

## Ausbreitungsrechnungen in steilem Gelände - Prognostische Windfeldbibliotheken

M. Hasel

**IMA** Richter & Röckle GmbH & Co. KG

Hauptstr. 54

70839 Gerlingen

Tel.: 07156 438916

hasel@ima-umwelt.de

<http://ima-umwelt.de>

### Zusammenfassung

Die TA Luft schränkt die Anwendbarkeit eines diagnostischen Windfeldmodells, wie es in Ausbreitungsrechnungen für die Prognose von Geruchsbelastungen verwendet wird, bei steilem Gelände ein. Ein prognostisches Windfeldmodell unterliegt in dieser Hinsicht keinen Einschränkungen, und kann mittels des Konzepts „prognostische Windfeldbibliothek“ für TA Luft-konforme Geruchsimmisionsprognosen verwendet werden. Die Vorgehensweise wird schematisch und anhand von Beispielen erläutert und ihre Vorteile gegenüber dem Standardverfahren aufgezeigt.

### Einleitung

Die TA Luft schränkt in Anhang 3 Abschnitt 11 die Anwendbarkeit eines diagnostischen Windfeldmodells in der Ausbreitungsrechnung folgendermaßen ein: „*Geländeunebenheiten können in der Regel mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.*“. Alternative Methoden, falls diese Kriterien nicht erfüllt sind, führt die TA Luft nicht näher aus.

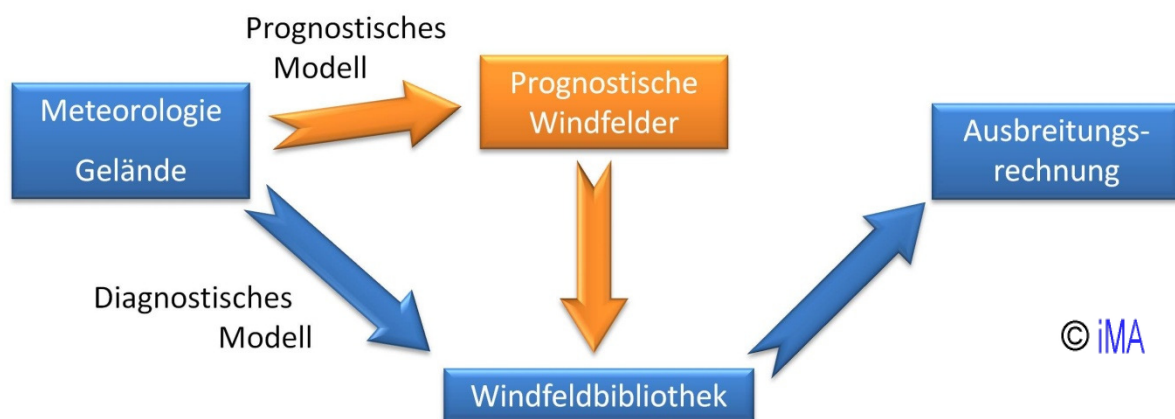
In vielen deutschen Mittelgebirgen und je nach Kaminhöhe der betrachteten geruchsemittierenden Anlage auch weit darüber hinaus ist das in der TA Luft genannte sog. Steigungskriterium nicht erfüllt. Ohne ein geeignetes Verfahren ist die Rechtssicherheit von Geruchsimmisionsprognosen in steilem Gelände eingeschränkt.

Wie kann man vorgehen, wenn das Steigungskriterium verletzt ist? Ein mögliches Verfahren, das einen Einsatz sowohl in topographisch stark gegliedertem Gelände erlaubt als auch thermische Windsysteme berücksichtigt, ist das Konzept einer prognostischen Windfeldbibliothek. Es ersetzt die diagnostischen durch universell anwendbare prognostische Windfelder, lässt die eigentliche Ausbreitungsrechnung aber unverändert. Damit sind die Vorgaben der TA Luft erfüllt und Geruchsimmisionsprognosen unabhängig vom Gelände

möglich. Neben der konzeptionellen Darstellung wird das Verfahren anhand von Beispielen aus der Genehmigungspraxis erläutert und seine Anwendungsbereiche definiert. Gegenwärtig wird dieser Themenbereich innerhalb der VDI-RL-Gruppe zur VDI 3783 Bl. 16 bearbeitet.

