

AUSBREITUNGSRECHNUNG IM EREIGNISFALL BRAND - LUFTSCHADSTOFF RUß/ FEIN-STAUB

Schwerpunkt: Betrachtung der Ausbreitung von dem Luftschadstoff Ruß/ Staub im Brandfall an der S- Bahn- Station Hauptbahnhof

Standort: Stuttgart – Hauptbahnhof
Ausgang: Lautenschlagerstraße

AUFTRAGGEBER



ZERNA PLANEN & PRÜFEN GMBH


Leitzstraße 45
D-70469 Stuttgart

BEARBEITER



**BERATENDE INGENIEURE
BAU-ANLAGEN-UMWELTTECHNIK SHN GMBH**

Am Flughafen 2
D-09119 Chemnitz

Projekt	Gutachten Staub im Brandfall - Stuttgart Hauptbahnhof	
Auftraggeber	ZERNA Planen & Prüfen GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 2 -

Auftrag: Überprüfung, ob durch die geplante Abluftführung an dem Standort bei Brandfall (Entrauchung) eine Beeinträchtigung der angrenzenden Immobilien auszuschließen ist.
Es wird ein Emissionszustand betrachtet:

- Belastung an Staub/ Rußpartikel bei unterirdischem Brandfall mit Entrauchung über Abluftkamine an der S- Bahn Station Hauptbahnhof.

Auftraggeber: ZERNA Planen & Prüfen GmbH
Leitzstraße 45
D-70469 Stuttgart

Auftragnehmer/
Gutachter: Beratende Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH
Am Flughafen 2
D-09119 Chemnitz

Dr.-Ing. Thomas Krauß ist von der IHK Südwestsachsen öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Luftreinhaltung

Tel: +49 371/27195-0

Fax: +49 371/27195-20

Umfang: 40 Seiten DIN A4 sowie Anhänge

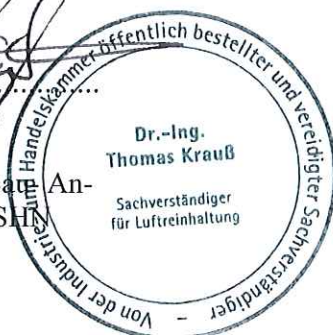
Verteiler: 3 * ZERNA Planen & Prüfen GmbH
1 * Beratende Ingenieure SHN GmbH

Beratende Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik

SHN GmbH

Chemnitz, 2013-08-23

Dr.-Ing. Thomas Krauß
Geschäftsführer
Beratende Ingenieure Bau-An-
lagen- Umwelttechnik SHN
GmbH



Dipl.-Ing. (FH) Christina Kreißig
Bearbeiter
Beratende Ingenieure Bau- Anla-
gen- Umwelttechnik SHN GmbH

0	Verzeichnisse	
0.1	<u>Inhaltsverzeichnis</u>	
0	VERZEICHNISSE.....	3
0.1	Inhaltsverzeichnis.....	3
0.2	Tabellenverzeichnis	4
0.3	Begriffsdefinitionen, Abkürzungen, Indizes	4
0.4	Quellen- und Grundlagenverzeichnis.....	5
1	AUFGABENSTELLUNG	6
2	STANDORTBESCHREIBUNG	7
2.1	Lage der Anlage in der Landschaft, im Ort und Werk.....	7
2.2	Immissionsorte	7
2.3	Kaltluftbetrachtung	8
3	METHODIK DER AUSBREITUNGSRECHNUNG NACH ANHANG 3 DER TA LUFT	9
3.1	Allgemeines - Modell LASAT 3.2.....	9
3.1.1	Allgemeines	9
3.1.2	Das Ausbreitungsprogramm Lasat	9
3.1.3	Das Grenzschichtprogramm Lprprf	10
3.1.4	Das Windfeldprogramm Lprwnd	11
3.1.5	Zusatzprogramme.....	11
4	MODELLIERUNG DER EMISSIONS- UND IMMISSIONSSITUATION FÜR DEN BRANDFALL	12
4.1	Darstellung der von der Anlage ausgehenden Emissionen	12
4.1.1	Berechnung der Staubemissionen im Brandfall und Eingabeparameter in LASAT	12
4.2	Bodenrauigkeit nach Nummer 5 Anhang 3 TA Luft.....	13
4.3	Effektive Quellschicht nach Nummer 6 Anhang 3 TA Luft.....	14
4.4	Meteorologische Daten nach Nummer 8 Anhang 3 TA Luft.....	14
4.5	Berücksichtigung von Bebauung	14
4.6	Auswertung der Immissionsmodellierungen.....	14
4.7	Fazit.....	15
5	ANHANG.....	16
5.1	Anlage 1 – Standortkarte.....	17
5.2	Anlage 2 –Emissionsquellplan	18
5.3	Anlage 3 – LASAT- Eingabe- Files.....	19
5.4	Anlage 5 – Graphische Darstellung der Ausbreitung der Rauchgase	23
5.4.1	5 MW – Höhe 1 m über Grund	23
5.4.2	5 MW – Höhe 3 m über Grund	24
5.4.3	5 MW – Höhe 5 m über Grund	25
5.4.4	5 MW – Höhe 7 m über Grund	26
5.4.5	5 MW – Höhe 9 m über Grund	27
5.4.6	5 MW – Höhe 11 m über Grund	28
5.4.7	5 MW – Höhe 13 m über Grund	29
5.4.8	5 MW – Höhe 15 m über Grund	30
5.4.9	5 MW – Höhe 17 m über Grund	31
5.4.10	55 MW – Höhe 1 m über Grund	32

5.4.11	55 MW – Höhe 3 m über Grund	33
5.4.12	55 MW – Höhe 5 m über Grund	34
5.4.13	55 MW – Höhe 7 m über Grund	35
5.4.14	55 MW – Höhe 9 m über Grund	36
5.4.15	55 MW – Höhe 11 m über Grund	37
5.4.16	55 MW – Höhe 13 m über Grund	38
5.4.17	55 MW – Höhe 15 m über Grund	39
5.4.18	55 MW – Höhe 17 m über Grund	40

0.2 Tabellenverzeichnis

TABELLE 1:	VERWALTUNGSMÄßIGE EINORDNUNG DES BEGUTACHTETEN STANDORTES	7
TABELLE 2:	KENNZEICHNUNG DER UMLIEGENDEN BEBAUUNG	7
TABELLE 3:	BERECHNUNG RESULTIERENDE EMISSIONSMASSENSTRÖME AN STAUB	12
TABELLE 4:	QUELLE K01 – ENTRAUCHUNG HAUPTBAHNHOF	13
TABELLE 5:	MITTLERE RAUHIGKEITSLÄNGE IN ABHÄNGIGKEIT VON DEN LANDNUTZUNGSKLASSEN DES CORINE-KATASTERS.....	13
TABELLE 6	IMMISSIONSMODELLIERUNG ENTRAUCHUNG BRANDFALL HAUPTBAHNHOF ..	14

0.3 Begriffsdefinitionen, Abkürzungen, Indizes

AKTERM	Ausbreitungsklassenzeitreihe
Aufpunkte	Aufpunkte sind diejenigen Punkte in der Umgebung der Anlage, für die eine rechnerische Ermittlung der Zusatzbelastung (Immissionsprognose) vorgenommen wird.
d_0	Verdrängungshöhe
DWD	Deutscher Wetterdienst
Emissionen	Emissionen im Sinne der TA Luft sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen.
FNP	Flächennutzungsplan
Immissionen	Immissionen im Sinne der TA Luft sind auf Menschen, Tiere, Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre oder Kulturgüter und Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen.
IO	Immissionsort
NEA	Netzersatzaggregat
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
z_0	Bodenrauigkeit
Zusatzbelastung	Die Kenngröße für die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der durch das beantragte Vorhaben voraussichtlich (bei geplanten Anlagen) oder tatsächlich (bei

bestehenden Anlagen) hervorgerufen wird.

0.4 Quellen- und Grundlagenverzeichnis

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG)
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft)
- Flächennutzungsplan der Stadt Stuttgart
- VDI 3790 Blatt 3: Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, Fassung vom Januar 2010
- VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Partikelmodell
- Programmbeschreibung LASAT 3.2, Dr. Janicke
- Ortsbesichtigung am 03. April 2013

1 Aufgabenstellung

An der S-Bahn Station Hauptbahnhof soll an dem Ausgang Lautenschlagerstraße geprüft werden, ob während eines Brandfalles und dementsprechenden Austrittes von Rauchgasen über einen Abluftkamin der Entrauchungsanlage, die direkt angrenzenden Immobilien durch die Rauchabgase beeinträchtigt werden.

Gegenstand des Gutachtens ist einzig die Betrachtung des Betriebes der Entrauchungsanlage während eines Brandfalles (sogenannter nicht bestimmungsgemäßer Betrieb).

Als schutzwürdige Objekte werden die direkt angrenzenden Immobilien an dem Ausgang betrachtet.

2 Standortbeschreibung

2.1 Lage der Anlage in der Landschaft, im Ort und Werk

Es wird nachfolgend eine Kurzbeschreibung des Standortes der Anlage gegeben, um Zusammenhänge mit der zu erstellenden Ausbreitungsrechnung ganzheitlich beurteilen zu können. Die nachfolgende Tabelle gibt einleitend einen Überblick über die administrative Einordnung des begutachteten Standortes.

TABELLE 1: VERWALTUNGSMÄßIGE EINORDNUNG DES BEGUTACHTETEN STANDORTES

Verwaltungsbereich	Zuständigkeit
Bundesland :	Baden - Württemberg
Stadt :	Stuttgart
Rechtswert :	35 13 260
Hochwert :	54 04 020

Gemäß Nr. 4.6.2.5 TA Luft ist das Beurteilungsgebiet die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50-fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht; mindestens jedoch 1 km.

Es sind Austrittshöhen von Emissionen mit einer Höhe von max. 5 m über Flur existent.

Auf Grund des räumlichen Betrachtungsbereiches (direkter Umkreis von ca. 20 m um den S-Bahn- Ausgang), erfolgt die Betrachtung im gutachterlichen Ermessen – Betrachtung des nicht bestimmungsgemäßen Betriebs der Entrauchungsanlagen im Brandfall – und weichen von den Vorgaben der TA Luft ab.


Es erfolgt die Berücksichtigung des Beurteilungsgebietes mit einem Radius von 250 m um den Bereich der S- Bahn Station Hauptbahnhof.


Im Anhang zu vorliegender Ausbreitungsrechnung ist in einer topographischen Karte im Maßstab 1 : 5.000 der Standort der S- Bahn Station gekennzeichnet.

2.2 Immissionsorte


In der folgenden Tabelle sind die direkten Bebauungen dargestellt.

TABELLE 2: KENNZEICHNUNG DER UMLIEGENDEN BEBAUUNG

Immissionsort- Nr.	Richtung	Nutzung - Gebietseinstufung	Foto
IO 1	West	Lautenschlagerstraße 4	

Projekt	Gutachten Staub im Brandfall - Stuttgart Hauptbahnhof	
Auftraggeber	ZERNA Planen & Prüfen GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 8 -

Immissions- ort- Nr.	Richtung	Nutzung - Gebietseinstufung	Foto
IO 2	Ost	Kronenstraße 4	

2.3 Kaltluftbetrachtung

Trifft für die Betrachtungen im Brandfall nicht zu.

3 Methodik der Ausbreitungsrechnung nach Anhang 3 der TA Luft

3.1 Allgemeines - Modell LASAT 3.2

3.1.1 Allgemeines

LASAT (Lagrange Simulation von Aerosol - Transport) ist ein Modell zur Berechnung der Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre, das in einem Computerprogramm realisiert ist. LASAT ist ein Episodenmodell, d. h. es berechnet den zeitlichen Verlauf der Stoffkonzentration in einem vorgegebenen Rechengebiet, wobei alle für die Ausbreitung wichtigen Größen als Zeitreihe vorgegeben werden. Bei der Ausbreitungsrechnung wird für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess auf dem Computer berechnet (Lagrange Simulation).

Das Gelände kann eben oder gegliedert sein und Gebäude enthalten, deren Umströmung berücksichtigt wird. In ebenem Gelände werden die zeitabhängigen meteorologischen Größen durch ein ebenes Grenzschichtmodell beschrieben. Dieses greift auf einfache Parameter zur Charakterisierung der Wettersituation zurück, wie z. B. eine Klassierung nach TA Luft oder KTA, oder es wird direkt über die Monin - Obukhov - Länge und die Mischungsschichthöhe parametrisiert. Darüber hinaus können aber auch Vertikalprofile, wie sie von SODAR- Geräten zur Verfügung gestellt werden, oder Messreihen eines Ultraschall- Anemometers verarbeitet werden. Für komplexes Gelände ist im meteorologischen Präprozessor ein diagnostisches Windfeldmodell integriert, das für indifferente und stabile Schichtung einsetzbar ist. Das diagnostische Windfeldmodell kann auch die Umströmung von Gebäuden berechnen und dabei die im Lee auftretende Rezirkulation und die erhöhte Turbulenz modellieren. Gebäude dürfen auch im gegliederten Gelände stehen. Dreidimensionale Wind- und Turbulenzfelder können auch explizit vorgegeben werden. Das vorliegende Modell hat seinen Ursprung in den Forschungsmodellen LASAT-A und LASAT-C, die ursprünglich bei der Dornier GmbH entwickelt (Janicke 1983, 1985, 1987-A) und dort in einer Reihe von Forschungsvorhaben (Axenfeld und Janicke 1984; Janicke und Axenfeld, 1988; Tully et al., 1985) eingesetzt worden sind. Der Modell Algorithmus wurde inzwischen jedoch verallgemeinert und das Programm neu konzipiert und in der Programmiersprache ANSI-C neu geschrieben. Für einige der im Folgenden aufgeführten Leistungsmerkmale (z. B. Anzahl zulässiger Emissionsquellen) sind Maximalwerte angegeben. Diese können häufig auch überschritten werden. Ob das möglich ist, hängt von der verwendeten Rechnerkonfiguration und der Kombination von Leistungsmerkmalen ab und muss im Einzelfall geprüft werden.

