

# **Bericht**

zum durch das

## **Mary-Hegeler-Stipendium**

geförderten Habilitationsprojekt von

**Dr. rer. nat. Stephanie Hänsel**

**Evaluating regional precipitation variability:  
Concepts – Changes – Consequences**

**Förderzeitraum: Dez. 2014 – Nov. 2015**

TU Bergakademie Freiberg,  
Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum

## Inhaltliche Ausgestaltung des Habilitationsvorhabens

Die Habilitation „*Evaluating regional precipitation variability: Concepts – Changes – Consequences*“ beschäftigt sich mit der regionalen Variabilität des Niederschlags und seiner extremen Ausprägungen – Starkniederschlag und Trockenheit. Basierend auf konzeptionellen Arbeiten wie

- Der Darstellung von Definitionsansätzen und Indizes zur Beschreibung des Phänomens Dürre bzw. Trockenheit<sup>1</sup>
- Der Weiterentwicklung von Niederschlagsindizes, wie dem Dezil-Index<sup>2</sup>, dem modifizierten Niederschlagsanomalienindex<sup>3</sup> und dem Wasserbilanzanomalienindex<sup>3,4</sup>
- Dem Vergleich verschiedener Starkniederschlags- und Trockenheitsindizes hinsichtlich der in Beobachtungs<sup>-4,5</sup> und Klimaprojektionsdaten<sup>5,6</sup> angezeigten Trends,
- Der vergleichenden Verwendung von Stationsdaten und Rasterklimadaten in der Analyse von Klimatrends<sup>5,7</sup>.
- Der vergleichenden Bewertung verschiedener Homogenitätstests für Tagesdaten des Niederschlags und der Extremtemperaturen (Minimum- und Maximumtemperatur)<sup>8</sup>

wird die in der Vergangenheit beobachtete und für die Zukunft durch regionale Klimamodelle projizierte Variabilität des Niederschlags und weiterer Klimaparameter betrachtet. Neben zwischenjährlichen und (multi)dekadischen Klimavariationen, deren Zusammenhänge mit Indizes der atmosphärischen und ozeanischen Zirkulation<sup>8-10</sup> ebenfalls Untersuchungsgegenstand des Habilitationsverfahrens sind, werden langzeitliche Veränderungen in Form von linearen Trends von Niederschlags- und Temperaturindizes ab 1951<sup>7,8,11</sup> bzw. 1961<sup>8</sup> untersucht. Soweit verfügbar werden auch länger in die Vergangenheit zurückreichende Stationsdatenreihen analysiert (z.B. ab 1901<sup>5</sup>, ab 1851<sup>9</sup> oder noch eher<sup>4</sup>), um die durch anthropogene Klimaveränderungen hervorgerufenen Trends besser von der natürlichen Klimavariabilität, welche im Falle des Niederschlags sehr groß ist, unterscheiden zu können.

Räumlich werden in der Habilitationsschrift verschiedene Skalen betrachtet – von kleinregional bis kontinental. Besonders detaillierte Analysen erfolgten dabei für den Freistaat Sachsen und umliegende Gebiete.<sup>2,3,5,6</sup> Für ein erweitertes Gebiet vom Harz bis in den Osten Südpolens erfolgten Analysen der beobachteten regionalen und saisonalen Starkniederschlagsveränderungen. Diese Analyse wird durch eine Analyse der beobachteten Trockenheitstrends für ein wiederum erweitertes Untersuchungsgebiet (Deutschland, Polen und Tschechische Republik) ergänzt.<sup>12</sup> Langzeitliche Veränderungen in ausgewählten Klimaindizes bzw. klimatologische Kenntage für Extremtemperaturen (Minimum- und Maximumtemperatur), Starkniederschlagsanteile und Trockenheitsindizes wurden für die zentralen Breiten Europa in einem Korridor von Frankreich bis zur Ukraine untersucht.<sup>4</sup> Für Gesamteuropa wird die Variabilität im Auftreten von langen Nass- und Trockenphasen im Zusammenhang mit Indizes bzw. Katalogen der atmosphärischen Zirkulation (Nordatlantikzirkulation und Großwetterlagenkonzept) auf der Basis von Monatsdaten beschrieben.

