

Anwendung der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 in der Praxis

I. Düring, C. Sörgel

Zusammenfassung Mit der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 „Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern“ liegt eine Grundlage für die Berechnung diffuser Staubemissionen vor, die wesentliche technologische Parameter in Berechnungsformeln übersetzt. Für das hier vorgestellte Beispiel einer PM_{10} -Emissionsprognose für einen Steinbruch sind die Berechnungen konservativ gegenüber den aus Immissionsdaten abgeleiteten Gesamtemissionen. In die Emissionsprognose nach VDI 3790 Blatt 3 gehen diverse Parameter ein, die das Endergebnis maßgeblich beeinflussen. Einige davon, wie z. B. die Materialeigenschaft bezüglich Staubeigung (Gewichtungsfaktor a), Bandabwurfhöhen oder auch die Feinkornanteile bzw. Siltloads auf den Fahrwegen sind bei der Prognose oft nicht bekannt oder nur sehr unsicher festzulegen. Es ist deshalb zwingend notwendig, in Gutachten des Genehmigungsverfahrens die zugrunde gelegten Parameter und Ansätze zu dokumentieren. Nur dies ermöglicht den Genehmigungs- und Überwachungsbehörden eine sachgerechte fachliche Einschätzung bzw. die Kontrolle der genehmigten Betriebszustände.

1 Einleitung

Diffuse Staubemissionen entstehen in bedeutendem Umfang bei der Lagerung, dem Umschlag und dem Transport von Schüttgütern. Im Rahmen immissionschutzrechtlicher Genehmigungsverfahren solcher Anlagen ist es u. a. erforderlich, anhand der Vorgaben der TA Luft [1] nachzuweisen, dass entsprechend § 5 Absatz 1 Nr. 2 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [2] Vorsorge gegen schädliche Um-

Application of guideline VDI 3790 Part 3

Abstract The guideline VDI 3790 Part 3 „Environmental meteorology – Emissions of gases, odours and dusts from diffusive sources – Storage, transshipment and transportation of bulk materials“ provides a basis for the calculation of diffusive dust emissions and translates significant technological parameters into calculation formulas. As an example, PM_{10} emissions for a quarry are calculated. The results of the calculation are conservative compared to deriving total emissions based on immission data. In the emission forecast following the guideline various parameters are included that significantly affect the final result. At the time of the prognosis, some of the parameters are unknown or very difficult to determine e.g. material property concerning dust propensity (weighting coefficient a), dumping height or silt content of road dust/siltload on the roads. It is therefore absolutely necessary to document the parameters and approaches used in the prognosis. This documentation enables the supervisory and regulatory authorities to appropriately assess or control the permitted operating conditions.

welteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen durch Staubemissionen- bzw. Feinstaubimmissionen und Staubdepositionen getroffen wird.

Da eine Messung zum Zeitpunkt des Genehmigungsverfahrens der jeweiligen Anlage nicht möglich ist, ist es erforderlich, die Staubemissionen über eine Emissionsprognose zu bestimmen. Ein wesentliches Hilfsmittel ist dabei die Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 „Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern“ [3], die im Januar 2010 neu veröffentlicht wurde.

Der Beitrag befasst sich speziell mit der Emissionsbestimmung von Staub bei der Lagerung und beim Umschlag von Schüttgütern sowie infolge von Fahrbewegungen auf befestigten und unbefestigten Fahrwegen. Be- und Entladevorgänge gehören dabei zu den bedeutsamsten Ursachen staubförmiger Luftverunreinigungen. Besonders emissions-

Dr. rer. nat. Ingo Düring,

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul.

Dipl.-Geoökol. Christine Sörgel,

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe.



Beispielhafte Darstellung der in [3] berechenbaren Prozesse. *= Verweis auf [4]

Tabelle 1. Werte für den Gewichtungsfaktor *a* zur Beschreibung der Staubungsneigung.

Materialeigenschaft	<i>a</i>
stark staubend	$\sqrt{10^5}$
(mittel) staubend	$\sqrt{10^4}$
schwach staubend	$\sqrt{10^3}$
Staub nicht wahrnehmbar	$\sqrt{10^2}$
außergewöhnlich feuchtes/staubarmes Gut	$\sqrt{10^0}$

intensive Verfahren sind hierbei der Schüttgutumschlag mit Greifern, Radladern, Fallrohren und Förderbändern.

