

Astronomie in der Lehrerbildung

Sascha Hohmann*, Martin Quast[†]

*Universität Siegen, Didaktik der Physik, Adolf-Reichwein-Straße 2, 57068 Siegen

[†]Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Argelander Institut für Astronomie, Auf dem Hügel 71,
53121 Bonn

hohmann@physik.uni-siegen.de, mquast@astro.uni.bonn.de

Kurzfassung

Astronomische und astrophysikalische Kontexte interessieren Lernende überdurchschnittlich stark. Diese Themen bieten also die Möglichkeit, die Motivation der Schülerinnen und Schüler im Unterricht zu erhöhen. Um astronomische Sachverhalte im Unterricht richtig vermitteln zu können, ist eine entsprechende Ausbildung sowohl auf fachlicher als auch auf fachdidaktischer Ebene unerlässlich, eine systematische Erhebung über die Anteile der Astronomie im Lehramtsstudium fand im deutschsprachigen Raum in den letzten Jahren jedoch bisher nicht statt. Die hier vorgestellte Studie betrachtet diesen Anteil in der Physiklehrerbildung der verschiedenen Schulformen an deutschen Universitäten – gemeint ist hier primär nicht die Ausbildung von Fachlehrern für Astronomie – indem die verschiedenen Modulhandbücher und Studienordnungen systematisch auf Vorlesungen und Seminare mit astronomischen, astrophysikalischen sowie kosmologischen Kontexten in Fach und Didaktik untersucht werden. Analysiert werden formale (u.a. ECTS, SWS, Pflicht- oder Wahlpflichtkurs) sowie inhaltliche Aspekte der Veranstaltungen. Erste Ergebnisse werden mit dem Ziel, langfristig eine Verbesserung der Astronomieausbildung zu erreichen, präsentiert.

1. Einführung

1.1. Warum diese Studie?

Astronomie und Astrophysik tauchen in unterschiedlichem Umfang in den Lehrplänen der meisten Bundesländer auf – schließlich ist die Astronomie eines der großen „Zugpferde“ der Naturwissenschaften (vgl. beispielsweise [1]). Daher steht immer wieder die Forderung im Raum, bundesweit einen eigenständigen Astronomieunterricht zu etablieren, wie es – insbesondere als Folge des stärker naturwissenschaftlich-technisch geprägten Unterrichts der DDR – beispielsweise in Thüringen der Fall ist [2]. Unabhängig davon, ob es einen eigenständigen Astronomieunterricht gibt oder entsprechende Kontexte im Physikunterricht behandelt werden, zeigt sich eine Steigerung der Motivation der Lernenden, insbesondere zeigen sowohl Mädchen als auch Jungen gesteigertes Interesse [1].

Nach Jung [3] gibt es im Wesentlichen zwei Möglichkeiten, Astronomie an Schulen zu stärken beziehungsweise erst einzuführen: Entweder kann Astronomie als verpflichtender Aspekt in die zukünftigen Lehrpläne aufgenommen werden – sei es als eigenständiges Fach oder als Teil des Physiklehrplans – oder die durchaus vorhandenen Spielräume der aktuellen Lehrpläne können genutzt werden, um astronomische und astrophysikalische Inhalte in den Physikunterricht einzubetten. Die erste Möglichkeit bietet den Vorteil einer „sicheren“ Behandlung der astronomischen Themen, da sie im Lehrplan stehen und damit verpflichtend sind. Die zweite Möglich-

keit bietet dagegen mehr Freiheiten, die, sofern sie genutzt werden (können), auch interdisziplinären Unterricht ermöglichen – dafür anbieten würden sich etwa Mathematik und Geographie, aber auch Biologie, Chemie und andere Fächer. Beispiele für die Anwendung astronomischer Themen in physikalischen Kontexten finden sich etwa in [4][5] (Optik in der Sekundarstufe I) und [6] (Elektrostatik in der Sekundarstufe II).

