

Liebe Leserinnen und Leser,

Liebe Leserinnen und Leser,
zum Jahresende freuen wir uns, Ihnen die neue Ausgabe unserer Firmenzeitung präsentieren zu können. Die beiden Fachbeiträge dieser Ausgabe zeigen einmal mehr, wie hohe Qualitätsstandards unsere Arbeit im Bereich atmosphärischer Ausbreitungsmodellierung prägen.

Für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft werden in der Regel meteorologische Daten verwendet, die entweder am Standort gemessen, dorthin übertragen oder modelliert wurden. Bei übertragenen oder auf Modellrechnungen beruhenden meteorologischen Daten muss für die Ausbreitungsrechnungen eine geeignete Ersatzanemometerposition im Untersuchungsgebiet gefunden werden. Die Positionierung des Anemometers im Modellgebiet, z. B. im Tal oder auf einem Hügel, kann großen Einfluss auf das Ergebnis haben. Der erste Artikel befasst sich mit der Bestimmung der Ersatzanemometerposition nach

VDI 3783 Blatt 16, die sich für prognostische mesoskalige Modellierungen bewährt hat. Es wird die Frage beantwortet, ob man die Methode auch für mit diagnostischen mesoskaligen Modellen wie AUSTAL/TALdia berechnete Windfelder anwenden kann.

Im zweiten Beitrag wird der Einfluss unterschiedlicher Rasterweiten digitaler Geländemodelle auf die Schornsteinhöhenbestimmung nach TA Luft in komplexem Gelände untersucht. Die Analyse zeigt deutlich, wie stark die Modellauflösung die Ergebnisse beeinflusst und ab welchen Schwellenwerten eine höhere Geländegenauigkeit notwendig wird.

Ein herzliches Dankeschön gilt unserem gesamten Team sowie Ihnen, unseren Partnern und Lesern, die uns mit Ihrem Vertrauen und Ihrer Unterstützung begleiten. Wir wünschen Ihnen eine besinnliche Weihnachtszeit und ein erfolgreiches Jahr 2026!



Striezelmarkt Dresden

Viel Freude beim Lesen dieser Ausgabe!

Herzliche Grüße

AKTUELLES IN KÜRZE

- Die neue Version HBEFA 5.1 ist erschienen und bringt einen der größten inhaltlichen Sprünge seit Bestehen des Handbuchs. Alle Emissionsfaktoren wurden umfassend aktualisiert und um neue Fahrzeugtypen, Prozesse und Schadstoffe erweitert. Besonders wichtig: Erstmals wurden nicht-auspuffbedingte Emissionen, Euro-7-Faktoren, Cold-Start-Emissionen für schwere Fahrzeuge, sowie neue nicht-regulierte Schadstoffe integriert. Zudem wuchs die Zahl der Subsegmente von 833 auf 1375, ein deutlicher Schritt hin zu noch präziseren Modellierungen. Die Lohmeyer GmbH ist ab sofort in der Lage diese Änderungen in zukünftigen Gutachten zu berücksichtigen.
- Der neue [digitale Klimaatlas für die Region Stuttgart](#) ist ab sofort online und kostenlos nutzbar. Er veranschaulicht eindrucksvoll, wie sich die Region an die Folgen des Klimawandels anpassen kann, und stellt dazu fundierte Daten sowie interaktive Karten und Analysen bereit. Wir freuen uns, im Rahmen des Forschungsprojekts ISAP als Projektpartner an der Entwicklung mitgewirkt zu haben.
- Der aktualisierte Kommentar zum Anhang 7 TA Luft (2021) ist seit 14.11.2025 über die [Internetseite der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz](#) verfügbar.

