

10 Publikationsinfrastruktur in Mathematik und Astronomie

Als Ergebnis der globalen Auswertung des bibliometrischen Datensatzes im vorangegangenen Kapitel kann festgehalten werden, dass die Publikationen zwischen Fächern deutlich stärker variieren als in den beiden anderen Dimensionen „Kohorte“ und „Herkunftsland“. Daher ist die folgende Untersuchung vorrangig fächervergleichend angelegt. Die erste Ebene der Analyse bilden technische Einrichtungen, die im Rahmen von Publikations- und Rezeptionshandlungen von Wissenschaftlern genutzt werden und die weiter oben als Publikationsinfrastruktur bezeichnet wurden. Dem dort entwickelten Verständnis nach unterstützen diese eine oder mehrere der vier Funktionen des wissenschaftlichen Kommunikationssystems – Registrierung, Zertifizierung, Verbreitung und Archivierung –, die im Rahmen von Handlungsrouinen mobilisiert werden. In diesem Kapitel soll vergleichend beschrieben werden, wie die Publikationsinfrastruktur in der Mathematik und Astronomie beschaffen ist, welches ihre Hauptmerkmale sind und welche fächerspezifischen Eigenheiten sie aufweisen. Dabei werden einige Merkmale herausgearbeitet, die für den weiteren Fortgang der Argumentation in den noch folgenden Kapiteln von Bedeutung sind. Von besonderem Interesse ist dabei natürlich die Frage, in welchem Umfang die Infrastruktur offen zugänglich ist und welche Arten von Zugangsschranken existieren. In der Beschreibung wird diesem Merkmal daher ein herausgehobener Stellenwert eingeräumt. An mehreren Stellen wird die Ebene der Infrastruktur verlassen und die Art der Trägerorganisation berücksichtigt. Dies geschieht vor allem dann, wenn es darum geht, das Merkmal der Offenheit bzw. das Vorhandensein von Zugangsschranken zu kontextualisieren.

Die Beschreibung der Publikationsinfrastruktur basiert zum einen auf dem bibliometrischen Datensatz und den darin enthaltenen Informationen zu den Publikationsmedien. Zum größeren Teil beruht er auf dem Mapping der Publikationsinfrastruktur und den darüber verfügbaren publizierten Informationen. Die Beschreibung kombiniert also qualitative mit quantitativen Daten, um für beide

Fächer zu einer umfassenden Darstellung der Infrastruktur mit ihren wesentlichen Komponenten zu gelangen.

In einem ersten Schritt geht es um den originären Publikationsort. Basierend auf dem bibliometrischen Datensatz werden die in der Stichprobe häufiger vertretenen Journale identifiziert und deren Merkmale fächervergleichend untersucht. Hier werden der Grad der Zentralisierung der Journallandschaft und die Verteilung verschiedener Zugangsarten verglichen. Zudem wird analysiert, ob ein Zusammenhang zwischen dem Merkmal „Zugang“ und dem Typus der Organisation existiert, die das Journal verlegt. Auch der Prozentsatz, zu dem die Journale beider Fächer ein optionales Open Access anbieten, wird verglichen (Kap. 10.1).

Der zweite Schritt gilt der Publikationsinfrastruktur der Astronomie. Da das Fach einen klar identifizierbaren Kern mit wenigen, recht großen Journalen aufweist, werden diese qualitativ beschrieben. Danach richtet sich der Blick auf weitere, für das Fach ebenfalls zentrale Komponenten der Infrastruktur. Dies sind im Einzelnen das Repositorium *arXiv*, der Abstract- und Article-Service des *NASA Astrophysics Data System* (ADS) und die Forschungsdateninfrastrukturen des *CDS* in Strasbourg. Diese Bestandteile werden vorgestellt und hinsichtlich ihrer Integration in die Infrastruktur beschrieben (Kap. 10.2). Der dritte Schritt fokussiert auf die Mathematik, indem analog zur Astronomie die wesentlichen Komponenten der Publikationsinfrastruktur beschrieben werden (Kap. 10.3). Der abschließende vierte Abschnitt fasst die Hauptunterschiede der Infrastruktur beider Fächer zusammen (Kap. 10.4).

10.1 ORIGINÄRER PUBLIKATIONSORT

Ein wichtiger Bestandteil der Publikationsinfrastruktur sind die Publikationsmedien. In diesem Abschnitt steht der originäre Publikationsort im Mittelpunkt und es wird der Frage nachgegangen, wie dieser beschaffen ist und welche Hauptunterschiede zwischen denen der Astronomie und der Mathematik anzutreffen sind. Zur Untersuchung seiner Merkmale wurde hier auf den bibliometrischen Datensatz zurückgegriffen. Aus den Datensätzen der 12.567 Publikationen wurde eine Liste der Publikationsmedien extrahiert und als wesentlich wurden diejenigen ausgewählt, die fünf Mal oder häufiger vertreten sind. In diesen Publikationsmedien versammelt sich ein wesentlicher Teil des Publikationsoutputs. 7.377 Publikationen wurden in insgesamt 239 Journalen publiziert, weitere 1.955 Beiträge erschienen in 16 Conference Proceedings. Dies entspricht 74,3% der Publikationen der Stichprobe.

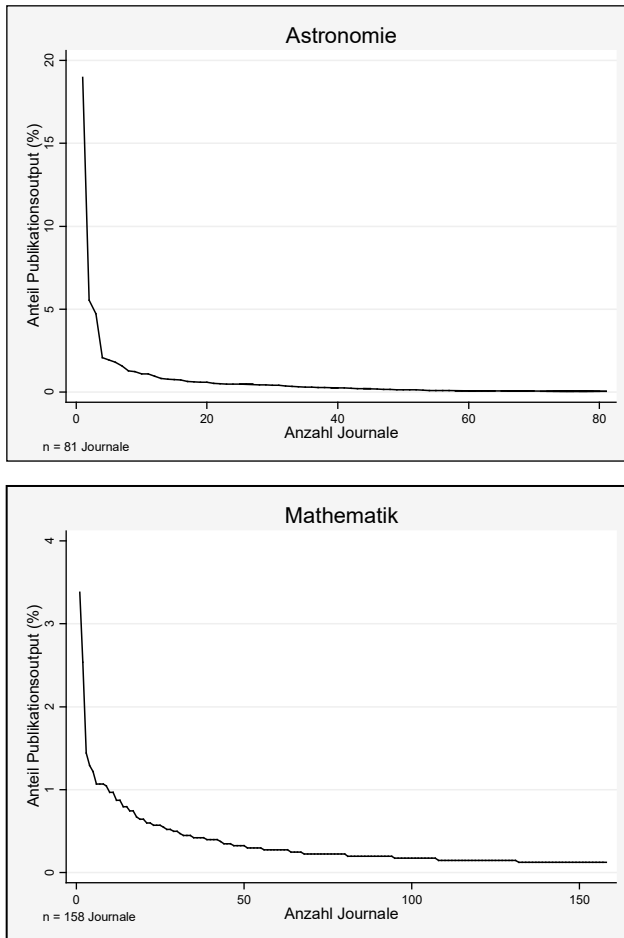
Sieht man sich die Verteilung der originären Orte in der Astronomie und Mathematik an, überrascht vor dem Hintergrund der Befunde aus dem vorangegangenen Kapitel wenig, dass es sich fast ausschließlich um Publikationen der Astronomie handelt, die in Conference Proceedings erschienen sind. Zweitens, und dieser Punkt ist für die Verbreitung von Open Access folgenreich, entfällt das Gros der Publikationen in der Astronomie auf eine kleinere Anzahl an Journalen. Dies zeigt sich zunächst in der Anzahl an Journalen, die nach dem gerade definierten Kriterium als „wesentlich“ charakterisiert wurden. Während im Publikationsoutput der Astronomen 81 Journale häufiger als vier Mal vertreten sind, liegt diese Zahl in der Mathematik bei 158 Journalen.

Tabelle 10.1: Anzahl an Publikationsmedien in der Astronomie und Mathematik

	<i>Astronomie</i>		<i>Mathematik</i>	
	Publikations- medien	Publikationen	Publikations- medien	Publikationen
Journal	81	5.136	158	2.241
Proceedings	16	1.955	0	0
Σ	97	7.091	158	2241

Noch deutlicher tritt die Zentralisierung der Journallandschaft der Astronomie bei der Betrachtung des Anteils der einzelnen Zeitschriften am Publikationsoutput des Fachs hervor. Die Abbildung 10.1 zeigt für die Astronomie eine starke Konzentration der Publikationen in drei Zeitschriften, deren Anteile 29,2% der Publikationen aus dieser Teilstichprobe ausmachen. Die Anzahl der Zeitschriften mit einem Anteil von mehr als 0,5% am Publikationsoutput liegt bei 22 und von mehr als 0,1% bei 55. Der Publikationsoutput der verbleibenden 26 Journale liegt jeweils unter 0,1%. Im Unterschied dazu erscheint in der mathematischen Teilstichprobe nur ein Anteil von 7,4% in den drei am stärksten vertretenen Journalen. Die Anzahl an Zeitschriften mit einem Anteil von mehr als 0,5% liegt bei 28 und sämtliche der 158 hier betrachteten Journale der Mathematik weisen einen Publikationsanteil an mehr als 0,1% auf.

