

Meteorologie

Von Prof. Dr. Michael Schatzmann und Prof. Dr. Martin Claußen

Das Studium der Meteorologie

Die Atmosphäre ist der Lebensraum des Menschen. Der aktuelle Zustand der Atmosphäre, das Wetter, oder die längerfristigen Witterungs- und Klimaschwankungen beeinflussen den Menschen in vielfältiger Weise. So wundert es nicht, dass der Mensch sich seit jeher mit den Vorgängen in der Atmosphäre beschäftigt hat. Erste Ansätze einer Beschreibung der Atmosphäre finden sich bereits bei den Ägyptern. Der Begriff „Meteorologie“ wurde jedoch erst von Aristoteles (384 - 322 v. Chr.) geprägt, der in einem vierbändigen Werk alle Naturphänomene zwischen Himmel und Erde zu beschreiben versuchte.

Meteorologie wird heute als Physik der Atmosphäre verstanden. Der Studiengang Meteorologie vermittelt daher eine solide mathematisch-physikalische Grundausbildung in den Anfangssemestern und darauf aufbauend eine breite, sowohl theoretische als auch experimentelle Ausbildung im eigentlichen Fachgebiet in den Folgesemestern. Wer Meteorologie studieren will, sollte sich in Mathematik und Physik etwas zutrauen und möglichst schon in seiner Schulzeit in wenigstens einem der beiden Fächer einen entsprechenden Schwerpunkt gesetzt haben. Daneben sind englische Sprachkenntnisse unverzichtbar.

Meteorologie ist keine Fortsetzung der Wetter- und Klimakunde aus dem Erdkundeunterricht, die Sachverhalte nur beschreibt. Meteorologen müssen prognosefähig werden, also lernen, wie sich Wetter-, Klima- oder Umweltveränderungen vorhersagen lassen. Dies erfordert einen sicheren Umgang mit den grundlegenden Gleichungen der Physik und den zu ihrer Lösung benötigten mathematischen Verfahren. Es erfordert Kenntnisse in modernen Messmethoden, den sicheren Umgang mit großen Datenmengen und nicht zuletzt logisches Denken.

Da der Zustand der Atmosphäre nicht allein durch die Physik beschrieben wird, gibt es in der Meteorologie zahlreiche interdisziplinäre Verknüpfungen mit der Chemie, Biologie oder Geophysik, die von den Studierenden oft als Nebenfach zum Hauptstudienfach Meteorologie gewählt werden.

Meteorologen arbeiten typischerweise in internationalen Kontexten, denn Wetter, Klima und Umweltprobleme hören nicht an Landesgrenzen auf. Die weltweite „Meteorologen-Community“ ist überschaubar und gut miteinander vernetzt. Basierend auf diesen Kontakten gibt es nicht nur eine rege internationale Zusammenarbeit, sondern auch einen teilweise fest durch Verträge zwischen mehreren Universitäten organisierten Studentenaustausch. Die Mehrzahl der Meteorologie-Studierenden hat bis zum Ende des Studiums Auslandserfahrungen gesammelt, entweder durch ein Auslandssemester oder ein Auslandspraktikum, die Teilnahme an einer internationalen Feldmesskampagne, an einer wissenschaftlichen Konferenz oder an einer im Ausland stattfindenden „summer school“.

Studienbedingungen

Vergessen Sie alles, was Sie in der Presse über miserable Studienbedingungen an deutschen Universitäten gelesen haben, in der Meteorologie ist alles anders. Sie gehört zu den zahlenmäßig kleinen Fachrichtungen. Im Vergleich zur Physik mit jährlich etwa 9000 Studienanfängern nehmen bundesweit nur etwa 250 Abiturienten das Meteorologiestudium auf. Es geht in der Meteorologie also keineswegs anonym zu. Sie lernen Ihre Professoren schon in der ersten Woche des Studiums kennen, es gibt keine überfüllten Lehrveranstaltungen oder lange Anmelde Listen für Sprechstunden. An fast allen Studienstandorten existiert ein Mentorensystem mit regelmäßigen Treffen zwischen Professoren und Studierenden, bei denen Probleme diskutiert werden und gemeinsam nach Lösungen gesucht wird. Die Lehrenden wissen, dass ihre Studenten ein anspruchsvolles Studienfach gewählt haben, für dessen Bewältigung sie Hilfe brauchen. Die Studienanfänger werden wissensmäßig dort abgeholt, wo sie am Ende der Schulzeit normalerweise stehen. Trotz dieser guten Rahmenbedingungen wird im Studium nur erfolgreich sein, wer gelernt hat, sich selbst zu organisieren, zu konzentrierter Arbeit fähig ist, das Studium nicht nur nebenbei betreibt und, ganz besonders wichtig, ein wirkliches Interesse am Fachgebiet hat.