2 Anwendungsbereich der Richtlinie

Ziel der Richtlinie ist es, für die Lagerung, den Umschlag und den Transport von Schüttgütern Emissionsfaktoren abzuschätzen. Emissionsprozesse, die durch die Richtlinie beschrieben werden, sind beispielhaft im Bild gezeigt.

Nicht geeignet ist die Richtlinie, um Emissionsfaktoren für gefasste Quellen bzw. für Emissionen aus Brechen und Sieben sowie von befestigten Fahrwegen zu ermitteln. Hier sei z. B. auf Emissionsmessungen bzw. Ansätze der US-EPA [4; 5] verwiesen.

Auch ist eine Festlegung von Emissionsbegrenzungen allein basierend auf der Richtlinie nicht möglich.

Die Ableitung diffuser Staubemissionen aus dem Betrieb von Deponien wird in der Richtlinie VDI 3790 Blatt 2 [6] behandelt.

3 Wichtige Eingangsgrößen

3.1 Anteil von PM_{10} am Gesamtstaub

Die anhand der Richtlinie berechenbaren Staubemissionen werden – außer für Fahrwegemissionen – als TSP (Gesamtstaub) angegeben. Beurteilungsrelevant für die Immissionen nach TA Luft [1] sind die Staubdeposition und die PM_{10} -Konzentrationen. Der Anteil von PM_{10} an TSP ist derzeit in der Richtlinie nicht geregelt. Hinweise aus der Literatur für diffuse Quellen schwanken zwischen 11 und 47 %. Kummer et al. [7] setzen den Anteil zu 25 % an. Das Sächsische Umweltministerium (SMUL) empfiehlt derzeit mindestens 20 %.

Auch der Anteil von PM_{10} am Gesamtstaub bei gefassten Quellen, wie z. B. Entstaubungsanlagen, ist nicht geregelt. Hinweise zur Korngrößenverteilung finden sich hierfür z. B. in [8]. Weitere messtechnische Untersuchungen (Parallelmessungen für TSP und PM_{10} , aber auch für $PM_{2,5}$ sowie die weiteren Korngrößen nach TA Luft) sind hier wünschenswert.

3.2 Parameter Staubungsneigung

Die Bestimmung der Staubungsneigung erfolgt visuell bei einer Abwurfhöhe von 2 m. Die Staubungsneigung der Schüttgüter wird in fünf Gruppen entsprechend Tabelle 1 differenziert.

Dabei geht der Gewichtungsfaktor *a* linear in die Emissionsberechnung ein. Die ermittelte Staubemission variiert deshalb z. B. um den Faktor 3,2, falls statt „mittel staubend“ eher „schwach staubend“ vorausgesetzt wird. Beim Übergang

von „Staub nicht wahrnehmbar“ zu „außergewöhnlich feuchtes/staubarmes Gut“ ist dies sogar der Faktor 10. Das Ergebnis der Emissionsberechnung ist somit sehr stark vom Gewichtungsfaktor *a* abhängig, weshalb seiner Festlegung große Aufmerksamkeit zu schenken ist. Vorschläge sind im Anhang A der Richtlinie gegeben, jedoch fehlen in den dortigen Listen viele im Baubetrieb bzw. in Umschlag- und Recyclingbetrieben verarbeitete bzw. gehandhabte Materialien.

3.3 Bandabwurfhöhen

Auch Bandabwurfhöhen sind bei Emissionsprognosen häufig nicht bekannt oder nur sehr unsicher festzulegen. Sie wirken sich aber sehr stark auf die Rechenergebnisse aus. So erhöht sich z. B. die Emissionsmenge bei Abwurf von einem Förderband aus einer Höhe von 1,5 m um 66 % gegenüber einer Abwurfhöhe von 1 m. Die im Gutachten festgelegten Abwurfhöhen sind deshalb im Sinne der Nachvollziehbarkeit der erzielten Ergebnisse zwingend zu dokumentieren und damit bei der späteren Überwachung des Betriebs auch kontrollierbar.

Auch eine zunehmende Sensibilisierung der Planer bzw. Betreiber bezüglich dieser Einflussgröße auf die Staubemission wäre wünschenswert.

