

Wind- und Durchlüftungsverhältnisse

1. Problemstellung

Voraussetzung für ein günstiges Stadtklima mit möglichst geringer thermischer und lufthygienischer Belastung ist eine gute Durchlüftung der Stadt. Das heißt, eine ausreichende Zufuhr frischer unbelasteter Luft aus dem Umland muss gewährleistet sein. So sorgen genügend hohe Windgeschwindigkeiten für die Verdünnung von Luftbeimengungen mit Frischluft sowie für deren (Ab-)Transport. Die mittlere Windrichtungshäufigkeitsverteilung gibt Auskunft, wohin die von einer Quelle emittierten Stoffe im Jahresmittel transportiert werden. Dadurch ist ein sofortiges Abschätzen möglich, ob sich z. B. ein Gebiet im Jahresmittel im Windschatten einer Industrieanlage befindet und von deren Emissionen betroffen ist. Topographie und Landnutzung beeinflussen das Windfeld regional sehr stark.

Taleinschnitte bewirken eine Ablenkung der Windrichtung und führen zu einer Kanalisierung und damit zu einer Erhöhung der Windgeschwindigkeit. Die hohe Oberflächenrauigkeit einer Stadt mit ihren vielseitigen Stadtstrukturen wirkt als Strömungshindernis und dadurch reduzierend auf die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit. Folglich treten z. T. wesentliche Unterschiede in der Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung über Dresden auf, so dass keine einheitliche Windrose für das Stadtgebiet angegeben werden kann. Hier helfen Strömungsmodelle, die Windverteilung für einen größeren Raum lokal zu berechnen.

Bei Strahlungswetterlagen (bewölkungsarme, windschwache Wetterlagen, auch autochthone Wetterlagen genannt) kommt der Kaltluftentstehung und den Kaltluftströmungen eine besondere Bedeutung für die Frischluftzufuhr der Stadt zu. Diese für das Dresdner Stadtklima typischen und bedeutsamen Belüftungssysteme werden in Karte 5.2 näher erläutert und dargestellt.

2. Datengrundlage

Folgende Grundlage der vorliegenden Karte bildet die Berechnung der Strömungsverhältnisse mit dem prognostischen Windfeldmodell METRAS, die innerhalb des Gutachtens „Überarbeitung der Klimakarten der Landeshauptstadt Dresden“ des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG (einschließlich beteiligter Unterauftragnehmer) im Jahr 2008 angefertigt wurde. Datengrundlage der Simulation bilden:

- digitales Höhenmodell der Stadt Dresden und Umgebung,
- digitale Landnutzungsdaten (2004),
- Höhendatenzeitreihen des ECMWF (European Centre for Medium-Rang Weather Forecasts, Reading),
- Daten der DWD Messstelle DresdenKlotzsche

3. Methode

Die Strömungsverhältnisse im Stadtgebiet wurden erstmals synthetisch bestimmt; d. h. mittels Computersimulation mit dem Modell METRAS-PC (nicht-hydrostatisches mesoskaliges Modell) berechnet. Die Modellauflösung (Abstand der Punkte des Rechengitters) liegt bei 500 m x 500 m. Aus langjährigen Höhendatenzeitreihen des ECMWF sowie angepassten Ausbreitungsklassen wurden für ein Gebiet von 126 km x 150 km für vier atmosphärische Schichtungen und zwei geostrophische Windgeschwindigkeiten (3 m/s und 10 m/s) für jeweils zwölf Windrichtungen stationäre Strömungsrechnungen sowie für zwei instationäre Situationen (autochthone Wetterlagen) Tagesgangsimulationen durchgeführt. Als Ergebnis erhält man für alle Gitterpunkte zweidimensionale Windstatistiken.

Die durchgeführte Qualitätssicherung ergab eine gute Übereinstimmung zwischen den Berechnungsergebnissen für die synthetischen Windrichtungshäufigkeitsverteilungen und mittleren Windgeschwindigkeiten mit gemessenen Zeitreihen.