INHALT

Bestimmung der Ersatzanemometerposition nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 bei diagnostischer Windfeldmodellierung in topografisch gegliedertem Gelände Seite 2

Geländebedingte Schornsteinhöhen nach TA Luft: Sensitivitätsanalyse von DGM-Auflösungen. Seite 3

Lohmeyer GmbH
Aerodynamik, Klima, Immissionsschutz und Umweltsoftware
www.lohmeyer.de

Niederlassung Karlsruhe:
info.ka@lohmeyer.de
0721-625100

Niederlassung Dresden:
info.dd@lohmeyer.de
0351-839140

Niederlassung Bochum:
info.bo@lohmeyer.de
0234-5166850

BESTIMMUNG DER ERSATZANEMOMETERPOSITION NACH RICHTLINIE VDI 3783 BLATT 16 BEI DIAGNOSTISCHER WINDFELDMODELLIERUNG IN TOPOGRAPHISCH GEGLIEDERTEM GELÄNDE

Für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft werden in der Regel meteorologische Daten verwendet, die entweder am Standort gemessen, oder, wenn am Standort der Anlage keine Messungen vorliegen, dort hin übertragen (QPR) wurden oder auf Modellrechnungen beruhen. Bei übertragenen oder auf Modellrechnungen beruhenden meteorologischen Daten muss für die Ausbreitungsrechnungen eine geeignete Ersatzanemometerposition EAP im Untersuchungsgebiet gefunden werden.

In Lohmeyer aktuell, Ausgabe 50 (2023), wurde bereits über die Bestimmung der EAP für AUSTAL speziell bei Verwendung von Wind- und Turbulenzfeldern von MISKAM, d. h. für den mikroskaligen Bereich, berichtet.

Für mesoskalige Anwendungen beschreibt die Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 (2020) in Kap. 6.1 ein Verfahren zur Festlegung der EAP. Bei Modellierungen mit prognostischen mesoskaligen Modellen hat sich dieses Verfahren bewährt. Es steht die Frage im Raum, ob dieses Verfahren auch für Modellierungen mit diagnostischen mesoskaligen Modellen, z. B. dem Modell TALdia, eingesetzt werden kann.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der EAP-Bestimmung nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 für ein Beispiel vorgestellt. Das Geländeprofil zeigt Abb. 1. Das Gebiet ist

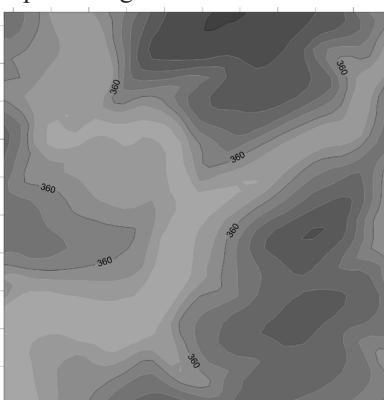


Abb 1: Geländeprofil. (Gebietsgröße: 2016 m x 2048 m, Maximalhöhe: 460 m, Minimalhöhe: 308 m, Isolinienabstand: 20m)

ca. 2 km x 2 km groß. Die Maximal- bzw. Minimalhöhe beträgt 460 m und 308 m.

Bei einer Modellierung mit einem prognostischen mesoskaligen Modell ergibt sich die in Abb. 2 dargestellte Verteilung des Gütemaß g . Das Gütemaß g (Produkt aus Gütemaß der Windgeschwindigkeit g_f und Gütemaß der Windrichtung g_d) liegt im Intervall [0,1], wobei 0 keine und 1 die perfekte Übereinstimmung mit den eindimensionalen Referenzprofilen bedeutet. Die Verteilung entspricht dem in der Richtlinie formulierten Erwartungswert, dass Orte mit einem hohen Gütemaß (grüne Punkte in der Abbildung) sich an Positionen befinden, an denen die Orographie keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die Windverteilung ausübt.

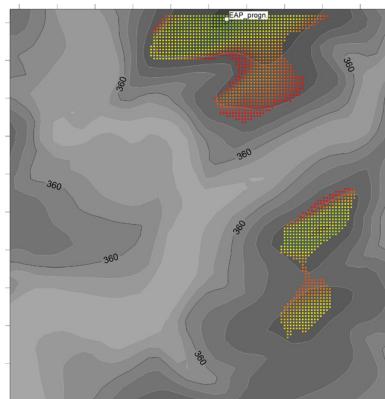


Abb. 2: Verteilung des Gütemaß g bei prognostischer Windfeldmodellierung (rot: $g=0.8$, gelb: $g=0.9$, grün: $g=1$).

