

Die neue Richtlinie VDI 3781 Blatt 4

Ableitbedingungen für Abgase – Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen

W. Bächlin, W. Theurer

Zusammenfassung Die grundlegend neu bearbeitete Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 beschäftigt sich mit den Ableitbedingungen für Abgase aus kleinen und mittleren Feuerungsanlagen sowie aus anderen als Feuerungsanlagen. Das Konzept der Neubearbeitung umfasst die beiden Forderungen nach einem ungestörten Abtransport der Abgase und einer ausreichenden Verdünnung der Abgase. Ein im Sinne der Richtlinie ungestörter Abtransport der Abgase wird erreicht, wenn die Abgase außerhalb der Rezirkulationszonen des Gebäudes mit der Abgasableitrichtung und außerhalb der Rezirkulationszonen umliegender Gebäude freigesetzt werden. Die Bedingungen zur Erfüllung dieser Forderungen werden für verschiedene Dachformen und Gebäudeanordnungen detailliert beschrieben. Die Forderung einer ausreichenden Verdünnung wird durch einen hinreichend großen Abstand zwischen Quelle und Rezeptor erfüllt. Hier wurden die Vorgaben aus der 1. BImSchV übernommen. Integriert in die Richtlinie wurden die Regelungen der Richtlinie VDI 2280, die sich mit den Ableitbedingungen für organische Lösemittel beschäftigen. Ausführliche Beispiele im Anhang der Richtlinie sollen das Verständnis des Anwenders für dieses Konzept wecken und die praktische Anwendung der Richtlinie erleichtern. Dennoch deckt die Richtlinie, auch bei sinngemäßer Anwendung, nicht jeden Einzelfall ab. Je nach Problemstellung können weitergehende Untersuchungen notwendig werden.

The new standard VDI 3781 Part 4 – Discharge conditions for exhaust gas – Small and medium combustion systems and other installations

Abstract The completely revised standard VDI 3781 Part 4 covers discharge conditions for exhaust gases from small and medium combustion systems and from non-combustion installations. The concept of the amendment comprises two requirements, namely undisturbed removal of the exhaust gases with the free airflow and adequate dilution of the exhaust gases. Undisturbed removal of the exhaust gases in terms of the standard is attained, if the exhaust gases are emitted both outside the recirculation zone of the building with the exhaust gas discharge system and outside the recirculation zones of adjacent buildings. The standard details the conditions to fulfil these requirements for various roof forms and for various layouts of buildings. The requirement of adequate dilution is fulfilled at a sufficiently long distance between source and receptor. Here, the specifications are adopted from the 1. BImSchV. Incorporated in this standard are provisions of standard VDI 2280 for the discharge of vapours of organic solvents. Detailed examples are provided in the Annex of the standard to clarify its concept and to facilitate its practical application. Nevertheless the standard, even if applied analogously, does not cover each specific case. Depending on the specific problem, further investigations may be necessary.

Dr.-Ing. Wolfgang Bächlin,
Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe.
Dr.-Ing. Wolfgang Theurer,
Ingenieurbüro Theurer, Hanhofen.

1 Rückblick

„Aber der Wind reisset die Duenste mit weg, zerstreuet sie und fuhret uns immer frische Luft zu“ aus den „vernuenfftigen Gedanken Herrn Christian Wolffs von den Wuerckungen der Natur“ [1] zeigt, dass man sich bereits vor Jahrhunderten Gedanken über einen ungestörten Abtransport und eine ausreichende Verdünnung unangenehmer oder schädlicher Luftbeimengungen, wie den damals typischen Abgasen aus kleinen Feuerungen, machte. Schornsteine zur Ableitung solcher Abgase spielten dabei eine wichtige Rolle: Mangels besserer Möglichkeiten erfolgte die Bestimmung ihrer Höhe und ihre Anordnung anhand von teils jahrhundertelangen Erfahrungswerten.

