



Ausbreitung von Luftbeimengungen - Prüfung von Immissionsprognosen und Schornsteinhöhenberechnungen

Ort & Datum:

Thüringischer Landkreistag, Erfurt, 10. November 2021

Vortragender:

Dipl.-Met. André Zorn

Inhalt:

- ★ Vergleich „alte“ und „neue“ TA Luft
- ★ Allgemeines und Ableitung von Gerüchen (TA Luft Anhang 7)
- ★ ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung (VDI 3781 Bl.4)
- ★ Ausreichende Verdünnung von Luftschadstoffen (BESMIN)
- ★ Bebauung & Bewuchs sowie unebenes Gelände (Kavitätskriterium)
- ★ Zusammenwirken mehrerer Schornsteine (BESMAX)
- ★ Fazit

Diverse Kartenhintergründe:

GoogleMaps, Quelle: [crs=EPSG:3857&format&type=xyz&url=https://mt1.google.com/vt/lyrs%3D%26x%3D%7Bx%7D%26y%3D%7By%7D%26z%3D%7Bz%7D&zmax=19&zmin=0](https://mt1.google.com/vt/lyrs%3D%26x%3D%7Bx%7D%26y%3D%7By%7D%26z%3D%7Bz%7D&zmax=19&zmin=0)

OpenStreetMaps, Quelle: [crs=EPSG:3857&format&type=xyz&url=https://tile.openstreetmap.org/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png&zmax=19&zmin=0](https://tile.openstreetmap.org/%7Bz%7D/%7Bx%7D/%7By%7D.png&zmax=19&zmin=0)



Vorstellung: zur Person des Autors



-  Diplom-Meteorologe (Humboldt-Universität zu Berlin von 1982 bis 1987)
-  Flugwetterdienst mit Piloten-Training und Streckenberatung (Strausberg von 1988 bis 1990)
-  Genehmigung und Überwachung von Anlagen in hierfür zuständigen Immissionsschutz-Behörden (Berlin 1990/1991 und Erfurt 2008/2009)
-  Messstellen für Luftschadstoffe und Gerüche nach §§ 26/28 bzw. § 29b BImSchG (TÜV Hessen, TÜV Umwelttechnik, TÜV Thüringen, Agrar- und Umweltanalytik, Eurofins von 1992 bis 2008 sowie AIRTEC Leipzig seit 2010)

-  Durch die Deutsche Meteorologische Gesellschaft als Beratender Meteorologe für das Arbeitsgebiet "Ausbreitung von Luftbeimengungen" anerkannt (DMG e.V. seit 2014)
-  Von der Industrie- und Handelskammer öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Ausbreitung von Luftbeimengungen (IHK Südthüringen seit 2015)

Kontakt:

Büro für Immissionsprognosen | Triftstraße 2 | 99330 Geratal OT Frankenhain
T: 036205 91273 | M: 0171 2889516 | E: a.zorn@immissionsprognosen.com



Wortlaut der Nr. 5.5 TA Luft

Liegt der Landschaftshorizont, von der Mündung des Schornsteins aus betrachtet, über der Horizontalen und ist sein Winkel zur Horizontalen in einem mindestens 20 Grad breiten Richtungssektor größer als 15 Grad, soll die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, bis dieser Winkel kleiner oder gleich 15 Grad ist.

5.5.3 Altanlagen

Nummer 5.5.2 findet keine Anwendung für

- a) Altanlagen im Sinne dieser Verwaltungsvorschrift,
- b) Altanlagen im Sinne der TA Luft vom 24. Juli 2002 (GMBI S.511) und
- c) Altanlagen im Sinne der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) vom 27. Februar 1986 (GMBI S.95),

wenn die Anlage diejenigen Anforderungen an die Schornsteinhöhe erfüllt, die zum Zeitpunkt ihrer Errichtung oder, im Fall von späteren Änderungen, der letzten wesentlichen Änderung im Sinne des §16 BImSchG galten.

5.5 Ableitung von Abgasen

5.5.1 Allgemeines

Abgase sind so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung und eine ausreichende Verdünnung ermöglicht werden. In der Regel ist eine Ableitung über Schornsteine erforderlich, deren Höhe vorbehaltlich besserer Erkenntnisse nach der Nummer 5.5.2 zu bestimmen ist. Die Anforderungen des Anhangs 7 an die Schornsteinhöhe sind gesondert zu beachten.

5.5.2 Ableitung über Schornsteine

5.5.2.1 Allgemeines

Die Lage und Höhe der Schornsteinmündung soll den Anforderungen der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017) genügen.

Danach soll der Schornstein mindestens

- a) eine Höhe von 10 m über dem Grund und
- b) eine den Dachfirst um 3 m überragende Höhe haben und
- c) die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume in einem Umkreis von 50 m um 5 m überragen.

Hierbei soll bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad die Höhe des Dachfirstes in der Regel unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad berechnet wer-

den, die gebäudebedingte Schornsteinhöhe soll jedoch das Zweifache der Gebäudehöhe nicht überschreiten.

Darüber hinaus muss die Schornsteinhöhe den Anforderungen der Nummern 5.5.2.2 und 5.5.2.3 genügen. Die so bestimmte Schornsteinhöhe soll vorbehaltlich abweichender Regelungen 250 m nicht überschreiten; ergibt sich eine größere Schornsteinhöhe als 200 m, sollen weitergehende Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung angestrebt werden.

Bei mehreren Schornsteinen der Anlage ist die Einhaltung des S-Wertes gemäß Nummer 5.5.2.2 durch Überlagerung der Konzentrationsfahnen der Schornsteine zu prüfen. Bestehende Schornsteine der Anlage sind bei der Überlagerung mit dem halben Emissionsmassenstrom zu berücksichtigen.

Die Nummern 5.5.2.2 und 5.5.2.3 finden keine Anwendung für Geruchsstoffe.

Wenn bei einer nach den Absätzen 1 bis 4 bestimmten Schornsteinhöhe die nach dem Mess- und Beurteilungsverfahren (Nummer 4.6) zu ermittelnde Kenngröße für die Gesamtbelastung (Nummer 4.7) den Immissionswert für das Jahr (Nummern 4.2 bis 4.5) überschreitet, ist zunächst eine Verminderung der Emissionen anzustreben. Ist dies nicht möglich, muss die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, dass dadurch ein Überschreiten des Immissionswertes für das Jahr verhindert wird.

Die nach Nummer 5.5.2 bestimmte Schornsteinhöhe ist die erforderliche Bauhöhe. Sie darf durch die tatsächliche Bauhöhe maximal 10 Prozent überschritten werden. In begründeten Fällen kann die zuständige Behörde größere Schornsteinbauhöhen zulassen. Insbesondere ist bei einer Änderungsgenehmigung die weitere Verwendung eines bestehenden Schornsteins zulässig, dessen tatsächliche Bauhöhe die erforderliche Bauhöhe überschreitet. Falls die tatsächliche Bauhöhe eines neu errichteten Schornsteins die erforderliche Bauhöhe um mehr als 10 Prozent überschreitet und die Gesamtzusatzbelastung nur aus diesem Grund irrelevant bleibt, befreit dies nicht von der Bestimmung der Immissionskenngrößen gemäß Nummer 4.1 Absatz 4 Buchstabe c.

Bei Emissionsquellen mit geringen Emissionsmassenströmen sowie in Fällen, in denen nur innerhalb weniger Stunden aus Sicherheitsgründen Abgase emittiert werden, kann die erforderliche Schornsteinhöhe im Einzelfall festgelegt werden. Dabei sind eine ausreichende Verdünnung und ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung anzustreben.

5.5.2.2 Bestimmung der Schornsteinhöhe

Maßstab für eine ausreichende Verdünnung der Abgase ist die maximale bodennahe Konzentration jedes emittierten, in Anhang 6 aufgeführten Stoffes in einer stationären Ausbreitungssituation. Die Schornsteinhöhe ist so zu bestimmen, dass diese Konzentration den S-Wert nicht überschreitet.

Die Konzentration ist mit einer Ausbreitungsrechnung nach Anhang 2 zu bestimmen unter Berücksichtigung der zu betrachtenden Ausbreitungssituationen und Festlegungen nach Anhang 2, Nummer 14. Für den S-Wert sind die in Anhang 6 festgelegten Werte einzusetzen.

Als Eingangsgrößen der Ausbreitungsrechnung sind zu verwenden:

d in m	Innendurchmesser des Schornsteins an der Schornsteinmündung;
----------	--

v in m/s	Geschwindigkeit des Abgases an der Schornsteinmündung;
T in °C	Temperatur des Abgases an der Schornsteinmündung;
in	
x kg/kg	Wasserbelastung (kg Wasserdampf und Flüssigwasser pro kg trockener Luft) des Abgases an der Schornsteinmündung;
Q in kg/h	Emissionsmassenstrom des luftverunreinigenden Stoffes; für karzinogene Fasern die je Zeiteinheit emittierte Faserzahl in 106 Fasern/h;
S in mg/m ³	Konzentration des luftverunreinigenden Stoffes, die nicht überschritten werden darf; für karzinogene Fasern die Anzahlkonzentration in Fasern/m ³ , die nicht überschritten werden darf.

Für v , T , x und Q sind die Werte einzusetzen, die sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb unter den für die Luftreinhalteung ungünstigsten Betriebsbedingungen ergeben, insbesondere hinsichtlich des Einsatzes der Brenn- bzw. Rohstoffe.

Bei der Emission von Stickstoffmonoxid ist ein Umwandlungsgrad von 60 Prozent zu Stickstoffdioxid zugrunde zu legen. Das bedeutet, dass der Emissionsmassenstrom der Stickstoffoxide (Summe aus Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid angegeben als Stickstoffdioxid) mit dem Faktor $(0,6+0,4 \cdot p)$ zu multiplizieren ist, wobei p der relative Anteil des Stickstoffdioxids im Emissionsmassenstrom ist.

Bei Verbrennungsmotoren sind die Emissionen an Methan als Bestandteil der organischen Stoffe im Abgas, angegeben als Gesamtkohlenstoff, nicht für die Bestimmung der Schornsteinhöhe zu berücksichtigen.

5.5.2.3 Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs sowie unebenem Gelände

Die Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nummer 5.5.2.2 setzt voraus, dass das Windfeld bei der Anströmung des Schornsteins nicht wesentlich durch geschlossene Bebauung oder geschlossenen Bewuchs nach oben verdrängt wird und dass die Schornsteinmündung nicht in einer geländebedingten Kavitätzone des Windfeldes liegt. Falls diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, ist die nach Nummer 5.5.2.2 bestimmte Schornsteinhöhe gemäß den folgenden Absätzen zu korrigieren.

Maßgeblich für die Verdrängung des Windfeldes durch Bebauung oder Bewuchs ist das Innere eines Kreises um den Schornstein mit dem Radius der 15-fachen Schornsteinhöhe gemäß Nummer 5.5.2.2, mindestens aber mit dem Radius 150 m.

Innerhalb dieses Kreises ist der Bereich mit geschlossener vorhandener oder nach einem Bebauungsplan zulässiger Bebauung oder geschlossenem Bewuchs zu ermitteln, der 5 Prozent der Fläche des genannten Kreises umfasst und in dem die Bebauung oder der Bewuchs die größte mittlere Höhe über Grund aufweist. Einzelstehende höhere Objekte werden hierbei nicht berücksichtigt. Soweit ein solcher Bereich vorliegt, ist die in Nummer 5.5.2.2 bestimmte Schornsteinhöhe um diese Höhe zu erhöhen.

In unebenem Gelände wird der Schornstein mit der nach Nummer 5.5.2.2 bestimmten, ggf. um Bebauung und Bewuchs korrigierten Schornsteinhöhe betrachtet.



