



Merkblatt ***Schornsteinhöhenberechnung***

**Neue Entwicklungen und
Perspektiven im Bereich der
Ausbreitungsrechnung und der
Schornsteinhöhenberechnung**

Rauischholzhausen, 24.05.2011

Dipl.-Ing. Uwe Strotkötter





Gliederung

1. Vorbemerkung

2. Inhalte des Merkblattes

2.1 Ableitung von Abgasen nach TA Luft

2.2 Einzelgebäude

2.3 Ableitung von Geruchsemissionen

3. Zusammenfassung



1. Vorbemerkung

Ausgangspunkt/Motivation zur Erstellung des Merkblattes

- Beschreibung von Anforderungen und Verfahrensanweisungen zur Schornsteinhöhenbestimmung in Nr. 5.5 der TA Luft
- Die Regelungen in Nr. 5.5 TA Luft sind in Teilen nicht eindeutig und bieten Interpretationsspielraum
 - ⇒ Uneinheitliche Vorgehensweise bei der Schornsteinhöhenberechnung
 - ⇒ Auslegungsfragen zur Anwendung der Nr. 5.5 TA Luft
- Auftreten von Praxisfällen die mit den Regelungen in Nr. 5.5 TA Luft nicht abgedeckt sind



Ausgangspunkt/Motivation zur Erstellung des Merkblattes

Lösungswege:

- Klärung einzelner Fragestellungen auf Ebene der Fachausschüsse der LAI
- Erarbeitung von Vorgehensweisen in den Bundesländern

Aber: Keine zusammenfassende Darstellung der Lösungsansätze zu den offene/strittigen Fragen zur Schornsteinhöhenbestimmung

⇒ *Erarbeitung eines Merkblattes zur Schornsteinhöhenberechnung mit:*

- fachlich begründeten Festlegungen von Vorgehensweisen zur Minimierung der Interpretationsspielräume zu Nr. 5.5 TA Luft,
- Schließung von Regelungslücken im Rahmen der Schornsteinhöhenberechnung nach Nr. 5.5 TA Luft.



2. Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung

2.1 Ableitung von Abgasen nach TA Luft

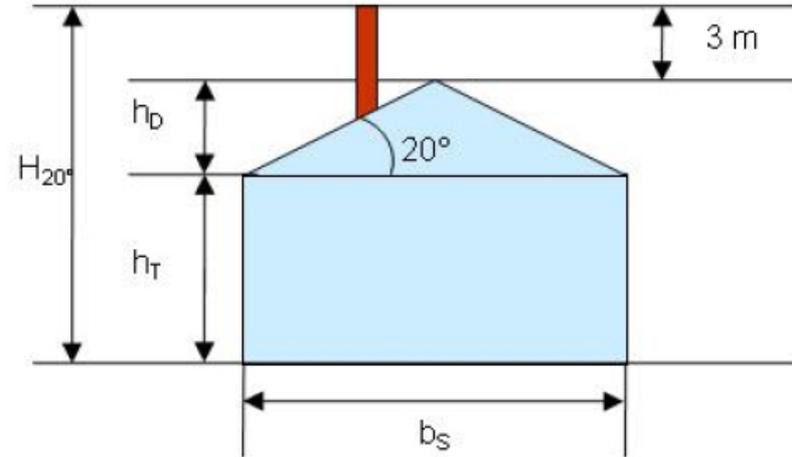
Grundlegende Forderung in Nr. 5.5.1 TA Luft:

„Abgase sind so abzuleiten, 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.“



Mindestanforderungen zur Ableitung über Schornsteine (Nr. 5.5.2)

- 10 m über Grund und
- 3 m über Dachfirst;
bei Dachneigung $< 20^\circ$ ist die Firsthöhe mit einer Neigung von 20° zu berechnen:



Quelle: Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung

$$H_{20^\circ} = h_T + h_D + 3m$$

$$h_D = \frac{b_S}{2} * \tan 20^\circ$$

H_{20° = erforderliche Schornsteinhöhe mit 20° -Regel

h_T = Traufhöhe

h_D = Dachhöhe (Firsthöhe minus Traufhöhe)

b_S = Gebäudebreite (Schmalseite)



Zusammenfassung von zwei oder mehr Quellen (Nr. 5.5.2)

„Ergeben sich mehrere etwa gleich hohe Schornsteine mit gleichartigen Emissionen, so ist zu prüfen, inwieweit diese Emissionen bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe zusammenzufassen sind.“

Hierzu gibt es zwei Methoden (LAI UA Luft/Technik 1992):

1. Addition der Emissionsmassenströme aller Einzelquellen unter Beibehaltung der übrigen Daten einer zu berechnenden Einzelquelle.
2. Behandlung wie mehrzügige Schornsteine, also Addition der Massen- und Volumenströme und Bildung eines fiktiven äquivalenten Schornsteindurchmessers.