Bevor Astronomie und Astrophysik in den Schulen adäquat vermittelt werden kann, müssen die Lehrenden jedoch eine entsprechende Ausbildung erhalten. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) empfiehlt für das Lehramtsstudium Physik für das Gymnasium 6 ECTS-Punkte (European Credit Transfer and Accumulation) im Bereich Astronomie/Astrophysik zu vergeben [7]. In dieser Studie soll nun ermittelt werden, inwiefern entsprechende Inhalte an den deutschen Universitäten und pädagogischen Hochschulen in den Lehramtsstudiengängen für Physik der verschiedenen Schulformen sowie im Bereich des Sachunterrichts Bestandteil des Studiums sind.

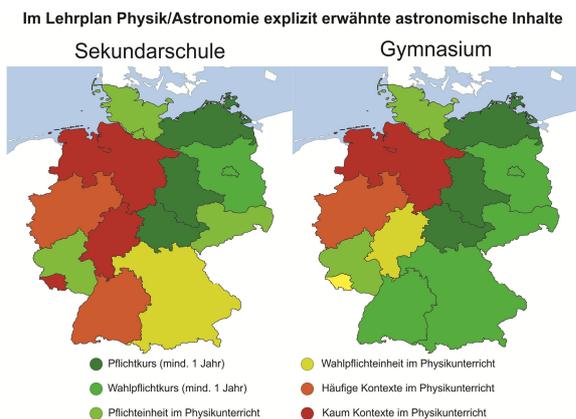


Abbildung 1: Erwähnung astronomischer/ astrophysikalischer Themen in den Lehrplänen der jeweiligen Länder

1.2. Ausgangslage

Aktuell (Stand 03/2018) ist Astronomie in drei Bundesländern – Thüringen, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern – ein für alle Schülerinnen und Schüler verpflichtender Kurs mit einer Dauer von (mindestens) einem Jahr (vgl. Abbildung 1). Weiterhin kann Astronomie oder Astrophysik in Berlin und Brandenburg für alle und in Baden-Württemberg, Bayern und Sachsen an Gymnasien für mindestens ein Jahr als Wahlpflichtkurs gewählt werden. Eine entsprechende reine Astronomielehrerbildung als Aufbaustudium zur Physik findet jedoch nur in Jena (Thüringen) und Halle/Saale (Sachsen-Anhalt) statt.

2. Erhobene Daten

Im Zuge der Studie wurden die Modulhandbücher und Studienordnungen deutscher Universitäten für die verschiedenen Lehrämter in Physik, Sachunterricht und Astronomie nach den folgenden formalen Aspekten untersucht:

- Name, Standort und Typ (Universität oder Pädagogische Hochschule) der Einrichtung
- Angebotene Lehrämter und Art des Abschlusses (BA/MA oder Staatsexamen)
- Modulnamen
- Pflicht oder Wahlpflicht für welche Lehrämter
- Anteil an Astronomie
- Empfohlenes Studiensemester und Dauer des Moduls
- Semesterwochenstunden (SWS) von Vorlesung und Seminar/Übung und die dafür vergebenen ECTS-Punkte
- Abschluss des Moduls (Klausur/mündliche Prüfung/Sonstiges)

- Relevanz für die Abschlussnote

Im Folgenden werden die gewichteten ECTS-Punkte betrachtet. Diese ergeben sich als Produkt der Modul-ECTS-Punkte und dem Anteil der Astronomie des jeweiligen Moduls.

Zusätzlich zu den formalen Aspekten wurden auch die Inhalte der Module betrachtet. Diese wurden in Grundlagenthemen und fortgeschrittene Themen unterteilt (vgl. Tab. 1).

3. Erste Ergebnisse

Insgesamt wurden 27 Prüfungsordnungen im Bereich Sachunterricht (Grundschule), 39 im Bereich Physik für die Sekundarstufe I (ohne Gymnasium, im Folgenden als Sekundarschule bezeichnet) und 50 im Bereich Physik für das Gymnasium untersucht, dazu kommen die beiden bereits erwähnten aufbauenden Studiengänge für das Astronomie-Lehramt.