Allgemeines	Was war:	Was ist:	Was wird:
Regelwerke	Nr. 5.5 TA Luft 2002	seit Januar 2019 LAI-Ausschuss L/W/V	Nr. 5.5 TA Luft 2021
allgemein	10 m über Grund 3 m über First ggf. bei 20°- Dachneigung	dito	10 m über Grund 3 m über First ggf. bei 20°- Dachneigung 5 m über Zuluftöffnungen im Umkreis von 50 m
hohe Einzelgebäude	erst seit ca. 2010...2012: Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung	VDI 3781 Bl.4 (2017) Merkblatt 2021	VDI 3781 Bl.4 (2017)
bei nicht nur geringen Emissionen ($Q/S \geq 10$)	Nomogramm	dito	BESMIN
Zusatzbetrag für Bebauung und Bewuchs	J-Wert berechnet aus dem Verhältnis Bebauungs- zur Nomogramm-Höhe im (gesamten!) Beurteilungsgebiet	dito	Bebauung + Bewuchs im Umkreis von $15 \times h_b$ jedoch mindestens 150 m
Korrektur für Gelände	VDI 3781 Bl. 2 (1981)	dito	15°-Kavitätszone
Zusammenwirken mit anderen Quellen	bei $\Delta x \leq 5 \times \varnothing_{hyd}$ mit $\sum Q$ & $\sum W$ & $\sum I$ bei $5 \times \varnothing_{hyd} < \Delta x \leq 1,4 \times h_q$ nur $\sum Q$	dito	BESMAX



Abkürzungen

Δx	Abstand zwischen zwei Abgasableitungen
\varnothing_{hyd}	hydraulischer Innendurchmesser im Mündungsniveau einer Abgasableitung
$\sum Q$	Vereinigung der Schadstoff-Emissionen bei mehreren Abgasableitungen
$\sum W$	Vereinigung der Wärme bei mehreren Abgasableitungen
$\sum I$	Vereinigung des Austrittsimpulses bei mehreren Abgasableitungen
hb	durchschnittliche Höhe von Bebauung und Bewuchs
BESMIN & BESMAX	Rechenprogramme der Umweltbundesamts
hq	Schornsteinbauhöhe

- ★ Bei konkreten Berechnungen sind stets die originalen Regelwerke zu verwenden und die jeweiligen Anwendungsvoraussetzungen zu befolgen.
- ★ TA Luft 2002 Nr. 5.5.1: 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. D.h., schon gemäß der „alten“ TA Luft ist die Schornsteinhöhe nach den besseren Erkenntnissen der „neuen“ TA Luft zu berechnen.



Allgemeines:

- ☁ Abgase sind so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung und eine ausreichende Verdünnung ermöglicht werden.
- ☁ In der Regel ist eine Ableitung über Schornsteine erforderlich, deren Höhe vorbehaltlich besserer Erkenntnisse nach der Nummer 5.5.2 zu bestimmen ist.
- ☁ Die Anforderungen der Nr. 2.1 des Anhangs 7 der TA Luft an die Schornsteinhöhe sind gesondert zu beachten:

Die Schornsteinhöhe ist in der Regel so zu bemessen, dass die relative Häufigkeit der Geruchsstunden bezogen auf ein Jahr auf keiner Beurteilungsfläche, für die Immissionswerte gelten, den Wert 0,06 überschreitet, wobei der Faktor für angenehme Gerüche nach Nummer 5 des Anhangs 7 der TA Luft nicht anzuwenden ist. Gleiches gilt für die Faktoren der Berücksichtigung der Belästigungsrelevanz bei Tierhaltungen.

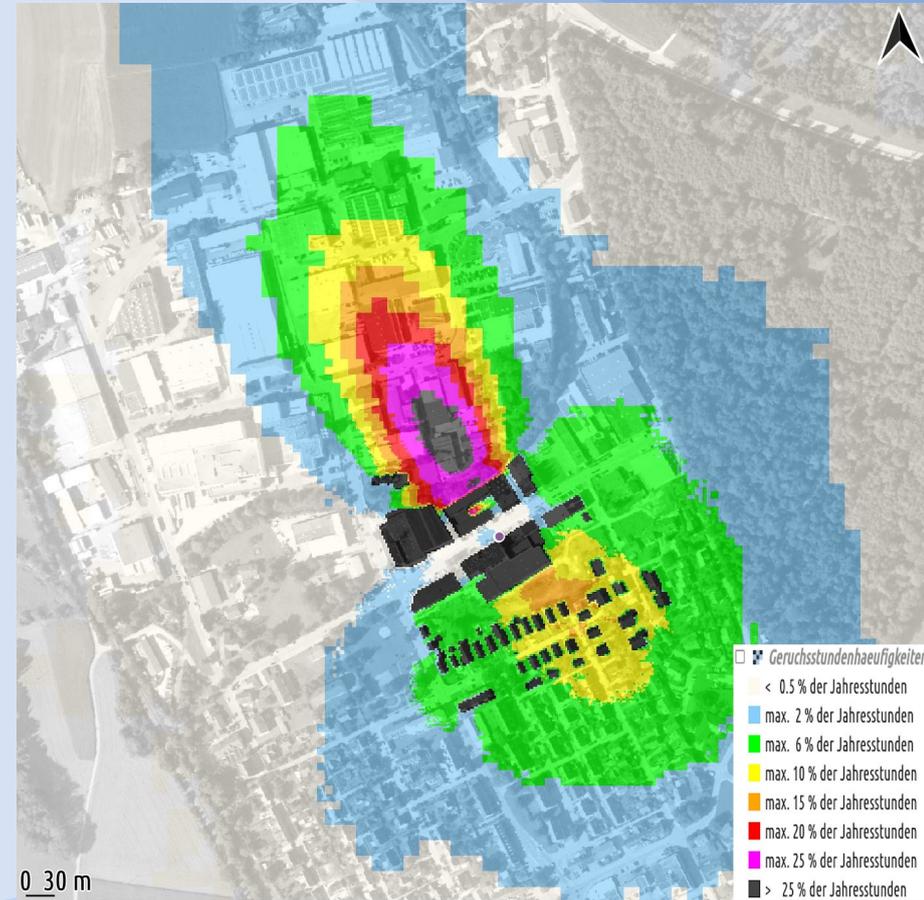
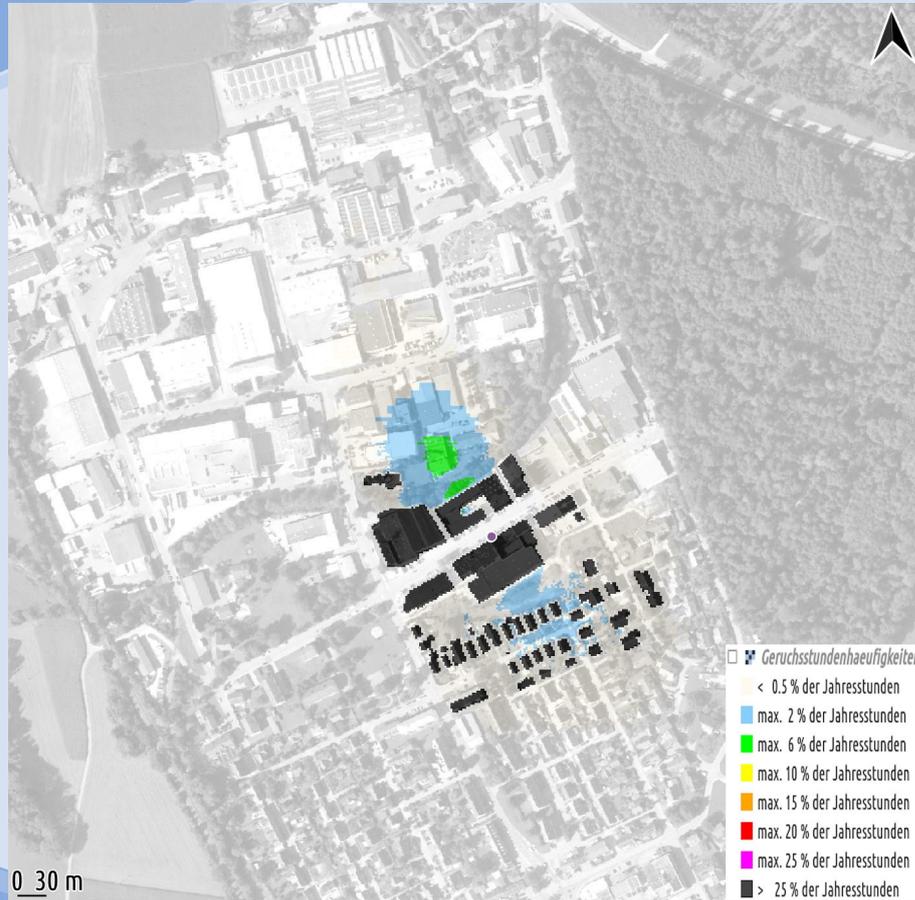
In atypischen Fällen können sich unverhältnismäßige Schornsteinhöhen ergeben; in diesen Fällen ist eine **Stellungnahme der zuständigen Fachbehörde** einzuholen.



Normalbetrieb (einschichtig, 1920 h/a)

Maschenweiten 2...64 m

ganzjährig durchgängiger Betrieb



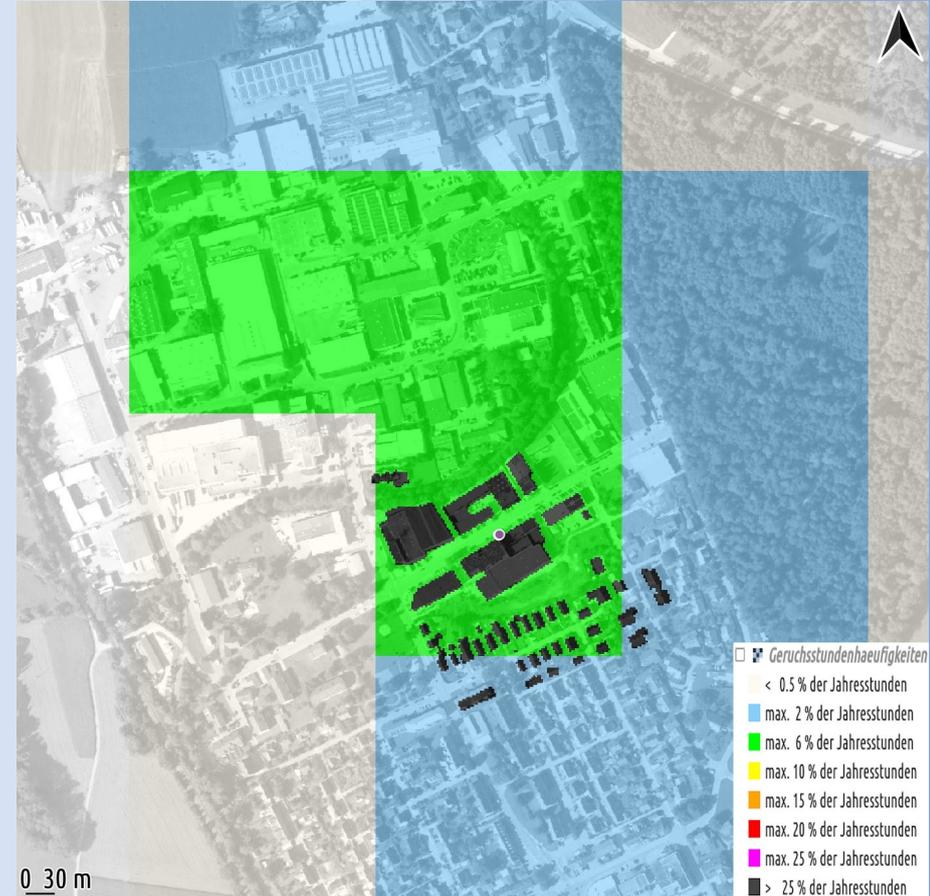


- ☁ Die Beurteilungsflächen = quadratische Teilflächen des Beurteilungsgebietes | Seitenlänge bei weitgehend homogener Geruchsbelastung i.d.R. 250 m
- ☁ Verkleinerung, wenn außergewöhnlich ungleichmäßig verteilte Geruchsimmissionen auf Teilen von Beurteilungsflächen zu erwarten sind
- ☁ Emissionsschwerpunkt in der Mitte einer Beurteilungsfläche

aber: Ergebnisse sind für die Rechenmaschen gültig!

