Bestimmung der Schornsteinhöhe nach TA Luft

für die geplante Klärschlammtrocknungs- und Verbrennungsanlage mit Phosphatdüngemittelherstellung bei Warza

Auftraggeber:	Wiese-Umwelt-Service GmbH Bahnhofstraße 27 07980 Berga / Elster	
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Jens Förster	Tel.: 037206 892941 Email: Jens.Förster@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	Warza.2020.03	
Ort, Datum:	Frankenberg, 3. September 2020	
Anzahl der Seiten:	24	
Anlagen:	-	

IFU GmbH
Privates Institut für Analytik
An der Autobahn 7
09669 Frankenberg (Sachsen)

tel +49 (0) 37206.89 29 0
fax +49 (0) 37206.89 29 99
e-mail info@ifu-analytik.de
www.ifu-analytik.de

HRB Chemnitz 21046
USt-ID DE233500178
Geschäftsführer Axel Delan

iban DE27 8705 2000 3310 0089 90
bic WELADED1FGX
bank Sparkasse Mittelsachsen

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2
Abbildungsverzeichnis 3
Tabellenverzeichnis 3
1 Aufgabenstellung 4
2 Beschreibung des Anlagenstandortes 5
2.1 Lage 5
2.2 Landnutzung 7
2.3 Orographie 7
3 Anlagenbeschreibung 9
4 Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft in Verbindung mit LAI-Merkblatt für Halle 2 (Verbrennung von Klärschlamm) 10
4.1 Prüfung des Q/S-Verhältnisses 10
4.2 Betrachtung nach 5.5.1 TA Luft 11
4.3 Betrachtung nach 5.5.2 TA Luft (1. Absatz) 11
4.4 Betrachtung nach 5.5.3 TA Luft (Nomogramm) 11
4.5 Betrachtung nach 5.5.4 TA Luft (Bebauung und Bewuchs) 13
4.6 Prüfung des Einflusses von Geländeerhebungen 13
4.7 Prüfung auf einen ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung im Hinblick auf nahestehende Einzelgebäude 13
5 Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft in Verbindung mit LAI-Merkblatt für Halle 1 (Trocknung von Klärschlamm) 14
5.1 Prüfung des Q/S-Verhältnisses 14
5.2 Betrachtung nach 5.5.1 TA Luft 14
5.3 Betrachtung nach 5.5.2 TA Luft (1. Absatz) 15
5.4 Betrachtung nach 5.5.3 TA Luft (Nomogramm) 15
5.5 Betrachtung nach 5.5.4 TA Luft (Bebauung und Bewuchs) 17
5.6 Prüfung des Einflusses von Geländeerhebungen 17
5.7 Prüfung auf einen ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung im Hinblick auf nahestehende Einzelgebäude 17
6 Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft in Verbindung mit LAI-Merkblatt für Halle 3 (Herstellung von Dünger) 20
6.1 Prüfung des Q/S-Verhältnisses 20
6.2 Betrachtung nach 5.5.1 TA Luft 20
6.3 Betrachtung nach 5.5.2 TA Luft (1. Absatz) 20
6.4 Betrachtung nach GIRL 20
6.5 Prüfung auf einen ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung im Hinblick auf nahestehende Einzelgebäude 20
7 Zusammenfassung 23
8 Schrifttum 24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Warza in Thüringen 5
Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Warza 6
Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank 7
Abbildung 4: Orographie um den Standort 8
Abbildung 5: S-Werte und Emissionsströme der zusammengefassten Quellen 10
Abbildung 6: Nomogramm nach Nr. 5.5.3 TA Luft 12
Abbildung 7: S-Werte und Emissionsströme der zusammengefassten Quellen 14
Abbildung 8: Nomogramm nach Nr. 5.5.3 TA Luft 16
Abbildung 9: 3D-Modell für die Ermittlung der Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781/4 18
Abbildung 10: Rezirkulationszonen nach VDI 3781/4 19
Abbildung 11: 3D-Modell für die Ermittlung der Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781/4 21
Abbildung 12: Rezirkulationszonen nach VDI 3781/4 22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes 6
Tabelle 2: Gebäudeparameter und resultierende Kaminhöhen (einschließlich $H_{Ü}$) 19
Tabelle 3: Gebäudeparameter und resultierende Kaminhöhen (einschließlich $H_{Ü}$) 21

1 Aufgabenstellung

Die Wiese-Umwelt-Service GmbH beabsichtigt die Errichtung einer Klärschlammtrocknungs- und Verbrennungsanlage mit Phosphatdüngemittelherstellung, um stabilisierte kommunale entwässerte Klärschlämme zu trocknen, zu verbrennen und Phosphatdünger zu gewinnen. Der Vorhabensstandort befindet sich in der Gemarkung Warza, einem Ortsteil der Landgemeinde Neesetal im Landkreis Gotha des Freistaates Thüringen.

Für die Ableitung der Abgase aus den Hallen ist eine Bestimmung der Schornsteinhöhe nach TA Luft [1] Ziffer 5.5 durchzuführen. Bei der Ermittlung der Schornsteinhöhe werden die Hinweise des LAI-Merkblattes zur Schornsteinhöhenbestimmung [2] und die Anforderungen an die freie Anströmung nach VDI-Richtlinie 3781/4 [3] mitberücksichtigt.

Die Berechnungsgrundlagen, insbesondere die der Abluftparameter und Gebäudehöhen wurden durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

2 Beschreibung des Anlagenstandortes

2.1 Lage

Der untersuchte Standort befindet sich zwischen den Ortschaften Warza und Bufleben im Freistaat Thüringen. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

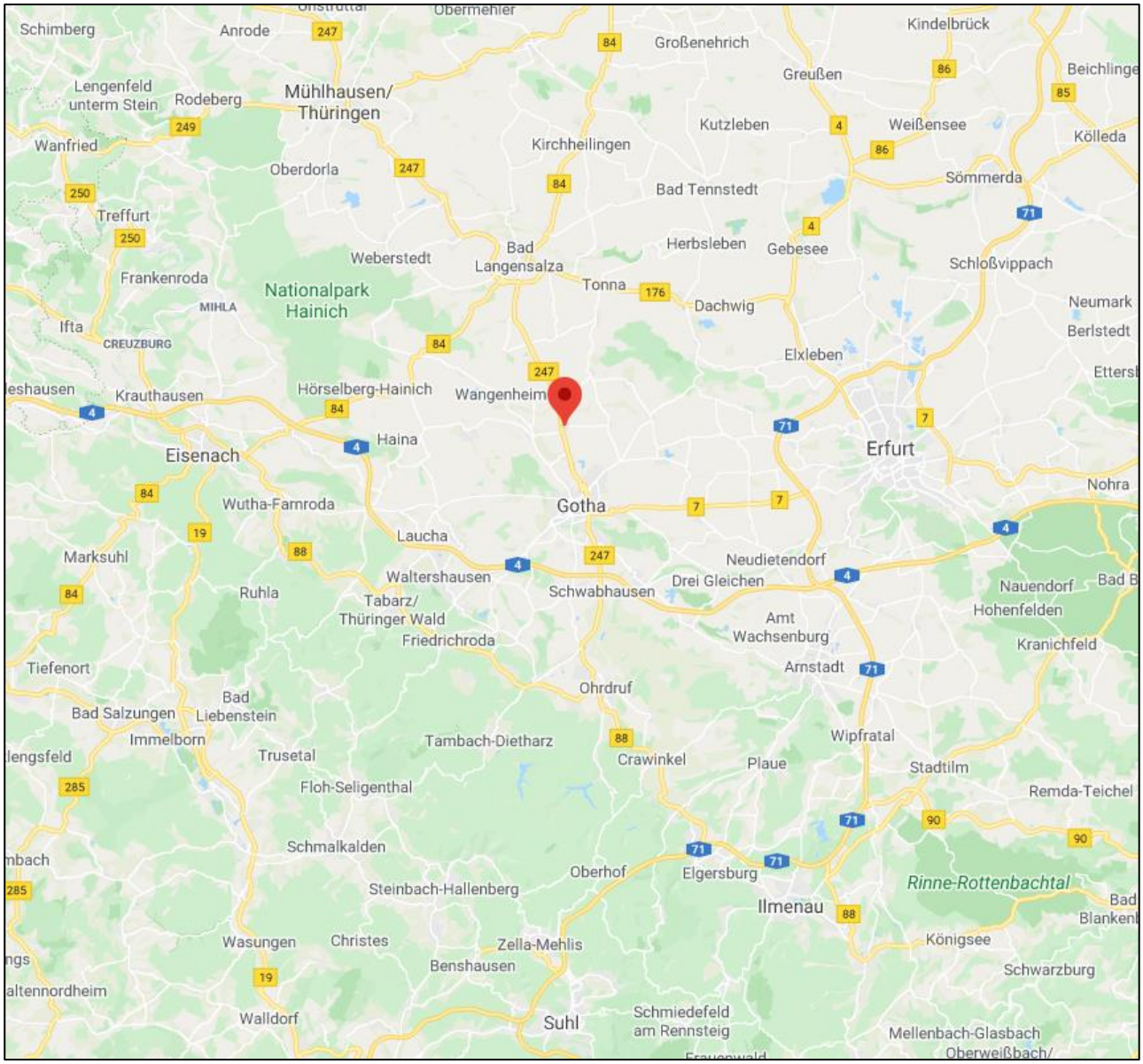

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Warza in Thüringen

Die Lage des untersuchten Standortes bei Warza ist anhand des folgenden Auszuges aus der topographischen Karte ersichtlich.

