



11  
102  
1004

Leibniz  
Universität  
Hannover

## Exkursionsbericht

---

*Deutsch-Österreichische-Schweizerische Meteorologen Tagung 2019  
Alpenexkursion vom 17.3.2019 bis 27.3.2019  
Leibniz Universität Hannover – Institut für Meteorologie und Klimatologie*

---



## Inhaltsverzeichnis

Überblick .....	3
Sonntag: Anreisetag .....	3
Tag 1: Montag „Beginn der DACH-Tagung“ .....	4
Tag 2: Dienstag „Der 16-Vorträge-Tag“ .....	7
Tag 3: Mittwoch „Tag 3 der Meteorologischen Tagung“ .....	9
Tag 4: Donnerstag „Tagungs-Exkursion beim KIT“ .....	12
Tag 5: Freitag „Das Ende war in Sicht“ .....	15
Tag 8: Montag „Hohenpeißenberg“ .....	19
Tag 9: Dienstag „Tour zum Schneefernerhaus und zur Zugspitze“ .....	23
Tag 10: Mittwoch „Heimreise und Helmholtz Zentrum München, EUS“ .....	28
Anhang (Ausarbeitungen zu den Vorträgen).....	32
Thema 3: Grenzschichtmeteorologie, Turbulenz .....	32
Thema 4: Strahlung, Wolken, Niederschlag .....	33
Thema 6: Extreme Ereignisse .....	34
Thema 7: Hochleistungsrechner im Wetter- und Klimabereich.....	35
Thema 8: Klimawandel, Klimavariabilität, Auswirkungen auf die Gesellschaft .....	35
Thema 11: Flugmeteorologie .....	36
Thema 13: Umweltmeteorologie .....	37

## Überblick

Zeitraumen: Sonntag, 17. März 2019 - Mittwoch, 27. März 2019



Abbildung 1: Gruppenfoto am Hohenpeißenberg

Teilnehmer: (von links) Henrik Wiegand, Holger Schilke, Sahar Dehnavi, Angelika Niedzwiedz, Pia Driftmann, Philipp Hottenrott, Gunter Seckmeyer, Oliver Lotze, Calogero Gaetani, Yasmin Ahlert, Tim Volkmann, Colleen Zellmer, Tom Lucas, Kezia Lange, Hanno Müller, Dimitrij Kutscher.

Fahrzeuge: VW Transporter (alt), VW Transporter (neu)

Stationen: Garmisch-Partenkirchen, Alpspitz, Hohenpeißenberg, Zugspitze, Schneefernerhaus, Neuherberg (München)

Ergebnis: Wir können auf viele großartige Einblicke aus der Welt der Wissenschaft, insbesondere der Meteorologie, zurückblicken. Außerdem hatten wir große Freude daran das alpine Wetter zu erleben und die schöne Landschaft auf uns wirken zu lassen.

## Sonntag: Anreisetag

Von Henrik Wiegand

Sonntag, der 17. März 2019, begann die Exkursion mit der Anreise von Hannover nach Garmisch Partenkirchen. In den zwei Bussen herrschte große Vorfreude auf die bevorstehenden 11 Tage. Aber außer der kleinen Mittagspause war die Fahrt bis München durch die regnerische Wetterlage bestimmt. So hatte die Reise den gesamten Tag in Beschlag



Abbildung 2: Das Biohotel Bavaria in GaPa.

genommen. In Garmisch Partenkirchen herrschte an diesem Tag Föhnlage, weshalb wir mit frühlingshaften 18°C und wolkenlosem Himmel wärmstens empfangen wurden.

## Tag 1: Montag „Beginn der DACH-Tagung“

Von Yasmin Ahlert zum 18.3.19

Wetter in Garmisch-Partenkirchen: Bei 2 Sonnenstunden erwarteten uns 7°C Höchsttemperatur bei einer Niederschlagshöhe von 1 mm und Windgeschwindigkeiten im Tagesmittel von 1,4 m/s.

Nach einer erfolgreichen Ankunft mit unseren zwei Institutsbullis in Garmisch-Partenkirchen und einer sehr erholsamen Nacht, begann nun ein sehr schöner Montag, da sich an diesem Morgen bereits die Sonne von ihrer besten Seite zeigte. Die Temperatur war an diesem Morgen auf frische 2°C gesunken und der Himmel zeigte sich wolkenlos. Wir waren in dem Biohotel Bavaria untergebracht, ein kleiner aber sehr herzlicher Familienbetrieb, in dem man sich sehr wohlfühlte. In dieser Woche war die DACH 2019 in Garmisch-Partenkirchen, bei der wir teilnahmen.

Die DACH-Tagung ist eine Fach- und Fortbildungstagung für die Meteorologie im deutschsprachigen Raum (Deutschland (D), Österreich (A), Schweiz (CH)), die seit dem Jahr 2001 alle 3 Jahre stattfindet und von der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft organisiert wird. Sie ermöglicht den Wissenschaftlern aus den unterschiedlichsten Disziplinen den Aus-tausch über die aktuelle Forschung in Form von Kurzvorträgen oder Poster. Zu den unterschiedlichen Themen zählten diesmal: Messen und Beobachten; Dynamik der Atmosphäre;



Abbildung 3: Eingangsbereich des Kongresshauses

Grenzschichtmeteorologie, Turbulenz; Strahlung, Wolken, Niederschlag; Wettervorhersage; Extreme Ereignisse; Atmosphärische Chemie und Aerosole; Flugmeteorologie; Energiemeteorologie; Umweltmeteorologie; Biometeorologie; Hydrometeorologie; Maritime Meteorologie, Ozeanografie; Geschichte der Meteorologie und Kommunikation und Services.

Nach dem Frühstück machten wir uns auf den Weg zum Kongressgebäude, welches nur ca. 10 min Fußweg vom Hotel entfernt lag. Oliver war schon früher aufgebrochen, weil er für die 5 Tage bei der Technik aushalf.

Dort angekommen, begrüßten uns sehr nette Damen und Herren und jeder bekam ein Namensschild und einen Jutebeutel mit vielen interessanten Heften und Materialien, von z.B. diversen Firmen in der Meteorologie oder der DMG (Deutsche Meteorologische Gesellschaft). Es sind viele bekannte Gesichter an diesem Vormittag gekommen: Herr Rasch mit seiner Arbeitsgruppe, Herr Prof. Etling, Herr Prof. Groß und viele ehemalige Studenten des IMUK. Nun folgte eine offizielle Begrüßung durch die DMG und zwei Ehrungen für außerordentlich gute Arbeit, bei der unter anderem Herr Prof. Raasch eine Laudatio hielt.

Danach hörten wir einen Vortrag von Ulrich Blahak zum Thema: „Die Verzahnung von Nowcasting und numerischer Wettervorhersage“. Hierbei ging es um die Überlagerung von dem Nowcasting und der Kurzfrist- NWP, um eine bessere Warnvorhersage machen zu können, welche auch konvektive Wetterlagen besser vorhersagen kann.

Montag, 18.03.2018			
	Festsaal Werdenfels	Bühne U1	Raum Zugspitze
10:30	Registrierung mit Kaffee / Tee		
13:00	Eröffnung, Grußworte, Ehrungen		
14:50	Keynote Ulrich Blahak: Sinfony – Die Verzahnung von Nowcasting und numerischer Wettervorhersage		
15:30	AustroControl-Kaffeepause		
16:00	① Messen und Beobachten	⑨ Atmosphärische Chemie und Aerosole	⑬ Kommunikation und Services
17:00	① Messen und Beobachten	⑨ Atmosphärische Chemie und Aerosole	⑪ Flugmeteorologie
18:00	Ice-Breaker, gesponsert vom DWD		
20:00	Ende		

Abbildung 4: Tagesprogramm für Montag

Am Nachmittag standen kleine wissenschaftliche Vorträge zu drei verschiedenen Themen auf der Tagesordnung. Unter Anderem war das Thema Kommunikation und die Flugmeteorologie präsent. Der erste Kurzvortrag handelte von der Problematik wie mit Extremwetterereignissen speziell in den Medien umgegangen werden soll, damit sie vom Empfänger richtig interpretiert werden. Hier nehmen die Journalisten die Vermittlerrolle zwischen Wissenschaftlern und der Öffentlichkeit ein. In dem Vortrag wurde erläutert, dass ein wissenschaftlicher Fakt oftmals mit einer Geschichte und mit Emotionen ausgestaltet wird, damit es die Zuhörer interessiert und sie mehr erfahren wollen. Zudem sollten einfache Begriffe verwendet und erklärt werden, damit die breite Öffentlichkeit komplexe Inhalte versteht. Dabei sollte der vermittelnde Journalist seriös auftreten, damit die Empfänger die möglichst kurz gefassten und auf den Punkt gebrachten Aussagen Glauben und Vertrauen schenken.

Als nächstes analysierte Herr Prof. Dieter Etling in seinem Vortrag die Ursachen für den Höhenweltrekord der Perlan 2, ein Segelflugzeug von Airbus, welches eine Druckkabine besitzt, damit dieses bemannte Flugzeug einen neuen Höhenrekord mit fast 19 km Höhe aufstellen konnte. Dieser Rekord wurde in den Anden aufgestellt. Die Ursache beruhte auf das Phänomen der Schwerewellen, die unter sehr besonderen Wetterlagen bis in die mittlere Stratosphäre reichen können. Durch synoptische Beobachtungen und Simulationen wurde dann ein möglicher Termin für ein Erreichen eines neuen Höhenrekords ermittelt. Die Arbeit hatte sich wirklich gelohnt!

Nach einer kurzen Pause begann der sogenannte „Ice –Breaker“. Dies war eine gute Möglichkeit mit anderen Wissenschaftlern, Professoren, aber auch mit Studenten ins Gespräch zu kommen und neue Kontakte zu knüpfen.

Am Abend machten wir uns auf den Weg in das Partnerhotel, in dem das Abendessen serviert wurde. Beim Essen kamen wir als Gruppe wieder zusammen und tauschten uns über die verschiedenen spannenden Erlebnisse des Tages aus. Jeder ging an diesem Abend früh ins Bett, denn dieser Tag war für alle Beteiligten ein anstrengender, aber sehr erlebnisreicher Tag.

## Quellen

<https://www.dach2019.de/dach2019-programmheft.pdf> (S.3)

<https://meetingorganizer.copernicus.org/DACH2019/sessionprogramme>

<https://meetingorganizer.copernicus.org/DACH2019/DACH2019-127.pdf>

<https://meetingorganizer.copernicus.org/DACH2019/DACH2019-38.pdf>

Eigene Mitschrift

In der folgenden Grafik kann man erkennen, dass die Maximaltemperatur am Montag von ca. 8 °C gemessen wurde, welches mit dem wolkenlosen Himmel in der Nacht und somit der niedrigen Anfangstemperatur und der hohen Albedo auf den Bergwipfeln zu erklären ist und somit die Ausstrahlung bzw. die Reflektion sehr hoch war, welches einen abkühlenden Effekt hatte.

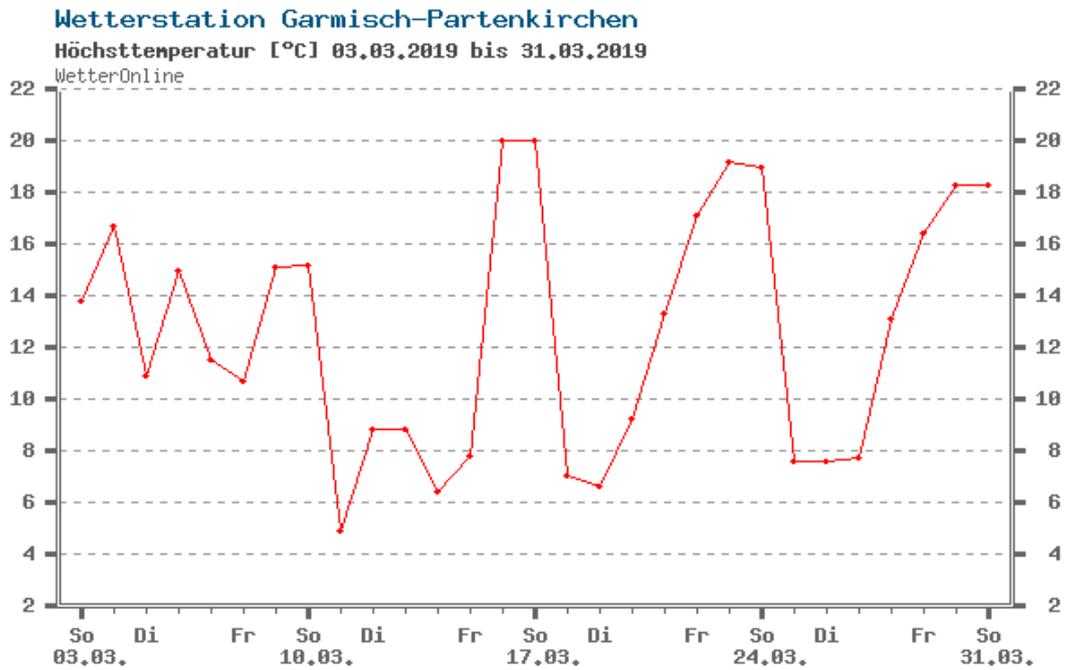


Abbildung 5: Tageshöchsttemperaturen in Garmisch-Partenkirchen. Zur Verfügung gestellt von [wetteronline.de](http://wetteronline.de)

## Tag 2: Dienstag „Der 16-Vorträge-Tag“

Von Colleen Zellmer zum 19.3.19

Wetter in Garmisch-Partenkirchen: Bei einer Sonnenstunde erwarteten uns 7°C Höchsttemperatur ohne Niederschlag und Windgeschwindigkeiten im Tagesmittel von 1,3 m/s.

