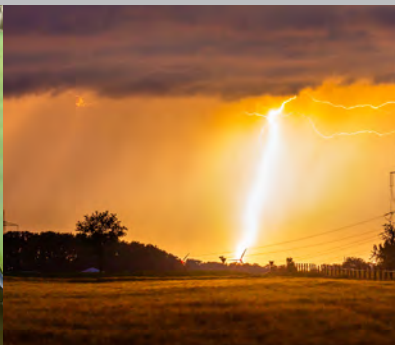


**UNIA** Universität Augsburg  
Wissenschaftszentrum  
Umwelt

# Jahresbericht 2018



# Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

## PROJEKTTEAM

- PD Dr. Christoph Beck  
christoph.beck@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2129
- PD Dr. Michael Ertl  
michael.ertl@klinikum-augsburg.de
- Prof. Dr. Jucundus Jacobeit  
jucundus.jacobeit@geo.uni-augsburg.de
- Prof. Dr. Markus Naumann  
markus.naumann@klinikum-augsburg.de
- B.Sc. Verena Fricke  
verena.gmeiner@student.uni-augsburg.de
- M.Sc. Esther Giemsa  
esther.giemsa@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3578
- M.Sc. Benjamin Kühnbach  
benjamin.kuehnbach@student.uni-augsburg.de
- PD Dr. Andreas Philipp  
andreas.philipp@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2266
- Dr. Stefanie Seubert  
stefanie.seubert@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2670
- M.Sc. Annette Straub  
annette.straub@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2131
- PD Dr. Jens Soentgen  
jens.soentgen@wzu.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 3560

## PROJEKTPARTNER

- Universität Augsburg, Institut für Geographie
- Klinikum Augsburg, Neurologische Klinik und Klinische Neurophysiologie
- Helmholtz Zentrum München, Institut für Epidemiologie
- Universitäres Zentrum für Gesundheitswissenschaften am Klinikum Augsburg - UNIKA-T
- Universität Augsburg, Wissenschaftszentrum Umwelt

## FÖRDERUNG

- Universität Augsburg

## PROJEKTLAUFZEIT

- seit 2016

# Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

## Worum geht es?

Schlaganfallerkrankungen sind deutschland- als auch weltweit eine der häufigsten Todesursachen und Ursachen für dauerhafte Pflegebedürftigkeit. Neurologische Folgeerkrankungen wie Aphasie, Hemiparese, Demenz oder Depressionen schränken die Lebensqualität von Schlaganfallpatienten nachhaltig stark ein. Darüber hinaus resultieren die höchsten Gesundheitskosten in Deutschland aus kardiovaskulären Erkrankungen und Schlaganfällen, denen damit für Medizin und Gesundheitsversorgung auch eine hohe volkswirtschaftliche Relevanz zukommt. Bekannte Risikofaktoren für eine Schlaganfallerkrankung sind unter anderem Bluthochdruck, Diabetes mellitus, erhöhtes Cholesterin, Nikotin- und Alkoholkonsum sowie Herzrhythmusstörungen.

Daneben ergeben sich aus einer Vielzahl von Untersuchungen aber auch Hinweise darauf, dass die Häufigkeit des Auftretens und die Schwere von Schlaganfallerkrankungen durch meteorologisch-witterungsklimatologische und weitere Umweltfaktoren, wie etwa die Luftqualität (z.B. Feinstaubbelastung) beeinflusst wird.

Verschiedene Studien belegen etwa einen Zusammenhang zwischen Lufttemperatur und Schlaganfällen. Überwiegend nachteilige Effekte ergeben sich demzufolge aus negativen und/oder positiven Temperaturanomalien, sowie insbesondere auch aus kurzfristigen Temperaturänderungen. Aber auch für weitere meteorologische Parameter wie Luftdruck und Luftfeuchtigkeit konnten Effekte auf Schlaganfallerkrankungen nachgewiesen werden, die allerdings hinsichtlich Wirkungsrichtung und -intensität nicht immer konsistent sind.