Die Meteorologen sind auf Forschungsfeldern mit erheblicher gesellschaftlicher Resonanz vertreten. Kein anderes kleines Fach entwickelt eine derartige Öffentlichkeitswirksamkeit. Ob es in der Vergangenheit um die Erforschung des „Sauren Regens“ oder des „Ozonlochs“ ging oder heute um den Schutz vor terroristischen Anschlägen oder den globalen Wandel und seine Auswirkungen auf Klima und Umwelt, stets waren und sind Meteorologen maßgeblich beteiligt.

Zulassungsbedingungen

Die Zulassungsbedingungen für das Fach Meteorologie sind an den einzelnen Standorten sehr unterschiedlich. An einigen Studienstandorten (z.B. Hamburg, Leipzig) übersteigt die Nachfrage das Angebot erheblich, es gibt daher einen örtlichen Numerus Clausus. Die Zulassungsschwelle liegt bei von Jahr zu Jahr verschiedenen Abitur-Durchschnittsnoten zwischen 2,0 und 2,5. An anderen Studienorten gibt es bisher dagegen keine Zulassungsbeschränkungen.

Die BSc.-Studiengänge beginnen üblicherweise mit einem Wintersemester, Bewerbungsschluss bei den Universitäten ist meist am 15. Juli eines Jahres. Bitte informieren Sie sich auf den Homepages der Universitäten, welche Unterlagen Sie einreichen müssen und halten Sie die dort gemachten Vorgaben genau ein.

Studienorte für Meteorologie

Meteorologische Bachelor- und Masterstudiengänge werden in Berlin (FU), Bonn, Karlsruhe, Hamburg, Hannover, Leipzig und Mainz angeboten. In Frankfurt soll der traditionelle Diplomstudiengang zum WS 2008/09 auf das BSc./MSc.-System umgestellt werden, wobei der BSc.-Studiengang möglicherweise als Vertiefungsfach in den Physik-Studiengang

integriert wird. In München (LMU) wurde dies bereits zum WS 2006/07 durchgeführt. In Köln gibt es einen gemeinsamen BSc.-Studiengang für Meteorologie und Geophysik, in Kiel für Meteorologie, Geophysik und Ozeanographie. Es ist wahrscheinlich, dass an allen genannten Orten auch meteorologische Masterstudiengänge eingerichtet werden. Darüber hinaus gibt es kleine meteorologische Lehrangebote an mehreren Universitäten, meist eingebettet als Nebenfach oder Vertiefungsrichtung in forstwirtschaftliche oder ökologische Studiengänge.

Qualifizierende Abschlüsse des Meteorologiestudiums

An den etwa 10 deutschen Studienstandorten wurde oder wird derzeit der traditionell 5-jährige Diplomstudiengang Meteorologie in einen konsekutiven Bachelor/Master-Studiengang überführt. Damit wird dem von den europäischen Bildungsministern in Bologna gefassten Beschluss nachgekommen, die Universitätsausbildung in der EU formal zu vereinheitlichen. Künftig wird es somit nur noch 3-jährige Bachelor-Studiengänge geben, die bereits für den Beruf des Meteorologen qualifizieren sollen und an deren Ende der akademische Grad „Bachelor of Science“ vergeben wird. Darauf baut ein 2-jähriger forschungsorientierter Studiengang auf, der mit dem „Master of Science“ endet. Zusammen mit der Verleihung der Titel wird jeweils ein detailliertes Zeugnis ausgehändigt, das Auskunft über die studierten Fächer und die erbrachten Leistungen gibt.