Formal lässt sich das Verfahren zur Festlegung der EAP auch für eine Modellierung mit einem diagnostischen Modell anwenden. Bei einer Modellierung mit dem diagnostischen mesoskaligen Modell TALdia ergibt sich z. B. für Schicht 4 (10 m-16 m) die in Abb. 3 dargestellte Verteilung des Gütemaß g . In der Abbildung ist die empfohlene EAP (Ort mit maximalem Gütemaß g) eingetragen. Die EAP befindet sich in einer Höhe von ca. 360 m in Hanglage. Die Orte mit einem hohen Gütemaß (grüne Punkte in der Abbildung) berechnet das Verfahren vorwiegend in Hanglage in einem

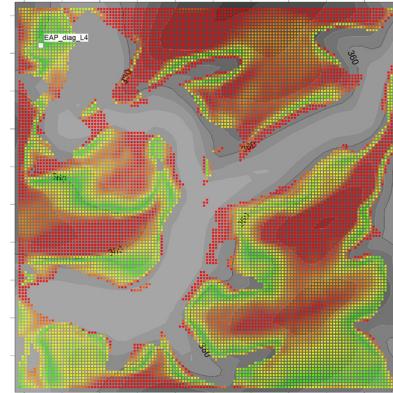


Abb. 3: Verteilung von nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 bestimmtem Gütemaß g bei diagnostischer Windfeldmodellierung mit TALdia für Schicht 4 (rot: $g=0.8$, gelb: $g=0.9$, grün: $g=1$)

mittleren Höhenbereich von ca. 350 m bis 400 m, d.h. an Orten, an denen nicht erwartet wird (und bei prognostischer Windfeldmodellierung sich auch nicht ergeben), dass die Orographie keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die Windverteilung ausübt.

Bei diagnostischer Windfeldmodellierung wird das dreidimensionale Windfeld initialisiert mit eindimensionalen Windprofilen. Diese Windprofile stellen bei der Bestimmung der Gütemaße g_f und g_d die Referenzprofile dar. D. h. g_f und g_d sind an Orten hoch (d. h. nahe 1), an denen das dreidimensionale Windfeld wenig von diesen Referenzprofilen in Bezug auf die Windgeschwindigkeit bzw. Windrichtung abweicht. Bei diagnostischer Windfeldmodellierung erzwingt die in diagnostischen Modellen gelöste Kontinuitätsgleichung, dass die mit eindimensionalen Windprofilen initialisierten Windfelder in Bereichen oberhalb bzw. unterhalb der mittleren Geländehöhe die Windgeschwindigkeit erhöht bzw. erniedrigt wird. Somit ist es vom mathematischen Standpunkt aus gesehen plausibel, dass g_f in mittleren Höhen die höchsten Werte erreicht, da dort die Windgeschwindigkeit durch die diagnostische Windfeldmodellierung am wenigsten vom initialen Zustand verändert wird.

Die Verteilung von g_d und g_f in Form eines Scatterdiagramms zeigt Abb. 4. Zu erkennen ist, dass die Werte von g_d in einem deutlich geringeren Bereich streuen als die von g_f . Somit wird die räumliche Verteilung von g (Produkt aus g_d und g_f) stark geprägt durch die räumliche Verteilung des Gütemaßes der Windgeschwindigkeit g_f .

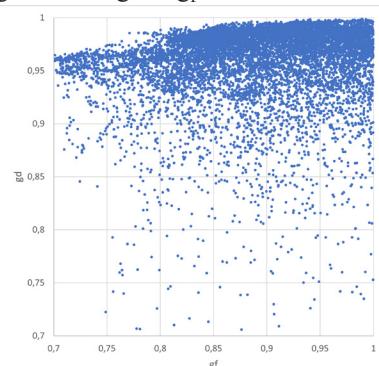


Abb. 4: Scatterdiagramm von nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 bestimmten Gütemaß der Windgeschwindigkeit g_f und Gütemaß der Windrichtung g_d bei diagnostischer Windfeldmodellierung mit TALdia für Schicht 4

Die Berechnungsvorschriften für g_d und g_f erlauben nicht, die Streubreite zu beeinflussen. Deswegen wurden modifizierte Berechnungsvorschriften für g_d und g_f getestet (im Folgenden markiert mit *). Die modifizierten Gütemaße g_d^* und g_f^* werden als betragsmäßige Abweichung der Windgeschwindigkeit bzw. Windrichtung von der Referenzgeschwindigkeit bzw. Referenzwindrichtung bestimmt und normiert. Normiert wird in Anlehnung an Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (2017) in Bezug auf eine dort genannte „hinreichende Übereinstimmung“ mit 1 m/s und 30°. Bei

