

# Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

## PROJEKTTEAM

- PD Dr. Andreas Philipp  
a.philipp@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2266
- M.Sc. Annette Straub  
annette.straub@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2131
- Dr. Stefanie Seubert  
stefanie.seubert@geo.uni-augsburg.de
- PD Dr. Christoph Beck  
christoph.beck@geo.uni-augsburg.de  
Tel.: 0821 598 2129

## PROJEKTPARTNER

- Lehrstuhl für Umweltmedizin, Universitäres Zentrum für Gesundheitswissenschaften am Klinikum Augsburg (UNIKA-T)/TU München
- II. Klinik für Kinder- und Jugendliche, Klinikum Augsburg

## KOOPERATIONSPARTNER

- Kassenärztliche Vereinigung Bayern (KVB)

## FINANZIERUNG

- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz sowie Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege im Rahmen des Verbundprojekts „Klimawandel und Gesundheit in Bayern“ (VKG)

## PROJEKTLAUFZEIT

- April 2018 – März 2019

## Worum geht es?

Das Phänomen „Thunderstorm Asthma“ bzw. „gewitterbedingtes Asthma“ bezeichnet das gehäufte Auftreten teilweise schwerer Asthmaanfälle im zeitlichen und räumlichen Umfeld von Gewittern. Studien zu solchen Ereignissen aus Australien (z.B. Thien et al. 2018), Nordamerika (z.B. Grundstein et al. 2008), Italien (z.B. D'Amato et al. 2008) und Großbritannien (z.B. Venables et al. 1997) zeigen ein Zusammentreffen dieser Events mit erhöhten Konzentrationen verschiedener Pollen- und Pilzsporenarten in der Luft. Betroffen sind neben Asthmapatienten auch Pollenallergiker, bei denen Asthma zuvor noch nicht diagnostiziert war.

Die Prozesse, die bei der Entstehung von Thunderstorm Asthma eine Rolle spielen, sind noch nicht eindeutig geklärt. Mögliche Erklärungsansätze beinhalten ein Zusammenspiel verschiedener Mechanismen (s. Abb. 1). Zunächst könnten Pollen und Pilzsporen durch Böen im Vorfeld eines Gewitters verstärkt aufgewirbelt werden (Taylor & Jonsson 2004). Der Kontakt mit Wasser, bspw. mit Wolken- oder Regentropfen im Inneren der Gewitterwolke, lässt die Pollenkörner osmotisch bedingt bersten, wodurch eine große Zahl kleiner, lungengängiger Stärkekörnchen (0.6 bis 2.5  $\mu\text{m}$ ) freigesetzt wird (Suphioglu et al. 1992). Schließlich könnten diese Partikel durch die Abwinde der Gewitterzelle in Bodennähe konzentriert werden, was eine starke Erhöhung der Allergengehalte in der

# Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

Umgebungsluft zur Folge hätte. Die Expositionssituation für betroffene Personen würde sich dadurch massiv verstärken. Auch die elektrische Ladung innerhalb der Gewitterwolke könnte von Bedeutung sein (Taylor & Jonsson 2004).

In Zentraleuropa gehört Süddeutschland, und insbesondere Bayern, zu den Regionen mit der höchsten Gewitterhäufigkeit (Wapler 2013), Untersuchungen zu Thunderstorm Asthma in Mitteleuropa fehlen jedoch bislang. Da im Zuge des Klimawandels mit verstärkter Gewitteraktivität zu rechnen ist (Schefczyk & Heinemann 2017) und zudem bereits eine Zunahme von Allergien beobachtet wird (D'Amato et al. 2016), ist die Untersuchung des Risikos für Thunderstorm Asthma in unserer Region von besonderer Bedeutung.

## Zielsetzung, Daten und Methoden

Ziel des Projekts TARA ist die retrospektive Quantifizierung des Thunderstorm Asthma Risikos für die Region Augsburg auf Basis von Klima-, Aeroallergen- und Gesundheitsdaten.