Dienstag, 19.03.2019			
	Festsaal Werdenfels	Bühne U1	Raum Zugspitze
08:00	Registrierung		
08:30	Keynote Volker Grewe: Atmosphärenforschung für ökoeffizientes Fliegen		
09:10	kurze Pause		
09:30	① Messen und Beobachten	⑨ Atmosphärische Chemie und Aerosole	⑪ Flugmeteorologie
10:30	Poster 1 mit Kaffee Themen: ① ② ⑥ ⑨ ⑪ ⑫ ⑬ ⑱		
12:30	Mittagspause		
14:00	① Messen und Beobachten	② Dynamik der Atmosphäre	⑥ Extreme Ereignisse
15:00	Kurzpräsentationen der Aussteller	② Dynamik der Atmosphäre	⑥ Extreme Ereignisse
16:00	GWU-Kaffeepause		
16:30	① Messen und Beobachten	② Dynamik der Atmosphäre	⑫ Energiemeteorologie
17:30	① Messen und Beobachten	② Dynamik der Atmosphäre	⑫ Energiemeteorologie
18:30	Pause		
19:00	öffentlicher Abendvortrag Michael Vogel: Klimawandel im Alpenraum. Was ist schon und was kann noch kommen?		
21:00	Ende		

Abbildung 6: Tagesablauf der DACH-Tagung am Dienstag

Der zweite Tag der DACH-Tagung startet mit einem halbstündigen Vortrag über Atmosphärenforschung für ökoeffizientes Fliegen. Der Wissenschaftler stellt das Programm Cb-Global vor, mit dem Echtzeitdaten über Gewitter, mit einem größeren Radarsichtfeld als bisher, im Cockpit empfangen werden können. Dies soll zur Optimierung der Flugroute dienen, damit Kraftstoff und Zeit gespart werden kann.

Nach einer kurzen Pause ging es mit den Kurzvorträgen in den Themenbereichen Messen und Beobachten, Atmosphärische Chemie und Aerosole und Flugmeteorologie weiter.

Direkt angebunden an die Kurzvorträge war die erste begleitende Postersitzung, in der vor allem junge Wissenschaftler/innen ihre Poster zu ihren Forschungsgebieten zeigten und wir Fragen stellen konnten. Leider waren die Poster alle sehr eng beieinander, aufgrund des etwas mangelnden Platzangebotes, was das Lesen und Begutachten etwas erschwerte. Aus persönlichem Interesse ist mir besonders das Plakat von Hanno Müller über seine Antarktisüberwinterung aufgefallen und in Erinnerung geblieben. Er berichtete von seiner Zeit und seinen Aufgaben auf der Neumayer III Station. Auch das Plakat von Julia Moemken zu der Fragestellung: „Wird die Windenergieproduktion in Europa durch den Klimawandel unzuverlässiger?“ war sehr spannend. Mit ihren Ergebnissen aus einem Multimodellensemble von EURO-CORDEX kommt sie zu dem Schluss, dass es größtenteils im Sommer Änderungen gibt. Dort treten vermehrt Schwachwindphasen auf und in Teilen Europas, wie zum

Beispiel Deutschland oder Frankreich kann es zur Abnahme des Windenergiepotentials kommen und zeitgleich nimmt die Tag- zu- Tag Variabilität zu. Dies kann zu großen räumlichen und zeitlichen Schwankungen in der Windenergie führen und macht das Management der Windenergie schwieriger.

Die darauffolgende Mittagspause kam wie gerufen und wir nutzten diese, um uns von dem ersten informationsreichen Vormittag auszuruhen, um dann gestärkt und aufnahmebereit in den zweiten, längeren Teil des Tages zu starten.

Um 14 Uhr ging es weiter und wir konnten uns zwischen Vorträgen aus den Themengebieten Gase und Hagel, Dynamik der Atmosphäre und Extreme Ereignisse entscheiden.

Nach zwei Stunden gab es eine kurze Kaffeepause mit Kuchen, in der man seine rauchenden Köpfe in der milden Nachmittagssonne etwas abkühlen und frischen Sauerstoff tanken konnte, der in manchen Räumen schon lange ausgegangen war.

Dann hieß es noch ein letztes Mal an diesem Tag sich für Vorträge zu entscheiden. In diesem Block war ein Hauptthemen wieder Dynamik der Atmosphäre und neu dazu kamen Energiemeteorologie und Hochatmosphäre und Satelliten.



Abbildung 7: Blick aus dem Kongresshaus

Aus persönlichem Interesse habe ich mich in diesem Block für Energiemeteorologie entschieden. Einer der Vorträge war „Klimatologische Analyse des Potentials von Solar- und Windenergie in Deutschland“ von Jaqueline Drücke, der sich thematisch gut an das Plakat vom Vormittag angeschlossen hat und so konnte ich noch mehr über das Thema erfahren.

Ihr Ziel war es Wetterlagen zu identifizieren, bei der wenig oder viel Energie erzeugt wurde. Die generierte Energie wurde durch klimatologische Datensätze mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung für Strahlung und Wind simuliert. Das Verhältnis dieser Energie mit der Nennleistung von Solar- und Windenergie beschreibt den Kapazitätsfaktor, welcher mit aktuellen Daten verglichen wird, um die Häufigkeit von problematischen Wetterlagen zu dokumentieren.

Nach weiteren zwei Stunden gab es eine kleine Pause, bevor die letzte Veranstaltung an diesem Tag startete, ein öffentlicher Vortrag von Michael Vogel zum Thema „Klimawandel im Alpenraum. Was ist schon und was kann noch kommen?“. Er sprach über Veränderungen im Klima und deren Folgen für den Alpenraum. Im Anschluss des Vortrages gab es noch eine offene Diskussion mit dem Publikum, welches aus interessierten Anwohnern und Fachpersonen der Tagung bestand. Ein Hauptthema der Diskussion war die Frage, wie Fachleute der Bevölkerung den Ernst der Lage darstellen können und ob das überhaupt deren Aufgabe ist. Es kamen viele umfangreiche Fragen und Anregungen aus dem Publikum und es war sehr interessant dem zu folgen.

Am Abend hat sich unsere Gruppe über den Tag ausgetauscht, den jeder, aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichsten Vorträgen und eigenen Empfinden etwas anders erlebt hat.

Ich fand diesen Tag sehr informationsreich und habe viel über das Vortragen und den Ablauf auf einer Tagung gelernt. Jedoch waren die vielen Informationen auch etwas überfordernd.

### Tag 3: Mittwoch „Tag 3 der Meteorologischen Tagung“

Von Tim Volkmann zum 20.3.19

Wetter in Garmisch-Partenkirchen: Bei 11 Sonnenstunden erwarteten uns 9°C Höchsttemperatur ohne Niederschlag und Windgeschwindigkeiten im Tagesmittel von 1,7 m/s.

Mittwoch, 20.03.2019			
	Festsaal Werdenfels	Bühne U1	Raum Zugspitze
08:00	Registrierung		
08:30	Keynote Andreas Petzold: Forschungsinfrastrukturen in der Atmosphärenforschung – eine Zukunftsperspektive		
09:10	kurze Pause		
09:30	① Messen und Beobachten	⑫ Energiemeteorologie	④ Strahlung, Wolken, Niederschlag
11:00	DWD-Kaffeepause		
11:30	① Messen und Beobachten	⑧ Klimawandel, Klimavariabilität, Auswirkungen auf die Gesellschaft	④ Strahlung, Wolken, Niederschlag
12:00			⑬ Umweltmeteorologie
12:30	Mittagspause		
14:00	Poster 2 mit Kaffee Themen: ③ ④ ⑤ ⑦ ⑧ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰		
16:00	⑤ Wettervorhersage (Nowcasting, Warnsysteme, Ensembles)	③ Grenzschichtmeteorologie, Turbulenz	⑬ Umweltmeteorologie
17:30	Mitgliederversammlung der DMG (mit Getränken)		
19:30	Sitzungen Fachausschüsse		
22:00	Ende		

Abbildung 8: Tagesablaufplan für Mittwoch

Der Mittwoch startete wie die meisten anderen Tage auch mit einem ausgewogenem Bio-Frühstück. Danach ging es zum Konferenzgebäude, aber natürlich durfte ein kurzer Zwischenstopp in dem einen kleinen italienischem Café auf dem Weg zur Tagung nicht vergessen werden.

Dort angekommen teilten wir uns auf und gingen zu den entsprechenden Sälen für die einzelnen Vorträge. Ich besuchte die Session "Strahlung, Wolken, Niederschlag", da einige Themen sehr vielversprechend schienen.

Den Auftakt machte Johannes Schwenkel aus unserem Institut in Hannover mit seinem Vortrag über die Untersuchung der Aerosolaktivierung in Strahlungsnebel mit einem Lagrangschen Wolkenphysik-Modell. Dabei thematisierte er die Schwierigkeiten bei der Simulation von Nebel, aufgrund der auf mehreren Skalen stattfindenden physikalischen Prozessen und der starken Parametrisierung der Wolkenmikrophysik. So wurden mit Large-Eddy-Simulationen und einem gekoppelten Lagrangeschen Wolkenmodell nicht alle Tropfen einzeln simuliert, sondern diese konnten als sogenannte Supertropfen dargestellt werden. Damit konnten die in Erfahrung zu bringenden Anzahlkonzentrationen mithilfe der grundlegenden Gleichungen ermittelt werden. Somit konnte

erstmalig gezeigt werden wie die Anzahl an aktivierten Nebeltröpfchen mit der Höhe und der Anhaltedauer der Nebelschichten korrelieren.

Es folgten weitere Präsentationen und auch mehrere aus dem IMUK. Unter anderem auch von Professor Gunther Seckmeyer, welcher über die unzureichende Vitamin D-Exposition des Menschen im europäischen Winter sprach. Dabei wurde die erythemwirksame Bestrahlungsstärke in Norddeutschland mit der in Südneuseeland (52° N und 45° S) verglichen. Zu den entsprechenden Wintermonaten betrug die UV-Exposition auf der Südhalbkugel den siebenfachen Wert wie auf der Nordhalbkugel. Dies wurde hervorgerufen durch eine starke Variabilität des Bedeckungsgrades in Nordeuropa, während diese Schwankungen in Neuseeland wesentlich geringer sind. Gleichzeitig gibt es auch eine unterschiedliche Beeinflussung durch das Totalozon an den entsprechenden Standorten. Gleichzeitig erstrecken sich diese Schwankungen auch über mehrere Jahre hinweg.

Alles in allem war diese Session sehr interessant und ist mir deutlich länger im Gedächtnis geblieben als irgendeine andere. Danach schloss sich eine Mittagspause an, in der wir durch die Garmisch-Partenkirchener Innenstadt schlenderten und immer von dem beeindruckendem Bergpanorama begleitet wurden. Nach dem kurzen Mittag ging es wieder zurück auf die Tagung. Nun stand die zweite Postersitzung an.

Es waren wie zuvor eine Menge an Postern mit allerhand interessanten Themen aufgebaut. Unter den Posterautoren fanden sich auch bekannte Namen wie Micha Gryschka und Dieter Etling wieder.

Das Poster von Micha Gryschka behandelte eine LES-Studie über turbulente Austauschprozesse über polaren Eisrinnen. Dabei wurde der Wärmestrom vom Ozean in die Atmosphäre mit Hauptaugenmerk auf die Größe der Abdeckung durch das polare Eis untersucht. Die Ergebnisse wiesen darauf hin, dass solche Eisrinnen das Temperaturfeld signifikant verändern können, was auch für Wetter- und Klimawirksamkeit spricht. Weiterhin wurden wichtige Kenngrößen der turbulenten Strömungslehre (Schubspannungsgeschwindigkeit, Charakteristische Temperatur der Prandtl-Schicht & Bodennaher Wärmestrom) und die damit hervorgerufene Zirkulation in Bezug auf die Rinnengröße charakterisiert. Diese Studie soll in Zukunft noch erweitert werden, um so auch andere meteorologische Situationen besser beschreiben zu können.

Jedoch gab es auch andere Poster, welche große Verwunderung und noch mehr Gesprächsbedarf aufwarfen. Dazu zählt eines, welches thematisierte, ob man nicht das Wetter und somit auch das Klima von Menschenhand direkt steuern könne. Die Idee dabei war, riesige Spiegel in den Weltraum zu bringen und so auszurichten, dass diese den Ozean bestrahlen. Das so erwärmte Wasser und die Luft sollen die Wolkenbildung unterstützen, sodass diese den Strahlungsempfang mindere.

Eine These, welche unserer Meinung nach nicht die Lösung des Klimawandels sei, so wie es der Autor beschrieb. Denn nach meinem Verständnis, würde sich so der Anteil an Wasserdampf in der Atmosphäre signifikant erhöhen. Was wiederum den Treibhauseffekt verstärken würde und so wieder zu einer Erwärmung beiträgt. Wie auch die direkte Erwärmung verursacht durch die Spiegel. Zudem ist ungeklärt, welche langfristigen Folgen eine solchen Manipulation im Temperatur- sowie im Feuchtefeld hat; ganz zu schweigen von den Ursachen auf Flora und Fauna im Meer.

Danach folgte die nächste Session: "Umweltmeteorologie". Auch hier war das IMUK wieder vertreten, nämlich durch Tobias Gronemeier. In seinem Vortrag thematisierte er wie Hofdurchfahrten die Belüftung von Innenhöfen beeinflussen. Allgemein ist bekannt und durch Studien bewiesen, dass Innenhöfe mit ausreichend hoher Luftqualität besitzen, sofern sie keine Hofdurchfahrten haben. Die Ergebnisse der Turbulenz auflösenden Large-Eddy Simulationen zeigen, dass diese seitlichen Öffnungen die Luftqualität signifikant mindern können. Dies findet aufgrund der Änderung der

Strömungseigenschaften und so durch die Einmischung von Luftbeimengungen statt. So konnten Werte größer als die doppelte Menge der Hintergrundbelastung simuliert werden.

Nun waren die fachlichen Vorträge für den Mittwoch erstmal beendet und es ging wie an den meisten Abenden ins Nachbar-Bio-Hotel zum Abendessen. Frisch und gestärkt begaben wir uns zum Konferenzgebäude zurück, denn jetzt stand nur noch das Treffen der Jungen Deutschen Meteorologischen Gesellschaft auf dem Plan. Angekommen trafen wir Meteorologen und Studenten der Meteorologie aus ganz Deutschland. In offener Runde wurde diskutiert, wie die Zukunft der jungen DMG aussehen könnte. Natürlich kam auch die Studentische Meteorologie-Tagung, die StuMeTa, zur Sprache, welche 2019 in Hannover stattgefunden hat.