Neben den Effekten einzelner Parameter wird weiterhin insbesondere auch der kombinierten Wirkung verschiedener Größen – also etwa simultane Temperatur- und Feuchteänderungen – Relevanz für Schlaganfallerkrankungen beigemessen.

Diese synergetische Gesundheitswirkung verschiedener meteorologisch-witterungsklimatologischer Parameter kann mit Hilfe sogenannter Luftmassen- oder Wetterlagenklassifikationen erfasst werden, die unterschiedliche großskalige und/oder lokale Variablen simultan zur Charakterisierung der atmosphärischen Bedingungen berücksichtigen.

## Zielsetzung und Vorgehensweise

Im Rahmen einer Forschungskoooperation zwischen Neurologen, Klima- und Umweltwissenschaftlern, Epidemiologen und Umweltmedizinerinnen sollen die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Klima- und Umweltfaktoren und Schlaganfallerkrankungen im Detail erforscht und hierbei diejenigen Einflussfaktoren identifiziert werden, die quantifizierbaren Einfluss auf Schlaganfallerkrankungen in der Region Augsburg haben.

Auf der Grundlage belastbarer Erkenntnisse zur Wirkung von Klima-/Umwelteinflüssen auf Schlaganfallerkrankungen sollen in weiteren Schritten Abschätzungen kurzfristiger, wetter- und umweltbedingter Variationen sowie Projektionen möglicher langfristiger klimawandelbedingter Änderungen des Schlaganfallrisikos bis zum Ende des 21. Jahrhunderts erarbeitet werden. Solche Aussagen – hinreichende Verlässlichkeit vorausgesetzt – erlauben es

# Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

im Weiteren, Patienten und medizinischen Versorgungseinrichtungen rechtzeitig geeignete präventive und kurative Maßnahmen zu treffen und damit im Idealfall das Auftreten von Schlaganfällen zu verhindern bzw. die Folgeschwere der Erkrankung durch eine adäquate medizinische Versorgung zu minimieren.

Zur Realisierung der oben skizzierten Zielsetzungen bestehen am Forschungsstandort Augsburg ausgezeichnete Voraussetzungen.

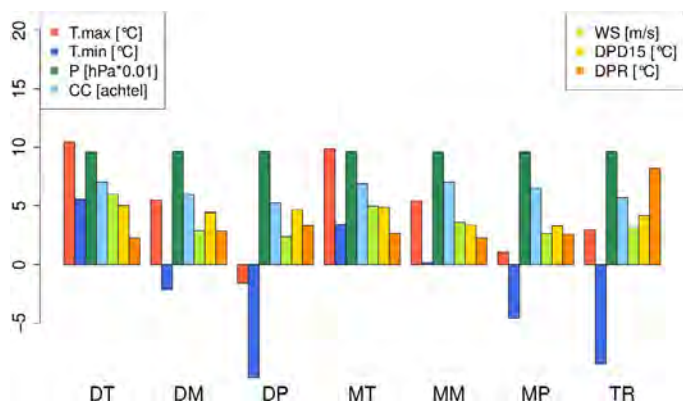


Abb. 1: Klimatische Charakteristik von Luftmassen im Winter (DJF im Zeitraum 2006-2017) in der Region Augsburg (T.max/T.min = Tagesmaximum/-minimum der Lufttemperatur; P = Bodenluftdruck; CC = Bedeckungsgrad; WS = Windgeschwindigkeit; DPD15 = Taupunktdepression um 15:00 Uhr; DPR = Taupunkt-Spannweite). Die Luftmassenbezeichnungen auf der X-Achse setzen sich zusammen aus der Kennzeichnung der jeweiligen hygri-schen (D = dry, M = moist) und der thermischen (T = tropical, M = moderate, P = polar) Charakteristik.