Willkürliche Auswerteraster von z.B. 50 m führen in den Immissionsfeldern zu Glättungen bzw. Verschmierungen, welche nicht atmosphärenphysikalischer sondern nur arithmetischer Natur sind und daher bei der Beurteilung irritieren.

ganzjährig durchgängiger Betrieb, Maschenweite 250 m





Ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung und VDI 3781 Bl. 4

- ☁ Die Lage und Höhe der Schornsteinmündung soll den Anforderungen der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017) genügen.
- ☁ Danach (**Demzufolge oder anschließend?**) soll der Schornstein mindestens
 - a) eine Höhe von 10 m über dem Grund und
 - b) eine den Dachfirst um 3 m überragende Höhe haben und
 - c) die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume in einem Umkreis von 50 m um 5 m überragen.
- ☁ Hierbei soll bei einer Dachneigung von weniger als 20 Grad die Höhe des Dachfirstes in der Regel unter Zugrundelegung einer Neigung von 20 Grad berechnet werden, die gebäudebedingte Schornsteinhöhe soll jedoch das Zweifache der Gebäudehöhe nicht überschreiten.

Was bringt die VDI 3781 Bl. 4 mit sich?



Inhalt und Anwendungsbereich: (www.vdi.de)

Empfehlung des LAI-Ausschusses Luftqualität/Wirkungsfragen/Verkehr (L/W/V)

„Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5 TA-Luft unter Berücksichtigung der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017)“

Abgase sind nach Nr. 5.5 TA Luft so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. Der Begriff „ungestörter Abtransport“ wird in der TA Luft (2002) nicht abschließend konkretisiert. Mit Veröffentlichung der VDI 3781 Blatt 4 (2017-7) liegt eine umfassende Konkretisierung vor. Sie definiert die dafür erforderlichen Mindestanforderungen an die Ableitung und ist als Erkenntnisquelle zur Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5.1 und 5.5.2 TA Luft heranzuziehen.

Stand: Januar 2019

ICS 07.060, 13.040.01, 91.060.40		VDI-RICHTLINIEN		Juli 2017 July 2017	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Umweltmeteorologie Ableitbedingungen für Abgase Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen Environmental meteorology Discharge conditions for exhaust gases Small and medium combustion systems and other installations	VDI 3781 Blatt 4 / Part 4	Ausg. deutsch/englisch Issue German/English		
Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.		The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).			
Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.		The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.			
Inhalt	Seite	Contents	Page		
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2		
1 Anwendungsbereich	2	1 Scope	2		
2 Begriffe	3	2 Terms and definitions	3		
3 Formelzeichen	4	3 Symbols	4		
4 Abgasableitrichtungen	8	4 Exhaust gas discharge systems	8		
4.1 Ausführung von Abgasableitrichtungen	8	4.1 Design of exhaust gas discharge systems	8		
4.2 Aufsätze	8	4.2 Terminals	8		
5 Grundlagen zur Ermittlung der Mündungshöhe	9	5 Principles of calculating the outlet height	9		
5.1 Ableitung von Abgasen	9	5.1 Discharge of exhaust gases	9		
5.2 Ungestörter Abtransport der Abgase	9	5.2 Undisturbed removal of the exhaust gas	9		
5.3 Ausreichende Verdünnung der Abgase	11	5.3 Adequate dilution of the exhaust gas	11		
5.4 Einzelfalluntersuchungen	11	5.4 Single case investigations	11		
5.5 Genauigkeitsanforderungen	12	5.5 Precision requirements	12		
6 Bestimmung der Mündungshöhe	12	6 Determining the outlet height	12		
6.1 Ablaufschema	12	6.1 Flowchart	12		
6.2 Strömungsmechanische Anforderungen für den ungestörten Abtransport der Abgase	14	6.2 Fluid mechanical requirements for the undisturbed removal of exhaust gas	14		
6.3 Anforderungen zur ausreichenden Verdünnung	28	6.3 Requirements for adequate dilution	28		
7 Dokumentation	32	7 Documentation	32		
Anhang Beispiele	36	Annex Examples	36		
A1 Wohngebiet, symmetrische Satteldächer	36	A1 Residential zone, symmetrical pitched roofs	36		
A2 Einzelbeispiele	48	A2 Individual examples	48		
Schrifttum	64	Bibliography	64		
VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss Fachbereich Umweltmeteorologie					
VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b: Umweltmeteorologie VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik					

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie dient zur Bestimmung der Mindesthöhe der Mündungen von Abgasableitrichtungen, die zur Ableitung von Emissionen aus Feuerungsanlagen, aus Anlagen, die organische Lösemittel freisetzen (z.B. nicht genehmigungsbedürftige Anlagen im Anwendungsbereich der 31. BImSchV) und aus anderen schadstoffemittierenden Anlagen eingesetzt werden.

Aus immissionsschutztechnischer Sicht besteht in Bezug auf die Ableitbedingungen für Abgase aus kleinen und mittleren Feuerungsanlagen nach 1. BImSchV und für Dämpfe von organischen Lösemitteln aus genehmigungsbedürftigen Anlagen nach 4. BImSchV bei geringen Emissionsmassenströmen sowie aus nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen grundsätzlich kein Unterschied. Die Regelungen der Richtlinie VDI 2280 wurden deshalb in die VDI 3781 Blatt 4 integriert.

Die nach dieser Richtlinie bestimmte Mindesthöhe genügt den Anforderungen zum ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung und zur ausreichenden Verdünnung der Abgase, um nach dem Stand der Technik vermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen zu verhindern und nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß zu beschränken (vergleiche BImSchG).

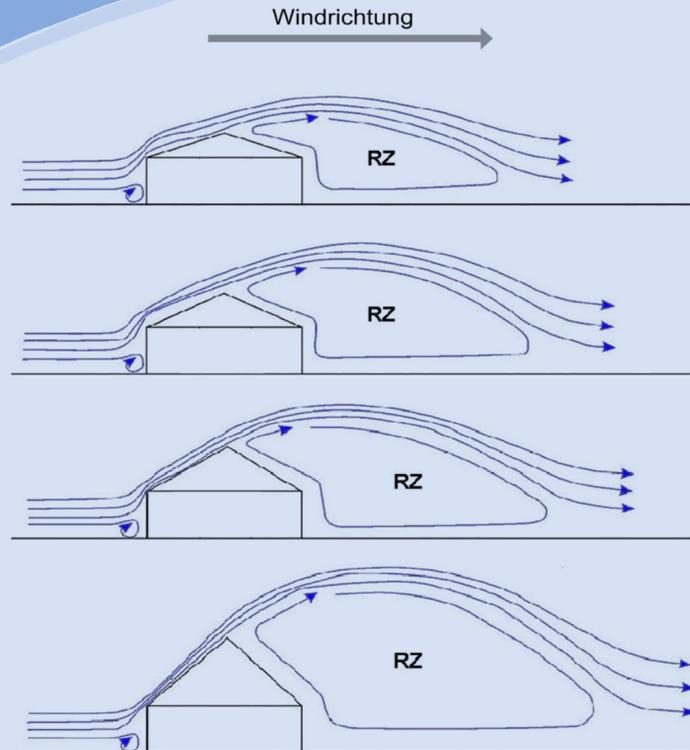
Anmerkung: Der Stand der Technik im Sinne des BImSchG setzt vor der Ableitung von Emissionen deren Begrenzung voraus. Die Anforderungen an die Begrenzung und Minderung von Emissionen in die Luft regeln das geltende Recht (z.B. 1. BImSchV, 31. BImSchV) und ergänzende technische Regeln (z.B. VDI 3456).

Die Richtlinie gilt nicht für Abgasanlagen von folgenden Feuerstätten:

- Gasfeuerstätten¹⁾ mit einer angeschlossenen Nennwärmeleistung bis 400 kW, die mit Gasen der öffentlichen Gasversorgung oder Flüssiggas betrieben werden
- Ölbrennwert-Feuerstätten mit einer angeschlossenen Nennwärmeleistung bis 400 kW, die mit schwefelarmen Heizöl EL gemäß DIN 51603-1 betrieben werden
- Ölgebläse-Feuerstätten mit einer angeschlossenen Nennwärmeleistung bis 70 kW, die mit schwefelarmen Heizöl EL gemäß DIN 51603-1 betrieben werden



Was bedeutet ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung?



Qualitative Darstellung der Rezirkulationszonen (RZ) in Abhängigkeit von der Dachneigung (auf Grundlage von Wolfseher&Gertis,1978) zitiert nach LANUV-Arbeitsblatt 37



Foto: Frankenhain, 15.10.2017



Thermische Abgasfahnenüberhöhung

Bei Windstille oder niedrigen Windgeschwindigkeiten ist die thermische Überhöhung der Abgasfahne selbst bei diffusen Quellen sehr effektiv, ohne von dynamischen Effekten wie z.B. Rezirkulation überlagert zu werden.





HÜ als Knackpunkt in der VDI 3781 Bl.4 | dafür muss ggf. eine Entscheidung getroffen werden

- ▶ Die Berandung der Rezirkulationszone ist keine scharfe Linie im Vertikalschnitt und keine scharfe Grenzfläche im Raum, sondern hat aufgrund der sich einstellenden turbulenten Scherschicht eine gewisse Dicke. Dies wird bei der Berechnung der Mündungshöhen durch einen additiven Term HÜ berücksichtigt. Der Wert von HÜ wird als Konvention festgelegt:
- ▶ Bei Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1.BImSchV richtet er sich nach der Nenn- oder Feuerungswärmeleistung (QN oder QF)
 $HÜ = 0,4 \text{ m} \quad QN \leq 400 \text{ kW} \quad | \quad HÜ = 1,0 \text{ m} \quad QN > 400 \text{ kW bis } QF < 1 \text{ MW} \quad | \quad HÜ = 3,0 \text{ m} \quad QF \geq 1 \text{ MW}$
- ▶ **Bei anderen als Feuerungsanlagen** beträgt er **in der Regel 3,0 m**. Dies gilt insbesondere für Anlagen im Anwendungsbereich der 31.BImSchV.
- ▶ Bei anderen als Feuerungsanlagen außerhalb des Anwendungsbereichs der 31.BImSchV kann der Wert von HÜ sinngemäß wie bei den Feuerungsanlagen abgestuft werden.

Welches HÜ kann man bei Verbrennungsabgasen aus TNVs oder RTOs mit üblicherweise $QF < 1 \text{ MW}$ oder sogar $QN \leq 400 \text{ kW}$ bei 31.BImSchV-Anlagen ansetzen?



