

Ausbreitungsrechnung nach Anhang 2 TA Luft



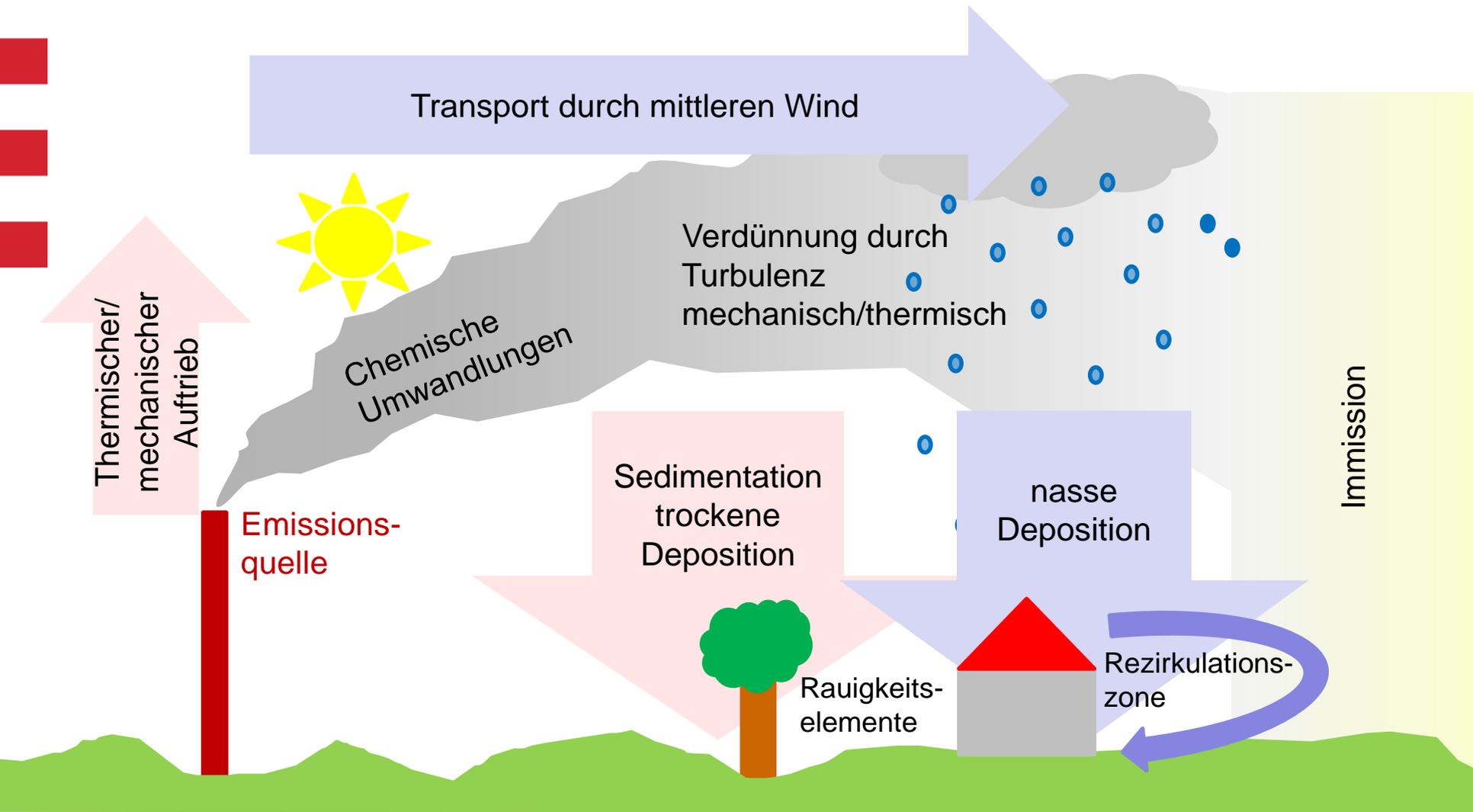
© Digital/Heibel

M.Sc. **Marcel Buchholz**
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden
marcel.buchholz@hlnug.hessen.de Tel.: 0611 – 69 39 262

Vortragsübersicht

- Grundlagen
- Aufbau des Anhang 2 TA Luft
 - Nr. 1 Allgemeines
 - Nr. 2 Festlegung der Emissionen
 - Nr. 3 Ausbreitungsrechnung für Gase
 - Nr. 4 Ausbreitungsrechnung für Stäube
 - Nr. 5 Ausbreitungsrechnung für Geruchsstoffe
 - Nr. 6 Bodenrauigkeit
 - Nr. 7 Abgasfahnenüberhöhung
 - Nr. 8 Rechengebiet und Aufpunkte
 - Nr. 9 Meteorologische Daten
 - Nr. 10 Berücksichtigung der Statistischen Unsicherheit
 - Nr. 11 Berücksichtigung von Bebauung
 - Nr. 12 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten
 - Nr. 13 Verwendung einer Häufigkeitsverteilung der stündlichen Ausbreitungssituationen
 - Nr. 14 Ausbreitungsrechnung zur Bestimmung der Schornsteinhöhe