Abbildung 10.1 und 10.2: Verteilung des Anteils am Publikationsoutput auf Zeitschriften



Ein erster Unterschied der Journallandschaft in der Astronomie und Mathematik besteht also in einem unterschiedlich hohen Grad an Zentralisierung. Während in der Astronomie ein Zentrum mit wenigen, sehr großen Journalen auszumachen ist, in denen ein erheblicher Anteil der Publikationen des Fachs erscheint, ist die Landschaft in der Mathematik wesentlich breiter und kleinteiliger. Zwar finden sich hier auch größere Journale, insgesamt verteilt sich die Publikationsaktivität auf eine große Anzahl kleinerer Journale, die zusammen einen *Long Tail* bilden.

Tabelle 10.2: Zugangsbedingungen Journale, nach Fächern

	Astronomie		Mathematik	
	Anzahl Journale	Anteil (%)	Anzahl Journale	Anteil (%)
Gold OA	15	18,52	4	2,53
Moving Wall	10	12,35	36	22,78
zugangsbeschränkt	51	62,96	107	67,72
nur gedruckt	5	6,17	11	6,96
Σ	81	100,00	158	100,00

Vergleicht man die Zugangsbedingungen von Journalen in den beiden Fächern, gelangt man zu dem folgenden Bild: Der Anteil der nur gedruckt erhältlichen Journalen ist in beiden Fächern ähnlich gering und liegt im einstelligen Prozentbereich. Fast gleich ist auch der Anteil an Journalen, die sich durch das Subskriptionsmodell finanzieren und bei denen der Zugang zu Artikeln entsprechend kostenpflichtig ist. Dieser Anteil ist in der Mathematik mit 67,7% etwas höher als in der Astronomie (63,0%). Bemerkenswerte Unterschiede zeigen sich dagegen bei unmittelbar freier Zugänglichkeit („Gold OA“) und beim zeitverzögerten Zugang („Moving Wall“): In der Astronomie ist der Anteil an Journalen, die Publikationen unmittelbar bei Veröffentlichung frei zugänglich machen, mit 18,5% deutlich größer als in der Mathematik mit 2,5%. In der Mathematik nutzen dagegen fast ein Viertel der Journale ein Moving-Wall-Open-Access-Modell,¹ bei dem nach Ablauf einer bestimmten Embargo-Periode ein freier Zugang zu Publikationen gewährt wird. Dieser Anteil ist in der Astronomie nur halb so groß. Die Dauer der Periode, während der ein Zugang nur durch eine Subskription gegeben ist, unterscheidet sich in beiden Fächern deutlich. Das arithmetische Mittel liegt in der Astronomie bei $\bar{x} = 24,0$ Monaten und in der Mathematik bei $\bar{x} = 48,8$ Monaten.

1 Dieser hohe Anteil kommt vor allem durch die Journale des *Elsevier*-Verlags zustande, der sich kurz vor der Recherche der Zugangsbedingungen und in Reaktion auf den Boykott „The Cost of Knowledge“ (<http://thecostofknowledge.com>, Zugriff am 18. April 2017) einen freien Zugang zu Publikationen in 24 Zeitschriften dieses Samples nach Ablauf einer Frist von 48 Monaten hergestellt hat. Dabei handelt es sich streng genommen um ein unechtes Moving-Wall-Modell, da das Zeitfenster, in dem ein freier Zugang besteht, nur zurück bis zum Jahr 2000 reicht. Siehe Hassink und Clark (2012: 835).

Die Art der Ausgestaltung des leserseitigen Zugangs zu Journalen ist von einer großen Anzahl von Faktoren abhängig, wie zum Beispiel die Besitzverhältnisse am Titel der Zeitschrift, die Verhandlungen und Vereinbarungen zwischen Herausgebern und Verlagen und weitere Rahmenbedingungen, die bestimmte Geschäftsmodelle ermöglichen und andere ausschließen. Die Vielzahl an Einflussfaktoren kann an dieser Stelle nicht untersucht werden. Geprüft werden soll allerdings, ob die Art des Zugangs systematisch mit der Art der verlegerischen Organisationen variiert. Um diesen Zusammenhang zu prüfen, wurde der Verlag für sämtliche Zeitschriften ermittelt² und wie folgt klassifiziert:

- Kommerzieller Verlag, hier verstanden als privatwirtschaftliches Unternehmen;
- Akademischer Verleger, also Person oder öffentlich finanzierte Forschungseinrichtung, die verlegerisch tätig ist;
- Fachgesellschaft, die in der Regel nicht gewinnorientiert ist und das Ziel verfolgt, den wissenschaftlichen Austausch mit ihren Zeitschriften und durch wissenschaftliche Konferenzen zu fördern;
- Universitätsverlag, der i.d.R. den Namen einer Universität im Namen trägt. Dieser kann ebenso wie kommerzielle Verlage gewinnorientiert sein.

Tabelle 10.3: Zusammenhang zwischen Zugangsmodell und Typus verlegerischer Organisation

	Kom- merz. Verlag	Typus verlegerischer Organisation			
		Akadem. Verleger	Fachge- sellschaft	Universi- tätsverlag	Sonstiger Verlag
	Anz. %	Anz. %	Anz. %	Anz. %	Anz. %
Gold OA	6 3,7	8 36,4	5 12,5	0 0,0	0 0,0
Moving Wall	33 22,3	3 13,6	8 20,0	1 1,1	1 20,0
Z.-beschränkt	121 74,2	4 18,2	22 55,0	8 88,9	3 60,0
nur gedruckt	3 1,8	7 31,8	5 12,5	0 0,0	1 20,0
	163 100,0	22 100,0	40 100,0	9 100,0	5 100,0

Cramer's V = 0,3128

2 Geprüft werden konnte dabei nicht, wem der Titel gehört, da dies auf der Grundlage öffentlich zugänglicher Informationen in vielen Fällen nicht hätte eindeutig geklärt werden können.

Vergleicht man die Verteilung anhand der Spaltenprozentage, ergibt sich das folgende Bild: Bei kommerziellen Verlagen, Fachgesellschaften und Universitätsverlagen dominiert das Subskriptionsmodell. Zahlenmäßig von Bedeutung sind daneben noch Moving-Wall-Open-Access-Journale. Zwei kleinere Unterschiede bezüglich der Bedeutung der Zugangsmodelle zeigen sich zwischen Zeitschriften von Fachgesellschaften und denen kommerzieller Verlage. Der Anteil der unmittelbar frei zugänglichen Zeitschriften ist bei den Fachgesellschaften etwas höher. Zudem finden sich unter der kleinen Anzahl solcher Zeitschriften immerhin fünf, die nicht elektronisch verfügbar sind.

Deutliche Unterschiede bestehen zwischen den Zeitschriften der bereits angesprochenen Typen von Verlagsorganisationen und den als akademisch klassifizierten Zeitschriften. Letztere bilden zwar eine relativ kleine Gruppe. Angesichts der allgemeinen Verteilung der Zugangswege fällt aber auf, dass von diesen Zeitschriften immerhin 8 (oder 36,4%) im *Golden Open Access* unmittelbar nach Publikation frei zugänglich sind. Ebenfalls auffällig ist der Anteil von 31,8% (bzw. 7 Journale), die nur gedruckt erscheinen.

Für sämtliche *Gold-Open-Access-Journale* wurde auf der Homepage der Zeitschrift recherchiert, ob sich die Journale durch *Article Processing Charges* (APC) finanzieren. Das Ergebnis überrascht: Lediglich drei der 19 OA-Journale wenden ein solches Modell an. Die verbleibenden 16 Journale finanzieren sich aus anderen Quellen. Bei den APC-finanzierten Journalen handelt es sich ausschließlich um astronomische Zeitschriften.

Neben der sofortigen freien Zugänglichkeit („Gold OA“) und der zeitverzögerten freien Zugänglichkeit („Moving Wall“) gibt es Journale, die es dem Autor optional anbieten, seinen Artikel gegen die Zahlung einer Gebühr freischalten zu lassen. In diesen Journalen findet sich dann ein Nebeneinander von in der Mehrzahl zugangsbeschränkten Artikeln und meist wenigen frei zugänglichen Artikeln, weswegen hier von einem optionalen bzw. hybriden Open Access gesprochen wird. Von den 239 Journalen bieten mit immerhin 119 fast genau die Hälfte der Journale dem Autor diese Option an. Interessant ist dabei die Verteilung auf die verschiedenen Typen von verlegerisch tätigen Organisationen: Das Modell wird ausschließlich von profitorientierten Verlagen und verlegerisch tätigen Fachgesellschaften angewandt. Bei kommerziellen Verlagen besteht dieses Angebot bei einer Mehrheit von 110 der 163 Journale (oder 67,5%), im Fall der von Fachgesellschaften verlegten Zeitschriften ist dieser Anteil mit 22,5% (oder 9 von 40 Journalen) deutlich geringer. Die hohe Zahl von Journalen mit optionalem Open Access geht auf die Vermarktungsstrategie einer relativ kleinen Anzahl von Organisationen zurück. Zwar bieten 12 Verlage ein optionales Open-Access-Modell an, aber auch hier macht sich die starke Konzentration auf den

Zeitschriftenmarkt bemerkbar. 49 dieser Journale werden von *Springer*, 29 von *Elsevier*, 13 von *Wiley* und weitere acht von der *Taylor & Francis Gruppe* publiziert. Zusammengenommen kommen diese vier Verlage auf 99 Zeitschriften mit einem optionalen Open Access, was einem Anteil von 83,2% dieser Zeitschriften entspricht.