## Grundlagen

Die Prognose z.B. einer Schadstoffbelastung nach TA Luft lässt sich in 3 Schritte untergliedern (Abb. 1, blauer Pfad). Zunächst werden vom Gutachter entsprechend der Aufgabenstellung das zu untersuchende Gelände und die dort repräsentative Meteorologie ausgewählt. Im klassischen Verfahren berechnet ein diagnostisches Windfeldmodell auf dieser Basis die Windfelder. Diese werden in einer sogenannten Bibliothek hinterlegt. Das zur eigentlichen Ausbreitungsrechnung eingesetzte Modell wie z.B. AUSTAL2000 greift für jede simulierte Situation auf diese Windfeldbibliothek zu und wählt dort anhand der Meteorologie die geeigneten Windfelder aus. Da damit die Neuberechnung der Windfelder vor jeder Situation (eine Jahresausbreitungsrechnung berechnet 8760 Situationen bzw. Stunden) entfällt, ist dieses Verfahren sehr ökonomisch bezüglich der Rechenzeit.



**Abb. 1** Schematische Durchführung einer Ausbreitungsrechnung, in blau die „klassische“ Vorgehensweise nach TA Luft, orange unter Einbeziehung eines prognostischen Modells.

Seit der Einführung der neuen TA Luft hat sich dieses System bewährt. Allerdings schränkt die TA Luft in Anhang 3 Abschnitt 11 die Anwendbarkeit eines diagnostischen Windfeldmodells in der Ausbreitungsrechnung selbst ein (siehe Einleitung). Das weitere Vorgehen, wenn im Untersuchungsgebiet großräumig Steigungen größer 1:5 auftreten, definiert die TA Luft aber nicht. In den letzten Jahren haben sich daher verschiedene Verfahren etabliert, darunter unter anderem die prognostische Windfeldbibliothek.

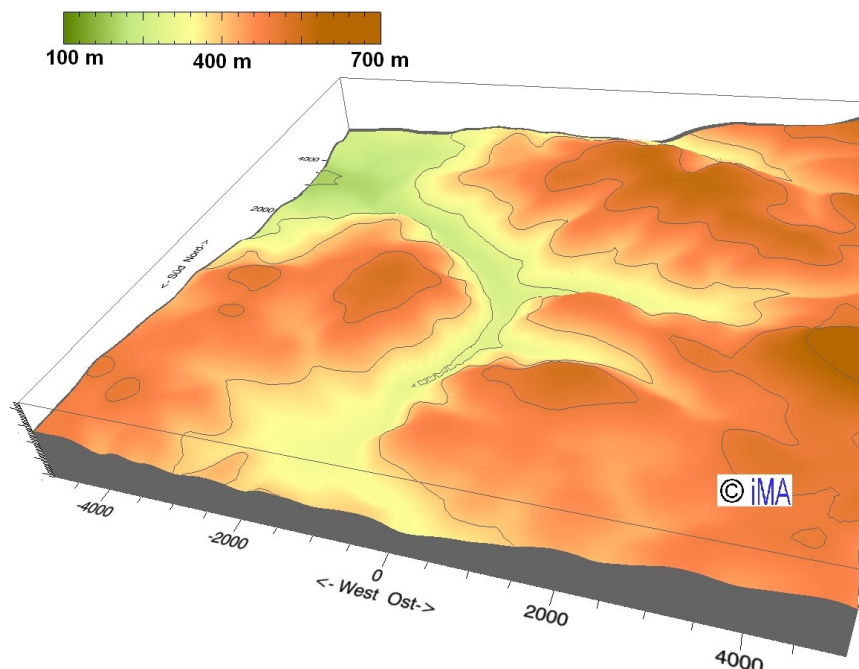
Modelle, welche trotz großer Geländesteigungen eingesetzt werden können, stehen in Form prognostischer mesoskaliger Modelle wie z.B. FITNAH oder METRAS zur Verfügung. In prognostischen Modellen werden die vollständigen dreidimensionalen Bewegungsgleichungen für die Berechnung der Strömung gelöst. Dynamische und thermische Strömungssysteme wie z.B. Kaltluftabflüsse können auf diese Art bestimmt werden, ohne dass es grundsätzliche