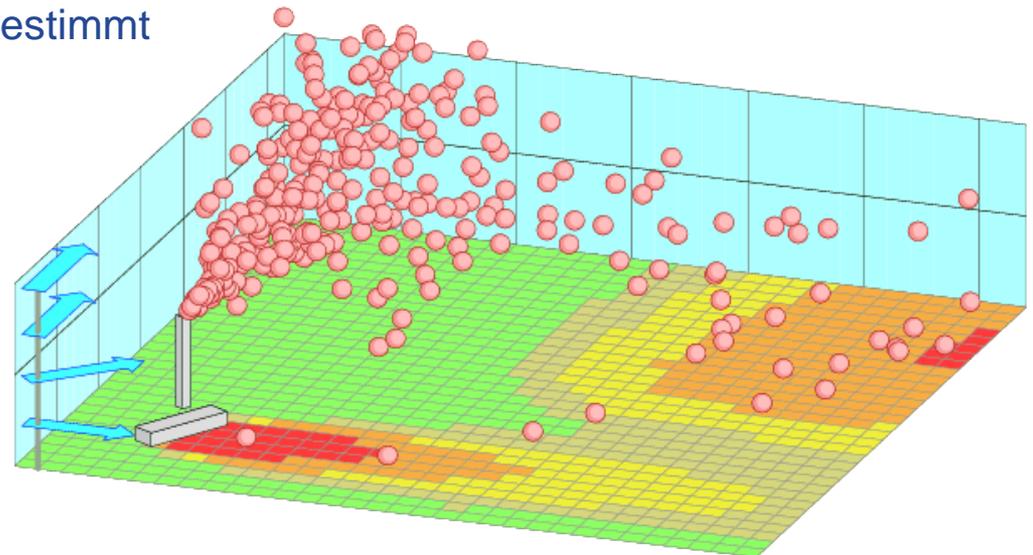
Grundlagen



Nr. 1 Allgemeines

Lagrangisches Partikelmodell nach der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3:

- **Punktförmige Partikel**, die einen Spurenstoff repräsentieren, werden auf ihrem Weg durch die Atmosphäre verfolgt.
- Die Partikel bewegen sich mit der **mittleren Strömung** und werden dabei zusätzlich dem Einfluss der Turbulenz ausgesetzt.
- Die **Konzentrationsverteilung** wird durch Auszählen der Partikel in vorgegebenen Auszählvolumina bestimmt
- Die **Deposition** wird nach dem Verfahren der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 bestimmt.



Nr. 1 Allgemeines

Zeitreihenrechnung



stündliche Werte von Konzentration,
Deposition oder Vorliegen einer
Geruchsstunde

Berechnung auf der Basis einer
mehrjährigen Häufigkeitsverteilung
von Ausbreitungssituationen



Jahresmittelwerte der Konzentration,
Deposition oder relative
Geruchsstundenhäufigkeit

Eine beispielhafte Umsetzung der Vorgaben dieses Anhangs wird vom Umweltbundesamt durch das Modell **AUSTAL** zur Verfügung gestellt.

Nr. 2 Festlegung der Emissionen

- **Emissionsquellen** sind die festzulegenden Stellen des Übertritts von Luftverunreinigungen aus der Anlage in die Atmosphäre.
- Die bei der Ableitung der Emissionen vorliegenden **Freisetzungsbedingungen** sind zu berücksichtigen.
- **Emissionsparameter** (Emissionsmassenstrom, Geruchsstoffstrom, Abgastemperatur, Abgasvolumenstrom) sind als Stundenmittelwerte anzugeben. Bei zeitlichen Schwankungen sind diese als **Zeitreihe** anzugeben. Ansonsten sind die beim bestimmungsgemäßen Betrieb für die Luftreinhaltung **ungünstigsten Betriebsbedingungen** anzusetzen.
- Hängt die Quellstärke von der Windgeschwindigkeit ab (**windinduzierte Quellen**), so ist dies entsprechend zu berücksichtigen.

Nr. 3 Ausbreitungsrechnung für Gase

Depositionsparameter für Gase:

	Trockene Deposition	Nasse Deposition	
	Depositionsgeschwindigkeit v_d in m/s	Auswaschfaktor λ in 1/s	Auswaschexponent κ
Ammoniak	0,01	$1,2 \cdot 10^{-4}$	0,6
Schwefeldioxid	0,01	$2,0 \cdot 10^{-5}$	1,0
Sickstoffmonoxid	0,0005		
Stickstoffdioxid	0,003	$1,0 \cdot 10^{-7}$	1,0
Quecksilber (elementar)	0,0003		
Quecksilber (oxidiert)	0,005	$1,0 \cdot 10^{-4}$	0,7

Für alle weiteren Gase wird keine Deposition berücksichtigt

Nr. 3 Ausbreitungsrechnung für Gase

Konversion von NO nach NO₂:

„Für die Berechnung der Umwandlung von Stickstoffmonoxid nach Stickstoffdioxid sind die in der Richtlinie VDI 3782 Blatt 1 (Ausgabe Januar 2016) angegebenen Umwandlungszeiten zu verwenden.“

→ **Lineare Umsetzungsrate von NO nach NO₂**

„Bei Vorliegen neuer Erkenntnisse aus der Richtlinie VDI 3783 Blatt 19 (Ausgabe April 2017) können die obersten Landesbehörden andere Umwandlungszeiten festlegen.“

→ **Komplexe Reaktionsmechanismen**

Deren Anwendung ist Gegenstand gegenwärtiger Untersuchungen und Diskussionen:

Vorteil: Chemische Prozesse werden besser abgebildet

Nachteil: Weitere zeitlich variable Eingangsgrößen, wie z.B. die NO₂- sowie die O₃ Hintergrundbelastung erforderlich