Große Unterschiede zeigen sich bei der Höhe der *Article Processing Charges*, die beim optionalen Open Access erhoben werden. Das arithmetische Mittel liegt bei 2.806\$, die Spannweite reicht von 800 bis 3.500\$. Erster Wert wird dadurch bestimmt, dass *Springer* und *Elsevier* als die beiden größten Anbieter eine einheitliche Gebühr von 3.000\$ pro Artikel erheben. Von *Wiley* werden ebenfalls bei zehn seiner dreizehn Journale dieses Samples 3.000\$ verlangt und die Gebühren bei Journalen der *Taylor & Francis Group* liegen mit 2.950\$ nur sehr knapp darunter.

10.2 PUBLIKATIONSINFRASTRUKTUR DER ASTRONOMIE

Nachdem auf der Grundlage des bibliometrischen Datensatzes der Grad der Zentralisierung und die Verteilung der Zugangsmodelle fächervergleichend dargestellt wurden, soll nun die Publikationsinfrastruktur in der Astronomie fokussiert und ihre Komponenten überwiegend qualitativ beschrieben werden. Die technischen Einrichtungen zur Kommunikation von Forschungsergebnissen weisen in der Astronomie einige Besonderheiten auf, die zum Teil eng mit dem Beobachtungsobjekt des Fachs verknüpft und teils im Rahmen von Großprojekten entstanden sind. Die wichtigsten Bestandteile sind: (1) Eine überschaubare Anzahl sehr großer Journale („Core-Journale“), (2) einen für das Fach zentralen E-Print-Server, (3) eine Fachdatenbank mit Abstracts und retrodigitalisierten Zitationsinformationen, (4) Daten-Repositorien, in denen Sternenkataloge und Beobachtungstabellen gesammelt werden, sowie (5) Benachrichtigungslisten zur unmittelbaren Information der Community über kurzlebige, schnell vergängliche Ereignisse sowie „hot topics“. Sämtliche dieser Komponenten sind eng verbunden und bilden eine gut integrierte Infrastruktur. Im Folgenden sollen diese Komponenten vorgestellt werden.

Core-Journale

Bereits einleitend wurde die Journallandschaft der Astronomie als stark zentralisiert charakterisiert und dieses Merkmal wird auch in der Literatur häufig her-

vorgehoben. Kurtz et al. zufolge sind sieben Journale für die Astronomie prägend. Zu diesen zählen sie das *Astrophysical Journal* (ApJ), die *Astrophysical Journal Letters* (ApJL), die *Astrophysical Journal Supplement Series* (ApJS), die *Monthly Notice of the Royal Astronomical Society* (MNRAS), *Astronomy & Astrophysics* (A&A) (vereinigt im Jahr 2001 mit der *Astronomy & Astrophysics Supplement Series* (A&AS)), das *Astronomical Journal* (AJ) und die *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* (PASP) (Kurtz et al. 2005: 1396). Der Output dieser größten Journale steigt jährlich um etwa 3,7% an und verdoppelte sich in den Jahren 1980 bis 2000 von 3000 auf 6000 Artikel pro Jahr (Kurtz et al. 2000: 11).

Sämtliche der genannten Journale sind für das Fach von großer Bedeutung, allerdings unterscheiden sie sich in quantitativer Hinsicht doch recht deutlich. In der Tabelle 10.4 ist die Anzahl der Publikationen aus diesen Zeitschriften in dem der Untersuchung zugrunde liegenden Sample eingetragen sowie die Anzahl der *Citable Items*³ aus dem *Web of Science* für die Jahrgänge 2012, 2013 und 2014. Zudem wird für jede Zeitschrift der *Journal Impact Factor* (JIF) genannt.

Tabelle 10.4: Core-Journale der Astronomie

<i>Journal</i>	<i>Anzahl Sample</i>	<i>Cit. Items 2012</i>	<i>Web of Science</i>		<i>JIF 2014</i>
			<i>Cit. Items 2013</i>	<i>Cit. Items 2014</i>	
Astrophysical Journal (ApJ)	403	3.075	2.889	2.785	5,993
Month. Not. of the Royal Astron. Soc. (MNRAS)	473	2.574	2.669	2.790	5,107
Astronomy & Astrophysics (A&A)	1.621	1.892	1.807	1.735	4,378
Astrophysical Journal Letters (ApJL)	155	670	667	669	5,339
Astronomical Journal (AJ)	31	334	330	296	4,024
Astrophysical Journal Supplement (ApJS)	38	162	173	159	11,215
Publ. of the Astron. Soc. of the Pacific (PASP)	25	118	116	90	3,496

3 Das *Web of Science* versteht darunter „article, reviews, and proceedings papers“ (<http://ipscience-help.thomsonreuters.com/incitesLiveJCR/JCRGroup/howDoI/citableItemWoS.html>, Zugriff am 18. April 2017).

Beim Vergleich der Journale fällt der Publikationsoutput der drei größten Journale, ApJ, MNRAS und A&A, ins Auge, der sich zwischen 1.700 und 3.100 Publikationen pro Jahr bewegt.⁴ Dieser Output ist bei der kleinsten der drei Zeitschriften immer noch fast drei Mal so hoch wie beim folgenden, an vierter Stelle liegenden Journal ApJL, das wiederum doppelt so groß ist wie das fünftgrößte Journal (AJ). Sämtliche der großen Journale der Astronomie sind auch im bibliometrischen Datensatz gut vertreten, wenngleich Schwerpunkte in bestimmten Journalen (insb. A&A) auffällig sind.⁵ Im Folgenden sollen die größten Journale kurz vorgestellt werden.

Das traditionsreiche *Astrophysical Journal*, das heute der *American Astronomical Society* (AAS) gehört, wurde 1895 von George H. Hale und James E. Keeler gegründet. Es reagierte auf das Entstehen einer „neuen Astronomie“, die die Eigenschaften von Himmelskörpern mithilfe der (Spektral-)Analyse des Lichts untersuchte, und nicht, wie die „alte Astronomie“, die Position und die Bewegungen von Objekten zu bestimmen suchte (Brashear 1995: 403). Der Titel gehörte zunächst *Cambridge University Press* (Osterbrock 1995: 3) und wurde teils durch Subskriptionen, teils durch Zuwendungen von Forschungseinrichtungen finanziert. Während der Großen Depression geriet das Journal finanziell unter Druck und reagierte mit einer Einführung einer Publikationsgebühr („Page Charge“) für Autoren, mit denen diese an den Kosten für die Publikation beteiligt wurden (ebd.: 5). Seit diesem Zeitpunkt setzt sich die Finanzierung des ApJ aus zwei Komponenten zusammen: den Publikationsgebühren von Autoren und den Einnahmen aus dem Subskriptionsgeschäft. Die finanzielle Situation der Zeitschrift verschlimmerte sich weiter durch den Zweiten Weltkrieg. Um das Journal finanziell zu stabilisieren, wurde versucht, Observatorien dazu zu motivieren, ihre Ergebnisse nicht in selbstproduzierten Sternwartenberichten, sondern im ApJ zu publizieren. Dazu wurde es ab 1941 zunächst in Kooperation mit der *American Astronomical Society* publiziert, die das Publikationsgeschäft dann im Jahr 1971 vollständig übernahm. Nach dem Zweiten Weltkrieg begannen für das Journal bessere Zeiten. Das Fach wuchs aufgrund des großen US-politischen Interesses an der Weltraumforschung und umfangreicher öffentlicher Forschungsmittel stark an. Im Jahr 1954 wurde als Ableger des ApJ die *Astrophysics Journal Supplement Series* gegründet. Dieses im Vergleich zum Hauptjournal günsti-

4 Ein ähnliches relatives Größenverhältnis bestand zwischen den drei Journalen bereits 1986. Siehe zum Vergleich auf der Grundlage von Seitenzahlen Pottasch und Praderie (1988: 17).

5 Diese Auffälligkeit ist der Herkunft der Astronomen geschuldet und wird weiter unten noch ausführlicher diskutiert. Siehe hierzu Kap. 17.

gere Journal ist ein Publikationsort für Daten (ebd.: 6). Eine zweite Ausgründung erfolgte 1967 in Reaktion auf die Beobachtung, dass viele Astronomen und Astrophysiker kurze Forschungsnotizen an die *Physical Review Letters* schickten. Darin wurde ein Bedarf nach einer schnellen Publikation von Forschungsnotizen gesehen. Mit der Gründung der *Astrophysical Journal Letters* wurde die „Letter“-Sektion des Hauptjournals in ein Journal mit hoher Publikationsgeschwindigkeit ausgelagert (ebd.: 6). Aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Faktors „Publikationsgeschwindigkeit“ begann die AAS bei der Einführung der elektronischen Publikation auch mit diesem Journal (Dalterio et al. 1995: 10).

Neben dem ApJ und ihren beiden Schwesterjournals besitzt die AAS mit dem *Astronomical Journal* noch eine vierte Zeitschrift. Sie ist 50 Jahre älter als die Fachgesellschaft, wurde bereits 1849 gegründet und befindet sich seit 1944 in ihrem Besitz (Bracher 1998: 12). Im Grundsatz ist das AJ ein Forschungsjournal und anhand der in ihr publizierten Beiträge lässt sich ein Wandel der Forschungsschwerpunkte der Astronomie ablesen. Thematische Schwerpunkte liegen in den älteren Jahrgängen bei Kometen, Planetenbewegungen, Asteroiden und Variable Stars, in den jüngeren Jahrgängen gewinnen dagegen Galaxien und ihre Struktur an Bedeutung (ebd.: 15). Nach der Übernahme der Zeitschrift durch die Fachgesellschaft publizierte sie für einen kurzen Zeitraum auch Tätigkeitsberichte von Observatorien und Abstracts von Beiträgen zu Treffen der Fachgesellschaft. Mit der Gründung der *Bulletin of the AAS* als Organ der Gesellschaft wurde 1969 diese Art von Mitteilungen ausgegliedert und damit das Profil des AJ geschärft. Ebenso wie die anderen Forschungsjournale der AAS finanziert sich das AJ aus zwei Quellen: Dies sind zum einen „Page Charges“ für Autoren und zum anderen Erträge aus dem Subskriptionsgeschäft. Alle vier Journale der AAS werden weltweit von Astronomen gelesen und stehen Autoren aus allen Herkunftsländern offen, werden aber mit der amerikanischen Astronomie und Astrophysik assoziiert.