Beispiel für eine Abgasableitung mit geringen Emissionen ($Q/S < 10$), BHKW mit 950 kW FWL

| ein Vergleich

TA Luft 2002 i.V.m. Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung 2012	[m]
Gebäudebreite (schmale Seite)	24
H _{20°} (Schornsteinhöhe aufgrund der 20°-Regel)	21,9
h (Gebäudehöhe)	14,5
b (Gebäudebreite senkrecht zur Abstandslinie)	24
INN (horizontale Ausdehnung des nahen Nachlaufs)	29,7
IFN (horizontale Ausdehnung des fernen Nachlaufs)	148,5
x (Abstand des Gebäudes bis zum Schornstein)	40
HS (für hohe Einzelgebäude korrigierte Schornsteinhöhe)	20

TA Luft 2021 i.V.m. VDI 3781 Bl.4 (2017)	[m]
Anzahl vorgelagerter Gebäude	9
Länge_l	2
Breite_b	2
Traufhöhe_H_Traufe	1
Firsthöhe_H_First	1
HorizontalerAbstandMündungFirst_a	1
H_M Mündungshöhe über First	4,8
HS (für hohe Einzelgebäude korrigierte Schornsteinhöhe)	10 (5,8)

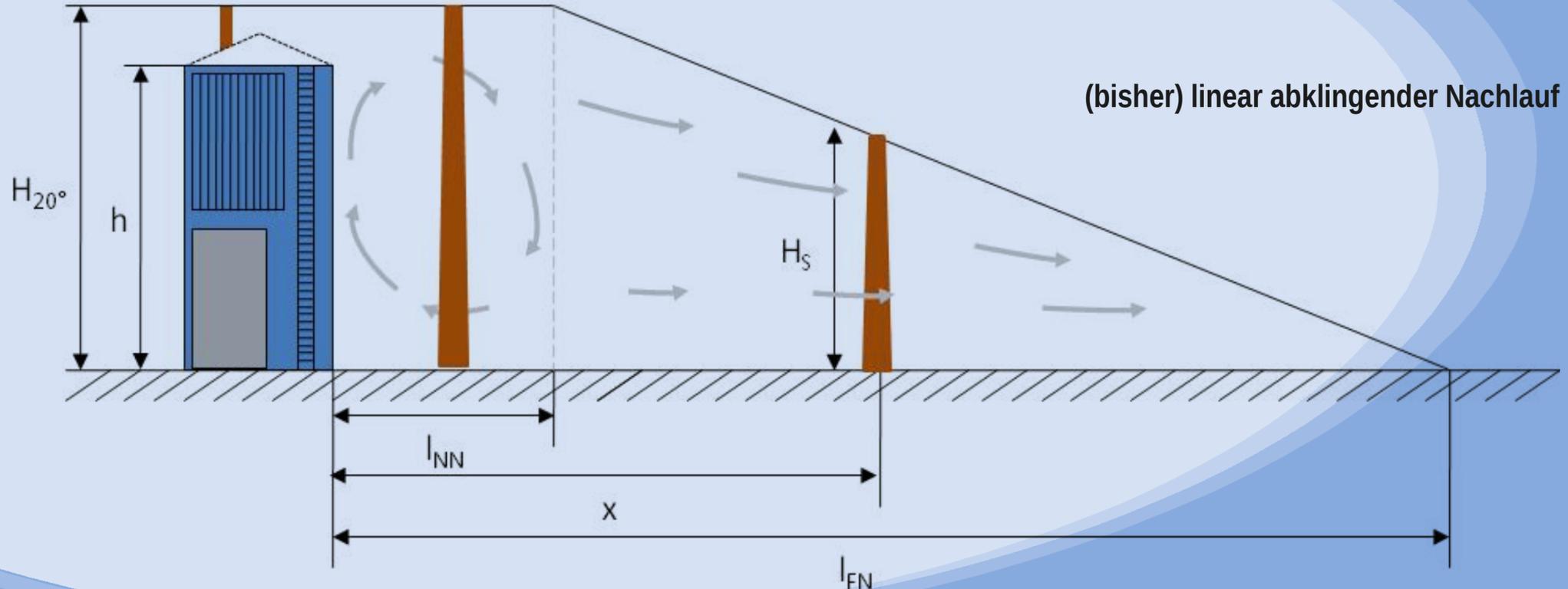
Achtung!

Bei Anlagen der 4.BImSchV gelten 10 m als Mindesthöhe.

Die aktuelle Merkblatt-Version vom 4.3.2021 berücksichtigt schon die VDI 3781 Bl. 4 mit dem hyperbolisch abklingenden Nachlauf.



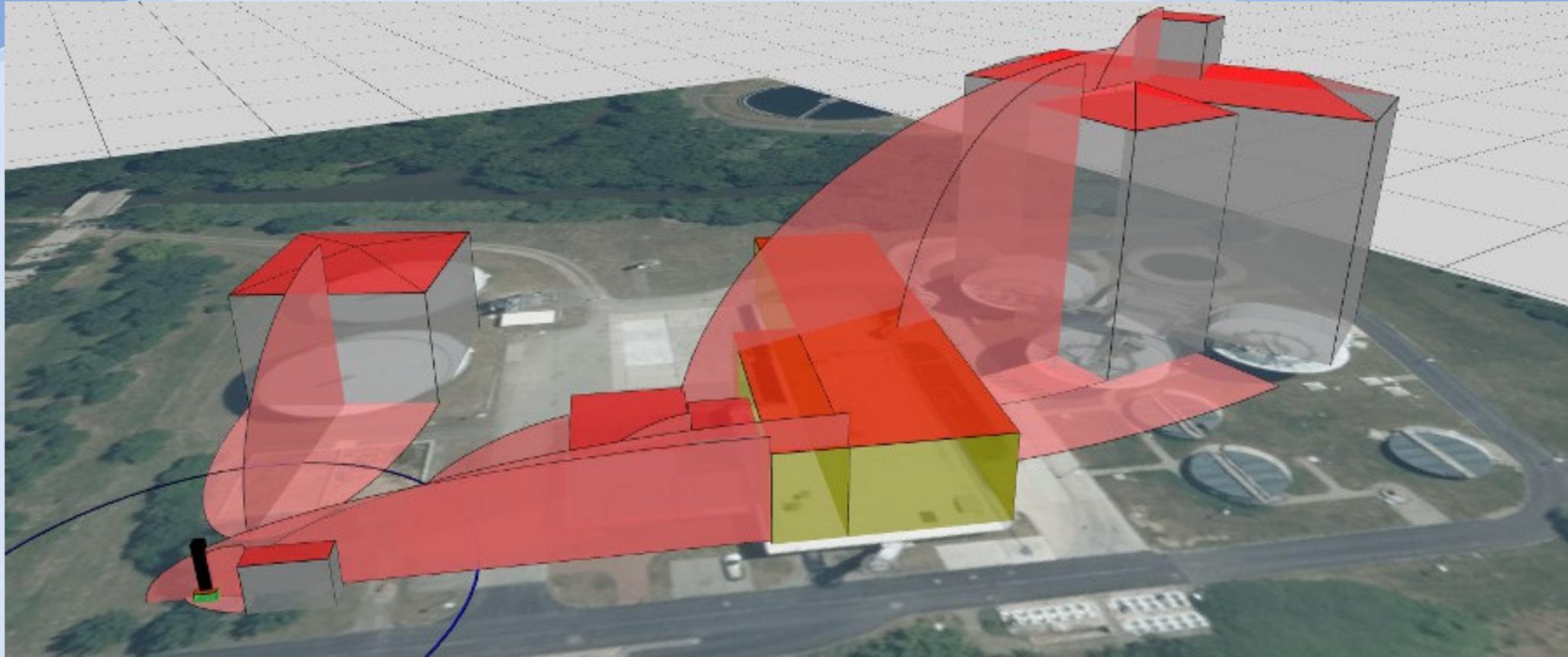
Schematische Darstellung der Konvention zur Ermittlung der erforderlichen Schornsteinhöhe
im Nahbereich eines hohen Einzelgebäudes (z.B. Kesselhaus) nach Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung
(Herausgeber: Fachgespräch Ausbreitungsrechnung, Datum: 04. März 2012)





Schematische Darstellungen nach VDI 3781 Bl.4 mit WinSTACC

(nunmehr) hyperbolisch abklingender Nachlauf





Wie hoch muss eine neue Abgasableitung K2 nach TA Luft sein?

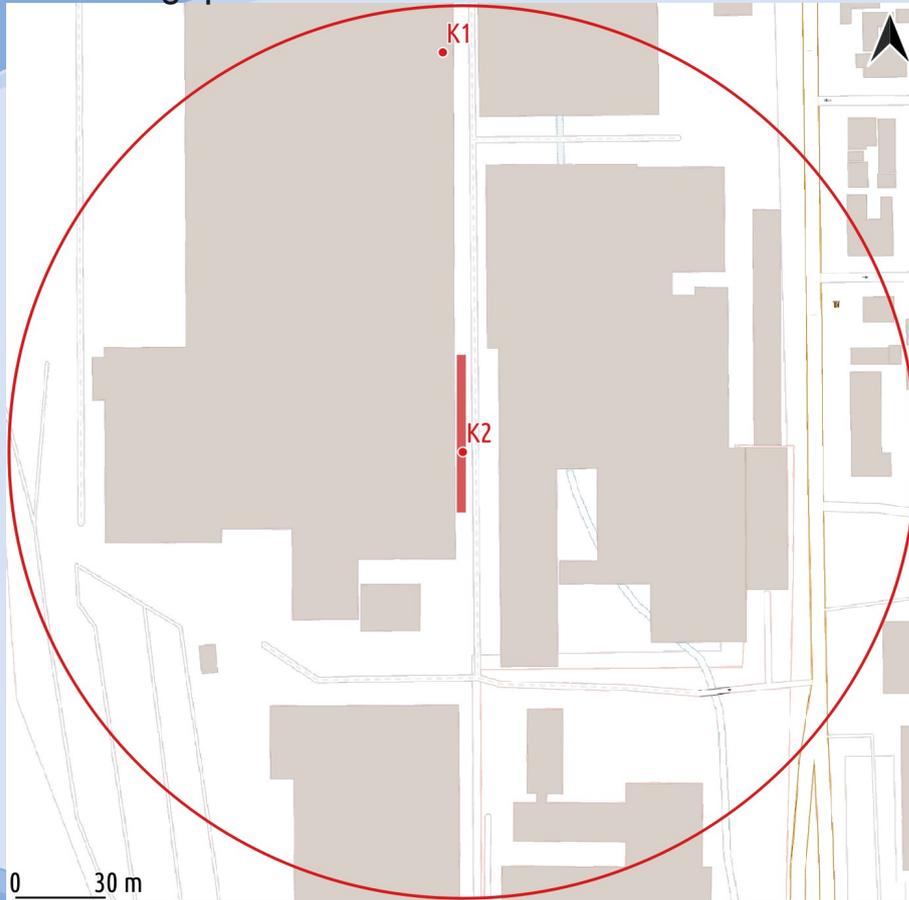
- ★ Thermische Nachverbrennung (TNV) zu einer Lösemittelverarbeitung (31.BImSchV)
- ★ EGH-Stützfeuerung mit einer Feuerungswärmeleistung von ca. 1 MW
- ★ Kamindurchmesser 900 mm | Abgasnormvolumenstrom 24000 m³/h | Abgastemperatur 180 °C
- ★ Unweit einer vorhandenen Abgasableitung K1 mit ähnlichen Parametern (750 mm | 18000 m³/h | 150 °C) jedoch mit einer Mündungshöhe von ca. 18 m ü.Gr.
- ★ Zulässige Emissionskonzentration: 100 mg/m³ Stickstoffoxide, angegeben als NO₂
- ★ Komplexe Bebauung und komplexes Gelände

