

# Gefühltes Wetter und Erkältungskrankheiten

Von A. Matzarakis, P. Nastos, U. Gessner

Der Einfluss des Wetters oder von Wetterveränderungen auf die menschliche Gesundheit ist seit Langem bekannt [23]. So entstehen z. B. Erkältungskrankheiten häufig als Folge von meteorologischen Änderungen. Viele Untersuchungen weisen auf die Abhängigkeit von Atemwegserkrankungen wie z. B. Erkältungen oder Grippe und dem aktuellen Wetter hin [1–11, 13–17, 19, 21, 22, 24, 26, 27].

Welche meteorologischen Faktoren bei den Erkältungskrankheiten eine signifikante Rolle spielen, ist derzeit noch nicht eindeutig geklärt, weil sehr viele atmosphärische Eigenschaften und Bedingungen involviert sind. Nur die Betrachtung der Lufttemperatur oder der Luftfeuchtigkeit allein bietet keine Erklärung der komplexen Zusammenhänge. In der vorliegenden Untersuchung werden diese Zusammenhänge auf der Grundlage von human-biometeorologischen Methoden analysiert. Hierbei wird nicht nur eine einzelne Größe oder eine Kombination verschiedener Größen verwendet, sondern ein objektives Verfahren zur Quantifizierung der thermischen Umgebung des Menschen auf der Grundlage des Wärme- bzw. Energie-

austausches von Menschen zugrunde gelegt. Benutzt wird ein artifizieller Parameter, die gefühlte Temperatur, die meteorologische und thermophysiologische Faktoren berücksichtigt und integral beschreiben kann [25].

## DATEN UND METHODIK

Für die vorliegende Pilotstudie wurden sechs repräsentative Regionen von Deutschland ausgewählt (Baden, München, Berlin-Brandenburg, Hamburg, Sachsen, Nordrhein-Westfalen) und die Absatzzahlen von Erkältungspräparaten auf wöchentlicher Basis mit den täglichen Wetterdaten der entsprechenden meteorologischen Stationen (Lahr, München, Berlin, Hamburg, Leipzig, Köln) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) analysiert. Dabei

wurde darauf geachtet, dass ein Nord-Süd- sowie ein Ost-West-Gradient vorhanden ist. Die Daten stammen aus dem synoptischen Messnetz des DWD und liegen (für diese Untersuchung) für zwei Tagestermine vor (6 Uhr und 12 Uhr UTC, UTC = MEZ – 1 h).

Folgende Größen standen für die Untersuchung zur Verfügung:

- Gesamtbewölkung in Achtel (von 0/8 = wolkenlos bis 8/8 = bedeckt),
- Windgeschwindigkeit (10 m über Grund) in m/s,
- Lufttemperatur in 2 m Höhe über Grund in °C,
- Taupunkt in 2 m Höhe über Grund in °C,
- Relative Luftfeuchtigkeit in 2 m Höhe über Grund in %,
- Luftdruck bezogen auf Stationshöhe in hPa,

## ZUSAMMENFASSUNG

Für einen Zeitraum von ca. drei Jahren wurde der Zusammenhang zwischen biometeorologischen/meteorologischen Größen (z. B. gefühlte Temperatur) und den Absatzzahlen für rezeptfreie Erkältungsmittel untersucht. Der beste statistische Zusammenhang zeigt sich mit der gefühlten Temperatur, die den Einfluss der thermischen Umgebung auf den Menschen beschreibt. Eine Abnahme der gefühlten

Temperatur um 10 °C bedeutet eine Zunahme der Absatzzahlen von 27%. Die Ergebnisse bestätigen den Zusammenhang zwischen der Veränderung von meteorologischen Faktoren und der Häufigkeit von Infektionen der Atemwege.

**Schlüsselwörter:** Absatzzahlen – Wetter – Gefühlte Temperatur – Erkältung

Eingereicht 1.9.2008 – Revision akzeptiert 15.10.2008

Prof. Dr. Andreas Matzarakis, Meteorologisches Institut, Universität Freiburg; Dr. Panagiotis Nastos, Laboratory of Climatology and Atmospheric Environment, Abteilung für Geographie und Klimatologie, Fakultät für Geologie und Geoenvironment, Universität Athen; Dr. Uwe Gessner, Bayer Vital GmbH, Köln

Die Studie wurde unterstützt von der Bayer Vital GmbH, Köln.