Zusammenfassung von zwei oder mehr Quellen (Nr. 5.5.2)

Schornsteinabstand	Berechnungsmethode	Bemerkung
1,4 H bis 5 D	Methode 1	ggf. Einzelfalluntersuchung
kleiner 5 D	Methode 2	
Fallgestaltung/Situation	Berechnungsmethode	Bemerkung
Schornsteinhöhe entspricht in etwa Bebauung und Bewuchs	Methode 1	auch bei Abständen kleiner 5 D
hohe Volumenströme mit kleinen Massenkonzentrationen, auch bei Abständen größer 5 D	Methode 2 oder Methode 1	Methode 1 und Methode 2 ergeben die gleiche Schornsteinhöhe
Erläuterung: 1,4 H ist das 1,4fache der Schornsteinhöhe 5 D ist das 5fache des Schornsteindurchmessers		

Im Einzelfall können Modellversuche im Windkanal oder auch Ausbreitungsrechnungen im Zusammenhang mit Vorbelastungs-messungen Entscheidungshilfen für die o. a. Methoden darstellen.



Ableitung bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 5.5.2)

Abs. 5 der Nr. 5.5.2 grenzt die Anwendung der Mindestanforderungen aus Abs. 1 ein. Demnach findet Abs. 1 keine Anwendung bei:

- anderen als Feuerungsanlagen bei geringen Emissionsmassenströmen ($Q/S < 10 \text{ kg/h}$)
- Anlagen mit geringer Emissionsdauer (wenige Stunden im Jahr)

In diesen Fällen sind die VDI Richtlinien 3781 Blatt 4 oder 2280 sinngemäß so anzuwenden, dass ein ungestörter Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung sichergestellt ist.

Im Merkblatt wird hinsichtlich der Anforderungen an die Ableitung zwischen Feuerungs- und anderen als Feuerungsanlagen differenziert.



Ableitung bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 5.5.2)

Andere als Feuerungsanlagen

Die sinngemäße Anwendung der VDI Richtlinien 2280 und 3781 Blatt 4 erfolgt in Abhängigkeit vom Q/S-Verhältnis:

$$1 < Q/S < 10$$

Ableitung entsprechend der Mindestbedingungen der VDI RI 2280:

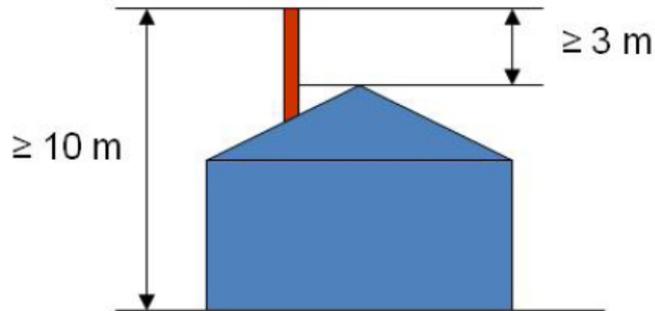
- 3 m über First eines Giebeldaches (Fall A),
- 5 m über Flach- und Shed-Dächern (Fall B),
- 5 m über Firsthöhe der Wohngebäude in 50 m Umkreis (Fall C) und
- mindestens 10 m über Erdboden.

Bei der Ableitung der Abgase ist eine Abgasgeschwindigkeit von mind. 7 m/s anzustreben.