Grundlagenthemen	Fortgeschr. Themen
Geschichte der Astronomie	Optik und Beobachtungsgereäte
Weltbilder	Astronomie außerhalb des opt. Spektrums
Orientierung am Himmel/Sternbilder	Astronomische Koordinatensysteme
Sonnensystem und Planeten	Himmelsmechanik
Raumfahrt	Kleinkörper
Mond/Mondphasen	Aufbau/Entwicklung der Sonne
Finsternisse	Aufbau/Entwicklung der Sterne (Hertzsprung-Russel-Diagramm)
Jahreszeiten	Exoplaneten
Erde als Planet	Astrobiologie/Außerirdische
Sonne allgemein	Milchstraße als Galaxie
Einfache optische Geräte	Extragalaktische Astronomie
Fachdidaktik Astronomie	Kosmologie

Tabelle 1: Untersuchte inhaltliche Aspekte

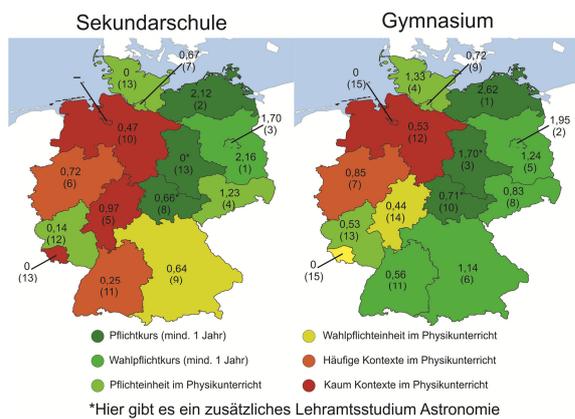


Abbildung 2: Aufsummierte ECTS-Punkte pro 10000 Schülerinnen und Schüler

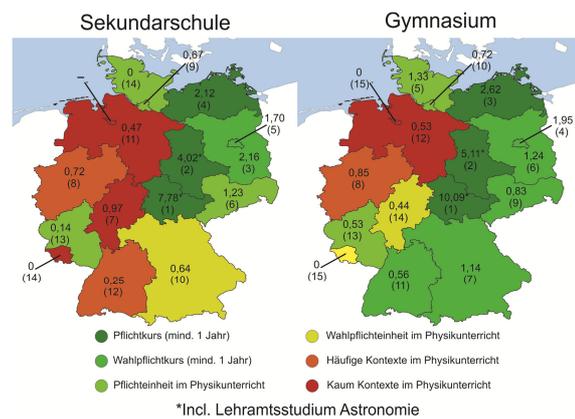


Abbildung 3: Aufsummierte ECTS-Punkte pro 10000 Schülerinnen und Schülern incl. Astronomiestudium

3.1. Standorte der Astronomieausbildung

Auf der Abbildung 5 (im Anhang am Ende des Beitrags) sind die Universitäten angegeben, in deren Studiengängen der verschiedenen Lehrämter Astronomie gelehrt wird – unabhängig davon, ob es sich dabei um Pflicht- oder Wahlpflichtkurse handelt. Über die Größe der Punkte ist dabei die Anzahl der dabei vergebenen gewichteten ECTS-Punkte kodiert. Im Bereich des Sachunterrichtes findet dabei nur in wenigen Universitäten eine Einführung in die Astronomie statt, im Bereich der Sekundarschule sind astronomische Inhalte zwar erheblich weiter verbreitet, rund ein Viertel der Universitäten sieht jedoch keinerlei Astronomiebildung in ihrer Studienordnung vor.

Im Gymnasialbereich findet ebenfalls in einem Viertel der Universitäten keine Astronomiebildung statt. Durch die Kopplung der Gymnasiallehrausbildung an die der Fachphysiker werden hier häufig astrophysikalische Vorlesungen angeboten, die keinen einführenden Charakter haben, sondern Spezialthemen (beispielsweise die Entwicklung Brauner Zwerge und leichter Sterne) behandeln.

3.2. Bundeslandabhängige Verteilung der ECTS-Punkte

Aufgrund der kleinen Stichprobenmenge und der damit geringen Aussagekraft im Bereich der Grundschule, werden die folgenden ECTS-Verteilungen nur für die Sekundarschule und das Gymnasium präsentiert.