3.1.2 Das Ausbreitungsprogramm Lasat

- | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---|
| (a) Beurteilungs-
gebiet | <i>Rechengebiet:</i> | Lokaler und regionaler Bereich (bis etwa 200 km Entfernung), atmosphärische Grenzschicht (bis etwa 2.000 m Höhe). |
| | <i>Rechennetz:</i> | Horizontal: Äquidistante Maschen mit einer Maschenweite typischerweise zwischen 5 m und 10 km; Anzahl der Maschen pro Raumrichtung maximal 100; maximale Ausdehnung 400 x 400 km.
Vertikal: Einteilung in maximal 50 beliebige Intervalle. |
| | <i>Netzschachtelung:</i> | Bis zu 5 ineinander geschachtelte Netze. Änderung der Maschenweite zwischen den Netzstufen um einen Faktor 2. Definition von Quellen und Gebäuden im feinsten Netz. |
| | <i>Randbedingungen:</i> | Horizontal offen oder periodisch, nach oben offen oder geschlossen. |

- (b) **Gelände**

Charakterisierung durch Angabe einer Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe, auch räumlich variabel (Landnutzungsklassen).

Vergabe eines Geländeprofiles.
- (c) **Gebäude**

Definition als Quader, runder Turm oder Polygonzug mit fester Höhe, maximal 200 Gebäude.

In gegliedertem Gelände Dachneigung parallel zum Geländeprofil.

Bei Netzschachtelung Berücksichtigung der Gebäude nur im feinsten Netz.
- (d) **Quellen**

Angabe von Punkt-, Linien-, Flächen-, Volumen und Raster-Quellen, maximal 200 Quellen.

Parametrische Erfassung einer Abgasfahnenüberhöhung nach VDI 3782 Blatt 3.
- (e) **Stoffe**

Bündelung von Stoffen (maximal 60) zu Stoffgruppen (maximal 5).

Zuordnung einer Sedimentationsgeschwindigkeit zu jeder Stoffgruppe. Bei sedimentierendem Staub auch Vorgabe einer kontinuierlichen Korngrößenverteilung.

Angabe von Quellstärke, Depositionsgeschwindigkeit (trockene Deposition), chemische Umsetzungsraten (Umsetzungen 1.Ordnung) für jeden Stoff.
- (f) **Rechenzeit, Stichprobenfehler**

Rechenzeit und Stichprobenfehler können über die Anzahl der verwendeten Simulationsteilchen kontrolliert werden: Entweder durch die Angabe, wie viel Masse eines Stoffes von einem Simulationsteilchen transportiert wird oder über die Angabe, wie viele Simulationsteilchen pro Sekunde Simulationszeit freigesetzt werden.
- (g) **Zeitreihen**

Vorgabe von Quell- und Stoffparametern als Zeitreihe (maximal 9999 Intervalle).
- (h) **Ergebnisse**

Die über die einzelnen Gitterzellen gemittelten Konzentrationswerte, trockene Depositionsflüsse für eine fortlaufende Folge von Zeitintervallen.

Schätzung des Stichprobenfehlers für jeden Konzentrationswert.

3.1.3 Das Grenzschichtprogramm Lprprf

Das Grenzschichtprogramm (meteorologischer Präprozessor) berechnet die meteorologischen Profilfunktionen auf dem vertikalen Rechnernetz (Windgeschwindigkeit, Windrichtung, horizontale und vertikale Windgeschwindigkeitsfluktuationen, Austauschkoefizienten und Lagrange-Korrelationszeiten).

- a) Im einfachsten Fall Vorgabe der Windgeschwindigkeit und Windrichtung in einer Messhöhe (Anemometerhöhe) sowie Vorgabe der Stabilitätsklasse nach Klug/Manier.

- b) Vorgabe von Profilwerten für bis zu 20 Messhöhen, lineare Interpolation zwischen den Messhöhen, jenseits dieser stetigen Fortsetzung mit den theoretischen Profilkfunktionen.
- c) Bestimmung der Stabilität der atmosphärischen Schichtung nach KTA 1508.
- d) Vorgabe als Zeitreihe (maximal 9999 Intervalle) von Profilwerten, Monin- Obukhov-Länge, Mischungsschichthöhe, Stabilitätsklasse und Schubspannungsgeschwindigkeit.
- e) Direkte Übernahme von Daten-Files des Ultraschall Anemometers USAT3.
- f) Bei komplexem Gelände Einbeziehung eines diagnostischen Windfeldmodells (siehe Lprwnd).

3.1.4 Das Windfeldprogramm Lprwnd

Mit dem diagnostischen Windfeldmodell wird aus den vorgegebenen Profilkfunktionen und den Angaben über Geländebeschaffenheit und Gebäude ein dreidimensionales, divergenzfreies Windfeld berechnet.

- a) Berücksichtigung von komplexem Gelände (Erdoberfläche, Gebäude) in den Randbedingungen.
- b) Modellierung der Gebäudeumströmung unter Berücksichtigung von Rezirkulation und erhöhter Diffusion im Nachlaufgebiet.
- c) Sammlung von berechneten Windfeldern in Windfeldbibliotheken, von wo aus sie bei Bedarf für Ausbreitungsrechnungen abgerufen werden.
- d) Übernahme von Windfeldern auch aus anderen Programmsystemen.

3.1.5 Zusatzprogramme

- | | |
|---|---|
| <p>(a) Programme zur Darstellung von LASAT Binärdateien</p> | <p>Tabellarische Darstellung von Schnittebenen, Abspeichern von Schnittebenen als Text oder LASAT-HPGL- Dateien.</p> <p>Grafische Darstellung von Konzentrationsverteilungen und Windfeldern. Isoliniendarstellung, Überlagerung von Geländeprofilen in Form von Isolinien, Darstellung von Quell- und Gebäudeumrissen, Überlagerung von LASAT- HPGL- Grafiken.</p> |
| <p>(b) Programme zur Auswertung von Konzentrationsverteilungen</p> | <p>Austal2000- konforme Auswertung der Ergebnisse mit lopxtr, lopcsn oder lopqtl.</p> |

Es wird die neuste Version von LASAT 3.2 genutzt. Entsprechend den Vorgaben des Handbuches wird eine Austal2000- konforme Berechnung durchgeführt. Die entsprechenden Parameter können dem Anhang entnommen werden (Ausdruck der Eingabedateien).

Die Ausbreitungsrechnung entsprechend Anhang 3 der TA Luft ist als Zeitreihenrechnung über jeweils ein Jahr oder auf der Basis einer mehrjährigen Häufigkeitsverteilung von Ausbreitungssituationen nach dem im Anhang 3 der TA Luft beschriebenen Verfahren unter Verwendung des Partikelmodells der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 (Ausgabe September 2000) und unter Berücksichtigung weiterer Richtlinien durchzuführen. Das im Rahmen der vorliegenden Untersuchung genutzte Programm LASAT 3.2 erfüllt diese Bedingungen vollständig.

Die pdf- Version des Referenzbuches kann sehr gern an die betreffende Behörde weitergeleitet werden. Die zuständige Behörde kann vom Ing.-Büro Janicke ebenfalls eine kostenfreie Demo-Version anfordern, mit der die Beispiele (insbesondere zu AUSTAL2000) nachgerechnet werden können.

4	Modellierung der Emissions- und Immissionssituation für den Brandfall
----------	--

4.1 Darstellung der von der Anlage ausgehenden Emissionen

Grundlage der Emissionsberechnungen bilden die übergebenen Unterlagen des Auftraggebers.

4.1.1 Berechnung der Staubemissionen im Brandfall und Eingabeparameter in LASAT

Während eines Brandfalles erfolgt eine Freisetzung von Ruß- und Staubpartikeln. Diese werden aus den unterirdischen Bauwerken abgesaugt und über Abluftkamine an den jeweiligen S- Bahn-Stationen in die Atmosphäre abgeführt.

Während eines Brandes werden verschiedene Wärmemengen sowie Staubpartikel freigesetzt. Es werden verschiedene Betrachtungen zum Staubausstoß während eines Brandfalles berücksichtigt.

Grundlage zur Berechnungen der Staubmassenströme bei unterschiedlicher Wärmefreisetzung bilden die Angaben aus dem Anwenderbuch „Bemessungsbrände für S- Bahnen und den Gemischten Reisezugverkehr“, 21. Juni 2010.

In der folgenden Tabelle ist die Berechnung der Massenströme Staub bei verschiedenen Wärmefreisetzungsraten dargestellt.

TABELLE 3: BERECHNUNG RESULTIERENDE EMISSIONSMASSENSTRÖME AN STAUB

Effektive Verbrennungswärme ¹	Wärmefreisetzung ²	resultierender Gesamt-massenstrom Ruß/Fein-Staub	resultierender Massenstrom Ruß/Fein-Staub (10% Gesamtmassenstrom)
[kJ/kg]	[MW/s]	[g/s]	[g/s]
15.000	5	333	33,333
15.000	10	667	66,667
15.000	20	1.333	133,333
15.000	30	2.000	200,000
15.000	40	2.667	266,667
15.000	50	3.333	333,333
15.000	55	3.667	366,667

Für die Emissions- und Immissionsmodellierung erfolgt die Berücksichtigung für eine Wärmefreisetzung bei 5 MW (Beginn/ Ende des Brandes) und 55 MW (Höhepunkt des Brandes) bei verschiedenen angenommenen Ablufttemperaturen.

In der folgenden Tabelle sind die Eingabeparameter für die verschiedenen berücksichtigten Brandszenarien an der S-Bahn- Station Hauptbahnhof dargestellt.

¹ Anwenderbuch „Bemessungsbrände für S- Bahnen und den Gemischten Reisezugverkehr“, 21. Juni 2010, Seite 17

² Anwenderbuch „Bemessungsbrände für S- Bahnen und den Gemischten Reisezugverkehr“, 21. Juni 2010, Seite 5

TABELLE 4: QUELLE K01 – ENTRAUCHUNG HAUPTBAHNHOF

Wärmefrei- satzungsrate	Fläche Abluft- öffnung (Gesamt 2 Kamine)	Kaminhöhe über Grund	Temperatur Abluft	Massen- strom Staub	Volumen- strom	Abluftge- schwindigkeit
[MW]	[m²]	[m]	[°C]	[g/s]	[m _N ³ /h]	[m/s]
5	1,83	5,00	100	33,333	83.274	17,30
55	1,83	5,00	250	366,667	83.274	24,20

Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung werden auf Grund der direkten Nähe in Anlehnung an die TA Luft die Einzelkamine als 1 Kamin zusammengefasst.

4.2 Bodenrauigkeit nach Nummer 5 Anhang 3 TA Luft

Die Bodenrauigkeit der Gelände wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist entsprechend der nachfolgenden Tabelle aus den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters zu bestimmen.

TABELLE 5: MITTLERE RAUHIGKEITSLÄNGE IN ABHÄNGIGKEIT VON DEN LANDNUTZUNGSKLASSEN DES CORINE-KATASTERS

Rauhigkeitslänge [m]	Corine- Klasse [-]
0,01	Strände, Dünen und Sandflächen; Wasserflächen
0,02	Deponien und Abraumhalden; Wiesen und Weiden; Natürliches Grünland; Flächen mit spärlicher Vegetation; Salzwiesen; In der Gezeitenzone liegende Flächen; Gewässerläufe; Mündungsgebiete
0,05	Abbauf Flächen; Sport- und Freizeitanlagen; Nicht bewässertes Ackerland; Gletscher und Dauerschneegebiete; Lagunen
0,10	Flughäfen; Sümpfe; Torfmoore; Meere und Ozeane
0,20	Straßen; Eisenbahn; Städtische Grünflächen; Weinbauflächen; Komplexe Parzellenstrukturen; Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung; Heiden und Moorheiden; Felsflächen ohne Vegetation
0,50	Hafengebiete; Obst- und Beerenobstbestände; Wald-Strauch-Übergangsstadien
1,00	Nicht durchgängig städtische Prägung; Industrie- und Gewerbeflächen; Baustellen; Nadelwälder
1,50	Laubwälder; Mischwälder
2,00	Durchgängig städtische Prägung

Die Rauigkeitslänge ist für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festzulegen, dessen Radius das 10fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt.

Für den betrachteten Standort kann z_0 mit 2,0 m bestimmt werden, die in dem entsprechenden File in LASAT (wetter.def, metlib.def) berücksichtigt wird. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass der unmittelbare Bereich um den Emissionsort als durchgängig städtische Prägung zu werten ist.

4.3 Effektive Quelhöhe nach Nummer 6 Anhang 3 TA Luft

Die effektive Quelhöhe ist gemäß Richtlinie VDI 3782 Blatt 3 zu bestimmen. Der emittierte Wärmestrom M in MW wird nach folgender Formel berechnet:

$$M = 1,36 \cdot 10^{-3} \cdot R' \cdot (T - 283,15 \text{ K})$$

Hierbei ist M der Wärmestrom in MW (Megawatt), R' der Volumenstrom des Abgases (feucht) im Normzustand in m³/s (Kubikmeter pro Sekunde) und T die Abgastemperatur in K (Kelvin). Im vorliegenden Fall ist dies für die Entrauchungs- Kamine der Anlage relevant.

4.4 Meteorologische Daten nach Nummer 8 Anhang 3 TA Luft

Die Windverhältnisse in der Umgebung der Anlage besitzen maßgeblich Einfluss auf die Immissionsituation der angrenzenden Nutzungen, insbesondere der benannten Immissionsorte.

Die Verdrängungshöhe d₀ nach Nr. 8.6 Anhang 3 TA Luft gibt an, wie weit die theoretischen meteorologischen Profile aufgrund von Bewuchs oder Bebauung in den Vertikalen zu verschieben sind. Die Verdrängungshöhe ist als das 6fache der Rauigkeitslänge, bei dichter Bebauung als das 0,8fache der mittleren Bebauungshöhe anzusetzen. Die Verdrängungshöhe wurde mit 12,0 m angesetzt.

4.5 Berücksichtigung von Bebauung

Einflüsse von der Bebauung auf die Immissionen im Rechengebiet sind zu berücksichtigen.

Es erfolgt eine Berücksichtigung der direkt angrenzenden Gebäude als „Hindernisse“.

4.6 Auswertung der Immissionsmodellierungen

In der nachfolgenden Tabelle sind die Rauchgasimmissionen aus dem Entrauchungskaminen der verschiedenen Brandszenarien in ausgewählten Höhenschichten über Grund dargestellt und bewertet.