Durch Kooperationen mit internationalen Wissenschaftlern wurde der ursprünglich rein europäische Fokus der Habilitationsschrift erweitert sowie einige neue methodische Aspekte hineingebracht. Eine Studie zur Variabilität und den im Zeitraum 1951 – 2010 in Israel und Palästina beobachteten Veränderungen des Niederschlags<sup>7</sup> erweitert das Untersuchungsge-

biet auf die semi-ariden Gebiete des östlichen Mittelmeeres und greift dafür auf Rasterdatenprodukte zurück. Zwei Rasterdatensätze des Monatsniederschlags werden hinsichtlich der durch sie wiedergegebenen regionalen Niederschlagsvariabilität und den Niederschlags-trends verglichen. Dabei konnte der von Hänsel et al. (2015)<sup>3</sup> vorgeschlagene modifizierte Niederschlagsanomalienindex mRAI erstmal erfolgreich in einer (semi)ariden Klimaregion eingesetzt werden. Die Klimavariabilität in tropischen Klimaten wird basierend auf Tagesdaten von den neun Hauptstädten Nordostbrasilens untersucht.<sup>8</sup> Dabei wird das Methodenspektrum der Habilitation um die Aspekte der Homogenitätsanalyse, der Bewertung von Veränderungen in Extremtemperaturen und möglichen Zusammenhängen der beobachteten Variabilität bzw. den gefundenen Inhomogenitäten in den Zeitreihen mit Aspekten der atmosphärisch-ozeanischen Zirkulation (z.B. *El Nino Southern Oscillation*) erweitert. Aus Anlass des extrem heißen und trockenen Sommers 2015 wurde eine Studie zur Bewertung der langzeitlichen Temperatur- und Trockenheitstrends in den mittleren Breiten Europas initiiert.<sup>4</sup> Hierbei konnte gezeigt werden, dass der Sommer 2015 in weiten Gebieten Mitteleuropas in Bezug auf Indizes der Extremtemperaturen neue Rekordwerte in den zumeist mehr als 100 Jahre langen Datenreihen erreichte, obwohl der hinsichtlich der mittleren Sommertemperaturen nicht an den Hitzesommer von 2003 heranreicht. Verschiedene Trockenheitsindizes zeigten insbesondere unter Einbeziehung der Temperatur- und somit der Verdunstungswerte extrem trockenen Bedingungen an – mit den trockensten Bedingungen innerhalb der letzten 50 Jahre insbesondere für den Osten des Untersuchungsgebietes. Die Zusammenhänge zwischen dem gehäuftem Auftreten von extrem heißen Sommern seit den 1990er Jahren und insbesondere seit 2000 mit der atmosphärischen und ozeanischen Zirkulation wird durch Ustrnul et al. (2016)<sup>10</sup> beleuchtet.

Die Auswirkungen der beobachteten und projizierten regionalen Klimaveränderungen werden im dritten Teilbereich der Habilitationsschrift beleuchtet. Dabei stehen die im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes REGKLAM (Entwicklung und Erprobung eines integrierten regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden) für den Bereich des Wasserhaushaltes<sup>13</sup> erzielten Ergebnisse hinsichtlich der erwarteten Auswirkungen und möglicher Anpassungsoptionen im Vordergrund. Begleitend werden auch die Ergebnisse einer Befragung im Tourismussektor hinsichtlich der Anpassungsoptionen im Wintersportbereich hinzu gezogen<sup>14</sup>.