Mit dem zunehmenden Verschwinden der Festbrennstofffeuerungen und der damit einhergehenden Reduktion der Emissionen gerieten die Erfahrungswerte aber immer mehr in Vergessenheit. Auf der anderen Seite nahm allerdings das Verständnis der für die Ausbreitung von Abgasen, auch aus kleinen Feuerungen, maßgeblichen strömungstechnischen Vorgänge aufgrund von Naturexperimenten und Modellversuchen im Windkanal seit den 1950er-Jahren zu. Es wundert daher nicht, dass im Februar 1978 in München eine Vortragsveranstaltung des Umweltbundesamtes unter Beteiligung der VDI-Kommission Reinhaltung der Luft unter dem Titel „Bestimmung der Schornsteinmindestbauhöhen für Feuerungsanlagen kleiner Leistung“ stattfand. Dort wurden die relevanten strömungstechnischen Zusammenhänge für die Ausbreitung und Verdünnung von Abgasen aus Schornsteinen vorgestellt und die zu berücksichtigenden Grundlagen der Gebäudeaerodynamik beschrieben. Die damaligen Arbeiten mündeten in der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 „Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre; Bestimmung der Schornsteinhöhe für kleinere Feuerungsanlagen“ vom November 1980 [2]. Diese Richtlinie, für die umfangreiche Literaturrecherchen durchgeführt worden waren, war mit vier Seiten einschließlich Deckblatt sehr kurz gehalten. Sie enthielt aber bereits wesentliche Aussagen zu einer günstigen Anordnung von Schornsteinen im Hinblick auf einen ungestörten Abtransport der Abgase als auch einer ausreichenden Verdünnung. Nachdem in den 1980er-Jahren verschiedene systematische Untersuchungen in Windkanälen durchgeführt wurden, erschien im September 2000 eine Überarbeitung der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 als Gründruck mit dem Titel „Umweltmeteorologie – Bestimmung der Immission in Bebauungsstrukturen infolge von Emissionen aus kleinen Feuerungsanlagen“ [3]. Dieser Gründruck stieß unter verschiedenen Aspekten auf großen Widerstand, wurde zurückgezogen und nicht weiter bearbeitet.

Mit der Renaissance der Festbrennstofffeuerungen seit der Jahrtausendwende, zum Beispiel als nachträglich errichtete Kaminöfen, gewann die Problematik der Ausbreitung von Abgasen aus kleinen Feuerungsanlagen wieder erheblich an Aktualität. So wurden mit der Novellierung der