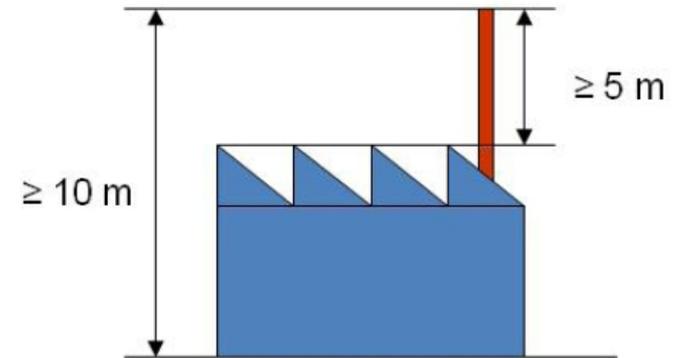


Ableitung bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 5.5.2)

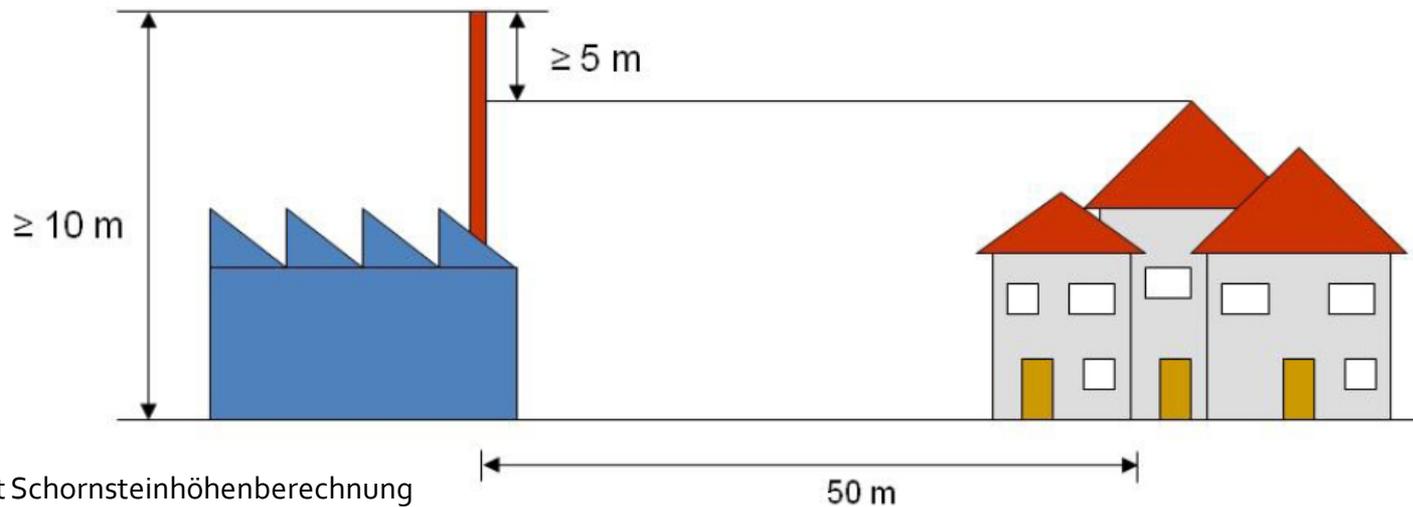
Fall A)



Fall B)



Fall C)



Quelle: Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung

50 m





Ableitung bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 5.5.2)

$$Q/S < 1$$

Bei Emissionsmassenströmen mit einem Verhältnis von $Q/S < 1$ werden die Anforderungen der VDI Richtlinie 3781 Blatt 4 herangezogen:

- 0,4 – 1 m über First bei einem Dachneigungswinkel von $\geq 20^\circ$ und
- 1 – 1,5 m über Dachfläche oder Dachaufbauten bei einem Dachneigungswinkel von $< 20^\circ$.

Ein Verzicht auf eine Ableitung über einen Schornstein, z. B. bei Unterschreiten der Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft, kommt lediglich in begründeten Ausnahmefällen in Betracht.





Ableitung bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 5.5.2)

Feuerungsanlagen

- Keine Anwendung der in Abs. 5, Nr. 5.5.2 TA Luft zitierten VDI Richtlinien bei genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen mit „geringen Emissionen“ ($Q/S < 10 \text{ kg/h}$).
- Umsetzung der Anforderungen aus Abs. 1, Nr. 5.5.2 TA Luft (10 m über Grund und 3 m über First unter Beachtung der 20°-Regel), jedoch ohne Berücksichtigung der Vorschriften aus Nr. 5.5.3 (Nomogramm) und 5.5.4 (Bebauung und Bewuchs) TA Luft.