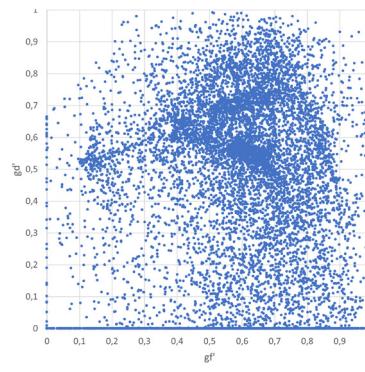


Abb. 5: Scatterdiagramm von nach einem modifizierten Verfahren bestimmten Gütemaß der Windgeschwindigkeit g_f^* und Gütemaß der Windrichtung g_d^* bei diagnostischer Windfeldmodellierung mit TALdia für Schicht 4

größeren Abweichungen hiervon wird g_d^* und g_f^* auf 0 gesetzt. Die Verteilung von g_f^* und g_d^* in Form eines Scatterdiagramms zeigt Abb. 5.

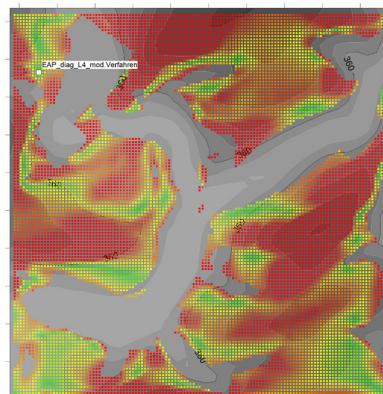


Abb. 6: Verteilung von nach einem modifizierten Verfahren bestimmtem Gütemaß g^* bei diagnostischer Windfeldmodellierung mit TALdia für Schicht 4 (rot: $g=0,5$, gelb: $g=0,75$, grün: $g=1$)

Zu erkennen ist, dass beide Werte jetzt im gleichen Bereich streuen. Die räumliche Verteilung des modifizierten Gütemaß g^* zeigt Abb. 6.

Die Verteilung zeigt von der Struktur her eine sehr ähnliche Verteilung wie die des Gütemaßes g nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 (vgl. Abb. 3). Gleches gilt für die gefundene EAP.

Dies bedeutet, dass auch mit dem getesteten modifizierten Verfahren sich auf Basis diagnostisch berechneter Windfelder Orte mit einem hohen Gütemaß ergeben, die sich in Hanglage und in mittleren Höhen befinden.

Aus unserer Sicht ist das in Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 in Kap. 6.1 beschriebene Verfahren zur Festlegung der EAP auch bei diagnostischer mesoskaliger Windfeldmodellierung geeignet, ergibt jedoch möglicherweise eine EAP an nicht erwarteten Orten, z. B. in Hanglage. Eine Überarbeitung der Berechnungsvorschriften für g_d und g_f entsprechend den hier getesteten modifizierten Berechnungsvorschriften wird zur Diskussion gestellt.

Aus dieser Untersuchung kann darüber hinaus noch das Fazit gezogen werden, dass eine mit prognostischer mesoskaliger Windfeldmodellierung gefundene EAP in der Regel nicht die optimale EAP bei diagnostischer mesoskaliger Windfeldmodellierung ist. Somit ist es kritisch zu sehen, wenn z. B. im Vorfeld einer Untersuchung die EAP von einem Gutachter (der z. B. die Übertragbarkeitsprüfung durchführt) festgelegt wird, der mit einem anderen (z. B. prognostisch anstatt diagnostisch) Windfeldmodell oder anderen Randbedingungen (z. B. anderes digitales Geländemodell oder andere Gitterweiten) arbeitet.