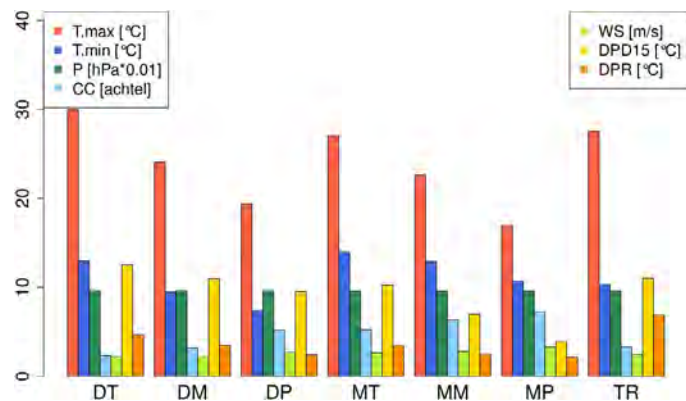


Abb. 2: Wie Abbildung 1, jedoch für Sommer (JJA).

Dies beinhaltet zum einen die umfassende Datenbasis von Schlaganfällen, die am Klinikum Augsburg (Klinik für Neurologie und Klinische Neurophysiologie) zur Verfügung steht. Bedingt durch die besondere Versorgungssituation mit einer starken Zentralisierung auf einen Maximalversorger in der Region und das Fehlen weiterer neurologischer Kliniken und Schlaganfall-Zentren im weiteren Umkreis erfolgt am Klinikum Augsburg eine nahezu lückenlose Erfassung von Schlaganfallpatienten. Hieraus resultiert eine sehr umfangreiche Patientenzahl (~ 1800/Jahr) und eine flächendeckende und homogene Datenerfassung. Für den Zeitraum 2006-2017 liegen Daten für etwa 18.000 Schlaganfälle vor, die zusätzlich nach unterschiedlichen Kriterien (ICD - International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, TOAST - „Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment“) in Subtypen kategorisiert sind.

## Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

Zum anderen wird die spezifische neurologische Expertise am Klinikum Augsburg im Verbund der Projektpartner durch Forschungsausrichtungen im Bereich der Klima- und Umweltwissenschaften, Epidemiologie und Umweltmedizin ergänzt.

Im Rahmen erster Vorstudien erfolgt zunächst die Erstellung von Luftmassen- bzw. Wetterlagenklassifikationen, zur quantitativen Charakterisierung der schlaganfallrelevanten meteorologisch-witterungsklimatologischen Bedingungen in der Region Augsburg.

Zur Ermittlung relevanter Luftmassen werden meteorologische Messwerte der offiziellen Beobachtungsstation des Deutschen Wetterdienstes in Augsburg-Mühlhausen herangezogen. Aus spezifischen Kombinationen von Messwerten der Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und weiterer Kenngrößen ergibt sich hierbei die Zuordnung einzelner Tage des Untersuchungszeitraums zu sieben Luftmassenkategorien, die sich entscheidend hinsichtlich der mit ihrem Auftreten verbundenen Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse unterscheiden lassen (siehe Abb. 1 und 2).

Die unterschiedlichen Luftmassen sind maßgeblich charakterisiert zum einen durch ihre Luftfeuchtigkeitsverhältnisse – moist (M), dry (D) – und zum anderen durch unterschiedliche Temperaturniveaus – tropical (T), moderate (M), polar (P). Zusätzlich zu den sechs sich aus Kombinationen der Temperatur- und Feuchtigkeitsniveaus ergebenden Luftmassenkategorien wird eine siebte Luftmassenkategorie TR (transient) ausgeschieden, die durch eine ausgeprägte Wechselhaftigkeit der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse gekennzeichnet ist.

Die im Jahresverlauf variablen Auftrittshäufigkeiten der Luftmassen in Augsburg sind in Abb. 3 dokumentiert.

Über die Berücksichtigung der lokalen meteorologischen Bedingungen hinaus, beziehen weiterentwickelte Wetterlagenklassifikationen zusätzlich auch die großräumigen synoptischen Verhältnisse – etwa die Bodenluftdruckverteilung über Europa – in die Zuordnung von Einzeltagen zu spezifischen Wetterlagen ein.