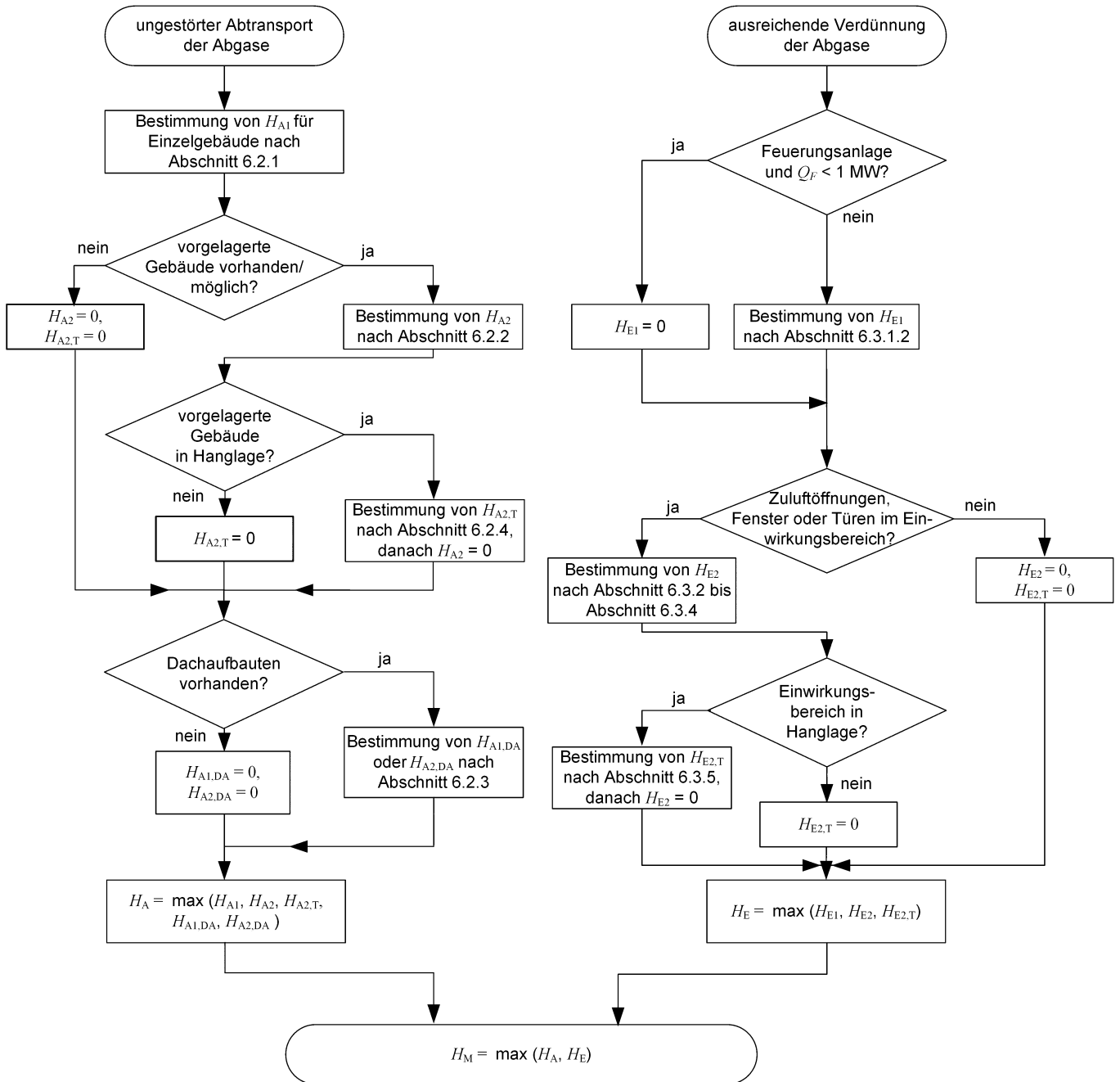


Bild 1. Ablaufschema zur Bestimmung der erforderlichen Mindesthöhe H_M der Mündung der Abgasanlage.

Quelle: VDI 3781 Blatt 4

ersten Bundes-Immissionsschutzverordnung im Jahre 2010 [4] unter § 19 die Ableitbedingungen für kleine und mittlere Feuerungsanlagen definiert. Allerdings wurden hierbei die Anforderungen an einen ungestörten Abtransport der Abgase nicht ausreichend berücksichtigt.

An die Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss (KRdL) erging als Folge die Bitte, die alte Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 aus dem Jahre 1980 zu überarbeiten und die Anforderungen an die Ableitbedingungen bei Abgasanlagen für kleine und auch mittlere Feuerungsanlagen dem Stand der Technik entsprechend festzuschreiben. Da aus immissionsschutztechnischer Sicht in Bezug auf die Ableitbedingungen für Abgase aus kleinen und mittleren Feuerungsanlagen nach 1. BImSchV [4] und für Dämpfe von organischen Lösemitteln aus genehmigungsbedürftigen Anlagen nach 4. BImSchV [5] bei geringen Emissionsmassenströmen sowie aus nicht genehmigungs-

bedürftigen Anlagen grundsätzlich kein Unterschied besteht, wurden die Regelungen der Richtlinie VDI 2280 [6], die sich mit den Ableitbedingungen für organische Lösemittel beschäftigt, in die Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 mit dem nun etwas sperrigen Titel „Umweltmeteorologie – Ableitbedingungen für Abgase – Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen“ [7] integriert. Diese seit Juli 2017 vorliegende Richtlinie dient somit zur Bestimmung der Mindesthöhe der Mündungen von Abgasableitungen, 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.

2 Aufbau der Richtlinie

Bei der Überarbeitung der Richtlinie wurden die beiden zentralen Leitgedanken „Ungestörter Abtransport der Abgase“ und „Ausreichende Verdünnung der Abgase“ verfolgt. Insbesondere die Forderung nach einem ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung wurde bereits in zahlreichen Rechtsverordnungen, wie der TA Luft, und in VDI-Richtlinien erhoben. Es wurde aber nicht klargestellt, welche Randbedingungen bei der Umsetzung dieser Forderung in der praktischen Anwendung zu beachten sind. Die Neufassung der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 gibt wertvolle Hinweise zur Schließung dieser Lücke. Ein weiterer Teil der Richtlinie beschäftigt sich mit der ausreichenden Verdünnung der Abgase.

Die beiden Gedanken finden sich auch im Ablaufschema in [7] (**Bild 1**) wieder. Anhand eines Flussdiagramms wird der Anwender stufenweise durch verschiedene Abfragen geführt, die jeweils abzuarbeiten sind. Am Ende steht die erforderliche Mindesthöhe der Mündung der Abgasanlage H_M .