## Schlüsselpublikationen der Habilitation

1. Bernhofer, C., Hänsel, S., Schaller, A. & Pluntke, T. *Charakterisierung von meteorologischer Trockenheit*. 208 (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2015).
2. Hänsel, S. Introducing the decile concept for studying the spatiotemporal characteristics and variability of long-lasting dry and wet periods. *Theor. Appl. Climatol.* **118**, 223–235 (2014).
3. Hänsel, S., Schucknecht, A. & Matschullat, J. The Modified Rainfall Anomaly Index (mRAI)—is this an alternative to the Standardised Precipitation Index (SPI) in evaluating future extreme precipitation characteristics? *Theor. Appl. Climatol.* 1–18 (2015). doi:10.1007/s00704-015-1389-y

4. Hoy, A., Hänsel, S., Skalak, P., Ustrnul, Z. & Bochníček, O. The extreme European summer of 2015 in a long-term perspective. *Int. J. Climatol.* n/a-n/a (2016). doi:10.1002/joc.4751
5. Hänsel, S., Schucknecht, A., Böttcher, F., Bernhofer, C. & Matschullat, J. *Niederschlagsveränderungen in Sachsen von 1901 bis 2100. Starkniederschlags- und Trockenheitstrends.* **246**, (Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 2015).
6. Schwarzak, S., Hänsel, S. & Matschullat, J. Projected changes in extreme precipitation characteristics for Central Eastern Germany (21st century, model-based analysis). *Int. J. Climatol.* n/a-n/a (2014). doi:10.1002/joc.4166
7. Hänsel, S. & Zurba, K. Precipitation characteristics and trends in the Palestinian territories during the period 1951-2010. *FOG-Freib. Online Geosci.* **38**, (2015).
8. Hänsel, S., Medeiros, D. M., Matschullat, J., Silva, I. de M. & Petta, R. A. Assessing homogeneity and climate variability of temperature and precipitation series in the capitals of northeastern Brazil. *Front. Earth Sci.* **4**, 29 (2016).
9. Hänsel, S., Hoy, A., Miketta, W. & Matschullat, J. Spatio-temporal variability of European long-lasting dry and wet periods and relations to atmospheric circulation (1851–2014). *Atmospheric Res.* **(in preparation)**, (2016).
10. Ustrnul, Z., Hoy, A., Hänsel, S. & Skalak, P. Circulation influences on the extreme summer of 2015. *Int. J. Climatol.* **(in preparation)**, (2016).
11. Lupikasza, E. B., Hänsel, S. & Matschullat, J. Regional and seasonal variability of extreme precipitation trends in southern Poland and central-eastern Germany 1951–2006. *Int. J. Climatol.* **31**, 2249–2271 (2011).
12. Hänsel, S., Lupikasza, E., Ustrnul, Z. & Skalak, P. Changes in Central Eastern European drought patterns and characteristics. *Int. J. Climatol.* **(in preparation)**, (2016).
13. *Regionaler Wasserhaushalt im Wandel: Klimawirkungen und Anpassungsoptionen in der Modellregion Dresden.* (Rhombos-Verlag, 2013).
14. Hoy, A., Hänsel, S. & Matschullat, J. How can winter tourism adapt to climate change in Saxony's mountains? *Reg. Environ. Change* (2010). doi:10.1007/s10113-010-0155-z

## Beantragte Projekte

### Trockenheit II

Im Rahmen einer Ausschreibung des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie wurde erfolgreich ein Projekt zur flächenhaften Trockenheitsanalyse für den Freistaat Sachsen und der Erarbeitung eines regionalen, impaktorientierten Trockenheitsmonitoring akquiriert. Das Projekt startete im Oktober 2015 mit einer Laufzeit von 7 Monaten und einer Fördersumme von 69.995,57 € mit einem Mitarbeiter und mir als (unbezahltem) Leiter. Nach Ende der Förderperiode durch das Habilitationsstipendium stieg ich in die fachliche Projektbearbeitung ein und bereitete maßgeblich den Zwischen- und Endbericht an den Auftraggeber vor. Im April beantragten wir erfolgreich eine Verlängerung des Projektes um 2 Monate bis Ende Juni 2016 mit Zusatzmitteln von 19.983,38 €. Die Projektdokumentation wird demnächst in der Schriftenreihe des LfULG erscheinen. Im Sommer 2016 erfolgt zudem eine Präsentation der Projektergebnisse vor dem Auftraggeber.