Bereits der Titel der ältesten, bereits 1827 gegründeten Zeitschrift – der *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* – zeigt an, dass es sich um ein Organ der gleichnamigen britischen Fachgesellschaft handelt. Allerdings erscheint sie nicht mehr monatlich, sondern in einem zweiwöchentlichen Rhythmus. Zudem handelt es sich um ein Forschungsjournal und nicht um ein Mitteilungsorgan der *Royal Astronomical Society* (RAS), wie der Name der Zeitschrift vermuten lässt (Murdin 2005: 39). Die MNRAS deckt das Fach vollständig ab und publiziert Forschungsergebnisse der klassischen Astronomie und Astrophysik, Radioastronomie, Kosmologie und Weltraumforschung sowie technische Beiträge zur Instrumentenentwicklung. Publiziert werden sowohl Artikel als

auch kürzere Forschungsnotizen (*Letter*) zur schnellen Publikation.⁶ Im Unterschied zu den Journalen der AAS erhebt das Journal keine Autorenggebühren, sondern deckt seine Kosten allein durch Subskriptionen (Pottasch und Praderie 1988: 17). Obwohl die MNRAS ein internationales Journal ist, deren Beiträge zu über 75% von Autoren außerhalb des UK stammen und das weltweit von mehr als 3.000 Bibliotheken und Forschungseinrichtungen abonniert wird,⁷ gilt es aufgrund seines Ursprungs und der Zugehörigkeit zur Fachgesellschaft als britisches Journal.

Verglichen mit den Journalen der beiden Fachgesellschaften ist das Journal *Astronomy & Astrophysics* (Bertout 2013) gewissermaßen ein Nachzügler. Es erschien erstmalig 1969 und seine Gründungsgeschichte bildet ein gutes Beispiel für die hohe Organisationsfähigkeit der Astronomie. Hervorgegangen ist es aus fünf traditionsreichen, länderspezifischen Journalen, den *Annales D'Astrophysique* (seit 1938), dem *Bulletin Astronomique* (seit 1884), dem *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands* (seit 1921), dem *Journal des Observateurs* (seit 1915) und der *Zeitschrift für Astrophysik* (seit 1930) (Blaauw 1969: 1). In einer konzertierten, international abgestimmten Aktion wurden die Journale der verschiedenen Länder gleichzeitig eingestellt und das internationale Journal A&A geschaffen (Pottasch 1999: 350ff.; 2011: 24ff.). Motiviert war dieser Schritt durch die geringe Verbreitung und Sichtbarkeit der länderspezifischen Journale, mit denen es kaum gelang, die internationale Community in der Astronomie zu erreichen (Bertout 2012: 347). Thematisch deckt A&A die Astronomie und Astrophysik voll ab. Während ein Schwerpunkt traditionell auf Beiträgen zum Sonnensystem liegt, publiziert das Journal in der jüngeren Vergangenheit auch häufiger zur Kosmologie, extragalaktischen Astronomie und Physik von Planetensystemen (Bertout und Schneider 2004: E1). Das Journal finanziert sich aus drei Quellen. Erstens erhält es von Mitgliederländern sowie von der Europäischen Südsternwarte (ESO) Zuwendungen im Sinne einer institutionellen Finanzierung.⁸ Zweitens werden Einkünfte aus dem Subskriptionsgeschäft erwirtschaftet. Drittens sah das ursprüngliche Geschäftsmodell der Zeitschrift analog

6 Siehe hierzu die Beschreibung des Journals auf der Website der Royal Astronomical Society (RAS) unter <http://www.ras.org.uk/publications/journals> (Zugriff am 18. April 2017).

7 Diese aus dem Jahr 2013 stammenden Kennzahlen des Journals sind der MNRAS-Infographik entnommen: <http://www.ras.org.uk/images/stories/Publications/MNRAS/MNRAS%20Journal%20Infographic.pdf> (Zugriff am 18. April 2017).

8 Im Jahr 2012 hatte A&A insgesamt 24 Mitgliedsländer, darunter auch Argentinien, Brasilien und Chile als nicht-europäische Ländern (Bertout 2012: 348).

zur MNRAS zunächst keine Publikationsgebühren für Autoren vor. Um zu einer gerechteren Verteilung der Finanzierung des Journals zu gelangen, wurden später aber „Page Charges“ für Autoren aus Nicht-Mitgliedsländern des Journals erhoben (Bertout und Schneider 2004: E5). A&A gehört seinem Selbstverständnis nach der Community der Astronomen, die durch ein *Board of Directors* vertreten wird. Mit administrativen Aufgaben und der rechtlichen Vertretung seiner Belange ist die ESO betraut. Aufgrund seiner Entstehungsgeschichte gilt es als europäisches Journal.

Bei den *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* (PASP) handelt es sich um ein Journal, das ebenfalls Forschungsartikel aus allen Gebieten der Astronomie und Astrophysik veröffentlicht. Seit seiner Gründung im Jahr 1889 hat es allmählich aber einen Schwerpunkt im Bereich der Instrumentierung, der Datenanalyse und Software entwickelt. Das Journal gehört der Fachgesellschaft und analog zu den Journalen der AAS basiert die Finanzierung auf zwei Säulen, den von den Autoren erhobenen „Page Charges“ und den aus dem Subskriptionsgeschäft erwirtschafteten Erträgen.⁹

Betrachtet man die Core-Journale der Astronomie in der Zusammenschau, fällt neben der bereits betonten starken Zentralisierung der Journallandschaft auch das hohe Ausmaß an Kontrolle der Journale durch die Community der Astronomen auf: Sämtliche der genannten Journal-Titel gehören entweder einer Fachgesellschaft oder, wie im Fall von A&A, der wissenschaftlichen Gemeinschaft. Dies schafft ein hohes Maß an Unabhängigkeit von Verlagen – und führt unter anderem dazu, dass Journale gelegentlich auch den Verlag wechseln.¹⁰

arXiv astro-ph E-Print-Server

Das Verzeichnis *astro-ph* des *arXiv* bildet eine zweite Ebene der Publikationsinfrastruktur der Astronomie. Dabei handelt es sich um ein Repositorium, das dem Modell des *Green Open Access* entspricht.¹¹ Auf dem Server können Manu-

9 Siehe hierzu die Seite des Journals im Webauftritt der Gesellschaft unter <http://www.astrosociety.org/publications/pasp> (Zugriff am 18. April 2017).

10 So ging zum Jahresbeginn 2016 PASP von *Chicago University Press* zu *IOP Publishing* und MNRAS im Jahr 2013 von *Wiley* zu *Oxford University Press*. Länger zurück liegt bereits der Wechsel von A&A von *Springer* zu *EDP Science* im Jahr 2001.

11 Das Repositorium *arXiv* ist ein Beispiel, das von den Protagonisten von Open Access häufig gleich an erster Stelle genannt wird. Aufgrund seiner frühzeitigen Gründung und seines großen Erfolgs hat es Vorbild- oder Modellcharakter.

skripte abgelegt werden, deren Erscheinen üblicherweise an einem originären Publikationsort wie den gerade beschriebenen Journalen angestrebt wird oder die bereits dort erschienen sind. Seinen Ursprung hat das *arXiv* allerdings nicht in der Astronomie, sondern in der Hochenergiephysik. Entwickelt wurde es im Jahr 1991, um eine Lösung für das Hauptdefizit der wissenschaftlichen Journale – einer Publikationsgeschwindigkeit, die der dynamischen Entwicklung dieses Forschungsgebiets nicht angemessen ist – zu finden (Ginsparg 1996: 101). In der Hochenergiephysik wird das *arXiv* genutzt, um der wissenschaftlichen Community Forschungsergebnisse unmittelbar nach ihrer Niederschrift in Form elektronischer *Preprints* zugänglich zu machen (Ginsparg 1994: 390f.). Der E-Print-Server wurde rasch von anderen Gebieten der Physik und angrenzenden Feldern wie der Informatik und der physikalischen Chemie mitgenutzt, die jeweils ein eigenes Verzeichnis erhielten. Das Verzeichnis *astro-ph* für Manuskripte der Astronomie wurde im April 1992 eingerichtet. Gemessen an der ursprünglichen Zielsetzung, jährlich etwa 100 *Preprints* einer abgegrenzten Community zu archivieren, ist der Erfolg des Repositoriums überwältigend: Zum seinem 20. Geburtstag befanden auf ihm nahezu 700.000 E-Prints (Ginsparg 2011: 145) und Marke des 1.000.000sten Dokuments wurde am 30. Dezember 2014 erreicht (van Noorden 2014).