2.1 Ungestörter Abtransport der Abgase

Im Hinblick auf einen ungestörten Abtransport der Abgase werden in der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 zunächst die prinzipiellen Grundlagen erläutert. Das Grundprinzip beruht auf der Forderung, dass keine Abgase in Rezirkulationszonen freigesetzt werden dürfen, wie sie sich bei der Um- und Überströmung von Bauwerken einstellen. Die Rezirkulationszonen entstehen dadurch, dass die Strömung z. B. an der Dachkante abreißt und, aufgrund der sich einstellenden Druckverhältnisse in Lee des Bauwerks, zum Boden hin abgelenkt wird (**Bild 2**). Am Boden erfolgt eine Rückströmung entgegen der Windrichtung zurück zum Bauwerk. Durch diesen Effekt können die Abgase bei einer Ableitung in die Rezirkulationszone nicht frei abströmen, sondern sie werden zum Boden hin transportiert, in den Bereich, wo sich Menschen aufhalten und Fenster und Türen sowie sonstige Lüftungsöffnungen liegen.

Dieses Grundprinzip der Vermeidung von Abgasfreisetzungen in die Rezirkulationszonen gilt es nun für verschiedene Gebäudekonfigurationen umzusetzen. Der Ablauf der durchzuführenden Berechnungen erfolgt nach dem linken Strang in Bild 1. Zunächst wird das Gebäude als allein stehendes Einzelgebäude, quasi auf der grünen Wiese, ohne den Einfluss einer Umgebungsbebauung betrachtet. In Abhängigkeit von der Dachneigung und -form des Gebäudes mit der Abgasanlage und ihrer Position auf dem Dach wird die erforderliche Höhe der Abgasanlage H_{A1} , bezogen auf die Firsthöhe, berechnet. Als Dachformen behandelt werden symmetrische und asymmetrische Sattel-, Flach-, Pult-, Shed-, Walmdächer und verwandte Formen sowie Mansarddächer. Andere Formen lassen sich durch eine sinngemäße Anwendung abdecken.

Im nächsten Schritt wird eine etwaige vorgelagerte Bebauung berücksichtigt. Dabei wird überprüft, ob das zu betrachtende Gebäude im Bereich der Rezirkulationszonen von vorgelagerten Einzelgebäuden oder einer vorgelagerten geschlossenen Bebauung liegt. Der Ausdruck „vorgelagerte Bebauung“ bezieht sich dabei nicht auf eine ausgewählte Windrichtung, sondern alle Gebäude in der Umgebung werden als potenziell vorgelagert berücksichtigt. Die Richtlinie liefert die entsprechenden Berechnungs-

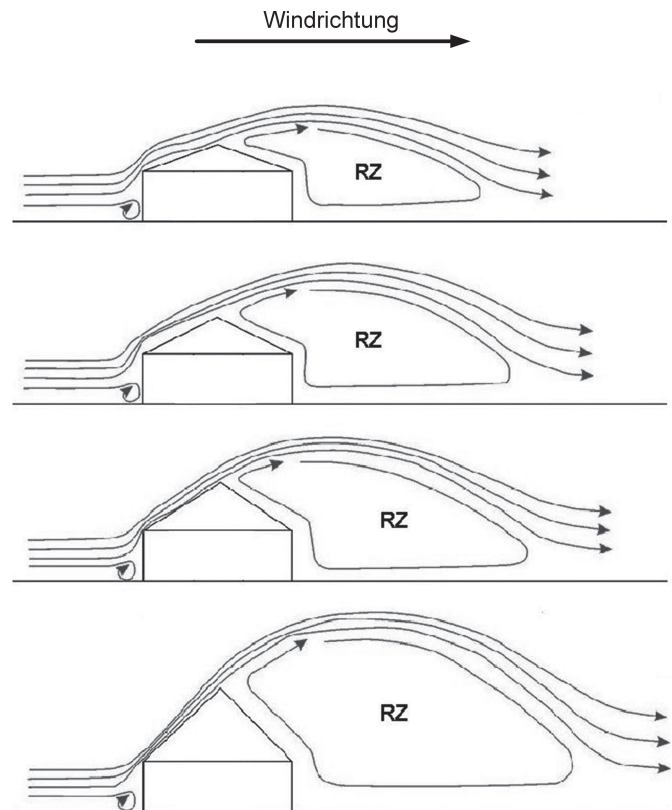


Bild 2. Qualitative Darstellung der Rezirkulationszonen (RZ) in Abhängigkeit von der Dachneigung. Quelle: [7] auf der Grundlage von [8]

ansätze zur Ermittlung der Höhe H_{A2} der Abgasanlage, damit ihre Mündung außerhalb der Rezirkulationszonen der umgebenden Gebäude zu liegen kommt.