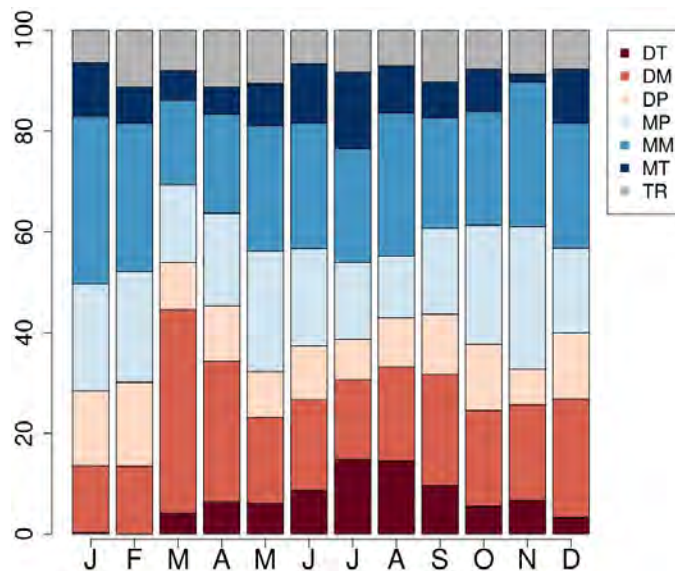


Abb. 3: Monatliche Auftrittshäufigkeiten (in %) der sieben Luftmassenkategorien für Augsburg im Zeitraum 2006-2017.

# Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

In einem weiterführenden Untersuchungsschritt werden die ermittelten Luftmassen- bzw. Wetterlagenkategorien bezüglich der Häufigkeit der mit ihrem Auftreten verbundenen Schlaganfallerkrankungen statistisch analysiert, um auf diese Weise diejenigen Luftmassen bzw. Wetterlagen zu identifizieren, die mit einem statistisch signifikant erhöhten bzw. reduzierten Schlaganfallrisiko verbunden sind.

## Erste Ergebnisse

Aus den bisher durchgeführten Untersuchungen ergeben sich die nachfolgend beispielhaft skizzierten ersten Erkenntnisse zu den Zusammenhängen zwischen Luftmassen bzw. Wetterlagen und Schlaganfällen in der Region Augsburg. Dabei ist allerdings festzuhalten, dass die Zusammenhänge bei Betrachtung unterschiedlicher Patientengruppen (kategorisiert nach z.B. Alter, Geschlecht, Risikofaktoren), verschiedener Schlaganfall-Subtypen (z.B. makroangiopathische oder kardiogen-embolische Schlaganfälle) und bei Zugrundelegung unterschiedlicher jahreszeitlicher Zusammenfassungen durchaus uneinheitlich und teilweise gegensätzlich ausgebildet sind.

Signifikant erhöhte Schlaganfallzahlen treten bei gesamtjähriger Betrachtung für einige Schlaganfall-Subtypen bei trockenen und warmen Luftmassen (dry tropical - DT) auf während das Schlaganfall Risiko bei trockenen und kalten Luftmassen (dry polar - DP) signifikant reduziert erscheint (siehe Abb. 4). Betrachtet man allerdings die Temperaturentwicklung im Vorfeld so scheint sich ein Anstieg der Lufttemperatur positiv (reduzierend), ein Temperaturabfall dagegen negativ (erhöhend) auf das Schlaganfallrisiko auszuwirken.

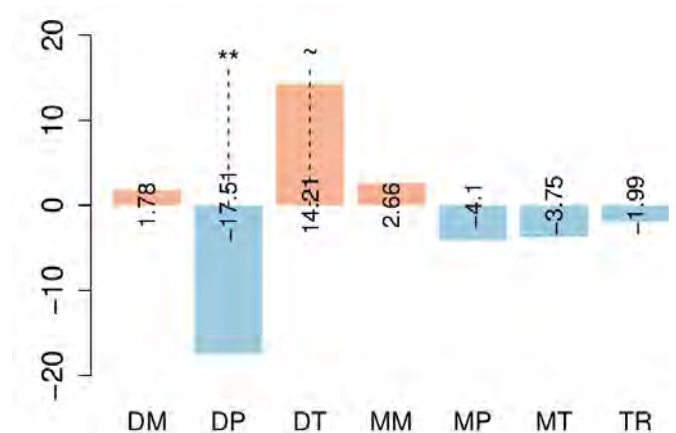


Abb. 4: Relativ erhöhte/reduzierte Schlaganfallmorbidity der sieben Luftmassenkategorien in Augsburg. \*\* bzw. ~ indizieren statistische Signifikanz der Abweichungen für  $\alpha = 0.01$  bzw.  $\alpha = 0.1$ .