Schließlich verließen wir am späten Abend zum letzten Mal für diesen Tag das Konferenzgebäude und gingen zu unserem Bio-Hotel. Es dauerte nicht lang bis alle Lichter erloschen waren, da der nächste wieder so früh startete und auch wieder ein volles Programm beinhaltete.



*Abbildung 9: Blick vom Stadtrandgebiet Garmisch-Partenkirchen*

## Tag 4: Donnerstag „Tagungs-Exkursion beim KIT“

Von Calogero Gaetani zum 21.3.19#

Wetter in Garmisch-Partenkirchen: Bei 11 Sonnenstunden erwarteten uns 13°C Höchsttemperatur ohne Niederschlag und Windgeschwindigkeiten im Tagesmittel von 1,6 m/s.

Donnerstag, 21.03.2019			
	Festsaal Werdenfels	Bühne U1	Raum Zugspitze
08:00	Registrierung		
08:30	8 Klimawandel, Klimavariabilität, Auswirkungen auf die Gesellschaft	3 Grenzschichtmeteorologie, Turbulenz	14 Biometeorologie
10:00	Kaffee		
10:30	8 Klimawandel, Klimavariabilität, Auswirkungen auf die Gesellschaft	3 Grenzschichtmeteorologie, Turbulenz	14 Biometeorologie
11:00			15 Hydrometeorologie
12:00	Mittagspause		
13:30	Exkursionen		
18:00	Pause		
19:00	Konferenz-Dinner		
22:00	Ende		

Abbildung 10: Tagesablaufplan der Tagung für Donnerstag

Residierend im Bio Hotel in Garmisch genossen wir täglich ein reichhaltiges Frühstück. Der heutige Fokus lag im Themenbereich der Grenzschichtmeteorologie und Turbulenz. Einer der heutigen Vorträge handelt von folgendem:

Large-Eddy Simulationen von Staubteufeln mit beobachtbarer Intensität  
Referierender: Sebastian Giersch

Derzeit besteht eine große Unsicherheit darüber, in welchem Maß Staubteufel zum Aerosoleintrag in die Atmosphäre beitragen und hierdurch den Strahlungshaushalt und mikrophysikalische Prozesse von Wolken beeinflussen. Ein wesentlicher Punkt ist die Druckreduktion im Wirbelzentrum verglichen mit der Umgebung. Die simulierten Werte sind fast eine Größenordnung kleiner im Vergleich zum beobachteten Wertebereich von typischerweise 250 Pa bis 450 Pa. Interessant waren insbesondere die Einflüsse der Bodenheizung und der Orographie, wodurch die Lebenszeit der Wirbel entscheidend verkürzt oder verlängert wird. Insbesondere wurde durch die Simulationen beobachtet, dass Staubteufel über eine homogen geheizten Kontrollfläche längerlebig waren, als Staubteufel über eine differentiell geheizte Fläche.

Eines der schönsten Abwechslungen war die Exkursion zum Forschungsinstitut KIT Campus Alpin. Dieser befand sich etwa 4,5 km nordöstlich des Bio Hotels Bavaria und war mit den öffentlichen Verkehrsmitteln, wie auch zu Fuß, gut erreichbar. Für den Hinweg haben wir mit den anderen Teilnehmern einen Bus genommen. Als wir dort ankamen, sah es aus wie auf einer Postkarte - ein einzelnes Institut, auf 2962 Meter über Normal-Null, inmitten einer erstaunlichen Berg- und Weidelandschaft.

Der Präsident des Instituts, Prof. Dr. Hans Peter Schmid, hatte sich sehr gefreut so zahlreich interessierten Menschen das Institut näher zu bringen, sodass er bereits eine kleine Präsentation vorbereitet hatte, über dessen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Insbesondere betonte er den gegenwärtigen Präsenz in der agrarmeteorologischen Forschung, sowie dessen Auswirkung auf das irdische Klima.



Abbildung 11: Das KIT in Garmisch-Partenkirchen

Ein weiterer Forschungszweig womit sich das Institut beschäftigt ist die Klima-, und Umweltforschung. In Zuge dessen spezialisiert sich das Institut bei aktueller Forschung auf die Wechselwirkung zwischen Bio-, Hydro-, und Atmosphäre auf komplexem Gelände und untersucht wie sich Klimaänderungen auf den Wasserkreislauf, wie auf die Pflanzen, auswirken. Das Hauptaugenmerk liegt bei der Untersuchung von Quellen und Senken biogener Treibhausgase, deren Langzeit-Trends, auf regionale Skalen. Die über 50 Wissenschaftler, die dieses Thema bearbeiten, erarbeiten die Ergebnisse nach der Analyse einerseits aus Messungen mit Lysimeter, Gatter/Küvette Techniken, Absorptions-Laser Spektroskopie, Fernerkundungssysteme (LIDAR, FTIR), andererseits mit Grenzschicht LES-Modellen.

Nach diesem spannenden Vortrag, den wir in einem recht großen Hörsaal nahe des Empfangsraumes hörten, ging es weiter zu einem Außenposten, in einer Art Gewächshaus, wo die Wechselwirkung verschiedener Pflanzen auf Parameter wie Temperatur, Bestrahlung, Feuchte und Wasserversorgung studiert werden. Das besondere Augenmerk lag auf einem bestimmten Baumgewächs, dessen Habitat in der Wüste liegt und man nicht versteht, wie es mit so wenig verfügbarem Wasser überleben kann. Um die phänologischen Phasen, wie auch dessen Lebenszyklus zu studieren wurde ein Exemplar in das Institut nach Garmisch gebracht und gezüchtet. Dessen Habitat wurde dabei genauestens nachgestellt mithilfe dortiger Technologie.



Abbildung 12: Kleiner Wasserfall in der Nähe des KIT.

Im Anschluss der Besichtigung dieses Forschungszweiges durften wir das restliche Institut kennenlernen. Um uns eine Übersicht über die Arbeitsgruppen zu geben wurden uns die Ausgestellten Forschungsposter

nahegebracht. Eines, der meiner Meinung nach, interessantesten Poster zeigte die Ermittlung der Schadstoffquellen lokaler Konzentrationsmaxima mittels berechneter Rückwärtstrajektorien.

Nach Beendigung der Besichtigung haben wir den Tag ausklingen lassen mit einem Spaziergang zurück zum Hotel. Dieser 45 minütige Fußmarsch war durch zahlreiche Impressionen der dortigen Natur geprägt, beim Bestaunen und Genießen eines kleinen Wasserfalls, der teilweise mit Schnee bedeckten Berge, den engen Feldwegen und der reinen Bergluft.

Einer der Höhepunkte der gesamten Exkursion war gewiss das Konferenzdinner in der Bayernhalle in Garmisch. Am Eingang wurden bereits Aperitive verteilt und der Abend wurde durch teilweise emotionale Ehrungen von Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen bezüglich Ihrer besonderen Leistungen eingeleitet. Abgesehen von das im Anschluss genossene Festessen waren insbesondere die Interaktionen mit den verschiedenen Wissenschaftlern, Referenden und Studenten am meisten bereichernd, da Wissen, Erfahrungen und Kontakte ausgetauscht wurden.

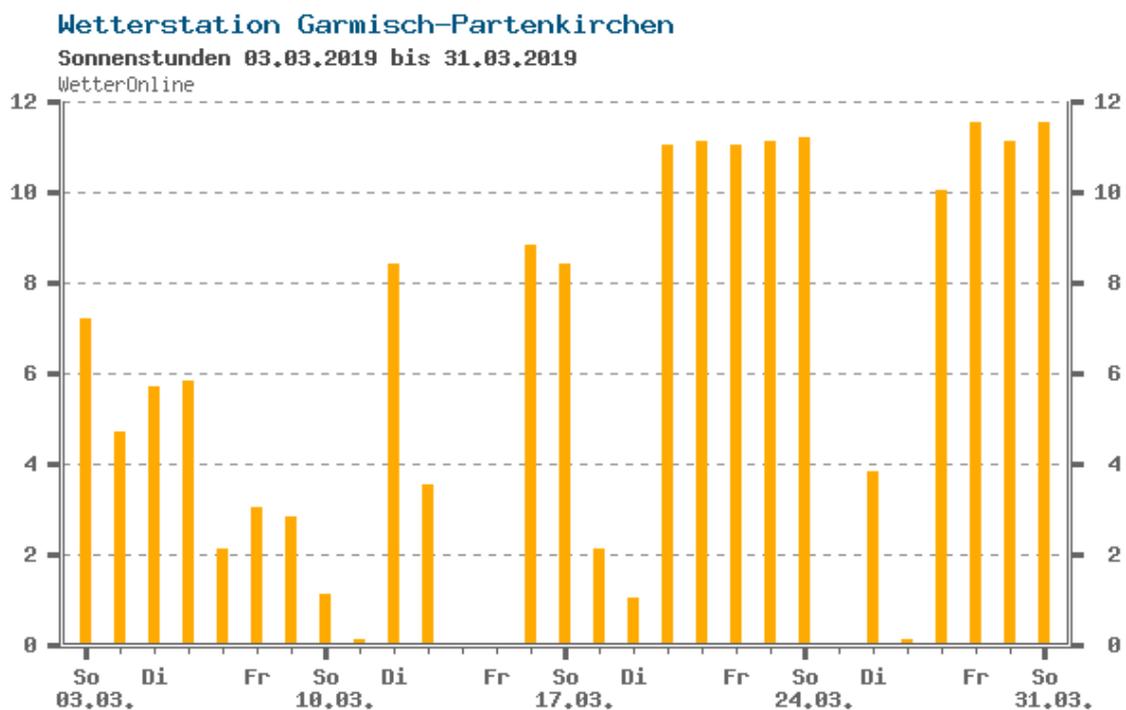


Abbildung 13: Sonnenstunden in Garmisch-Partenkirchen im März. Angenehm für die Exkursion sind die vielen Sonnenstunden von Mittwoch bis Sonntag mit jeweils ca. 11h Sonne. Zur Verfügung gestellt von [wetteronline.de](http://wetteronline.de)



Abbildung 14: Blick auf Garmisch-Partenkirchen während der sonnigen Tage.

## Tag 5: Freitag „Das Ende war in Sicht“

Von Philipp Hottenrott zum 22.3.19

Wetter in Garmisch-Partenkirchen: Bei 11 Sonnenstunden erwarteten uns 17°C Höchsttemperatur ohne Niederschlag und Windgeschwindigkeiten im Tagesmittel von 1,7 m/s.

Freitag, 22.03.2019			
	Festsaal Werdenfels	Bühne U1	Raum Zugspitze
08:00	Registrierung		
08:30	8 Klimawandel, Klimavariabilität, Auswirkungen auf die Gesellschaft	15 Hydrometeorologie	7 High Performance Computing im Wetter- und Klimabereich
09:30	kurze Pause		
09:40	Keynote Martin Claussen: Die grüne Sahara - Fakt oder Fiktion?		
10:20	DWD-Kaffeepause		
10:50	5 Wettervorhersage (Nowcasting, Warnsysteme, Ensembles)	16 Maritime Meteorologie, Ozeanografie	17 Geschichte der Meteorologie
12:20	kurze Pause		
12:30	Abschlussveranstaltung		
13:30	Ende		

Abbildung 15: Tagungsplan für Freitag

Nach einem ausgiebigen Frühstück ging es, wie mittlerweile üblich, zu Fuß zum Konferenzgebäude. Heute war ein besonderer Tag, denn nicht nur die interessante, aber auch anstrengende Dach-Tagung neigte sich dem Ende zu, sondern am heutigen Tage war endlich mein zuvor behandeltes Thema im Programm. Trotz der zu dem Zeitpunkt großen Faszination der Berge, empfand ich mein Thema zum maritimen Klima und Sturmfluten, als sehr interessant.

Viele Dinge, die ich im Vorhinein in den Zusammenfassungen gelesen habe, fand ich in den Vorträgen wieder. Diese wurden zum großen Teil, nicht wie in vielen anderen Vorträgen, für mich verständlich

vorgetragen. Besonders gut hat mir gefallen, dass man auch als Laie einen Überblick in das Thema erhalten hat und verstehen konnte. Einen kleinen Einblick in die Inhalte dieser Präsentationen, kann man in meiner bereits vorher verfassten Zusammenfassung lesen, welche im Anschluss an den Tagesbericht zu finden sind.

Um etwa 12 Uhr war die Dach-Tagung beendet. Nach einem schnellen Mittagessen trafen wir uns alle wieder vor dem Konferenzgebäude und gingen für die weitere Planung des Resttages zum Hotel zurück.

Anschließend besetzten wir mit 8 Personen ein Fahrzeug und fuhren zum Eibsee, welcher etwa 20 Minuten entfernt lag. Das Wetter war heute zum ersten Mal in der Woche am gesamten Tag sonnig und angenehm warm. Dementsprechend war der Blick vom Eibsee zur Zugspitze hinauf einwandfrei. Der See liegt auf etwa 1000 Meter über dem Meeresspiegel eingebettet in einem Tal zwischen der Zugspitze und etwas kleineren, nördlich gelegenen Bergen. Er entstand aus einem geschmolzenen Gletscher Ende der Würm-Kaltzeit, welcher eine Senke hinterließ, die sich mit Wasser füllte.

Der etwa 7 Kilometer lange Rundweg um den Eibsee brachte sehr gut nahe, welchen Einfluss die Sonnenstrahlung im März, auf eine mächtige Schneedecke hat.

Denn auf der Südseite des Sees kam um diese Jahreszeit, durch die im Weg stehende Zugspitze, keine Sonnenstrahlung an. Dadurch stieg die Temperatur in diesen Schattengebieten kaum an, wodurch der Schnee in der Nacht konserviert und tagsüber durch fehlenden Wind und dementsprechend schlechter Durchmischung der Luft kaum getaut wurde. Somit lagen dort noch etwa ein halber Meter Schnee, wobei sich auf Nord- und in diesem Fall Sonnenseite, der Frühling mit angenehmen Temperaturen in der Sonne durchsetzen konnte. Schnee lag an diesen Stellen schon lange nicht mehr. Von hier aus hatte man einen wunderbaren Blick auf die schneebedeckte Zugspitze.