Als Datengrundlage stehen im Projekt verschiedene meteorologische Datenquellen zur Verfügung. Neben Blitzdaten der Firma Siemens zur Detektion von Gewittern werden flächendeckende Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes (Radolan), flächendeckende Analysedaten verschiedener Parameter zur Beschreibung der großräumigen meteorologischen Situation (z.B. geopotentielle Höhe, Lufttemperatur, relative Feuchte, Wind) und der Schichtungsstabilität der Atmosphäre (z.B. Höhe der planetaren Grenzschicht, CAPE-Index) aus dem Global Forecast

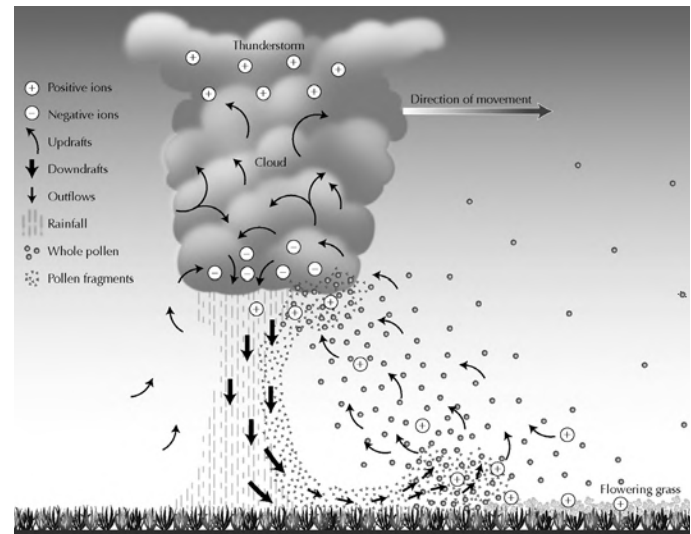


Abb. 1: Mögliche Mechanismen zur Erklärung von Thunderstorm Asthma (Taylor & Jonsson 2004)

System der NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) sowie Daten lokaler Stationen des Deutschen Wetterdienstes herangezogen. Hinzu kommen Pollen- und Pilzsporenkonzentrationen mehrerer durch das UNIKA-T betriebener Pollensammler zur Abschätzung der Allergengehalte der Luft. Schließlich werden anonymisierte Daten zu asthmabedingten Notarzteinsätzen für ganz Bayern von der Kassenärztlichen Vereinigung Bayern (KVB) bereitgestellt und durch Asthmadaten für Augsburg von der II. Klinik für Kinder- und Jugendliche, Klinikum Augsburg, ergänzt.

Zunächst werden die verschiedenen Eingangsdatensätze aufbereitet und mittels deskriptiver Statistik analysiert.

## Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

Um asthma-relevante Gewitterereignisse und -wetterlagen zu identifizieren und deren Eigenschaften zu spezifizieren, soll danach eine Gewittercharakterisierung durchgeführt werden. Hierzu erfolgt einerseits eine Detektion einzelner Gewitterzellen anhand der räumlichen Maxima der Blitzdichte und des Flächenniederschlags sowie deren Charakterisierung mittels großskaliger und lokaler meteorologischer sowie aerobiologischer Variablen. Weiterhin werden Wetterlagenklassifikationen mit zusätzlichen In-

formationen der lokalen Meteorologie sowie Pollen- und Pilzsporenkonzentrationen erweitert und auf die Zielgröße „Asthmaanfälle“ hin konditioniert. Schließlich soll der statistische Zusammenhang zwischen dem Auftreten erhöhter Asthmazahlen und spezifischer (Gewitter)wetterlagen untersucht und auf Signifikanz geprüft werden, wobei verschiedene bi- und multivariate statistische Verfahren zum Einsatz kommen werden.

