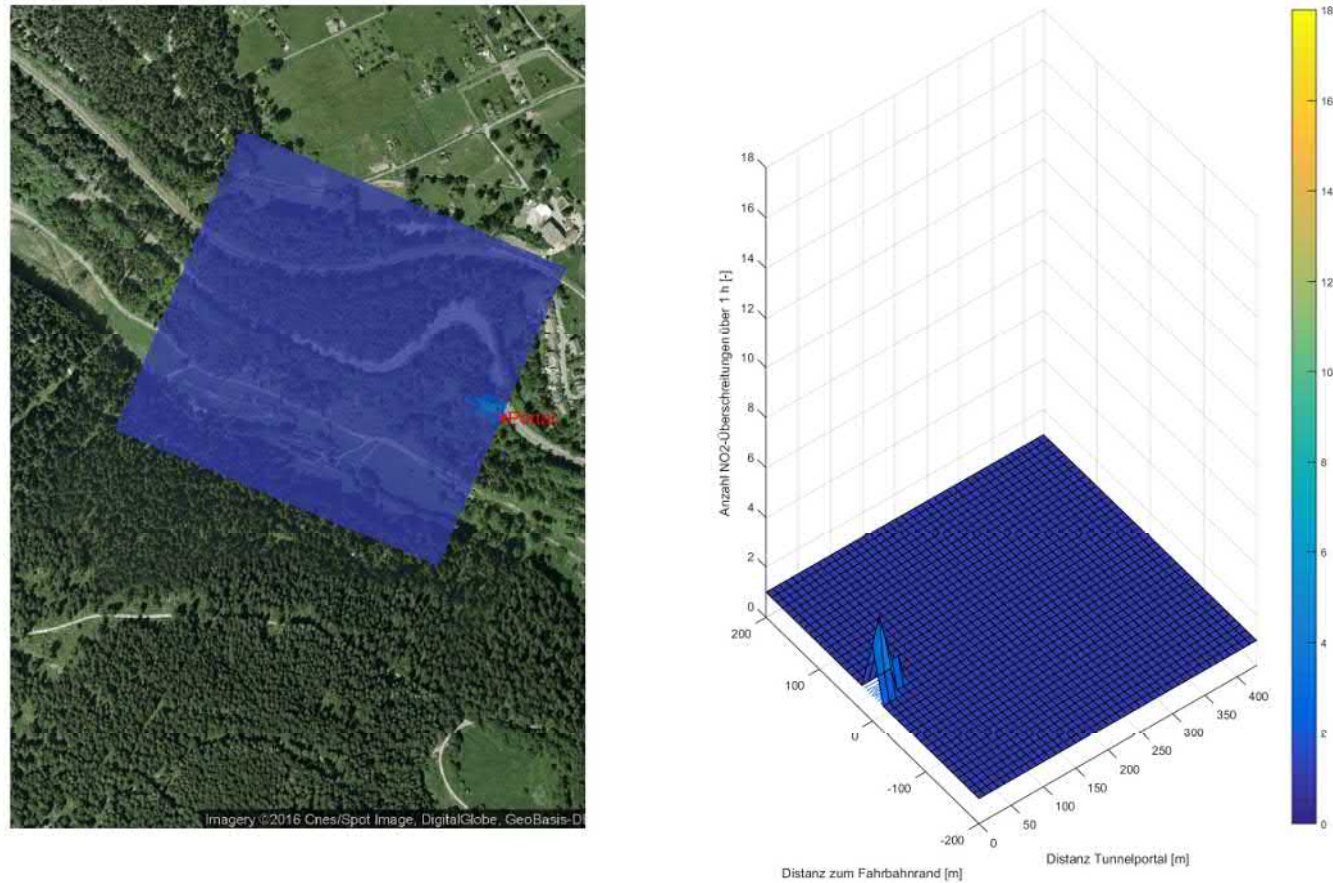


Abbildung 1: Kriterium 1, Schadstoff NO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum 1h, Grenzwert 200 µm, Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr 18, Westportal



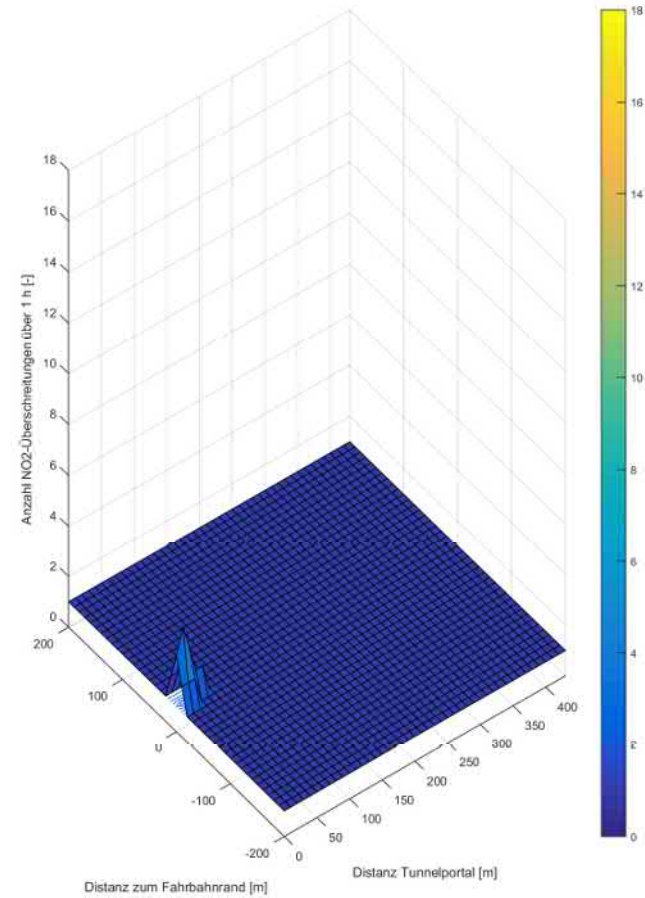


Abbildung 2: Kriterium 1, Schadstoff NO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum 1h, Grenzwert 200 µm, Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr 18, Ostportal

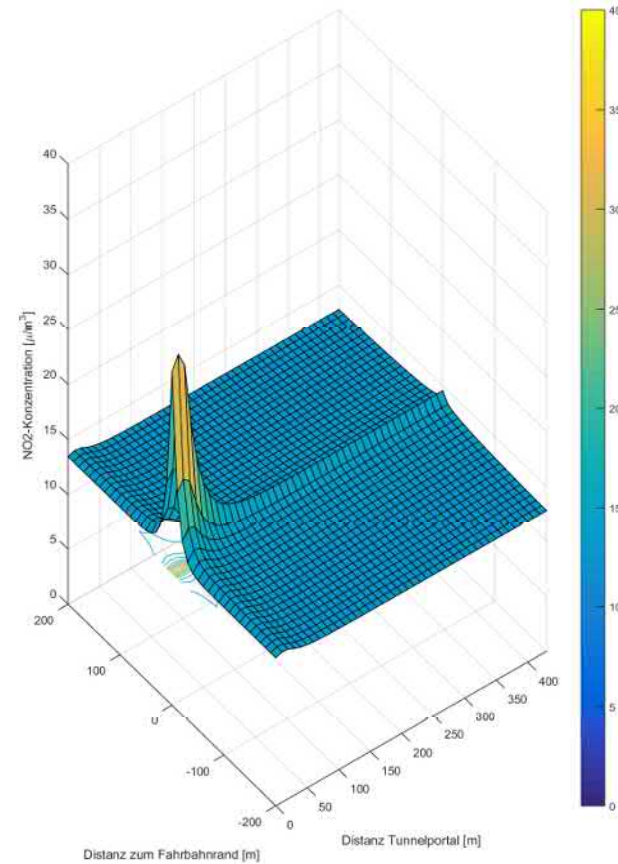


Abbildung 3: Kriterium 1, Schadstoff NO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40  $\mu\text{m}^3$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal

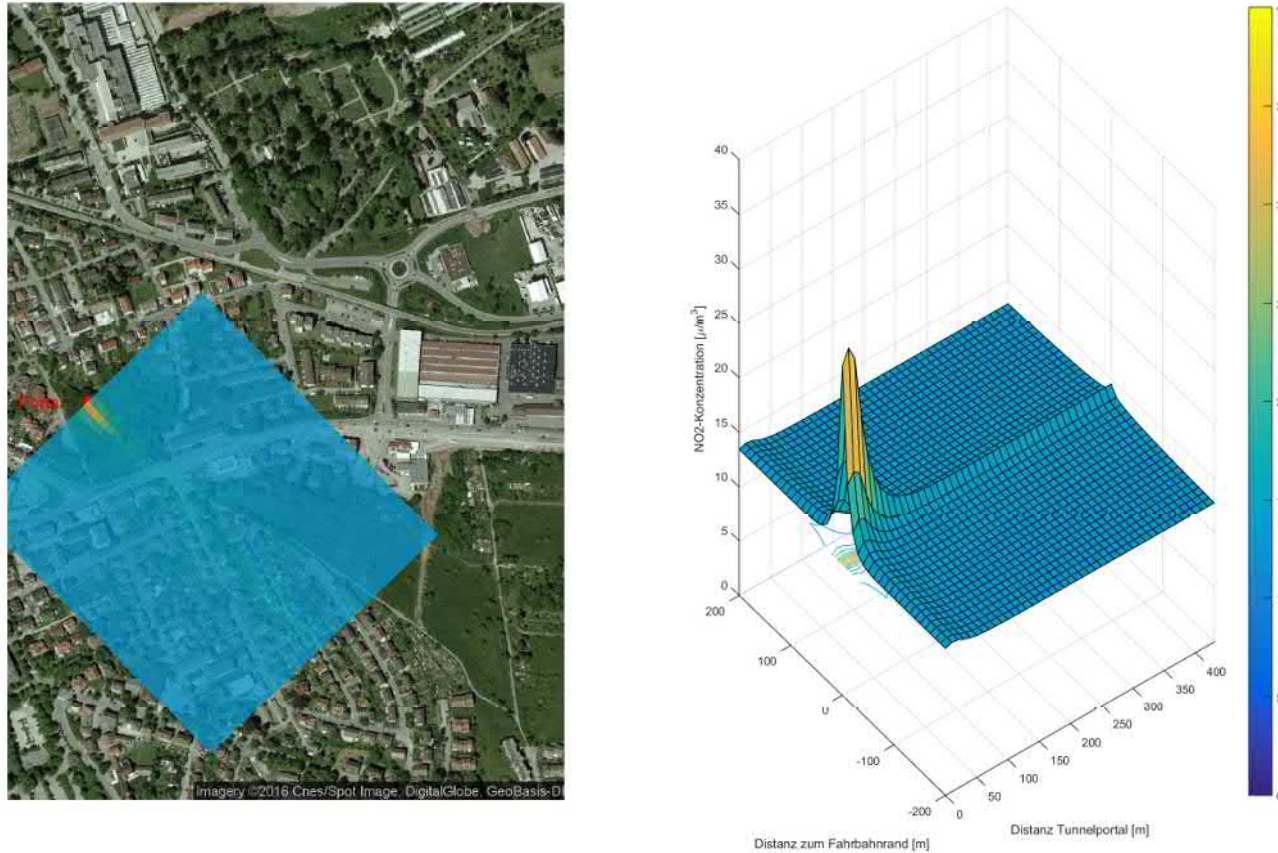


Abbildung 4: Kriterium 1, Schadstoff NO2, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal



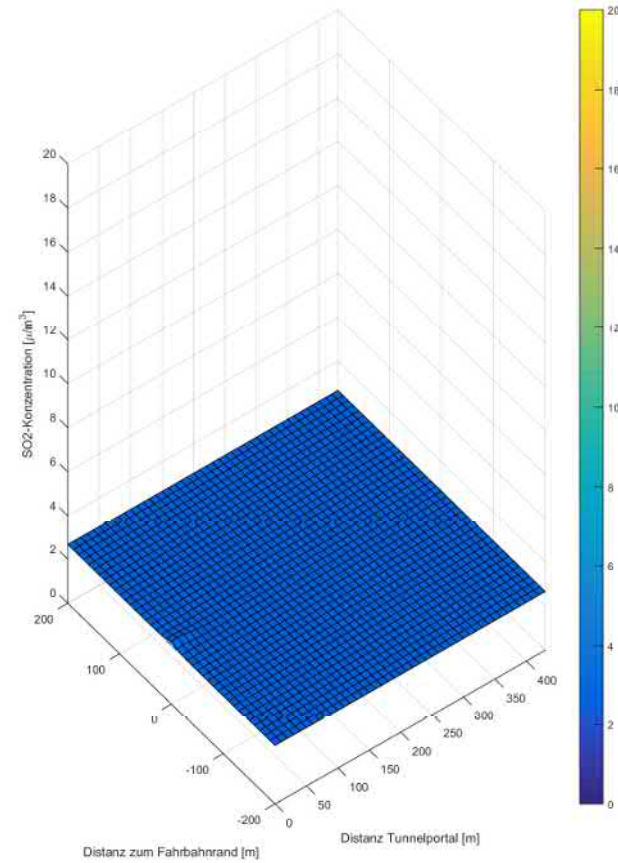


Abbildung 5: Kriterium 1, Schadstoff SO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 20  $\mu\text{m}^3$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal

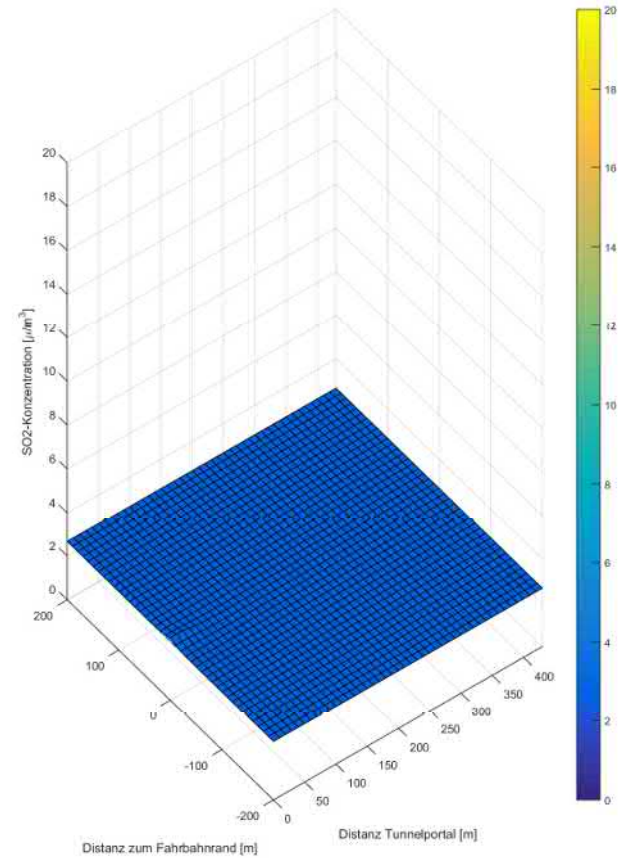
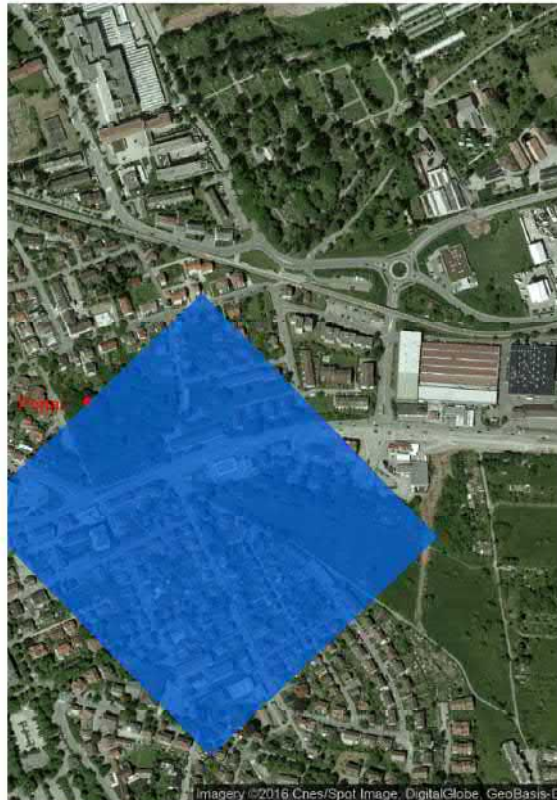


Abbildung 6: Kriterium 1, Schadstoff SO<sub>2</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 20  $\mu\text{m}^3$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal

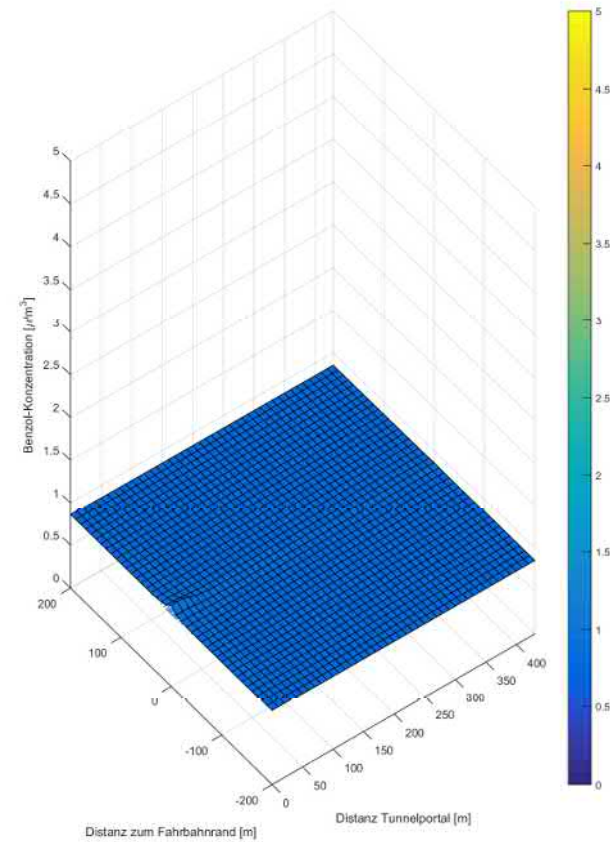


Abbildung 7: Kriterium 1, Schadstoff Benzol, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal



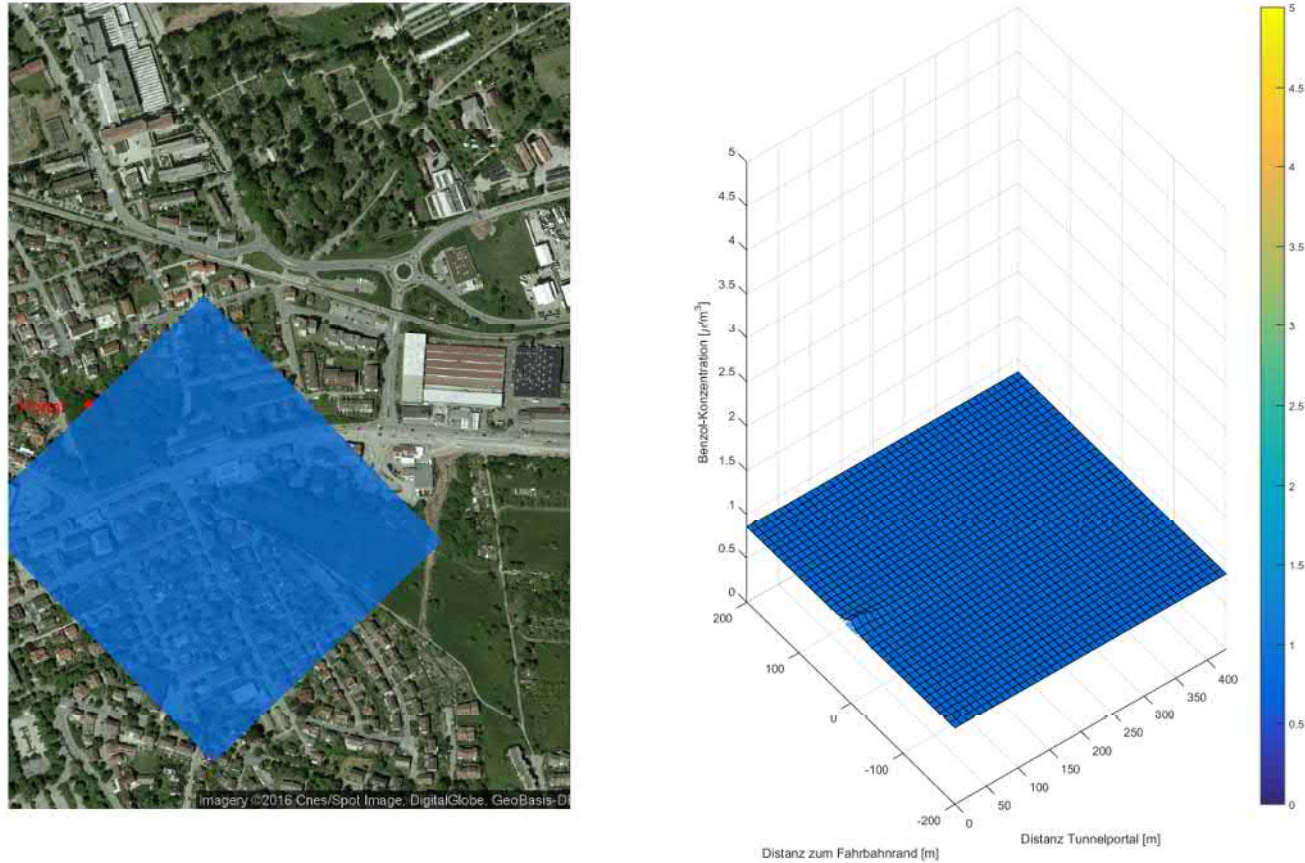


Abbildung 8: Kriterium 1, Schadstoff Benzol, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 5 µm, Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal

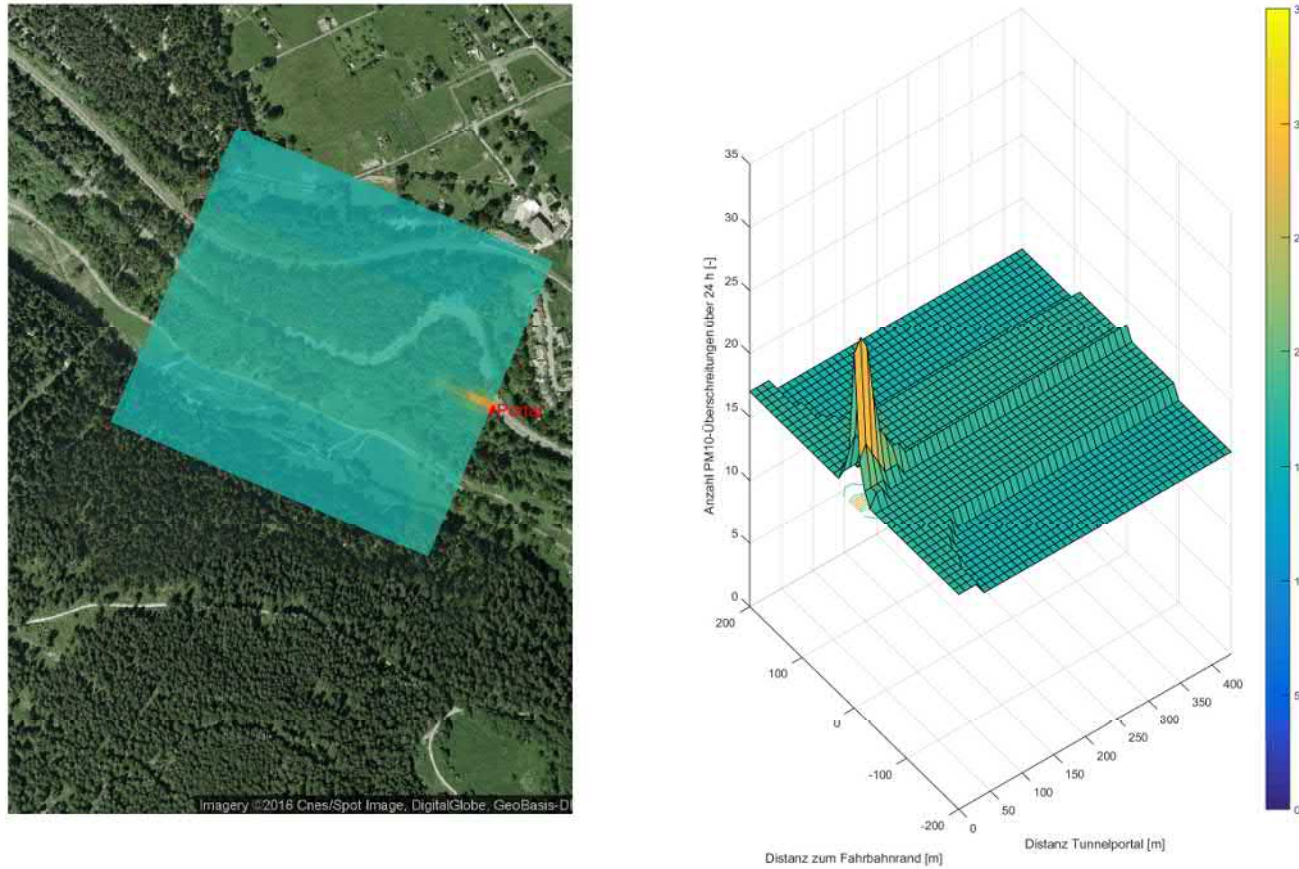


Abbildung 9: Kriterium 1, Schadstoff PM10, Mittelungszeitraum 24h, Grenzwert 50 µm, Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr 35, Westportal

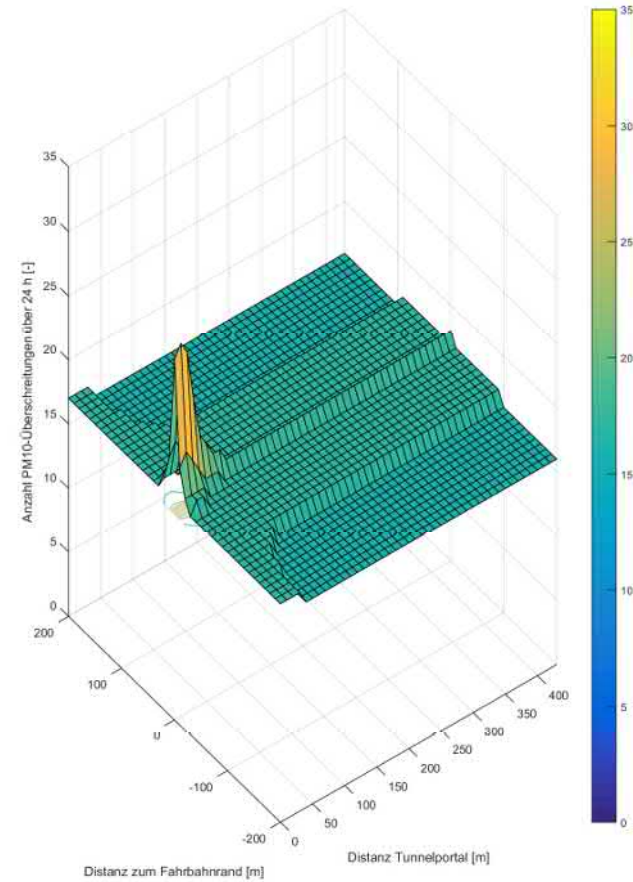


Abbildung 10: Kriterium 1, Schadstoff PM10, Mittelungszeitraum 24h, Grenzwert  $50 \mu\text{m}$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr 35, Ostportal