Aber auch am See selbst zeichnete sich die ungleich verteilte Bestrahlung aus. Während auf der einen Seite eine zum Teil 30 cm dicke Eisschicht das Wasser bedeckte, labten sich auf der anderen Seite Familien mit ihren Hunden am blau-türkisem Wasser.

Die Dauer der Wanderung betrug am Ende etwa 2,5 Stunden und wurde mit vielen schönen Panoramas und Motiven beschenkt. Gegen späten Nachmittag fuhren wir zurück zum Hotel und machten uns bereits für das Abendessen im Partnerhotel fertig. Demnach trafen wir uns um kurz vor 19 Uhr in unserer Hotel Lobby und liefen gemeinsam zum Abendessen.

Im Folgenden wird eine Übersicht über drei zusammengefasste Themen des Programms Maritime Meteorologie / Ozeanografie dargestellt. Autoren der zusammengefassten Themen sind Elke M. I. Meyer, Thomas Möller, Birger Tinz, Robert Scholz, Ralf Weisse, Iris Grabemann, Lidia Gaslikova, Ludwig Schenk, Dr. Sylvin Müller-Navarra und Dr. Nico Becker.

Im ersten Thema geht es um die Rekonstruktion der Sturmflut, welche sich in der Nacht vom 12. auf den 13. März 1906 in der Deutschen Bucht ereignete und dabei vor allem die Ostfriesischen Inseln getroffen hat. Einige Faktoren, die aufeinandertrafen, sorgten für eine der höchsten gemessenen Wasserstände. Grund hierfür war zum Beispiel der hohe Windstau und das Auftreten einer hohen Springtide. Für die Rekonstruktion der Sturmflut, soll diese mit einem hydrodynamischen Modell simuliert werden, welche mit verschiedenen zur Verfügung gestellten Reanalysen betrieben wird. Für diese Simulation wird das Modell TRIM-NP verwendet, welches mit Hilfe von einem Tidenmodell, aktuellen Wetterdaten und den Reanalysedaten, eine stündliche Ausgabe vom Wasserstand berechnet.

Um die Eignung dieses Modells zu überprüfen, werden die realen Luftdruckfelder mit denen der Reanalyse, sowie der Simulierte Wasserstand mit dem realen Wasserstand verglichen.

Im nächsten Thema geht es allgemein, um mögliche extreme Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste. Da diese an der Nordseeküste möglich sind, werden mithilfe von einem umfangreichen Modelldatensatz, welcher von Rekonstruktionen und Klimaprojektionen gespeist wird, mögliche Wasserstände, Wind und Luftdruckfelder wiedergespiegelt und somit mögliche Szenarien in Gegenwart und Zukunft sichtbar gemacht. Um das mögliche Potential einer Sturmflut zu untersuchen, wurden die simulierten Szenarien, mit sehr hohem Potential herausgesucht und die betroffenen Orte im Rahmen des Projektes „Extremeness“ spezieller untersucht.

Dabei soll das Modell mit physikalisch möglichen Parametern gespeist werden, um noch stärkere Sturmfluten analysierbar zu machen. Anders als in anderen abgeschlossenen Projekten, wird im Projekt „Extremeness“ Augenmerk auf die Verstärkung der Sturmfluten, durch das Verändern der astronomischen Gezeiten gelegt. Die extremsten Ergebnisse in Hinsicht von Wasserstand und Dauer der Sturmflut, sowie mögliche Sturmflutketten, sollen auf ihre Auswirkung analysiert und diskutiert werden.

Das letzte Thema handelt von der Wahrscheinlichkeit, eintretender Sturmfluten in der deutschen Bucht. Hierzu sei erst einmal gesagt, dass man von einer Sturmflut spricht, sobald das durch die Gezeiten abhängige mittlere Hochwasser an der Nordseeküste und den einmündenden Flüssen, um mehr als 1,5 Meter höher ist.

Im Mittel lässt sich eine Häufigkeit von etwa 5 Sturmfluten pro Jahr verzeichnen, wobei diese meist auf das erste und letzte Quartal des Jahres verteilt sind. Um in Zukunft bessere Warnungen und Schutzmaßnahmen treffen zu können, müssen im Vorfeld viele Personen für eben erwähnte Punkte verfügbar sein, da die Schwere der Sturmflut von vielen Faktoren abhängig ist.

Um die Wahrscheinlichkeit einer eintretenden Sturmflut abschätzen zu können, wird seit einiger Zeit ein vom FU Berlin entwickeltes System genutzt, welches die Daten des Wettermodells ICON-EPS nutzt, um Anhand der Windgeschwindigkeit und Richtung eine Wahrscheinlichkeit zu errechnen. Das Wettermodell selbst berechnet durch Variation der Parameter eine bessere Übersicht der möglichen Bedingungen.

Damit können mehrere Möglichkeiten von Zugbahnen und Windstärken desselben Sturms berechnet werden, welche wiederum zu einem Cluster zusammengefasst werden können.

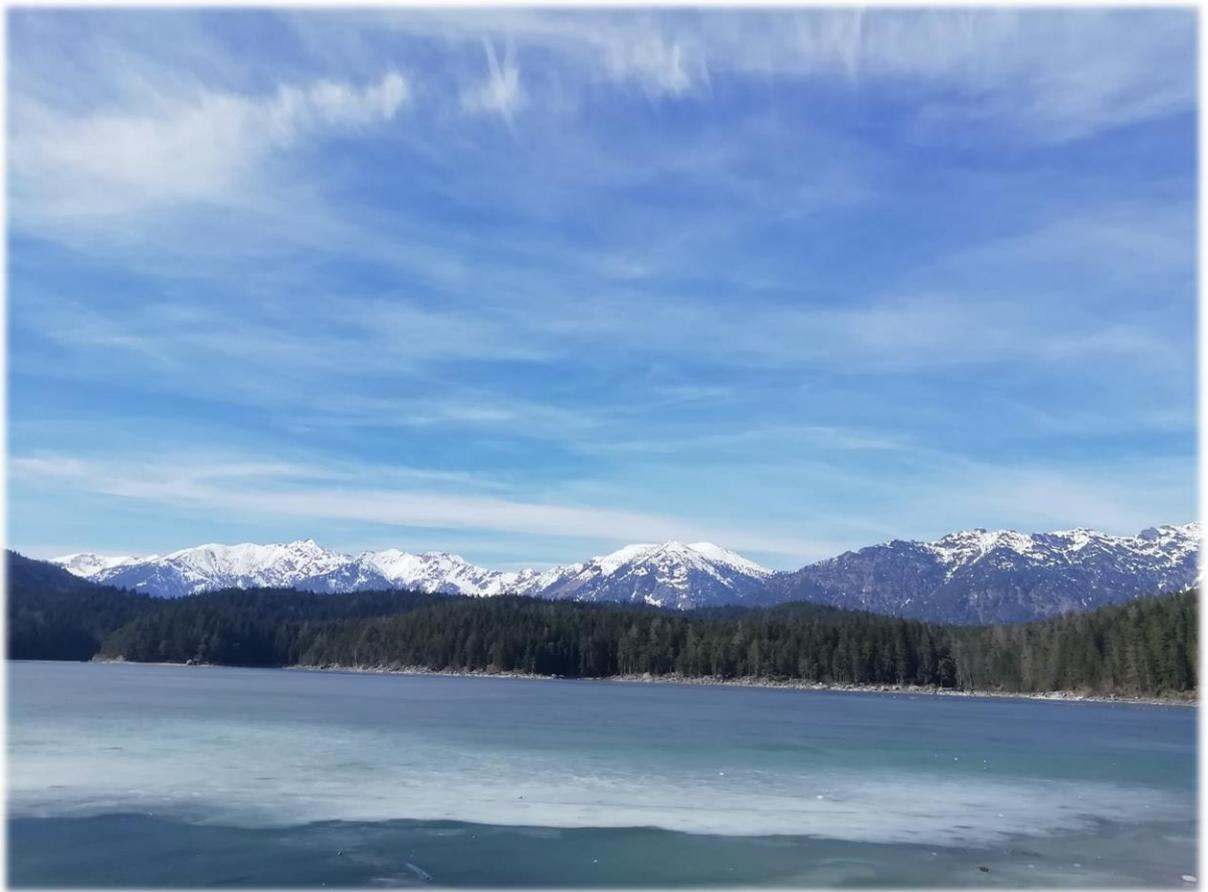
Je öfter eine bestimmte Variante berechnet wird, desto höher ist dessen Eintrittswahrscheinlichkeit. Das oben erwähnte System für das Berechnen der Sturmflutwahrscheinlichkeit, hat nun die Aufgabe, anhand der vom Wettermodell berechneten Variationen der Wetterlagen, eine Hilfestellung in Hinsicht auf die Entscheidung von Sturmwarnungen zu geben.

## Quellen

- [https://meetingorganizer.copernicus.org/DACH2019/oral\\_programme/30145](https://meetingorganizer.copernicus.org/DACH2019/oral_programme/30145)
- Eigene Mitschriften



*Abbildung 16: Blick über den Eibsee zur Zugspitze. Im Hintergrund sieht man auf Höhe des Sees noch einiges an Schnee liegen. Dieser ist aufgrund des Schattenwurfs durch die Zugspitze nicht geschmolzen.*



*Abbildung 17: Blick über den Eibsee aus der Richtung Zugspitze. Gut zu sehen ist die Cirrus-Bewölkung an diesem Freitagnachmittag. Auf Höhe des Sees ist an den Wegen kein Schnee mehr, im Gegensatz zu Abbildung 7.*

## Tag 8: Montag „Hohenpeißenberg“

von Tom Lucas 25.3.19

Wetter in Garmisch-Partenkirchen: Bei 1,3 Sonnenstunden erwarteten uns 7,8°C Höchsttemperatur mit einer Niederschlagshöhe von 0,3 mm und Windgeschwindigkeiten im Tagesmittel von 4,0 m/s.

Anders als gewohnt begann der Tag an diesem Montagmorgen nicht mit einem üppigen Frühstück. Zu früh mussten wir unsere Fahrt um 6:30 Uhr zum Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg beginnen um dort nicht den Sondenaufstieg zu verpassen. Nach einer knapp einstündigen kamen wir am Observatorium auf dem Hohenpeißenberg an. Dort herrschten ungemütliche 4 C° Außentemperatur, denn diese war in der Nacht stark gesunken, wo wir die vorige Woche doch noch so sonnig, warmes Wetter genießen konnten.

Das Observatorium ist die älteste Bergwetterwarte der Welt. Es ist dem Deutschen Wetterdienst (DWD) angegliedert und betreibt Ozonforschung, Aerosol- und Spurengasmessungen und Radarmeteorologie. Zusammen mit der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus auf der Zugspitze (siehe nächster Tag) ist es die einzige Globalstation im Global Atmosphere Watch (GAW) Verbund in Deutschland. Außerdem ist es die einzige verbliebene Station im Mannheimer Messnetz, an der seit dem 1. Januar 1781 bis heute nahezu unterbrechungsfrei meteorologische Beobachtungen durchgeführt werden.

Nach unserer Ankunft wurden wir herzlich empfangen, doch konnten wir es uns nicht lange gemütlich machen, denn die Ozonsonde konnte nicht auf uns warten. Zunächst bekamen wir aber noch einen ausführlichen Einblick ins Innere der Sonde.



Abbildung 18: Das Observatorium: Links das amerikanische LIDAR im Container, darüber die Messplattformen und die runde Radar-Anlage des Observatoriums.

Die Messung der Ozonkonzentration erfolgt elektrochemisch. Die Außenluft wird in eine Messzelle gepumpt, die mit einer Kaliumjodid-Lösung gefüllt ist. Die Reaktion des in der Luft befindlichen Ozons mit dem Jodid erzeugt ein elektrisches Signal proportional zur Menge an Ozon. Der dabei geflossene Strom kann gemessen und in eine Ozonkonzentration umgerechnet werden.

Vor dem Observatorium in einer Art Scheune wurde der Wetterballon dann unter strengen Sicherheitsvorkehrungen mit Wasserstoff befüllt, welcher wesentlich günstiger ist als Helium. Anschließend wurde die Sonde und eine Spule am Ballon befestigt, die sich nach dem Start abrollen würde, um die nötige Distanz der Sonde zum Ballon zu gewährleisten. Die Spezialsonden, die nach dem Ende der Messungen auf die Erde zurückfallen und dabei von einem kleinen Fallschirm gebremst werden, können erneut genutzt werden - vorausgesetzt sie werden wiedergefunden. Peilsender enthalten diese Sonden aus Kostengründen nicht. Stattdessen ist eine Adresse aufgedruckt an die möglichen Finder die Sonde zurückschicken können.