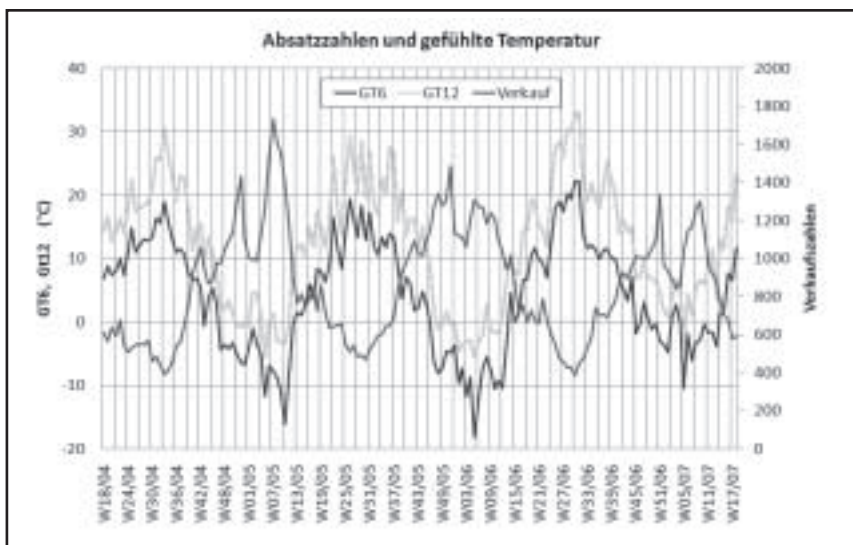


Abb. 1: Verlauf der gefühlten Temperatur und Verkauf von Erkältungsmitteln (alle ausgewählten Stationen).

- Luftdruck bezogen auf NN in hPa,
- signifikantes Wetter zur Zeit der Beobachtung (verschlüsselt),
- signifikanter Wetterverlauf während der letzten sechs Stunden (verschlüsselt),
- berechnete gefühlte Temperatur in °C.

Aus den zur Verfügung stehenden Größen wurden nur die Lufttemperatur, Taupunkttemperatur, und relative Luftfeuchtigkeit verwendet. Die anderen Größen wiesen keinen Zusammenhang in der vorliegenden zeitlichen Auflösung auf. Die gefühlte Temperatur beinhaltet fast alle oben genannten Parameter und wurde deswegen mitberücksichtigt.

### Gefühlte Temperatur

Unter der gefühlten Temperatur versteht man – vereinfacht gesagt – die von einem Menschen wahrgenommene Umgebungstemperatur, die sich aufgrund verschiedener Faktoren oft stark von der gemessenen Lufttemperatur unterscheiden kann. Es handelt sich also um ein bioklimatisches Maß für das thermische Wohlbefinden eines Menschen und umfasst damit das Spektrum vom Wärme- bzw. Hitzegefühl über

Behaglichkeit bis zum Kältegefühl. Das Temperaturempfinden ist dabei im eigentlichen Sinne Ausdruck des Wärmeübergangs eines Organismus und wird nur aus Gründen der Anschaulichkeit in Form einer Temperatur dargestellt, in der Regel mit der Einheit Grad Celsius. Die eigentlich zutreffende Dimension für den Wärmeaustausch wäre jedoch Watt pro Quadratmeter, also eine Wärmestromdichte.

In der Praxis wird die gefühlte Temperatur üblicherweise als jene Temperatur definiert, die in einer bestimmten Standardumgebung herrschen müsste, um ein identisches Temperaturempfinden zu verspüren, sei es nun Komfort (als angenehm wahrgenommene Temperatur) oder Diskomfort (unangenehme Temperatur, Kälte/Hitze). Ziel der gefühlten Temperatur ist es, diesen Komfort bzw. Diskomfort zu quantifizieren. Einen solchen Ansatz verfolgt beispielsweise das Klima-Michel-Modell des Deutschen Wetterdienstes [12, 25].