In Abbildung 4 werden die durchschnittlich in einem Bundesland vergebenen ECTS-Punkte als Boxplot präsentiert. Wie üblich gibt die dicke schwarze Linie den Median, der rote Kasten die Quartile und die Linien am Ende der gestrichelten Linien den maximalen beziehungsweise den minimalen Wert an. Der einzelne Punkt stellt einen Ausreißer dar. Zusätzlich ist als durchgezogene Linie die bereits angesprochene Empfehlung der DPG von 6 ECTS-Punkten angegeben. Die Stichprobenmenge beträgt im Gymnasialbereich 16 (alle Bundesländer) und im Sekundar-

schulbereich 15 (Bremen bietet keinen dedizierten Studiengang für die Sekundarschule an).

Auffällig ist, dass im Sekundarschulbereich weniger als 25 Prozent der Studienordnungen eine Vergabe von sechs oder mehr ECTS-Punkten vorsehen, der Median liegt bei etwa vier. Im Gymnasialbereich zeigt sich eine deutliche Asymmetrie. Während der Median ebenfalls etwa bei vier liegt, liegt das untere Quartil nur knapp darunter, das obere dagegen bei etwa acht. Mehr als die Hälfte der Gymnasialstudiengänge liegen also unter der Empfehlung.

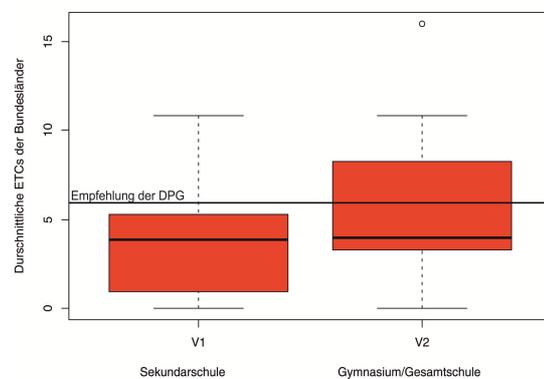


Abbildung 4: Boxplot Diagramm der durchschnittlich in einem Bundesland vergebenen ECTS-Punkte im Bereich Astronomie/Astrophysik

3.3. Betriebener Aufwand im Vergleich zu den Schülerzahlen

Um eine erste Möglichkeit zu bieten, den Aufwand (das heißt, die Gesamtzahl der vergebenen ECTS-Punkte) im Bereich Astronomie/Astrophysik zu vergleichen, wurden diese in Relation mit der Anzahl der Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Bundesländer gesetzt. Dabei wurden die Annahmen gemacht, dass die Größenordnung der Absolventinnen und Absolventen der unterschiedlichen Universitäten in einer vergleichbaren Größenordnung sind und dass ein

wesentlicher Teil von ihnen in dem Bundesland bleibt, in dem sie studiert haben.

Der in Abbildung 2 und Abbildung 3 für die einzelnen Bundesländer angegebene Wert W berechnet sich wie folgt:

$$W = 10000 \cdot \frac{\sum(ETCS - Punkte)}{Anzahl\ der\ Schüler} \quad \{1\}$$

W entspricht also den ETCS-Punkten pro 10000 Schülerinnen und Schüler. In Klammern ist zusätzlich der Rang des jeweiligen Bundeslandes angegeben.

3.4. Behandelte Themen

Inhaltlich zeigt sich insgesamt, dass fortgeschrittene Themen dominieren. Rund 60% der behandelten Themen fallen in den fortgeschrittenen Bereich, während sich nur 40% der Themen mit den Grundlagen befassen (siehe Tabelle 1 für die Unterteilung).

Deutlich wird das auch, wenn man sich die am häufigsten und die am seltensten genannten Themen anschaut (Abbildung 6 im Anhang). Während Themen aktuelle Forschungsthemen wie Kosmologie, extragalaktische Astronomie und die Entwicklung von Sternen sehr häufig behandelt werden, werden Grundlagen wie Raumfahrt, astronomische Weltbilder und die Entstehung von Finsternissen selten behandelt. Unter den Top 5 der am häufigsten erwähnten Themen befindet sich lediglich ein Grundlagenthema (optische Geräte auf Rang 5), während in den Flop 5 Themen nur die Astrobiologie als fortgeschrittenes Thema auftaucht.