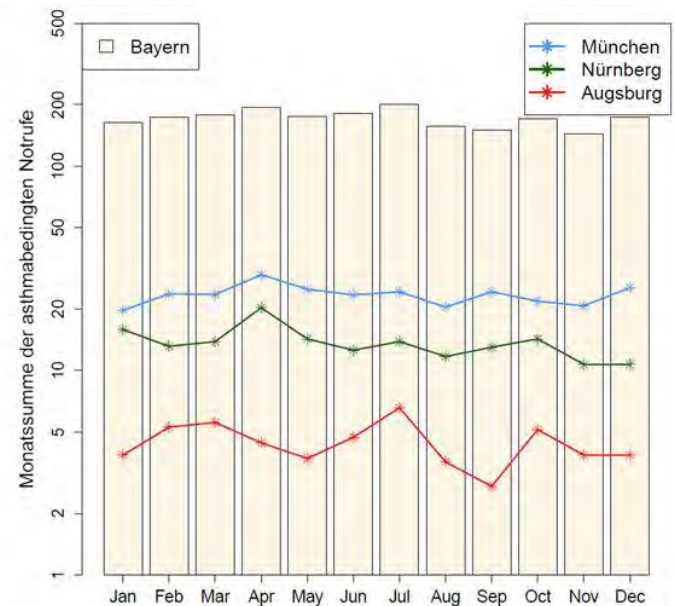
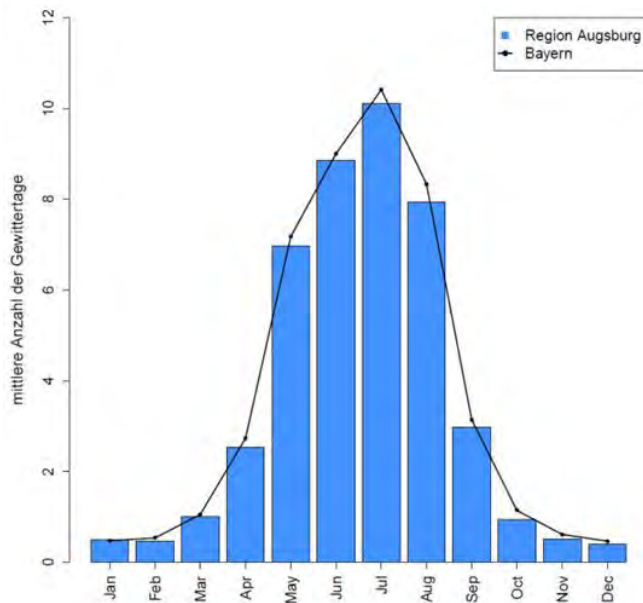


Abb. 2: Mittlere monatliche Anzahl der Gewittertage für Bayern sowie die Region Augsburg unter Einbezug der Jahre 1992-2017 (links) und mittlerer Jahresgang der Asthmafälle für Bayern sowie ausgewählte Städte der Jahre 2010-2016 (rechts).

## Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

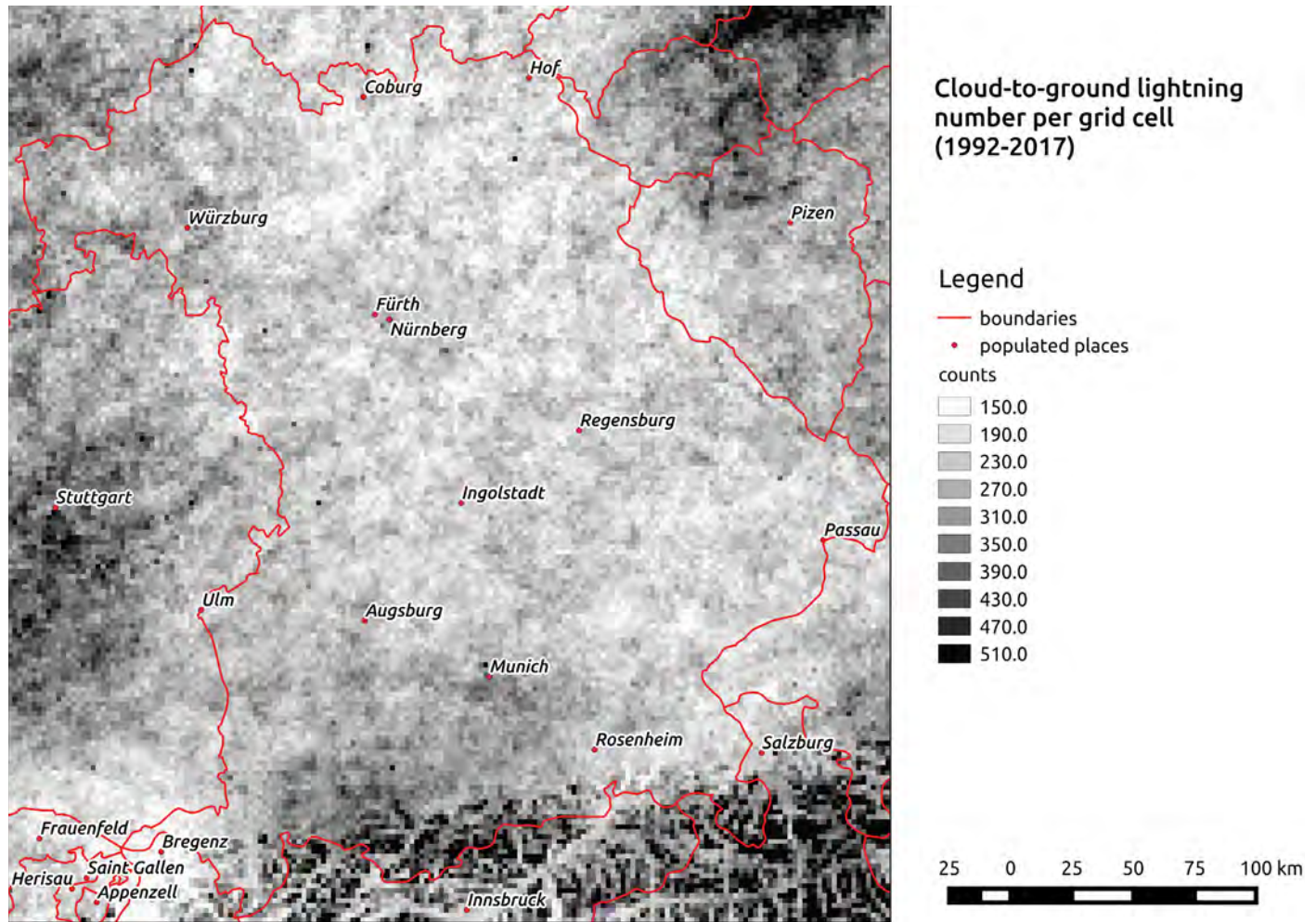


Abb. 3: Summe der Wolke-Boden-Blitze pro 2x2 km Gitterzelle im Zeitraum 1992-2017



# Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

## Asthma- und Gewitterstatistik

Erste statistische Auswertungen der Blitzdaten zeigen einen charakteristischen Jahresgang der Gewitteraktivität, gemessen an der monatlichen Anzahl der Gewittertage (s. Abb. 2 links), mit einem Maximum im Sommer. Hierbei fällt auf, dass die Region Augsburg in allen Monaten Werte unterhalb des bayerischen Durchschnitts aufweist. Die Hauptgewittersaison umfasst die Monate von Mai bis August. Innerhalb dieses Zeitraums treten in Bayern ca. 93 % der Blitze eines Jahres auf. Der Jahresgang der asthmabedingten Notarzteinsätze für Bayern (gesamt) sowie für ausgewählte Städte zeigt analog zu den Gewittertagen

ein schwaches Maximum im Juli (s. Abb. 2 rechts). Zudem treten im Frühjahr und Herbst sekundäre Maxima auf, deren genauer Zeitpunkt jedoch zwischen den einzelnen Städten variiert. Hinzu kommt eine starke interannuelle Variabilität der Monatssummen der Notarzteinsätze (hier nicht gezeigt).

Der Tagesgang der Gewitteraktivität zeigt, dem Tagesgang der Lufttemperatur folgend, ein Maximum am Nachmittag (15 Uhr UTC) und ein Minimum in den Morgenstunden (7 Uhr UTC, nicht dargestellt). Dies trifft aufgrund der starken konvektiven Gewittertätigkeit insbesondere im Frühjahr und Sommer zu, während im Herbst und Win-