### Absatzzahlen

Als pharmazeutische Daten für die Berechnung wurden die Absatzzahlen (Verkauf in Packungen) für rezeptfreie

Erkältungsmittel in der Apotheke verwendet, die von IMS Health GmbH & Co. OHG, Frankfurt/M., zur Verfügung gestellt wurden. Hierbei wurde der Markt für Erkältungsmittel zugrunde gelegt, der die Absatzzahlen aus den Warengruppen Expektoranzien (IMS OTC-Klassifikation 01A2), Mittel zur Hustenlinderung (01A1), Erkältungsmittel und Mittel gegen Grippe (01B1), Schnupfenmittel (01B2), Immunstimulanzien (01B4), Halsschmerzmittel (01C1) sowie Salz- und Meerwasserlösungen (01F1) enthält. Als Datenquelle dient die wöchentliche elektronische Erfassung des Apothekenwarenwirtschaftssystems von über 3100 öffentlichen Apotheken. Erfasst werden alle Verkäufe, soweit eine gültige Pharmazentralnummer vorhanden ist.

### Grundlegende Annahmen

Folgende Annahmen wurden aufgrund der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse und langjährigen Erfahrungen im Bereich der Human-Biometeorologie für die vorliegende Untersuchung zugrunde gelegt:

- Die Beziehungen zwischen Erkältungskrankheiten sind nicht monokausal und können nicht nur von einer einfachen Größe, z. B. der Lufttemperatur, abhängig sein und beschrieben werden.
- Moderne human-biometeorologische Methoden können bessere Aussagen erzielen als einfache Indizes wie der Wind-Chill-Index, weil sie nicht alle notwendigen Größen enthalten.
- Statistische Beziehungen und Modelle haben gezeigt, dass sie bei epidemiologischen Untersuchungen eine hohe statistische Signifikanz aufweisen.

Ein einfaches Maß für die Identifikation einer Beziehung von zwei unabhängigen Größen stellt die einfache lineare Regression dar. Diese gibt den Grad (0 bis 1) der Beziehung zwischen den beiden Größen an und ermöglicht

**Tabelle 1: Bestimmtheitsmaß zwischen den Absatzzahlen und den verwendeten Größen (GT: gefühlte Temperatur, Ta: Lufttemperatur, Td: Taupunkt, RH: relative Luftfeuchtigkeit) für 6 bzw. 12 Uhr UTC (158 Datenpunkte pro Station)**

	Berlin		Köln		Hamburg		Leipzig		Lahr		München		Gesamt	
	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12
GT	0,78	0,73	0,66	0,65	0,70	0,65	0,81	0,76	0,68	0,66	0,55	0,59	0,79	0,74
T <sub>a</sub>	0,72	0,72	0,59	0,65	0,65	0,68	0,76	0,75	0,65	0,68	0,55	0,56	0,73	0,74
T <sub>d</sub>	0,55	0,65	0,54	0,47	0,59	0,53	0,73	0,67	0,63	0,54	0,50	0,41	0,68	0,60
RH	0,23	0,50	0,04	0,44	0,21	0,43	0,19	0,51	0,06	0,45	0,20	0,45	0,23	0,57

durch das Bestimmtheitsmaß „r<sup>2</sup>“ die Angabe der Erklärung der Beziehung und durch den Korrelationskoeffizienten „r“ die Angabe des statistischen Zusammenhangs. Bei epidemiologischen Untersuchungen genügt die einfache Regression nicht, es werden daher die Generalized Linear Models eingesetzt, die mehr Möglichkeiten bieten. Die Art von Modellen, die unter der Bezeichnung Generalized Linear Models (GLMs) bekannt sind, wurde durch Nedler und Wedderburn [20] eingeführt. GLMs stellen eine Verallgemeinerung der klassischen linearen Modelle dar. Während man in linearen Modellen annimmt, dass die Zielvariable normalverteilt ist, kann sie in GLMs eine Verteilung aus der Klasse der exponentiellen Familien besitzen. Diese Verteilungsklasse beinhaltet neben der Normalverteilung auch die Binomial-, Poisson-, Gamma- und inverse Gaußverteilung. Ob eine Verteilung zur Klasse der exponentiellen Familien gehört, muss im Einzelfall geprüft werden [18].