In den Abbildungen kann man weiterhin die am häufigsten erwähnten Themen aufgeteilt nach Grundlagen und fortgeschrittenen Themen sehen. Hier wird nochmals deutlich, dass im Schnitt erheblich mehr fortgeschrittene Themen behandelt werden.

Weder in den Top noch in den Flop 5 taucht die Astronomiedidaktik auf. Diese wird aber nur an wenigen Unis unterrichtet und macht auch an diesen maximal 5% des Studiums aus.

4. Fazit

Insgesamt hat sich im Zuge der Erhebung gezeigt, dass Astronomie und Astrophysik im Studium für das Lehramt im Sekundarbereich zwar häufig, aber längst nicht an allen Universitäten behandelt wird. Im Schnitt werden weniger ETCS-Punkte vergeben, als die Deutsche Physikalische Gesellschaft empfiehlt (6) – wobei einige Universitäten auch deutlich mehr Punkte vergeben.

Diese beziehen sich jedoch insbesondere im Gymnasialbereich häufig auf Spezialvorlesungen, die sich primär an Fachphysiker richten und sich dabei an den aktuellen Forschungsschwerpunkten orientieren [8], speziell im Bereich der Kosmologie und der extragalaktischen Astronomie. Grundlagenthemen werden dagegen seltener behandelt.

Im Grundschulbereich werden kaum astronomische Themen behandelt, obwohl in einigen Bundesländern derartige Inhalte im Sachunterricht vorgesehen sind.

Speziell eine explizite Astronomiedidaktik – die sich in wesentlichen Punkten von der der Didaktik der Physik (andere Methoden, fächerübergreifend, ...) unterscheidet – wird nur in wenigen Universitäten gelehrt. Weiterhin werden Schülerinteressen, insbesondere Astrobiologie (außerirdisches Leben) und Raumfahrt [1], kaum behandelt.

5. Vorschläge zur Verbesserung der astronomischen Lehrerbildung

5.1. Stärkung der astronomischen Lehrerbildung für Grund- und Förderschulen

Die Astronomie motiviert und interessiert Schülerinnen und Schüler jedes Alters und jeder Niveaustufe. Gerade für jüngere Lernende bieten sich daher auch qualitative Betrachtungen astronomischer und astrophysikalischer Phänomene an. Weiterhin ist die Astronomie ein tausende Jahre altes Kulturgut, das – unabhängig von seinem Beitrag zur Allgemeinbildung – unerlässlich für ein modernes Weltbild mit der Positionierung des Menschen als Bewohner des Planeten Erde.

Gerade an Grund- und Förderschulen sind die Studiengänge Lehrenden jedoch nicht naturwissenschaftlich geprägt, so dass wenig bis kein Kontakt zur Astronomie besteht. Um das Interesse und die Kenntnisse der angehenden Lehrerinnen und Lehrer zu stärken, wird eine ausgeprägtere Ausbildung im Bereich der Astronomie angeregt.

5.2. Stärkerer Bezug auf eine schulnahe Ausbildung

Angehende Lehrerinnen und Lehrer sollten zunächst Grundlagen der Astronomie und Astrophysik kennen lernen, etwa Fragen der Konzeption von astronomiebezogenem Unterricht, die Methodik der Beobachtung – dazu gehört auch das eigenständige Durchführen von Beobachtungen – und den Umgang mit entsprechender Astronomie-Software. Die Grundlagen sind die Basis für einen fachlich und methodisch adäquaten Unterricht, Spezialvorlesungen aus dem fachlichen Physikstudium können darauf aufbauen.