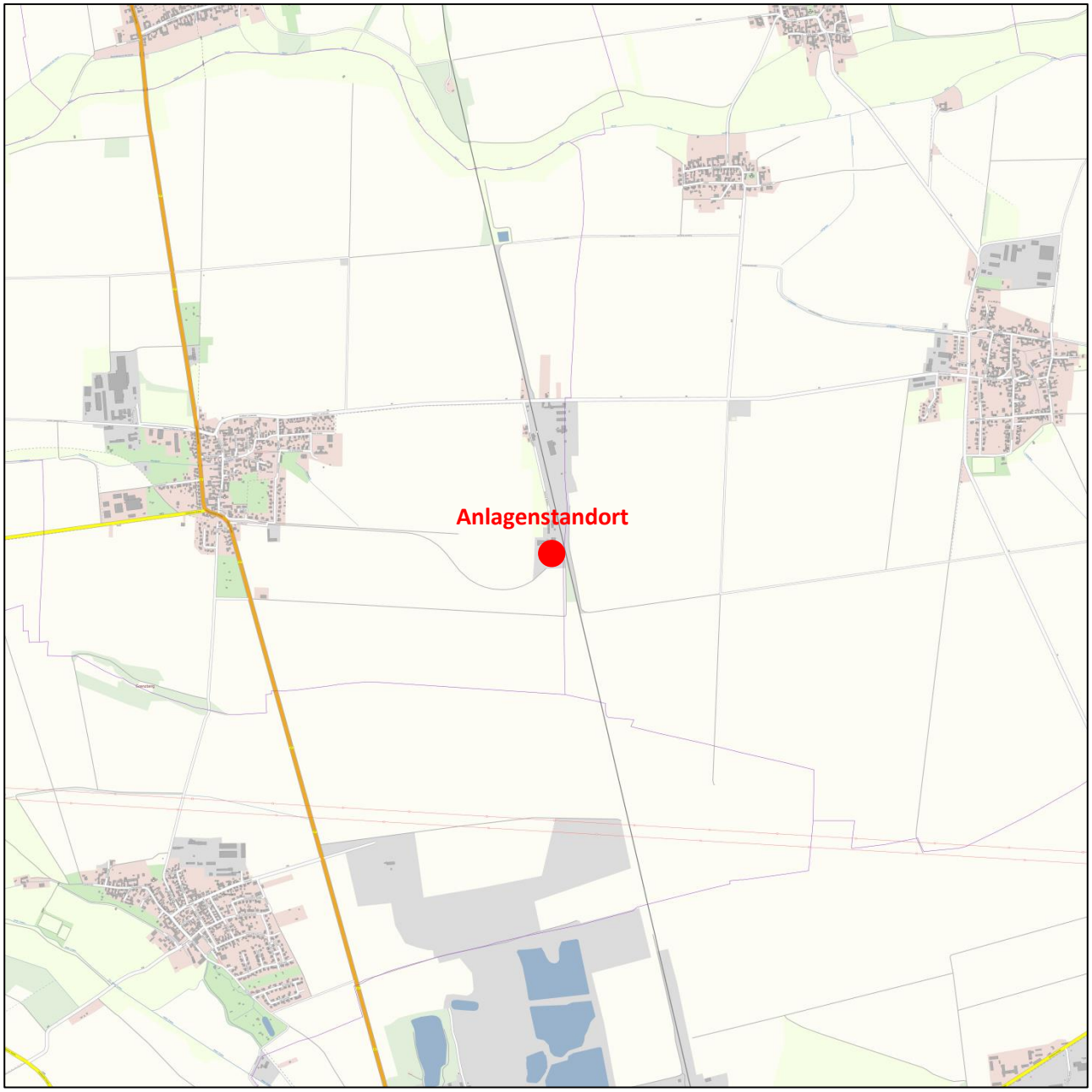

Abbildung 2: Lage des Anlagenstandortes bei Warza

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten des Anlagenstandortes angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten des Standortes

RW	32619960
HW	5650470

2.2 Landnutzung

Die Umgebung des Standortes ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit landwirtschaftlichen Flächen und Straßen ab.

Eine Verteilung der Bodenrauigkeit um den Standort ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich. Die Daten wurden dem CORINE-Kataster [4] entnommen.

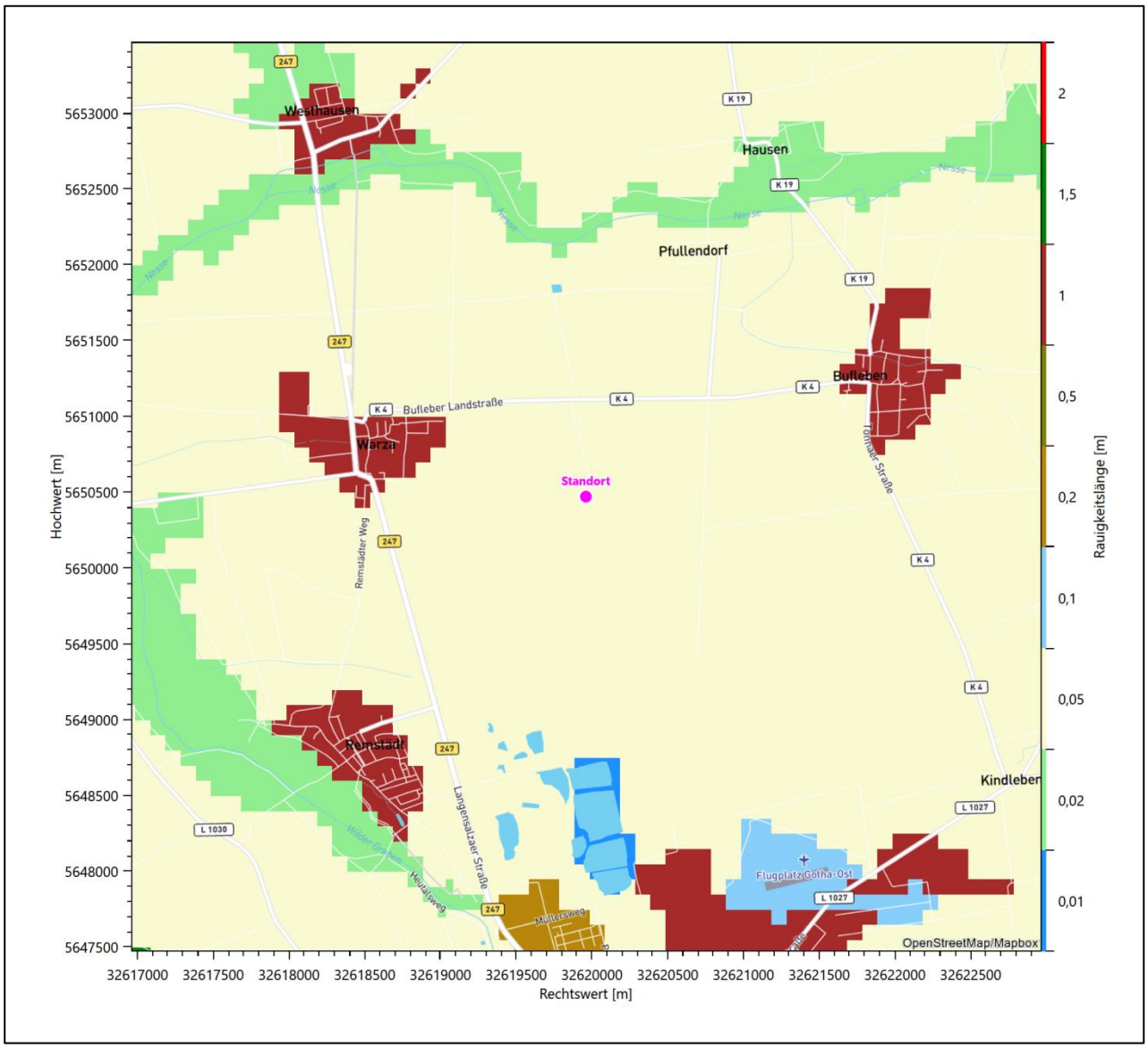

Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung des Standortes nach CORINE-Datenbank