Inwieweit sich diese ersten Hinweise auf relevante Einflüsse von Umweltfaktoren auf Schlaganfallerkrankungen bestätigen und sich bezüglich ihrer physiologischen Wirkzusammenhänge nachvollziehbar erklären lassen wird Gegenstand zukünftiger weiterführender Untersuchungen sein.

## Ausblick

Aufbauend auf den bisher durchgeführten Untersuchungen und initialen Ergebnissen sind im Rahmen der interdisziplinären Forschungskooperation zum übergeordneten Thema „Umweltfaktoren und Schlaganfälle in der Region Augsburg“ weiterführende Analysen geplant, die



# Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg

vertiefte Erkenntnisse zu den Zusammenhängen zwischen Umweltfaktoren und Schlaganfällen in Augsburg liefern werden. Dies wird insbesondere die Entwicklung optimierter Wetterlagenklassifikationen beinhalten, die in noch höherem Maße als die bisher eingesetzten Klassifikationsansätze geeignet sein werden, die bedeutsamsten schlaganfallrelevanten meteorologisch-witterungsklimatologischen Einflussgrößen zu identifizieren und bezüglich ihrer Gesundheitseffekte zu quantifizieren. Verstärkt werden dabei auch nichtklimatische Umweltfaktoren, insbesondere Luftqualitätsparameter, in die Untersuchungen mit einbezogen werden, um den vermuteten gesundheitsrelevanten Wechselwirkungen Rechnung zu tragen. Schließlich sollen statistische Modelle entwickelt werden, die eine begründete Abschätzung des mit spezifischen Umweltfaktoren verbundenen Schlaganfallrisikos in der Region Augsburg erlauben und die damit die Grundlage für die langfristig angestrebte Entwicklung von „Schlaganfall-Warnsystemen“ darstellen können.

## Literatur

- Beck, C., Ertl, M., Giemsa, E., Jacobeit, J., Kühlbach, B., Naumann, M., Seubert, S., Soentgen, J., Straub, A. (2017): *Wetterlagen und Schlaganfälle in der Region Augsburg*. Deutscher Kongress für Geographie 30.09.-05.10.2017, Tübingen.
- Beck, C., Ertl, M., Giemsa, E., Jacobeit, J., Naumann, M., Seubert, S. (2017): Weather types and strokes in the Augsburg region (Southern Germany). *Geophysical Research Abstracts Vol. 19, EGU2017-9785*.
- Beck, C., Kühlbach, B., Ertl, M., Naumann, M., Giemsa, E., Seubert, S., Straub, A., Soentgen, J., Jacobeit, J. (2017): Der Einfluss von Luftmassen und Wetterlagen auf Schlaganfälle in der Region Augsburg. *Tagungsband der 36. Jahrestagung des AK Klima der DGfG in Rauschholzhausen 2017*.
- Beck, C., Kühlbach, B., Ertl, M., Naumann, M., Straub, A., Giemsa, E., Seubert, S., Soentgen, J., Jacobeit, J. (2018): Stroke occurrence in the Augsburg region (Southern Germany) related to air masses and weather types. *Geophysical Research Abstracts Vol. 20, EGU2018-10117*.
- Fricke, V. (2018): *Zusammenhänge zwischen Wetterlagen und Schlaganfällen im Raum Augsburg*. Masterarbeit am Lehrstuhl für Physische Geographie mit Schwerpunkt Klimaforschung.
- Kühlbach, B. (2017): *Erstellung einer synoptischen Luftmassenklassifikation und Analyse der statistischen Zusammenhänge mit Schlaganfällen in der Region Augsburg (2006-2015)*. Masterarbeit am Lehrstuhl für Physische Geographie mit Schwerpunkt Klimaforschung.