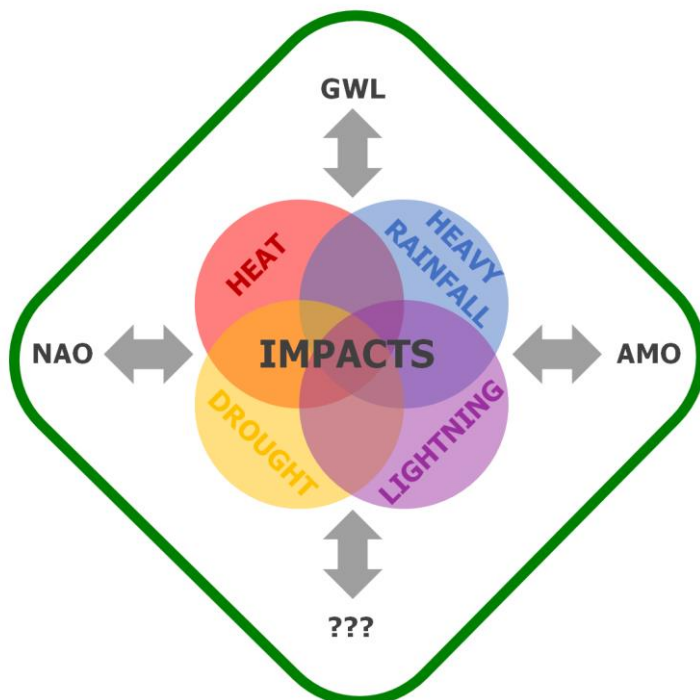


## Nachwuchsforschergruppe

Im BMBF-Förderschwerpunkt „Nachwuchsgruppen Globaler Wandel – 4 + 1“ wurde im Dezember 2015 der Antrag ImprUVE: *Improving the Understanding of Variability and change in Extreme weather events in Central Europe* mit einem Fördervolumen von 1,979,102.27 € eingereicht. Der Antrag fand breite internationale Unterstützung durch:

- Prof. Dr. Zbigniew Ustrnul (Jagiellonian University, Krakow/PL)
- Dr. hab. Ewa Łupikasza (University of Silesia, Sosnowiec/PL)
- Prof. Dr. Mirek Trnka (Global Change Research Centre, Brno/CZ)
- Prof. Dr. Zbyněk Sokol & Dr. Miloslav Müller (Institute of Atmospheric Physics CAS, Prague/CZ)
- Prof. Dr. Holger Kantz (Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Dresden/DE)
- Dr. Udo Busch (DWD, Klima und Umwelt, Agrarmeteorologie, Offenbach/DE)

Die Nachwuchsgruppe ImprUVE wird zur Verbesserung des Verständnisses der zeitlichen und räumlichen Variabilität extremer Wetter- und Klimaereignisse beitragen. Dabei liegt der Fokus auf den Phänomenen Hitze, Dürre, Starkniederschlag und Gewitter sowie auf ihrem Zusammenspiel in der Genese von Auswirkungen (siehe Schema).



Die kausalen Zusammenhänge sowohl zwischen diesen Phänomenen als auch zwischen ihnen und der atmosphärischen Zirkulation werden unter Nutzung vielfältiger Methoden erforscht. Das methodische Vorgehen wird dabei von den assoziierten nationalen und internationalen Partnern der Nachwuchsgruppe unterstützt. ImprUVE hilft robustere Informationen bereit zu stellen zu a) den beobachteten und projizierten Trends in den untersuchten Extremen, b) ihren Ursachen und c) mit Extremen verknüpfte kombinierte, sowie möglicherweise unerwartete

Auswirkungen. Dies ist die Grundlage für die zuverlässige Einschätzung von Klimaanpassungsbedarf und -optionen und unterstützt somit die nachhaltige Entwicklung der menschlichen Gesellschaft.

Eine Information zum Ergebnis der Begutachtung des Projektantrages liegt derzeit noch nicht vor.