2.3 Orographie

Der Standort liegt auf einer Höhe von etwa 285 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch kaum gegliedert und im Wesentlichen als eben zu beschreiben. Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

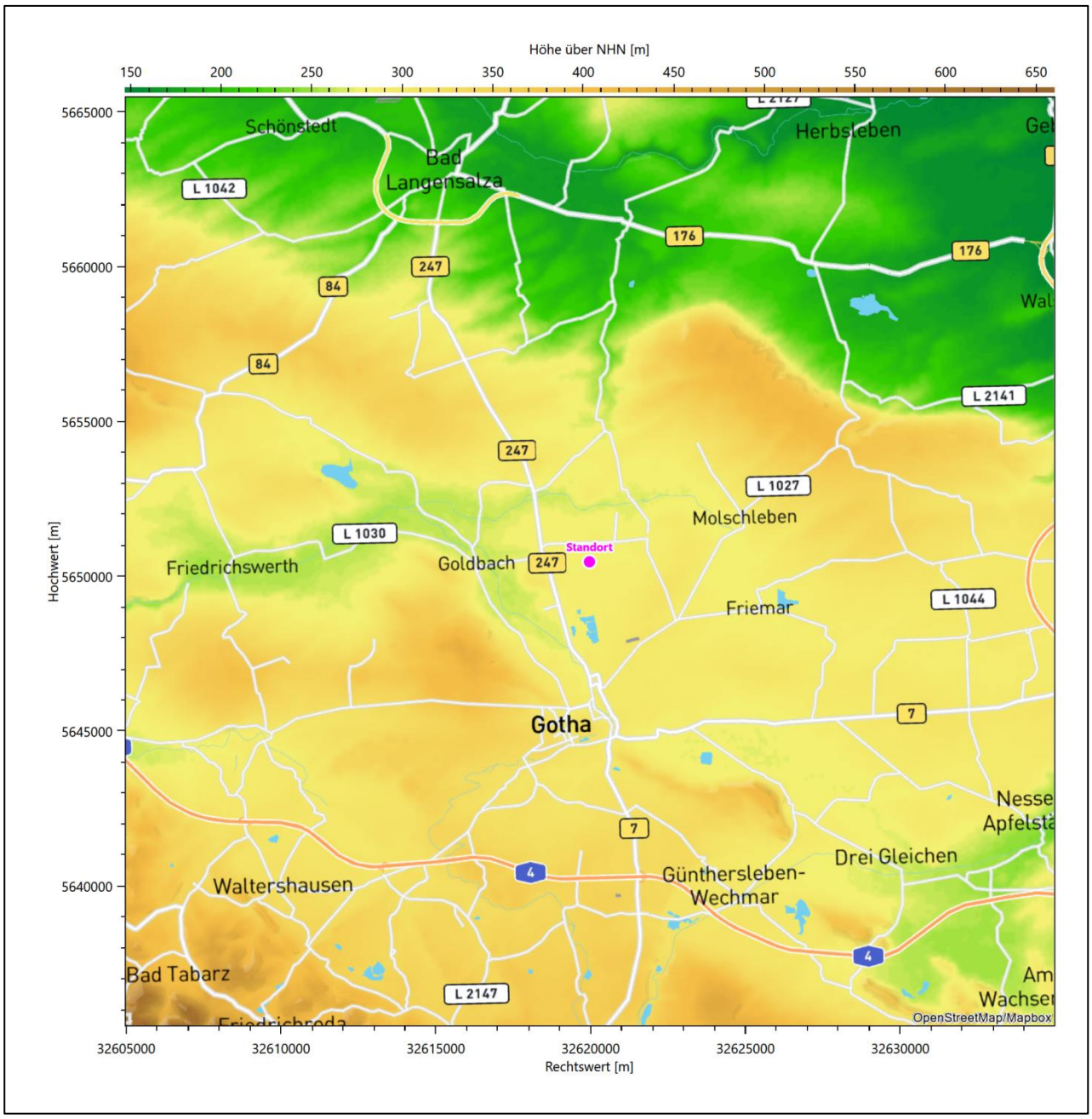

Abbildung 4: Orographie um den Standort

3 Anlagenbeschreibung

Die Wiese-Umwelt-Service GmbH beabsichtigt die Errichtung einer die Errichtung einer Klärschlammtrocknungs- und Verbrennungsanlage mit Phosphatdüngemittelherstellung, um stabilisierte kommunale entwässerte Klärschlämme zu trocknen, zu verbrennen und Phosphatdünger zu gewinnen

Das Konzept sieht dabei vor, die bei der Verbrennung der getrockneten Klärschlämme entstehende Abwärme zu nutzen und der Trocknung zuzuführen. Die Verbrennungsasche wird als Grundlage zur Produktion von Phosphatdünger eingesetzt.

Ein Großteil der Trocknungsluft wird im Trockner rezirkuliert. Die aus dem Trockner entweichende feuchte Abluft kann je nach Klärschlamm und Ausfaulungsgrad noch Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Geruchsstoffe enthalten. Um insbesondere die geruchsintensiven Substanzen zu aus der Abluft zu entfernen, wird eine zweistufige Abluftwäsche installiert. Die Düngemittelherstellung wird ebenfalls mit einer Abluftreinigung versehen.

Aus Sicht der hier vorgenommenen Schornsteinhöhenberechnung sind die drei geplanten Kamine der Verbrennung (Halle 2), Trocknung (Halle 1) und die Abluft bei der Düngerproduktion (Halle 3) zu betrachten.

Weitere Anlagendetails sind den Antragsunterlagen auf Genehmigung nach § 4 BImSchG [5] zu entnehmen, als deren Bestandteil das vorliegende Dokument zu verstehen ist.

Die Verfahrensweise bei der Ermittlung der Mindesthöhe für Kamine richtet sich zunächst nach der Größe des Verhältnisses Q/S und danach, ob mehrere Quellen zusammengefasst werden können.

Ergeben sich mehrere etwa gleich hohe Schornsteine mit gleichartigen Emissionen, so ist zu prüfen, inwieweit diese Emissionen bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe zusammenzufassen sind. Dies gilt insbesondere, wenn der horizontale Abstand zwischen den einzelnen Schornsteinen nicht mehr als das 1,4fache der Schornsteinhöhe beträgt oder soweit zur Vermeidung von Überlagerungen der Abgasfahnen verschieden hohe Schornsteine erforderlich sind, so die TA Luft in Abschnitt 5.5.2.

Unabhängig von den Betrachtungen zum Abstand der drei Kamine lässt sich einschätzen, dass die Art der Emissionen der einzelnen Kamine grundverschieden ist. Der Kamin von Halle 2 emittiert Abgas aus der Verbrennung, der Kamin von Halle 1 emittiert Abgas aus der Trocknung und der Kamin der Halle 3 Abluft aus der Produkttrocknung bei der Düngemittelproduktion. Allein daraus lässt sich folgern, dass die Voraussetzungen für eine zusammenfassende Betrachtung der Kamine nicht gegeben sind. Für jeden der Kamine wir eine einzelne Betrachtung durchgeführt.

Die im Folgenden dokumentierte Schornsteinhöhenberechnung erfolgt nach der TA Luft, Ziffer 5.5, die durch das LAI-Merkblatt des Fachgespräches Ausbreitungsrechnungen konkretisiert wird.

4 Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft in Verbindung mit VDI 3781/4 für Halle 2 (Verbrennung von Klärschlamm)

4.1 Prüfung des Q/S-Verhältnisses

Für die geplante Abgasführung ist ein Abgasvolumenstrom von 8,333 Nm³/s (Normzustand trocken) angegeben, was einem Wert von 30.000 Nm³/h entspricht. Aus diesem Abgasstrom wurden die unten angegebenen Emissionsmassenströme ermittelt.

Stoff	S-Wert	E-Konz. [mg/m³]	Emission [g/h]	Q/S [kg/h]	Höhe [m]
Schwebstaub	0.08	5	150,0	1,9	
Pb u. anorg. V. als Pb	0.0025				
Cd u. anorg. V. als Cd	0.00013				
Hg u. anorg. V. als Hg	0.00013				
Chlor	0.09				
gasf. anorg. Chlorv. als HCl	0.1				
F u. gasf. Fluorv.als HF	0.0018				
Kohlenmonoxid CO	7.5				
Schwefeloxide als SO2	0.14	50	1500,0	10,7	
Schwefelwasserstoff	0.003				
Stickstoffoxide als NO2	0.1	150	4500,0	45,0	
Stoffe 5.2.2 Klasse I	0.005				
Stoffe 5.2.2 Klasse II	0.05				
Stoffe 5.2.2 Klasse III	0.1				
Stoffe 5.2.5 Ges.kohlenstoff	0.1				
Stoffe 5.2.5 Klasse I	0.05				
Stoffe 5.2.5 Klasse II	0.1				
Stoffe 5.2.7 Klasse I	0.00005				
Stoffe 5.2.7 Klasse II	0.0005				
Stoffe 5.2.7 Klasse III	0.005				

Abbildung 5: S-Werte und Emissionsströme der zusammengefassten Quellen

Mit dem Q/S-Wert von 45,0 kg/h stellt sich NO_2 als Leitkomponente dar, die die Schornsteinhöhe maßgeblich beeinflusst. Dabei wurde für NO_2 nach oben abschätzend der gesamte Emissionsmassenstrom für Stickstoffoxide angesetzt, da für eine genauere Betrachtung gemäß dem LAI-Merkblatt die genauen Angaben zur Zusammensetzung der emittierten Stickstoffoxide nicht vorliegen. Das sich ergebende Q/S-Verhältnis wird in der Praxis also etwas niedriger liegen als die hier ermittelten 45,0 kg/h, aber dennoch sicherlich über 10 kg/h.