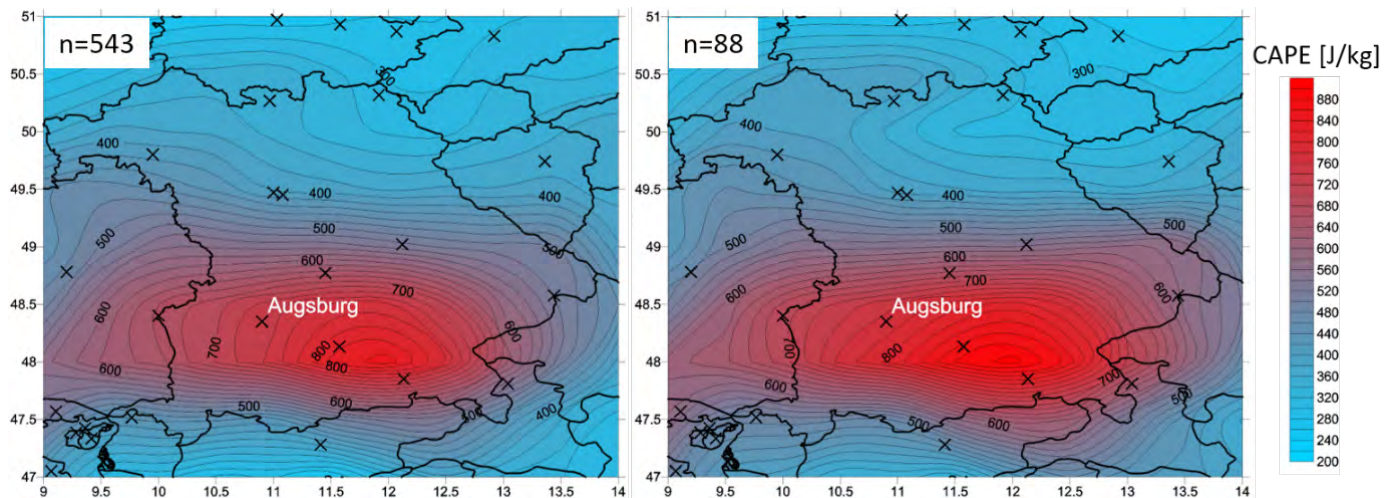


Abb. 4: Kompositen der 18 Uhr-Werte des CAPE-Index [J/kg] der Jahre 2007-2017 im bayerischen Raum für 543 Tage ohne (links) und 88 Tage mit (rechts) Asthma-Auftritten in Augsburg im Sommer (Juni, Juli, August)

# Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

ter in Folge der relativ gesehen häufigeren Frontalgewitter deutliche Abweichungen von diesem typischen Verlauf zu beobachten sind.

Neben der zeitlichen wurde auch die räumliche Verteilung der Blitzdichte betrachtet (s. Abb. 3). Hierbei ist eine Differenzierung aufgrund der Höhenlage erkennbar, so ist bspw. die Blitzdichte im Alpenvorland und insbesondere in den Alpen verglichen mit dem Norden Bayerns hoch. Aber auch innerhalb der Region Augsburg sind räumliche Unterschiede zu erkennen.

## Wetterlagenklassifikationen

Wetterlagenklassifikationen sind eine in der synoptischen Klimatologie häufig angewandte Methode, um die großräumige atmosphärische Zirkulation zu beschreiben und Zusammenhänge zu lokal beobachteten Ausprägungen verschiedenartiger Zielgrößen wie bspw. der Meteorologie, der Luftqualität oder - wie in diesem Fall - der Gesundheitssituation, herzustellen. Ein Ansatz, der sich zur Gewinnung eines ersten Überblicks eignet, ist die Kompositenbildung, wobei mittlere Karten einer großräumigen Variablen für verschiedene Ausprägungen der Zielgröße berechnet werden. Für das in Abb. 4 dargestellte Beispiel werden zunächst lediglich zwei Klassen gebildet, wobei die erste Klasse Tage mit unterdurchschnittlicher Asthma-Auftrittshäufigkeit in Augsburg enthält (im Mittel 0 Fälle pro Tag, links), während die zweite Klasse diejenigen mit überdurchschnittlichen Asthmazahlen beinhaltet (im Mittel 1,12 Fälle pro Tag, rechts). Die Karten zeigen die mit beiden Klassen assoziierten gemittelten 18 Uhr-Werte des CAPE-Index (convective available potential energy),

einem Maß für die in der Atmosphäre zur Hebung eines Luftpakets verfügbaren Energie und somit für die Stärke der Gewitterneigung. Es fällt auf, dass die Werte des CAPE-Index im Süden Bayerns trotz ähnlicher räumlicher Verteilung an Tagen mit überdurchschnittlichen Asthmazahlen erhöht sind (Abb. 4, rechts), was als Hinweis auf die Relevanz von Thunderstorm Asthma in dieser Region gewertet werden kann. Ob es sich jedoch hierbei um einen Zusammenhang zwischen Tagen starker Erwärmung und vermehrter Pollen- und Sporenfreisetzung, ohne eine signifikante Wirksamkeit von Gewittern handelt, muss noch in weitergehenden Analysen überprüft werden.