Nr. 4 Ausbreitungsrechnung für Stäube

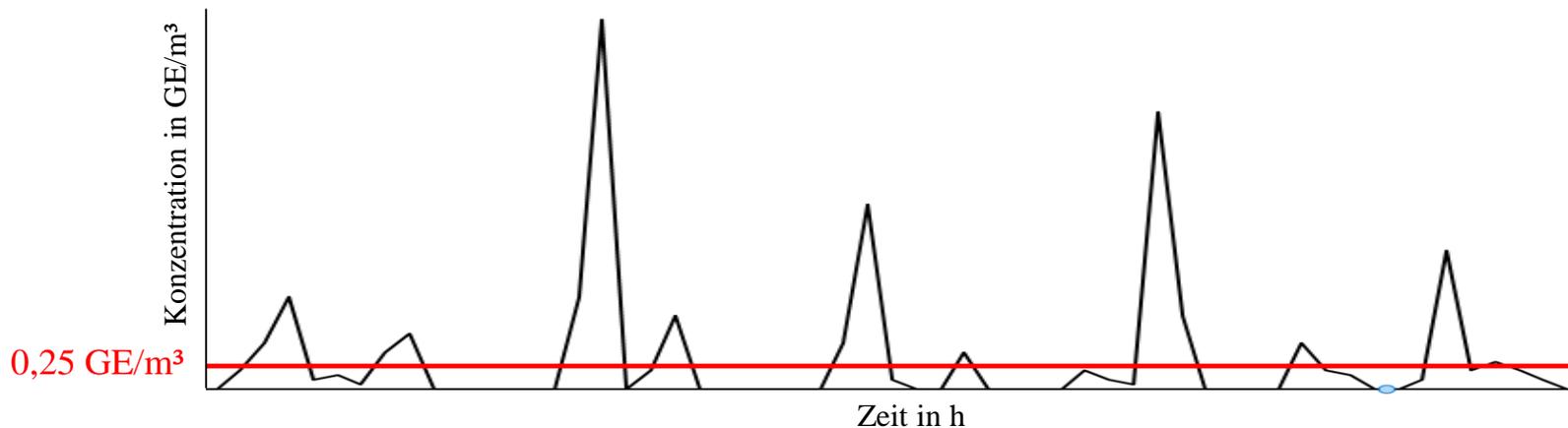
Depositionsparameter für Stäube:

Klasse	Durchmesser d_a in μm	Trockene Deposition		Nasse Deposition	
		Sedimentationsgeschwindigkeit v_s in m/s	Depositionsgeschwindigkeit v_d in m/s	Auswaschfaktor λ in 1/s	Auswaschexponent κ
1	< 2,5	0,00	0,001	$0,3 \cdot 10^{-4}$	0,8
2	2,5 – 10	0,00	0,01	$1,5 \cdot 10^{-4}$	0,8
3	10 – 50	0,04	0,05	$4,4 \cdot 10^{-4}$	0,8
4	> 50	0,15	0,2	$4,4 \cdot 10^{-4}$	0,8
u	> 10	0,06	0,07	$4,4 \cdot 10^{-4}$	0,8

Sofern die Korngrößenverteilung von PM10 nicht bekannt ist, ist PM10 zu 30 % als Korngrößenklasse 1 und zu 70 % als Korngrößenklasse 2 anzusetzen.

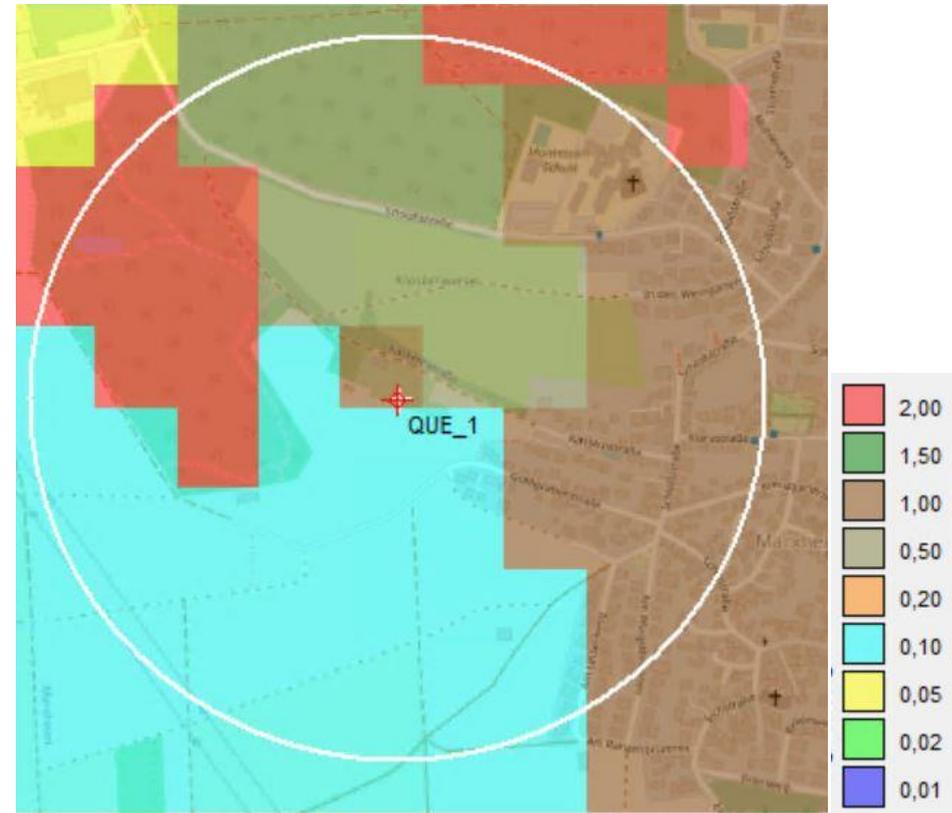
Nr. 5 Ausbreitungsrechnung für Geruchsstoffe