Prüfabfolge

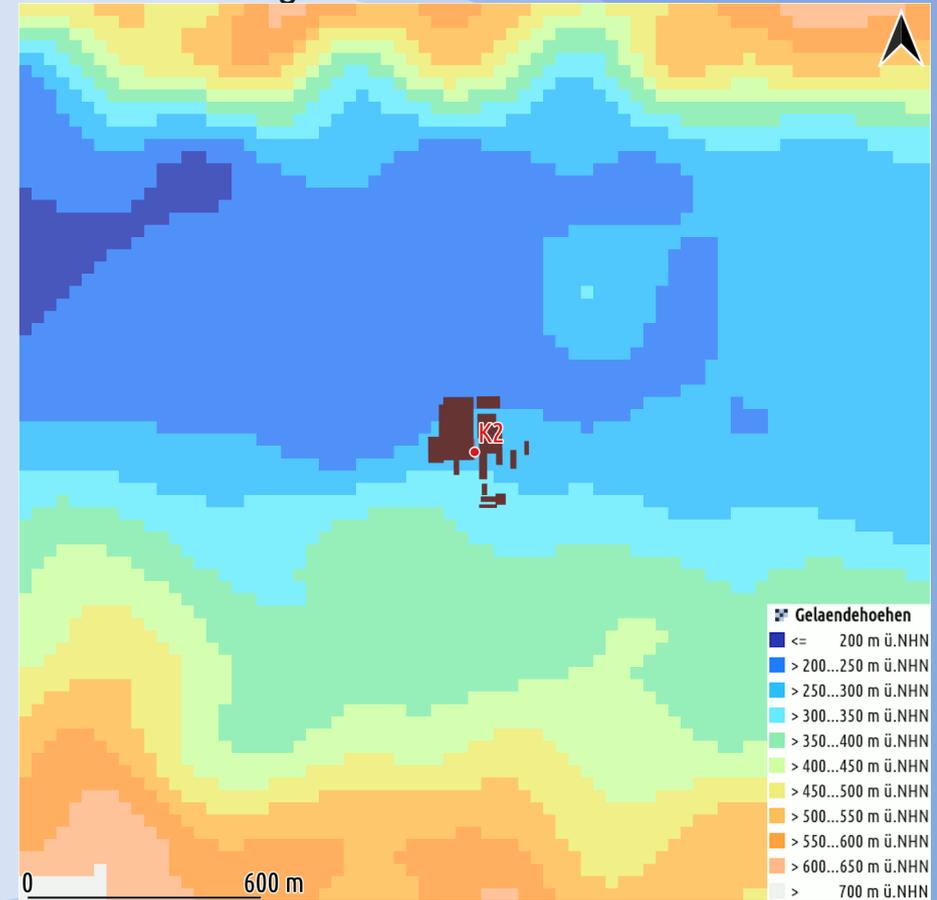
VDI3781-4 ==> BESMIN ==> Bebauung und Bewuchs ==> unebenes Gelände ==> BESMAX
5.5.2.1 ==> 5.5.2.2 ==> 5.5.2.3 (Windfeldverdrängung) ==> 5.5.2.3 (Kavität) ==> 5.5.2.1



Lageplan mit Umkreis von 150 m um K2



digitales Geländemodell





Ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung nach VDI3781-4

Das Gebäude, auf welchem der Kamin steht, heißt Einzelgebäude, auch wenn es nur ein Sockel ist. VG1...VG14 sind sogenannte vorgelagerte Gebäude.

K2-Mündungshöhen über Grund in Abhängigkeit von der Position bei horizontalem Abstand zwischen den Positionen von jeweils 6 m

26,0 m Pos. 9 (Norden)

25,6 m Pos. 8

24,8 m Pos. 7

23,7 m Pos. 6

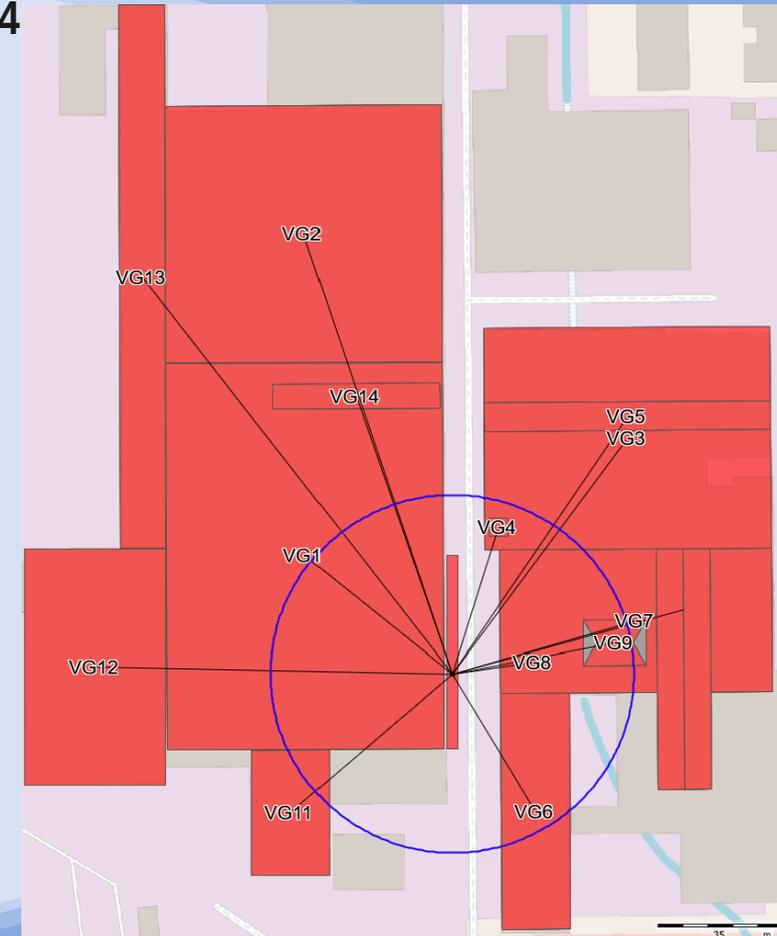
22,4 m Pos. 5

20,8 m Pos. 4

18,7 m Pos. 3

16,6 m Pos. 2

15,7 m Pos. 1 (Süden)





Auszug aus dem Protokoll zu WinSTACC für den K2 an Pos.4 (südlich der Mitte) auf dem Einzelgebäude:

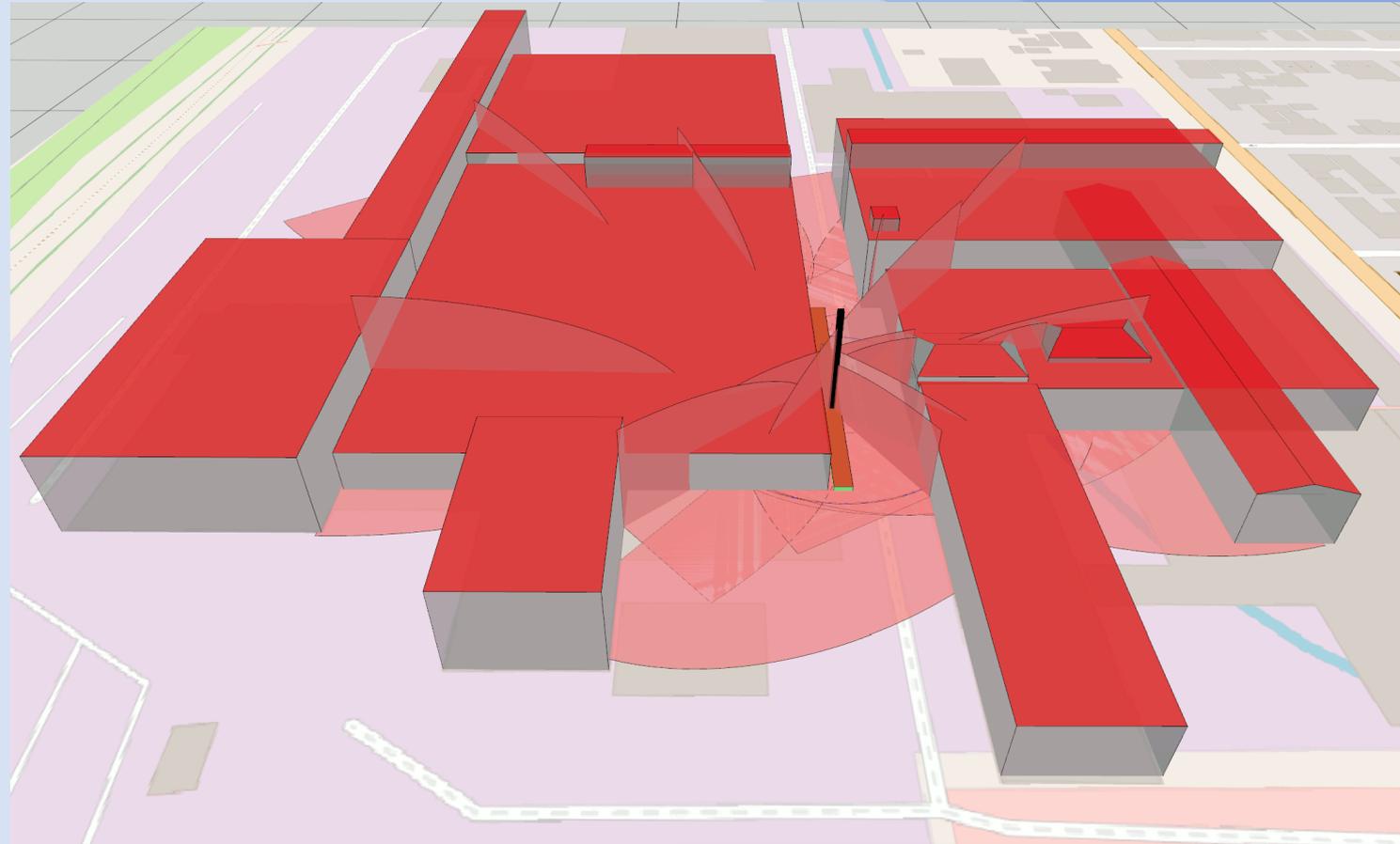
<p>***** Programmbibliothek VDI 3781 Blatt 4 - Ableitbedingungen für Abgase *****</p>		<p>H_A1 ist größer als die Höhe von Einzelgebäude und wird daher auf diese Höhe begrenzt:</p>		<p>[VorgelagertesGebäude14]</p>	
<p>Programmversion = 1.0.6.5 dll-Version = 1.0.4.6</p>	<p>H_A1 = 1 Berechnung von H_E1... Q_F < 1 MW H_E1 = 0</p>	<p>Länge_l = 108 Breite_b = 76 Traufhöhe_H_Traufe = 7.7 Firsthöhe_H_First = 7.7 Dachform = Flachdach Dachhöhe_H_Dach = 0 BreiteGiebelseite_b = 7 H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = ja HöheObersteFensterkante_H_F = 0 WinkelGebäudeMündung_beta = 72 AbstandGebäudeMündung_l_A = 78.4 Hanglage = nein HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0 GeschlosseneBauweise = nein</p>	<p>Berechnung von H_A2 Glg. 16 l_eff = 45.9 Glg. 15 l_RZ = 45.5 VorgelagertesGebäude14 wird nicht berücksichtigt, da Abstand zur Mündung größer gleich Länge seiner RZ. H_E für VorgelagertesGebäude14 wird nicht berücksichtigt, da das Gebäude außerhalb des Einwirkungsbereichs des Schornsteins liegt. H_E2 = 0 alpha = 0 Glg. 7 f = 0 Glg. 6 H_2V = 1.3 Glg. 8 H_A1F = 10.9</p>	<p>Länge_l = 46 Breite_b = 7 Traufhöhe_H_Traufe = 15 Firsthöhe_H_First = 15 Dachform = Flachdach Dachhöhe_H_Dach = 0 BreiteGiebelseite_b = 7 H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = ja HöheObersteFensterkante_H_F = 0 WinkelGebäudeMündung_beta = 72 AbstandGebäudeMündung_l_A = 78.4 Hanglage = nein HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0 GeschlosseneBauweise = nein</p>	<p>[Ergebnis] Berechnung der Mündungshöhe H_A für den ungestörten Abtransport der Abgase... H_A = 19.8 Berechnung der Mündungshöhe H_E für die ausreichende Verdünnung der Abgase... H_E = 0</p>
<p>[Start] Datum Rechnung = 26.10.2021 20:25 Steuerdatei = C:\WinSTACC\VDI_Input.ini Längenangaben = Meter Winkelangaben = Grad Leistungsangaben = Kilowatt</p>	<p>[VorgelagertesGebäude1] Länge_l = 108 Breite_b = 76 Traufhöhe_H_Traufe = 7.7 Firsthöhe_H_First = 7.7 Dachform = Flachdach Dachhöhe_H_Dach = 0 BreiteGiebelseite_b = 76 H_2V_mit_H_A1F_begrenzen = ja HöheObersteFensterkante_H_F = 0 WinkelGebäudeMündung_beta = 51 AbstandGebäudeMündung_l_A = 3.2 Hanglage = nein HöhendifferenzZumEinzelgebäude_Delta_h = 0 GeschlosseneBauweise = nein</p>	<p>Berechnung von H_A2 Glg. 16 l_eff = 131.8 Glg. 15 l_RZ = 43.7 Glg. 18 p = 1 alpha = 0 Glg. 7 f = 0 Glg. 6 H_2V = 13.8 Glg. 8 H_A1F = 8.1 H_2V wird durch Glg. 8(ohne H_Ü) begrenzt H_2V (begr. durch Glg. 8) = 5.1 Glg. 17 H_S2 = 11.7 Glg. 19 H_A2 = 14.7</p>	<p>H_E für VorgelagertesGebäude1 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde. Es wird damit für VorgelagertesGebäude1 kein Fenster oder Lüftungsschlitze im Einwirkungsbereichs berücksichtigt. H_E2 = 0</p>	<p>freistehender Schornstein (Firsthöhe kleiner oder gleich 1 m)! ---- Mündungshöhe über Grund = 20.8 *****</p>	
<p>[EmittierendeAnlage] Anlagentyp = Feuerungsanlage Brennstoff = gasförmig Nennwärmeleistung_Q_N = 850 Feuerungswärmeleistung_Q_F = 1000 H_Ü aus Tabelle 1 Abschnitt 5.2 (Feuerungsanlage) = 3 Radius des Einwirkungsbereichs R für flüssige und gasförmige Brennstoffe aus Tabelle 4 Abschnitt 6.3.2 = 24</p>	<p>[Einzelgebäude] Länge_l = 54 Breite_b = 3 Traufhöhe_H_Traufe = 1 Firsthöhe_H_First = 1 Dachform = Flachdach Dachhöhe_H_Dach = 0 BreiteGiebelseite_b = 3 HorizontalerAbstandMündungFirst_a = 1.5</p>	<p>Berechnung von H_A1... Glg. 8 H_A1F = 4.3 a = 0 alpha = 0 Glg. 5 H_1 = 0.5 Glg. 7 f = 0 Glg. 6 H_2 = 0.5 Glg. 3 H_S1 = 0.5 Glg. 4 H_A1 = 3.5</p>	<p>H_E für VorgelagertesGebäude1 wird nicht berücksichtigt, da für die oberste Fensterkante Null eingegeben wurde. Es wird damit für VorgelagertesGebäude1 kein Fenster oder Lüftungsschlitze im Einwirkungsbereichs berücksichtigt. H_E2 = 0</p>	<p>freistehender Schornstein (Firsthöhe kleiner oder gleich 1 m)! ---- Mündungshöhe über Grund = 20.8 *****</p>	