Damit wird gemäß dem LAI-Merkblatt Ziffer 2.8.2 eine Ermittlung der Mindesthöhe im Rahmen der Vorgaben der TA Luft Ziffern 5.5.1 in Verbindung mit 5.5.2, 5.5.3 und 5.5.4 unentbehrlich.

4.2 Betrachtung nach 5.5.1 TA Luft

Die Nummer 5.5.1 der TA Luft gibt vor, dass Abgase so abzuleiten sind, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. In der Regel ist eine Ableitung über Schornsteine erforderlich, dessen Höhe vorbehaltlich besserer Erkenntnisse nach den Nummern 5.5.2 bis 5.5.4 zu bestimmen ist.

Wie oben beschrieben, erstreckt sich im vorliegenden Fall die Bestimmung auf Anwendung von TA Luft Nummer

- 5.5.2, 1. Absatz (folgender Abschnitt 4.3),
- 5.5.3 (Abschnitt 4.4 in diesem Dokument),
- 5.5.4 (Abschnitt 4.5 und 4.6 in diesem Dokument) und auf
- die Prüfung auf einen ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung im Hinblick auf nahestehende Einzelgebäude (nach VDI-Richtlinie 3781/4)

stattfindet.

4.3 Betrachtung nach 5.5.2 TA Luft (1. Absatz)

Bei Errichtung des Kamins ist zu gewährleisten, dass die Mindesthöhe des Kamins 3 m über der Oberkante des (gedachten) Firstes der Halle liegt. Für die Halle mit Flachdach errechnet sich die gedachte Firsthöhe nach der 20°-Regel. Diese ergibt 30,7 m Firsthöhe (bei 22,3m Gebäudehöhe und 46 m Gebäudebreite). Daraus ergibt sich für 3 m über First eine Mindesthöhe von 33,7 m über Grund.

33,7 m über Geländeoberkante ist also die bis hierher resultierende Minimalforderung.

4.4 Betrachtung nach 5.5.3 TA Luft (Nomogramm)

Nach Nr. 5.5.3 TA Luft ist die Schornsteinhöhe auf Basis der Abgasparameter (Abgasvolumenstrom, trocken, 0°C, 1013 hPa; Abgastemperatur, Q/S-Verhältnis) und dem Kamindurchmesser mittels Nomogramm zu bestimmen. Im vorliegenden Fall werden der Abgasvolumenstrom mit 30.000 m³/h, eine Abgastemperatur von 180°C sowie ein Kamindurchmesser von 1,6 m angesetzt. Die entsprechenden Eintragungen im Nomogramm können der folgenden Abbildung entnommen werden.

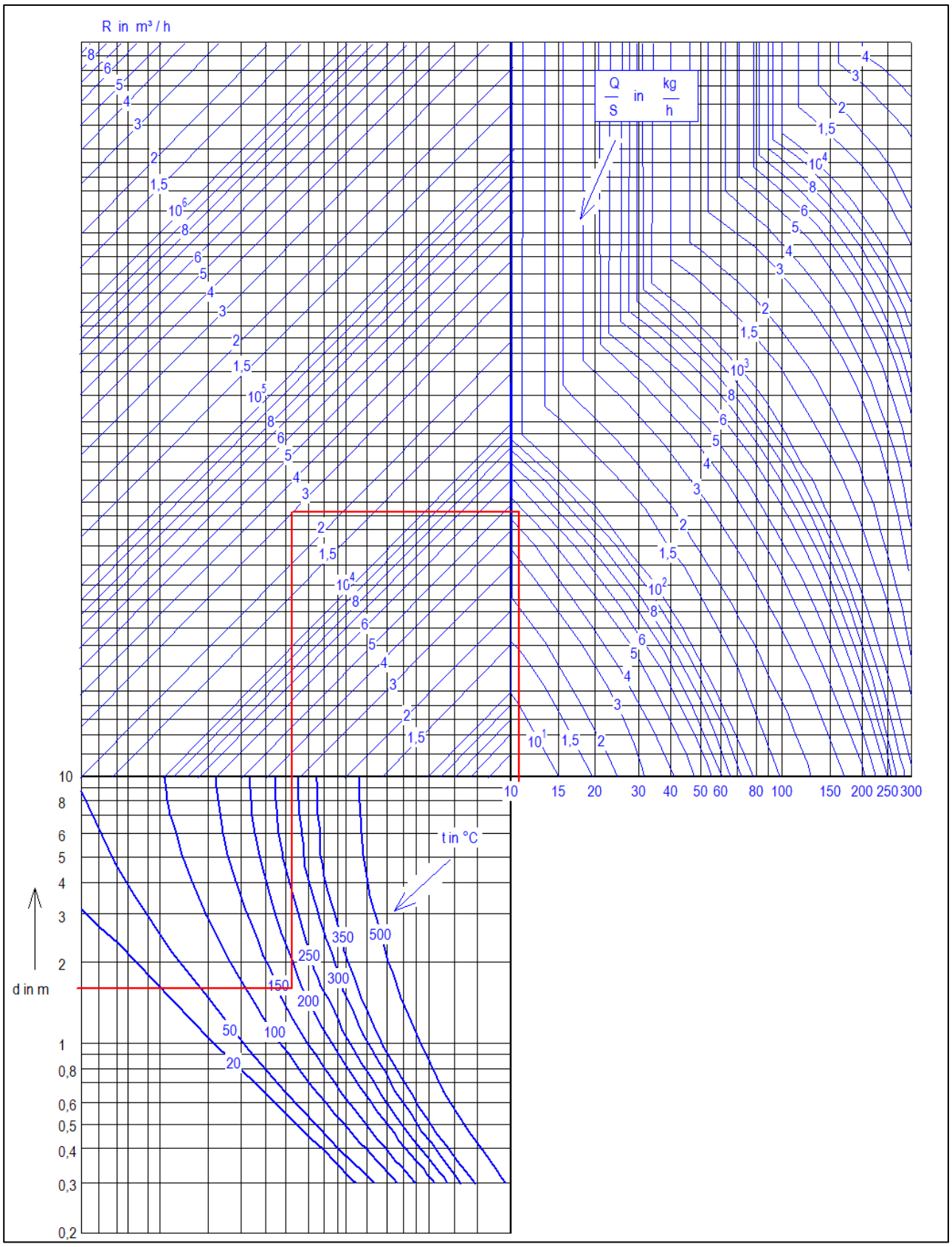

Abbildung 6: Nomogramm nach Nr. 5.5.3 TA Luft

Im Nomogramm sind die Parameterkurven blau eingezeichnet, während die entsprechenden Schnittlinien rot eingezeichnet sind. In diesem Fall wird die Mindesthöhe H' nach 5.5.3 TA Luft mit 10,7 m ermittelt.

4.5 Betrachtung nach 5.5.4 TA Luft (Bebauung und Bewuchs)

Nach Nr. 5.5.4 TA Luft ist die im vorigen Abschnitt bestimmte Mindesthöhe H' zu korrigieren, wenn im Beurteilungsgebiet die vorhandene oder geplante Bebauung oder der geschlossene Bewuchs mehr als 5 % der Fläche ausmacht. Das Beurteilungsgebebiet entspricht einem Kreis um den Schornsteinstandort, dessen Radius die 50fache Schornsteinbauhöhe, jedoch mindestens 1 km beträgt. Bei der aus dem Nomogramm ermittelten Schornsteinbauhöhe von 10,7 m ist das Beurteilungsgebiet mit einem Radius von 1 km festzulegen und umfasst eine Fläche von 3,14 km². Innerhalb dieses Beurteilungsgebietes befindet sich die Bebauung am Bahnhof Bufleben. Diese macht jedoch keine 5 % der Kreisfläche aus. Eine Korrektur der ermittelten Schornsteinhöhe nach TA Luft 5.5.3 muss nicht erfolgen.

Die nach TA Luft 5.5.2 ermittelte Schornsteinhöhe von 33,7 m über Grund stellt weiterhin die aktuelle Minimalforderung dar.