- Keine Deposition
- Liegt der berechnete Mittelwert der Konzentration für eine Stunde über $0,25 \text{ GE/m}^3$, so wird diese Stunde als Geruchsstunde gewertet
- Die Anzahl der Geruchsstunden wird aufsummiert und in das Verhältnis zu der Gesamtanzahl der ausgewerteten Stunden gesetzt
- Bewertung der Geruchsstundenhäufigkeiten erfolgt auf Beurteilungsflächen (siehe auch Anhang 7 TA Luft))



Nr. 6 Bodenrauigkeit

- Bestimmung für kreisförmiges Gebiet um den Schornstein, dessen Radius das **15-fache der Freisetzungshöhe, mindestens aber 150 m** beträgt
- Bestimmung des **flächengewichteten arithmetischen Mittels** innerhalb des Kreises
- **Rundung** auf den nächsten Tabellenwert

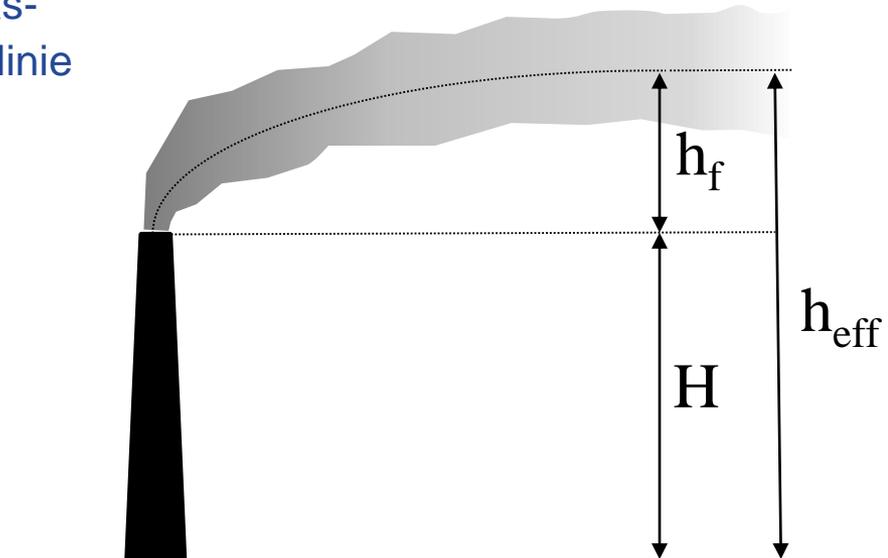


Nr. 6 Bodenrauigkeit

Klasse (LBM-DE)	Z ₀ in m
Strände, Dünen und Sandflächen, Wasserflächen	0,01
spärliche Vegetation, Gewässerläufe, Mündungsgebiete	0,02
Abbauf Flächen, Deponien und Abraumhalden, Sport- und Freizeitanlagen	0,05
Flughäfen, nicht bewässertes Ackerland, Wiesen und Weiden, Brandflächen, Sümpfe, Trockenmoore, Meere und Ozeane	0,10
Straßen, Eisenbahn, städtische Grünflächen, Weinbauflächen, natürliches Grünland, Felsflächen ohne Vegetation	0,20
Hafengebiete, Obst- und Beerenobstbestände, Wald-Strauch-Übergangsstadien	0,50
Nicht durchgängig städtische Prägung, Industrie und Gewerbeflächen	1,00
Nadelwälder, Mischwälder	1,50
Durchgängig städtische Prägung, Laubwälder	2,00

Nr. 7 Abgasfahnenüberhöhung

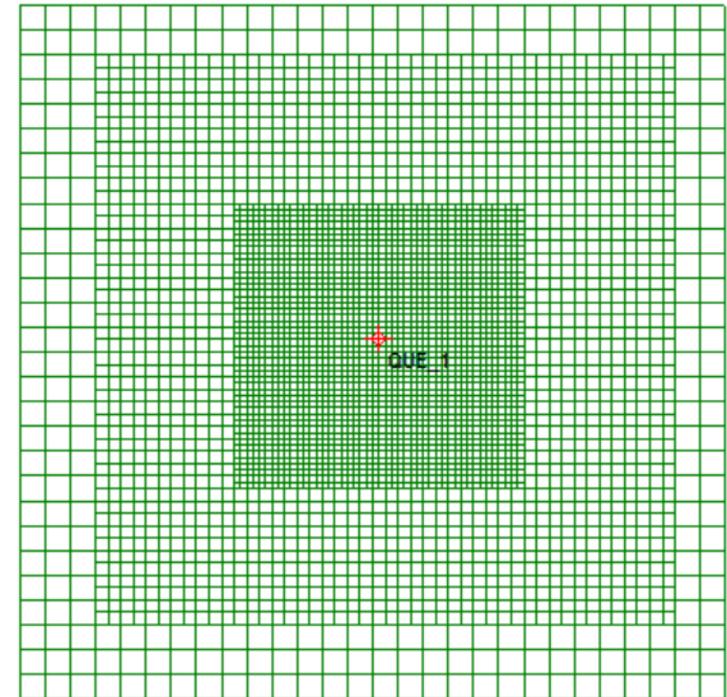
- Bei der Ableitung der Abgase über Schornsteine oder Kühltürme ist die Abgasfahnenüberhöhung h_f mit einem **drei-dimensionalen Überhöhungsmodell** zu bestimmen.
- **Modellansatz:**
U. Janicke: Vorschrift zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung von Schornsteinen und Kühltürmen, Berichte zur Umweltphysik Nr. 10, 2019, ISSN
- Hinweise zur Anwendung der Abgasfahnenüberhöhung h_f gibt die Richtlinie **VDI 3782 Blatt 3**