5.3. Schülerinteressen und erzieherische Ziele berücksichtigen

Auch innerhalb der Astronomie gibt es Themen, die Lernende stärker interessieren als andere, als Beispiel seien die Exoplaneten und die Frage nach außerirdischem Leben genannt (vgl. [1]). Die entsprechenden Themen werden jedoch im Studium kaum bis gar nicht behandelt. Es wird daher angeregt, die Lehre entsprechend daran anzupassen, schließlich werden in der Schule keine Astronomen (oder Physiker) ausgebildet, sondern Menschen, die sich in Gesellschaft, Umwelt und Universum verorten und ihr Handeln durch Erkenntnis und (Selbst-)Reflexion verantworten können sollen.

5.4. Astronomische Lerninhalte in einem fächerübergreifenden Kontext anbieten

Da die Einführung eines eigenständigen Astronomieunterrichts in den nächsten Jahren sehr unwahrscheinlich ist, können astronomische Lehrinhalte lediglich kontextorientiert unterrichtet werden. Um diese sowohl effizient als auch der Astronomie und der Astrophysik entsprechend unterrichten zu können, wird ein möglichst fächerübergreifender Kontext angeregt, da sich beide Themenbereiche interdisziplinär entwickelt haben und auch so betrieben werden. Eine reine Fachausbildung kann angehende Lehrerinnen und Lehrer kaum darauf vorbereiten, die Astronomie als Anwendungsgebiet vielfältiger Methoden und Denkmuster verschiedenster Fachrichtungen zu kennen, zu begreifen und zu vermitteln.

6. Offene Fragen

Es ergeben sich einige offene Fragen, die als Folge dieser Studie beantwortet werden sollen:

- Wird davon ausgegangen, dass angehende Lehrerinnen und Lehrer die Grundlagen der Astronomie kennen, so dass keine/kaum einführende Vorlesungen notwendig sind?
- Wieso werden Schülerinteressen in der Lehre so wenig berücksichtigt?
- Wieso wird an so wenigen Universitäten Astronomiedidaktik behandelt? Ist eine Erhöhung des Anteils möglich und sinnvoll?

Zur Beantwortung der ersten Frage wird ein Fragebogen konzipiert, mit dem Studierende der verschiedenen Lehrämter nach ihrem Vorwissen im Bereich der Astronomie sowie ihrem Interesse darüber befragt werden (siehe auch [9]).

Zur Beantwortung der anderen beiden Fragen sind weitere, ausführlichere Studien notwendig.

7. Literatur

- [1] Sjøberg, Sven und Schreiner, Camilla (2010): The ROSE project: An overview and key findings. URL: <https://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjøberg-Schreiner-overview-2010.pdf>
- [2] Reimers, Dieter und Dettmar, Jürgen (2009): Zur Rolle der Astronomie in den Schulen in Deutschland
- [3] Jung, Tobias (2017): Die Astronomie im Lehrplan des Gymnasiums in Bayern. Aus: *Astronomie und Raumfahrt im Unterricht* 158
- [4] Küpper, Andreas und Hennemann, Thomas (zur Veröffentlichung eingereicht): Zur Eignung astronomischer Kontexte für einen inklusiven Physikunterricht. Eingereicht bei: *Astronomie und Raumfahrt*
- [5] Küpper, Andreas und Schulz, Andreas (zur Veröffentlichung eingereicht): Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus - Ein-Rahmenkontext für den inklusiven Physikunterricht der Orientierungsstufe. Eingereicht bei: *Astronomie und Raumfahrt*
- [6] Hohmann, Sascha (2017): Ein einfaches Modell zu Gasriesen. Aus: *Astronomie und Raumfahrt* 161
- [7] Großmann, Siegfried und Hertel, Ingolf (2014): Zur fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung für das Lehramt Physik. URL: <https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichung/broschueren/studien/lehramtstudie-2014.pdf>
- [8] Morfill, Gregor (2003): Status und Perspektiven der Astronomie in Deutschland 2003-2016: Denkschrift. URL: http://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/geschaeftsstelle/publikationen/status_perspektiven_astronomie_2003_2016.pdf
- [9] Quast, Martin, Hohmann, Sascha und Schulz, Andreas (zur Veröffentlichung eingereicht): Erhebung astronomischer Lerninhalte in den Lehramtsstudiengängen deutscher Universitäten. Eingereicht bei: *Astronomie und Raumfahrt*