Schrägsicht nach Norden
mit Rezirkulationszonen zum
Kamin K2.

Die Mündungshöhen über
Grund gelten für
 $HÜ = 3 \text{ m}$.

Bei $FWL < 1 \text{ MW}$ gilt
 $HÜ = 1 \text{ m}$,
wodurch der Kamin an jeder
Position 2 m niedriger sein
dürfte.





- ☁ Darüber hinaus muss die Schornsteinhöhe den Anforderungen der Nummern 5.5.2.2 und 5.5.2.3 genügen.
- ☁ Die so bestimmte Schornsteinhöhe soll vorbehaltlich abweichender Regelungen 250 m nicht überschreiten; ergibt sich eine größere Schornsteinhöhe als 200 m, sollen weitergehende Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung angestrebt werden.



Ausreichende Verdünnung (nach TA Luft - abweichend von Nr. 5.3 bzw. Nr. 6.3 der VDI 3781 Bl.4)

-  Maßstab für eine ausreichende Verdünnung der Abgase ist die maximale bodennahe Konzentration jedes emittierten, in Anhang 6 aufgeführten Stoffes in einer stationären Ausbreitungssituation. Die Schornsteinhöhe ist so zu bestimmen, dass diese Konzentration den S-Wert nicht überschreitet. (S-Wert = Konzentration für Immissionen bei der Schornsteinhöhenberechnung und damit Vorsorge-Standard und nicht zu verwechseln mit Immissionswert als Schutz-Standard)
-  Die Konzentration ist mit einer Ausbreitungsrechnung nach Anhang 2 zu bestimmen unter Berücksichtigung der zu betrachtenden Ausbreitungssituationen und Festlegungen nach Anhang 2, Nummer 14. Für u , T , x und Q sind die Werte einzusetzen, die sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb unter den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen ergeben, insbesondere hinsichtlich des Einsatzes der Brenn- bzw. Rohstoffe.
-  Bei der Emission von Stickstoffmonoxid ist ein Umwandlungsgrad von 60 Prozent zu Stickstoffdioxid zugrunde zu legen. Das bedeutet, dass der Emissionsmassenstrom der Stickstoffoxide (Summe aus Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid angegeben als Stickstoffdioxid) mit dem Faktor $(0,6+0,4 \cdot p)$ zu multiplizieren ist, wobei p der relative Anteil des Stickstoffdioxids im Emissionsmassenstrom ist.
-  Bei Verbrennungsmotoren sind die Emissionen an Methan als Bestandteile der organischen Stoffe im Abgas, angegeben als Gesamtkohlenstoff, nicht für die Bestimmung der Schornsteinhöhe zu berücksichtigen.



Anhang 6 Tabelle 21	Stoff	S-Wert mg/m ³	Stoff	S-Wert mg/m ³
	Arsen und seine Verbindungen, angegeben als As	0,00016	Quecksilber und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Hg	0,00013
	Benzo(a)pyren (als Leitkomponente für Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe)	0,000026	Schwefeloxide (Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid), angegeben als Schwefeldioxid	0,14
	Benzol	0,005	Schwefelwasserstoff	0,003
	Blei und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Pb	0,0025	Stickstoffdioxid	0,10
	Cadmium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Cd	0,00013	Thallium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Tl	0,00026
	Chlor	0,09	Für Stoffe der Nummer 5.2.2 der TA Luft	
	gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff	0,10	• Klasse I	0,005
	Fluor und seine gasförmigen anorganischen Verbindungen, angegeben als Fluorwasserstoff	0,0018	• Klasse II	0,050
	Formaldehyd	0,025	• Klasse III	0,1
	Kohlenmonoxid	7,5	Für Stoffe der Nummer 5.2.5 der TA Luft	
	Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni	0,00052	• Gesamtkohlenstoff	0,10*
	Partikel (PM ₁₀) (ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe)	0,08	• Klasse I	0,05
	Quarz-Feinstaub (PM ₄)	0,005	• Klasse II	0,10
			Für Stoffe der Nummer 5.2.7 der TA Luft	
			• Nummer 5.2.7.1.1 Klasse I	0,00005
			• Nummer 5.2.7.1.1 Klasse II	0,0005
			• Nummer 5.2.7.1.1 Klasse III	0,005

**BESMIN**

- ★ Bei Verbrennungsprozessen gilt erfahrungsgemäß $p = 0,1$ (entspricht 10 %) in konservativer Abschätzung, d.h. $100 \text{ mg/m}^3 \text{ NO}_x \text{ als NO}_2 = 90 \text{ mg/m}^3 \text{ NO als NO}_2 + 10 \text{ mg/m}^3 \text{ NO}_2 \text{ als NO}_2$
- ★ Infolge der Regel zur NO-Umwandlungsgrad brauchen nur 60 % (d.h. 54 mg/m^3) angerechnet zu werden. Damit resultieren als anrechenbare NO_2 -Konzentration $64 \text{ mg/m}^3 = 54 \text{ mg/m}^3 + 10 \text{ mg/m}^3$.
- ★ Mit $p = 0,1$ für den relativen Anteil des originären Stickstoffdioxids in den NO_x wird der Faktor $0,6+0,4 \cdot p = 0,64$ mit dem aus dem NO_x das anrechenbare NO_2 ermittelt werden kann. (alternativer Rechenweg)
- ★ Dieser Umwandlungsgrad gilt nur im Zusammenhang mit der Schornsteinhöhenberechnung. Bei der Ausbreitungsrechnung wird die Konversion $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2$ anders (in Abhängigkeit von den meteorologischen Verhältnissen) berücksichtigt.
- ★ K2: $\text{no}_2 = 1,536 \text{ kg/h}$ ($24000 \text{ m}^3/\text{h}$ und 64 mg/m^3) $Q/S = 15,4$ ($\times 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$)
- ★ K1: $\text{no}_2 = 1,152 \text{ kg/h}$ ($18000 \text{ m}^3/\text{h}$ und 64 mg/m^3) $Q/S = 11,5$ ($\times 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$)



Ergebnisse

- ★ Geschwindigkeit, Temperatur, Wasserbeladung am Austritt maßgebend!
- ★ Nur Betriebsbedingungen und keine Normbedingungen verwenden!
- ★ $hb = 6\text{ m}$
(emissionsbedingte Mindesthöhe)
- ★ Minderungen der Temperatur führen üblicherweise auch zu niedrigeren Geschwindigkeiten

K2

BESMIN - Version 1.0.1

Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)

Stoff Stickstoffdioxid S 0,1 mg/m³

Emissionsmassenstrom eq 1,536 kg/h

Innendurchmesser dq 0,9 m

Austrittsgeschwindigkeit vq 17,4 m/s

Austrittstemperatur tq 180 °C

Wasserbeladung zq 0 kg/(kg tr)

Schornsteinhöhe berechnen

Berechnete Schornsteinhöhe hb 6,0 m

Durchgeführte Berechnungen		Zwischenergebnisse					
Stoff	S	eq	dq	vq	tq	zq	hb
Stickstoffdioxid	0,1	1,54E+00	0,9	17,4	180	0,0000	6,0

Rechenergebnisse speichern

K1

BESMIN - Version 1.0.1

Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.2.2 TA Luft (2021)

Stoff Stickstoffdioxid S 0,1 mg/m³

Emissionsmassenstrom eq 1,152 kg/h

Innendurchmesser dq 0,75 m

Austrittsgeschwindigkeit vq 17,5 m/s

Austrittstemperatur tq 150 °C

Wasserbeladung zq 0 kg/(kg tr)

Schornsteinhöhe berechnen

Berechnete Schornsteinhöhe hb 6,0 m

Durchgeführte Berechnungen		Zwischenergebnisse					
Stoff	S	eq	dq	vq	tq	zq	hb
Stickstoffdioxid	0,1	1,15E+00	0,8	17,5	150	0,0000	6,0

Rechenergebnisse speichern



Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs

- ☁ Die Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nummer 5.5.2.2 setzt voraus, dass das Windfeld bei der Anströmung des Schornsteins nicht wesentlich durch geschlossene Bebauung oder geschlossenen Bewuchs nach oben verdrängt wird und dass die Schornsteinmündung nicht in einer geländebedingten Kavitätszone des Windfelds liegt.
- ☁ Maßgeblich für die Verdrängung des Windfelds durch Bebauung oder Bewuchs ist das Innere eines Kreises um den Schornstein mit dem Radius der 15-fachen Schornsteinhöhe gemäß Nummer 5.5.2.2, mindestens aber mit dem Radius 150 m.
- ☁ Innerhalb dieses Kreises ist der Bereich mit geschlossener vorhandener oder nach einem Bebauungsplan zulässiger Bebauung oder geschlossenem Bewuchs zu ermitteln, der fünf Prozent der Fläche des genannten Kreises umfasst und in dem die Bebauung oder der Bewuchs die größte mittlere Höhe über Grund aufweist. Einzelstehende höhere Objekte werden hierbei nicht berücksichtigt. Soweit ein solcher Bereich vorliegt, ist die in Nummer 5.5.2.2 bestimmte Schornsteinhöhe um diese Höhe zu erhöhen.