Zur besseren Verdeutlichung der modellierten Situationen, sind die einzelnen Betrachtungen im Anhang zu diesem Dokument grafisch dargestellt.

TABELLE 6 IMMISSIONSMODELLIERUNG ENTRAUCHUNG BRANDFALL HAUPTBAHNHOF

Höhe über Grund [m]	Rauchgase 5MW [-]	Rauchgase 55MW [-]
1	---	---
3	---	---
5	---	---
7	---	---
9	XX	XX
11	XX	XX
13	XX	XXXX
15	XXXX	XXXX
17	XXXX	XXXX

---: keine Rauchgase an den Immobilien vorhanden
 xx: Rauchgase an westlich angrenzende Immobilie vorhanden
 xxxx: Rauchgase an beide angrenzenden Immobilien vorhanden
 Fazit:

- Bei Errichtung der Entrauchungskamine mit der Abluftöffnung 5 m über Grund werden die entweichenden Rauchgase mit dem direkt angrenzenden Gebäude (westliche Richtung) ab einer Höhe von ca. 9 m über Grund in Berührung kommen. Hierbei kann es z. B. an der Außenwand sowie bei geöffneten Fenstern zu Beeinträchtigungen in Innenräumen führen.
- Ab der Höhe von ca. 13 m über Grund können auch bei den gegenüberliegenden Gebäuden Beeinträchtigungen durch die Rauchgase entstehen.

4.7 Fazit

Durch eine Erhöhung der Abluftöffnungen der Entrauchungskamine erhöhen sich auch die Berührungspunkte der emittierten Rauchgase mit den angrenzenden Immobilien. Das heißt, bei einer Erhöhung der Entrauchungskamine auf eine Höhe von 8 m über Grund kommt es erst in einer Höhe von ca. 12 m zu ersten Kontakten der Rauchgase mit den Immobilien, die zu Beeinträchtigungen führen können.

Zudem kann es durch wetterbedingte Einflüsse und durch die vorherrschende Topographie/ Gebäude zu verschiedenen Ausbreitungssituationen während der Entrauchung kommen.

Sind während des Brandfalles stärkere Windströme vorherrschend, kann es zu einer stärkeren Verdünnung/ schnelleres Wegtragen in den oberen Höenschichten der Rauchgase führen und somit zu einer Verbesserung dieser momentanen Situation beitragen.

Jedoch können bei ungünstigen Wettersituationen (sehr geringe Windgeschwindigkeiten, Inversionswetterlage) die emittierten Rauchgase in die unteren Höenschichten der Häuserschlucht gedrückt werden und somit eine Verschlechterung der Situation auf der gesamten Straßenabschnittes hervorgerufen werden kann.

Ein Brandfall ist als Extremfall über eine definierte Zeitspanne zu betrachten. Eine Erhöhung der Entrauchungskamine setzt eine Verbesserung der Luftsituation/Beeinträchtigung der angrenzenden Gebäude während eines Brandes in dem Straßenabschnitt, auf Grund der oben dargestellten Einflüsse nicht voraus.

Die Bewohner und Firmenmitarbeiter in den angrenzenden Immobilien sollten bezüglich einer Brandsituation sensibilisiert werden, um ein Eindringen von Rauchgasen während eines Brandfalles in die Wohn- oder Büroräume zu vermeiden (Verschließen der Fenster bei Verlassen der Wohnung, Büros etc.). Für die Vermeidungsmaßnahmen sollten akustische Signale den Brandfall deutlich hörbar anzeigen, um kurzfristig die entsprechenden Maßnahmen umzusetzen.

Die Entrauchungskamine können mit einer Höhe von 5 m über Grund errichtet werden.

5 Anhang

- | | | |
|-----|-------------|--|
| 5.1 | 1 Zeichnung | Standortkarte im Maßstab 1 : 5.000 mit <ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichnung des betrachteten Standortes im Radius 500 m und 250 m, • Immissionsorte |
| 5.2 | 1 Zeichnung | Emissionsquellenplan |
| 5.3 | 4 Seiten | LASAT- Eingabe- Files |
| 5.4 | 18 Seiten | Grafische Darstellung der Ausbreitung des Rauchgases <ul style="list-style-type: none"> • bei 5 MW und Höenschichten 1m bis 17m • bei 55 MW und Höenschichten 1m bis 17m |

5.1 Anlage 1 – Standortkarte

siehe angefügte Zeichnung

5.2 Anlage 2 –Emissionsquellplan

siehe angefügte Zeichnung

5.3 Anlage 3 – LASAT- Eingabe- Files

Im Folgenden sind die Eingabedateien für das Ausbreitungsprogramm LASAT dargestellt.

```
===== param.def
.
Title = "Staubgutachten Hauptbahnhof"
Ident = "Brandfall Hauptbahnhof 5MW"
Seed = 11111
Start = 0.00:00:00 ' Beginn mit Zeitpunkt 0
End = 0.01:00:00 ' Bis zum Ende einer Stunde
Interval = 1:00:00 ' Mittelung über 1 Stunde
Average = 1 ' 24 Situationen werden in 1 Datei abgespeichert, erforderlich, um Tagesmittelwerte auszugeben
Flags = MAXIMA
-----

===== substances.def
.
Name = gas ' Bezeichnung der Stoffgruppe
Einheit = g ' Mass-Einheit
Rate = 8.00000 ' Emissionsrate der Teilchen (1/s), entspricht Qualitätsstufe +2
Vsed = 0.0000 ' Sedimentations-Geschwindigkeit (m/s) nach TA Luft

! Substances | Vdep RefC RefD
-----+-----
K pz | 1.000e-002 4.000e-005 4.051e-006 ' Staub als PM10 der Klasse 2
-----+-----

===== emissions.def
.
! QUELLE | gas.pz
-----+-----
E K01 | 3.333e+001
-----+-----

===== sources.def
- Erstellt von IBJshape 1.5.3
.
- Flächenquellen:
! Name | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Dq Qq Vq
-----+-----
Q K01 | 255.04 252.25 5.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.83 2.831 17.30
-----+-----

===== param.def
.
Title = "Staubgutachten Hauptbahnhof"
Ident = "Brandfall Hauptbahnhof 55MW"
Seed = 11111
Start = 0.00:00:00 ' Beginn mit Zeitpunkt 0
End = 0.01:00:00 ' Bis zum Ende einer Stunde
Interval = 1:00:00 ' Mittelung über 1 Stunde
Average = 1 ' 24 Situationen werden in 1 Datei abgespeichert, erforderlich, um Tagesmittelwerte auszugeben
Flags = MAXIMA
-----

===== substances.def
.
Name = gas ' Bezeichnung der Stoffgruppe
Einheit = g ' Mass-Einheit
Rate = 8.00000 ' Emissionsrate der Teilchen (1/s), entspricht Qualitätsstufe +2
Vsed = 0.0000 ' Sedimentations-Geschwindigkeit (m/s) nach TA Luft

! Substances | Vdep RefC RefD
-----+-----
K pz | 1.000e-002 4.000e-005 4.051e-006 ' Staub als PM10 der Klasse 2
-----+-----

===== emissions.def
.
! QUELLE | gas.pz
-----+-----
E K01 | 3.667e+002
-----+-----
```

===== sources.def

- Erstellt von IBJshape 1.5.3

.

- Flächenquellen:

! Name	Xq	Yq	Hq	Aq	Bq	Cq	Wq	Dq	Qq	Vq
Q K01	255.04	252.25	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	7.550	24.20

-

===== bodies.def

- Erstellt von IBJshape 1.5.3

-

- Polygone:

-

Btype = POLY

Hb = 0.00

Cb = 20.00

-

! Name	Xb	Yb
B Haus1	246.83	246.18
B Haus1	287.77	311.50
B Haus1	216.48	350.79
B Haus1	194.52	321.94
B Haus1	202.17	313.90
B Haus1	176.84	275.30
B Haus1	221.83	247.41
B Haus1	229.01	256.32
B Haus1	246.83	246.18

-

Btype = POLY

Hb = 0.00

Cb = 20.00

-

! Name	Xb	Yb
B Haus2	236.71	227.09
B Haus2	170.94	265.54
B Haus2	145.61	225.24
B Haus2	209.70	185.10
B Haus2	236.71	227.09

-

Btype = POLY

Hb = 0.00

Cb = 17.00

-

! Name	Xb	Yb
B Haus3	250.68	231.78
B Haus3	304.58	200.09
B Haus3	333.69	249.71
B Haus3	301.01	270.00
B Haus3	316.62	295.45
B Haus3	296.25	308.13
B Haus3	250.68	231.78

-

Btype = POLY

Hb = 0.00

Cb = 20.00

-

! Name	Xb	Yb
B Haus4	245.63	221.18
B Haus4	239.72	211.00

B Haus4	252.45	203.39
B Haus4	233.88	175.39
B Haus4	258.50	158.48
B Haus4	284.25	196.66
B Haus4	245.63	221.18

= definition calculation grid ===== grid.def

Sk = { 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 50.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }

FLAGS = NESTED+BODIES ' geschachtelte Netze und Gebäudeumströmung

Nzd = 11 ' Anzahl der Schichten, für die die Dosis gespeichert wird

RefX = 3513010 ' für die Darstellung mit IBJdis

RefY = 5404770 ' für die Darstellung mit IBJdis

Hmax = 1500 ' Reflexion bei maximaler Mischungsschichthöhe

! Nm Ni Ni Nt Pt	Dd Rf	Nx lm	Ny le	Nz	Xmin	Ymin
N N1 1 1 2 3	5.0 1.0	100 500	100 1.0e-00	23	0.0	0.0

----- END

===== metlib.def

- LPRAKT: original time series Gutacht/DB_Stuttgart/Brand/Hbf/5MW/akterm.dat

- formal time series for the creation of a wind field library

Version = 2.6 ' boundary layer version

Z0 = 2.000 ' surface roughness length (m)

D0 = 12.000 ' displacement height (m)

Xa = 244.0 ' anemometer (measurement) x-position (m)

Ya = 288.0 ' anemometer (measurement) y-position (m)

Ha = 30.4 ' anemometer (measurement) height above ground (m)

Ua = ? ' wind velocity (m/s)

Ra = ? ' wind direction (deg)

KM = ? ' stability class according to Klug/Manier

Wind = ? ' index of the wind field written out

WindLib = Gutacht\DB_Stuttgart\Brand\Hbf\lib ' name of the wind field library

! T1 T2	Ua	Ra	KM	Wind
- (s) (s)	(m/s)	(deg)	(K/M)	(1)
Z 0 1	1.175	10	1	1001
Z 1 2	1.175	20	1	1002
Z 2 3	1.175	30	1	1003
Z 3 4	1.175	40	1	1004
Z 4 5	1.175	50	1	1005
Z 5 6	1.175	60	1	1006
Z 6 7	1.175	70	1	1007
Z 7 8	1.175	80	1	1008

Z 205 206	2.326	260	5	6026
Z 206 207	2.326	270	5	6027
Z 207 208	2.326	280	5	6028
Z 208 209	2.326	290	5	6029
Z 209 210	2.326	300	5	6030
Z 210 211	2.326	310	5	6031
Z 211 212	2.326	320	5	6032
Z 212 213	2.326	330	5	6033
Z 213 214	2.326	340	5	6034
Z 214 215	2.326	350	5	6035
Z 215 216	2.326	360	5	6036

===== meteo.def

- LPRAKT 3.2.1: time series Gutacht/DB_Stuttgart/Brand/Hbf/5MW/akterm.dat

- Umin=0.7 Seed=11111

Version = 2.6 ' boundary layer version

Z0 = 2.000 ' surface roughness length (m)

D0 = 12.000 ' displacement height (m)