Kennzeichen des Repositoriums ist ein hohes Ausmaß an Offenheit: Mit Blick auf die Autoren verfährt das Repositorium großzügig mit der Vergabe von Nutzungsrechten. Neue Autoren müssen sich lediglich mit einer gültigen E-Mail-Adresse registrieren¹² und die Beantragung eines Benutzer-Accounts wird unter der Voraussetzung gewährt, dass der Antrag von einem im entsprechenden Fachgebiet tätigen Wissenschaftler unterstützt wird, der das Repositorium bereits seit einiger Zeit nutzt. Unter diesen beiden Voraussetzungen wird das Schreibrecht an neue Nutzer vergeben, die damit die Möglichkeit erhalten, zu jedem Zeitpunkt jedes beliebige Dokument auf den Server zu verbringen. Auf der Seite der Rezipienten stellt das *arXiv* einen offenen und uneingeschränkten Zugang zu allen selbstarchivierten Dokumenten im öffentlichen Bereich des Internets her.

Diese allgemeine Beschreibung der technischen Möglichkeiten muss allerdings noch etwas stärker spezifiziert werden. Das Repositorium versteht sich als „openly accessible, moderated repository for scholarly papers in specific scientific disciplines. Material submitted to arXiv is expected to be of interest, relevance, and value to those disciplines.“¹³ Die angesprochene Moderation be-

12 Siehe zu dieser Registrierungsprozedur <http://arxiv.org/help/registerhelp> (Zugriff an 18. April 2017).

13 Siehe: <http://arxiv.org/help/moderation> (Zugriff am 18. April 2017).

schränkt sich weitgehend auf Formalia, wozu im Einzelnen die Prüfung, ob das selbstarchivierte Dokument das Format eines begutachtungsfähigen Artikels hat, ob der Gegenstand in die entsprechende fachliche Klassifikation passt, ob das Dokument nicht mehrfach übermittelt wurde, ob die Version der bei einem Verlag erschienenen Publikation entspricht und damit gegebenenfalls Urheberrechte verletzt sind, und ob der Autor seine Möglichkeit der Selbstarchivierung übermäßig (und damit vermutlich missbräuchlich) nutzt, zählen.¹⁴ Diese Kontrolle von Formalia darf aber nicht mit einer Begutachtung im Sinne eines Peer-Review-Verfahrens verwechselt werden. Eine fachliche Prüfung selbstarchivierter Dokumente und der darin erhobenen Wahrheitsansprüche ist gerade *nicht* Teil der Archivierungsprozedur.

CDS-Services

Eine wesentliche Komponente der Publikationsinfrastruktur der Astronomie sind die vom *Centre de Données Astronomiques de Strasbourg* (CDS) betriebenen Datenbanken. Deren Besonderheit und Relevanz für die Astronomie besteht darin, dass sie für eine Verknüpfung von Beobachtungsobjekten mit Textpublikationen und Beobachtungsdaten sorgen und damit einen für das Fach wichtigen Weg der Erschließung von Informationen bereithalten. Die Datenbanken sind ausnahmslos online frei zugänglich und die wichtigsten drei Komponenten des CDS *Information Hub* sind *SIMBAD*, *VizieR* und *ALADIN* (Genova et al. 1998: 470).

SIMBAD (Set of Identifications, Measurements, and Bibliography for Astronomical Data) ist eine seit 1971 kontinuierlich entwickelte Datenbank, die astronomische Objekte mit ihren Koordinaten, Spektralfarben, Helligkeiten und Eigenbewegungen beschreibt. Verknüpft ist jeder Eintrag mit Beobachtungsdaten und bibliographischen Daten von Publikationen zum betreffenden Objekt (Egert 1983; Genova et al. 1998: 470). Zu Beginn der Entwicklung bezog sich die Datenbank ausschließlich auf Sterne, später kamen Galaxien (Dubois und Ochsenbein 1983: 125) und Quasare hinzu (Ochsenbein 1984: 203). Kurze Zeit später wurde die Entscheidung getroffen, die Abdeckung der Datenbank auf alle Objekte jenseits des Sonnensystems auszudehnen. Die bibliographischen Daten entstammen 90 Journalen, die regelmäßig halbautomatisch nach Himmelsobjekten durchsucht werden (Genova 2007: 148). Die Größenordnung dieser Datensamm-

14 Eine Beschreibung der Aufgaben der Moderation findet sich unter: <http://arxiv.org/help/moderation> (Zugriff am 18. April 2017).

lung ist beachtlich: Im Jahr 2006 befanden sich bibliographische Angaben zu mehr als 3.500.000 Objekten in der Datenbank (Wenger et al. 2006: 662).

Die 1996 der Community der Astronomen vorgestellte Datenbank *VizieR* sammelt elektronische Sternenkataloge (Ochsenbein 1996: 48) und enthielt im Jahr 2011 etwa 10.000 (Landais und Ochsenbein 2012: 383) und im Jahr 2016 mehr als 15.000 solcher Listen.¹⁵ Diese beinhalten typischerweise Informationen über die Sternennorte, Eigenbewegungen und Spektralfarben. Auch diese Datenbank ist um astronomische Objekte herum aufgebaut und erlaubt es, nach Positionen, Keywords, spezifischen Merkmalen eines Objekts sowie nach Freitexten zu suchen. Im Unterschied zu *SIMBAD* werden die Daten hier nicht in ein möglichst einheitliches Schema überführt, sondern in ihrer ursprünglichen Form erhalten und mit einer einheitlichen Beschreibung (Metadaten) versehen (Ochsenbein et al. 2000: 23).

Bei *ALADIN* handelt es sich um einen im Jahr 2000 veröffentlichten interaktiven, softwarebasierten Himmelsatlas, dessen Erscheinung dem optischen Abbild des Himmels entspricht (Oberto et al. 2008: 93). Gewählt werden können dabei Darstellungen in unterschiedlichen Wellenlängen – und die im Atlas verzeichneten astronomischen Objekte sind mit anderen Datenbanken des CDS, darunter *SIMBAD* und *VizieR*, verknüpft. Diese liefern Referenzdaten und -bilder zu den Objekten (Bonnarel et al. 2000: 35f.). Durch die enge Integration des Atlas mit den anderen Datenbanken des CDS ist es möglich, Daten zu einem Objekt zu erschließen und von dort aus auf Publikationen zu dem betreffenden Objekt zuzugreifen.

Astrophysics Data System (ADS)

Neben den Datenbanken des CDS ist das *NASA Astrophysics Data System* ein zentrales Portal der Astronomie, das unterschiedliche Informationsressourcen des Fachs vernetzt und Recherche- und Zugangswege bereitstellt. Seine Bedeutung für die Integration der Quellen und für die Informationsversorgung innerhalb der Astronomie kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Es wurde im Jahr 1988 auf der Grundlage einer Projektförderung der NASA¹⁶ konzipiert, ging

15 Abfrage in der *VizieR*-Datenbank unter <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR> vom April 2017. Die 15.888 Sternenkataloge unterscheiden sich in ihrem Umfang sehr deutlich. Kleinere Kataloge enthalten Informationen zu mehreren hundert, größere Kataloge zu mehreren Millionen Objekten.

16 NASA Astrophysics Program grant NCCW-0024. Siehe zur Geschichte des NASA ADS Kurtz et al. (2000: 2f.).

1992 online und profitierte stark vom *NASA Scientific and Technical Information Program* (Kurtz et al. 2000: 2). Ein Ausgangspunkt zur Entwicklung der ersten Säule des Systems, dem „Abstract Service“, bildet eine Sammlung der NASA, die zu Beginn der 1990er Jahre mehr als 100.000 Abstracts umfasste und einschlägige astronomische Literatur in Journalen und Conference Proceedings abdeckte (Kurtz et al. 1993: 132f.). Dieser Grundstock bibliographischer Nachweise und Abstracts wird seitdem fortlaufend aktualisiert, indem Vereinbarungen mit allen großen Journalen der Astronomie über die Lieferung von Abstracts ihrer Publikationen getroffen wurden (Kurtz et al. 2000: 3). Ein zweiter Ausgangspunkt bildeten die im Rahmen der NASA-Raumfahrt-Missionen gesammelten Daten, die sich aus heterogene Beständen wie Sternenkataloge, Bilddateien und Dokumentationen zusammensetzten und die durch ADS organisiert und zur weiteren Nutzung vorgehalten werden (Eichhorn 1994: 205). Die Volltexte dieser Publikationen wurden zur Entwicklung einer zweiten Säule, dem „Article Service“, genutzt, der die Volltexte älterer Publikationen im Original-Layout in elektronischer Form bereitstellt. Aufgrund der starken Zentralisierung der Journallandschaft fiel der Blick bei der Auswahl der wichtigsten, im Rahmen dieses Service bereitzustellenden Publikationen sehr schnell auf die eingangs vorgestellten Core-Journale der Astronomie. Den Anfang machten die Artikel der Jahrgänge 1975–1994 aus der *ApJL*, die 1994 eingescannt wurden (Accomazzi et al. 1995: 64). Danach folgten mit dem *ApJ*, *AJ*, den *PASP*, der *Revisita Mexicana de Astronomia y Astrofisica* sowie den *Contribution of the Astronomical Observatory Skalnate Pleso* (Accomazzi et al. 1995: 67) weitere wichtige Journale der Astronomie, deren ältere Jahrgänge retrodigitalisiert wurden. Als relevant erachtet wurden für die meisten Journale sämtliche Jahrgänge bis zum Volume 1, Issue 1 (Eichhorn 2004: 3.7). Ergänzt wurde der schnell wachsende Umfang dieser elektronischen Bibliothek durch die Retrodigitalisierung von Monographien und Sternwartenberichten.¹⁷ Die Ankündigung: „We currently have plans to place all the historical astronomical literature online“ (Eichhorn et al. 1998: 280), wurde kurze Zeit später Realität. Heute kann der „Article Service“ als umfassendes Fachrepositorium für retrodigitalisierte Literatur für Publikationen aus Jahrgängen vor 1998 verstanden werden. ADS unterstützt aber auch den Zugriff auf jüngere Beiträge. An der hier verwirklichten Struktur lässt sich ein Merkmal des Systems als zentraler Knoten einer Informationsinfrastruktur ablesen, der andere Informationsressourcen eng vernetzt. Für den Zugang zu Beiträgen aus jüngeren Jahrgängen nach 2000 verweist ADS zudem direkt auf