## Stipendien/Preise

Insbesondere zur Unterstützung bei der Teilnahme an (inter)nationalen Fachtagungen bewarb ich mich während der Laufzeit des Mary-Hegeler-Stipendiums um Reisekostenstipendium und war damit zweimal erfolgreich:

- Young Scientist Travel Award 2016 of the European Meteorological Society EMS für die deutschsprachige Meteorologentagung DACH in Berlin, 14.-18.03.2016
- Travel Grant: 15th Annual Meeting of the European Meteorological Society (EMS) in Sofia, Bulgarien, 7.-11. September 2015

## Veröffentlichungen

Sämtliche nachfolgend aufgezählten Publikationen sind während der Laufzeit des Stipendiums fertiggestellt bzw. vorbereitet worden. Zudem wurden während der Stipendienlaufzeit die Grundlagen (Datenbeschaffung und erste Analysen) für mehrere weitere Publikationen geschaffen, deren Einreichung für das Jahr 2016 geplant ist. Die drei innerhalb der nächsten Monate einzureichenden Publikationen runden die als kumulative Habilitation bei der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau angemeldete Habilitation ab, deren Einreichung für 2016 geplant ist.

### Begutachtete Beiträge in wissenschaftlichen Zeitschriften

Hänsel S, Łupikasza E, Ustrnul Z, Skalak P (2016) Changes in Central Eastern European drought patterns and characteristics (*to be submitted in Sep. 2016 to Int. J. Climatol.*)

Hänsel S, Miketta W, Hoy A (2016) Spatio-temporal variability of European long-lasting dry and wet periods and relations to atmospheric circulation (1851–2014). (*to be submitted in August 2016 to Atm. Research*)

Ustrnul Z., Hoy A, Hänsel S, Skalak P (2016) Circulation influences on the extreme summer of 2015 (*to be submitted in July 2016 to International Journal of Climatology*)

Hoy A, Hänsel S, Skalak P, Ustrnul Z. (2016) The extreme European summer of 2015 in a long-term perspective. *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.4751

Hänsel S, Monteiro Medeiros D, Matschullat J, Petta RA (2016) Assessing homogeneity and variability of temperature and precipitation series in the capitals of northeastern Brazil. *Frontiers in Earth Science* 4, DOI: 10.3389/feart.2016.00029

Hänsel S, Schucknecht A, Matschullat J (2016) The Modified Rainfall Anomaly Index (mRAI)—is this an alternative to the Standardised Precipitation Index (SPI) in evaluating future extreme precipitation characteristics? *Theoretical and Applied Climatology*, 123(3), 827-844, DOI: 10.1007/s00704-015-1389-y

Hänsel S, Zurba K (2015) Precipitation characteristics and trends in the Palestinian territories during the period 1951–2010.

FOG - Freiberg Online Geoscience 05/2015; 39:103-130

([https://www.researchgate.net/publication/281549950\\_Rainfall\\_Characteristics\\_and\\_Trends\\_for\\_The\\_Palestinian\\_Territories\\_1951-2010\\_Poster](https://www.researchgate.net/publication/281549950_Rainfall_Characteristics_and_Trends_for_The_Palestinian_Territories_1951-2010_Poster))

## **Bücher / Buchbeiträge**

Hänsel S, Rumpf D, Matschullat J (2016) Bausteine eines regionalen Trockenheitsmonitorings. In: Annalen der Meteorologie, Band 49, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach, Tagungsband zu den 10. Annaberger Klimatagen.

Matschullat J, Hänsel S, Oertel C (2015) Bodengeochemie, Bodenentgasung und regionaler Klimawandel. In: Drebenstedt C. (Ed.) Auf der Erde leben, Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau der TU Bergakademie Freiberg.