**ERGEBNISSE**

**Lineare Korrelation**

Als erster Schritt wurde für alle vorhandenen meteorologischen Stationen bzw. Regionen die lineare Korrelation der meteorologischen Daten für 6 und 12 UTC und den Absatzzahlen gerechnet. Abbildung 1 zeigt die Korrelation zwischen dem Verlauf der gefühlten Temperatur für beide Ta-

gestermine und den Absatzzahlen für die Kalenderwoche 18 im Jahr 2004 bis zur Kalenderwoche 17 im Jahr 2007. Die Absatzzahlen sind umso höher, je niedriger die gefühlte Temperatur und je stärker die Veränderung der gefühlten Temperatur von Woche zu Woche ist. Die Korrelation bei den anderen Größen ist nicht so eindeutig, außer bei der Lufttemperatur (Daten hier nicht gezeigt).

**Korrelationskoeffizienten**

Als zweiter Schritt wurden die Korrelationskoeffizienten zwischen den einzelnen meteorologischen Größen und den Absatzzahlen bestimmt (Tabelle 1). Am niedrigsten ist das Bestimmtheitsmaß für die relative Luftfeuchtigkeit zum 6-UTC-Termin, höher ist es für den Mittagstermin (12 UTC). Insgesamt ist die relative Luftfeuchte die Größe, die die niedrigste statistische Beziehung aufweist (6 UTC: 0,23; 12 UTC: 0,57). Die statistischen Zusammenhänge für den Taupunkt sind höher und liegen bei 0,68 für den Früh- und 0,60 für den Mittagstermin.

Die Koeffizienten für die Lufttemperatur und die gefühlte Temperatur sind am höchsten, sowohl für den Früh- als auch für den Mittagstermin. Bei der Lufttemperatur ist der Unterschied im Bestimmtheitsmaß zwischen Früh- und Mittagstermin nicht sehr hoch, mit Ausnahme der Region Köln. Insgesamt kann mit der Lufttemperatur für beide Termine eine hohe statistisch signifikante Beziehung festgestellt wer-

den. (74% der Beziehung können damit erklärt werden.) Bei der gefühlten Temperatur ist das Bild ähnlich, wobei hier die niedrigsten Werte für Köln und die höchsten für Leipzig erzielt werden. Insgesamt für alle Stationen wird ein Bestimmtheitsmaß von 0,74 für den Mittagstermin und von 0,79 für den Frühtermin erreicht. Dies ist plausibel, weil die gefühlte Temperatur den Einfluss der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeitsverhältnisse beinhaltet. Es zeigt sich also, dass der beste statistische Zusammenhang mit der gefühlten Temperatur erreicht wird. Somit ist sichergestellt, dass komplexe Größen für epidemiologische Untersuchungen besser geeignet sind als einfache oder einzelne meteorologische Parameter.

**GLM-Analyse**

Als dritter Schritt wurde eine GLM-Analyse durchgeführt, um die Beziehung zwischen den Absatzzahlen herzustellen. Tabelle 2 gibt die Veränderung der Wahrscheinlichkeit der Erhöhung der Absatzzahlen bei einer Veränderung der unabhängigen meteorologischen Größen um zehn Einheiten für die 6- und 12-UTC-Termine wieder.

Die höchsten Veränderungen werden für Köln, die niedrigsten für München erzielt. Für den 12-UTC-Termin und die gesamten Regionen ergibt sich für die gefühlte Temperatur eine signifikante Beziehung von 26% bei einer Abnahme von 10 °C, d. h. bei einer Abnahme der gefühlten Temperatur um

**Tabelle 2: Prozentuale Veränderung der Absatzzahlen bei einer Änderung der meteorologischen Größen von zehn Einheiten (158 Datenpunkte pro Station)**

	Berlin		Köln		Hamburg		Leipzig		Lahr		München	
	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12
GT	24	23	31	29	26	24	25	19	27	27	22	22
T <sub>a</sub>	30	27	37	33	32	29	32	25	35	31	27	25
T <sub>d</sub>	30	31	36	37	32	34	33	33	36	36	27	30
RH	28	17	16	23	32	19	27	13	15	22	35	18

10 °C steigt die Wahrscheinlichkeit des Absatzes an Erkältungspräparaten um 26%. Bei einer Abnahme der Lufttemperatur von 10 °C ist der Anstieg des Absatzes mit 30% zu beziffern. Beim Taupunkt liegt die Wahrscheinlichkeit eines Anstiegs des Absatzes bei 35% bei einer Abnahme von 10 °C.