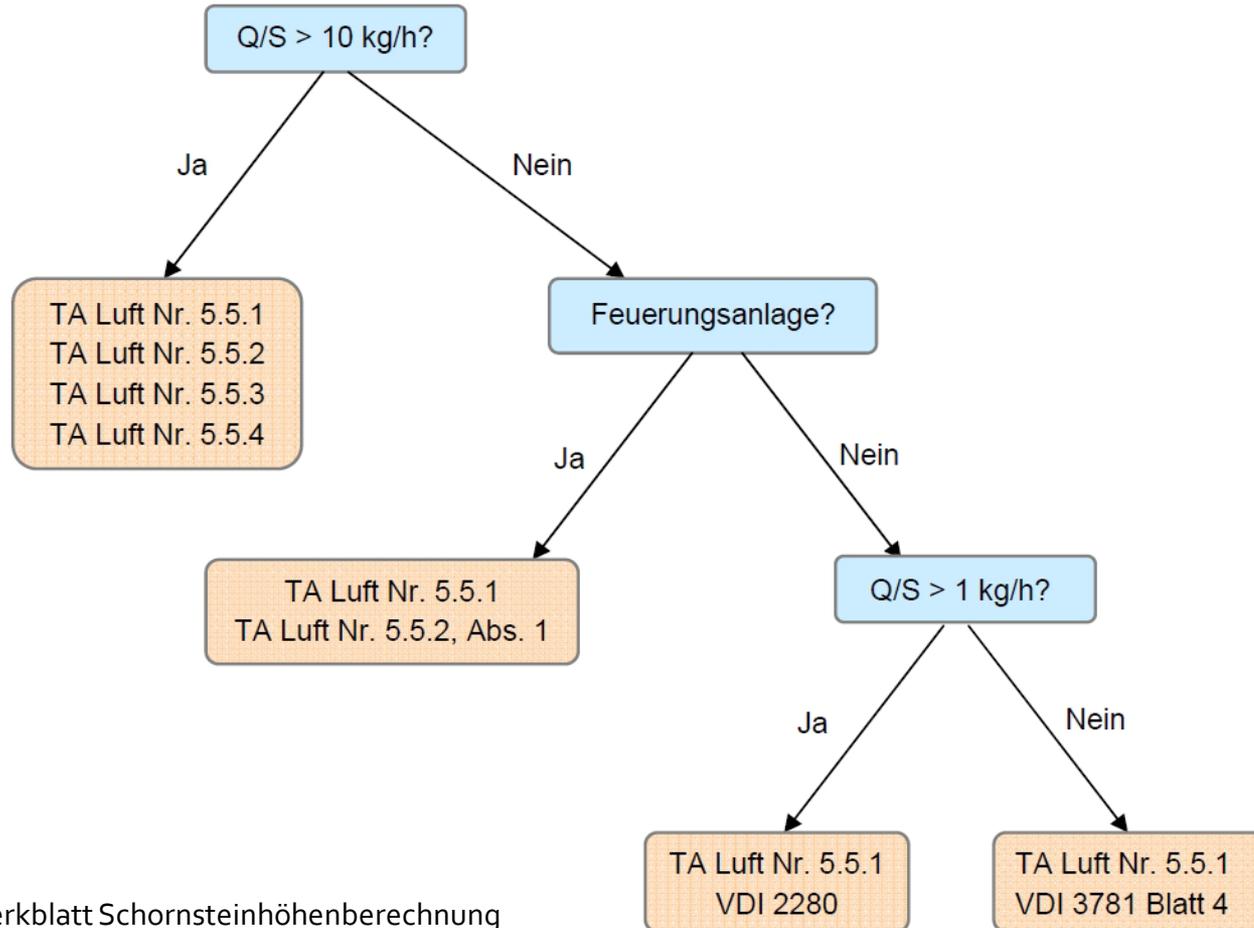
Eine zusammenfassende Darstellung zur Ermittlung der Schornsteinhöhe bei der Ableitung von Abgasen mit geringen Emissionsmassenströmen zeigt das nachfolgende Diagramm.