## Ausblick

Nachdem erste Analysen Hinweise auf einen bestehenden Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Asthmaanfällen und Gewittern geliefert haben, werden im nächsten Schritt Wetterlagenklassifikationen mit aufwändigeren Klassifikationsansätzen, z.B. Simulated Annealing, systematisch unter Einbezug weiterer Faktoren optimiert. Dadurch werden zirkulationsdynamische Situationen, die relevant für das Auftreten von Thunderstorm Asthma sind, identifiziert und charakterisiert. Neben weiteren meteorologischen Variablen sind hier insbesondere Informationen zur aerobiologischen Situation relevant und erlauben die Untersuchung von Wirkungszusammenhängen. Von zentraler Bedeutung hierfür ist auch die Verwendung verschiedener räumlicher und zeitlicher Skalen auf denen nach überzufälligen Zusammenhangssignalen zwischen dem Auftreten von Asthma und Gewittern gesucht wird.

# Thunderstorm Asthma in der Region Augsburg (TARA)

## Literatur

- D'Amato, G., Cecchi, L., Liccardi, G. (2008): Thunderstorm-related asthma: Not only grass pollen and spores. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 121 (2), S. 537-538
- D'Amato, G., Pawankar, R., Vitale, C., Lanza, M., Molino, A., Stanziola, A., Sanduzzi, A., Vatrella, A., D'Amato, M. (2016): Climate Change and Air Pollution: Effects on Respiratory Allergy. *Allergy, Asthma & Immunology Research*, 8 (5), S. 391-395
- Grundstein, A., Sarnat, S. E., Klein, M., Shepherd, M., Naeher, L., Mote, T., Tolbert, P. (2008): Thunderstorm-associated asthma in Atlanta, Georgia. *Thorax*, 63(7), S. 659-660.
- Schefczyk, L., Heinemann, G. (2017): Climate change impact on thunderstorms: Analysis of thunderstorm indices using high-resolution regional climate simulations. *Meteorologische Zeitschrift*, 26 (4), S. 409-419.
- Suphioglu, C., Singh, M. B., Taylor, P., Bellomo, R., Holmes, P., Puy, R., Knox, R. B. (1992): Mechanism of grass-pollen-induced asthma. *Lancet*, 339, S. 569-572.
- Taylor, P. E., Jonsson, H. (2004): Thunderstorm Asthma, *Current Allergy and Asthma Reports*, 4, S. 409-413
- Thien, F., Beggs, P. J., Csutoros, D., Darvall, J., Hew, M., Davies, J. M., Bardin, P. G., Bannister, T., Barnes, S., Bellomo, R., Byrne, T., Casamento, A., Conron, M., Cross, A., Crosswell, A., Douglass, J. A., Durie, M., Dyett, J., Ebert, E., Erbas, B., French, C., Gelbart B., Gillman, A., Harun, N.-S., Huete, A., Irving, L., Karalapillai, D., Ku, D., Lachapelle, P., Langton, D., Lee, J., Looker, C., MacIsaac, C., McCaffrey, J., McDonald, C. F., McGain, F., Newbigin, E., O'Hehir, R., Pilcher, D., Prasad, S., Ranganamuwa, K., Ruane, L., Sarode, V., Silver, J. D., Southcott, A. M., Subramaniam, A., Suphioglu, C., Susanto, N. H., Sutherland, M. F., Taori, G., Taylor, P., Torre, P., Vetro, J., Wigmore, G., Young, A. C., Guest, C. (2018): The Melbourne epidemic thunderstorm asthma event 2016: an investigation of environmental triggers, effect on health services, and patient risk factors. *Lancet Planet Health*, 2, S. 255-263.
- Venables, K. M., Allitt, U., Collier, C. G., Emberlin, J., Greig, J. B., Hardaker, P. J., Highham J. H., Laing-Morton, T., Maynard, R. L., Murray, V., Strachan, D., Tee, R. D. (1997): Thunderstorm-related asthma - the epidemic of 24/25 June 1994. *Clinical and Experimental allergy*, 27, S. 725-736.
- Wapler, K. (2013): High-resolution climatology of lightning characteristics within Central Europe. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 122, S. 175-184.