- Seite 22 -

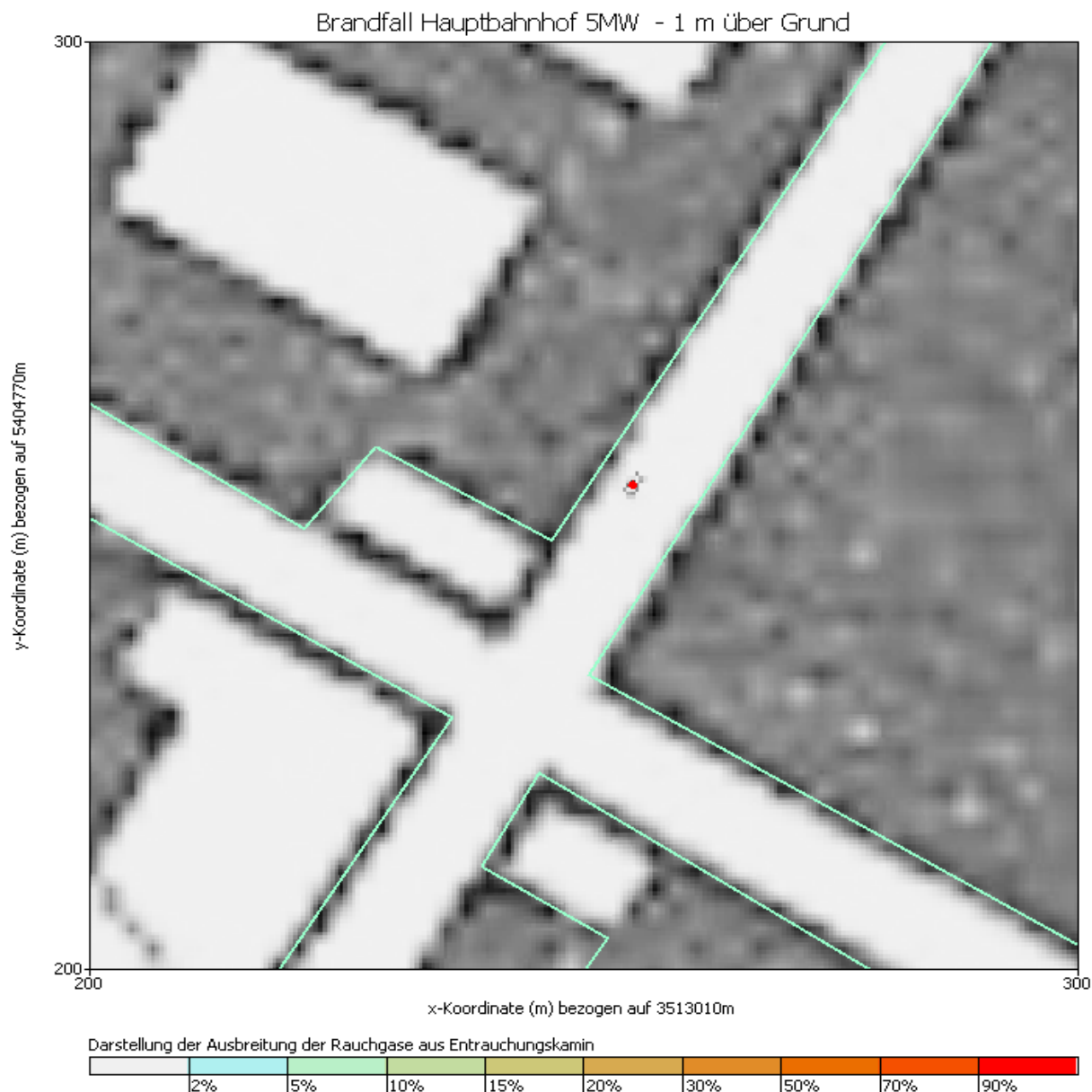
Xa = 244.0 ' anemometer (measurement) x-position (m)
 Ya = 288.0 ' anemometer (measurement) y-position (m)
 Ha = 30.4 ' anemometer (measurement) height above ground (m)
 Ua = ? ' wind velocity (m/s)
 Ra = ? ' wind direction (deg)
 KM = ? ' stability class according to Klug/Manier
 WindLib = Gutacht\DB_Stuttgart\Brand\Hbf\lib ' wind field library

```

!      T1      T2  Ua  Ra  KM
-(ddd.hh:mm:ss) (ddd.hh:mm:ss) (m/s) (deg) (K/M)
Z 00:00:00 01:00:00 0.700 246 3.1 ' 2008-01-01.01:00:00 GMT+01
Z 01:00:00 02:00:00 1.000 326 3.1 ' 2008-01-01.02:00:00 GMT+01
Z 02:00:00 03:00:00 1.300 55 3.1 ' 2008-01-01.03:00:00 GMT+01
Z 03:00:00 04:00:00 1.200 91 3.1 ' 2008-01-01.04:00:00 GMT+01
Z 04:00:00 05:00:00 0.900 91 3.1 ' 2008-01-01.05:00:00 GMT+01
Z 05:00:00 06:00:00 0.900 60 3.1 ' 2008-01-01.06:00:00 GMT+01
Z 06:00:00 07:00:00 0.700 97 2 ' 2008-01-01.07:00:00 GMT+01
Z 07:00:00 08:00:00 1.000 82 2 ' 2008-01-01.08:00:00 GMT+01
Z 08:00:00 09:00:00 0.700 174 3.1 ' 2008-01-01.09:00:00 GMT+01
Z 09:00:00 10:00:00 0.900 34 2 ' 2008-01-01.10:00:00 GMT+01
Z 10:00:00 11:00:00 1.600 81 3.1 ' 2008-01-01.11:00:00 GMT+01
Z 11:00:00 12:00:00 2.000 94 3.2 ' 2008-01-01.12:00:00 GMT+01
Z 12:00:00 13:00:00 1.400 50 3.2 ' 2008-01-01.13:00:00 GMT+01
Z 13:00:00 14:00:00 1.700 81 3.2 ' 2008-01-01.14:00:00 GMT+01
Z 14:00:00 15:00:00 3.500 105 3.2 ' 2008-01-01.15:00:00 GMT+01
Z 15:00:00 16:00:00 4.000 80 3.2 ' 2008-01-01.16:00:00 GMT+01
Z 16:00:00 17:00:00 4.500 82 3.1 ' 2008-01-01.17:00:00 GMT+01
-----
Z 365.13:00:00 365.14:00:00 0.700 153 3.2 ' 2008-12-31.14:00:00 GMT+01
Z 365.14:00:00 365.15:00:00 1.200 63 3.1 ' 2008-12-31.15:00:00 GMT+01
Z 365.15:00:00 365.16:00:00 0.700 115 2 ' 2008-12-31.16:00:00 GMT+01
Z 365.16:00:00 365.17:00:00 0.700 101 2 ' 2008-12-31.17:00:00 GMT+01
Z 365.17:00:00 365.18:00:00 1.000 103 2 ' 2008-12-31.18:00:00 GMT+01
Z 365.18:00:00 365.19:00:00 1.600 72 2 ' 2008-12-31.19:00:00 GMT+01
Z 365.19:00:00 365.20:00:00 1.400 31 2 ' 2008-12-31.20:00:00 GMT+01
Z 365.20:00:00 365.21:00:00 1.000 38 2 ' 2008-12-31.21:00:00 GMT+01
Z 365.21:00:00 365.22:00:00 1.500 55 2 ' 2008-12-31.22:00:00 GMT+01
Z 365.22:00:00 365.23:00:00 1.400 298 2 ' 2008-12-31.23:00:00 GMT+01
Z 365.23:00:00 366.00:00:00 0.800 351 2 ' 2009-01-01.00:00:00 GMT+01
-----
    
```

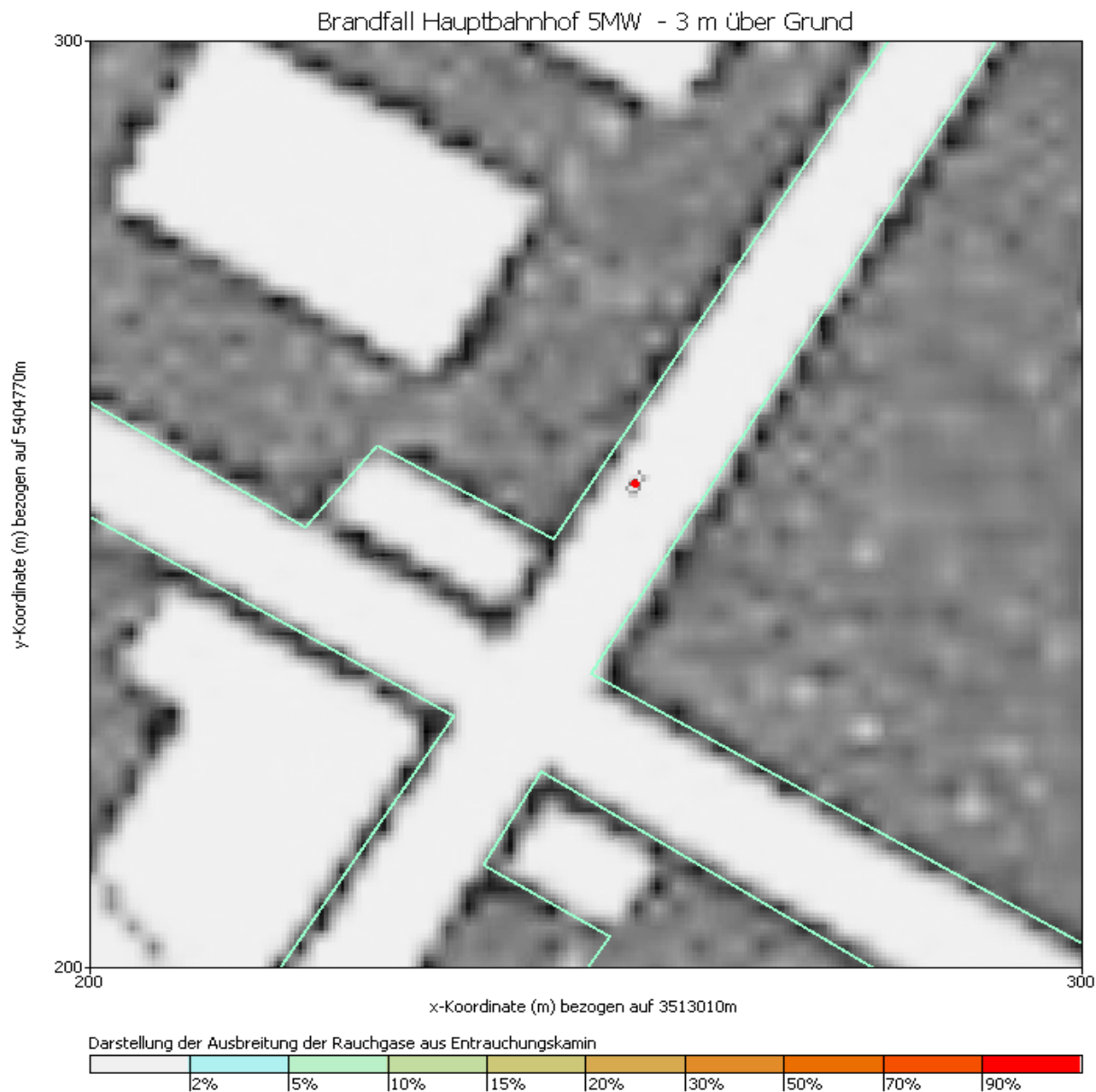

5.4 Anlage 5 – Graphische Darstellung der Ausbreitung der Rauchgase

5.4.1 5 MW – Höhe 1 m über Grund



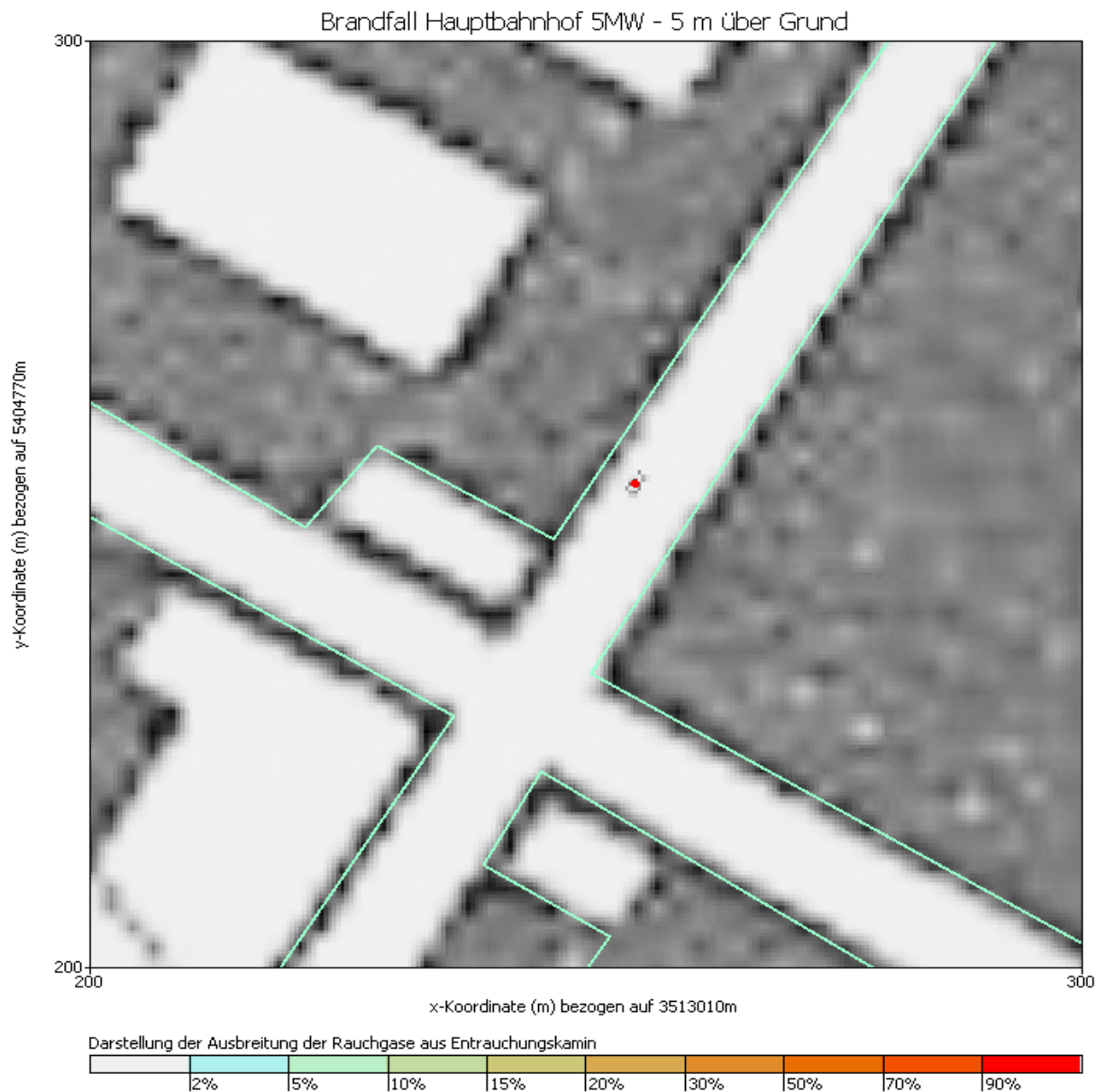
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.2 5 MW – Höhe 3 m über Grund