Einschränkungen bezüglich der Geländeform oder -steigung gibt. Das Verfahren der prognostischen Windfeldbibliothek enthält einen sehr einfachen und naheliegenden Ansatz, diese prognostischen Windfelder in die Ausbreitungsrechnung einzubeziehen. Wiederum auf Grundlage der Topographie und Meteorologie werden mit dem prognostischen Modell Windfelder berechnet und einer Bibliothek hinterlegt (Abb. 1, oranger Pfad). Das Ausbreitungsmodell kann für die Simulation darauf zurückgreifen, das von der TA Luft vorgegebene Schema wird beibehalten.

Im Detail stellen der Betrieb eines prognostischen Modells und die Umsetzung der Ergebnisse in valide Windfelder des Ausbreitungsmodells hohe Anforderungen an die Rechenleistung und Sachkenntnis des betreibenden Personals. Eine manuelle Prüfung und Bearbeitung der Resultate ist unerlässlich. Der Aufwand einer Ausbreitungsrechnung basierend auf prognostischen Windfeldern ist daher bedeutend größer als mit dem Standardverfahren.

### Anwendungsbeispiel

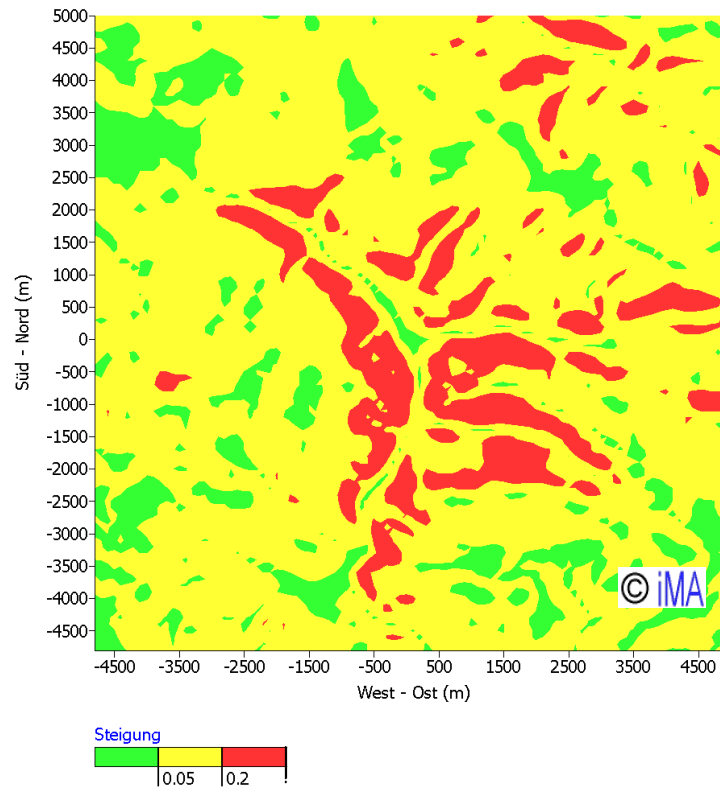
Gerade im Mittelgebirgsraum wird das Steigungskriterium der TA Luft häufig überschritten. Emissionen in tief eingeschnittenen Flusstälern können mit dem Standardverfahren nicht betrachtet werden. Das folgende Beispiel demonstriert die Leistungsfähigkeit prognostischer Windfeldmodelle und des Verfahrens prognostische Windfeldbibliothek.



**Abb. 2** Topographie des Untersuchungsgebiets, Blick von Südost.

Das untersuchte Gelände wird von einem recht engen Tal und seinen Seitentälern durchzogen (Abb. 2). In der nördlichen Hälfte des Untersuchungsgebiets ist das Haupttal etwa Südost -

Nordwest orientiert, in der südlichen Hälfte verläuft es von Süd nach Nord. An den Talrändern erreicht die Steigung hohe Werte (Abb. 3), das diagnostische Modell ist daher streng nach TA Luft für Emissionsquellen im Talbereich nur bedingt anwendbar.