Bei der Interpretation der Ergebnisse sollte berücksichtigt werden, dass die quantitativen Aussagen nicht immer der Realität entsprechen. 10 °C Veränderung der Lufttemperatur haben nicht den gleichen Stellenwert wie 10 °C Veränderung in der gefühlten Temperatur. Die Veränderungen der gefühlten Temperatur von 15 °C entsprechen in etwa einer Veränderung der Lufttemperatur von 10 °C. Die gefühlte Temperatur ist von mehr Faktoren abhängig als die Lufttemperatur. Bei einer Zunahme der Wahrscheinlichkeit des Absatzes von 26% bei der Lufttemperatur bzw. 27% bei der gefühlten Temperatur würde sich daher dieser Wert stark erhöhen. Somit erzielt die gefühlte Temperatur die beste statistische Beziehung für alle Stationen.

**DISKUSSION**

Die Analyse der statistischen Beziehungen zwischen den Absatzzahlen und meteorologischen sowie bioklimatologischen Größen belegt, dass für die hier analysierten Parameter eine Beziehung besteht. Die einfache lineare Regression zeigt, dass die beste Beziehung mit der gefühlten Tempe-

ratur erreicht wird und das Bestimmtheitsmaß bei ca. 80% liegt. Wegen der starken Variabilität des Klimas von Nord nach Süd (1000 km) treten regionale Unterschiede auf, die auf die verwendete zeitliche Auflösung (Wochendaten der Absatzzahlen) zurückzuführen sind.

Bei der Anwendung der GLMs zeigt sich, dass sich für alle verwendeten Größen bei beiden Tageszeiten eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit des Absatzes von Erkältungspräparaten bei Abnahme der gefühlten Temperatur, der Lufttemperatur und des Taupunkts um zehn Einheiten ergibt. Für die relative Luftfeuchtigkeit besteht eine positive Korrelation, und zwar eine Erhöhung der Absatzzahlen bei einer Erhöhung der relativen Luftfeuchte um zehn Einheiten. Alle Ergebnisse sind zwar statistisch signifikant ( $p < 0,01$ ), es kann aber aufgrund des beschreibenden Charakters dieser Pilotstudie noch keine klare endgültige Aussage getroffen werden, ob die Unterschiede auf den Wochencharakter oder regionale Unterschiede zurückzuführen sind. Um die Robustheit des Ergebnisses zu verifizieren, wäre eine Untersuchungsreihe über einen längeren Zeitraum (zehn Jahre) und mit mehr meteorologischen flächendeckenden Stationen (ca. 30) notwendig.

Generell gilt, dass für beide angewendeten Verfahren ein gutes Ergebnis erzielt worden ist. Durch die Anwendung des Bestimmtheitsmaßes bei der einfachen Regression und der Veränderung der Zahlen auf der

Grundlage von GLMs werden die besten Ergebnisse mit der synthetischen und komplexen biometeorologischen Größe gefühlte Temperatur erzielt, gefolgt von der Lufttemperatur. Der Beitrag der Luftfeuchte in Form des Taupunkts liefert ebenfalls sehr gute Ergebnisse. Nur bei der Interpretation der relativen Luftfeuchte ist besondere Vorsicht geboten, da diese nur den Sättigungszustand der Atmosphäre angibt und stark von der Lufttemperatur abhängig ist.