Objektive Ermittlung zur Verdrängung des Windfelds durch Bebauung oder Bewuchs und zur Kavität

- ★ QGIS | Tabellenkalkulation | Text-Editor | AUSTAL
- ★ Digitalisierung der Quellen und der Gebäudestruktur (**Nur!**) im Umkreis von $15 \times h_b$ bzw. 150 m
- ★ Ggf. vorhandener geschlossener Bewuchs als Bebauung mit erfassen.
- ★ Es genügt, nur solche **Objekte** zu erfassen, die höher als 4 m ü.Gr. reichen.
- ★ Koordinaten in ein Textformat **überführen** und **in** die Eingabedatei **austal.txt** schreiben; Hierbei Rechenetze so wählen, dass die Bebauung mit dem inneren Netz hinreichend fein aufgelöst wird und das äußere Netz mindestens das (zu erwartende) Beurteilungsgebiet abdeckt.
- ★ Mit dem Start von AUSTAL werden automatisch die Dateien zur Bebauung (volout01.dmna, volout02.dmna), zum Gelände (z.B. zg01.dmna, zg02.dmna, zg03.dmna, zg04.dmna, zg05.dmna, zg06.dmna) und zur Zeitreihe (zeitreihe.dmna) angelegt. Letztere wird hier nicht weiter benötigt.
- ★ Dateien **volout01.dmna** und z.B. **zg05.dmna** mit Tabellenkalkulation auswerten



Inhalt einer Datei austal.txt

- ★ Mit dem Profil zu hh wird die Gebäudestruktur vertikal in Schichten aufgeschlüsselt.
- ★ Mit der Schrittweite lässt sich die vertikale Genauigkeit der Verdrängung des Windfelds durch Bebauung oder Bewuchs steuern.

```

-- Allgemeine Angaben
-- Schornsteinhoehenberechnung
ti "Beispiel zur objektiven Ermittlung der Verdrängung des Windfelds durch Bebauung oder Bewuchs sowie zur Beruecksichtigung von unebenem Gelaende"
-- Genauigkeit
qs 2
qb 1
-- Topographie
gh ../dgm200_utm32s-corner.asc 'ggf. digitales Oberflaechenmodell aufrufen'
z0 0,2
ux 32xxxxxx
uy 5yyyyyy
--
-- Windantrieb
az --/anno99.akterm
xa 1659,0
ya 2537,0
--
-- Rechenetze
os NOSTANDARD
dd 2 4 8 16 32 64 'dd2 muss den Umkreis 15 x hb bzw. mind. 150 m vollständig abdecken, siehe BESMIN'
x0 2651 2619 2555 2427 1659 1147
y0 3529 3497 3433 3305 2537 2025
nx 160 96 64 48 72 52
ny 160 96 64 48 72 52
hh 0 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 35 37 39 41 43 45 47 49 51 53
57 66 77 89 103 119 138 160 186 216 251 291 338 392 455 528 613 712 826 959 1113
1292 1500
--

```



```

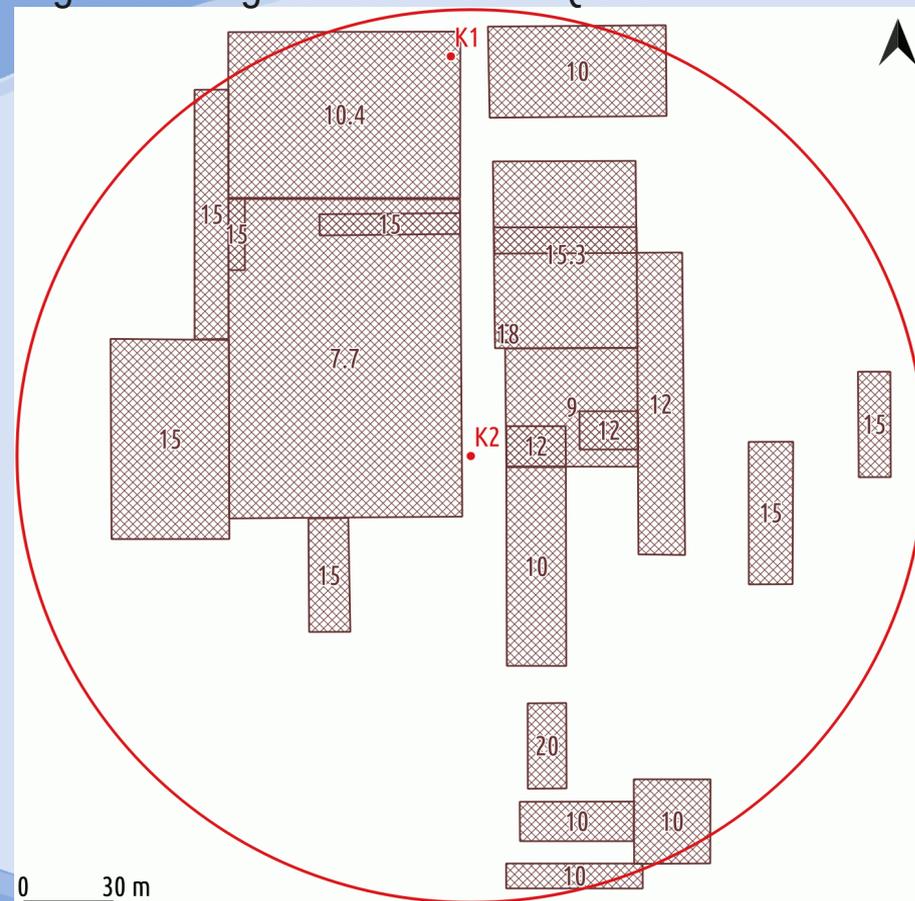
-- Quellen
-- K1 K2
hq 18 21 'wird noch für BESMAX benötigt
cq 0,0 0,0
dq 0,75 0,90 'wird noch für BESMAX benötigt
xq 2804 2811 'wird noch für BESMAX benötigt
yq 3823 3689 'wird noch für BESMAX benötigt
aq 0,0 0,0
bq 0,0 0,0
wq 0,0 0,0
tq 150 180 'wird noch für BESMAX benötigt
vq 17,5 17,4 'wird noch für BESMAX benötigt
--
-- Emissionen 'unterscheiden sich zu den Angaben für BESMIN sowie BESMAX und haben eine ganz andere Bedeutung
-- K1 K2
no 0,2935 0,3913
no2 0,0500 0,0667
nox 0,5000 0,6667
--
-- Bebauung mit rechteckiger Grundfläche
-- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21
xb 2808,2 2807,5 2818,3 2820,6 2818,8 2822,7 2822,7 2822,9 2846,9 2865,8 2771,2 2731,2 2730,9 2761,0 2902,8 2842,6 2730,8 2938,9 2827,3 2864,9 2817,2
  2822,7
yb 3668,6 3775,7 3788,0 3727,2 3757,0 3685,3 3685,4 3685,5 3691,2 3757,3 3629,9 3661,1 3728,4 3763,1 3693,7 3577,3 3775,6 3717,3 3559,6 3580,4 3802,7
  3543,7
ab 106,6 55,9 62,8 5,2 47,1 66,8 43,5 19,6 19,4 101,4 38,3 66,9 83,8 46,4 47,9 28,7 24,1 35,5 37,5 28,4 58,5
  45,1
bb 77,0 76,6 47,2 5,7 8,8 19,7 39,7 13,5 12,8 15,0 13,6 38,9 11,2 7,1 14,7 12,8 5,5 10,7 13,2 25,4 30,6
  8,4
wb 90,4 89,9 -89,4 -0,7 0,3 -89,9 -0,1 0,1 0,1 -89,7 91,0 90,1 90,0 0,6 -89,9 90,2 -89,8 -89,5 0,0 -89,7 0,6
  0,0
cb 7,7 10,4 15,3 18,0 21,0 10,0 9,0 12,0 12,0 12,0 15,0 15,0 15,0 15,0 15,0 20,0 15,0 15,0 10,0 10,0 10,0
  10,0
--
  
```



Da diese Eingabedaten hier lediglich zur Generierung des Gebäude- bzw. Geländemodells für die Schornsteinhöhenberechnung dienen, sind die korrekten Emissionen uninteressant.



Digitalisierung der Gebäude in QGIS



Schichten 14...15 m ü.Gr. (hell) | 15...16 m ü.Gr. (dunkel)