**Abb. 3** Steigung im Untersuchungsgebiet (Berechnet über 100 m horizontale Distanz). Rot eingefärbt sind Bereiche, in denen das 1:5 Kriterium der TA Luft überschritten ist.

Meteorologische Daten werden – für die Belange der Ausbreitungsrechnung – nur an wenigen Stationen erhoben. Zweck eines Windfeldmodells ist es, diese gemessenen meteorologischen Daten in der Fläche verfügbar zu machen, um die Verteilung der Schadstoffe angemessen wieder zu geben. Abbildung 4 zeigt die für das Beispiel angesetzte großräumige – also von der lokalen Orographie weitgehend unbeeinflusste - Strömung.

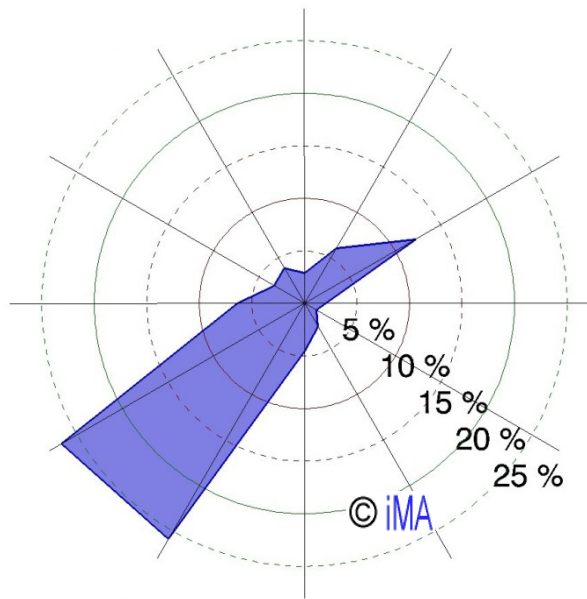


Abb. 4 Verwendete Windrichtungshäufigkeitsverteilung.