**Fazit**

Für sechs repräsentative Regionen in Deutschland wurden die Absatzzahlen auf wöchentlicher Basis mit den täglichen Wetterdaten (6 und 12 Uhr) der entsprechenden meteorologischen Stationen auf einen möglichen statistischen Zusammenhang hin analysiert. Hierfür wurden die Parameter Lufttemperatur, Luftfeuchteverhältnisse (Taupunkt und relative Luftfeuchtigkeit) sowie die gefühlte Temperatur (die den Einfluss der thermischen atmosphärischen Umgebung auf Menschen und auf der Grundlage der Energiebilanz des Menschen beschreibt) untersucht. Die Auswertung umfasste den Zeitraum von Mai 2004 bis Dezember 2007.

Die Ergebnisse zeigen, dass in der einfachen linearen Regression die stärkste Korrelation zwischen den Absatzzahlen und der gefühlten Temperatur, der Lufttemperatur und dem Taupunkt und eine geringe Korrelation mit der relativen Luftfeuchte besteht.



Die GLM-Analyse zeigt ähnliche Ergebnisse und kann Informationen über die Wahrscheinlichkeit der Erhöhung von Absatzzahlen in Verbindung mit meteorologischen und human-biometeorologischen Größen liefern. Die besten Ergebnisse werden mit der gefühlten Temperatur, der Lufttemperatur und dem Taupunkt erzielt. Eine Abnahme der gefühlten Temperatur um 10 °C bedeutet eine Erhöhung der Absatzzahlen um 27%. Bei der Lufttemperatur beträgt dieser Wert ca. 30%. Allerdings müssen die Faktoren (Abnahme um zehn Einheiten) entsprechend gewichtet werden. Da aber die Lufttemperatur und auch der Taupunkt (über die relative Luftfeuchtigkeit oder über den Dampfdruck) in der gefühlten Temperatur enthalten sind, ist es naheliegend, dass die gefühlte Temperatur bzw. komplexe thermische Indizes die relevanten Größen für epidemiologische Untersuchungen darstellen.

Die vorliegende Pilotstudie liefert konkrete Hinweise auf einen Zusammenhang der Veränderung von meteorologischen Faktoren mit den Absatzzahlen von rezeptfreien Erkältungsprodukten und bestätigt somit Untersuchungen zum Einfluss des Wetters auf die Häufigkeit von Infektionen der Atemwege.

**Climate factors and common cold**

**Keywords:** Sales output – Weather – Perceived Temperature – Common cold

**LITERATUR**

1. Bartzokas, A., Kassomenos, P., Petrakis, M., Celesides, C.: The effect of meteorological and pollution parameters on the frequency of hospital admissions for cardiovascular and respiratory problems in Athens. *Indoor Built Environ* 13 (2003), 271–275.

2. Beer, S. I., Kannai, Y. I., Waron, M. J.: Acute exacerbation of bronchial asthma in children associated with afternoon weather changes. *Am. Rev. Resp. Dis.* 144 (1991), 31–35.  
 3. Carey, M. J., Cordon, I.: Asthma and meteorological conditions: experience from Bermuda, an isolated island community. *Br. Med. J. (Clin. Res. Ed.)* 293 (1986), 843–844.  
 4. Danielides, V., Nousia, C. S., Patrikakos, G., et al.: Effect of meteorological parameters on acute laryngitis on adults. *Acta Otolaryngol.* 122 (2002), 655–660.  
 5. Goncalves, F. L. T., Carvalho, L. M. V., Conde, F. C., Latorre, M. R. D. O., Saldiva, P. H. N., Braga, A. L. F.: The effects of air pollution and meteorological parameters on respiratory morbidity during the summer in Sao Paulo City. *Environ. Int.* 31 (2005), 343–349.  
 6. Grech, V., Balzan, M., Ascjak, R. P., Buhagiar, A.: Seasonal variations in hospital admissions for asthma in Malta. *J. Asthma* 39 (2002), 263–268.  
 7. Greenburg, L., Field, F., Reed, J. I., Erhardt, C. L.: Asthma and temperature range. II. 1964 and 1965 epidemiological studies of emergency clinic visits for asthma in three large New York City hospitals. *Arch. Environ. Health* 12 (1966), 561–563.  
 8. Hajat, S., Bird, W., Haines, A.: Cold weather and GP consultations for respiratory conditions by elderly people in 16 locations in the UK. *Eur. J. Epidemiol.* 19 (2004), 959–968.  
 9. Hajat, S., Haines, A.: Associations of cold temperatures with GP consultations for respiratory and cardiovascular disease amongst the elderly in London. *Int. J. Epidemiol.* 31 (2002), 825–830.  
 10. Hashimoto, M., Fukuda, T., Shimizu, T., et al.: Influence of climate factors on emergency visits for childhood asthma attack. *Pediatr. Int.* 46 (2004), 48–52.  
 11. Ivey, M. A., Simeon, D. T., Monteil, M. A.: Meteorological variables are associated with acute asthma seasonal admissions to accident and emergency room facilities in Trinidad, West Indies. *Clin. Exp. Allergy* 33 (2003), 1526–1530.  
 12. Jendritzky, G., Menz, H., Schirmer, H., Schmidt-Kessen, W.: Methodik zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschrieben Klima-Michel-Modell). *Beitr. Akad. Raumforsch. Landesplan.* No. 114, 1990.  
 13. Kashiwabara, K., Kohrogi, H., Ota, K., Moroi, T.: High frequency of emergency room visits of asthmatic children on misty or foggy nights. *J. Asthma* 39 (2002), 711–717.  
 14. Kashiwabara, K., Itonaga, K., Moroi, T.: Airborne water droplets in mist or fog may affect nocturnal attacks in asthmatic children. *J. Asthma* 40 (2003), 405–411.  
 15. Khot, A., Burn, R., Evans, N., Lenney, W., Storr, J.: Biometeorological triggers in childhood asthma. *Clin. Allergy* 18 (1988), 351–358.  
 16. Koh, Y., Choi, I. S.: Seasonal difference in the