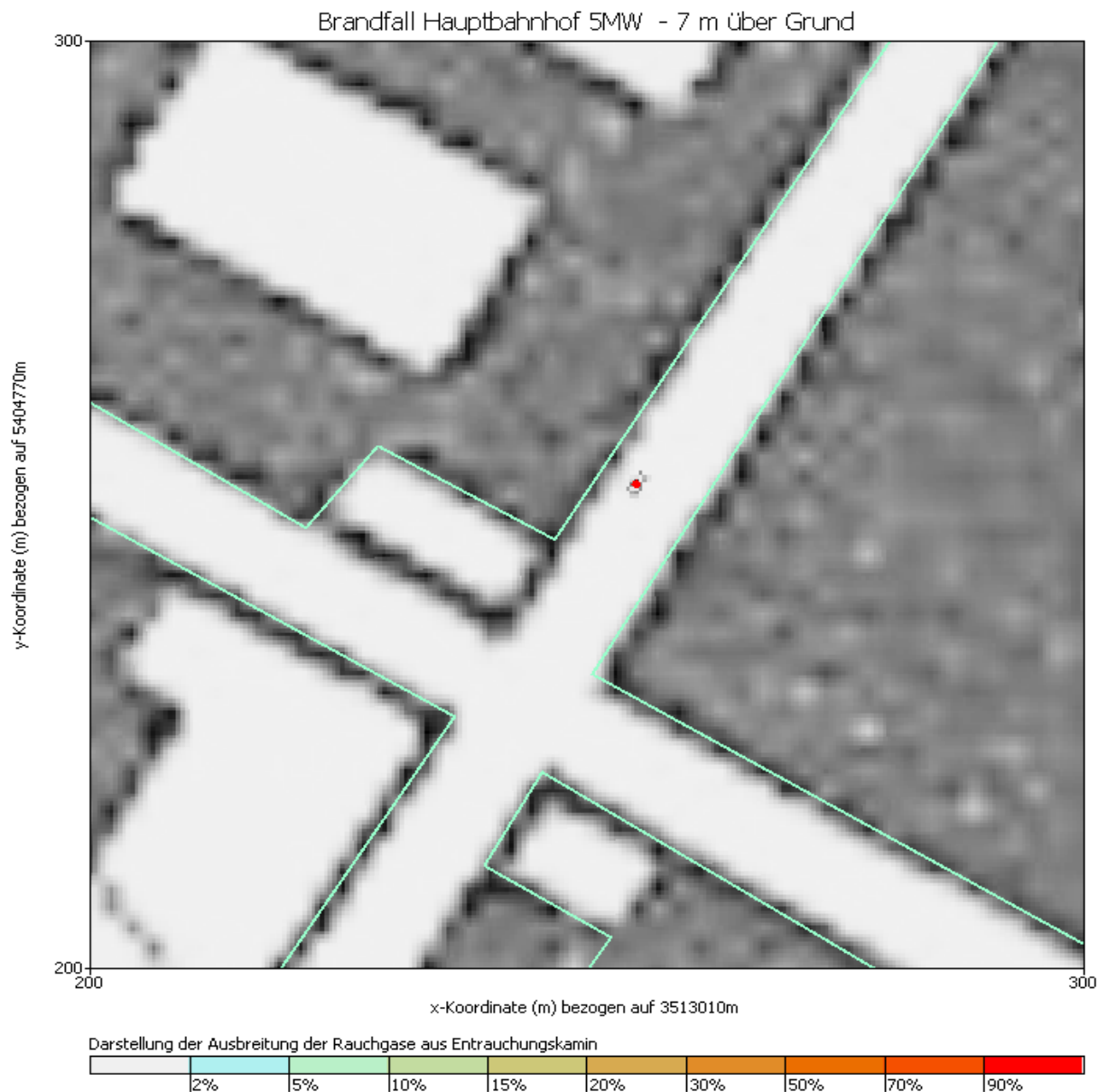
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.3 5 MW – Höhe 5 m über Grund



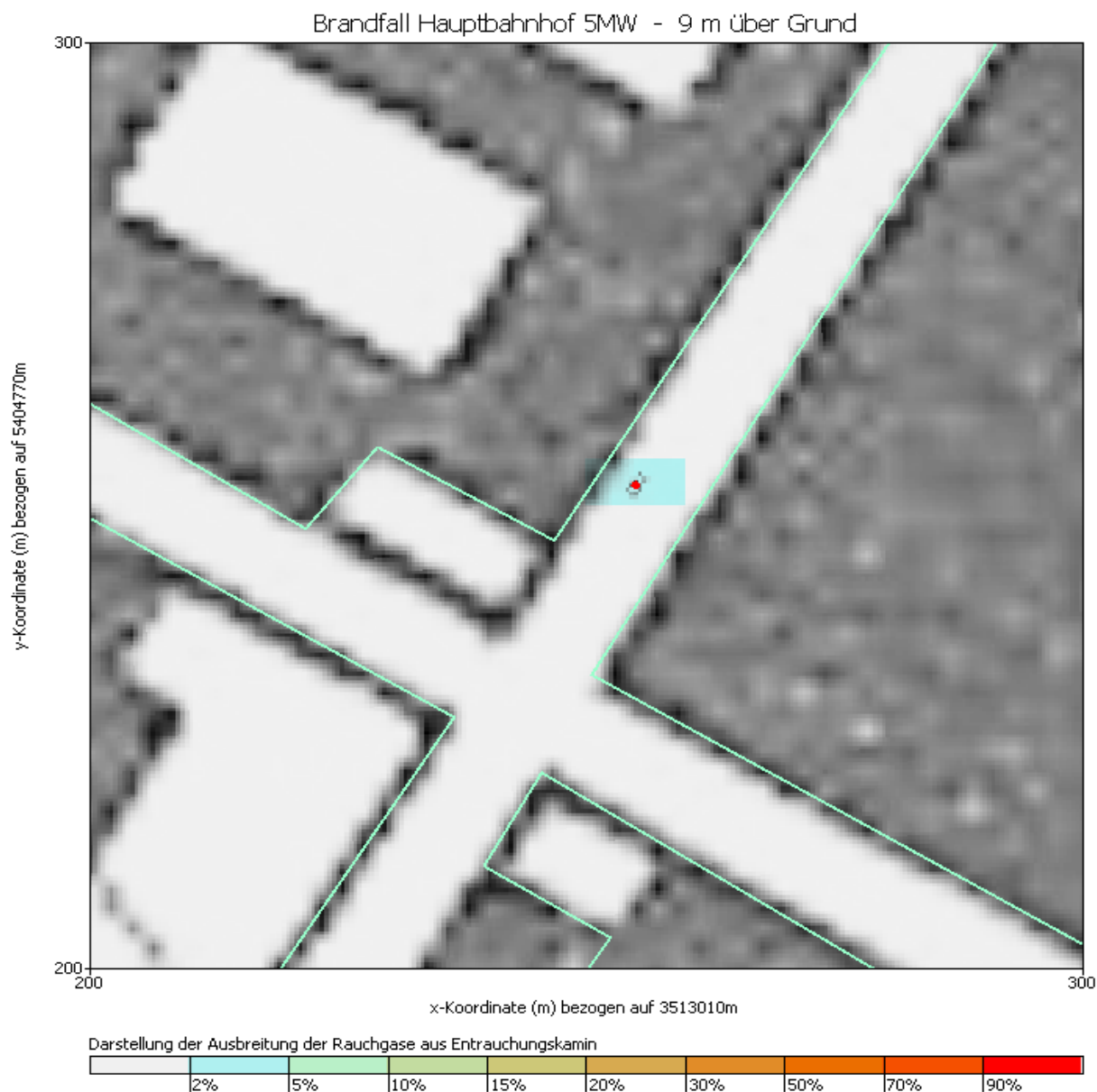
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.4 5 MW – Höhe 7 m über Grund



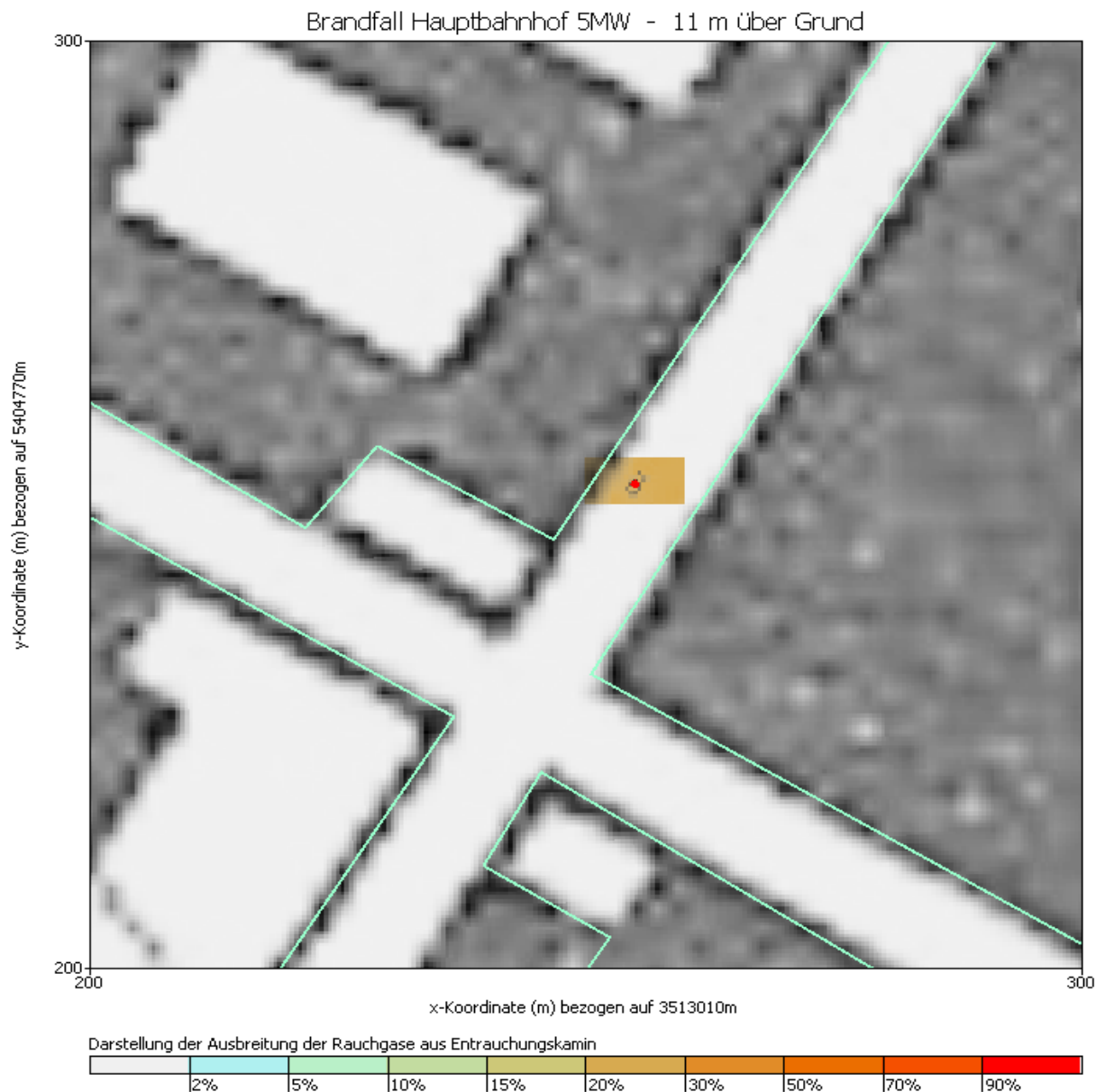
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.5 5 MW – Höhe 9 m über Grund



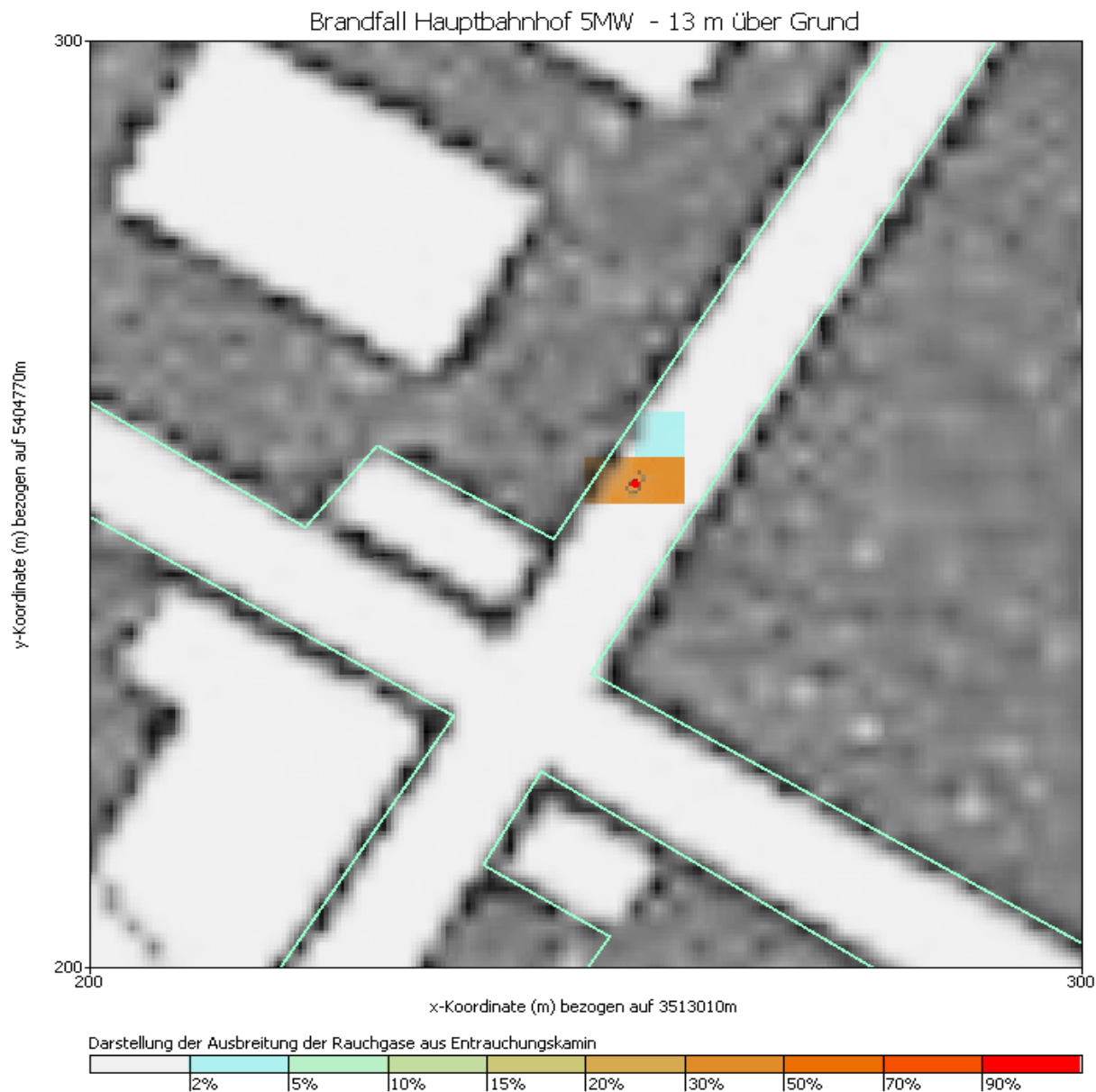
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.6 5 MW – Höhe 11 m über Grund