4.6 Prüfung des Einflusses von Geländeerhebungen

Bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe ist eine unebene geländeform zu berücksichtigen, wenn die Anlage in einem Tal liegt oder die Ausbreitung der Emissionen durch Geländeerhebungen gestört wird. In den Fällen, in denen die Voraussetzungen für eine Anwendung der VDI-Richtlinie 3781/2 [6] vorliegen, ist die nach 5.5.3 und 5.5.4 TA Luft bestimmte Schornsteinhöhe zu korrigieren.

Im vorliegenden Fall ist das Gelände so eben, dass auf eine Berücksichtigung im Rahmen der Schornsteinhöhenberechnung verzichtet werden kann.

4.7 Prüfung auf einen ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung im Hinblick auf nahestehende Einzelgebäude

Die Halle 2 mit dem Kamin der Klärschlammverbrennung stellt mit einer Höhe von 22,3 m das höchste Gebäude im Anlagenumfeld dar. Der Strömungseinfluss dieses Gebäudes wird bereits durch Nr. 5.5.2 der TA Luft geprüft. Eine weiterführende Prüfung entfällt damit. Die ermittelte Höhe von 33,7 m stellt damit für diesen Kamin die Mindestschornsteinhöhe dar. Dieser Wert sollte im Rahmen der Genauigkeit auf 34 m aufgerundet werden.

5 Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft in Verbindung mit VDI 3781/4 für Halle 1 (Trocknung von Klärschlamm)

5.1 Prüfung des Q/S-Verhältnisses

Für die geplante Abgasführung ist ein Abgasvolumenstrom von 55,556 m³/s (Normzustand trocken) angegeben, was einem Wert von 50.000 m³/h entspricht. Aus diesem Abgasstrom wurden die unten angegebenen Emissionsmassenströme ermittelt.

Stoff	S-Wert	E-Konz. [mg/m³]	Emission [g/h]	Q/S [kg/h]	Höhe [m]
Schwebstaub	0.08	10	500,0	6,3	
Pb u. anorg. V. als Pb	0.0025				
Cd u. anorg. V. als Cd	0.00013				
Hg u. anorg. V. als Hg	0.00013				
Chlor	0.09				
gasf. anorg. Chlorv. als HCl	0.1				
F u. gasf. Fluorv.als HF	0.0018				
Kohlenmonoxid CO	7.5				
Schwefeloxide als SO2	0.14				
Schwefelwasserstoff	0.003	3	150,0	50,0	
Stickstoffoxide als NO2	0.1				
Stoffe 5.2.2 Klasse I	0.005				
Stoffe 5.2.2 Klasse II	0.05				
Stoffe 5.2.2 Klasse III	0.1				
Stoffe 5.2.5 Ges.kohlenstoff	0.1				
Stoffe 5.2.5 Klasse I	0.05				
Stoffe 5.2.5 Klasse II	0.1				
Stoffe 5.2.7 Klasse I	0.00005				
Stoffe 5.2.7 Klasse II	0.0005				
Stoffe 5.2.7 Klasse III	0.005				

Abbildung 7: S-Werte und Emissionsströme der zusammengefassten Quellen

Mit dem Q/S-Wert von 50 kg/h stellt sich Schwefelwasserstoff als Leitkomponente dar, die die Schornsteinhöhe maßgeblich beeinflusst. Dabei wurde für Schwefelwasserstoff die maximal zulässige Emissionskonzentration nach TA Luft angesetzt.

Damit wird gemäß dem LAI-Merkblatt Ziffer 2.8.2 eine Ermittlung der Mindesthöhe im Rahmen der Vorgaben der TA Luft Ziffern 5.5.1 in Verbindung mit 5.5.2, 5.5.3 und 5.5.4 unentbehrlich.

5.2 Betrachtung nach 5.5.1 TA Luft

Die Nummer 5.5.1 der TA Luft gibt vor, dass Abgase so abzuleiten sind, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. In der Regel ist eine Ableitung über Schornsteine erforderlich, dessen Höhe vorbehaltlich besserer Erkenntnisse nach den Nummern 5.5.2 bis 5.5.4 zu bestimmen ist.

5.3 Betrachtung nach 5.5.2 TA Luft (1. Absatz)

Bei Errichtung des Kamins ist zu gewährleisten, dass die Mindesthöhe des Kamins 3 m über der Oberkante des (gedachten) Firstes der Halle liegt. Für die Halle mit Flachdach errechnet sich die gedachte Firsthöhe nach der 20°-Regel. Diese ergibt 18,8 m Firsthöhe (bei 14,3 m Gebäudehöhe und 24,5 m Gebäudebreite). Daraus ergibt sich für 3 m über First eine Mindesthöhe von 21,8 m über Grund.

21,8 m über Geländeoberkante ist also die bis hierher resultierende Minimalforderung.

5.4 Betrachtung nach 5.5.3 TA Luft (Nomogramm)

Nach Nr. 5.5.3 TA Luft ist die Schornsteinhöhe auf Basis der Abgasparameter (Abgasvolumenstrom, trocken, 0°C, 1013 hPa; Abgastemperatur, Q/S-Verhältnis) und dem Kamindurchmesser mittels Nomogramm zu bestimmen. Im vorliegenden Fall wird der Abgasvolumenstrom von 200.000 m^3/h, eine Abgastemperatur von 70°C sowie ein Kamindurchmesser von 1,6 m angesetzt. Die entsprechenden Eintragungen im Nomogramm können der folgenden Abbildung entnommen werden.

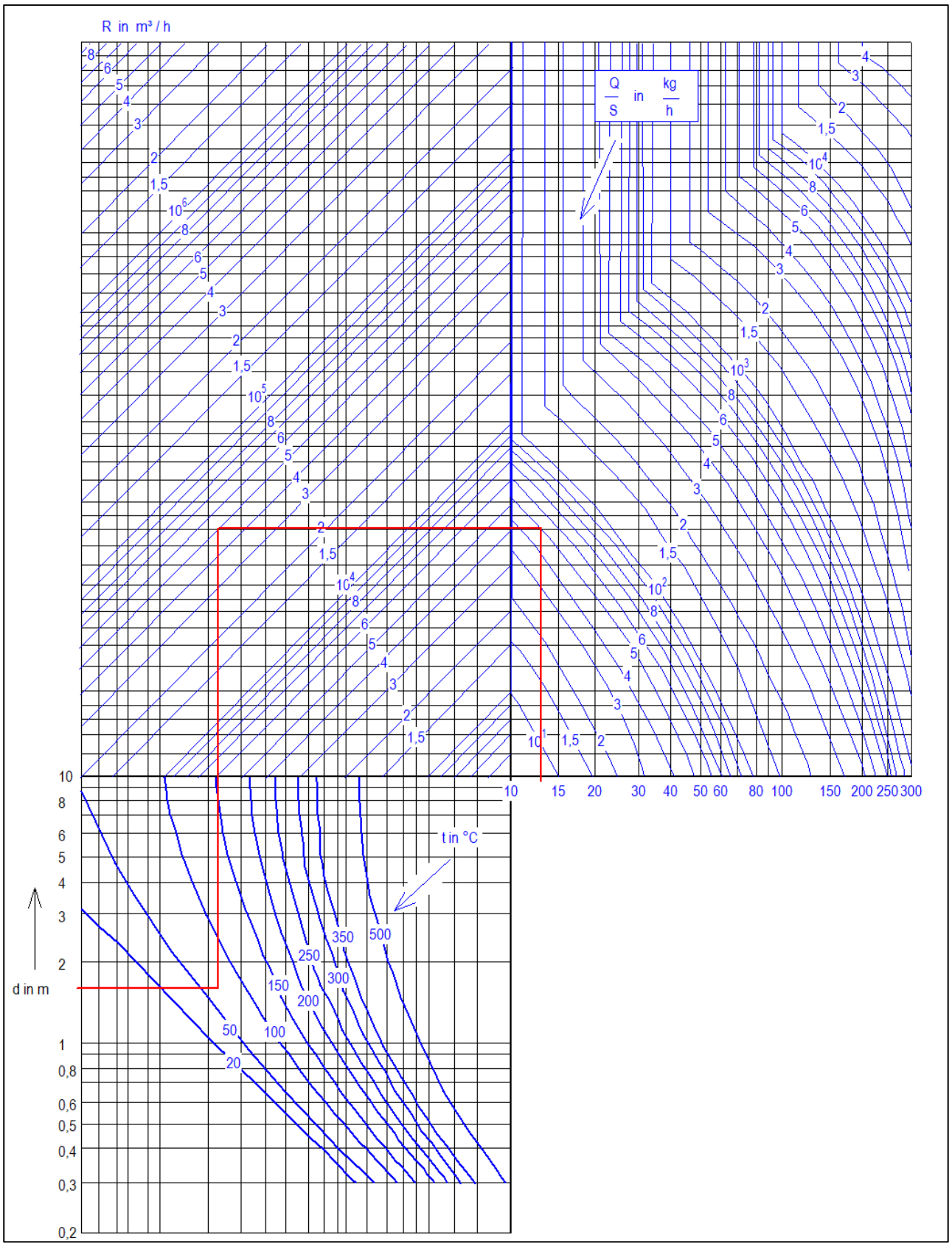

Abbildung 8: Nomogramm nach Nr. 5.5.3 TA Luft

Im Nomogramm sind die Parameterkurven BHKW blau eingezeichnet, während die entsprechenden Schnittlinien rot eingezeichnet sind. Ein Schnitt mit der Kurve für das Q/S-Verhältnis ergibt eine Mindesthöhe H' für den Schornstein bei 12,9 m.