Schematische Darstellung der Abgasfahnenüberhöhung

Nr. 8 Rechengebiet und Aufpunkte

- **Größe des Rechengebiets:** Innere eines Kreises um den Schornstein, dessen Radius das **50-fache der Schornsteinhöhe** beträgt
- Die horizontale **Maschenweite** soll die **Schornsteinbauhöhe** nicht überschreiten, in Quellentfernungen größer als das 10-fache der Schornsteinbauhöhe kann sie proportional größer gewählt werden.
- Die Konzentration ist als Mittelwert über ein vertikales Intervall von 0 m bis 3 m über Grund zu bestimmen
(repräsentativ für Aufpunkthöhe von 1,5 m)

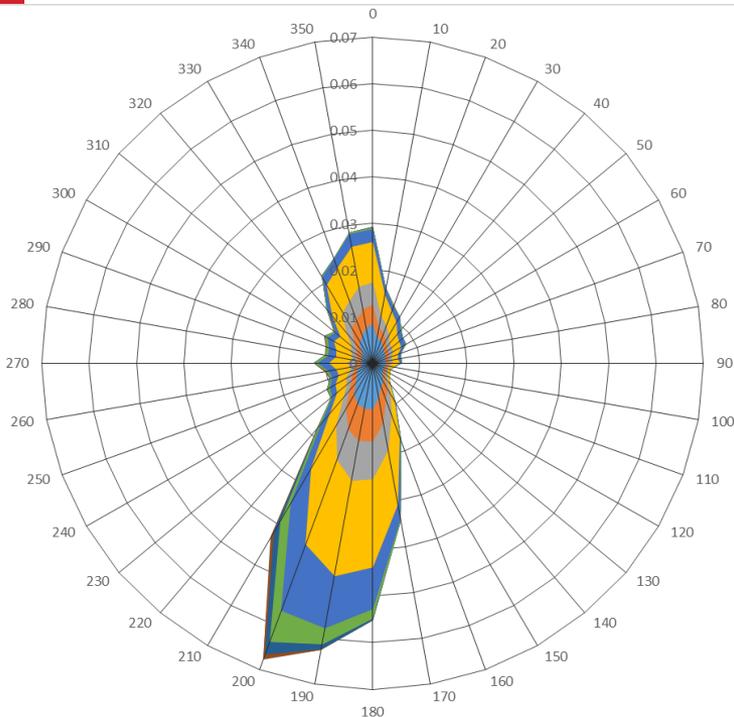


GIT_1

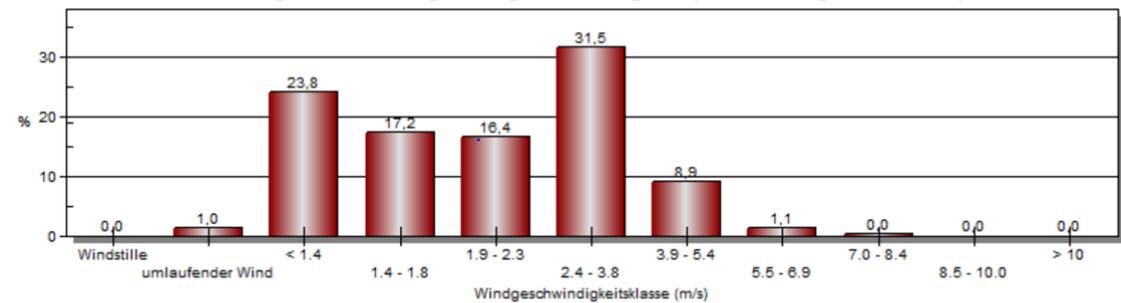
Darstellung eines genesteten
Rechengitters

Nr. 9 Meteorologische Daten

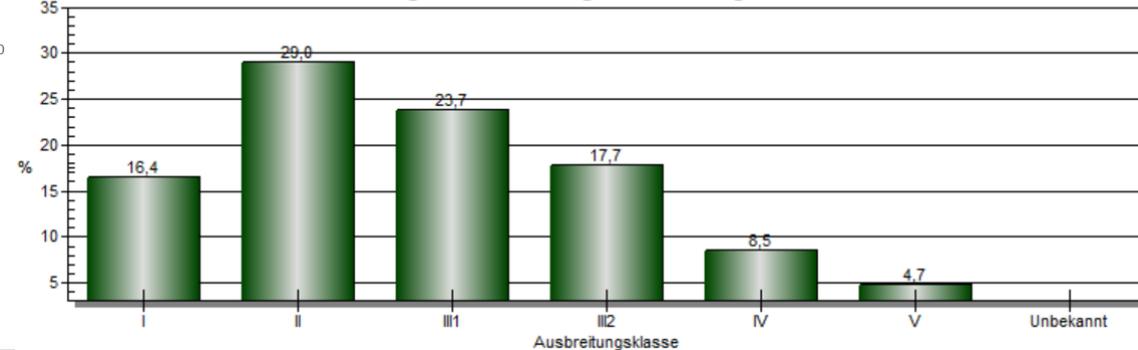
Nr. 4.6.4.1 TA Luft: „Die Kenngrößen für die Zusatzbelastung und die Gesamtzusatzbelastung sind durch rechnerische Immissionsprognose auf der Basis einer mittleren jährlichen **Häufigkeitsverteilung** oder einer repräsentativen **Jahreszeitreihe von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse** zu bilden“



Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit (Ausbreitungsklasse Alle)



Häufigkeitsverteilung Ausbreitungsklasse



9. Meteorologische Daten

Die vom Partikelmodell benötigten meteorologischen **Grenzschichtprofile** sind gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 (Ausgabe April 2017) zu bestimmen.