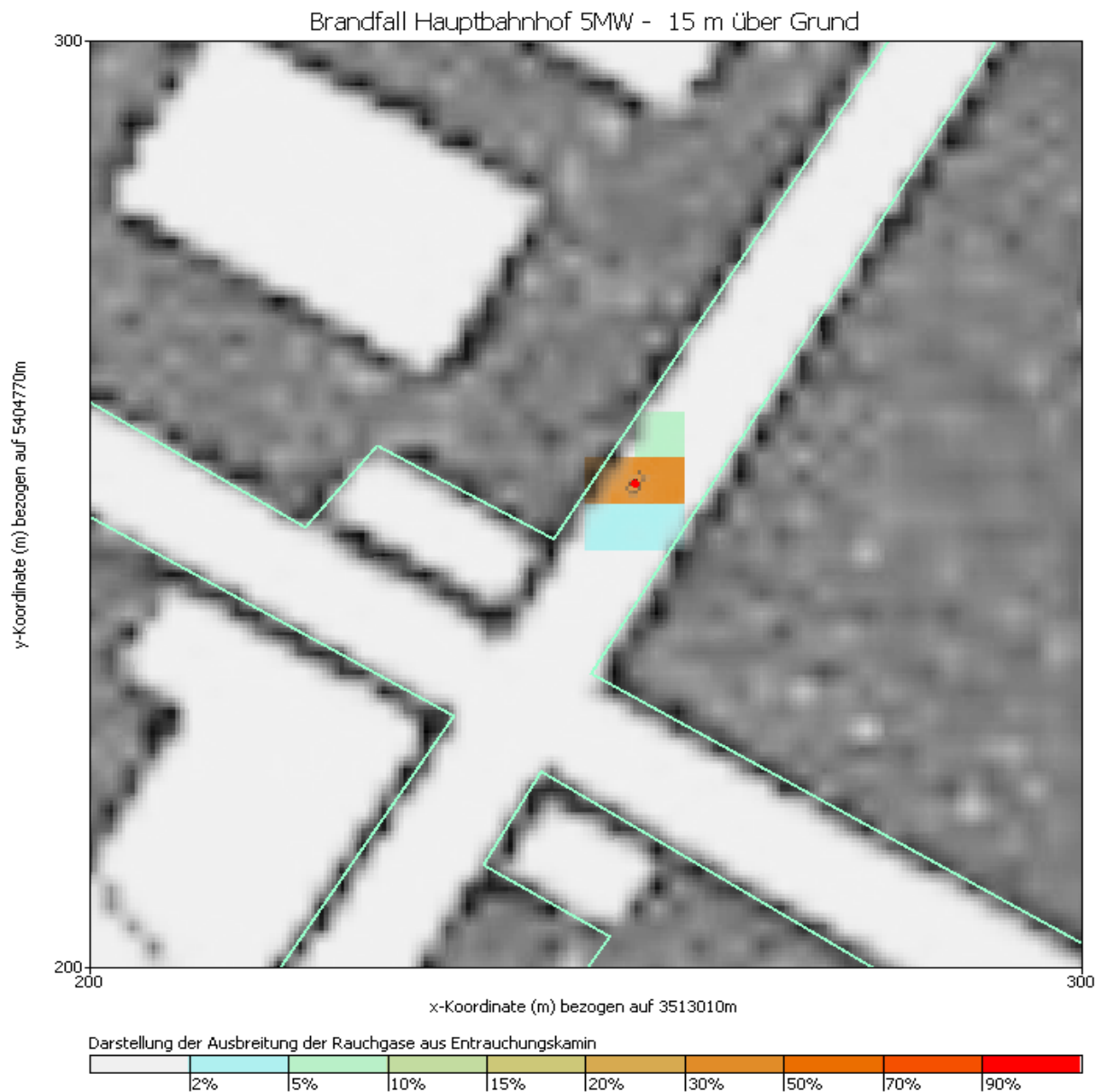
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.7 5 MW – Höhe 13 m über Grund



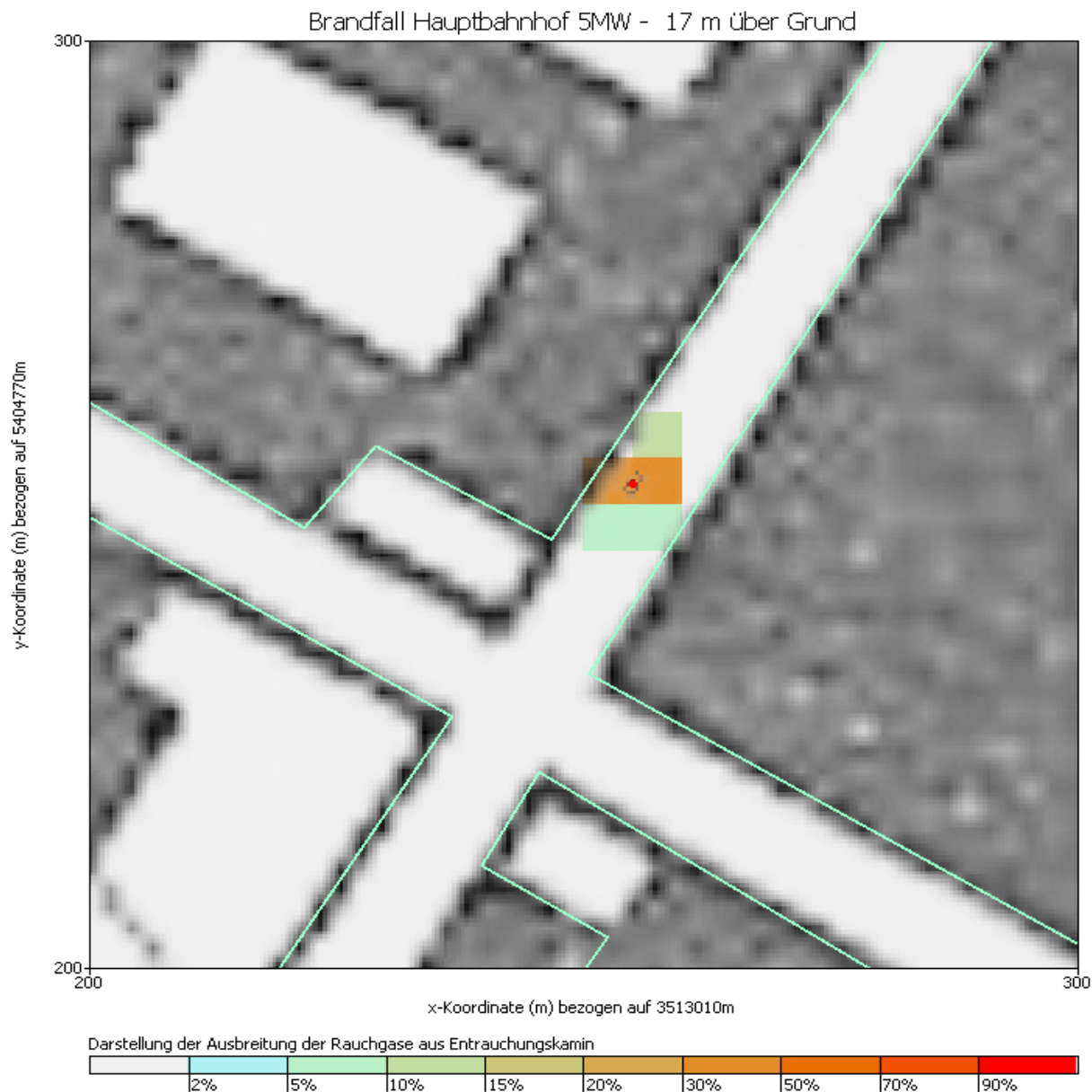
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.8 5 MW – Höhe 15 m über Grund



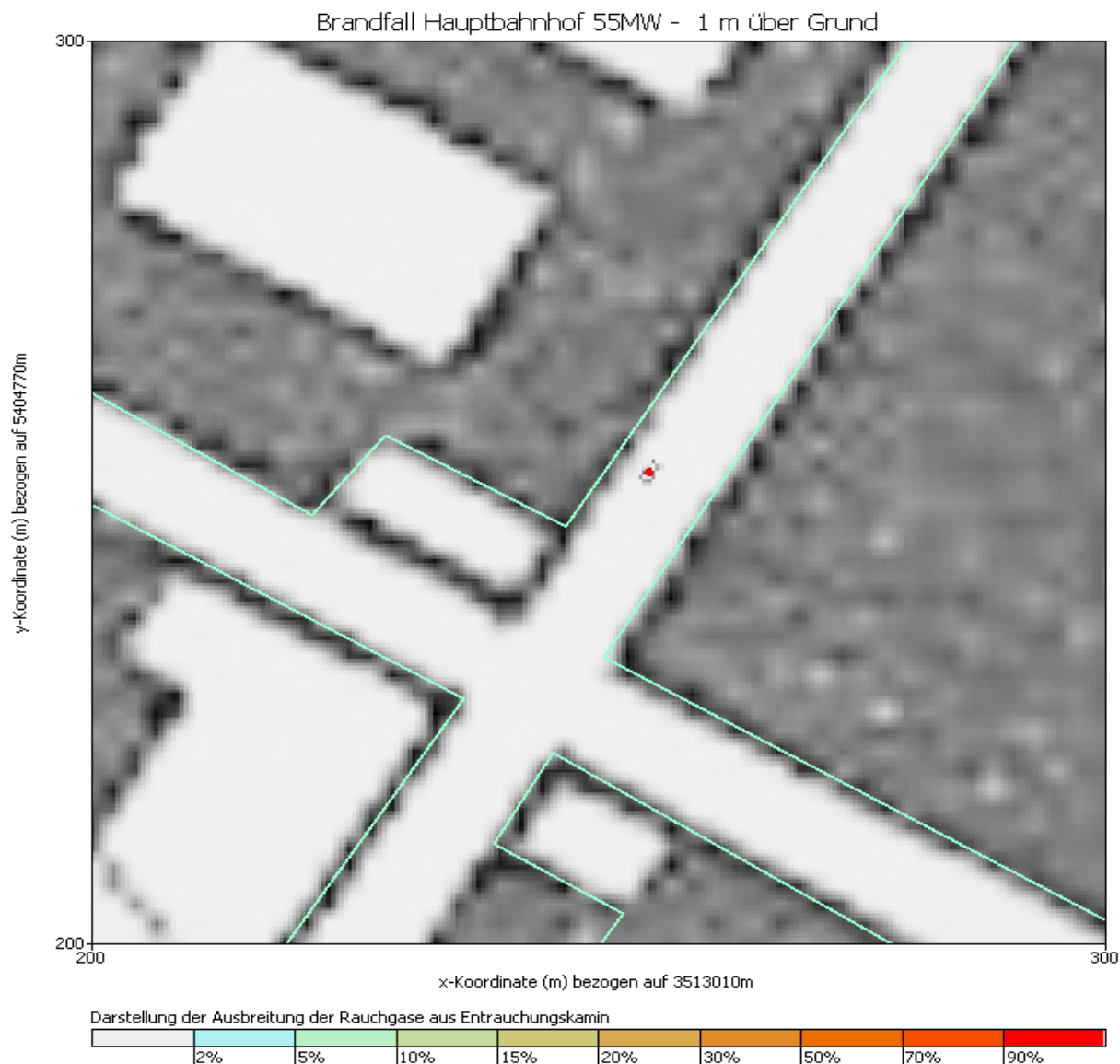
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.9 5 MW – Höhe 17 m über Grund



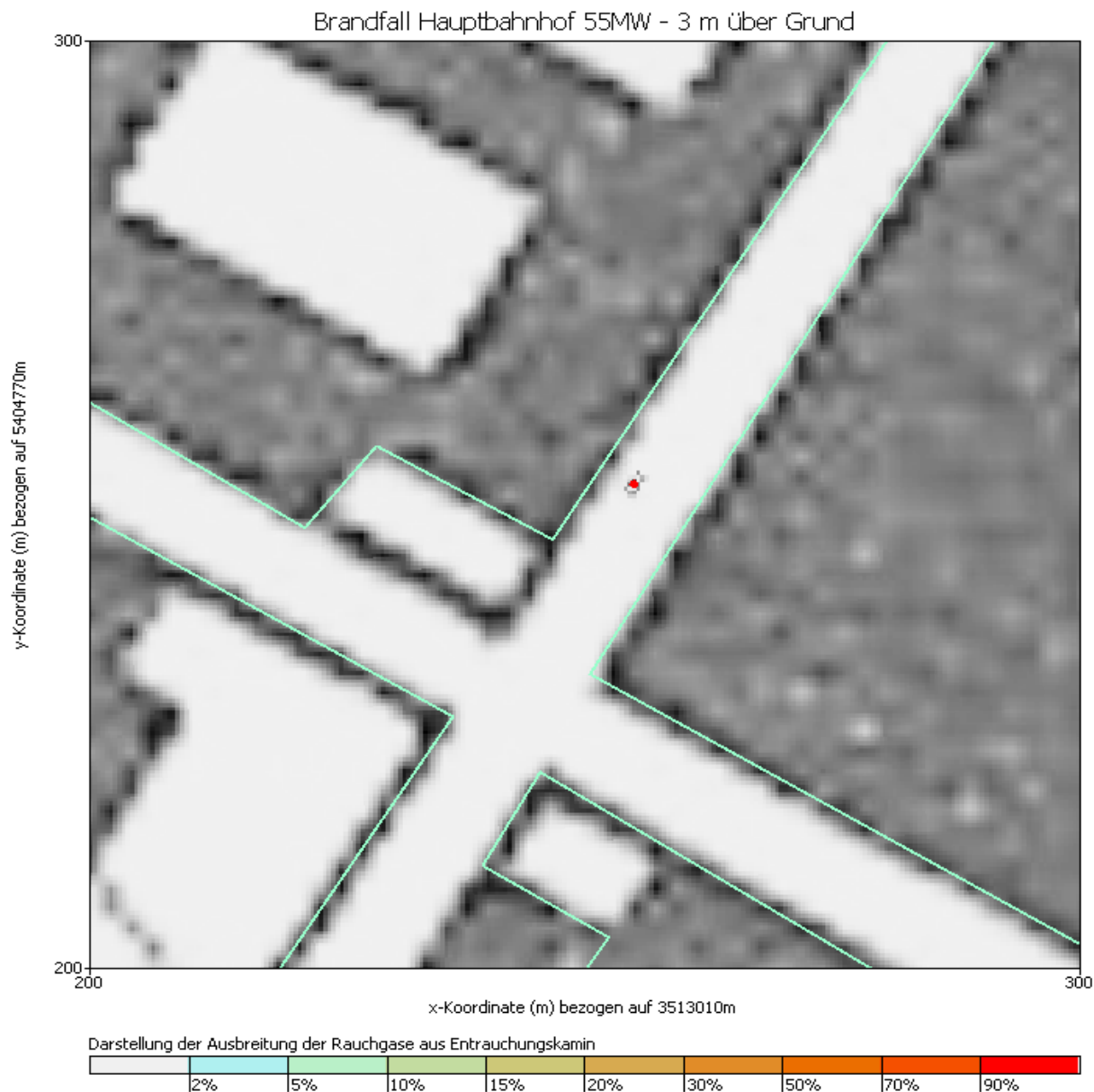
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.10 55 MW – Höhe 1 m über Grund