Ansprechpartner: Dr.-Ing. Thomas Flassak

SENSITIVITÄTSANALYSE UNTERSCHIEDLICHER HORIZONTALER DGM-AUFLÖSUNGEN BEI DER BESTIMMUNG GELÄNDEBEDINGTER SCHORNSTEINHÖHEN NACH TA LUFT (2021)

Die Bestimmung der Schornsteinhöhe nach Nummer 5.5.2.2 der TA Luft (2021) setzt voraus, dass die Schornsteinmündung nicht in einer geländebedingten Kavitätszone des Windfeldes liegt. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, ist die Schornsteinhöhe nach TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.3 zu korrigieren, sodass die Mündung außerhalb der Kavitätszone liegt.

Geländeerhebungen in der Umgebung des Schornsteinstandortes können einen relevanten Einfluss auf die ermittelte Schornsteinhöhe haben. Für die Berechnung dieser topografisch bedingten korrigierten Schornsteinhöhen werden digitale Geländemodelle (DGM) eingesetzt, deren horizontale Auflösung die Genauigkeit des Höhenmodells, die

Abbildung steiler Geländestrukturen und damit die resultierenden Schornsteinhöhen maßgeblich beeinflusst. Da bundesweit DGM-Daten in sehr unterschiedlichen Rasterweiten verfügbar sind, besteht die Notwendigkeit, die Sensitivität der geländebedingten Schornsteinhöhe gegenüber verschiedenen horizontalen Auflösungen systematisch zu analysieren.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist daher die Bewertung des Einflusses unterschiedlicher Rasterweiten auf die Berechnung geländebedingter Schornsteinhöhen und die Ableitung einer optimalen und zugleich technisch noch praktikablen Auflösung auch für großräumige Anwendungen.

Für ein repräsentatives Testgebiet (mit relativ großen Höhenunterschieden zwischen 100 m und 475 m ü. NHN und Bereichen großer Hangneigung) mit einer Ausdehnung von 10 km x 10 km wurde eine umfassende Sensitivitätsanalyse durchgeführt, um den Einfluss verschiedener horizontaler DGM-Auflösungen auf die Berechnung geländebedingter Schornsteinhöhen zu bestimmen. Als Ausgangsdaten dienten hochauflösende DGM1-Laserscandaten, aus denen Raster mit Stützstellenabständen von 2.5 m, 5 m, 10 m, 25 m, 50 m und 100 m mittels geostatistischer Kriging-Interpolation erzeugt wurden.

Der Vergleich mit 18 amtlichen Referenzhöhen zeigt, dass die Höhenmodelle bis 25 m Rasterweite im Testgebiet nur geringe Abweichungen (<3 %) aufweisen. Signifikante Differenzen treten erst ab 50 m Rasterweite auf, insbesondere in steilen Hangbereichen, wo Abweichungen über 10 % festgestellt wurden. Zwischen den feinsten Auflösungen von 2.5 m und 5 m konnten nur sehr geringe Unterschiede festgestellt werden.

Die nach den Vorgaben der TA Luft (2021) Nr. 5.5.2.3 berechneten geländebedingten Schornsteinhöhen erreichen erwartungsgemäß im Nahbereich steiler Hanglagen die höchsten Werte. Die Analyse macht zudem deutlich, dass mit zunehmender Rasterweite jener Flächenanteil zunimmt, in dem die geländebedingte Schornsteinhöhe 10 m oder mehr beträgt (vgl. Abb. 1). Dies weist darauf hin, dass gröbere Rasterauflösungen zu einer systematischen Überschätzung topografisch bedingter Höhenunterschiede führen können.

Um die Abweichungen der berechneten Schornsteinhöhen zu quantifizieren, wurden die Ergebnisse der höchsten Auflösung von 2.5 m als Referenz gesetzt und den Ergebnissen der geringeren Auflösungen (5 m, 10 m, 50 m und 100 m) gegenübergestellt. Der Vergleich zu