Liegen die Gebäude in Hanglage, dann ist der Höhenunterschied zwischen dem für das vorgelagerte Gebäude und dem für das Gebäude mit der Abgasanlage maßgeblichen Bezugspunkt zu erfassen und daraus gegebenenfalls eine korrigierte Höhe $H_{A2,T}$ der Abgasanlage zu bestimmen.

Schließlich können auch Dachaufbauten auf Gebäuden eigene Rezirkulationszonen erzeugen und wie Einzelgebäude oder eine vorgelagerte Bebauung wirken. Auch hier ist darauf zu achten, dass im Sinne des ungestörten Abtransports die Freisetzung der Abgase außerhalb der Rezirkulationszonen erfolgt. Die Vorgehensweise zur Erfassung dieser Zonen ist in der Richtlinie beschrieben; Ergebnis sind die Höhen $H_{A1,DA}$ oder $H_{A2,DA}$ der Abgasanlage.

Zu beachten ist, dass die Berandung der Rezirkulationszone keine scharfe Linie im Vertikalschnitt und keine scharfe Grenzfläche im Raum ist, sondern aufgrund der sich zur Außenströmung hin einstellenden hochturbulenten Scherschicht eine gewisse Dicke aufweist. Bei der Berechnung der Mündungshöhen wird dies durch einen additiven Term H_U berücksichtigt. Der Wert von H_U wurde als Konvention festgelegt. In Abhängigkeit von der Nenn- oder Feuerungsleistung bei Feuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV und bei Feuerungsanlagen mit einer Feuerungsleistung ≥ 1 MW beträgt er zwischen 0,4 und 3,0 m, bei anderen als Feuerungsanlagen in der Regel 3,0 m.

Aus den Höhen H_{A1} , H_{A2} , $H_{A2,T}$ und $H_{A1,DA}$ und $H_{A2,DA}$ ist die größte berechnete Höhe zu ermitteln. Diese Höhe legt die erforderliche Höhe H_A der Abgasanlage über First fest, die

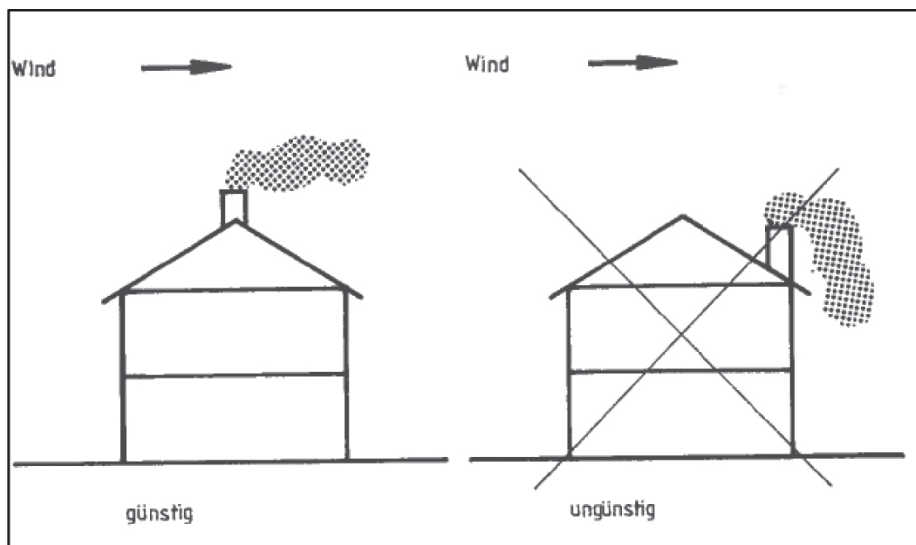


Bild 3. Günstige und ungünstige Positionierung der Abgasanlage (entnommen aus [9]).