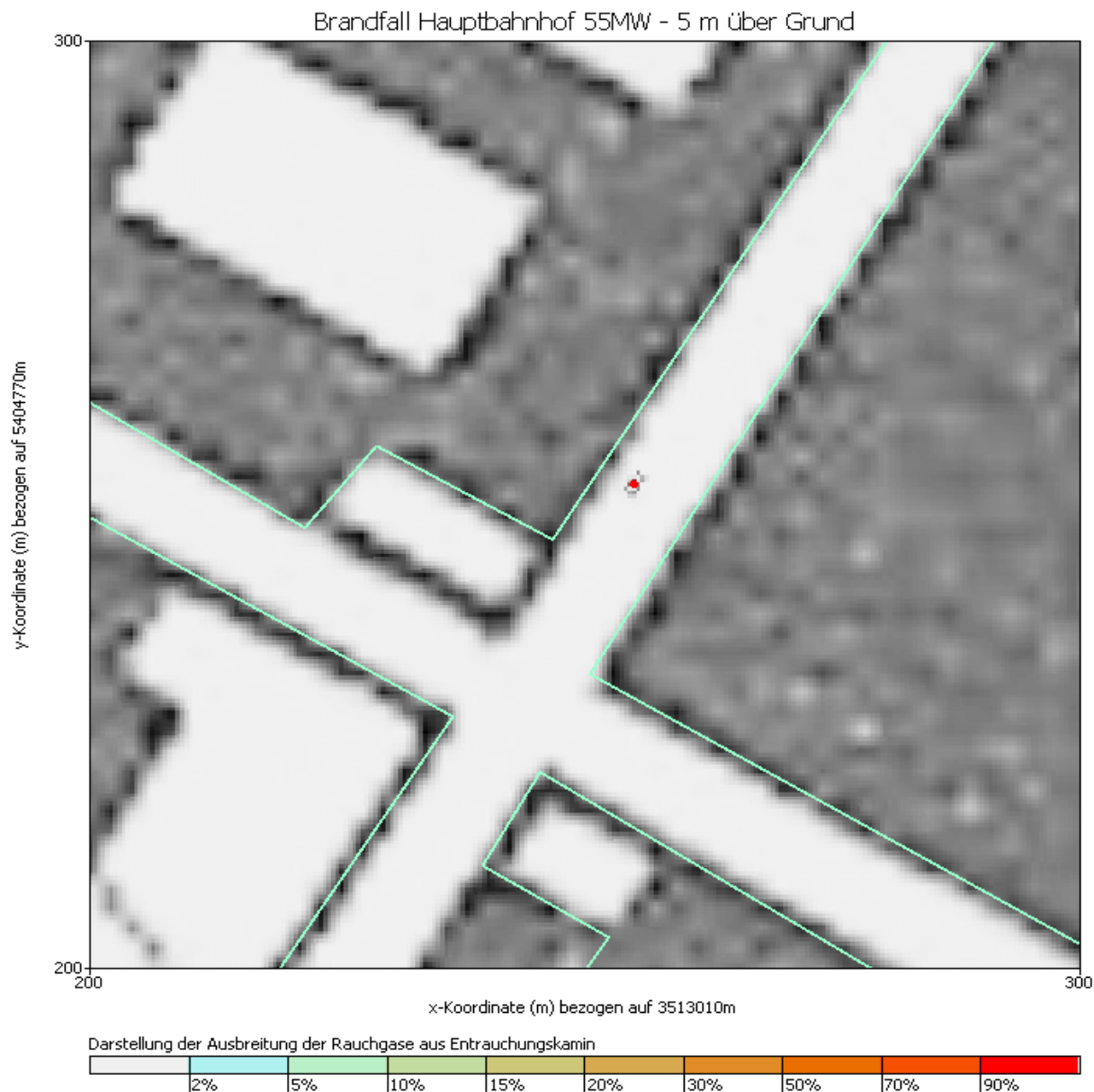
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.11 55 MW – Höhe 3 m über Grund



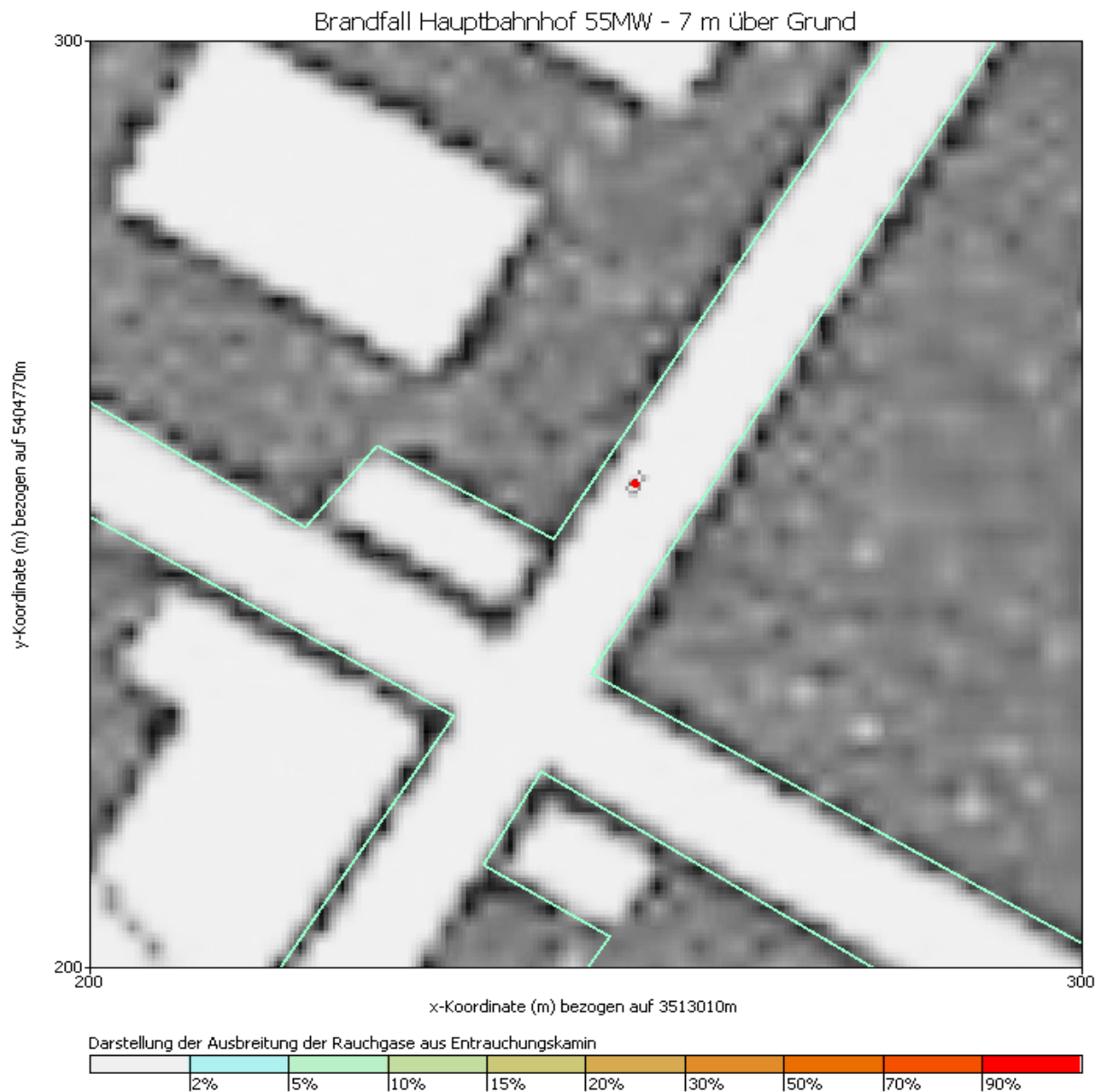
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.12 55 MW – Höhe 5 m über Grund



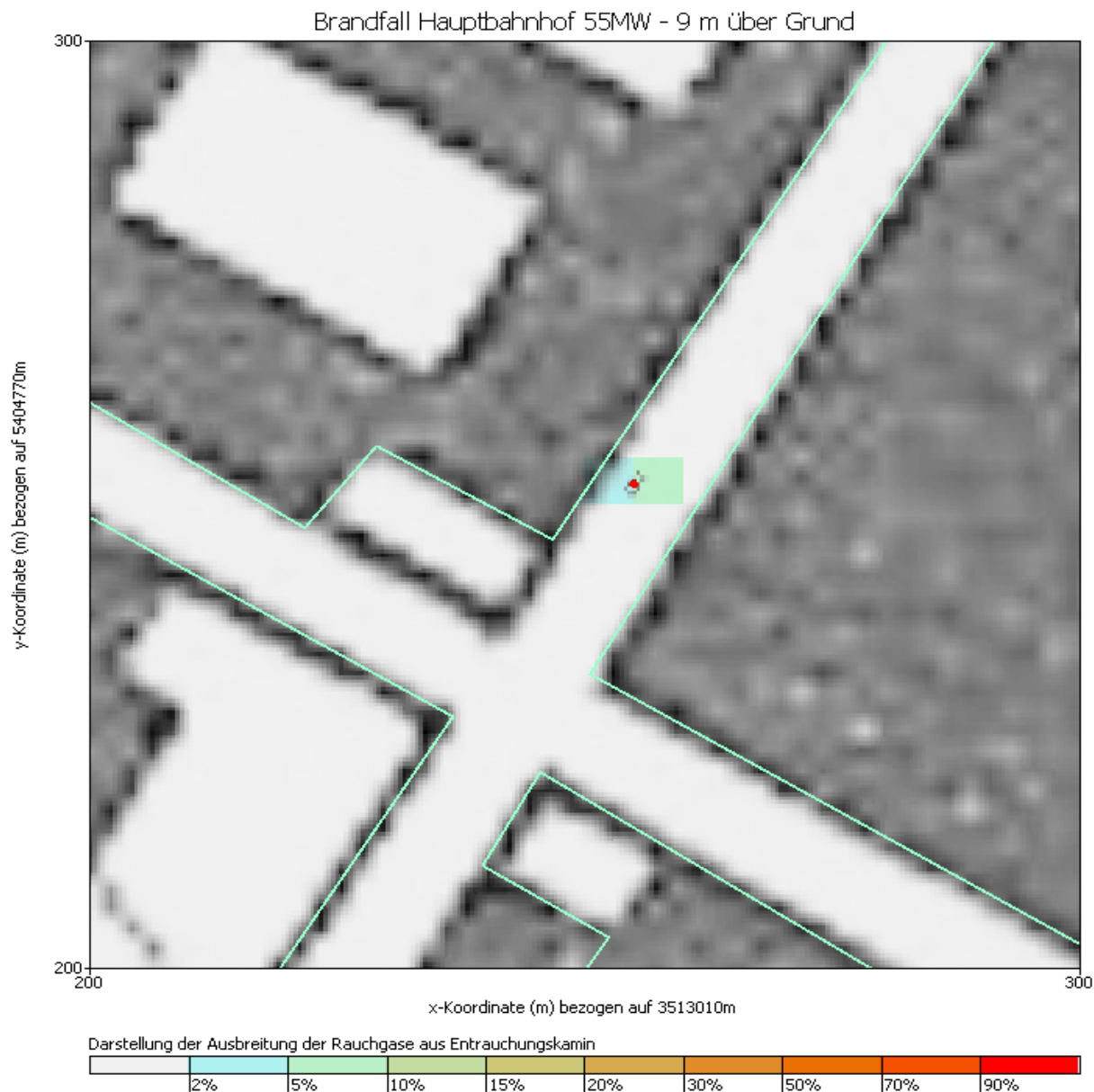
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.13 55 MW – Höhe 7 m über Grund