3.4 Weitere Besonderheiten

Hier sei auf Folgendes hingewiesen:

- Das Emissionsmodell für befestigte Fahrwege ist nicht festgelegt. Hier wird auf den Ansatz der US-EPA verwiesen. Deren aktueller Stand liegt aus dem Jahr 2011 [5] vor. Derzeit erarbeitet der VDI die Richtlinie VDI 3790 Blatt 4 „Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Fahrzeugbewegungen auf nicht öffentlichen Fahrwegen“, die sich mit dieser Problematik befasst. Der Weißdruck ist für 2015 vorgesehen.

- Der Feinkornanteil bzw. Siltload für die zu betrachtenden Fahrstraßen ist (meist) nicht bekannt. Hinweise für typische Werte für den Feinkornanteil bei unbefestigten Fahrwegen gibt die Tabelle 8 der Richtlinie. Gegebenenfalls können auch entsprechende Messungen durchgeführt werden.

- Für einige Minderungsmaßnahmen, wie (Teil-)Einhaltungen von Förderbändern, Besprühung der Bandabwürfe oder Bewässern von Fahrstraßen, gibt es in der o. g. Richtlinie keine festgelegten Minderungsfaktoren oder Handlungsanweisungen. Auch gibt es aus der Literatur nur wenige Hinweise auf systematische Untersuchungen dazu. In der gutachterlichen Praxis ist man deswegen auf die Angaben der Hersteller von Berieselungs- oder Bedüsungsanlagen angewiesen. Eine systematische Untersuchung dieser Angaben und die Identifikation der relevanten Minderungsparameter, wie z. B. Tröpfchengröße oder der Wassereinsatz pro Flächeneinheit, in einem Forschungsprojekt wären hilfreich.

Jeder Gutachter hat deshalb dazu eigene Ansätze. Dies führt zu Problemen mit der Vergleichbarkeit von Gutachten bzw. der Bewertungen sowie zur Qualitätssicherung der Gutachten selbst. Deshalb

- ist die Transparenz der Berechnungsansätze im Gutachten notwendig,
- sind übergeordnete Festlegungen (Leitfaden) sowie
- weitere Untersuchungen zu o. g. Problemstellungen notwendig.

Tabelle 2. PM₁₀-Emissionen für die mittlere Betriebsstunde. Die Emissionen aus dem Tagebau sind hier nicht berücksichtigt.

*Unter Berücksichtigung der zeitlichen Wichtung der einzelnen Produktionsprozesse.

	Lkw-Transport und Verladung in kg/h	Brechen, Sieben, Umlagern, gefasste Quellen, Bahnverladung in kg/h	Abwehungen in kg/h	Mittlere Gesamtemission in kg/h
PM ₁₀ -Emissionsprognose*	8	58	1	67
Aus PM ₁₀ -Immissionsdaten abgeleitet	3	29	2	34 (17 bis 49)

4 Emissionsminderungsmöglichkeiten

Die Richtlinie gibt auch Hinweise auf Möglichkeiten zur Emissionsminderung. Diese sind z. B. für die Lagerung von Schüttgütern (vgl. [3]):

- Bevorzugung geschlossener Bauweisen für die Lagerung (z. B. Silo, Bunker, Speicher, Halle, Container),
- Ausrichtung der Haldenlängsachsen nach Möglichkeit in Hauptwindrichtung,
- Begrenzung der Haldenhöhe,
- Schutzbepflanzung oder Installation sonstiger Windabweiser im Luv der Hauptwindrichtung zur Absenkung der Windgeschwindigkeit,
- Abdeckung der Oberfläche (Matten, Begrünung),
- Aufbringung von Staubbindemitteln,
- Verfestigung der Oberfläche,
- Anlage eines Netzes von Großflächenregnern zur Befeuchtung der Haldenoberfläche, zum Ausgleich der Verdunstung in niederschlagarmen Zeiten.