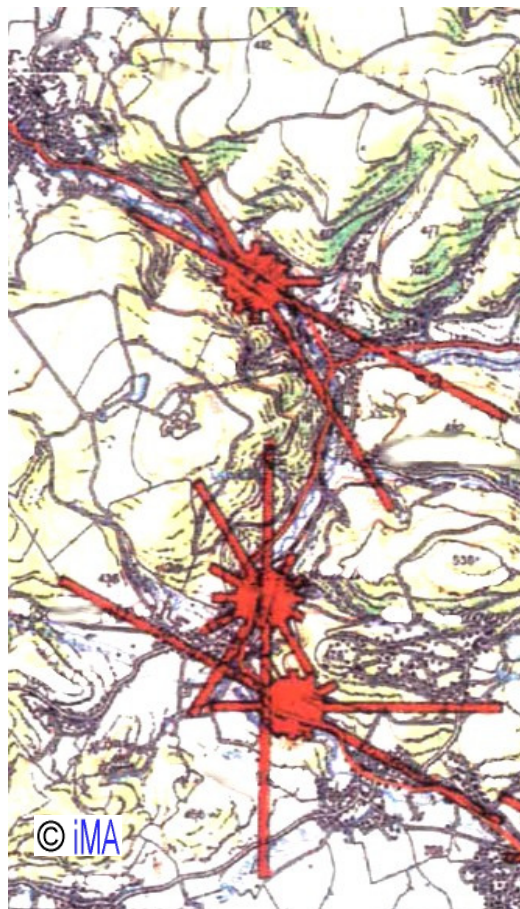
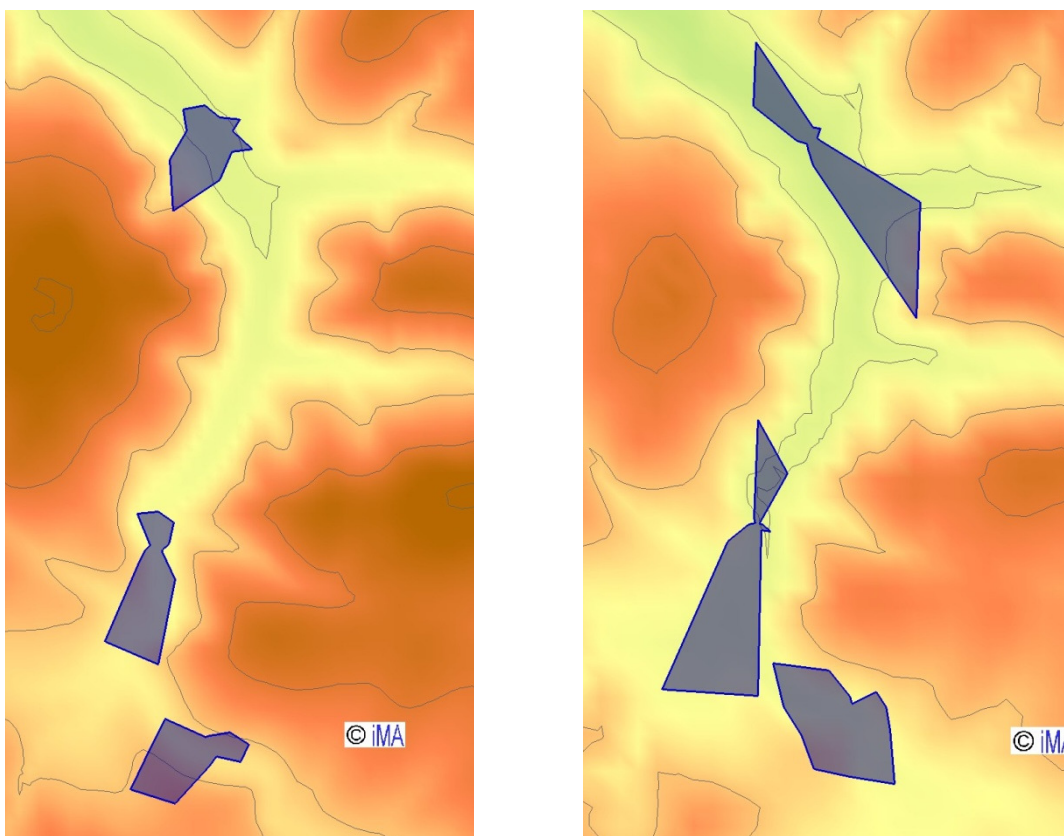


Abb. 5 Windrichtungsverteilung, gemessen in verschiedenen Positionen entlang des Tals.

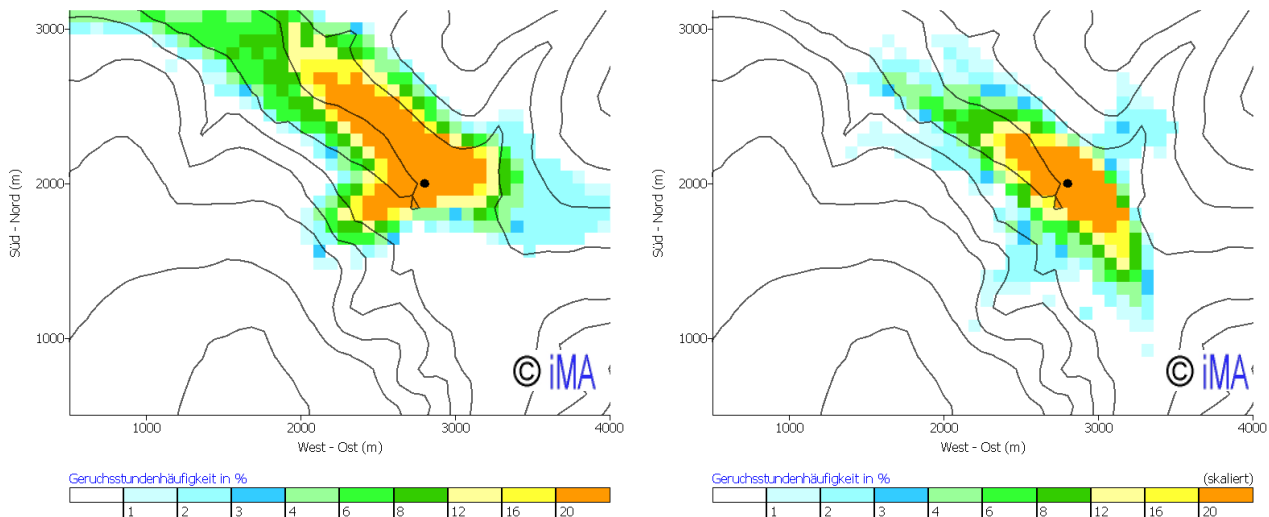
Im betrachteten Untersuchungsgebiet stehen weitere lokale meteorologische Messungen des Deutschen Wetterdienstes zur Verfügung, anhand derer die Ergebnisse der Windfeldmodelle untersucht werden können. Die Messungen zeigen die kanalisierende Wirkung der Orographie, im nördlichen Teil des Tals, das hier eine etwa Nordwest – Südost – Orientierung aufweist, ist die Windrichtungshäufigkeitsverteilung deutlich verschieden zum südlichen Teil.