Matschullat J, Fiedler B, Schucknecht A, Lenk S, Hänsel S (2015) Ansatz einer Blitz- und Gewitterklimatologie für Sachsen. In: Groß U (Ed.) Jubiläumsband "Glanzlichter der Forschung an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg". TU Bergakademie Freiberg

Hänsel S, Schucknecht A, Böttcher F, Bernhofer C, Matschullat J (Ed.: Deutscher Wetterdienst): Niederschlagsveränderungen in Sachsen von 1901 bis 2100: Starkniederschlags- und Trockenheitstrends. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 2015. (Berichte des DWD; 246)

## **Buchrezensionen**

Hänsel S (2015) Reviews on books and media: Quevauviller P (ed.), Hydrometeorological Hazards: Interfacing Science and Policy. Environ Earth Sci 74(8): 6595–6596. DOI: 10.1007/s12665-015-4620-3

Hoy A, Hänsel S (2015) Reviews on books and media: Chen D, Walther A, Moberg A, Jones P, Jacobeit J, Lister D, European Trend Atlas of Extreme Temperature and Precipitation Records. Environ Earth Sci 74(8): 6597, DOI: 10.1007/s12665-015-4660-8

## **Konferenzbeiträge (Vorträge und Poster)**

10. Annaberger Klimatage: Wie sehr müssen wir differenzieren?, Annaberg-Buchholz, 11./12. Mai 2016

- Hänsel S: Bausteine eines regionalen Trockenheitsmonitorings (*eingeladener Vortrag*)
- Rumpf D, Hänsel S, Matschullat J: Flächenhafte Trockenheitsanalyse für Sachsen (*Poster*)

25. Tagung der Fachsektion Hydrogeologie in der DGGV, Karlsruhe, 13.–17. April 2016

- Meißner S, Hänsel S, Dunger V, Matschullat J (2016) Einfluss nicht klimatischer Eingangsdaten auf die Modellierung der zukünftigen Grundwasserneubildung eines urbanen Gebietes. (*Vortrag durch S Meißner*)
- Meißner S, Hänsel S, Dunger V, Matschullat J (2016) Quantifizierung klimatisch bedingter Veränderungen der Grundwasserneubildung eines urbanen Gebietes. (*Poster*)

DACH: Deutsch-Österreichisch-Schweizerische Meteorologentagung 2016, Berlin, 14.-18.03.2016

- Hänsel S, Ustrnul Z, Łupikasza E, Skalak P, Matschullat J Analyse und Bewertung von Trockenheit in Mitteleuropa (*Vortrag*)
- Hänsel S, Rumpf D, Matschullat J: Bewertung der Impaktrelevanz von Dürreindizes (*Vortrag*)
- Hoy A, Hänsel S: Der extreme europäische Sommer 2015 aus säkularer Perspektive – Teil 1: Hitze (*Vortrag* durch A. Hoy)
- Hänsel S, Hoy A: Der extreme europäische Sommer 2015 aus säkularer Perspektive – Teil 2: Dürre (*Poster*)
- Hoy A, Hänsel S: Europäische Winterkälte und atmosphärische Zirkulationsbedingungen im Spiegel vergangener Jahrhunderte (*Poster*)
- Hänsel S, Hoy A: Hydro-meteorologische Bedingungen während des Winterhalbjahrs in Europa aus säkularer Perspektive (*Poster*)
- Minářová J, Hoy A, Hänsel S, Müller M, Clappier A: Extreme Niederschläge im Erzgebirge und synoptische Bedingungen (*Poster*)

15th EMS Annual Meeting, Sofia, Bulgarien, 7-11.09.2015

- Hänsel S: Consistency between observed and projected seasonal trends in dry periods and heavy precipitation events in Central Eastern Germany (*Poster*)
- Hänsel S, Miketta W, Matschullat J: European long lasting dry and wet phases and atmospheric circulation – Variability and trends (*Vortrag*)
- Hänsel S, Zurba K: Rainfall Characteristics and Trends for the Palestinian Territories, 1951–2010 (*Poster*)
- Meißner S, Dunger V, Hänsel S, Matschullat J: Quantifying groundwater recharge under projected climatic changes in an urban area (*Poster*)
- Minářová J, Müller M, Hänsel S, Matschullat J, Clappier A: Heavy precipitation in mid-elevation mountain systems in Central Europe: case study of the Krušné hory/Erzgebirge (Czech Republic, Germany) (*Poster*)