occurrence of exercise – Induced bronchospasm in asthmatics: Dependence on humidity. *Respiration* 69 (2002), 38–45.  
 17. Lynette Pei-Chi Shek, Bee-Wah Lee: Epidemiology and seasonality of respiratory tract virus infections in the tropics. *Paediat. Resp. Reviews* 4 (2003), 105–111.  
 18. McGullagh, P., Nelder, J. A.: *Generalized Linear Models*. 2nd Edition. Chapman & Hall, London 1997.  
 19. Nastos, P. T., Matzarakis, A.: Weather impacts on respiratory infections in Athens. *Int. J. Biometeorol.* 50 (2006), 358–369.  
 20. Nedler, J. A., Wedderburn, R. W. M.: Generalised linear models. *J. Royal Statistical Soc. A.* 135 (1972), 370–384.  
 21. Priftis, K., Paliatsos, A., Panagiotopoulou-Gartagani, P., et al.: Association of weather conditions with childhood asthma admissions in Athens. *Respiration* 73 (2006), 783–790.  
 22. Sichelididis, L., Tsiotsios, I., Gavriilidis, A., et al.: The effects of environmental pollution on the respiratory system of children in western Macedonia, Greece. *J. Investig. Allergol. Clin. Immunol.* 15 (2005), 117–123.  
 23. Sperber, A. D., Weitzman, S.: Mind over matter about keeping warm. *Lancet* 349 (1997), 1337–1338.  
 24. Silber, J. H.: Forecasting asthmatic wheezing using temperature velocity. *Pediatr. Emerg. Care* 3 (1987), 31–37.  
 25. VDI: *Umweltmeteorologie – Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung – Teil I: Klima. Kommission REinhaltung der Luft (KRdL), VDI 3787, Blatt 2, Beuth Verlag GmbH, Berlin 1998.*  
 26. Viegas, M., Barrero, P. R., Maffey, A. F., Mistchenko, A. S.: Respiratory viruses seasonality in children under five years of age in Buenos Aires, Argentina: a five-year analysis. *J. Infect.* 49 (2004), 222–228.  
 27. Yuksel, H., Tanac, R., Tez, E., Demir, E., Coker, M.: Childhood asthma and atmospheric conditions. *Acta Paediatr. Japonica (Overseas Edition)* 38 (1996), 606–610.

**Für die Verfasser:**

Prof. Dr. Andreas Matzarakis  
 Meteorologisches Institut  
 Universität Freiburg  
 Werthmannstraße 10  
 D-79085 Freiburg  
 E-Mail: andreas.matzarakis@meteo.uni-freiburg.de