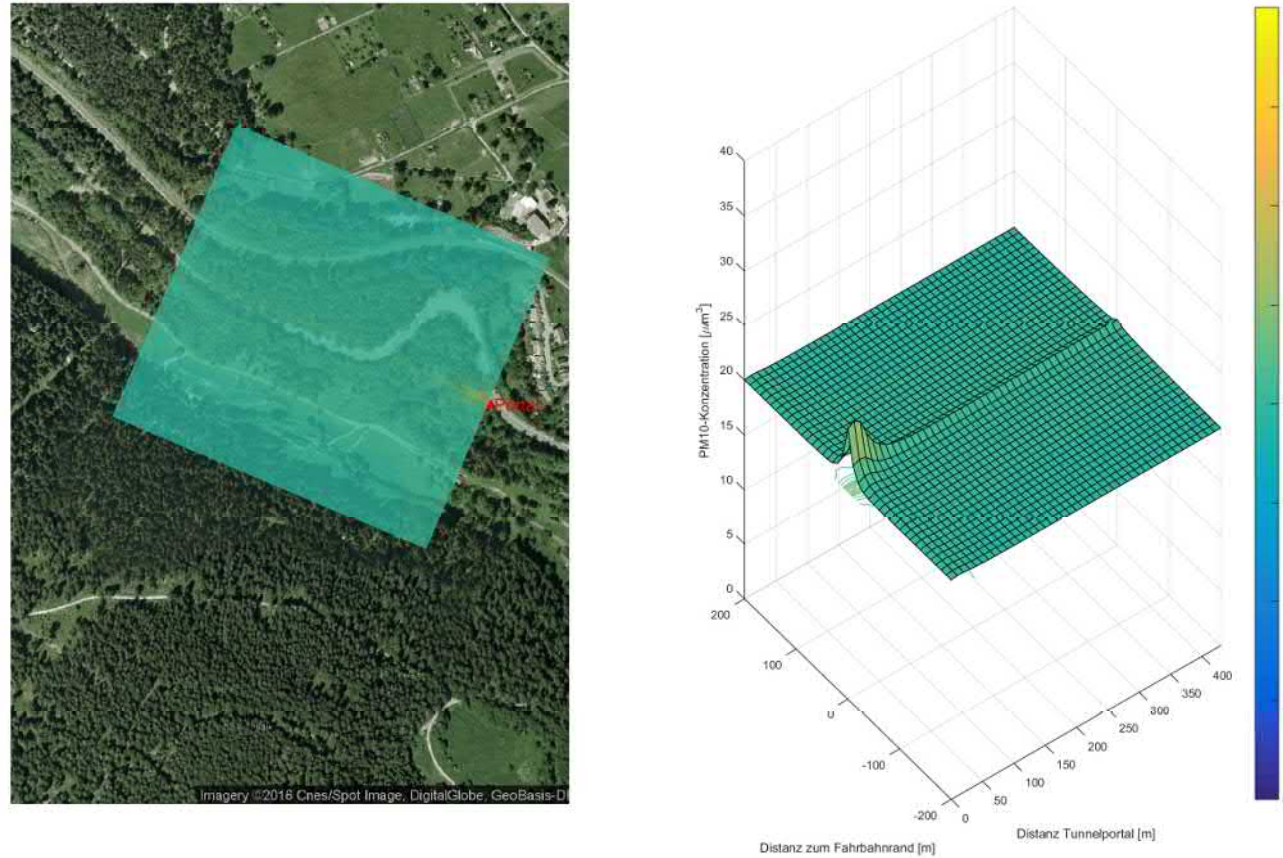


Abbildung 11: Kriterium 1, Schadstoff PM10, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert  $40 \mu\text{m}$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal

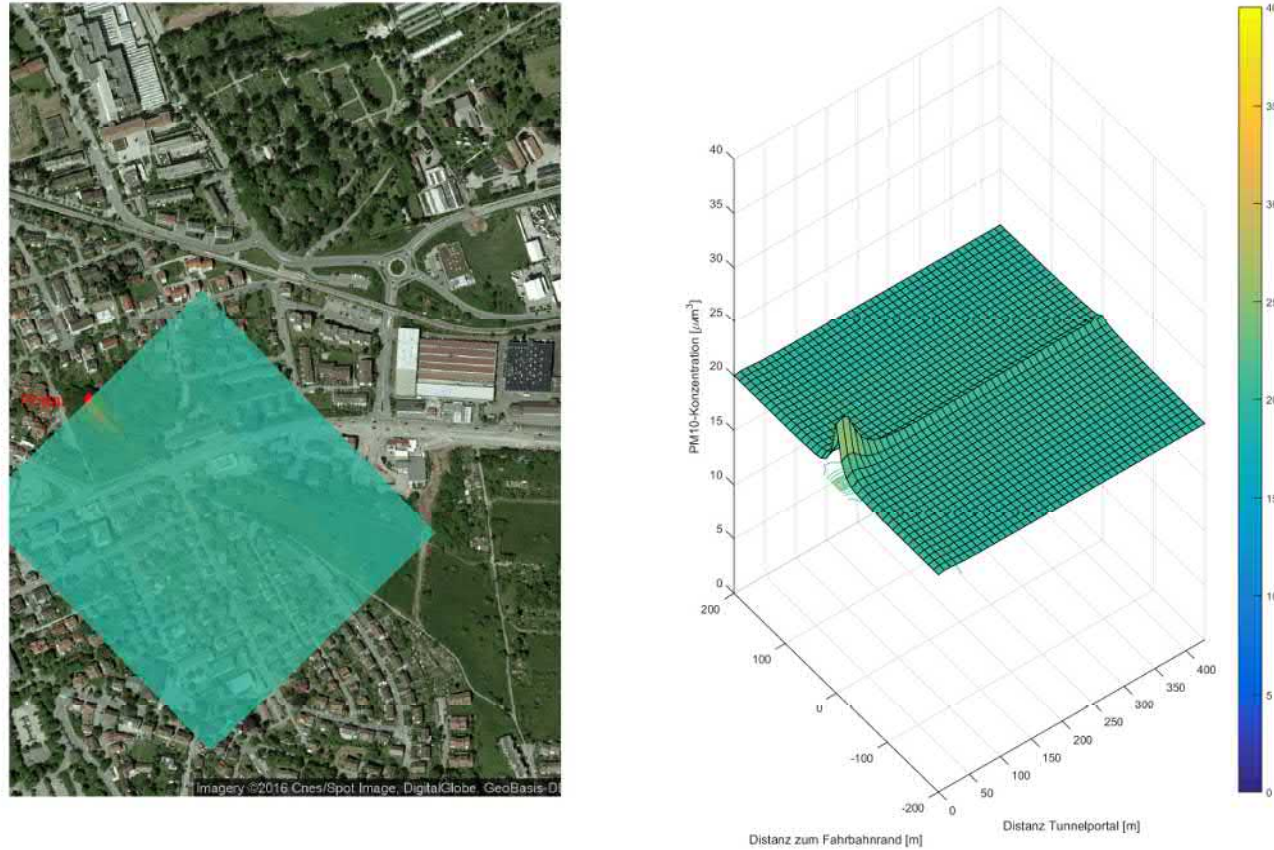


Abbildung 12: Kriterium 1, Schadstoff PM10, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 40  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal



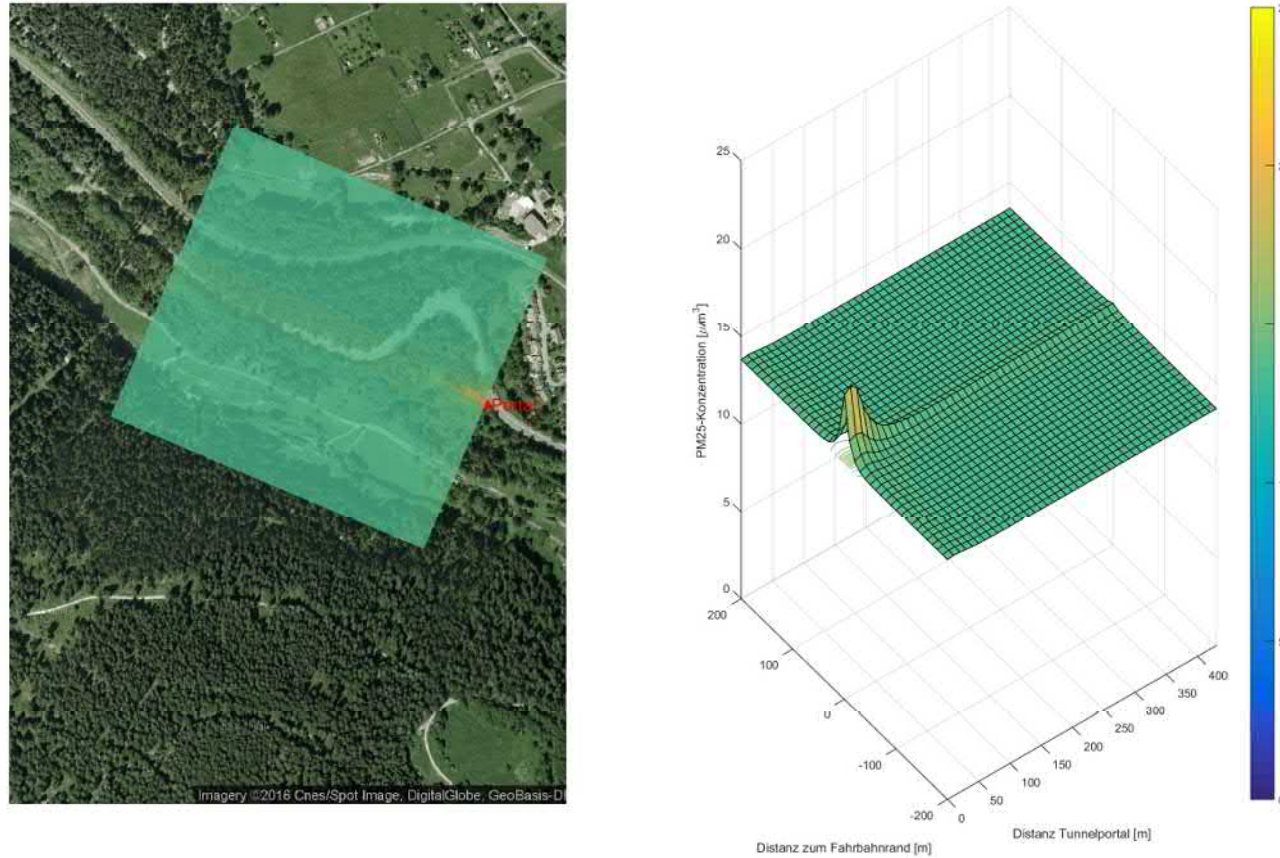


Abbildung 13: Kriterium 1, Schadstoff PM<sub>25</sub>, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 25 µm, Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal

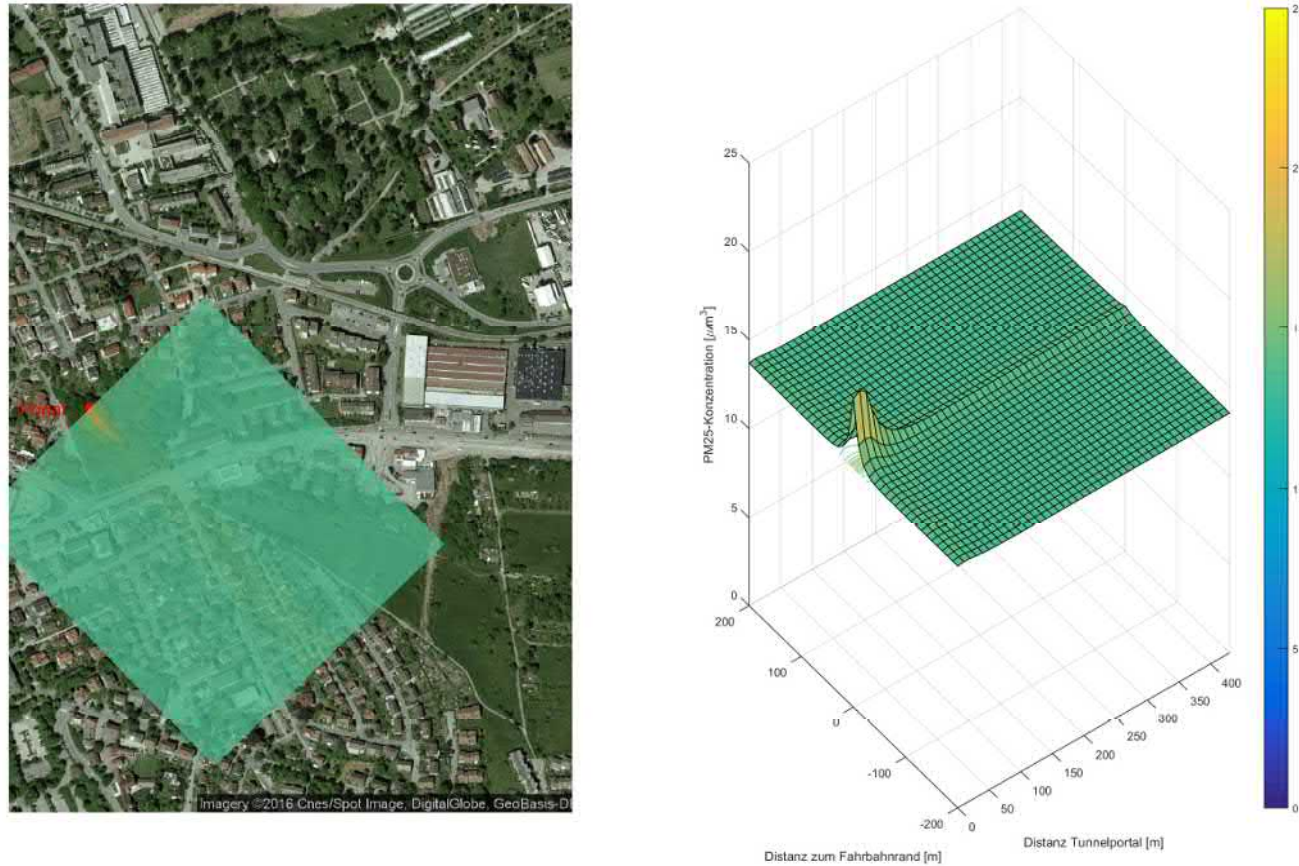


Abbildung 14: Kriterium 1, Schadstoff PM25, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert  $25 \mu\text{m}$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal

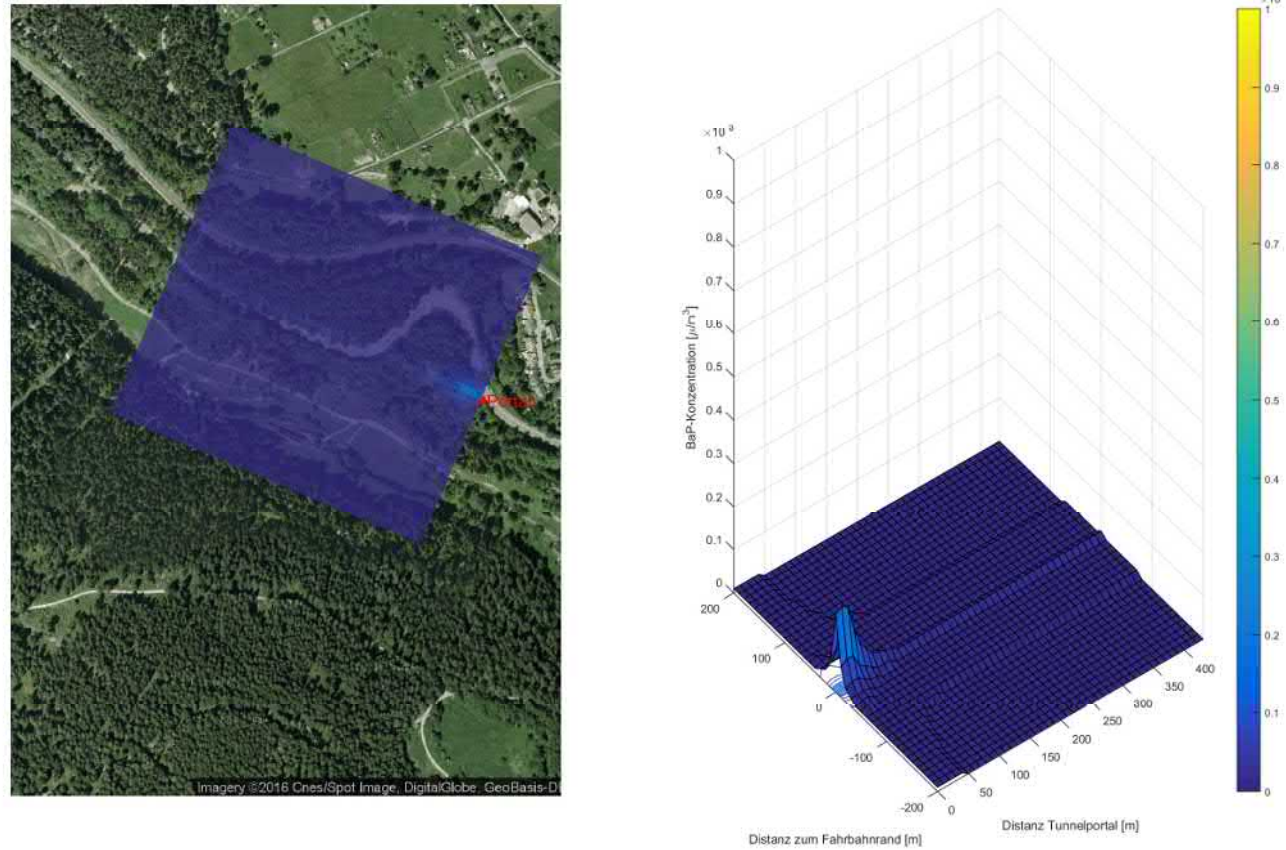


Abbildung 15: Kriterium 1, Schadstoff BaP, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert  $0.001 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal



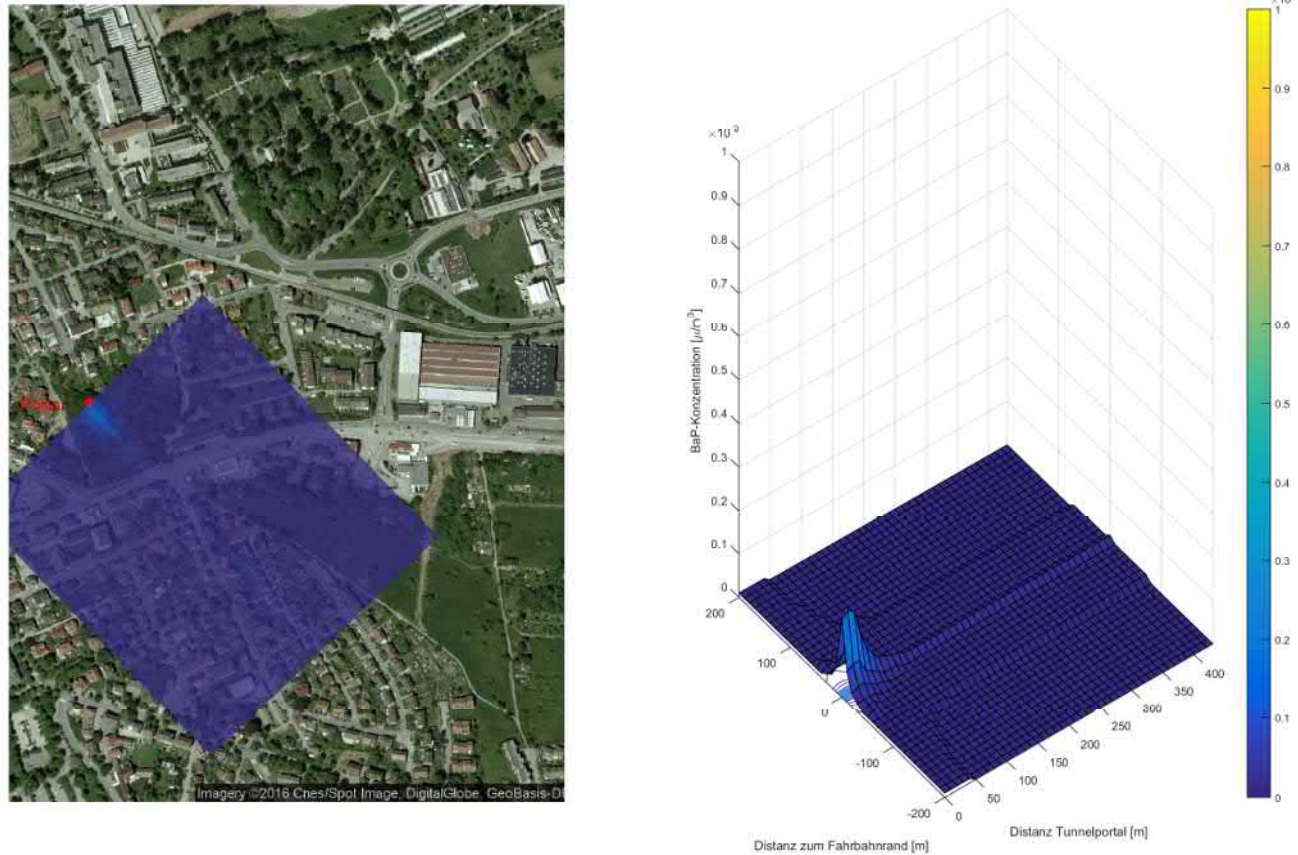


Abbildung 16: Kriterium 1, Schadstoff BaP, Mittelungszeitraum Kalenderjahr, Grenzwert 0.001  $\mu\text{m}$ , Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal



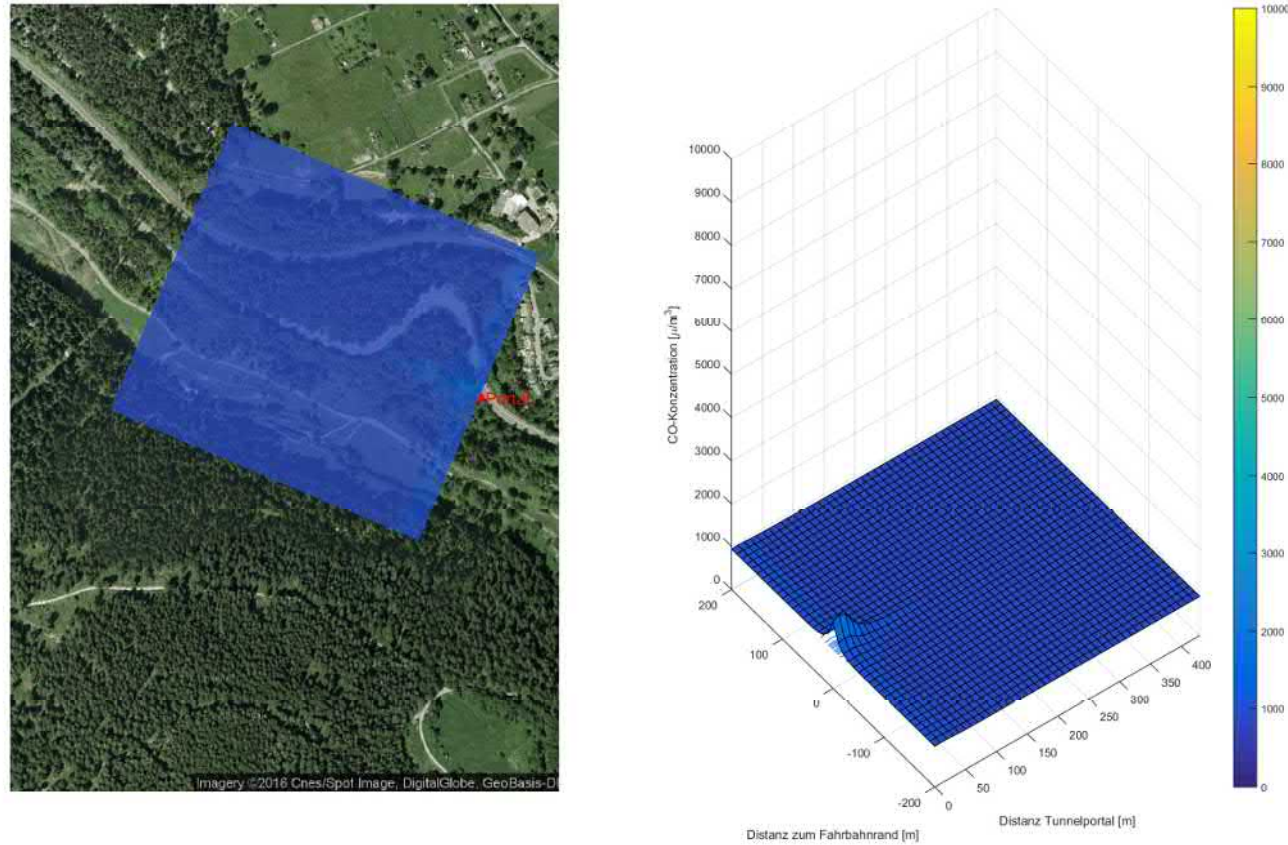


Abbildung 17: Kriterium 1, Schadstoff CO, Mittelungszeitraum 8h, Grenzwert 10'000 µm, Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Westportal

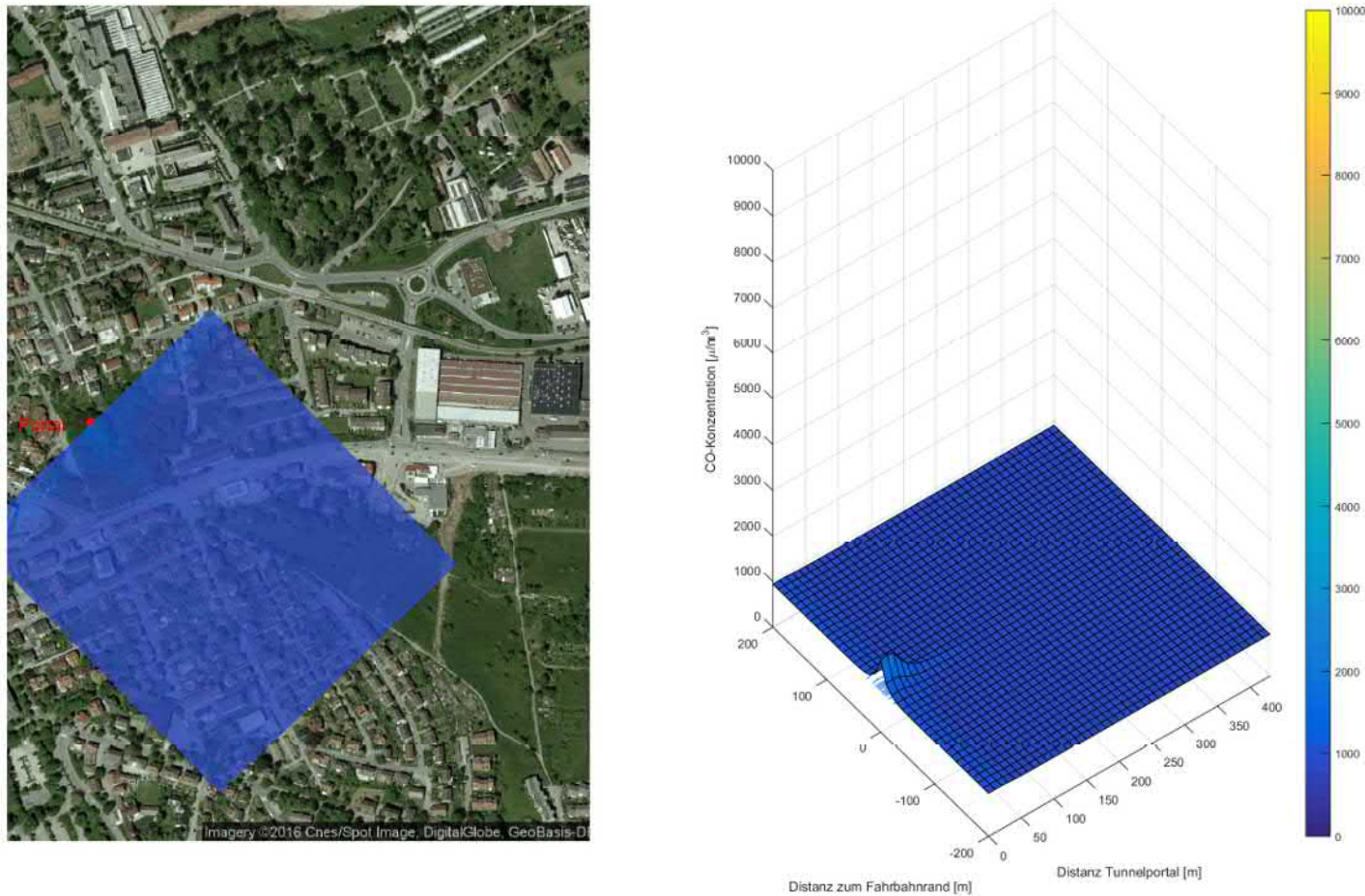


Abbildung 18: Kriterium 1, Schadstoff CO, Mittelungszeitraum 8h, Grenzwert 10'000 µm, Tempolimit 80 km/h, Erlaubte Überschreitungen pro Jahr keine, Ostportal