4. Kartenbeschreibung

Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit des bodennahen Windfeldes (0 bis 20 m über Grund) über Dresden ist mittels Farbskala (grün-gelb-rot) dargestellt und wurde auf das Oberflächenmodell der Stadt gelegt. Zur Orientierung sind außerdem wichtige Gewässer, Höhenlinien (Abstand 25 m), Straßen und die Bebauung eingezeichnet. Die Karte spiegelt deutlich den Einfluss von Topographie und Bebauung auf die mittlere Windgeschwindigkeitsverteilung wieder. So werden in den freien Lagen der Hochflächen des Stadtgebietes mittlere Windgeschwindigkeiten > 4 m/s erreicht. Die höchsten mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten von > 5 m/s treten im Südwesten der Stadt (Oberwartha, Altfranken) auf. Im dicht bebauten Stadt kernbereich (z. B. der Neustadt) sowie in

den bewaldeten Tälern der Dresdener Heide liegen die Werte im Jahresmittel bei 1,5 m/s. Dort ist auch die Häufigkeit von Calmen (Windstille) oder fast Calmen (< 1 m/s) am höchsten und beträgt nahezu ein Viertel aller Stunden.

Trotz der stark reduzierten Windgeschwindigkeiten im Stadtraum können lokal sehr hohe Windgeschwindigkeiten auftreten: enge Straßenschluchten bewirken düsenartige Beschleunigungen, Verwirbelungen an Gebäuden können in Bodennähe starke Böen und Turbulenzen hervorrufen. Diese Effekte können den Aufenthaltskomfort für den Stadtbewohner/Stadtbewohnerin oder Stadtbesucher/Stadtbesucherin erheblich beeinträchtigen.

Die berechnete jährliche mittlere Windrichtungshäufigkeitsverteilung ist in Form der Windrosen an den entsprechenden Stellen eingeblendet. Die Windrosen repräsentieren einen Mittelwert für eine Fläche von 500 m x 500 m. Auf den Höhenlagen sowohl südlich als auch nördlich der Elbniederungen dominieren Winde aus Westsüdwest und Ost Südost entsprechend der großräumigen Strömung über Mitteleuropa.

Die von West nach Ost wandernden Tiefdruckgebiete rufen auf ihrer Vorderseite im Allgemeinen eine Strömung aus o.g. Richtungen über dem Elbtal hervor. Diese freie Luftströmung ist ab einer Höhe von etwa 1.000 m bis 2.000 m über der Erdoberfläche zu finden. In tieferen Luftschichten beeinflussen Orographie, Rauigkeit und Reibungseffekte der Oberfläche das Strömungsfeld immer stärker.

Durch die Tallage Dresdens wird die Luftströmung insbesondere unterhalb von 300 m durch die Orographie beeinflusst. Der Wind wird durch die Leitwirkung des Tales abgelenkt und zwar umso stärker, je enger die Talsohle, je steiler die Talhänge und je tiefer man ins Elbtal „eintaucht“. Die Luftströmung wird hier zu elbparallelen Winden abgelenkt. So zeigen die Windrosen in Elbnähe zwei Windrichtungsmaxima: ein stärkeres bei südöstlichen, ein etwas Schwächeres bei nordwestlichen Richtungen entsprechend der Talausrichtung.

Verstärkt wird das Windrichtungsmaximum aus Südost durch den vorwiegend im Winter auftretenden „Böhmisches Wind“. Dieser böige Süd- bis Südostwind führt teilweise sehr kalte Luft aus dem Böhmischem Becken nordwärts über die Kämme des Erzgebirges und Böhmerwaldes ins Elbtal.

Bei schwachwindigen Wetterlagen wird die großräumige Strömung tagsüber vollständig durch thermisch induzierte (konvektive) Prozesse überlagert. Aufgrund unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften erwärmen sich die verschiedenen Oberflächen des Stadtraumes (Beton- und Asphaltflächen, Grün- und Waldflächen) unterschiedlich stark und kühlen unterschiedlich stark ab. So erwärmt sich z. B. die Luft über aufgeheizten Asphaltflächen sehr viel stärker als über der begrünten Fläche des Großen Gartens. Die erwärmte Luft steigt auf und erzwingt eine Ausgleichsströmung am Boden. Es entsteht ein lokales, thermisch induziertes Windsystem.