5.5 Betrachtung nach 5.5.4 TA Luft (Bebauung und Bewuchs)

Nach Nr. 5.5.4 TA Luft [1] ist die im vorigen Abschnitt bestimmte Mindesthöhe H' zu korrigieren, wenn im Beurteilungsgebiet die vorhandene oder geplante Bebauung oder der geschlossene Bewuchs mehr als 5 % der Fläche ausmacht. Das Beurteilungsgebebiet entspricht einem Kreis um den Schornsteinstandort, dessen Radius die 50fache Schornsteinbauhöhe, jedoch mindestens 1 km beträgt. Bei der aus dem Nomogramm ermittelten Schornsteinhöhe von 12,9 m ist das Beurteilungsgebiet mit einem Radius von 1 km festzulegen und umfasst eine Fläche von 3,1 km². Innerhalb dieses Beurteilungsgebietes befindet sich die Bebauung am Bahnhof Bufleben. Diese nimmt jedoch nicht mehr als 5 % der Kreisfläche ein.

Somit ist keine weitere Korrektur aufgrund von Bebauung und Bewuchs notwendig, was zur Mindesthöhe H = 12,9 m führt. Dies ist als Ergebnis der Mindesthöhenbestimmung nach TA Luft 5.5.3 und 5.5.4 anzusehen, wobei anzumerken ist, dass die bisherige Forderung nach 5.5.2 (21,8 m über Grund) bereits darüber hinausgeht.

Es empfiehlt sich, die ermittelte Höhe von 21,8 m auf mindestens 22 m aufzurunden.

5.6 Prüfung des Einflusses von Geländeerhebungen

Bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe ist eine unebene Geländeform zu berücksichtigen, wenn die Anlage in einem Tal liegt oder die Ausbreitung der Emissionen durch Geländeerhebungen gestört wird. In den Fällen, in denen die Voraussetzungen für eine Anwendung der VDI-Richtlinie 3781/2 vorliegen, ist die nach 5.5.3 und 5.5.4 TA Luft bestimmte Schornsteinhöhe zu korrigieren.

Die in Abschnitt 4.6 angestellten Überlegungen gelten analog zum Kamin an Halle1, da die geometrischen Gegebenheiten hinsichtlich der Orographie die gleichen sind. Mithin liegen die geometrischen Verhältnisse im vorliegenden Fall so, dass eine zusätzliche Korrektur aufgrund von Geländeunebenheiten nicht notwendig ist.

5.7 Prüfung auf einen ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung im Hinblick auf nahestehende Einzelgebäude

Die umliegenden Gebäude könnten den ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung behindern. Eine Abschätzung kann auf Basis der VDI-Richtlinie 3781/4 erfolgen. Nach der VDI-Richtlinie werden drei voneinander unabhängige Schornsteinmindesthöhen berechnet:

- Mindesthöhe H_{A1} für das Einzelgebäude mit Abgasableiteinrichtung
- Mindesthöhe H_{A2} für vorgelagerte (umgebende) Bebauung
- Mindesthöhe H_E für das Bezugsniveau im Einwirkungsbereich der Abgasableiteinrichtung

Der mit diesen drei Varianten ermittelten Schornsteinhöhe ist ein additiver Term $H_Ü$ zur Berücksichtigung der turbulenten Scherschicht der Rezirkulationszonen hinzuzufügen. Dieser Term $H_Ü$ ergibt sich in Abhängigkeit der Feuerungswärmeleistung (Feuerungsanlagen) bzw. des Emissionsmassenstromes.

Für andere als Feuerungsanlagen soll der $H_Ü$ in der Regel 3 m betragen. Dies gilt insbesondere für Anlagen, die der 31 BImSchV [7] unterliegen. Bei Anlagen außerhalb des Anwendungsbereiches der 31. BImSchV [7] kann der Wert für $H_Ü$ sinngemäß wie bei Feuerungsanlagen nach dem folgenden Schema bestimmt werden:

	additiver Term $H_Ü$ [m]
Nenn- oder Feuerungswärme-leistung Q_N oder Q_F	
$Q_N \leq 400$ kW	0,4
$Q_N > 400$ kW bis $Q_F < 1$ MW	1,0
$Q_F \geq 1$ MW	3,0

Eine sinngemäße Abstufung kann hier nach gutachterlicher Auffassung in Anlehnung an das LAI-Merkblatt erfolgen. Dabei wird in drei Kategorien beim Q/S-Verhältnis unterschieden. Für ein Q/S-Verhältnis < 1 kg/h wäre demnach $H_Ü$ mit 0,4 m zu bemessen. Für 1 kg/h ≤ Q/S< 10 kg/h wäre $H_Ü$ mit 1 m und für Q/S ≥ 10 kg/h wäre $H_Ü$ mit 3 m festzulegen.

Dieser Vorgehensweise liegt die Ansicht zugrunde, dass bei einem Q/S-Verhältnis ≥ 10 kg/h nicht mehr von einem geringfügigen Wert zu sprechen ist. Demnach wären die Anforderungen der Nr. 5.5.2 Absatz 1 TA Luft mit einer Überragung des (fiktiven) Dachfirstes um 3 m ohnehin einzuhalten.

Für das im vorliegenden Fall ermittelte Q/S-Verhältnis von 200 kg/h ergibt sich ein Wert $H_Ü$ von 3 m.

In einem Umkreis von 50 m um den Standort des Kamins befinden sich keine Wohnnutzungen. Demnach kann auf die Ermittlung der Höhe von H_E verzichtet werden. Da es sich um einen frei stehenden Kamin handeln soll, besteht formal kein Gebäude mit der Abgasableiteinrichtung. Damit beschränkt sich die Schornsteinhöhenbestimmung auf die Ermittlung der Höhe H_{A2}.

Als vorgelagerte Gebäude sind die umliegenden Hallen der geplanten Anlage zu betrachten.

Die nachfolgende Abbildung stellt das Gebäudemodell als 3D-Modell dar. Dieses wurde mit dem Programm WinSTACC [8], das eine programmtechnische Umsetzung der VDI-Richtlinie 3781/4 darstellt, erstellt.

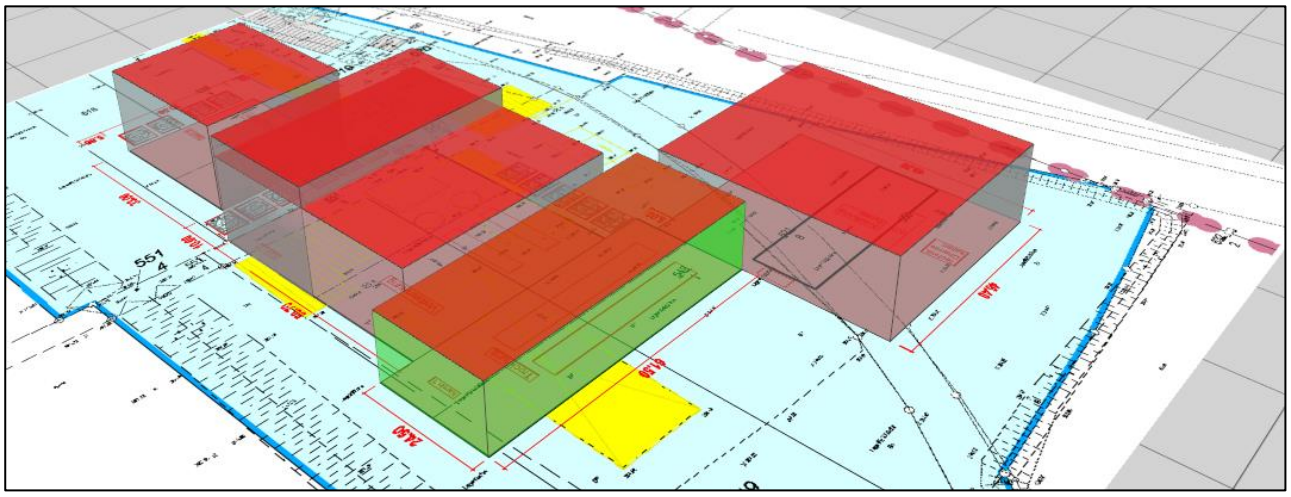

Abbildung 9: 3D-Modell für die Ermittlung der Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781/4

In der folgenden Tabelle sind die, für die Ermittlung des Wertes H_{A2}, erforderlichen Eingabewerte zusammengestellt. Die eingetragenen Höhen beziehen sich jeweils auf die Geländeoberkante.