Im Vergleich zum Diplomstudiengang werden die Studiengänge modularisiert, also in zusammenhängende Lehreinheiten von ein- oder zwei Semestern Dauer aufgelöst, die sofort nach Absolvierung abgeprüft werden. In beiden Studiengängen wird ein Leistungspunktesystem nach dem European Credit Transfer System (ECTS) eingeführt. Pro Studienjahr sind 60 Leistungspunkte zu erwerben, wobei ein Leistungspunkt zeitmäßig etwa 30 Arbeitsstunden für den Besuch sowie die Vor- und Nachbereitung von Lehrveranstaltungen entspricht. Die Studiengänge sind zu akkreditieren, das heißt die Einhaltung der von den beauftragten Agenturen in Absprache mit den Fachverbänden gesetzten Standards wird regelmäßig überprüft.

Die Umstellung der Studienstruktur wird von den meteorologischen Instituten zwar kritisch, aber nicht nur negativ gesehen. Die Studentenzahlen haben im Vergleich zu früher auch in der Meteorologie zugenommen, die Studienanfänger werden zunehmend jünger (Abitur nach 12 Schuljahren). Eine straffere Führung durch das Studium zumindest in den Anfangsjahren, die ja nicht gleich in eine totale Verschulung ausarten muss, dürfte den meisten Studierenden eher gut tun. Mehr Studierende als je zuvor wollen mittels eines Auslandssemesters oder eines kompletten Studienortswechsels in ein anderes Land sich auch international bewähren. Einheitliche Schnittstellen und Bewertungskriterien kommen solchen Wünschen natürlich entgegen.

Wichtig war es den für das Meteorologiestudium Verantwortlichen, die Neustrukturierung ohne Abstriche an den bisherigen Qualifikationszielen umzusetzen. Wer im neuen System nach 5 Jahren den Mastertitel erwirbt, wird mindestens so gut qualifiziert sein, wie heute ein Diplom-Meteorologe. Die Frage, ob schon unterhalb der Masterebene ein nennenswerter

Markt für Bachelor-Absolventen entstehen wird, ist derzeit nicht zu beantworten. Die Hürden für die Zulassung zum Masterstudium in Meteorologie wurden daher an allen Studienstandorten so gering wie möglich festgesetzt.

Die Studienpläne differieren von Standort zu Standort. Sie bringen damit die an den einzelnen Universitäten vorhandenen Besonderheiten zum Ausdruck. In den wesentlichen Grundzügen gleichen sie jedoch einander, Studienortwechsel sind somit ohne Zeitverlust möglich.

Bachelor

Als Beispiel ist in Bild 1 der Bachelor-Studienplan für Meteorologie der Universität Hamburg gezeigt. Wie sich an den Leistungspunkten ablesen lässt, ist etwa ein Drittel des Studiums dem Erwerb von mathematisch-physikalischen Grundlagen gewidmet. Dabei besuchen die Meteorologen die gleichen Lehrveranstaltungen wie die Physiker. Ein Wechsel zwischen diesen Fachrichtungen ist damit zumindest in den ersten zwei bis drei Semestern ohne Zeitverlust möglich.

Studienplan für die Bachelor – Phase (Semester 1 bis 6)	
<input type="checkbox"/> Mathematik (für Physiker)	24 LP
<input type="checkbox"/> Physik (für Physiker)	32 LP
<input type="checkbox"/> Einführung in die Meteorologie	} 114 LP
<input type="checkbox"/> Meteorologische Instrumente und Messmethoden	
<input type="checkbox"/> Strömungsphysik	
<input type="checkbox"/> Datenverarbeitung	
<input type="checkbox"/> Synoptische Meteorologie	
<input type="checkbox"/> Technische Meteorologie	
<input type="checkbox"/> Wissenschaftliche Präsentation	
<input type="checkbox"/> Klimaphysik und Statistik	
<input type="checkbox"/> Thermodynamik, Aerosol- und Wolkenphysik	
<input type="checkbox"/> Einführung in die Theoretische Meteorologie	
<input type="checkbox"/> Optik, Strahlung und Fernerkundung	
<input type="checkbox"/> Berufspraktikum	} 10 LP
<input type="checkbox"/> Bachelorarbeit mit Abschlusskolloquium	
<input type="checkbox"/> Wahlbereich	10 LP
⇒ Bachelor of Science	

Bild 1: Typischer Studienplan für einen Bachelor - Studiengang im Fach Meteorologie, hier am Beispiel des Studienstandorts Hamburg.