Ableitung bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 5.5.2)

2.1 Ableiten von Abgasen nach TA Luft



Quelle: Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung

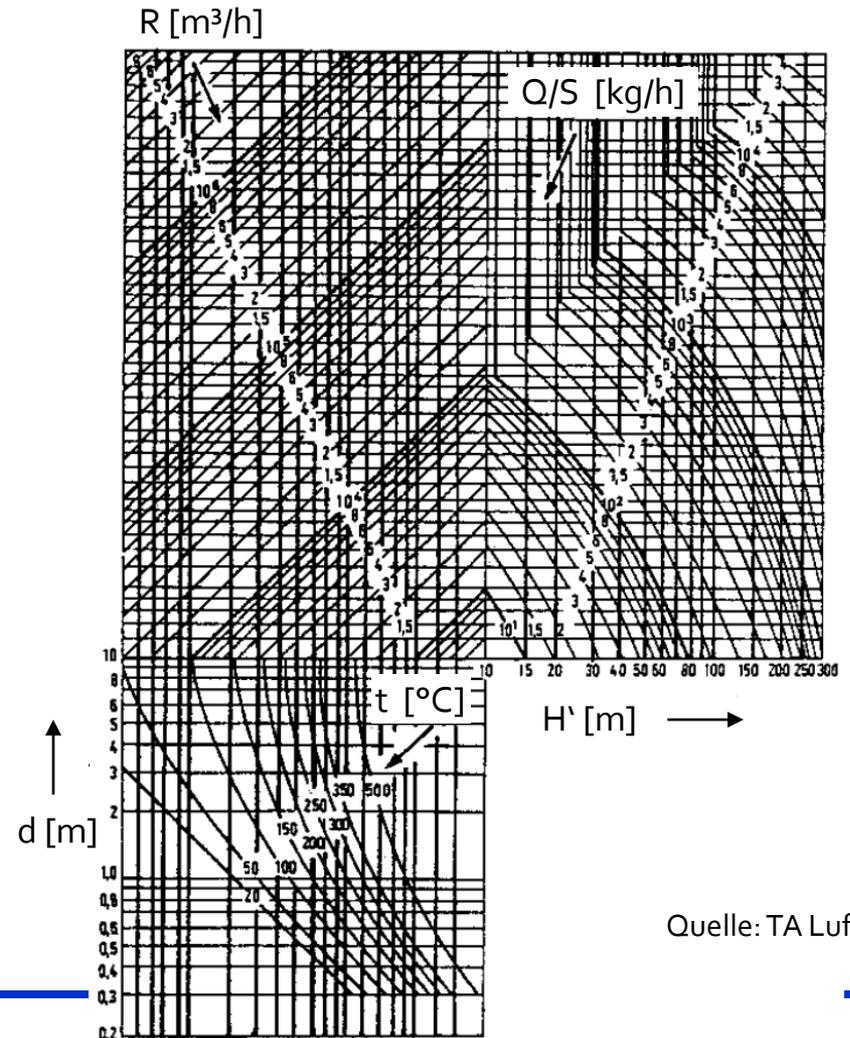




Nomogramm zur Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.3

Die Nr. 5.5.3 enthält das Nomogramm zur Bestimmung der Schornsteinhöhe. Dabei werden folgende Kenngrößen benötigt:

- Schornsteindurchmesser (d)
- Abgastemperatur (t)
- Abgasvolumenstrom $_{N,t}$ (R)
- Emissionsmassenstrom (Q)
- S-Wert (stoffabhängiger Faktor)



Quelle: TA Luft





Ungünstigste Betriebsbedingungen (Nr. 5.5.3)

Vorgabe in Nr. 5.5.3:

„Bei der Ermittlung der Schornsteinhöhe mittels des Nomogramms sind für die Parameter t , R und Q die Werte einzusetzen, die sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb unter den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen ergeben, (...). „

Umsetzung in der Praxis:

- Zur Quantifizierung des Emissionsmassenstroms (*Produkt aus Abgasvolumenstrom und Emissionskonzentration*) ist in diesem Zusammenhang der Tagesmittelwert heranzuziehen.
- Eine abweichende Vorgehensweise ist im Einzelfall nicht ausgeschlossen, aber ausführlich zu begründen. (Beispiel: Anlage mit stark schwankender Emission, welche in relevanter Häufigkeit Halbstundenmittelwerte oberhalb des Tagesmittelwertes aufweist.)