Für den Umschlag von Schüttgütern werden z. B. folgende Emissionsminderungsmöglichkeiten angegeben (vgl. [3]):

- Erhöhung der Gutfeuchte,
- Aufbringung von Staubbindemitteln,
- Vereinheitlichung der Korngröße des Guts, Entfernen von Feinanteilen (Waschen, Sichten, Pelletieren und Ähnliches),
- Vermeidung insbesondere sperriger Verunreinigungen,
- Minimierung der Abwurfhöhe,
- Vergrößerung der Abwurfmasse bzw. des Abwurfmassenstroms,
- Anpassung von Geräten (Greifern) an das jeweilige Produkt,
- Vermeidung von Zutrimmarbeiten,
- Vermeidung des Einsatzes von Schleuderbändern,
- Rückführung von Greifern im geschlossenen Zustand,
- Automatisierung des Umschlagbetriebs,
- völlige oder weitgehende Einhausung,
- Absaugung etc.

Für den Transport werden z. B. folgende Emissionsminderungsmöglichkeiten angegeben (vgl. [3]):

- Reinigen befestigter Wege und Flächen,
- Befeuchten befestigter und unbefestigter Wege und Flächen.

Zusätzlich kann auch das Abplanen der Transportfahrzeuge eine effektive Minderungsmaßnahme sein.

Die entsprechenden Minderungsraten können durch den Vergleich von Szenarien quantifiziert werden. In der gutachterlichen Praxis zeigt sich, dass für Bauschuttlagerung vermehrt Konzepte zur Staubminderung durch systematische Berieselung gefordert und umgesetzt werden.

5 Beispiel

Im Rahmen des Betriebs von Steinbrüchen, Bauschuttaufbereitungen etc. können viele Emissionsquellen zur Staubemission beitragen. Im Beitrag von *Moldenhauer* et al. (siehe S. 49-55) mit Verweis auf die Untersuchungen in [9 bis 11] werden für das konkrete Beispiel eines Steinbruchs die einzelnen Produktionsprozesse aufgeführt und die Ergebnisse der zugehörigen Emissionsberechnung mit Ergebnissen der Emissionsbestimmung mittels Rückrechnung der Immissionen verglichen. Grundlage für die Emissionsberechnungen waren die Angaben des Betreibers zu den einzelnen Produktionsprozessen sowie die protokollierten Betriebsbedingungen und Produktionsmengen im Mittel des Messzeitraums.

5.1 Vergleich der prognostizierten Gesamtemissionen mit den aus Immissionsmessungen abgeleiteten Emissionsmengen

Für die Stunden, in denen die Aufbereitungsanlagen in Betrieb waren, wurde während der Produktion eine mittlere Emission von 58 kg/h abgeleitet. Bezieht man zusätzlich die Stunden mit ein, in denen nur Lkw-Verkehr und Verladungen stattfanden, dann ergibt sich eine mittlere Emission von 34 kg/h, bei einer Bandbreite von 17 bis 49 kg/h. Diese Werte sind repräsentativ für die Monate März und April 2010 für eine Produktionsmenge von ca. 169 000 t. An 55 Tagen wurde im Auswertzeitraum produziert. Die durchschnittliche Produktionszeit pro Tag betrug 14 Stunden. Die durchschnittliche Produktionsmenge betrug somit 345 t pro Produktionsstunde. Die Emissionsprognose nach [3] lieferte für die mittlere Produktionsstunde eine PM₁₀-Gesamtemission von 67 kg/h.

5.2 Vergleich der Emissionen für einzelne Prozesse mit den aus Immissionsdaten abgeleiteten Emissionsmengen

Tabelle 2 vergleicht die PM₁₀-Emissionen aus der Emissionsprognose mit den aus den gemessenen Immissionsdaten abgeleiteten Emissionen für eine mittlere Betriebsstunde.

Die Emissionen aus der Lkw-Verladung einschließlich Transport werden durch die Emissionsprognose um den Faktor 2 bis 3 überschätzt, ebenso die Emissionen aus den Vorgängen Brechen, Sieben, Umlagern, gefasste Quellen sowie Bahnverladung. Die Emissionen aus den Abwehungsprozessen werden durch die Emissionsprognose um den Faktor 2 unterschätzt.

Für die PM₁₀-Gesamtemission liegen die berechneten Emissionen um den Faktor 1,4 bis 4, im Mittel Faktor 2, höher als die aus den Immissionsdaten abgeleitete Bandbreite der Emission während der mittleren Produktionsstunde. Die berechneten Emissionen liegen somit „auf der sicheren Seite“.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Richtlinie VDI 3790 Blatt 3 [3] liegt eine Grundlage für die Berechnung diffuser Staubemissionen vor, die wesentliche technologische Parameter in Berechnungsformeln übersetzt. Für das hier vorgestellte Beispiel einer PM₁₀-Emissionsprognose für einen Steinbruch sind die Berechnungen konservativ gegenüber den aus Immissionsdaten abgeleiteten Gesamtemissionen.