Anhang

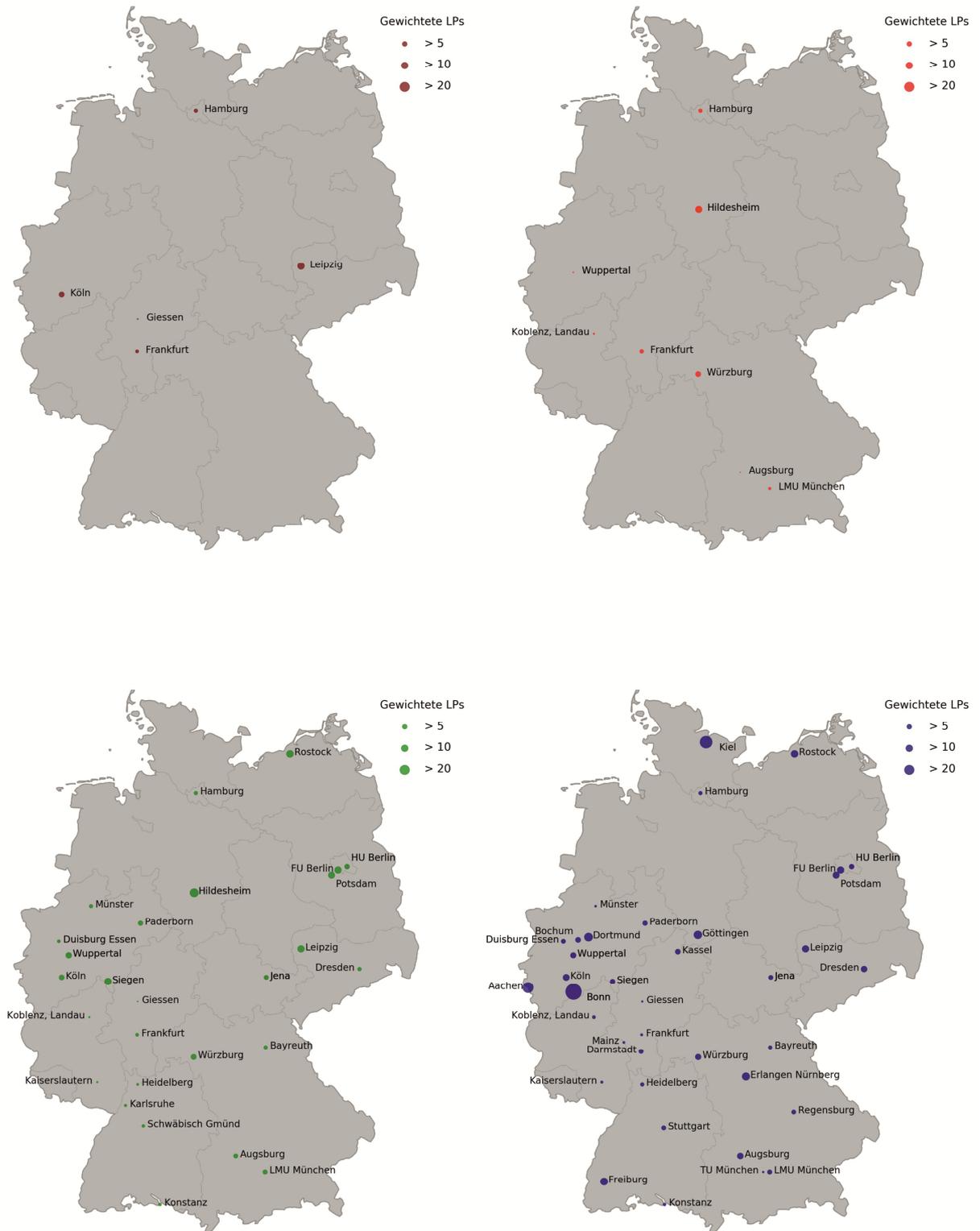


Abbildung 5: Standorte mit einer Astronomieausbildung im Bereich Grundschule (oben links), Förderschule (oben rechts), Sekundarschule (unten links) und Gymnasium (unten rechts)