Berg- und Talwinde, Hangwinde und die nachts auftretenden Kaltluftabflüsse (Vgl. Karte Kaltluftverhältnisse in Strahlungsnächten) zählen ebenso zu den thermisch bedingten Windsystemen. Diese rufen zwar keine hohen Windgeschwindigkeiten hervor, haben aber eine entscheidende Bedeutung für die Durchlüftung der Stadtteile bei autochthonen Wetterlagen. Lokale Windrichtungsmaxima ergeben sich

dabei durch die talabwärts gerichteten Strömungen der Kaltluftabflüsse in den Seitentälern. Der sich nachts elbabwärts ausbildende Kaltluftstrom verstärkt auf diese Weise das Südostmaximum auch für geringe Windgeschwindigkeiten in unmittelbarer Elbnähe (z. B. Pillnitz).

Neben der horizontalen ist auch die vertikale Durchmischung für die Verdünnung von Luftbeimengungen von Bedeutung. Ein Maß für den Vertikalaustausch ist der vertikale Temperaturgradient und damit die Schichtung der Atmosphäre. Man unterscheidet zwischen labiler (förderst den Vertikalaustausch), neutraler und stabiler (hemmt den Vertikalaustausch) Schichtung. Eine Inversion stellt dabei eine besonders starke Ausprägung einer stabilen Schichtung dar, bei der die Lufttemperatur mit der Höhe sogar zunimmt. (Normalerweise nimmt die Lufttemperatur mit zunehmender Höhe ab). Im Fall der Inversion liegt also wärmere und damit leichtere über kälterer, schwererer Luft. Eine turbulente Vermischung der Luftschichten wird unterdrückt, wodurch sich in der unteren (abgeschirmten) Schicht Schadstoffe anreichern können.

Aufgrund der Tallage Dresdens können in Strahlungsnächten verstärkt Bodeninversionen auftreten: Durch den Zufluss der Kaltluft von den Hängen sammelt sich im Stadtgebiet die kühlere Luft. Dadurch ist die etwa 100 m mächtige Stadtgrenzschicht (in sich) zwar relativ gut durchmischt, nach oben ist die Durchmischung jedoch wegen der darüber liegenden wärmere Luftschicht gehemmt (DWD Gutachten für die Stadt Dresden, 1995). Im Jahresdurchschnitt treten Bodeninversionen nachts an 50 bis 60 Prozent, in den Morgenstunden an 40 bis 50 Prozent und mittags an etwa 5 Prozent der Tage auf. Die beschriebenen nächtlichen Inversionen treten am häufigsten von Mai bis Oktober auf, da in diesem Zeitraum windschwache Wetterlagen und insbesondere windschwache Nächte häufiger vorkommen. Die Mächtigkeit der Inversionsschicht ist dabei meist nur gering und wird nach Sonnenaufgang relativ rasch aufgelöst. Mittags treten in den Sommermonaten auf Grund der konvektiven Prozesse kaum Inversionen auf. Inversionen am Tag kommen jedoch bevorzugt in den Herbst- und Wintermonaten vor, da dann die Sonneneinstrahlung und somit die Erwärmung der bodennahen Luftschicht gering ist.

5. Literatur

- DWD Gutachten der Stadt Dresden 1995
- Gutachten „Überarbeitung der Klimakarten der Landeshauptstadt Dresden“, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG Radebeul, 2008.

Impressum

Herausgeber
Landeshauptstadt Dresden

Umweltamt

Telefon (03 51) 4 88 62 01
Telefax (03 51) 4 88 99 62 03
E-Mail umweltamt@dresden.de

Amt für Presse-, Öffentlichkeitsarbeit und
Protokoll

Telefon (03 51) 4 88 23 90
Telefax (03 51) 4 88 22 38
E-Mail presse@dresden.de

Postfach 12 00 20
01001 Dresden
www.dresden.de
facebook.com/stadt.dresden

Zentraler Behördenruf 115 – Wir lieben Fragen

Redaktion: Franziska Reinfried

August 2023

Elektronische Dokumente mit qualifizierter elektronischer Signatur können über ein Formular eingereicht werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, E-Mails an die Landeshauptstadt Dresden mit einem S/MIME-Zertifikat zu verschlüsseln oder mit DE-Mail sichere E-Mails zu senden. Weitere Informationen hierzu stehen unter www.dresden.de/kontakt.

Dieses Informationsmaterial ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Landeshauptstadt Dresden. Es darf nicht zur Wahlwerbung benutzt werden. Parteien können es jedoch zur Unterrichtung ihrer Mitglieder verwenden.