In die Emissionsprognose nach [3] gehen diverse Parameter ein, die das Endergebnis maßgeblich beeinflussen. Einige davon, wie z. B. die Materialeigenschaft bezüglich Staubungsneigung (Gewichtungsfaktor a), Bandabwurfhöhen oder auch die Feinkornanteile bzw. Siltloads auf den Fahrwegen sind bei der Prognose oft nicht bekannt oder nur sehr unsicher festzulegen. Deshalb ist es zwingend notwendig, in Gutachten des Genehmigungsverfahrens die zugrunde gelegten Parameter und Ansätze zu dokumentieren. Nur dies

ermöglicht den Genehmigungs- und Überwachungsbehörden eine sachgerechte fachliche Einschätzung bzw. die Kontrolle der genehmigten Betriebszustände.

Für die meisten der in Abschnitt 4 angegebenen Minderungsmaßnahmen gibt es in der Richtlinie [3] keine festgelegten Minderungsfaktoren oder Handlungsanweisungen. Dies betrifft insbesondere

- (Teil-)Einhausungen von Förderbändern,
- Besprühung der Bandabwürfe und
- Bewässern von Fahrstraßen.

Hier wäre die Erstellung eines Leitfadens angezeigt, der auf der Basis der bisher bekannten Erkenntnisse entsprechende Festlegungen trifft. Dies betrifft ebenso die Festlegungen des Anteils von PM₁₀ an TSP.

Darauf aufbauend könnten dann weiterführende systematische Untersuchungen zur Wirkung von Minderungsmaßnahmen durchgeführt und diese in einer Aktualisierung der Richtlinie zukünftig berücksichtigt werden.

Literatur

- [1] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). GMBI. (2002) Nr. 25-29, S. 511-605.
- [2] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002. BGBl. I, S. 3830; zul. geänd. durch Artikel 3 des Gesetzes vom 11. August 2010. BGBl. I, S. 1163.
- [3] VDI 3790 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern. Berlin: Beuth 2010.
- [4] Compilation of air pollutant emission factors. AP 42, 5th Ed. Vol. I, Chapt. 13: Miscellaneous sources. Sect. 13.2.1: Paved roads. Hrsg.: U.S. Environmental Protection Agency (US-EPA). Washington D.C. 2011.
- [5] Compilation of air pollutant emission factors. AP 42, 5th Ed. Vol. I, Chapt. 11: Mineral products industry. Sect. 11.19.2: Crushed stone processing and pulverized mineral processing. Hrsg.: U.S. Environmental Protection Agency (US-EPA). Washington D.C. 2004.
- [6] VDI 3790 Blatt 2: Umweltmeteorologie – Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen – Depositionen. Berlin: Beuth 2000.
- [7] Kummer, V.; van der Pütten, N.; Schneble, H.; Wagner, R.; Winkels, H.-J.: Ermittlung des PM₁₀-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschuttzubereitungsanlagen. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 70 (2010) Nr. 11/12, S. 478-482.
- [8] Pregger, T.: Ermittlung und Analyse der Emissionen und Potenziale zur Minderung primärer anthropogener Feinstäube in Deutschland. Dissertation, Universität Stuttgart 2006.
- [9] Düring, I.; Moldenhauer, A.; Sörgel, C.; Lohmeyer, A.: Ermittlung von PM₁₀-Emissionen aus einem Steinbruch. Bericht im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Februar 2011.
- [10] Düring, I.; Moldenhauer, A.; Vogt, U.; Baumbach, G.; Straub, D.; Fleischer, P.: Ermittlung von PM₁₀-Emissionen aus einem Steinbruch. Immissionsschutz 16 (2011) Nr. 4, S. 178-183.
- [11] Düring, I.; Moldenhauer, A.; Lohmeyer, A.: Emissionen aus Steinbruch Teil 2 – Auswertung Messdaten und Emissionsprognose nach VDI 3790 Bl. 3. Bericht im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dezember 2011.