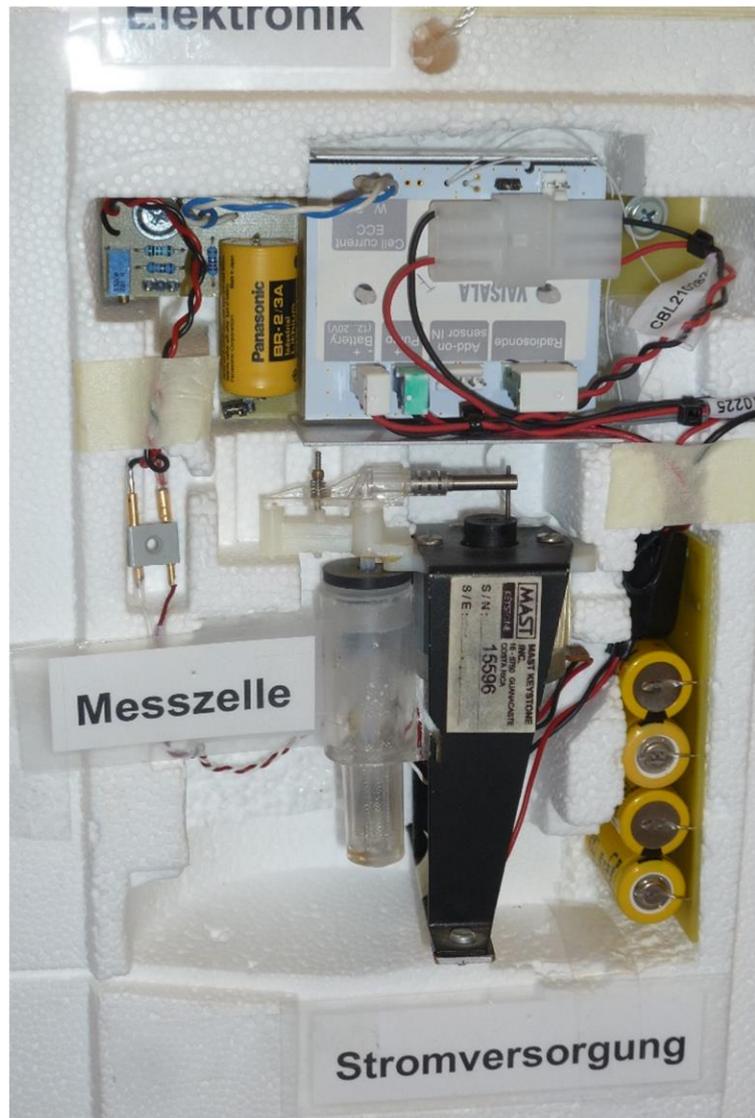


Abbildung 19: Ein Beispiel für eine Ozonsonde, bevor sie am Ballon befestigt wird.

Nach einem reibungslosen Start bekamen wir im Warmen eine Präsentation zur Geschichte des Observatoriums. Das Observatorium gehörte am Ende des 18. Jahrhunderts, als man mit den Beobachtungen begann, zum Kloster Rottenbuch und wurde von den Augustinerchorherren betrieben. Bereits in den Jahren 1758 und 1759 wurden auf dem Hohenpeißenberg die ersten meteorologischen Beobachtungen durchgeführt.

Karl Theodor von der Pfalz gliederte in den Jahren 1779 und 1780 der Mannheimer Akademie die *Societas Meteorologica Palatina* an. Hierbei sollte die astronomische Beobachtungsstätte auf dem Hohenpeißenberg direkt in das Mannheimer Beobachtungsnetz eingegliedert werden. Das Messprogramm der Station Hohenpeißenberg umfasste Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchte, Niederschlag, Verdunstung, Windstärke und -richtung, Himmelszustand, Wettererscheinungen wie zum Beispiel Nebel oder Gewitter, magnetische Deklination und Inklination, atmosphärische Elektrizität und phänologische Entwicklung.

Anschließend gab es eine Führung durch das Gebäude. So landeten wir zunächst auf dem Dach, auf dem sich diverse Messinstrumente wiederfanden. Unter anderem wurde jedoch auch Luft eingesaugt.

Anschließend führte man uns in ein Labor, in dem man unter anderem besagte Luft auswertet und ihre Zusammensetzung analysiert. Außerhalb des Hauptgebäudes lag noch ein kleines Gebäude, in dem sich der LIDAR befand. LIDAR-Systeme zur Atmosphärenmessung senden Laserimpulse aus und detektieren das aus der Atmosphäre zurückgestreute Licht. Aus der Lichtlaufzeit der Signale wird die Entfernung zum Ort der Streuung berechnet.

Dann endete unsere Führung und, nach dem obligatorischen Gruppenfoto vor dem typischen DWD Messfeld, auch unser Besuch im Observatorium.

Doch war es noch Vormittag und so entschied man sich noch ein wenig die Umgebung zu befahren. So steuerten wir zunächst die romanische Basilika St. Michael in Altenstadt an, die in ihrer für die Region ungewöhnlichen romanischen Form erhalten blieb, weil den Altenstädtern damals das Geld für aufwändige Umbauten fehlte. Anschließend besuchten wir die Wallfahrtskirche zum Gegeißelten Heiland auf der Wies, wie ihr vollständiger Name lautet. Sie ist seit 1983 Weltkulturerbe und für ihre bemerkenswert prächtige Ausstattung bekannt.

Der restliche Tag stand zur freien Verfügung und so konnten wir noch letzte Vorbereitungen für den kommenden Tag treffen, an dem uns die Zugspitze erwartete.



*Abbildung 20: Sondenaufstieg, durchgeführt von Kezia Lange*



Abbildung 21: Ein Exponat zur Darstellung, wie man Schadstoffe aus der Atmosphäre anreichert, um sie messbar zu machen.



Abbildung 22: Auf einem großen 4K-Monitor wurden alle Messungen und Ergebnisse dargestellt.

## Tag 9: Dienstag „Tour zum Schneefernerhaus und zur Zugspitze“

Von Pia Driftmann zum 26.3.19

Wetter in Garmisch-Partenkirchen: Bei 4 Sonnenstunden erwarteten uns 8°C Höchsttemperatur mit einer Niederschlagshöhe von 0,1 mm und Windgeschwindigkeiten im Tagesmittel von 1,5 m/s.

Wetter auf der Zugspitze: Bei 11,1 Sonnenstunden erwarteten uns -11,9°C Höchsttemperatur mit einer Niederschlagshöhe von 1,9 mm sowie einer Schneehöhe von 465cm und Windgeschwindigkeiten im Tagesmittel von 3,9 m/s (Spitzen bei 11,9 m/s).

Der Tag begann im Winter Wonderland, denn ich Nacht sind unten im Tal mehrere Zentimeter Neuschnee gefallen und auf der Zugspitze, unserem Ziel des Tages, sogar knapp 40 cm.



Abbildung 23: Tafelbild mit Seilbahnen und Zugstrecke zur Zugspitze



Abbildung 24: Blick aus dem Zug während der Auffahrt zum Zugspitzplatt

Der Zug zum Zugspitzplatt startete um 9:15. Ab Grainau waren wir in einer schneeweißen und unberührten Natur. Oben angekommen empfangen uns Schneemassen und die mit UV-Index fünf strahlende Sonne.

Der UV-Index beschreibt, den am Boden erwarteten, Tageshöchstwert der sonnenbrandwirksamen UV-Strahlung. Je höher der UV-Index ist, desto schneller kann bei ungeschützter Haut ein Sonnenbrand auftreten. An dem Tag schwank die gesundheitliche Gefährdung zwischen mittel (UV-Index 4) und hoch (UV-Index 7). Zum Vergleich, im Sommer in Hannover haben wir Werte um UV-Index 8.

Die Grafik zeigt den Verlauf des UV-Index an dem Tag. Auffällig ist die höhere Messung, als die vorhergesagte Clear-Sky-Prognose des DWDs. Dies kann verschiedene Gründe haben. Zum einen könnten die Neuschneemengen dafür verantwortlich sein. Neuschnee hat eine Albedo von bis zu ~0,9 (vgl. alter Schnee ~0,6), daher wird sehr viel solare Strahlung reflektiert. Außerdem könnten an dem Tag die Ozonkonzentration geringer gewesen sein. Zudem wurden an dem Tag Altocumulus-Bewölkung gemeldet. Die, an den Bergkämmen hängenden Wolken, könnten durch ihre Reflektion zu einer erhöhten Messung der Strahlung geführt haben.

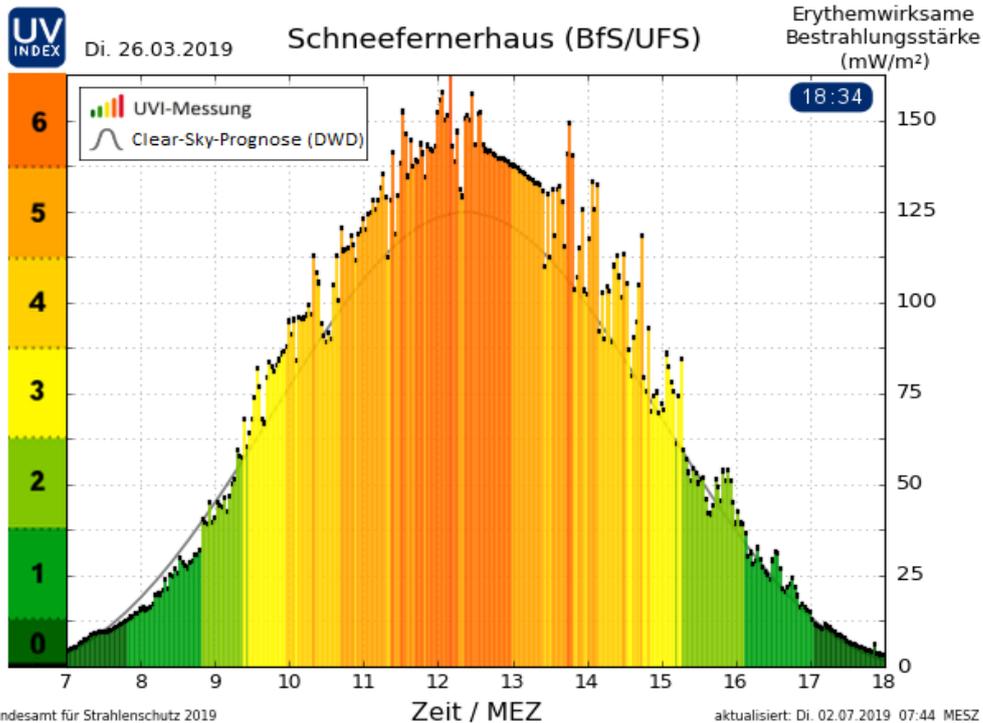


Abbildung 25:  
UV-Index im  
Verlaufe des  
Tages

Nach einem kurzen Intermezzo mit dem Schnee und letzten Sonnenbrillenkaufs ging unsere Privatgondel zum Schneefernerhaus.



Abbildung 26: Schneebad auf  
dem Zugspitzplatt

### Die Umweltforschungsstation Schneefernerhaus

Das Schneefernerhaus ist seit 1999 Deutschlands höchst gelegene Forschungsstation auf 2650 m ü NN (unterhalb des Zugspitzgipfels). Es bildet eine einzigartige Plattform für kontinuierliche Beobachtung physikalischer und chemischer Eigenschaften der Atmosphäre sowie die Möglichkeit zur Analyse wetter- und klimawirksamer Prozesse. Sie dienen zur Beschreibung von Zustand und künftiger Entwicklung des weltweiten Klimas. Wissenschaftler vieler verschiedener Einrichtungen und Institute führen Messungen durch und arbeiten an Forschungsprojekten. Außerdem bietet es für Lehre, Bildung und Nachhaltigkeitsstrategien ein Kommunikations- und Tagungszentrum.



Abbildung 27: Start der Rundführung im Eingangsbereich.

Wir hatten eine ausführliche Führung durch die Höhenforschungsstation und die Möglichkeit in die Organisation, die Infrastruktur und die verschiedenen Messung Einblick zu bekommen.

Vor der Forschungseinrichtung war das Schneefernerhaus ein Hotel und stand am Gletscher „Schneeferner“; einer der letzten deutschen Gletscher. Vom Tal aus wurde ein Tunnel mit Zahnradbahn bis zum Hotel gebaut und es gab die Möglichkeit durch ein Tunnelsystem auch von der österreichischen Seite in das Hotel zu kommen. Heute wird der Tunnel nur noch bedingt genutzt. Das Haus bekommt das Frischwasser aus dem Tal hochgepumpt, was auf den Touristenbereich auf der Zugspitze nicht zu trifft. Dort werden jeden Tag riesige Kanister mit Wasser hochgebracht.



Abbildung 28: Zwischenstation im Versorgungstunnel im Schneefernerhaus.

Aktuell gibt es folgende Forschungsschwerpunkt im Schneefernerhaus:

- Regionales Klima und Atmosphäre
- Satellitenbeobachtung und Früherkennung
- Kosmische Strahlung und Radioaktivität
- Hydrologie
- Umwelt- und Höhenmedizin
- Global Atmosphere Watch
- Biosphäre und Geosphäre
- Wolkendynamik

Wir hatten die Möglichkeit die verschiedenen Messplattformen zu besichtigen und viele Messgeräte zu sehen, allerdings haben die Schneemengen das eingeschränkt. Jeder hat dort die Möglichkeit in seinem Forschungsprojekt Messinstrumente zu installieren, solange es die vorhandenen Messungen nicht behindert und es das Science Team des Schneefernerhauses abnimmt.

Durch den fehlenden Einfluss der aerosolgeladenen Stadtluft eignet sich der Standort besonders für Messungen im Bereich der Radioaktivität, des Aerosolvorkommen und der Aerosolbeschaffenheit.

Das Schneefernerhaus verfügt über ein LIDAR-System (englisch: light detection and ranging). Mithilfe eines Lasers werden bei klarem Nachthimmel Lichtimpulse senkrecht in den Himmel geschickt. Gemessen wird anschließend die reflektierte und rückgestreute Intensität des Lasers. Daraus können zum Beispiel Aerosol-, Temperatur- und Ozonkonzentrationsprofile bestimmt werden. Dies ist ein sehr wichtiges Messinstrument im Bereich der Fernerkundung.



*Abbildung 29: Das Zugspitzplateau vom Schneefernerhaus aus gesehen.*



*Abbildung 30: Das Schneefernerhaus.*

## Die Zugspitze (Top of Germany, 2962m)

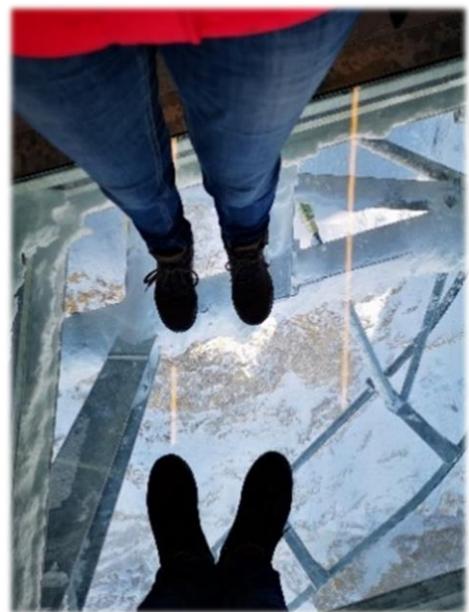
Nach der Führung im Schneefernerhaus und einem Snack in dem Restaurant ging es mit der Gondel weiter zum höchsten Punkt Deutschlands. Schon vom Platt aus sahen wir, dass die Zugspitze in Wolken eingehüllt war. Jetzt war nur die Frage, ob wir oben in oder über den Wolken sein werden. Als wir dann als fast einzige Besucher oben ankamen, waren wir knapp oberhalb der Wolkenobergrenze. Der Wind blies kräftig und die angenehme Wärme vom Zugspitzplatt war verflogen.