S-Wert für Stickstoffoxide (Nr. 5.5.3 und Anhang 7)

Stickstoffoxide bestehen gewöhnlich aus NO und NO₂. Die Bestimmung der Schornsteinhöhe in Nr. 5.5.3 TA Luft ist auf Basis von NO₂ geregelt.

- Massenstrom für NO₂ setzt sich aus der Summe des direkt emittierten NO₂ und des aus der Umwandlung von NO zu NO₂ entstehenden NO₂ zusammen
- Umwandlung von NO zu NO₂ über einen Umwandlungsgrad von 60 %
- Umrechnung des Emissionsmassenstroms von NO in NO₂ über den Faktor 0,92
- Ermittlung des Q/S-Verhältnisses über den NO₂-Massenstrom



S-Wert für Stickstoffoxide (Nr. 5.5.3 und Anhang 7)

Missverständliche bzw. falsche Angabe zum S-Wert für Stickstoffdioxid im Anhang 7 der TA Luft (redaktioneller Fehler)

- Die Angabe des S-Wertes für „*Stickstoffoxide, angegeben als Stickstoffdioxid*“ ist als Angabe für Stickstoffdioxid (NO_2) zu interpretieren.
- Die Forderung nach gleich hohen Schornsteinen als Ergebnis der Schornsteinhöhenbestimmung aus der TA Luft 1986 und 2002 kann nur unter Verwendung des S-Wertes für NO_x in der TA Luft 2002 als S-Wert für NO_2 sichergestellt werden.
- Bestätigung dieser Auffassung durch den LAI-Ausschuss LWV (2008)





Beispiel zur Ermittlung des NO₂-Emissionsmassenstroms (Nr. 5.5.3)

Annahmen:

- NO_x-Massenstrom (angegeben als NO₂) beträgt 10 kg/h
- Verhältnis von NO zu NO₂ an der Emissionsquelle: 90/10

Berechnung:

- Primärer NO₂-Massenstrom:

$$0,1 \times 10 \text{ kg NO}_2/\text{h} = \underline{1 \text{ kg NO}_2/\text{h}}$$

- Sekundärer NO₂-Massenstrom:

$$0,9 \times 0,6 \times 10 \text{ kg NO}_2/\text{h} = \underline{5,4 \text{ kg NO}_2/\text{h}}, \text{ oder}$$

$$0,9 \times 10 \text{ kg NO}_2/\text{h} \times 30/46 \times 0,92 = \underline{5,4 \text{ kg NO}_2/\text{h}}$$

- Effektiver NO₂-Massenstrom :

$$1 \text{ kg/h} + 5,4 \text{ kg/h} = \underline{6,4 \text{ kg NO}_2/\text{h}}$$





Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs (Nr. 5.5.4)

Die Nr. 5.5.4 enthält Vorgaben zur Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs:

- Anwendung der Korrektur für Bebauung und Bewuchs nur in den Fällen, in denen die geschlossene Bebauung oder der geschlossene Bewuchs mehr als 5 % der Fläche des Beurteilungsgebietes beträgt.
- Keine Korrektur der Schornsteinhöhe nach Nr. 5.5.4 bei geringen Emissionsmassenströmen ($Q/S < 10 \text{ kg/h}$)
- Keine Berücksichtigung von Einzelgebäuden über diesen Korrekturansatz, hier können ggf. atypische Fälle vorliegen.



Ermittlung der Schornsteinhöhe in unebenem Gelände (Nr. 5.5.4)