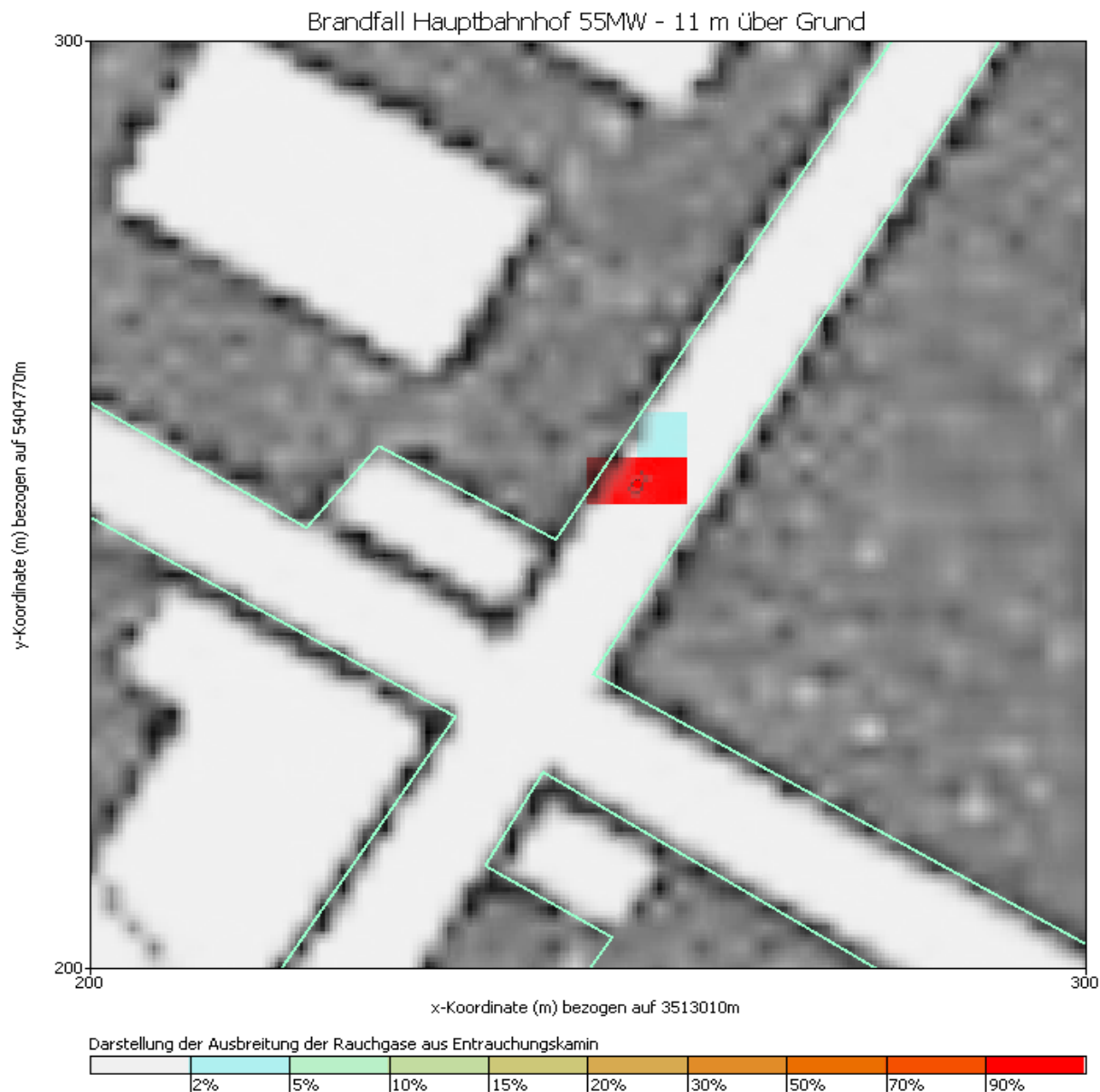
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.14 55 MW – Höhe 9 m über Grund



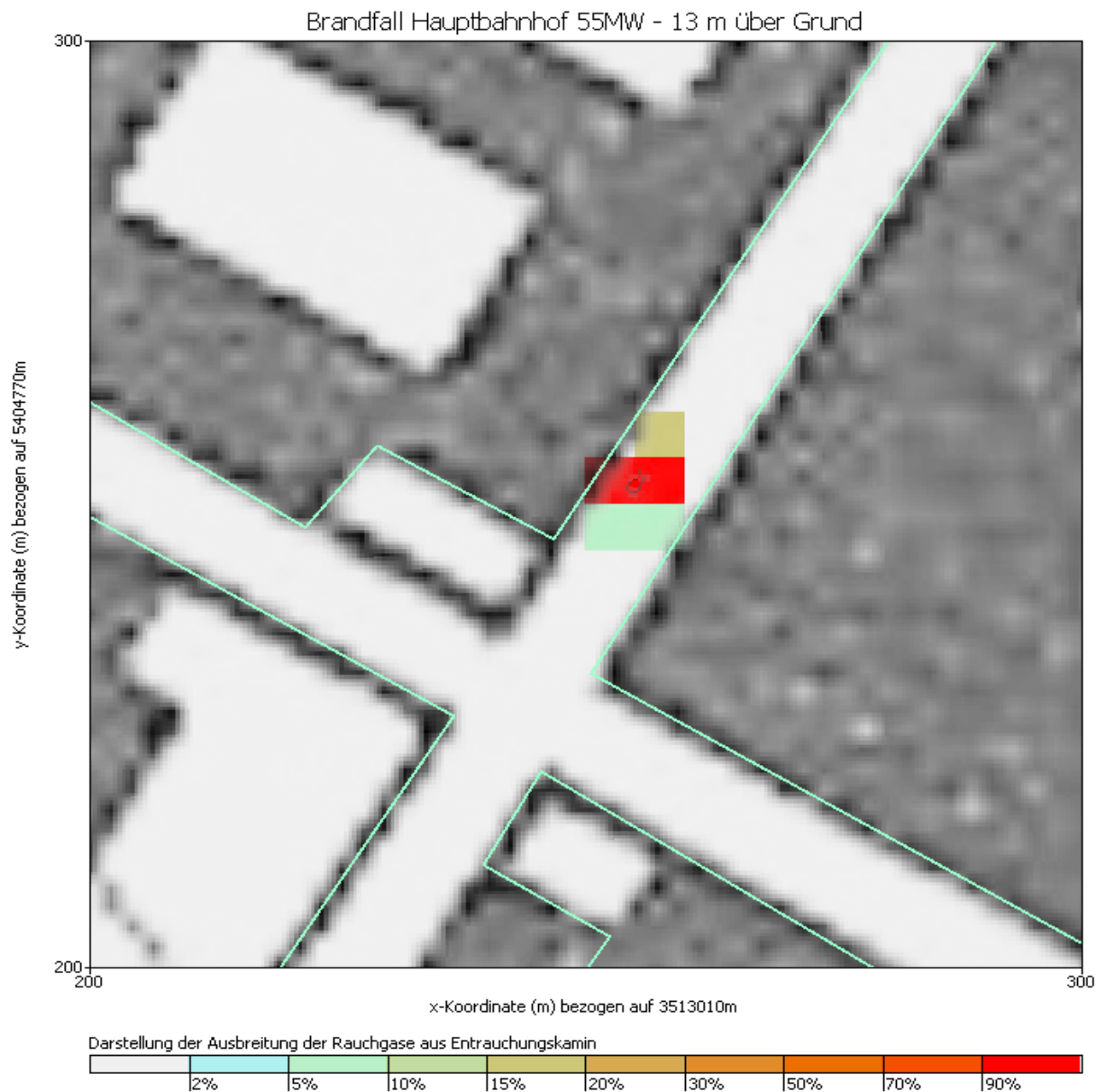
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.15 55 MW – Höhe 11 m über Grund



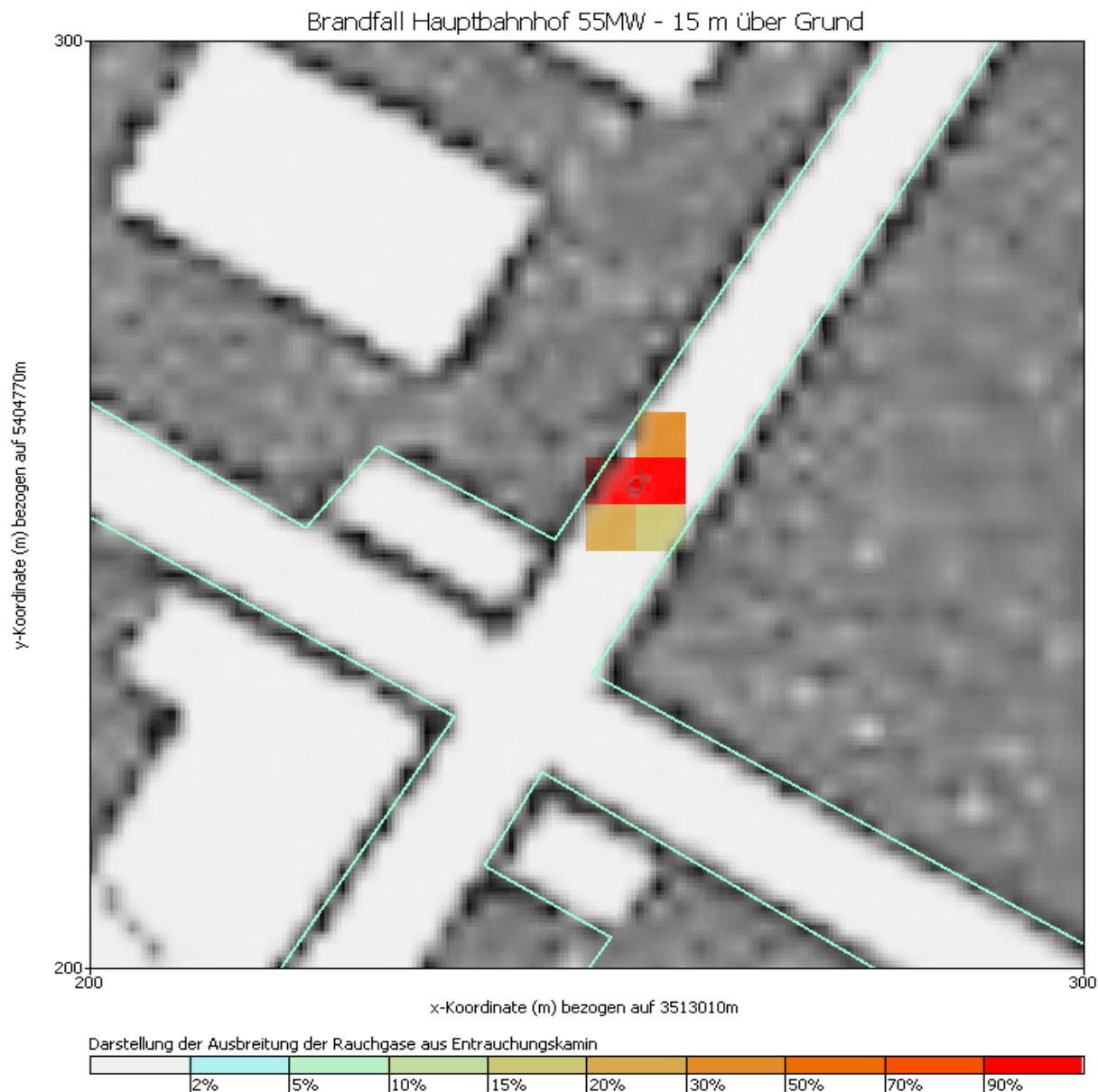
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.16 55 MW – Höhe 13 m über Grund



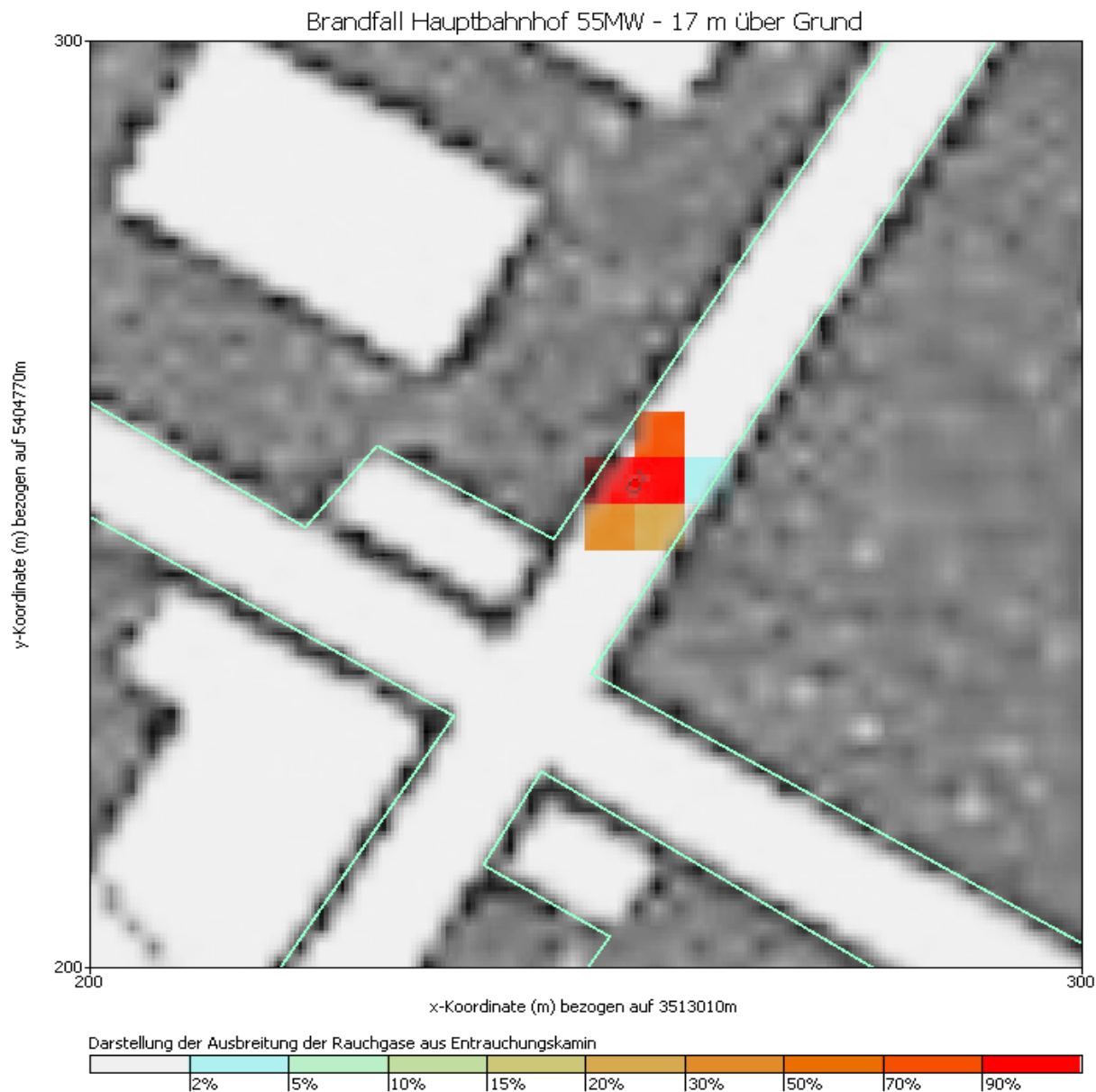
Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.17 55 MW – Höhe 15 m über Grund



Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

5.4.18 55 MW – Höhe 17 m über Grund



Luftschadstoff:	Rauchgasimmissionen
Rechenprogramm/ Version:	LASAT 3.2
Grenzschichtprofil:	2.6
Rechengebiet:	250 x 250 m
Berücksichtigung Bebauung/ Gelände:	Mit Bebauung und ohne Gelände

Ende