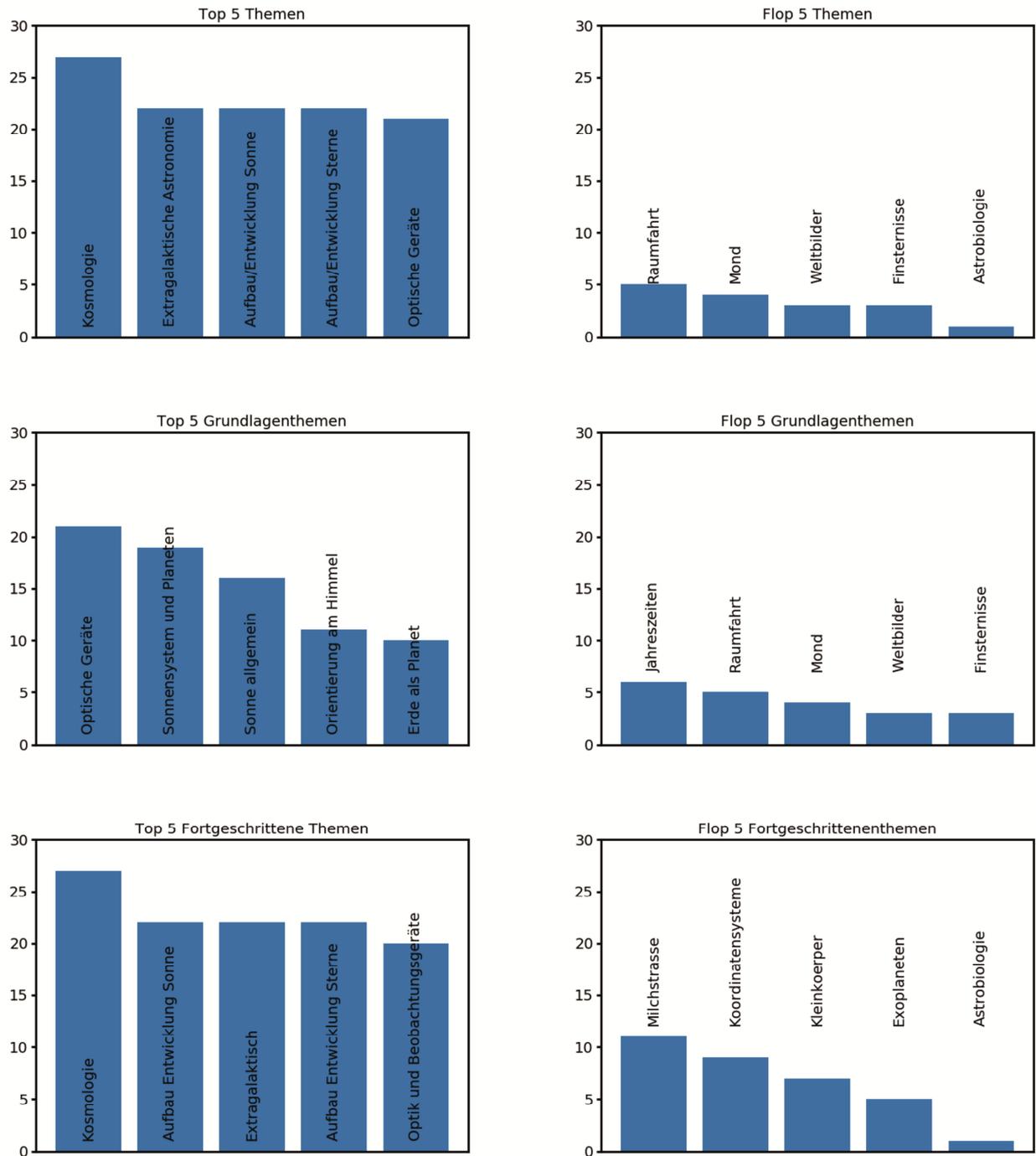


Abbildung 6: Die am häufigsten (Tops) und am seltensten (Flops) in Studienordnungen und Modulhandbüchern deutscher Universitäten genannten astronomischen Themen