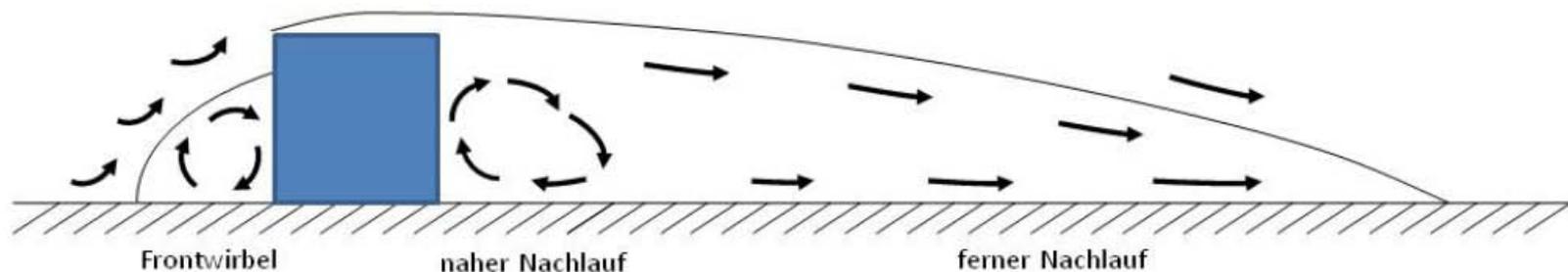
Die Nr. 5.5.4 enthält Vorgaben für die Fälle, in denen die Anlage im Tal liegt oder die Ausbreitung der Emissionen durch Geländeerhebungen gestört wird:

- Anwendung der VDI Richtlinie 3781 Blatt 2 unter Berücksichtigung des Anwendungsbereiches dieser Richtlinie
- Ist die Anwendung der Richtlinie nicht zielführend, ist eine Einzelfallbetrachtung möglich. Die Vorgehensweise ist in nachvollziehbarer Form zu begründen.

2.2 Einzelgebäude

Hohe Einzelgebäude im Einwirkungsbereich einer Anlage können die freien Abströmung beeinträchtigen. Die Bestimmung der Schornsteinhöhe für derartige Fälle ist in Nr. 5.5 TA Luft nicht abschließend geregelt.

Bei der Anströmung eines Gebäudes treten in Luv und Lee Störzonen des Windfeldes auf. Das Freisetzen oder Einmischen von Emissionen in diesen Zonen kann zu hohen Immissionskonzentrationen führen.



Quelle: Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung



Berechnung der Schornsteinhöhe im Nahbereich eines Gebäudes

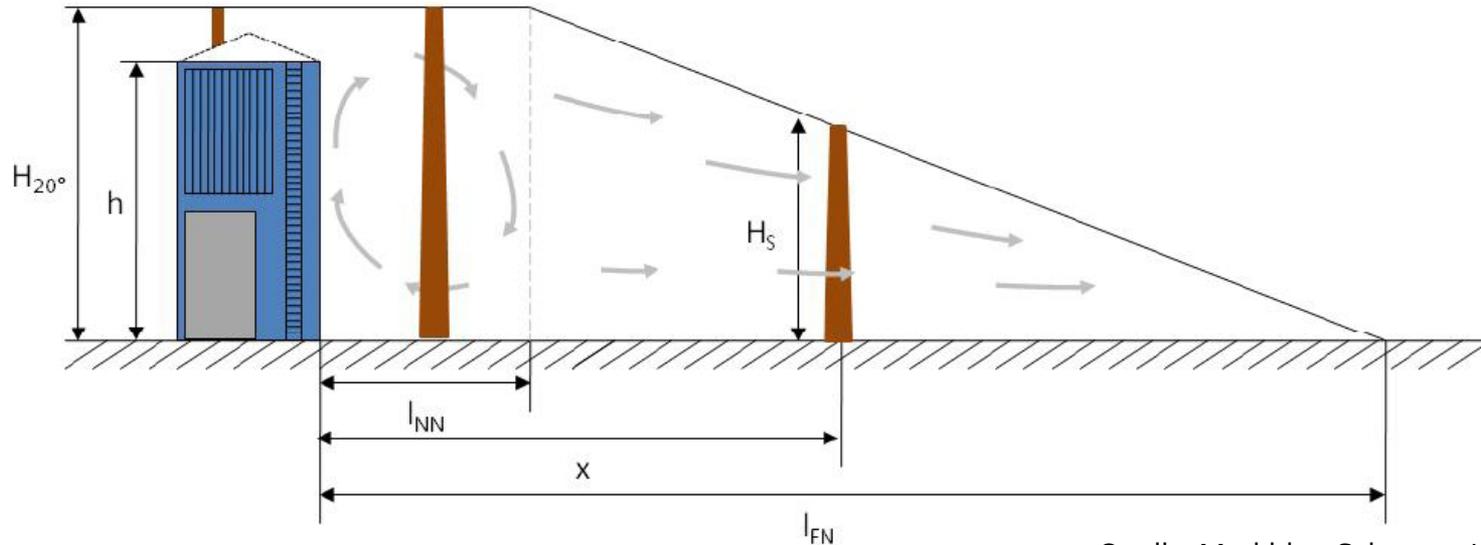
Ein pragmatischer Ansatz zur Berechnung der Schornsteinhöhe im Nahbereich eines Einzelgebäudes wird im Merkblatt dargestellt.