Tabelle 2: Gebäudeparameter und resultierende Kaminhöhen (einschließlich $H_Ü$)

Parameter	Annahme	Verbrennung 1	Verbrennung 2	Düngerproduktion
Firsthöhe (einschließlich Aufbauten) H_{First}	16,9 m	18,2 m	22,3 m	18,2 m
effektive Gebäudelänge l_{eff}	52,5 m	65,4 m	52,2 m	36,8 m
Länge der Rezirkulationszone l_{RZ}	51,7 m	60,3 m	57,7 m	42,8 m
Abstand der Gebäudegrenze zum Kamin l_A	61,3 m	27,8 m	54,4 m	87,3 m
Kaminhöhe H_{A2}	0,0 m	26,7 m	12,7 m	0,0 m

Anhand der Formeln der VDI-Richtlinie 3781/4 für vorgelagerte Gebäude ergibt sich für eine freie Anströmung des Kamins eine Mindesthöhe von 26,7 m über Grund. Dieser sollte im Rahmen der Genauigkeit auf 27 m aufgerundet werden. Die Rezirkulationszonen der betrachteten Gebäude sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

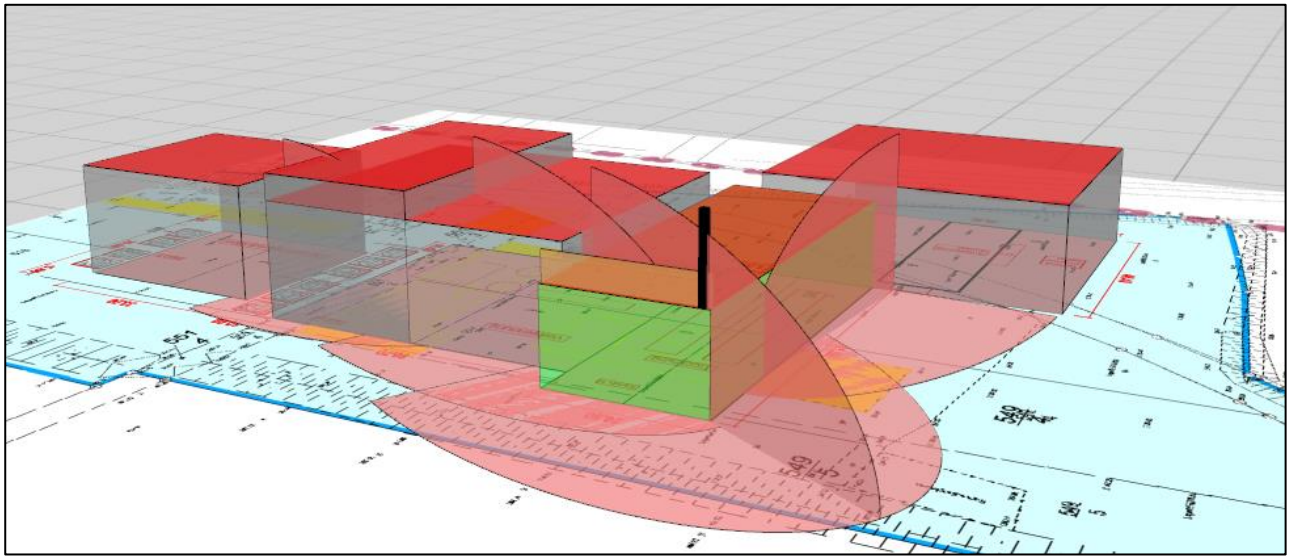

Abbildung 10: Rezirkulationszonen nach VDI 3781/4

Als resultierende Mindesthöhe nach TA Luft und VDI-Richtlinie 3781/4 ergibt sich damit ein Wert von 27 m über Grund.

6 Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft in Verbindung mit VDI 3781/4 für Halle 3 (Herstellung von Dünger)

6.1 Prüfung des Q/S-Verhältnisses

Beim geplanten Kamin handelt es sich um eine gefasste Emission der gesammelten Hallenabluft. Substanzen im S-Werten nach TA Luft machen keinen nennenswerten Anteil der Emissionen aus. Die Ermittlung des Q/S-Verhältnisses liefert somit keine Werte.

Allerdings emittiert der benannte Kamin Geruchsstoffe, was eine Ermittlung der Mindesthöhe nach GIRL [9] zusätzlich zu den allgemeinen Betrachtungen nach TA Luft 5.5.1 und 5.5.2 erforderlich macht.

6.2 Betrachtung nach 5.5.1 TA Luft

Die Nummer 5.5.1 der TA Luft gibt vor, dass Abgase so abzuleiten sind, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. In der Regel ist eine Ableitung über Schornsteine erforderlich, dessen Höhe vorbehaltlich besserer Erkenntnisse nach den Nummern 5.5.2 bis 5.5.4 zu bestimmen ist. Hier reduziert sich dies auf eine Betrachtung nach Nummer 5.5.2.

6.3 Betrachtung nach 5.5.2 TA Luft (1. Absatz)

Bei Errichtung des Kamins ist zu gewährleisten, dass die Mindesthöhe des Kamins 3 m über der Oberkante des (gedachten) Firstes der Halle liegt. Für die Halle mit Flachdach errechnet sich die gedachte Firsthöhe nach der 20°-Regel. Diese ergibt 23,7 m Firsthöhe (bei 18,2 m Gebäudehöhe und 30 m Gebäudebreite). Daraus ergibt sich für 3 m über First eine Mindesthöhe von 26,7 m über Grund.

26,7 m über Geländeoberkante ist also die bis hierher resultierende Minimalforderung.

6.4 Betrachtung nach GIRL

Nach GIRL ist die Mindesthöhe so zu bemessen, dass die Kenngröße der zu erwartenden Zusatzbelastung auf keiner Beurteilungsfläche den Wert 0,06 (6 %) überschreitet.

Für eine Höhe des Kamins an Halle 3 von 30 m (vorsorglich angesetzt also obere Abschätzung der Mindestforderung nach 5.5.2 von 26,7 m) wurde anhand der Immissionsprognose Warza.2020.04 nachgewiesen, dass die gesamte Anlage auf allen zur Beurteilung herangezogenen Flächen nur eine irrelevante Zusatzbelastung von nicht mehr als 0,02 (2 %) liefert.

Damit ist der Nachweis erbracht, dass die angesetzte Höhe von 30 m für den Kamin an Halle 3 sowohl den Mindestforderungen nach TA Luft 5.5.2 als auch den Anforderungen der GIRL genügt.

6.5 Prüfung auf einen ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung im Hinblick auf nahestehende Einzelgebäude

Die umliegenden Gebäude könnten den ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung behindern. Dementsprechend erfolgt auch für diesen Kamin eine Abschätzung auf Basis der VDI-Richtlinie 3781/4.

Für da im vorliegenden Fall kein Q/S-Verhältnis ermittelt werden kann, wird ein Wert $H_Ü$ von 0,4 m zugrunde gelegt.

In einem Umkreis von 50 m um den Standort des Kamins befinden sich keine Wohnnutzungen. Demnach kann auf die Ermittlung der Höhe von H_E verzichtet werden. Da es sich um einen frei stehenden Kamin handeln soll, besteht formal kein Gebäude mit der Abgasableiteinrichtung. Damit beschränkt sich die Schornsteinhöhenbestimmung auf die Ermittlung der Höhe H_{A2}.

Als vorgelagerte Gebäude sind die umliegenden Hallen und die nahe gelegenen Silos der geplanten Anlage zu betrachten.

Die nachfolgende Abbildung stellt das Gebäudemodell als 3D-Modell dar. Dieses wurde mit dem Programm WinSTACC, das eine programmtechnische Umsetzung der VDI-Richtlinie 3781/4 darstellt, erstellt.