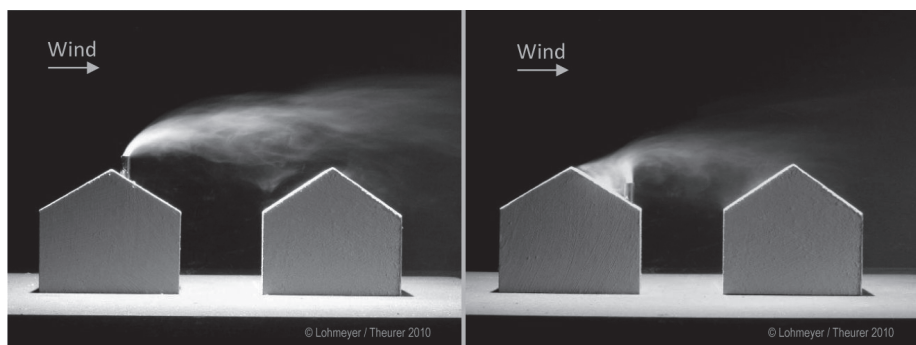


Bild 4. Links: günstige Positionierung der Abgasanlage in Firsthöhe nach VDI 3781 Blatt 4, rechts: traufnahe, aber nach der 1. BImSchV zulässige Positionierung der Abgasanlage. Quelle: [10]

per Definition einen ungestörten Abtransport der Abgase ermöglicht.

Grundsätzlich gilt, wie bereits aus der Erfahrung bekannt und in der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 aus dem Jahr 1980 erwähnt, dass firstnahe Positionen der Abgasanlagen besonders empfehlenswert sind (Bild 5). Der über dem Dach freistehende Teil der Abgasanlage ist dann am kürzesten, wenn sich die Anlage am höchsten Punkt des Gebäudes befindet. Aufnahmen aus dem Windkanal, bei denen die Ableitung der Abgase sichtbar gemacht wurde, zeigen in Bild 4 die Vorteile einer firstnahen Anordnung auf die Abgasausbreitung.

2.2 Ausreichende Verdünnung der Abgase

Im Einwirkungsbereich einer Abgasableitinrichtung ist bei ungestörtem Abtransport der Abgase von einer ausreichenden Verdünnung auszugehen, wenn die Mündung der Abgasableitinrichtung bestimmte Mindesthöhen überschreitet. Diese Mindesthöhen sind abhängig von der Bebauung der Nachbarschaft. Wie Untersuchungen im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) [11] zeigten, führen größere Freisetzungshöhen zu einer besseren Verdünnung der Abgase im Sinne der Vorsorge. Gegebenenfalls sind vorgegebene Mindesthöhen, z. B. aus der Integration der Richtlinie VDI 2280, einzuhalten.

Bei kleinen und mittleren Feuerungsanlagen wurden die in der 1. BImSchV festgelegten Vorgaben für eine aus-

reichende Verdünnung in die Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 übernommen. Bei Anlagen mit Feuerungswärmeleistung ≥ 1 MW und anderen als Feuerungsanlagen muss die Geländeoberfläche von der Mündung der Abgasableitinrichtung um mindestens 10 m überragt werden. Diese Anforderung gilt insbesondere für Anlagen im Anwendungsbereich der 31. BImSchV [12].

Bei anderen als Feuerungsanlagen außerhalb des Anwendungsbereichs der 31. BImSchV ist eine sinngemäße Abstufung wie bei den Feuerungsanlagen möglich. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass für Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung ≥ 10 MW und bei genehmigungsbedürftigen Anlagen nach der 4. BImSchV für die Höhe über Bezugsniveau die Anforderungen der TA Luft zur Bestimmung der Schornsteinhöhe unter Berücksichtigung der Bebauung, des Bewuchses und von unebenem Gelände gelten.

3 Beispiele und weitergehende Untersuchungen

Im Anhang der Richtlinie finden sich zahlreiche Beispiele verschiedener Situationen, die dem Anwender das Vorgehen bei der Berechnung der erforderlichen Mündungshöhe praxisbezogen veranschaulichen. Es ist

allerdings unmöglich, im Rahmen der Richtlinie alle denkbaren Gebäudekonfigurationen und topografischen Gegebenheiten zu erfassen. In komplexen, konflikträchtigen Fällen, wie bei einer hohen Umgebungsbebauung oder besonderen topografischen Situationen, ist es daher notwendig, weitergehende Untersuchungen im Windkanal oder Modellrechnungen mit detailgetreuer Abbildung der Bebauungsverhältnisse durchzuführen.