Im ersten und zweiten Semester besuchen die Studierenden zwar schon einführende Meteorologie-Veranstaltungen, so richtig startet die meteorologische Ausbildung jedoch erst danach, also wenn ausreichende Kenntnisse in Mathematik und Physik erworben worden sind. Dann schließt sich ein umfangreicher Block von Meteorologie-Modulen im Umfang von 114 Leistungspunkten an, der mit einer selbstständig anzufertigenden Studienarbeit – der

Bachelorarbeit – endet. Das Thema dieser Arbeit ergibt sich typischerweise aus der Mitarbeit an einem Forschungsprojekt. Fast alle Studierenden sind im letzten BSc.-Studienjahr als wissenschaftliche Hilfskraft in einem der Drittmittelprojekte angestellt und haben intensiven Kontakt zu den Mitarbeitern und Doktoranden. Sie sind dann bereits in der Lage, kleinere Forschungsaufgaben zu übernehmen, die sich anschließend zu einer Bachelorarbeit ausbauen lassen. Teil des Fach-Studiums ist ferner ein mindestens vierwöchiges Berufspraktikum, das einen starken meteorologischen Bezug haben soll. Viele Studierende absolvieren es im Ausland, bei einer Partneruniversität oder einem der Wetterdienste.

Für den freien Wahlbereich, in dem die Studierenden ihren Neigungen nachgehen können, bleibt in diesem bereits spezialisierten Studiengang nur noch wenig Raum (10 LP). Innerhalb der Bachelorstudiengänge werden den Studierenden neben den fachlichen auch allgemeine berufsqualifizierende Kompetenzen vermittelt. Dies geschieht an allen Studienstandorten fast ausschließlich am Beispiel meteorologischer Problemstellungen, also innerhalb des eigentlichen Fachstudiums.

Master

Das Masterstudium (Bild 2) ist ganz auf forschendes Lernen ausgerichtet. Nur im ersten Jahr werden noch regelmäßig Vorlesungen, Übungen und Seminare in Meteorologie sowie einem das Fachstudium sinnvoll ergänzenden Nebenfach (z.B. Ozeanographie, Geophysik, Informatik) besucht. Das zweite Jahr dient der Anfertigung der ersten eigenen Forschungsarbeit. Sie wird durch die Module „Fachliche Spezialisierung“ und „Methodenkenntnis und Projektplanung“ ein Semester lang systematisch vorbereitet.

Studienplan für die Master – Phase (Semester 7 bis 10)	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Theoretische Meteorologie <input type="checkbox"/> Atmosphärische Prozesse <input type="checkbox"/> Meteorologische Modellierung <input type="checkbox"/> Meteorologisches Seminar <input type="checkbox"/> Lehrexkursion oder 4-wöchiges met. Praktikum <input type="checkbox"/> Fachliche Spezialisierung (zur Vorbereitung auf die Masterarbeit) <input type="checkbox"/> Methodenkenntnis und Projektplanung 	} insgesamt 69 LP
<input type="checkbox"/> Wahlfach	insgesamt 9 LP
<input type="checkbox"/> Nebenfachmodul	insgesamt 12 LP
<input type="checkbox"/> Masterarbeit	insgesamt 30 LP
⇒ Master of Science	

Bild 2: Typische Studienpläne für die Bachelor- und Master-Phase in Meteorologie, hier am Beispiel des Studienstandorts Hamburg.

Während der fachlichen Spezialisierung ist der Studierende wiederum in eine Forschergruppe integriert und arbeitet sich - unterstützt von den Wissenschaftlern dieser Gruppe - in das Thema der Masterarbeit ein. Ist das geschehen, eignet er sich die für die Durchführung der Arbeit erforderlichen experimentellen oder numerischen Fertigkeiten an, entwirft seinen Versuchsstand oder schreibt Programme und erstellt schließlich den Zeit- und Kostenplan für sein Forschungsvorhaben. In dieser Vorbereitungsphase legt er im Rahmen von kurzen Präsentationen innerhalb seiner Gruppe immer wieder Rechenschaft über den Fortschritt der Arbeiten ab. In den darauffolgenden 6 Monaten wird dann die eigentliche Forschungsarbeit so selbstständig wie möglich durchgeführt und die Masterarbeit, ein üblicherweise ca. 100-seitiger Forschungsbericht, angefertigt. Das Masterstudium endet mit einem Vortrag und der Verteidigung der Arbeit vor einem Fachpublikum.