17 Die Retrodigitalisierung älterer Sternwartenberichte fand unter Beteiligung einer großen Anzahl Freiwilliger statt. Siehe zu diesem Projekt Thompson et al. (2007).

das Dokument in den Zeitschriftendatenbanken der Verlage. Sofern die Publikation auch in Form eines E-Prints selbstarchiviert wurde, linkt ADS seit dem Jahr 2005 auch auf die entsprechende Datei des *arXiv* (Accomazzi et al. 2007: 71).¹⁸ Im Jahr 2012 wurden insgesamt 1,8 Millionen Artikel aus mehr als 4.500 Journalen im ADS nachgewiesen (Henneken et al. 2012: 258).¹⁹

Für die Leistungsfähigkeit der Suche in der Datenbank sind zwei weitere Komponenten von Bedeutung. Bereits in einem sehr frühen Stadium der Konzeption wurde ADS mit der SIMBAD-Datenbank verknüpft.²⁰ Zum anderen erwarb die AAS in den Jahren 1996, 1998 und 2004 vom Institute for Scientific Information (ISI) Zitationsdaten für die Astronomie (Kurtz et al. 2000: 3; Eichhorn et al. 1998: 278). Seitdem werden die Zitationsdaten fortlaufend durch die Auswertung der Referenzen aus indextierten Journalen aktualisiert und ergänzt, die von Verlagen und Fachgesellschaften²¹ bereitgestellt werden (Eichhorn 2004: 3.8) oder von E-Prints des *arXiv* stammen.²² Beide Komponenten erweitern die Recherchemöglichkeiten beträchtlich. So ist nicht nur eine Suche nach natürlichsprachigen Ausdrücken und Stichworten möglich, sondern auch eine komplexere Abfrage unter Einschluss von Informationen zu astronomischen Objekten und Zitationsdaten (Kurtz et al. 2000: 3).

Für die unmittelbare Rezeption von Forschungsergebnissen in der Astronomie ist der Benachrichtigungsservice *myADS* von Bedeutung, mit dem sich Nutzer über neue Einträge informieren lassen können, die bestimmten Suchkriterien entsprechen (Eichhorn 2004: 3.9). Insbesondere durch die Synchronisierung mit

-
- 18 Ein Abgleich zwischen *ADS* und dem *arXiv* findet täglich statt (Henneken et al. 2012: 254).
 - 19 Da die Internet-Bandbreite der die Nutzung beschränkende Faktor ist, werden Kopien der Datenbank an mehreren Orten betrieben („database mirroring“). Im Jahr 2000 wurde sie auf sieben (Accomazzi et al. 2000: 17), im Jahr 2004 bereits auf 12 Servern (Eichhorn 2004: 3.9) gespiegelt. Siehe zum Aufstieg von ADS zum zentralen Informationsportal der Astronomie auch Kurtz et al. (2004).
 - 20 Die Verknüpfung der beiden Datenbanken, eine physikalisch in Strasbourg, die andere in Harvard lokalisiert, war Mitte der 1990er Jahre hoch innovativ: „We believe this is the first time an internet connection was made to permit the routine, simultaneous, real-time interrogation of transatlantically seperated databases.“ (Kurtz et al. 2000: 3)
 - 21 So zum Beispiel die *American Physical Society* (APS), die die *Physical Review* herausgibt.
 - 22 Siehe zum Umgang mit Zitationen aus E-Prints sowie zum Problem des Ausschlusses von Duplikaten (E-Prints und Publikationen) Accomazzi et al. (2007: 72).

dem *arXiv* ist es möglich, sich über den Stand der Forschung auf dem Laufenden halten (Henneken et al. 2007b: 107). Neben der Menge der abgelegten Informationen und seiner vielseitigen Recherchemöglichkeiten ist hervorzuheben, dass das *NASA Astrophysics Data System* ein frei zugängliches System ist, dessen Informationsressourcen ausnahmslos offen zugänglich und frei zu nutzen sind. Zudem erlaubt es die Vernetzung mit anderen, ebenfalls weit überwiegend frei zugänglichen Informationsressourcen den Astronomen, sich nahtlos zwischen der Beschreibung von Himmelsobjekten, den mit ihnen verbundenen Forschungsdaten und Publikationen sowie deren Autoren zu bewegen (Henneken et al. 2012: 262).

Alert-Services/Circulars

Eine letzte Besonderheit der Publikationsinfrastruktur, die an dieser Stelle beschrieben werden soll, sind Kurznachrichten-Informationssysteme wie das *Astronomer's Telegram*, die *IAU Circular* und das *Gamma Ray Burst Coordinates Network* (GCN) mit den *GCN Notices* und *GCN Circulars*. Mit diesen Systemen informieren sich in der beobachtenden Astronomie tätige Forscher über temporäre Himmelsereignisse oder vergängliche Beobachtungsmöglichkeiten.²³ Beispiele dafür sind Gammastrahlen-Ausbrüche, Ausbrüche von Novae und Super Novae, der Transit extraterrestrischer Planeten von ihrem Stern sowie Millisekunden-Pulsare. Die Informationssysteme zeichnen sich durch einige gemeinsame Merkmale aus. Dies sind die Nutzung von E-Mails zur Verbreitung der Nachrichten, die Archivierung der Mitteilungen auf einer Website und die Herstellung von Referenzierbarkeit durch die Vergabe einer Identifikationsnummer. Zudem werden die Urheber bzw. die Quelle der Nachricht genannt und der Zeitpunkt der Mitteilung einer Beobachtung festgehalten. Entsprechend dem Ziel einer möglichst schnellen Mitteilung von Ereignissen beschränken sich die Nachrichten auf eine häufig sehr technisch gehaltene Beschreibung der Beobachtung und beinhalten nur wenige interpretative Komponenten, die das Ereignis einordnen. Zudem lassen die Nachrichten wenige Formatierungsmöglichkeiten zu, sind in ihrem Erscheinungsbild sehr schlicht gehalten und ihr maximaler Umfang ist begrenzt.

23 Eines der ersten Benachrichtigungssysteme war das *IAU Circular*, das bereits 1920 gegründet und per Post und Telegramm verschickt wurde. Siehe hierzu die Website des *IAU Central Bureau for Astronomical Telegrams* unter <http://www.cbat.eps.harvard.edu/services/IAUCs.html> (Zugriff am 18. April 2017).

Daneben weisen die Benachrichtigungssysteme aber auch einige Unterschiede auf. Eine erste Differenz bezieht sich auf die Balance zwischen der Publikationsgeschwindigkeit und der Zuverlässigkeit der Nachricht. Während die meisten Systeme Nachrichten unmittelbar versenden, werden die Beiträge beim *IAU Circular* von einem Editorial Team durchgesehen und ediert und zum Teil auch an den Autor zur Überarbeitung zurückgegeben. Die Zeitspanne zwischen Einreichung und Verbreitung der Nachricht schwankt hier zwischen wenigen Stunden und einigen Tagen (Rutledge 1998: 2). Das *Astronomer's Telegram* (ATEL)²⁴ ist dagegen ein schneller Informationsdienst, der der Maxime „a few day delay time is the difference between a well studied object and a missed observational opportunity“ (ebd.: 2) folgt. Er verbreitet Mitteilungen unmittelbar ohne Kontrolle des Inhalts und der Qualität der Nachricht. Gleiches gilt für die Nachrichten des *GCN Circular*. Indirekt wird die Angemessenheit der Nachrichten durch die Begrenzung des Kreises der Sender sichergestellt. Beim *Astronomer's Telegram* haben nur registrierte und verifizierte Nutzer die Möglichkeit, Nachrichten zu versenden, während die automatische Versendung von Nachrichten beim *GCN Circular* nur bei Abonnenten des Systems greift. Ein zweiter Unterschied bezieht sich auf die Zugänglichkeit der Systeme. Während das *Astronomer's Telegram* und die Dienste des GCN kostenlos zu abonnieren sind, erhebt *IAU Circular* eine Subskriptionsgebühr. Ein letzter Unterschied bezieht sich auf die Quelle der Nachrichten. Im Fall des *Astronomer's Telegram* und des *IAU Circular* stammen sämtliche Nachrichten von Astronomen. Dagegen handelt es sich bei den *GCN Notices* um automatisch generierte Nachrichten von Weltraum- und erdgebundenen Radioteleskopen.²⁵

10.3 PUBLIKATIONSINFRASTRUKTUR DER MATHEMATIK

Im Vergleich zur Astronomie stellt sich die Publikationsinfrastruktur der Mathematik als kleinteiliger und weniger monolithisch dar. Dies gilt im Grunde genommen für sämtliche Komponenten und aus diesem Grund ist hier auch eine stärker quantifizierende Darstellung notwendig. Um eine Vergleichbarkeit der beiden Fächer zu gewährleisten, werden zunächst die Journal-Landschaft und die E-Print-Server vorgestellt. Danach werden mit den Besprechungsorganen und der *Mathematics Subject Classification* (MSC) Komponenten der Infrastruktur

24 Siehe: <http://www.astronomertelegram.org> (Zugriff am 18. April 2017).

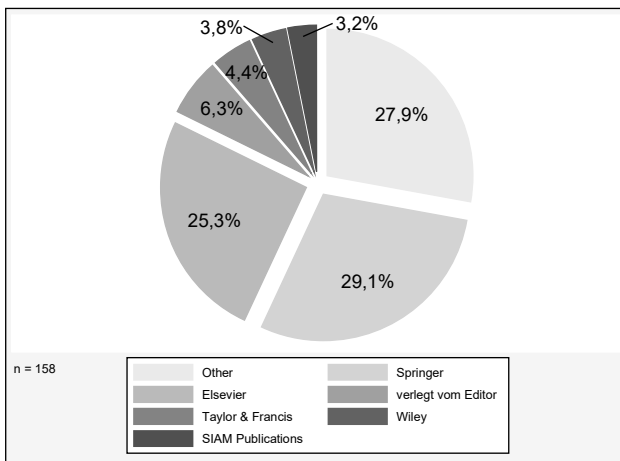
25 Siehe: http://gc.gsfc.nasa.gov/brief_describe.html (Zugriff am 18. April 2017).

beschrieben, die Querschnittscharakter haben und zur Integration der Infrastruktur beitragen.