Wegen der Witterung und vermutlich auch des Monats konnte man leider nicht zum Gipfelkreuz klettern, was viele sehr schade fanden. Immerhin konnte man kurz mal nach Österreich gehen und auch der ein oder andere Schneeball ist geflogen.

Nach einer kurzen Zeit wurden wir durch die ganzen geschlossenen Cafés und Restaurants gefühlt rausgeworfen und wir nahmen die Gondel Richtung Eibsee und Tal. Die Gondel war für viele dabei nochmal ein Erlebnis. Immerhin überwindet sie die knapp 2000m Höhenmeter in 10min und mit über 10m/s im Schnitt und dabei die meiste Zeit direkt an der Felswand.



Abbildung 31:  
Verschiedene Bilder von  
der Zugspitze.



Unten war uns allen dann wieder angenehm warm und jeder lies den Tag auf seine Art und Weise ausklingen.

#### Quellen

- <https://zugspitze.de/>
- <https://www.schneefernerhaus.de>
- Eigene Notizen und Bilder

## Tag 10: Mittwoch „Heimreise und Helmholtz Zentrum München, EUS“

Von Henrik Wiegand zum 27.3.19

Wetter in Garmisch-Partenkirchen: Bei 0,1 Sonnenstunden erwarteten uns 7,9°C Höchsttemperatur ohne Niederschlag und Windgeschwindigkeiten im Tagesmittel von 1,7 m/s.

Wetter in München: Bei 0,1 Sonnenstunden erwarteten uns 7,7°C Höchsttemperatur mit einer Niederschlagshöhe von 0,3 mm und Windgeschwindigkeiten im Tagesmittel von 1,5 m/s.

Der letzte Tag der Exkursion war nun angebrochen. Nach einem stärkenden Frühstück in unserem Hotel traten wir in aller Frühe die Heimfahrt nach Hannover an mit einem letzten Zwischenhalt in Neuherberg bei München. Das Ziel in Neuherberg war das Helmholtz Zentrum München, etwas genauer gesagt, die Forschungseinheit für Umweltsimulationen (EUS).

Nach einer 1,5 stündigen Autofahrt erreichten wir das Forschungsgelände, welches sich das Helmholtz Zentrum und das Bundesamt für Strahlenschutz teilen. Einen kurzen Spaziergang später wurden wir herzlich von dem Abteilungsleiter des EUS Prof. Dr. Jörg-Peter Schnitzler, dem Physiker Dr. Andreas Albert und dem Physikdotorand Anton Kopatsch empfangen und zu einer Besichtigung der Expositionsammern (Phytohtrons) eingeladen.

Die Expositionsammern werden für realistische, reproduzierbare Experimente mit Organismen, vor allem Pflanzen, genutzt und simulieren im Wesentlichen die spektrale Bestrahlungsstärke, die Zusammensetzung der Atmosphäre (z.B. Spurengase, VOCs etc.) samt Luftfeuchtigkeit und die Temperatur.



*Abbildung 32: Eine der kleineren Expositionsammern. Oben sieht man den Wasserfilter auf Glas, an den Seitenwänden UV-B Röhren. Unter dem Glas unten können Pflanzen und andere Proben positioniert werden.*

Wie wir zuallererst erfahren konnten, wurde die Simulation der spektralen Bestrahlungsstärke von Prof. Dr. Seckmeyer im Rahmen seiner Doktorarbeit entwickelt. Durch den Einsatz von mehreren verschiedenen künstlichen Lichtquellen in Kombination wie Metall-Halogenid-Lampen, Quarz-Halogen-Lampen und blauen Fluoreszenzröhren kann das Sonnenspektrum vom UV-A Bereich bis hin zu infraroten Wellenlängen simuliert werden. Durch einen zusätzlichen Wasserfilter kann ein Teil der zu hohen Infrarotstrahlung abgeschwächt werden, während darunter UV-B Röhren das solare Spektrum im kurzwelligen Wellenlängenbereich bis unter 280 nm ergänzen. Durch "Cut-Off"-Filter, die den kurzwelligen Bereich bis zu einer Grenzwellenlänge aus dem Spektrum herausfiltern, können dann verschiedene UV-B Szenarios simuliert werden. Ebenfalls kann der Tagesgang simuliert werden, da die Lampen in Blöcke eingeteilt sind, die dann einzeln zu- oder abgeschaltet werden können.

Dieses weltweit einzigartige System erreicht sowohl in der Qualität als auch in der Quantität eine sehr gute Übereinstimmung mit dem realen Spektrum der Sonne, wie wir von Prof. Schnitzler erfahren konnten, siehe Abb. 1. Das Verhältnis von UV-B Strahlung zu UV-A Strahlung und wiederum zur PAR Strahlung ist in der Natur mit 1:38:293 beobachtet worden, während der Simulator ein Verhältnis von 1:36:281 erreicht.

Nachdem wir die Expositions-kammern besichtigen durften, wurden wir von Herrn Kopatsch eingeladen, einen Blick auf seine Arbeit zu werfen. Er beschäftigt sich im Rahmen seiner Doktorarbeit mit der Entwicklung einer LED-basierten Sonnensimulation.

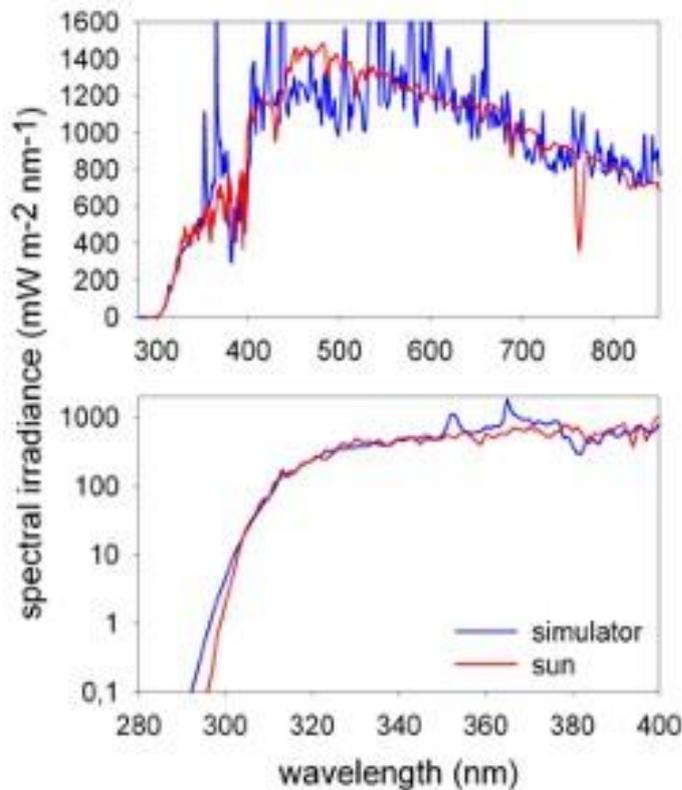


Abbildung 33: Vergleich zwischen simuliertem (blau) und realem Spektrum (rot).

Im Anschluss an diesen kurzweiligen Rundgang durch die Räumlichkeiten des EUS kehrten wir zusammen mit unseren Gastgebern um Prof. Schnitzler in der Mensa des Forschungsgeländes ein, um uns für die anstehende Heimreise erneut zu stärken.

Nach einer mehrstündigen und zehrenden Autofahrt ging die Exkursion am späten Abend nach knapp 11 Tagen zu Ende und wir erinnern uns rückblickend sehr gerne an die gewonnenen Erfahrungen aus der Welt der Wissenschaft und großartigen Eindrücke des alpinen Terrains.

Auf einem großen Kühlkörper hat er dazu eine Kombination von verschiedenen LEDs angebracht, die er einzeln mit einem Vorschaltgerät ansteuern kann. Über die Variation der Stromstärke kann er das emittierte Spektrum der LEDs verändern und experimentell eine Kombination herausfinden, die dem Spektrum der Sonne in Qualität und Quantität entspricht. Eine schwierige Aufgabe bei der theoretisch möglichen Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten, wie uns Anton Kopatsch erzählte. Die Notwendigkeit seiner Arbeit begründet sich zum einen darauf, dass die jetzigen Expositions-kammern etwa 90kW pro Stunde verbrauchen und durch den Einsatz von LEDs eine Energieersparnis erwartet wird, und zum anderen, dass die Lampen in den derzeitigen Expositions-kammern nur noch schwierig bzw. bald gar nicht mehr zu beschaffen sind.

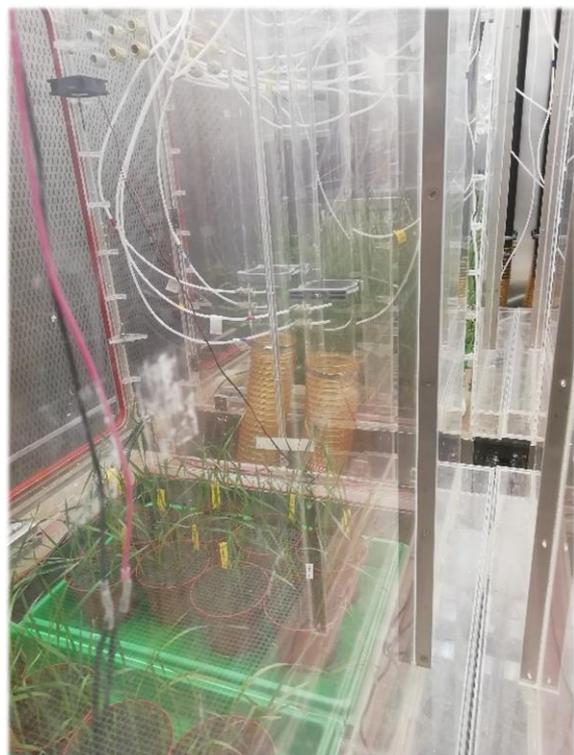


Abbildung 34: Die großen Expositions-kammern sind größer als ein Fahrstuhlraum. Mit mehreren Leuten konnten wir die Experimente innerhalb der Kammer betrachten.



*Abbildung 35: Der wohl stärkste bleibende Eindruck: Diese Schneemenge ist in Hannover (allen voran mit der Erderwärmung) wohl nicht (mehr) möglich.*

#### Quelle

- [https://www.helmholtz-muenchen.de/fileadmin/\\_migrated/pics/sosi\\_spectrum\\_01.jpg](https://www.helmholtz-muenchen.de/fileadmin/_migrated/pics/sosi_spectrum_01.jpg)
- Eigene Notizen und Bilder

## Anhang (Ausarbeitungen zu den Vorträgen)

### Thema 3: Grenzschichtmeteorologie, Turbulenz

Zusammenfassung von Calogero Gaetani

#### *Der Einfluss der Anströmbedingungen auf die Grenzschicht in einem Tal*

Zur Untersuchung der atmosphärischen Grenzschicht in Anbetracht der Anströmungsbedingungen wurde ein Tal in Korsika herangezogen. In der Leeseite des Hauptgebirgskamms wurden die Einflüsse der großräumigen, westlichen Anströmung anhand von zahlreichen Messdaten analysiert. Diese Daten wurden vom weitreichenden HyMeX-Programm (Hydrological cycle in the Mediterranean experiment) bereitgestellt. Sie wurden im Jahre 2012 aufgezeichnet und umfassen verschiedene Beobachtungsquellen wie Flugzeugmessungen, Radiosonden, Bodensonden, Doppel-Lidar und Wolkenradar. Im Detail wurden zwei Tage im Oktober 2012 analysiert, indem die Anströmung der Westwinde unterschiedlich stark war. Die Entwicklung der atmosphärischen Grenzschicht im Tal wurde maßgeblich durch Konvektion, thermisch induzierte Windsysteme sowie die großräumige, westliche Anströmung bestimmt. Allerdings waren die Bedingungen entlang der Talachse zeitlich und räumlich unterschiedlich. Die Beobachtungen deuten darauf hin, dass in den Zeitspannen, in denen die dynamisch angetriebene Strömung dominierte, warme und trockene Luft aus der freien Troposphäre, in Teilen des Tals, in die Talatmosphäre hinunter advehiert wurde. Im Vergleich mit einem Tag, an dem die westliche Anströmung deutlich stärker war, stellte man fest, dass die Transporte der Grenzschichteigenschaften über mehrere Stunden lang kontrollierten, während sie an dem Tag der geringeren westlichen Anströmung nur eine Stunde lang beobachtet wurden.

#### *Staubteufel*

Staubteufel sind vertikal erstreckte atmosphärische Luftwirbel. Sie entstehen, wenn durch die Sonneneinstrahlung der Boden lokal aufheizt und ein vertikaler Temperaturgradient entsteht. Dessen Struktur wird folglich durch den radialen Zufluss bodennaher Luft, die anschließend zu einer Aufwärtsströmung innerhalb des Wirbels beschleunigt wird. Viele Mechanismen im Zusammenhang mit der Entstehung dieses Phänomens sind noch unzureichend verstanden, da experimentelle Untersuchungen und Messungen der Atmosphäre beschränkt sind. In dem Vortrag wird präsentiert, wie man Staubteufel in einem Laborexperiment aufbauen kann und untersuchen kann. Zu diesem Zweck wurde ein mit Luft gefüllter zylindrischer Tank aufgebaut, mit einer Heizplatte am Boden. Es kann eine Temperatur zwischen 20 °C und 80 °C präzise eingestellt werden. Eine zweite Platte wird zum Kühlen mit Temperaturen zwischen 10 °C und 30 °C in einer Höhe von 0,2 m bis 6,3 m platziert. Die Innenwände sind vollständig adiabatisch. Diesen Aufbau nennt man Rayleigh-Bèrnard-System. Damit ist es möglich, atmosphärische Grenzschichtphänomene, wie die Entstehung von Wirbelstrukturen, gut nachzubilden und unter kontrollierten Bedingungen zu studieren.