Eingangsdaten zu **Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse** sollen ...

- für den Ort im Rechengebiet, an dem die meteorologischen Eingangsdaten für die Berechnung der meteorologischen Grenzschichtprofile vorgegeben werden, charakteristisch sein (**räumliche Repräsentativität**)
- für einen mehrjährigen Zeitraum repräsentativ sein (**zeitliche Repräsentativität**)

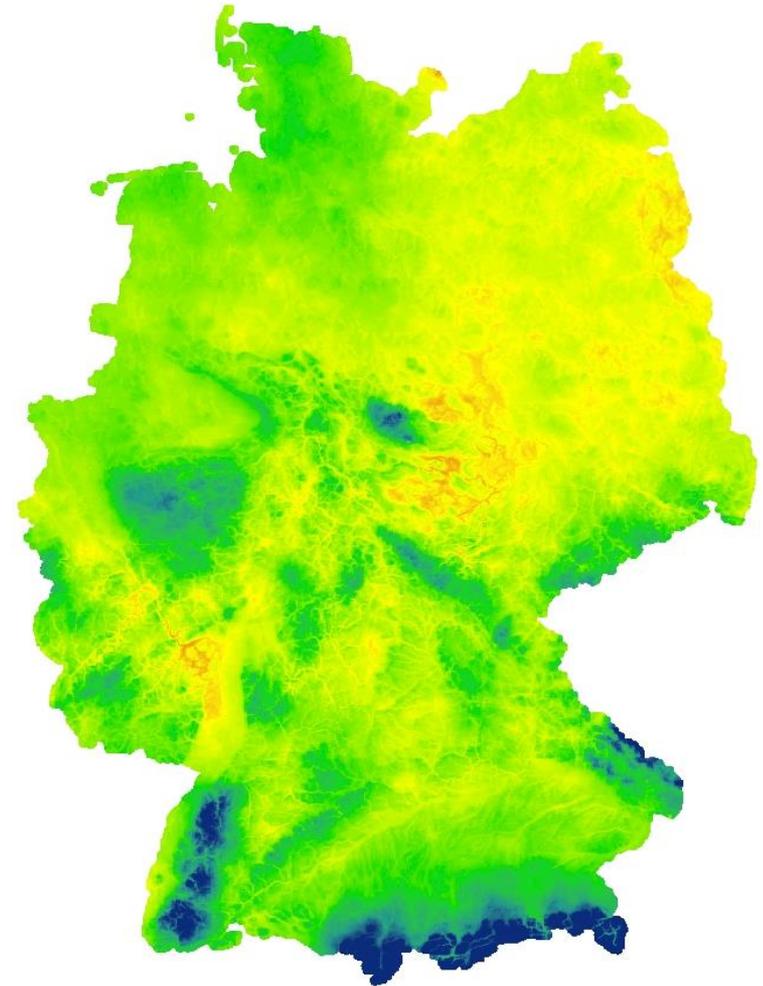
Liegen keine **Daten einer Messstation** innerhalb des Rechengebiets vor, sind ...

- Daten einer Messstation, deren **Übertragbarkeit** auf den festgelegten Ort der meteorologischen Eingangsdaten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 geprüft wurde, **oder**
- **Modellierte** Daten zu verwenden. Die Eignung und Qualität des verwendeten Modells sowie die Repräsentativität der modellierten Daten sind nachzuweisen

Nr. 9 Meteorologische Daten

Niederschlagsintensität:

- Für die Berechnung der nassen Deposition ist die Ausbreitungsrechnung als **Zeitreihenrechnung** durchzuführen.
- Als Niederschlagszeitreihe sind die für das Bezugsjahr der meteorologischen Daten und den Standort der Anlage vom **Umweltbundesamt** zur Ausbreitungsrechnung nach TA Luft bereitgestellten Daten zu verwenden.



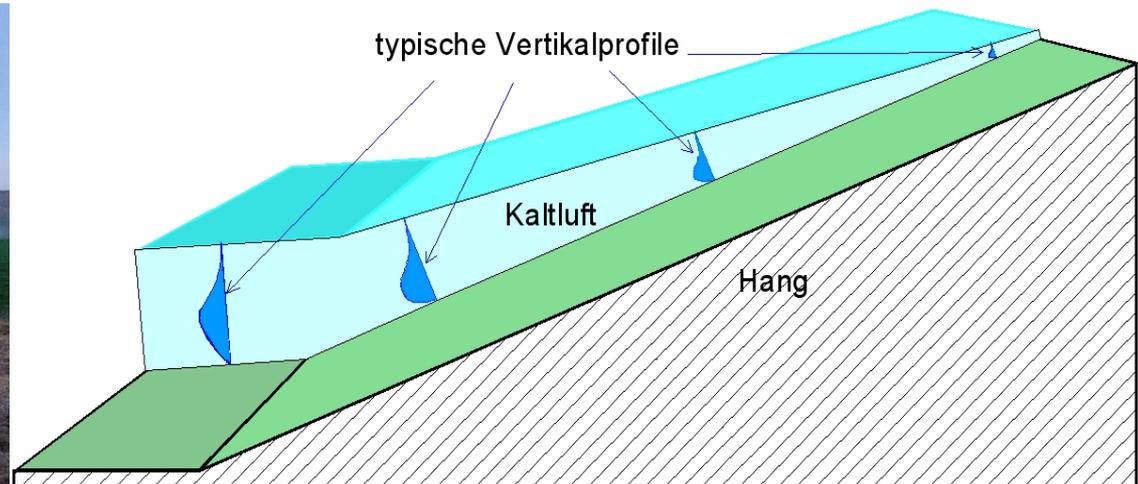
Übersicht des mittleren Jahresniederschlags
2006-2015, UBA

Nr. 9 Meteorologische Daten

Lokale Kaltluft:

In Gebieten, in denen Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten, insbesondere Kaltluftabflüsse zu erwarten sind, sind diese Einflüsse zu prüfen und ggf. zu berücksichtigen.