Journale in der Mathematik: Zentralisierung und Long Tail

Für die Publikation von Forschungsergebnissen sind in der Mathematik begutachtete Journale von überragender Bedeutung. Die Landschaft ist hier allerdings nicht zuletzt aufgrund der Größe des Fachs und seiner starken Differenzierung in eine Vielzahl von Fachgebieten recht kleinteilig und umfasst eine große Zahl zum Teil stark spezialisierter Journale.²⁶ Daher deckt der dieser Untersuchung zugrundeliegende Datensatz auch nicht alle Zeitschriften des Fachs ab, stellt aber eine Stichprobe dar, mit der sich wesentliche Merkmale der Journallandschaft beschreiben lassen. Ein Vergleich mit den Journalen des *Web of Science* aus den Subject Categories „Mathematics“ und „Mathematics Applied“ lässt eine Einschätzung der Stichprobe zu. Von den 456 Journalen des *Web of Science* sind 110 Journale im vorliegenden Datensatz vertreten.

Abbildung 10.3: Verlage der Mathematik-Journale



Größere Zeitschriften werden dabei besser abgedeckt als kleine. Journale, die im Jahr 2014 mehr als 100 Forschungsbeiträge (*Citable Items*) publiziert haben, sind zu 44,5% repräsentiert, gegenüber 17,6% der kleineren Journale mit weni-

26 Siehe zur historischen Entwicklung der Journallandschaft der Mathematik Bartle (1995: 5–7).

ger als 100 *Citable Items*. Die Stichprobe der Mathematikjournale setzt sich also zu einem erheblichen Teil aus den Kernjournalen der Mathematik zusammen.

Während die Journallandschaft breit gefächert ist, lässt sich eine Konzentration auf einer anderen Ebene ausmachen: Betrachtet man die 35 verlegerisch tätigen Organisationen, die die 158 Journale herausgeben, zeigen sich klare Schwerpunkte. Die beiden größten, den Markt für mathematische Publikationen dominierenden Anbieter – *Springer Science + Business Media* und *Elsevier* – verlegen 54,4% der Zeitschriften. Daneben ist der kommerzielle Verlag *Taylor & Francis* und als Fachgesellschaft die *Society of Industrial and Applied Mathematics* (SIAM) zu erwähnen, die mehr als vier Zeitschriften halten. Alle anderen Anbieter fallen zahlenmäßig kaum ins Gewicht. Sieht man sich die Zeitschriften an, die nicht von einem Großverlag erscheinen, zeigt sich eine weitere Besonderheit der Mathematik. Eine beachtliche Anzahl von immerhin 10 Journalen wird von einem Herausgeber oder einem Herausbergremium in Eigenregie und ohne einen größeren Verlag publiziert.

Drei Zeitschriften verdienen hier eine nähere Betrachtung, da sie frei zugänglich sind und sich an ihnen eigene Merkmale von *Gold-Open-Access*-Journalen in der Mathematik ablesen lassen: Erstens wurden sie für ein *Open-Access*-Journal bereits frühzeitig gegründet. Die *Electronic Transactions on Numerical Analysis* besteht seit 1993, *The Electronic Journal of Combinatorics* seit 1994 und das *Taiwanese Journal of Mathematics* seit 1997. Zweitens werden sie entweder von individuellen Personen oder einer Fachgesellschaft verantwortet, befinden sich unter der Kontrolle der Community der Mathematiker und werden ohne Unterstützung eines Verlags publiziert. Drittens handelt es sich um gut etablierte Journale, die im *Web of Science* indexiert sind und, gemessen an den Standards der Mathematik, einen vorzeigbaren Journal Impact Factor haben.²⁷ Viertens zeichnen sich die Journale dadurch aus, dass sie sich nicht durch Publikationsgebühren finanzieren, der Zugang also weder für Autoren noch für Rezipienten mit Kosten verbunden sind. Zu bemerken ist fünftens, dass sie eine beachtliche Größe annehmen können. Das größte Journal ist das *Electronic Journal of Combinatorics*, das dem *Web of Science* zufolge in den vergangenen 12 Jahren jährlich zwischen 111–263 Beiträge (*Citable Items*) publiziert hat, gefolgt vom *Taiwanese Journal of Mathematics* mit 48–172 Publikationen. Kleiner ist

27 Bei den *Electronic Transactions on Numerical Analysis* lag dieser bei 0,759 (2014), 0,894 (2013) und 1,261 (2012), beim *Taiwanese Journal of Mathematics* bei 0,621 (2014), 0,658 (2013), 0,670 (2012) und beim *The Electronic Journal of Combinatorics* bei 1,410 (2014), 1,372 (2013), 1,164 (2012).

das *Electronic Transactions on Numerical Analysis* mit jährlich zwischen 16–49 Publikationen.

Diese Anbieterstruktur mit zwei Großverlagen, einer Vielzahl kleinerer Verlage und unter Eigenregie verlegter Journale ist für die Journalstruktur der Mathematik typisch und hat im Zuge der Entwicklung hin zur digitalen Publikation zu einigen interessanten Initiativen geführt. Unproblematisch ist die digitale Verfügbarkeit im Fall von Journalen der Großverlage, die in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre Zeitschriftenplattformen zum Online-Vertrieb ihrer Publikationen aufgebaut und Teile oder sogar den gesamten Bestand der *Back Issues* ihrer Zeitschriften retrodigitalisiert haben.²⁸ Schwieriger war dagegen die Herstellung digitaler Verfügbarkeit bei Journalen, deren Verlage oder Herausgeber nicht über die notwendigen Kompetenzen oder Mittel verfügen, die der Aufbau einer elektronischen Produktions- und Vertriebsplattform erfordert. Vor diesem Hintergrund wurde in der Mathematik die Vision einer (World) Digital Mathematics Library (W)DML entworfen, die ältere und aktuelle Literatur umfasst: „[T]he Digital Mathematics Library strives to make the entirety of past mathematics scholarship available online, at reasonable costs, in the form of an authoritative and enduring digital collection.“²⁹ Zu beachten ist, dass die Vision im Kern auf umfassende *digitale Verfügbarkeit*, nicht aber auf *freien Zugang* abzielt.³⁰ Die Vision trägt damit pragmatisch den Finanzierungsnotwendigkeiten mathematischer Zeitschriften Rechnung. Ansatzpunkt der konkreten Umsetzung bildet der *Long Tail* einzelner unabhängiger Zeitschriften und hervorzuheben sind hier insbesondere zwei Projekte.

Das von der *Cornell University Library* betriebene *Project Euclid* bietet seit 2003 eine elektronische Publikationsplattform für Journale aus dem Bereich der reinen und angewandten Mathematik sowie der Statistik an.³¹ Das Angebot rich-

28 Für mathematische Zeitschriften sind hier vor allem *SpringerLink* und *ScienceDirect* (*Elsevier*) zu nennen. Damit ist zumindest ein Ziel der Vision, die Digitalität des Zugangs, realisiert, dies allerdings zu von den Großverlagen angesetzten, recht hohen Preisen. Siehe hierzu insbesondere Kap. 16.3.

29 Die Beschreibung der Vision stammt von der Cornell University Library (siehe: <http://www.library.cornell.edu/dmlib>, Zugriff am 18. April 2017) und wurde von der International Mathematical Union (IMU) übernommen (IMU 2006).

30 Die Umsetzung dieser Vision ist dokumentiert durch die AMS Digital Mathematics Registry, einem Verzeichnis digitaler Mathematik-Journale. Siehe <http://www.ams.org/dmr/JournalList.html>. Die Liste umfasst 2.881 Journale (Zugriff am 18. April 2017).