#### *Bestimmung der räumlichen Verteilung turbulenter Größen in komplexem Gelände mit mehreren Doppler Wind Lidaren*

Das Windfeld wird in komplexem Gelände stark von den orographisch induzierten Effekten beeinflusst. Ein Beispiel sind die Föhnwinde. Die Strömung in einem Tal einströmend, so wird deren Bahn abhängig von der einzigartigen Orographie räumlich und zeitlich variieren. Seitdem wurden Föhnwinde auf synoptischer Skala und Mesoskala untersucht. Es gibt wenige Studien, die die kleinskaligen Eigenschaften explizit messen und quantifizieren. Jedoch gibt es Hinweise darauf, dass kleinskalige Prozesse beim Durchbrechen des Föhnwindes in Tälern eine wesentliche Rolle spielen. Um den Wissensstand zu inkrementieren, fanden im Herbst 2017 im Rahmen des Forschungsprogramms PIANO (Penetration and Interruption of Alpin Foehn) intensive Messungen in Österreich statt. Die PIANO Kampagne konzentrierte sich auf den Bereich in und um Innsbruck. Ein

dichtes Messnetz an Temperatursensoren, automatische Wetterstationen und Eddy-Kovarianz-Stationen wurde dafür installiert. Der Kern der Messungen bestand aus vier Doppler Wind Lidare. Die wurden auf den Dächern im Stadtgebiet betrieben. Die Beobachtungen der PIANO Kampagne werden vorgestellt. Die größte Herausforderung bei der Planung und Umsetzung stellten die Komplexität des Stadtgebiets und die hohe Variabilität des Windfeldes dar. Die aus der Doppler Wind Lidar resultierenden komplanaren Messungen in drei Raumrichtungen ermöglichen es Varianzfelder der Windkomponenten für die jeweilige Beobachtungsebene zu bestimmen. Diese Daten verwendet man, um die Fluktuationen der turbulenten Größen quantifizieren zu können.

## Thema 4: Strahlung, Wolken, Niederschlag

Zusammenfassungen von Tim Volkmann

### *Vortrag 2: Der Einfluss von 3-dimensionaler thermischer Strahlung auf die Dynamik und Mikrophysik von Cumuluswolken*

Dieses Thema wurde von Carolin Klinger, Graham Feingold, Bernhard Mayer und Takanobu Yamaguchi erarbeitet.

In ihrem Abstract wird kurz erläutert wie Wolken durch Kondensation entstehen und dabei thermische Strahlung sowohl emittieren als auch absorbieren werden kann. Dies geschieht an den Grenzflächen der Wolken und die so auftretenden Erwärmungs- und Abkühlungsraten können um einige Größenordnungen höher ausfallen als bei Clear-Sky Tagen. Gleichzeitig werden so auch die Dynamik und die mikrophysikalische Zusammensetzung der Wolke, beziehungsweise der Wolkenfelder, verändert. Dies betrifft vor allem die Zirkulation in der Wolke, die Aufteilung und Strukturierung des Feldes und zudem auch das Wachstum der einzelnen Wolkentröpfchen, was sich wieder auf potenzielle Niederschlagsbildung auswirkt. Gleichzeitig kann die veränderte mikrophysikalische Zusammensetzung der Wolke auch die Zirkulation beeinflussen, welche wieder Strahlungseffekten entgegenwirken kann.

In der Präsentation wird ein Vergleich von 1D-Näherung und 3D-Rechnung von thermischen Erwärmungs- und Abkühlungsraten erläutert, sowie deren Einfluss auf oben genannte Aspekte

### *Vortrag 5: Eiskristallkonzentrationen aus Satellitendaten*

Dieses Thema wurde von Johannes Quaas, Odran Sourdeval, Edward Gryspeerdt, Martina Krämer und Johannes Mülmenstädt erarbeitet.

In ihrem Abstract wird die unzureichende Erforschung der globalen Verteilung der Mikrostruktur von Eiswolken thematisiert, da diese eine weitaus kompliziertere Mikrophysik besitzen als Flüssigwasserwolken. Zudem gab es bereits noch weniger Ergebnisse in Betrachtung der Auswirkung der anthropogenen Aerosole auf jene Eiswolken. Die Vortragenden haben deswegen ein Radar-Lidar-Verfahren entwickelt, welches die Größenverteilung der Eiskristallanzahlkonzentration,  $N_i$ , nach einer variationellen Methode schätzt. Jenes ist mit großen Messunsicherheiten behaftet und bedarf einer ausführlichen Evaluierung der Daten, durch Zuhilfenahme von Ergebnissen anderer Messverfahren, wie dem HALO-Forschungsflugzeug. Trotzdem lassen sich so sinnvolle Charakteristiken der Eiswolken erschließen.

### *Vortrag 6: Langzeitbeobachtungen von Flüssigwasserwolken mittels bodengebundener Fernerkundung in Jülich: Überblick über Wolkeneigenschaften und Messunsicherheiten*

Dieses Thema wurde von Bernhard Pospichal und Ulrich Löhnert erarbeitet.

Zuerst erklären die Autoren die Vorteile von Bodenmessungen und Fernerkundungsverfahren bei der Beobachtung und Beschreibung von Wolken im Hinblick auf zeitliche und räumliche Auflösung. Das

JOYCE (Jülich Observatory for Cloud Evolution) verfügt über eine umfangreiche Datensammlung über Flüssigwolken. Diese wurde mit einem Wolkenradar, einem Mikrowellenradiometer, sowie einem Ceilometer erstellt. Im Rahmen des „Cloudnet“ (das europäische Wolkenbeobachtungsnetzwerk) wird damit eine Wolkenklassifikation durchgeführt. In der Präsentation wird der Flüssigwasserpfad von Wolken dargestellt und die vertikale Zusammensetzung betrachtet. Weitergehend wird die adiabatische Annahme des Flüssigwasserprofils geprüft und die Verbindung zu anderen Merkmalen wie Stabilität, Vertikalgeschwindigkeit oder das Auftreten von unterkühlten Flüssigwasserwolken geklärt. Im letzten Teil des Vortrages werden die Messunsicherheiten evaluiert und zudem wie sie durch verbesserte Kalibrierungen minimiert werden können.

## Thema 6: Extreme Ereignisse

Von Tom Lucas

### *Hochaufgelöste Analyse von kleinräumigen Extremniederschlägen mithilfe des WegenerNet Klimastationsnetzes*

(Jürgen Fuchsberger, Katharina Schroerer, Sungmin Oo, Ulrich Foelsche, Gottfried Kirchengast)

Das WegenerNet Klimastationsnetz ist ein 150 Messstationen umfassendes Ensemble in Österreich, welches in kleinen Abständen (5 Minuten) und in einem kleinräumigen Gebiet (22 km x 16 km) typische meteorologische Daten erhebt, um Aufschluss über die Entwicklung von Starkregenereignissen zu geben. Die über zwölf Jahre aufgenommenen Daten geben durch ihre hohe Dichte an Stationen (eine Station pro 2 km<sup>2</sup>) eine konkretere Vorstellung als die aus üblichen operationellen Messnetzen (eine Station pro 10 km<sup>2</sup>). Dabei konnten zwei Studien abgeschlossen werden, die beide empirisch quantifizieren, dass mit zunehmendem räumlichen sowie zeitlichen Abstand der Messstationen beziehungsweise mit „abnehmender horizontaler und zeitlicher Auflösung der Beobachtungsdaten“ Extremwetterereignisse wie in diesem Fall Extremniederschläge zunehmend unsicher charakterisiert werden. Das Problem ist, dass es bei den niedriger aufgelösten Messnetzen zur Unterschätzung der Intensität kommt, da logischerweise eine geringere Chance besteht die für Extremereignisse wichtigen Maxima aufzuzeichnen.

### *Langfristige Änderung der planetaren Wellenaktivität in den mittleren Breiten: Gibt es einen Zusammenhang zu extremen Temperaturereignissen?*

(Lisa Küchelbacher, Sabine Wüst, Michael Bittner)

Kurz gesagt: Ja. Dass die atmosphärischen Rossby-Wellen (hier planetare Wellen) maßgeblich unser Wetter in den mittleren Breiten beeinflussen ist allgemein bekannt. Es wird zudem davon ausgegangen, dass der, durch den Klimawandel, abnehmende meridionale Temperaturgradient zwischen dem Äquator und den Polen diese planetaren Wellen verändert. Demnach ist anzunehmen, dass es auch zu einer Änderung der Extremwetterereignisse kommen könnte. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat in einer 40-jährigen globalen Analyse der Wellen vom Bodenniveau bis in 65 km Höhe evaluiert, dass sich die planetare Wellenaktivität besonders in der Stratosphäre bereits geändert hat. Zudem fand man heraus, dass insbesondere die Aktivität der Wellen, welche oft in Verbindung mit Extremwetterereignissen stehen, überdurchschnittlich zugenommen hat. Außerdem sah man eine lokale Konzentration des Phänomens auf dem Atlantik vor dem europäischen Festland, als man sich die Wellenaktivität in der Troposphäre ansah.

### *Alles rund um Hagel*

In der zweiten Stunde gibt es vier Vorträge über das Thema Hagel. Hagelklima, Hagelunwetter, Hagelrisiko und -gefährdung sowie Hagelschäden. Dabei werden Versicherungs- und Radardaten zu Hilfe gezogen, um Lücken in den Aufzeichnungen zu schließen und daraus Modelle entwickelt. Es werden Veränderungen analysiert und Risiken werden neu abgeschätzt.

## Thema 7: Hochleistungsrechner im Wetter- und Klimabereich

### *Vortrag 1: „PALM-4U: Stadtklimamodell“ (vom IMUK)*

In diesem Vortrag wird das PALM-4U-Modell vorgestellt und gezeigt wie das Modell auf Hochleistungscomputersystemen laufen kann. Da solche Modelle gerade bei 3-dimensionalen Simulationen sehr Rechen- und Speicherlastig sind, benötigt man spezielle Hardware welche beispielsweise mit den Prozessortechnologien von Intel, AMD oder Nvidia laufen. Dabei werden die einzelnen Prozessoren mit für paralleles Rechnen ausgelegten Systemen (bspw. von Intel, IBM oder Nvidia) verbunden. Das PALM-4U nutzt diese Systeme um fein aufgelöste Simulationen (15m Gitterweite) auf ganze Stadtgebiete (bspw. Berlin mit ca. 1700km<sup>2</sup>) anwenden zu können. Dabei werden mitunter Wärme-, Strahlungs-, Luftqualitäts- und UV-Expositionseigenschaften berücksichtigt, um bspw. bei Bauprojekten den Einfluss neuer Gebäude auf das umliegende Gebiet zu betrachten.

### *Vortrag 3: „Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen in der Wettervorhersage“*

In diesem Vortrag wird (auf Englisch) die Nutzung und Entwicklung von künstlicher Intelligenz und dem maschinellen Lernen für Wettervorhersagen und Klimaforschungen diskutiert. Künstliche Intelligenz hat in den letzten paaren Jahren einen großen Sprung nach vorne gemacht, und es werden mittlerweile Systeme und Prozessoren allein für maschinelles Lernen entwickelt. Diese Entwicklung soll auch in der Meteorologie Einzug finden, um zukünftige Projekte besser und schneller zu entwickeln. Im Vortrag werden einige bereits verfügbare Techniken und Werkzeuge dargestellt, die auf Basis von KI funktioniert sowie mögliche zukünftige Anwendungen.

### *Vortrag 4: „Verbesserte Skalierbarkeit für hochaufgelöste Simulationen“*

In diesem Vortrag geht es um Systeme wie beispielsweise das Large-Eddy-Modell, welche auf verschiedenen Systemen im HPC-Bereich (High-Performance-Computing/Hochleistungsrechnen) laufen verbessert werden können. Als Beispiel werden die Hochleistungsrechner JURECA und JUWELS genannt. JUWELS ist ein System mit 10,4 PetaFLOPS CPU und 1,6 PetaFLOPS GPU Leistung (FLOPS heißt „Floating Point Operations per Second“ also „Fließpunktberechnungen pro Sekunde“ und stellt eine Einheit für die Rechenleistung von Prozessoren dar. Als Vergleich: Im „Heim-PC“ stecken beispielsweise in einem Intel Core i7-7700K 241 GigaFLOPS Rechenleistung. Im Professionellen (nicht-wissenschaftlichen) Bereich werden bspw. Beschleuniger-Karten von Nvidia (Tesla P6000) mit bis über 19000 GigaFLOPS Rechenleistung genutzt.) Auf diesen beiden Systemen wird das „ICON“-Modell genutzt. Der Vortrag soll mitunter die Verbesserungen und Skalierbarkeit am Modell vorstellen. Das Modell selbst soll „die Parametrisierung von Wolken- und Niederschlagsprozessen in Wetter- und Klimamodellen“ verbessern.

## Thema 8: Klimawandel, Klimavariabilität, Auswirkungen auf die Gesellschaft

Zusammenfassungen von Colleen Zellmer

### *Vortrag 1: Alternative Klimaszenarien für Deutschland*

In diesem Vortrag geht es um das Projektes ReKliEs-De (Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland), bei dem Klimasimulationen mit unterschiedlichen dynamischen und statischen Regionlisierungsmethoden für Deutschland durchgeführt werden. Zudem standen bereits EURO-CORDEX Simulationen zur Verfügung, sodass man jeweils 15 für die Emissionsszenarien RCP2.6 („Klimaschutzszenario“) und RCP8.5 („Weiter wie bisher Szenario“) hat und unter Annahme gleicher Klimamodellen und unterschiedlichen Klimaindices vergleichen kann, damit man mögliche Alternativen in der Entwicklung des Klimas in Mitteleuropa aufzeigen und bewerten kann. Betrachtet werden Entwicklungen im mittleren und extremen Klima. Das Ergebnis ist ein starker Unterschied in beiden Szenarien, jedoch auch innerhalb eines Szenarios, aufgrund verschiedener Eingabeparameter.