- Der Ansatz basiert auf der Forderung, dass der Schornstein so dimensioniert sein sollte, dass die Mündung sicher außerhalb des Nachlaufs liegt.
- Im nahen Nachlauf bildet die Schornsteinhöhe unter Berücksichtigung der 20°-Regel (H_{20°) die Obergrenze der Rezirkulationszone
- Für den fernen Nachlauf wird vom Ende des nahen Nachlaufs bis zum Ende des fernen Nachlaufs von einer linearen Abnahme bis zum Erdboden ausgegangen.
- Die Regelung gewährleistet einen stetigen Übergang.
- Berechnungsdetails sind dem Merkblatt zu entnehmen.





Berechnung der Schornsteinhöhe im Nahbereich eines Gebäudes



Quelle: Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung

H_{20° = Schornsteinhöhe mit 20°-Regel

h = Gebäudehöhe

H_S = korrigierte Schornsteinhöhe

l_{NN} = horizontale Ausdehnung des nahen Nachlaufs

x = Abstand zwischen Gebäude und Schornstein

l_{FN} = horizontale Ausdehnung des fernen Nachlaufs





Berechnung der Schornsteinhöhe im Nahbereich eines Gebäudes

Ergänzende Hinweise:

- Eine Schornsteinhöhenkorrektur ist besonders dann sinnvoll, wenn der Schornstein vom Gebäude aus in Hauptwindrichtung liegt.
- Eine Korrektur der Schornsteinhöhe ist aus fachlicher Sicht insbesondere im Bereich des nahen Nachlaufs anzustreben.
- Befinden sich (vom Gebäude aus gesehen) hinter dem Schornstein keine relevanten Beurteilungspunkte, dann kann auf eine Korrektur verzichtet werden, insbesondere wenn sich daraus unverhältnismäßig hohe Schornsteine ergeben würden.
- Zur Umsetzung der Berechnungsvorschrift ist ein Excel-Arbeitsblatt erstellt worden, welches zusammen mit dem Merkblatt auf der Internetseite des HLUG zum Download bereit steht.



2.3 Ableitung von Geruchsemissionen

Für die Ableitung von Geruchsemissionen gelten gemäß Nr. 2 GIRL auch die Anforderungen der Nr. 5.5 TA Luft.

- Der Schornsteinhöhe ist i. d. R. so zu bemessen, dass die Zusatzbelastung (IZ) auf keiner Beurteilungsfläche den Wert von 0,06 überschreitet. Aus Gründen der Vorsorge gilt dies auch für Beurteilungsflächen auf denen niemand wohnt. Die Fläche in der sich die Quelle befindet bleibt dabei i. d. R. unberücksichtigt.
- Treten mit dieser Regelung in atypischen Fällen unverhältnismäßig hohe Schornsteine auf, so ist eine Stellungnahme der zuständigen Fachbehörde einzuholen.
- Bei landwirtschaftlichen Anlagen gilt diese Regelung zur Schornsteinhöhe nur für eine zusammenfassende zentrale Ableitung, die ggf. nach Abs. 2 Nr. 5.5.2 TA Luft zu fordern ist.



3. Zusammenfassung

- Das Merkblatt Schornsteinhöhenberechnung ist ein guter Fundus für Auslegungsfragen zur Schornsteinhöhenberechnung.
- Bekannte Regelungslücken aus Nr. 5.5 TA Luft sind mit dem Merkblatt weitestgehend geschlossen und Interpretationsspielräume wurden minimiert.
- Die bislang nicht geregelte Fragestellung zur Berücksichtigung von hohen Einzelgebäuden im Einwirkungsbereich einer Emissionsquellen ist mittels eines pragmatischen Verfahrens geregelt.
- Weiterhin könne in der Praxis Konstellationen im Zusammenhang mit der Schornsteinhöhenberechnung auftreten, die mit dem vorliegenden Merkblatt nicht abgearbeitet werden können.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