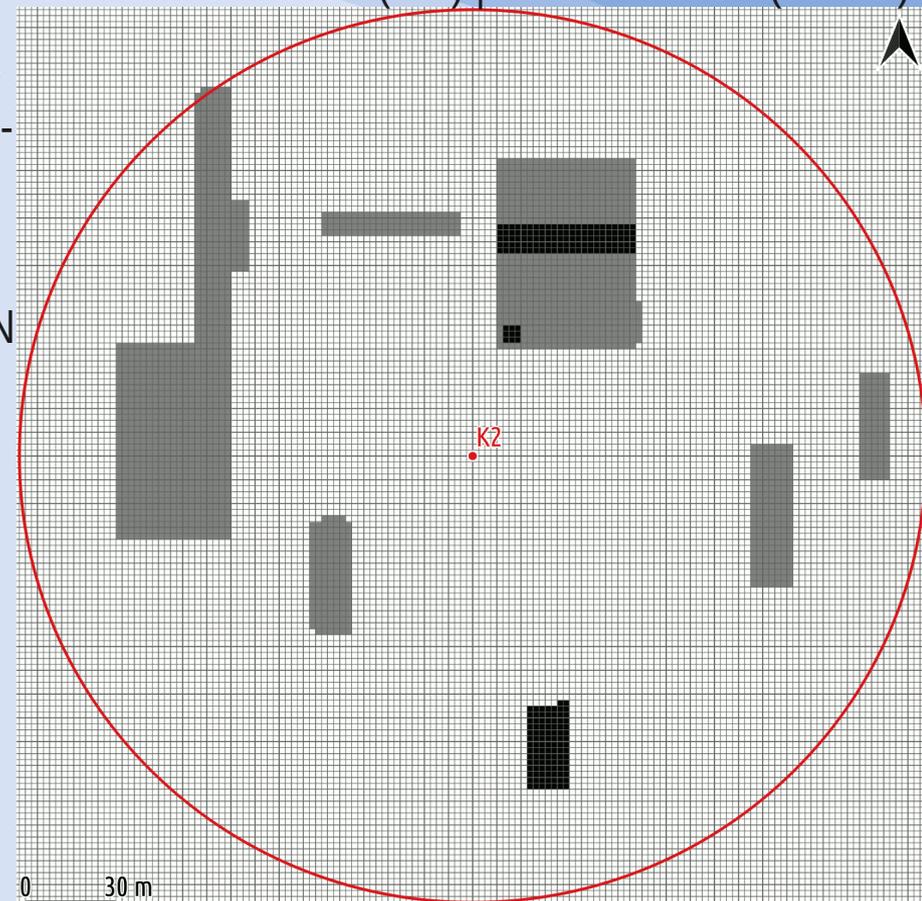
berechnete
Schornstein-
höhe

hb = 6 m
aus BESMIN

ist also um
15 m

auf
insgesamt
21 m

zu
erhöhen



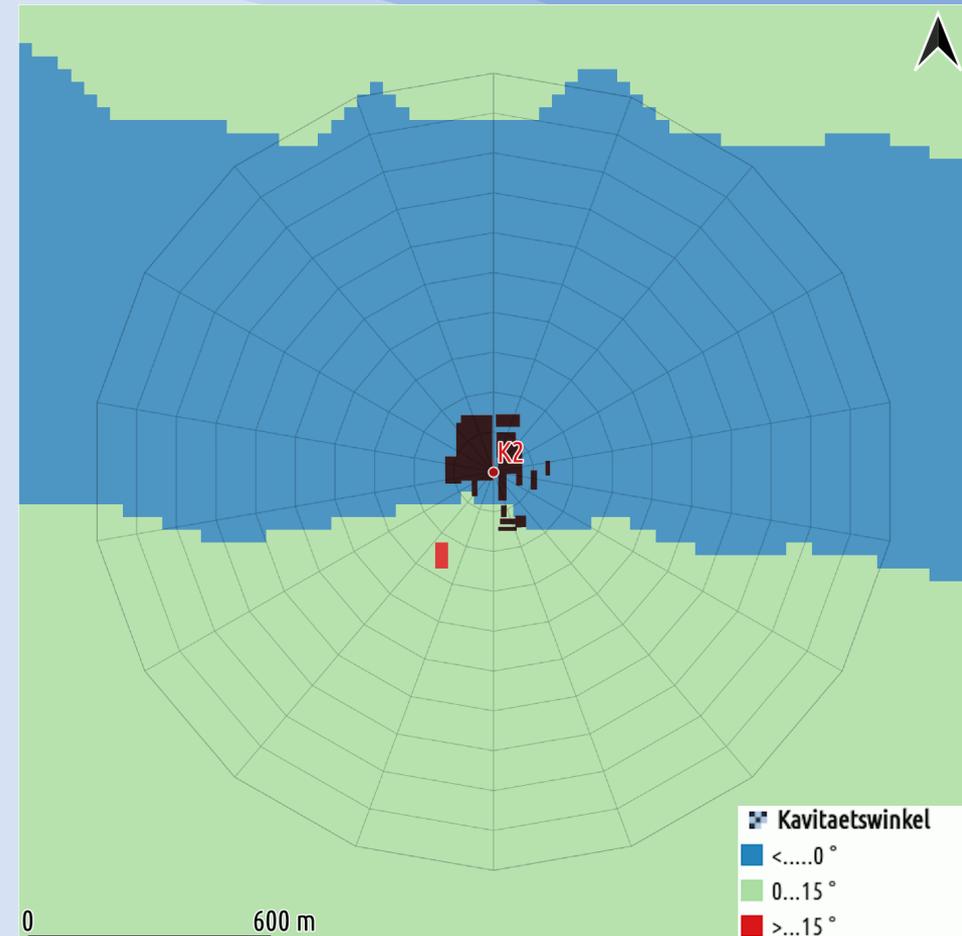


Berücksichtigung von unebenem Gelände

 In unebenem Gelände wird der Schornstein mit der nach Nummer 5.5.2.2 bestimmten, ggf. um Bebauung und Bewuchs korrigierten Schornsteinhöhe betrachtet.

 Liegt der Landschaftshorizont, von der Mündung des Schornsteins aus betrachtet, über der Horizontalen und ist sein Winkel zur Horizontalen in einem mindestens 20 Grad breiten Richtungssektor größer als 15 Grad, soll die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, bis dieser Winkel kleiner oder gleich 15 Grad ist.

Anstatt eines digitalen Geländemodells ist ggf. ein digitales Oberflächenmodell besser geeignet, weil damit auch Bebauung und Bewuchs berücksichtigt wird.





Zusammenwirken von K2 und K1



Bei mehreren Schornsteinen der Anlage ist die Einhaltung des S-Wertes gemäß Nummer 5.5.2.2 durch Überlagerung der Konzentrationsfahnen der Schornsteine zu prüfen.

Bestehende Schornsteine der Anlage sind bei der Überlagerung **mit dem halben Emissionsmassenstrom** zu berücksichtigen.

==> halbe Emissionen (nur) bei K1

Achtung!

Verwechslungsgefahr: hb hat in BESMAX leider eine andere Bedeutung als in BESMIN

Konzentrationsangaben sind sehr unübersichtlich und weichen von denen zu den S-Werten ab:

$cm = 1,402e-05 \text{ g/m}^3 = 0,01 \text{ mg/m}^3$ | $no_2\text{-S-Wert} = 0,10 \text{ mg/m}^3$

==> **Es gelten auch hier die allgemeinen Rundungsregeln!**

BESMAX - Version 1.0.1

Maximale bodennahe Konzentration nach Nr. 5.5.2.1 TA Luft (2021)

Bezeichnung der Quelle	nq	K2	K1	+
Emissionsmassenstrom	eq	1,536	0,5670	kg/h
x-Koordinate	xq	2811	2804	m
y-Koordinate	yq	3689	3823	m
Schornsteinbauhöhe	hb	21,0	18	m
Innendurchmesser	dq	0,9	0,75	m
Austrittsgeschwindigkeit	vq	17,4	17,5	m/s
Austrittstemperatur	tq	180	150	°C
Wasserbeladung	zq	0,0	0,0	kg/(kg tr)

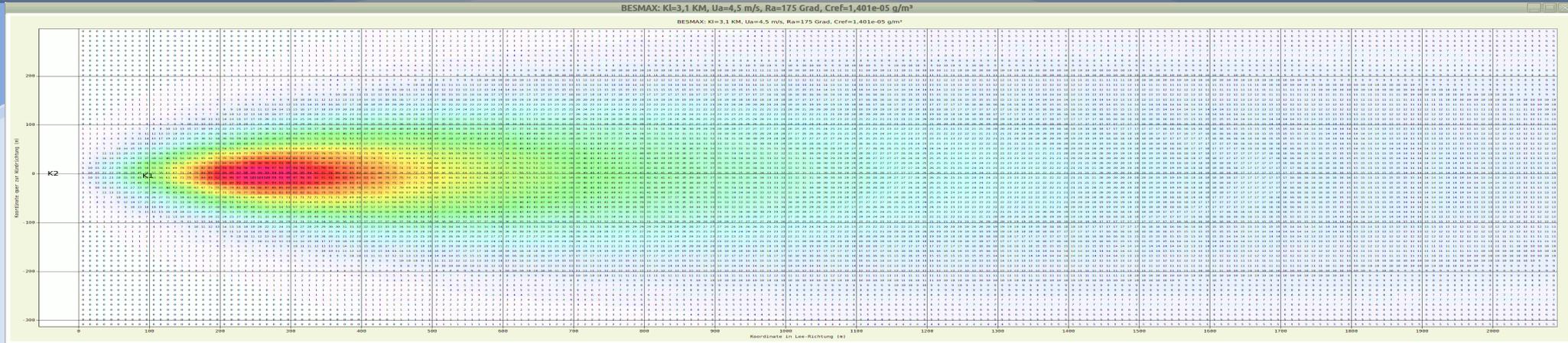
Maximale Konzentration berechnen

Maximale bodennahe Konzentration:

Maximaler Konzentrationswert	cm	1,401e-05	g/m ³
Unsicherheit des Maximalwertes	dm	0,5	%
x-Koordinate des Maximalwertes	xm	2793,8	m
y-Koordinate des Maximalwertes	ym	3990,9	m
Stabilitätsklasse	kl	3,1	KM
Windgeschwindigkeit	ua	4,5	m/s
Windrichtung	ra	175,0	Grad

Emissionsquellen und berechnete Konzentration abspeichern

Kl, Ua: 3,1 4,5 ▾ Ra: 175 Tick: 100,000 Cref: 1,401e-05 Grafik



Die Nummern 5.5.2.2 und 5.5.2.3 finden keine Anwendung für Geruchsstoffe.



Wenn bei einer nach den Absätzen 1 bis 4 bestimmten Schornsteinhöhe die nach dem Mess- und Beurteilungsverfahren (Nummer 4.6) zu ermittelnde Kenngröße für die Gesamtbelastung (Nummer 4.7) den Immissionswert für das Jahr (Nummern 4.2 bis 4.5) überschreitet, ist zunächst eine Verminderung der Emissionen anzustreben. Ist dies nicht möglich, muss die Schornsteinhöhe so weit erhöht werden, dass dadurch ein Überschreiten des Immissionswertes für das Jahr verhindert wird.

==> „normale“ Ausbreitungsrechnung mit Immissionswert-Vergleich anstatt BESMAX mit S-Wert-Vergleich



- ☁ Die nach Nummer 5.5.2 bestimmte Schornsteinhöhe ist die erforderliche Bauhöhe.
- ☁ Sie darf durch die tatsächliche Bauhöhe um maximal 10 Prozent überschritten werden.
- ☁ In begründeten Fällen kann die zuständige Behörde größere Schornsteinbauhöhen zulassen. Insbesondere ist bei einer Änderungsgenehmigung die weitere Verwendung eines bestehenden Schornsteins zulässig, dessen tatsächliche Bauhöhe die erforderliche Bauhöhe überschreitet.
- ☁ Falls die tatsächliche Bauhöhe eines neu errichteten Schornsteins die erforderliche Bauhöhe um mehr als 10 Prozent überschreitet und die Gesamtzusatzbelastung nur aus diesem Grund irrelevant bleibt, befreit dies nicht von der Bestimmung der Immissionskenngößen gemäß Nummer 4.1 Absatz 4 Buchstabe c.
- ☁ Bei Emissionsquellen mit geringen Emissionsmassenströmen sowie in Fällen, in denen nur innerhalb weniger Stunden aus Sicherheitsgründen Abgase emittiert werden, kann die erforderliche Schornsteinhöhe im Einzelfall festgelegt werden. Dabei sind eine ausreichende Verdünnung und ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung anzustreben.



Ergebniszusammenstellung

Prüfschritt nach TA Luft	Ergebnis
Nr. 5.5.2.1 Ungestörter Abtransport nach VDI 3781 Bl. 4	26,0 m Pos. 9 (Norden)
	25,6 m Pos. 8
	24,8 m Pos. 7
	23,7 m Pos. 6
	22,4 m Pos. 5
	20,8 m Pos. 4
	18,7 m Pos. 3
	16,6 m Pos. 2
	15,7 m Pos. 1 (Süden)
Nr. 5.5.2.2 Ausreichende Verdünnung mit BESMIN	6 m
Nr. 5.5.2.3 Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs	+ 15 m
Nr. 5.5.2.3 Berücksichtigung von unebenem Gelände	keine Korrektur erforderlich
Nr. 5.5.2.1 Zusammenwirken mehrerer Quellen mit BESMAX	keine Korrektur erforderlich
Entscheidungsvorschlag	21 m an Pos. 4



Bestandsschutz:

(ja)

 Altanlagen nach TA Luft 2021

 Altanlagen nach TA Luft 2002

 Altanlagen nach TA Luft 1986

aber nur wenn

 die Anlage diejenigen Anforderungen an die Schornsteinhöhe erfüllt, die zum Zeitpunkt ihrer Errichtung oder, im Fall von späteren Änderungen, der letzten wesentlichen Änderung im Sinne des § 16 BImSchG galten

 und keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervor gerufen werden

Wo gibt es das schon?



Was haben all diese Abgasableitungen gemeinsam?

Wohl kaum Bestandschutz.



Die Anforderungen der VDI 3781 Bl.4 haben sich fachlich deutlich weiter entwickelt:

- ★ Im Einzelfall kann es zu signifikant niedrigen Ableithöhen kommen. Im Regelfall werden sich jedoch bei konsequenter Anwendung der Richtlinie (insbes. auf Anlagen nach § 22 BImSchG) gewiss auch sehr viele „Überraschungen“ offenbaren.
- ★ Mit kommerzieller Software sind selbst komplizierte Konfigurationen relativ einfach qualifiziert zu beurteilen.
- ★ Der Anwendungsbereich der VDI 3781 Bl.4 ist sowohl für sich genommen als auch im Zusammenhang mit TA Luft Nr. 5.5 breit.

Die Anforderungen der TA Luft Nr. 5.5 aus:

- ★ den Emissionen scheinen durch die Vielfalt der Eingangsparameter zwar komplizierter zu werden, sind jedoch letztlich bei der Anwendung offener Software (BESMIN & BESMAX) leichter überschaubar;
- ★ Bebauung und Bewuchs sowie dem Gelände werden viel einfacher handhabbar, obwohl hierbei allgemeine Software-Werkzeuge (z.B. GIS, Tabellenkalkulation) bemüht werden müssen und immer noch etliche Einzelheiten (z.B. Höhe von Baumbeständen, Qualität des Geländemodells) ungeregelt bleiben.

Um etwas zu lernen, muss man es tun, bevor man es kann.

(Agnes Anna Jarosch, Leiterin "Der Deutsche Knigge-Rat")



Danke für die Aufmerksamkeit!

Noch Fragen