Das RCP8.5 Szenario zeigt eine Zunahme in der mittleren Erwärmung und Extremwerten, stärkere saisonale Niederschlagsänderungen mit häufigerem und stärkerem Niederschlag und einen Rückgang an Kälte-Extrema. Im Vergleich dazu fällt das RCP2.8 wesentlich moderater aus, es zeigt auch diese Ergebnisse, jedoch nicht so extrem. Dies belegt, dass die globalen Treibhausgase verringert werden müssen, sodass sich die Klimaänderung nicht so schnell vollzieht.

#### *Vortrag 2: Wie extrem waren die Dürrebedingungen des Sommers 2018 in Europa im Vergleich zu früheren Dürresommern?*

In diesem Vortrag geht es um die Einordnung des Sommers 2018 in Bezug auf Dürrebedingungen im Vergleich zu früheren Sommern. Die Änderungen aufgrund des Klimawandels sind von gesellschaftlicher Bedeutung, da besonders die heißeren und trockenen Sommer viele Auswirkungen auf Wirtschaft, Ökosysteme und Gesellschaft haben. In der Rangfolge der heißesten Jahre gibt es Unterschiede, je nachdem welche Eigenschaften man betrachtet, ob zum Beispiel Mittel- oder Extremwerte. Hier wird der Sommer 2018 unter Betrachtung der Niederschlagsentwicklung analysiert und eingeordnet. Betrachtete Indizes sind niederschlagsbasierte Dürreindizes, Temperatur und Evapotranspiration. Diese werden noch mit Analysen des Sommers mit Hitze- und Dürreindizes verglichen. Es werden Messtationen in ganz Europa betrachtet und dann nochmal regional unter der Betrachtung extremer Sommer dargestellt. Ein Ergebnis sind wesentlich mehr Dürrebedingungen in vielen Teilen Europas. In Zukunft werden intensivere und häufigere Hitze- und Dürrebedingungen erwartet, deswegen werden Anpassungsmaßnahmen notwendig sein.

#### *Vortrag 3: Analyse und Bewertung der Auswirkungen von Klimawandel und Extremereignissen auf das Bundesverkehrsnetz Deutschlands*

In diesem Vortrag geht es um die Auswirkungen des Klimawandels auf das Verkehrssystem in Deutschland, welches von sechs Bundesbehörden erforscht wurde.

Extremereignisse im Wetter erschweren das Aufrechterhalten von Verkehrssystemen. Deswegen werden die Auswirkungen im Bezug auf Straße, Schiene und Wasserstraße untersucht und bewertet, damit diese angepasst werden können und schon in die Planungsprozesse mit einfließen können. Betrachtet wird, welche Gefahren von Extremereignissen und dem Klimawandel ausgehen und wie so die Funktionalität eingeschränkt wird. Zu Grunde liegen viele Klimaindizes, Impactmodellsimulationen, Fallstudien und Untersuchungen in Fokusgebieten zur deutschlandweiten Analyse. Es basieren alle Analysen auf Datensätzen, Auswertungsmethoden und Szenarien zur besseren Bewertung der Folgen des Klimawandels auf das Verkehrssystem. Diese Ergebnisse ermöglichen eine bessere Anpassung und deutliche Maßnahmen der Verkehrsinfrastruktur bei den Verantwortlichen. Außerdem ermöglichen die Ergebnisse eine forschungsbasierte Politikberatung in den Bundesbehörden.

## Thema 11: Flugmeteorologie

Kurzzusammenfassungen von Yasmin Ahlert

#### *Vortragsthema 1: Mit dem Segelflugzeug in die Stratosphäre (am 18.03.19 um 17:00 Uhr)*

Im folgenden Vortrag von Dieter Etling wird die besondere Wetterlage der Anden an dem Tag des neuen Höhenrekords von einem Segelflugzeug, aufgestellt von dem Spezialsegelflugzeug PERLAN 2, mit NCEP rekonstruiert und untersucht. Am 02.09.2018 erreichte PERLAN 2 südlich der Anden eine Höhe von 22.5 km, welches kein anderes Segelflugzeug jemals erreicht hat. Diese Höhe konnte nur mit Hilfe des Leewellensystems, das zudem weitere besondere Bedingungen erfüllte und der dadurch aufgetretenen starken Aufwinde, erreicht werden. Um den Höhenrekordversuch durchzuführen, war die Planung mit Hilfe von numerischen Wettervorhersagen und Modellen zur Schwerewellenvorhersage (WRF-EMS) notwendig. Diese wurde durch die Firma WeatherExtreme Ltd.

durchgeführt und ausgewertet, welche ein feines Gitter mit einem Messabstand von 670 Metern verwendeten. Die aufgetretenen Leewellen reichten an dem Tag des Höhenrekords bis in die mittlere Stratosphäre, die im Vortrag genau analysiert werden.

*Vortragsthema 2: Untersuchung des Flugverhaltens in konvektiven Wettersituationen durch Verschneidung von Flugtrajektorien mit radarbasierten meteorologischen Größen (18.03.19 um 17:15 Uhr)*

In diesem Vortrag geht es um die Präsentation von Ergebnissen des Projektes SESSAR2020 PJ10 (1) mit der Beteiligung der DFS, der MeteoSolutions GmbH und des DWD zur Untersuchung des Flugverhaltens in Bezug auf ein eventuelles Ausweichen von Gebieten mit stark konvektiven Wetterbedingungen, welche im Projekt zweidimensional definiert und das Sicherheitsrisiko für Verkehrsflugzeuge in verschiedenen Warnstufen visualisiert werden soll. Das entwickelte Produkt „Adverse Wx Zones“ soll auf den Überwachungsmonitoren von Fluglotsen installiert werden, um eine Optimierung des Flugverkehrs zu ermöglichen und den Piloten bei der Flugplanung zu unterstützen. Verschiedenste Größen wie etwa die Intensität der Konvektion, Aufenthaltsdauer des Flugzeugs im konvektiven Gebiet, die mittlere Flughöhe, die Flugphase und die Tageszeit sind einflussgebend und werden im Warnprodukt analysiert und verarbeitet. Das Flugverhalten wurde zudem mit vorhandenen Flugtrajektorien im Bremer Luftraum und den Informationen von „Adverse Wx Zones“ verglichen und statistisch ausgewertet. Dabei wird eine deutliche Abnahme der Durchflüge durch Gebiete mit einer hohen Warnstufe beobachtet. Auffällig ist, trotz hoher Warnstufe ein deutlicher Anstieg von Durchflügen durch Gebiete unter 1000 m, da es in der Landephase wenig Ausweichmöglichkeiten gibt. In Zukunft planen die Einrichtungen, fehlende Vertikalinformationen durch Berücksichtigung von Echotop-Informationen mit in das Warnprodukt aufzunehmen und das Überfliegen von konvektiven Gebieten zu untersuchen.

*Vortragsthema 3: En-rate Einsparungspotential von Treibstoff durch Nutzung von Echtzeit-Gewitterinformationen im Cockpit (19.03.19 um 9:45 Uhr)*

In diesem Vortrag geht es um eine Studie zur Flugoptimierung und der dadurch resultierenden potentiellen Einsparung von Treibstoff auf Langstreckenflügen. Die Studie basiert auf dem Gedankenexperiment, dass Piloten im Cockpit Echtzeit-Daten von Cb-global für die Flugplanung und Optimierung der Flugroute verwenden können. Untersucht wird dies durch die innertropische Konvergenzzone über dem Atlantik und zwei Methoden werden zur Abschätzung vorgestellt, verglichen und diskutiert. Eine Methode verwendet Gewitterstatistiken über dem tropischen Atlantik und Erkenntnisse von Flügen über dem Südatlantik, bei dem im Cockpit diese Echtzeit-Daten angewendet wurden. Die andere Methode basiert auf bereits geflogene Flugrouten über dem Südatlantik aus einer Datenbank (IAGOS), welche Gewittern ausweichen mussten. Diese Routen werden mit dem Programm TOM und Daten von Cb-global optimiert, mit den tatsächlichen Routen verglichen und eine potentielle Einsparung vom Kraftstoff berechnet. Beide Methoden lieferten gute und ähnliche Ergebnisse, die ebenfalls im Vortrag vorgestellt werden.

## Thema 13: Umweltmeteorologie

Von Pia Driftmann

*Der Einfluss des Verkehrs auf die Luftqualität in Deutschland – Szenarienrechnung für 2040 (Markus Quante et al.)*

In Deutschland hat der Verkehr den größten Anteil an der Luftbelastung durch Schadstoffe, besonders in Städten, Ballungsräumen und Hauptverkehrsadern. Die signifikanten Substanzen sind Stickoxide (NO<sub>2</sub>), Feinstaub (PM<sub>10</sub>), Kohlenmonoxid (CO), flüchtige organische Verbindungen (VOCs), sowie Ozon

(O<sub>3</sub>) als sekundärer Schadstoff. Insgesamt ist die Belastung in den letzten Jahrzehnten zurückgegangen, doch vor allem bei NO<sub>2</sub> kommt es in Städten immer wieder zu Grenzwertüberschreitungen.

Für das Jahr 2040 wurde nun mithilfe des Verkehrsanteil an der zukünftigen Luftbelastung unter unterschiedlichen Steuerungsphilosophien entsprechende Szenarien entwickelt. Dazu wurden verschiedene Modelle verknüpft, wie Güter- und Personenverkehrsmodelle mit Fahrzeugflottenentwicklung, Emissionsmodelle und Luftqualitätsmodelle. Dadurch konnte der Verkehr in Deutschland mit hohem Detailgrad modelliert werden und realistische Entwicklungen für die Zukunft erstellt werden.

Zunächst wurde der Verkehr in Deutschland für das Basisjahr 2010 modelliert. Die Rechnung zeigt zum Beispiel, dass der Verkehr derzeit für 40-60 % der NO<sub>2</sub>-Konzentration verantwortlich ist. Die Rechnung für 2040 ergaben, dass diese Konzentration um 40-70 % niedriger liegen könnte als 2010. Der Anteil des Verkehrs daran wird nur noch zwischen 10-30 % liegen. Des Weiteren werden noch zu erwartende Veränderungen für Feinstaub und Ozon betrachtet.

#### *Auswirkungen des trockenen und heißen Sommers 2018 auf Landoberfläche-Atmosphäre-Wechselwirkungen verschiedener Ökosysteme in Deutschland (Anne Kloster-halfen et al.)*

Deutschland war im vergangenen Sommer besonders von den Dürre- und Hitzeperioden betroffen. Langjährige Messnetzwerke zeigen die Auswirkungen solcher Bedingungen auf Landoberfläche-Atmosphäre-Wechselwirkungen mit Größen des Wassers- und Kohlenstoffkreislaufs. Verschiedene Parameter, wie Netto-CO<sub>2</sub>-Austausch, seine abgeleitete Zusammensetzung aus Photosynthese und Atmung, sowie den fühlbaren und den latenten Wärmestrom bzw. die Verdunstung werden mit Eddy-Kovarianz-Messungen aus verschiedenen Ökosystemen untersucht und mit denen der Vorjahre verglichen.

Während die Wärmesummen durchgängig über- und die Niederschläge durchgängig unterdurchschnittlich waren, blieb die CO<sub>2</sub>-Aufnahme überwiegend hinter Vergleichsjahren zurück. Auch die Abgabe fühlbarer Wärme an die Atmosphäre war überwiegend erhöht. Verdunstung, Bruttoprimärproduktion und Atmung hingegen fielen teils höher, teils niedriger aus als üblich. Diese Größen sind in besonderem Maße sowohl positiven (Wärme und erhöhte Einstrahlung, hierdurch und durch geringere Luftfeuchte erhöhte potentielle Verdunstung vor allem an energielimitierten Standorten, z.B. im Mittelgebirge) als auch negativen (Hitzestress und Trockenheit, durch geringe Bodenfeuchte reduzierte tatsächliche Verdunstung) Auswirkungen einer trockenwarmen Anomalie ausgesetzt.

#### *Skalenunterschiede von meteorologischen Größen für die Hitzebelastung in Städten (Astrid Ziemann et al.)*

Steigende Hitzebelastung ist eine markante Auswirkung des Klimawandels. Durch den immer höheren Bevölkerungsanteil in Städten und die Entwicklung und Verbesserung der Lebensqualität hat das Thema große Relevanz. Aktuelle und zukünftige klimatische Eingangsgrößen werden für ausgewählte Stadtteile in Dresden und Erfurt analysiert. Betrachtet werden dabei Impactmodelle für thermische Belastung auf den Menschen, Klimawirkungen auf Gebäude, Anforderungen an haustechnische Systeme und Leistungsfähigkeit städtischer Ökosysteme. Ziel ist das quartierbezogene Downscaling regionaler Klimadaten für die Städte mithilfe der Beziehungen zwischen Stadtstrukturparametern und Klimagrößen. Dadurch wird der lokale Effekt der Stadtstruktur auf das Mikroklima bestimmt.

Zur Bewertung des regionalen Wärmeinsel- und Stadtklimaeffektes stehen Daten wie kurz- und langwellige Strahlungsflüsse, Lufttemperatur, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit aus Klimamodellen zur Verfügung. Damit kann die thermische Belastung von Stadtbewohnern bestimmt werden.

Darüber hinaus werden aus diesen Datensätzen für 30-Jahres-Zeiträume der nahen Vergangenheit bzw. Zukunft mittlere bzw. extreme Referenzperioden bezüglich des Wärmeinseleffektes und damit einer zusätzlichen Hitzebelastung für die Stadtbewohner abgeleitet. Um die lokale Modifikation des Wärmeinseleffektes aus Klimamodelldaten in Abhängigkeit von mikroskaligen Strukturparametern zu bestimmen, werden neben bisher vorliegenden empirischen Ansätzen auch die Messwerte zur Ableitung eines statistischen Modells mit einbezogen. Dadurch sollen Skalenabhängigkeiten bei der Approximation der Hitzebelastung in Städten gezeigt werden.