4 Fazit

Die nach der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 bestimmten Mindesthöhen von Abgasableitinrichtungen genügen 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 oder unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß zu beschränken (vergleiche Bundes-Immissionsschutzgesetz [13]). Im Referentenentwurf zur Anpassung der TA Luft [14] wird in Bezug auf die Anforderungen an einen ungestörten Abtransport der Abgase mit der freien Luftströmung auf die VDI 3781 Blatt 4 verwiesen. Die Richtlinie definiert mit Blick auf eine ungestörte Abströmung als Grundprinzip eine Emission außerhalb der Rezirkulationszonen von Bauwerken und zeigt seine Umsetzung in die Praxis für eine Vielzahl von Situationen.

Alle denkbaren Fälle können naturgemäß mit einer solchen Richtlinie nicht abgedeckt werden. In den Fällen, die diese Richtlinie nicht abdeckt, sind Sonderbetrachtungen durchzuführen.

Es wäre zu begrüßen, wenn die Vorgaben für eine freie Abströmung der Abgase, die im Sinne des Immissions-schutzes über die der 1. BImSchV hinausgehen, neben denen aus der 1. BImSchV schon bei der Planung einer Abgasanlage berücksichtigt würden.

Danksagung

Die Erstellung der Richtlinie unter hohem Zeitdruck erforderte einiges an Engagement seitens der Mitglieder der Richtlinienarbeitsgruppe und der Kommission Reinhaltung der Luft. Für das Engagement, die intensiven Diskussionen und alle konstruktiven Beiträge möchten sich die Autoren bedanken.

Literatur

- [1] Wolff, C.: Vernuenfftige Gedancken von den Wuerckungen der Natur (deutsche Physik). Halle: Renger 1723.
- [2] VDI 3781 Blatt 4: Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre; Bestimmung der Schornsteinhöhe für kleinere Feuerungsanlagen. Berlin: Beuth 1980.
- [3] VDI 3781 Blatt 4 (Entwurf): Umweltmeteorologie – Bestimmung der Immission in Bebauungsstrukturen infolge von Emissionen aus kleinen Feuerungsanlagen. Berlin: Beuth 2000, zurückgezogen 2001.
- [4] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 26. Januar 2010. BGBl. I, S. 38, zul. geänd. durch Art. 16 Abs. 4 des Gesetzes vom 10. März 2017. BGBl. I, S. 420.
- [5] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) vom 2. Mai 2013. BGBl. I, S. 973.
- [6] VDI 2280: Ableitbedingungen für organische Lösemittel. Berlin: Beuth 2005.
- [7] VDI 3781 Blatt 4: Umweltmeteorologie – Ableitbedingungen für Abgase – Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen. Berlin: Beuth 2017.
- [8] Wolfseher, U.; Gertis, K.: Bodennahe Aerodynamik. Darstellung der lokalen Windverhältnisse über unbebauten und bebauten Flächen auf Grund vorhandener Literatur. Teil 1 und 2. Gesundheits-Ingenieur 99 (1978) Nr. 9, S. 259-274 und Nr. 11, S. 321-352.
- [9] Hausladen, G.: Handbuch der Schornsteintechnik, Feuerungsanlagen und Abgassysteme, Planung – Berechnung – Ausführung. 2. Aufl. München: Oldenbourg 1990.
- [10] Lohmeyer, A.; Theurer, W.: Strömungsaufnahmen aus dem Windkanal – Schornsteinabgase. Erstellt im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg. Karlsruhe 2010.
- [11] Baumbach, G.; Struschka, M.; Juschka, W.; Carrasco, M.; Ang, K. B.; Hu, L.; Bächlin, W.; Sörgel, C.: Modellrechnungen zu den Immissionsbelastungen bei einer verstärkten Verfeuerung von Biomasse in Feuerungsanlagen der 1. BImSchV. Texte 37/2010. Hrsg.: Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau 2010.
- [12] Einunddreißigste 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, S. 2180.
- [13] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung vom 17. Mai 2013. BGBl. I, S. 1274, zul. geänd. durch Art. I 55 des Gesetzes vom 29. März 2017. BGBl. I, S. 626.
- [14] Entwurf zur Anpassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). Stand: 9. September 2016. www.bmub.bund.de/N53642