Die prognostizierte Windrichtungshäufigkeitsverteilung, basierend auf Windfeldern des prognostischen Modells (verwendet wurde in diesem Fall Metras-PC), zeigt die gleichen Charakteristika wie die Messung: Die Talführung kann reproduziert werden, es ist eine deutliche Drehung zwischen den nördlichen und südlichen Verteilung zu erkennen (Abb. 6, rechts). Im Gegensatz dazu zeigt eine Windrichtungshäufigkeitsverteilung erzeugt aus diagnostischen Windfeldern (erzeugt mittels dem Programm taldia) bei der zugrunde gelegten Orographie merkbare Abweichungen von der Messung (Abb. 6, links). Besonders im nördlichen Teil kann das diagnostische Modell die talführende Wirkung der Orographie nicht so gut reproduzieren wie das prognostische.



**Abb. 6** Prognostizierte Windrichtungshäufigkeitsverteilung eines Jahres, links auf Basis diagnostischer, rechts auf Basis prognostischer Windfelder.

Dementsprechend unterscheiden sich auch Geruchsausbreitungsrechnungen, die für dieses Beispiel auf Basis der diagnostischen und prognostischen Windfelder berechnet wurden. Eine fiktive Gerüche emittierende Quelle wurde in 10 m Höhe im nördlichen Teil des Tals angesetzt (Abb. 7).



**Abb. 7** Prognostizierte Geruchsstundenhäufigkeit einer 10 m hohen Geruchsquelle, links auf Basis prognostischer, rechts auf Basis diagnostischer Windfelder.

Während auf der diagnostischen Grundlage auch größere tal senkrechte Komponenten auftreten, ist die auf prognostischen Windfeldern beruhende Geruchsstundenhäufigkeit schlanker und im stärker talparallel ausgerichtet.

## Fazit

Das Verfahren der prognostischen Windfeldbibliothek ermöglicht sachgerechte Geruchsimmissionsprognosen auch außerhalb des direkt von der TA Luft geregelten Bereichs. Anhand eines Beispiels aus der Genehmigungspraxis wurden die Effekte steiler Orographie auf die errechnete Windrichtungsverteilung eines prognostischen und eines diagnostischen Modells verglichen. Das prognostische Modell erzeugt auch in heterogenem und steilem Gelände adäquate Ergebnisse, wie besonders eindrucksvoll der Vergleich mit zur Verfügung stehenden Messungen zeigt. Die simulierten Windfelder werden als Grundlage der Ausbreitungsrechnung benutzt und bestimmen daher maßgeblich das Ergebnis einer Immissionsprognose, die in steilem Gelände nur unter Verwendung fortgeschrittener Verfahren wie der prognostischen Windfeldbibliothek methoden- und verfahrenssicher angefertigt werden kann.