Fallbezogen ist zu prüfen, ob einfache Verfahren, wie Abschätzungen oder Screening-Verfahren ausreichen oder ob die Kaltluftabflüsse auf komplexere Weise durch Einbeziehung in die Ausbreitungsrechnung berücksichtigt werden müssen.



Schematische Darstellung eines Kaltluftabflusses
Quelle: iMA Richter & Röckle

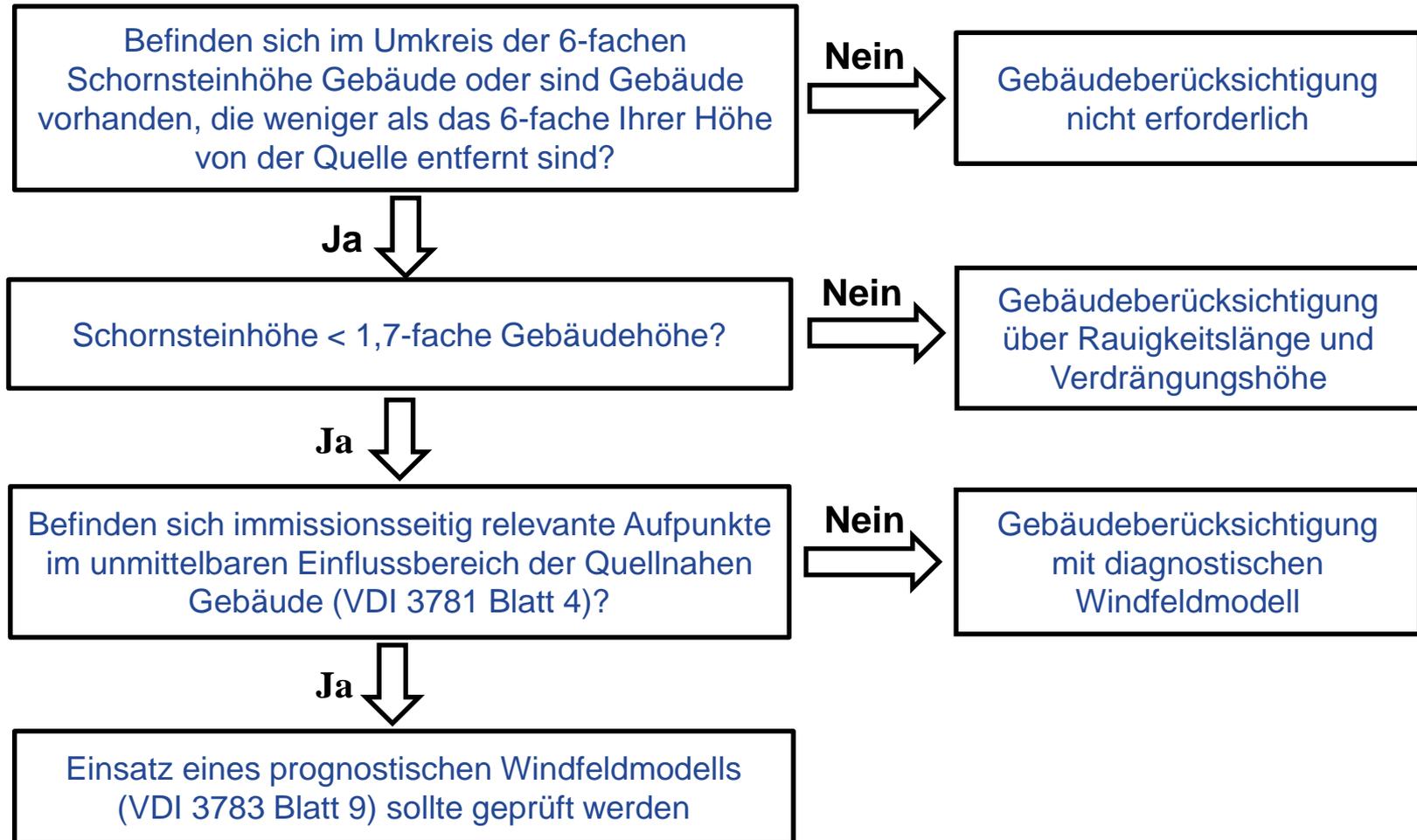
Nr. 10 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Bei der Ausbreitungsrechnung ist im Hinblick auf die modellbedingte statistische Unsicherheit folgendes zu beachten:

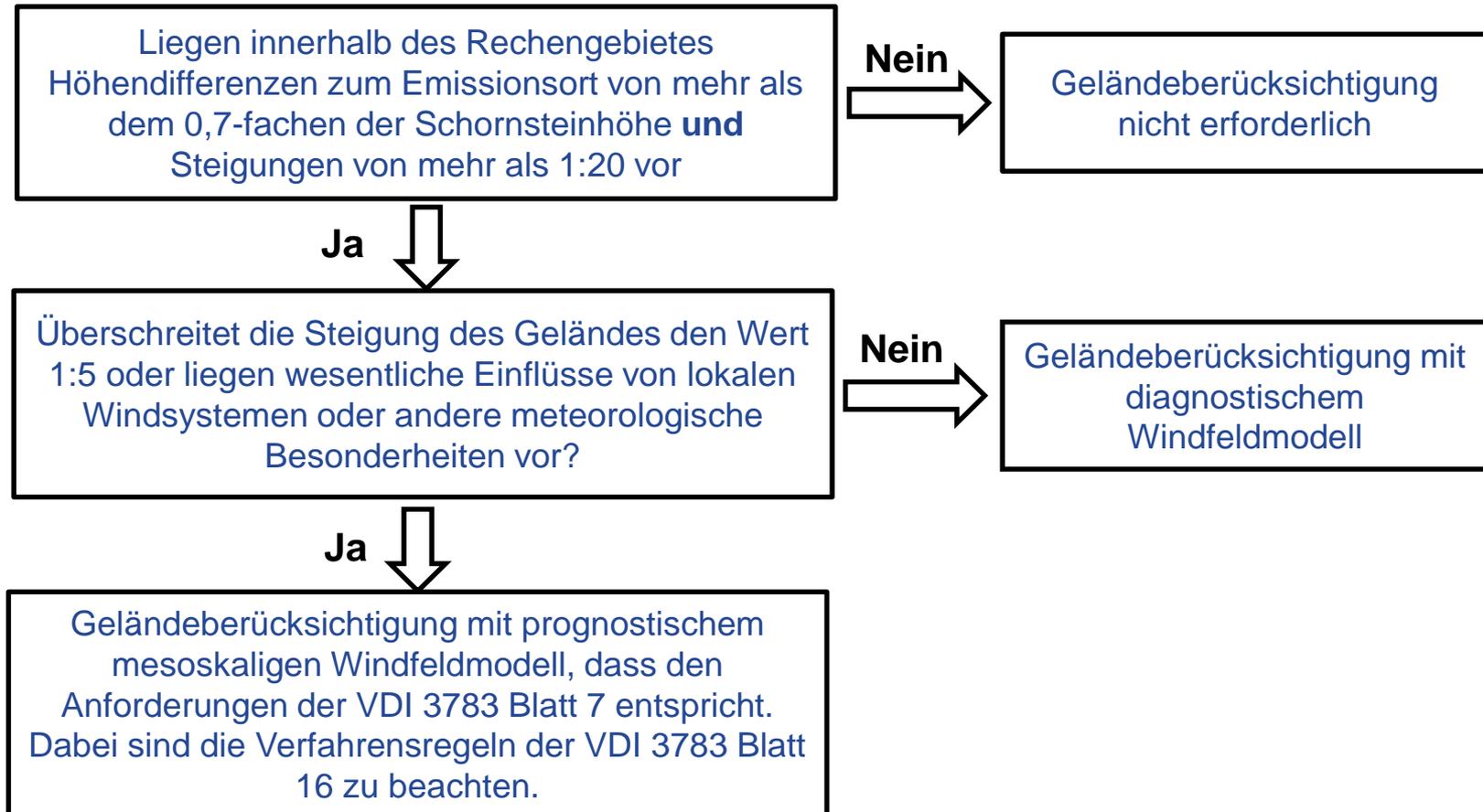
Kenngroße	Statistische Streuung des berechneten Wertes
Jahres-Immissionswert (IJW)	Maximal 3 % des IJW
Tages-Immissionswert (ITW)	Maximal 30 % des ITW

Ggf. ist die statistische Unsicherheit durch eine Erhöhung der Partikelzahl zu reduzieren (durch Anpassung der Qualitätsstufe in AUSTAL).

Nr. 11 Berücksichtigung von Bebauung



Nr. 12 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten



Nr. 13 Verwendung einer Häufigkeitsverteilung der stündlichen Ausbreitungssituationen

Eine Ausbreitungssituation ist durch

- Windgeschwindigkeitsklasse,
- Windrichtungssektor und
- Ausbreitungsklasse

gemäß Richtlinie VDI 3782 Blatt 6 (Ausgabe April 2017) bestimmt.

Voraussetzungen zur Verwendung einer AKS:

- Windgeschwindigkeiten von weniger als 1 m/s treten in weniger als 20 % der Jahresstunden auf
- Es ist keine nasse Deposition zu berücksichtigen

Nr. 14 Ausbreitungsrechnung zur Bestimmung der Schornsteinhöhe

- Ausbreitungsrechnung für ebenes Gelände
- Rauigkeitslänge: 0,5 m, Verdrängungshöhe: 3 m, Anemometerhöhe: 13 m
- AKS aus allen nach Richtlinie VDI 3782 Blatt 6 (Ausgabe April 2017) ungewichteten Einzelsituationen ohne die Ausbreitungsklassen Klug/Manier IV und V
- Freisetzungshöhe: effektive Quellhöhe (Bauhöhe plus Endüberhöhung)
- Ausbreitungsrechnung für passives, nicht deponierendes Spurengas
- Die relative statistische Streuung des Konzentrationswertes, der die Schornsteinhöhe bestimmt, soll 5 Prozent nicht überschreiten.

Eine beispielhafte Umsetzung dieser Vorgaben wird vom Umweltbundesamt durch das Programmpaket BESTAL zur Verfügung gestellt.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



© Digitale/Heibel



Das HLNUG auf Twitter:
https://twitter.com/hlnug_hessen



Für eine lebenswerte Zukunft