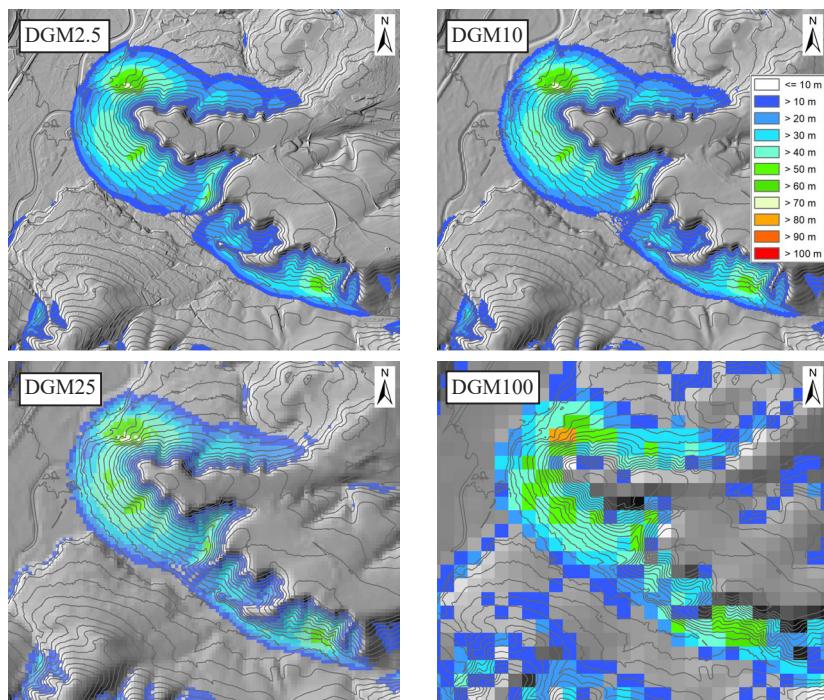


Abb. 1: Berechnete geländebedingte Schornsteinhöhen für einen Ausschnitt des Testgebietes auf Basis unterschiedlicher horizontaler Rastergröße des digitalen Geländemodells

den 2.5-m-Referenzergebnissen (siehe Tab. 1) verdeutlicht: Die absoluten Abweichungen wachsen mit abnehmender Auflösung deutlich an. Während beim DGM5 95 % der Rasterzellen eine Abweichung von weniger als 0.75 m gegenüber DGM2.5 zeigen und 98 % der Werte innerhalb von ± 1 m liegen, verschlechtern sich die Abweichungsquantile bei 10 m und 25 m Raster deutlich

geringere Schornsteinhöhen bei größeren DGM-Rasterzellen möglich. Unter Berücksichtigung der TA Luft-Vorgaben, die Abweichungen bis 10 % der Bauhöhe zulassen (entspricht 1 m bei einer Schornsteinhöhe von 10 m), erfüllen nach unserer Einschätzung insbesondere die auf DGM5 und feineren Rasterdaten basierenden Ergebnisse diese Genauigkeitsanforderung am besten.

	Einheit	DGM2.5	DGM5	DGM10	DGM25	DGM 50	DGM 100
höchste Gelände Höhe	m	475.2	476	476.4	475.3	472.7	464.8
tiefste Gelände Höhe	m	100.6	100.5	100.4	100.5	101.2	101.2
max. geländebedingte Schornsteinhöhe	m	89.5	90.2	91.1	93.6	95.8	96.7
95%-Quantil der betragsmäßigen Differenz zu Ergebnissen auf Basis DGM2.5	m	-	0.75	1.74	4.59	8.62	16.51
Quantil bei dem die betragsmäßige Differenz ≤ 1 m zu den Ergebnissen auf Basis DGM2.5 beträgt	%	-	98	83	53	34	25

Tab. 1: Übersicht zu den Ergebnisdaten des Testgebietes (DGM2.5 = Referenz)

(95 %-Quantile 1.74 m bzw. 4.59 m). Bei 50 m und 100 m steigen die Abweichungen stark an (8.62 m bzw. 16.51 m), was in der zunehmenden Glättung der Reliefstrukturen begründet ist. Zudem zeigt auch eine statistische Analyse der Rechenergebnisse mittels Punktwolken-Diagramm, dass gröbere Raster tendenziell zu einer Überschätzung der Schornsteinhöhen führen. Je nach Schornsteinstandort sind aber auch

Wenden geländebedingte Schornsteinhöhen hingegen mit DGM-Daten einer horizontalen Auflösung > 5 m berechnet, kann – abhängig von den lokalen topografischen Verhältnissen am Schornsteinstandort – eine ergänzende Prüfung mit höher aufgelösten DGM-Daten sinnvoll bzw. empfehlenswert sein.

Ansprechpartnerin:

Dipl.-Geogr. Diana Bretschneider