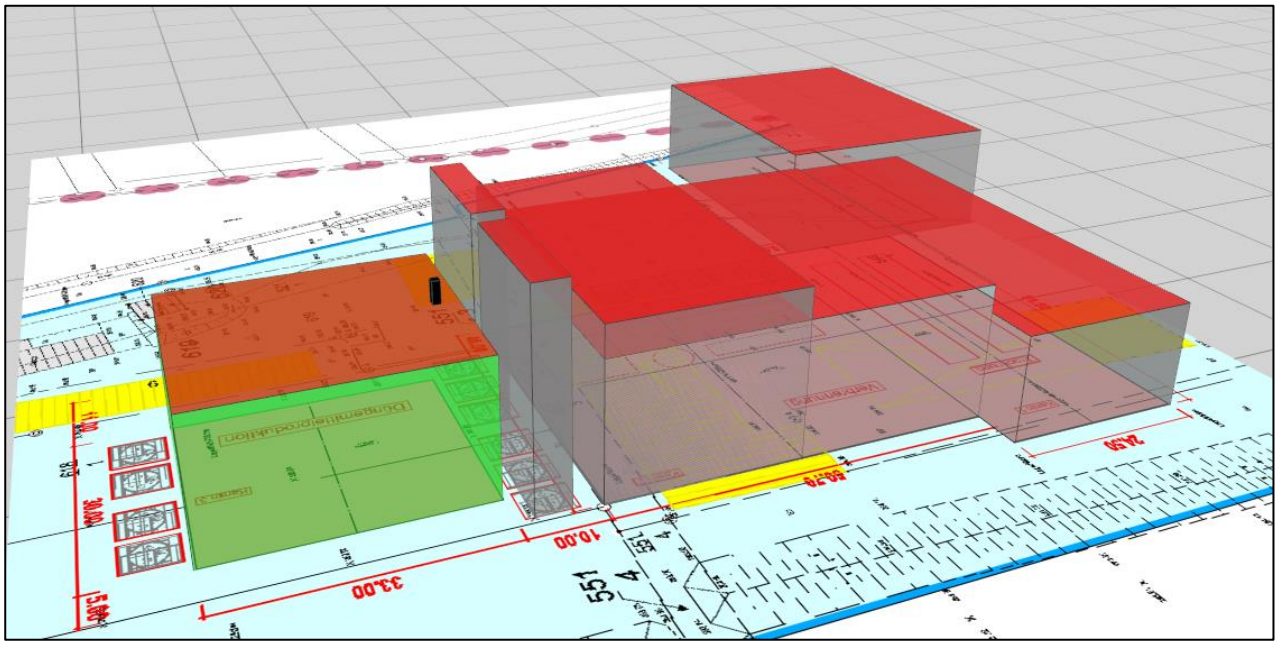

Abbildung 11: 3D-Modell für die Ermittlung der Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781/4

In der folgenden Tabelle sind die, für die Ermittlung des Wertes H_{A2}, erforderlichen Eingabewerte zusammengestellt. Die eingetragenen Höhen beziehen sich jeweils auf die Geländeoberkante.

Tabelle 3: Gebäudeparameter und resultierende Kaminhöhen (einschließlich $H_Ü$)

Parameter	Verbrennung 1	Verbrennung 2	Siloblock	Siloblock
Firsthöhe (einschließlich Aufbauten) H_{First}	18,2 m	22,3 m	28,0 m	28,0 m
effektive Gebäudelänge l_{eff}	49,3 m	48,3 m	13,5 m	13,6 m
Länge der Rezirkulationszone l_{RZ}	51,4 m	54,8 m	21,0 m	21,2 m
Abstand der Gebäudegrenze zum Kamin l_A	12,8 m	12,8 m	8,9 m	8,8 m
Kaminhöhe H_{A2}	26,1 m	26,5 m	26,7 m	26,8 m

Anhand der Formeln der VDI-Richtlinie 3781/4 für vorgelagerte Gebäude ergibt sich für eine freie Anströmung des Kamins eine Mindesthöhe von 26,8 m über Grund. Die Rezirkulationszonen der betrachteten Gebäude sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

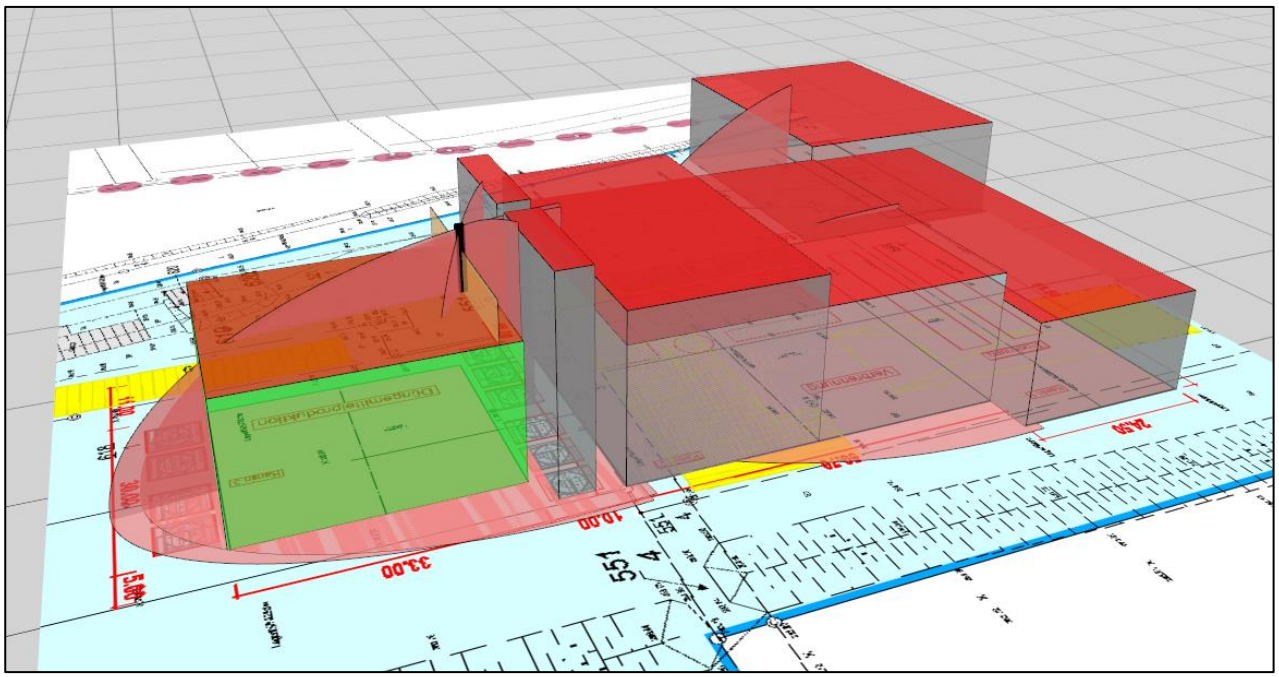

Abbildung 12: Rezirkulationszonen nach VDI 3781/4

Als resultierende Mindesthöhe nach TA Luft und VDI-Richtlinie 3781/4 ergibt sich damit ein Wert von 26,8 m über Grund. Dieser Wert sollte im Rahmen der Genauigkeit auf 27 m aufgerundet werden.

7 Zusammenfassung

Die zu ermittelnde Mindesthöhe für die Kamine an Trocknung und Verbrennung wurde nach TA Luft 5.5 und VDI-Richtlinie 3781/4 zu 27 m (Halle 1 Trocknung) bzw. 34 m (Halle 2 Verbrennung) bestimmt. Insbesondere wurden die Mindestanforderungen nach TA Luft 5.5.2, das Q/S-Verhältnis nach TA Luft 5.5.3, Bebauung und Bewuchs nach TA Luft 5.5.4 berücksichtigt. Der Einfluss einzelner Gebäude auf die freie Abströmung wurde nach VDI-Richtlinie 3781/4 geprüft.

Die zu ermittelnde Mindesthöhe für den Kamin an Halle 3 (Düngemittelproduktion) wurde nach TA Luft 5.5.2 und GIRL zu 27 m bestimmt.

Frankenberg, am 3. September 2020

Dipl.- Ing. Jens Förster
- bearbeitet -

Dipl.-Ing. Robert Weise
- freigegeben -

8 Schrifttum

[1] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, „Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz," vom 24. Juli 2002.

[2] Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung, Fachgespräch Ausbreitungsrechnung, 6. November 2012.

[3] VDI 3781 Blatt 4 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Ableitbedingungen für Abgase - Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen,* Beuth Verlag GmbH, vom Juli 2017; in aktueller Fassung.

[4] Statistisches Bundesamt , *Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland,* Wiesbaden.

[5] BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz, *Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge,* vom 17. Mai 2013.

[6] VDI 3781 Blatt 2 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre, Schornsteinhöhen unter Berücksichtigung unebener Geländeformen,* Düsseldorf: Beuth-Verlag, vom August 1981; in aktueller Fassung.

[7] 31. BImSchV - VOC-Verordnung, *31. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung zur Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen bei der Verwendung organischer Lösemittel in bestimmten Anlagen,* vom 21. August 2001 (BGBl. I Nr. 44 vom 24.08.2001 S. 2180); in aktueller Fassung.

[8] Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, *WinSTACC Version 1.0.6.0,* 2020.

[9] Geruchsimmissions-Richtlinie - GIRL, *Feststellung und Bewertung von Geruchsimmissionen in der Fassung vom 28. Februar 2008 und einer Ergänzung vom 10. September 2008 mit Begründung und Auslegungshinweisen in der Fassung vom 29. Februar 2008.*