Perspektiven nach dem Studium

Bedingt durch die Wetterberichte in den Nachrichtensendungen fallen bei dieser Frage jedermann sofort die Wetterdienste ein. In Wahrheit nehmen diese jedoch nur einen kleinen Teil der Absolventen auf. Die meisten Meteorologen finden ihre erste Anstellung in der Forschung und erwerben nach dem Diplom oder Master den Dokortitel. Klima- und Umweltforschung ist staatlich finanzierte Vorsorgeforschung. Wer in den zuvor genannten Institutionen eine „feste“ Stelle bekommt, erfreut sich der im öffentlichen Dienst gewährten Jobsicherheit, muss sich dafür aber mit einem im Vergleich zur Industrie bescheideneren Gehalt abfinden. Das ist nicht jedermanns Sache. Ein Teil der Meteorologen nimmt daher besser bezahlte Beschäftigungen außerhalb des öffentlichen Sektors an.

Forschung

Forschung spielt in der Meteorologie eine herausragende Rolle. Finanziert wird sie durch sogenannte Drittmittel, die die Universitätsinstitute in erheblichem Umfang zusätzlich zu ihrem normalen Etat von den forschungsfördernden Organisationen, staatlichen Stellen oder der Industrie einwerben. Meteorologische Forschung ist meist Klima- und Umweltforschung. Sie findet vorwiegend in Universitätsinstituten oder bei den Forschungseinrichtungen der Max-Planck-, Helmholtz-, Leibniz- oder Fraunhofer-Gesellschaften sowie bei den nationalen oder internationalen Wetterdiensten statt.

Die Studierenden der Meteorologie profitieren von diesen Forschungsaktivitäten und finden mit modernsten Rechnern und Geräten ausgestattete Institute vor. Fast alle Studierenden der höheren Semester verrichten zeitweise bezahlte Hilfstätigkeiten in den Projekten und werden dabei schon früh im Sinne des forschenden Lernens an die großen Themen der Meteorologie herangeführt.

Bemerkenswert ist ferner, dass in der Meteorologie - anders als in der Physik oder in den Ingenieurwissenschaften - das Verhältnis zwischen Studentinnen und Studenten ausgeglichen ist. Dies gilt sowohl für die Studienbewerber als auch für die Absolventen.

Industrie und Wirtschaft

Beschäftigungen außerhalb des öffentlichen Sektors können meteorologienahe Tätigkeiten sein, wie z.B. in Ingenieurbüros und Industriebetrieben als Gutachter oder Umweltschutzbeauftragter, bei den Versicherungen in der Abschätzung von Risiken durch Sturmschäden etc.

Meteorologen sind daneben jedoch auch völlig fachfremd tätig. Schließlich haben sie ein Physikstudium absolviert, nur eben mit Spezialisierung auf atmosphärischem statt auf dem Gebiet der Elementarteilchen oder der Kosmologie. Ebenso wie andere Physiker sind daher auch Meteorologen überall dort zu finden, wo es darum geht, komplexe Probleme zu lösen. Sie entwickeln spezielle Fonds bei Banken, sorgen dafür, dass die richtigen Container auf das richtige Schiff kommen, sind am Bau oder der Ausrüstung von Satelliten beteiligt oder organisieren den Vertrieb in Handelsunternehmen. Schließlich haben sie während ihres Studiums gelernt, praktische Fragestellungen in mathematisch zugänglichen Formen auszudrücken. Sie sind im Umgang mit Computern, mit der Organisation großer Datenmengen oder mit modernen Messtechniken vertraut, verfügen also über Schlüsselqualifikationen, auf denen das Funktionieren hochtechnisierter Gesellschaften basiert. In Zeiten, in denen eine nationale Wirtschaft lahmt, weichen sie in andere Länder aus. In der Arbeitslosenstatistik tauchen Meteorologen daher üblicherweise nicht auf.