31 Die Plattform findet sich unter: <https://projecteuclid.org> (Zugriff am 18. April 2017).

tet sich an Herausgeber von Zeitschriften, die nicht in der Lage sind, eine eigene digitale Strategie zu verfolgen, und verhilft ihnen zu einer Webpräsenz (Ehling und Staib 2008: 32) sowie zu einem Vertriebsweg für elektronische Publikationen. *Euclid* bietet auch verschiedene Business-Modelle an, die den dauerhaften Betrieb der Journale ebenso sicherstellen sollen wie niedrige Subskriptionspreise, und schließt auch den Bundle-Vertrieb von Journalen ein (Koltay und Poland 2002). Daneben engagiert sich das Projekt für die Digitalisierung der *Back Issues* von Zeitschriften, die über die Plattform vertrieben werden. Im Jahr 2009 hostete *Euclid* 56 Journale mit fast 100.000 Artikeln, von denen 70% im Open Access zugänglich sind (Ruddy 2009: 6). Heute sind mehr als 140.000 Artikel, 362 Bücher und 89 Conference Proceedings über die Plattform zu beziehen.³²

Ein zweites wichtiges Standbein der DML ist die vom *Zentralblatt MATH*, dem *European Mathematical Information Service* (EMIS) und dem *FIZ Karlsruhe* 1996 geschaffene *Electronic Library of Mathematics* (ELibM). Das Portal versammelt Journale der Mathematik, die im Open Access verfügbar sind. Dabei kann es sich sowohl um *Gold-Open-Access*-Journale handeln, die ihre Publikationen unmittelbar frei zugänglich machen, als auch um solche, die eine Moving Wall anwenden und ihre Publikationen nach Ablauf einer Wartefrist freischalten. Sind die Publikationen einmal über die ELibM zugänglich, garantiert diese einen dauerhaft freien Zugang. Dies gilt auch für den Fall, dass ein Journal die Zugangsmodalitäten ändert und zu einem Subskriptionsmodell übergeht (Kröger und Wegner 2004: 112). Derzeit umfasst ELibM 112 Journale der Mathematik (Wegner und Teschke 2015: 19). Daneben beinhaltet sie weitere elektronische Dokumente wie digitale Monographien und Proceedings sowie klassische Arbeiten der Mathematik.

Neben diesen beiden Projekten sind auch diverse Retrodigitalisierungsaktivitäten an vielen verschiedenen Orten zu nennen, die einen dauerhaften elektronischen Zugang schaffen. Diese sind in der Mathematik von besonderer Bedeutung, da einmal bewiesene Sätze auch bei Fortgang der Forschung richtig bleiben und zum Teil über lange Zeiträume hinweg zitiert werden. Wichtige Projekte sind die Digitalisierung des *Jahrbuchs über die Fortschritte der Mathematik* (Habermann 2006: 118ff.)³³, weiterer Journale im Rahmen des ERAM-Projekts sowie mehrerer französischsprachiger Mathematik-Journale durch das Numdam-Projekt.³⁴ Daneben unterhalten die *Cornell University Library*, die *University of*

32 Abfrage vom 18. April 2017.

33 Dabei handelt es sich um den Vorläufer der weiter unten vorgestellten Besprechungsorgane *Zentralblatt Math* und *Mathematical Review*.

34 Siehe <http://www.numdam.org> (Zugriff am 18. April 2017).

Michigan, die *Bibliothèque Nationale de France* und die *Universität Göttingen* größere Kollektion historischer Monographien des Fachs.³⁵

Fachspezifische Repositorien

Neben den originären Publikationsorten umfasst die Publikationsinfrastruktur der Mathematik auch eine zweite Ebene mit Repositorien für die Ablage von Manuskripten, die sich aus einer Preprint-Kultur entwickelt hat (Jackson 2002: 23). Der erste Server war das *mathematical physics preprint archive* (mp_arc)³⁶, das 1991 entstand. Bereits im Februar 1992 wurde mit der Einrichtung des Verzeichnisses „Mathematics“ auf dem bereits oben beschriebenen Repositorium *arXiv* ein Schritt genommen, der sich im Weiteren als folgenreich erweisen sollte. Zwar war die Entwicklung ab Mitte der 1990er Jahre zunächst von der Gründung einer Vielzahl kleinerer Repositorien geprägt, die jeweils abgegrenzte Communities innerhalb der Mathematik bedienten. Jackson berichtet im Jahr 2002 eine Zahl von weltweit einigen hundert E-Print-Servern (Jackson 2002: 24)³⁷, die mithilfe eines zentralen Portals MPRESS, auch Umbrella-Server genannt, durchsuchbar waren. Dieser beinhaltete selbst keine E-Prints, sondern beschränkte sich auf den Nachweis dezentral abgelegter Beiträge (Plümer und Schwänzl 2000). Die vielfältige Repositorien-Landschaft in der Mathematik bil-

35 *Historical Math Monographs* (<http://ebooks.library.cornell.edu/m/math/>), *The University of Michigan Historical Mathematics Collection* (<http://quod.lib.umich.edu/u/umhistmath/>), als Bestandteil der Sammlung Gallica (<http://gallica.bnf.fr>), und *Collection: Mathematical Literature* des Göttinger Digitalisierungszentrums (<http://gdz.sub.uni-goettingen.de/en/gdz/>, Zugriff jeweils am 18. April 2017).

36 Siehe: https://www.ma.utexas.edu/mp_arc/ (Zugriff am 18. April 2017).

37 Die Gründungswelle von Preprint-Servern in der Mathematik erfasste später sogar Verlage. So richtete Elsevier im Jahr 2001 einen *Mathematics Preprint Server* ein, auf dem zwischen 2001–2004 insgesamt 1.229 Beiträge abgelegt wurden. Allerdings wurde dieses Angebot aus Sicht des Verlags nicht in ausreichendem Umfang angenommen: „Despite their wide readership, the Chemistry, Maths and Computer Science research communities did not contribute articles or online comments to the Preprint service in sufficient numbers to justify further development. Consequently on the 24th of May, 2004 the three Elsevier Preprint Servers [...] stopped accepting new submissions to their sites.“ (<http://www.sciencedirect.com/preprintarchive>, Zugriff am 18. April 2017).

dete aber nur einen Zwischenstand.³⁸ Nachdem sich in der Physik ein überwältigender Erfolg des *arXiv* einstellte und auch in der Mathematik die Zahl der dort archivierten E-Prints stark anwuchs, sprachen viele Gründe für eine Zentralisierung der Selbstarchivierungsaktivitäten an diesem Ort. Dazu zählen auch die Robustheit des Systems und der Spiegelung des Archivs auf mehreren Mirror-Servern. Zudem wurde durch das „Front for the arXiv“³⁹ 1998 ein Zugang zu diesem Repositorium geschaffen, das den spezifischen Anforderungen von Mathematikern an die Suchfunktion Rechnung trug.⁴⁰ Die im Weiteren folgende Aggregation wurde auch durch das Angebot des *arXiv* möglich, den Content der kleineren Repositorien zu übernehmen. Eine beachtliche Anzahl an Repositorien folgte dem und stellte den Betrieb ein. Als Ergebnis dieser Entwicklung gilt das *arXiv* heute zu Recht in der Mathematik als „by far the dominant preprint repository“ (Crowley 2011: 1128). Festgehalten muss allerdings auch, dass trotz des Bedeutungsgewinns des *arXiv* die Aggregation bislang unvollständig geblieben ist. Auch heute finden sich noch kleinere Repositorien, die weiterhin aktiv sind. Beispiele bilden der Preprint-Server *Linear Algebraic Groups and Related Structures*, das *K-theory Preprint Archive* und *Optimization Online*.⁴¹

Referate-Organe: Zentralblatt MATH und Mathematical Reviews

Eine Besonderheit der Publikationsinfrastruktur der Mathematik bilden so genannte Referateorgane, die einen erheblichen Beitrag zur Integration der Infrastruktur und des formalen Kommunikationssystems des Fachs leisten. Durch den Nachweis der Publikationen verknüpfen sie die einzelnen Publikationsmedien und würdigen aktuelle Beiträge und Besprechungen. Die Mathematik verfügt mit dem *Zentralblatt MATH* und den *Mathematical Reviews* über zwei große Besprechungsorgane.

-
- 38 Dokumentiert ist dieser Stand auf der Übersichtsseite „Mathematics Preprint Web Servers“ vom 01.04.1999 (siehe <http://www.uni-math.gwdg.de/WorldMath/Preprints.html>, Zugriff am 18. April 2017). Die dort aufgeführten Repositorien sind heute zu weit überwiegendem Teil nicht mehr in Betrieb.
- 39 Siehe <http://front.math.ucdavis.edu> (Zugriff am 18. April 2017).
- 40 Wie in Abschnitt 13.2 gezeigt wird, werden neben den fachspezifischen Repositorien auch von Forschungseinrichtungen betriebene institutionelle Preprint-Server und Websites zur Selbstarchivierung von Forschungsbeiträgen genutzt.
- 41 Siehe <https://www.math.uni-bielefeld.de/lag/>, <http://www.math.uiuc.edu/K-theory/> und <http://www.optimization-online.org/> (Zugriff jeweils am 18. April 2017).

Das *Zentralblatt MATH* wurde 1931 von den Mathematikern Otto Neugebauer, Richard Courant und Harald Bohr sowie dem Verleger Ferdinand Springer gegründet und ist seiner ursprünglichen Konzeption nach ein Referate-Organ zur Berichterstattung über aktuelle wissenschaftliche Literatur (Göbel 2011: 2).⁴² Auf Einladung der Herausgeber hin erstellen weltweit Mathematiker Besprechungen zu Publikationen und das Organ orientiert sich an einer hohen Geschwindigkeit und einer internationalen Abdeckung der Berichterstattung. Ansässig in Berlin, durchlebte es eine bewegte Geschichte, einschließlich einer Phase grenzübergreifender redaktioneller Arbeit im Zuge der deutschen Teilung.⁴³ Eine Erweiterung erfuhr das *Zentralblatt* Ende der 1970er Jahre im Zuge der Gründung eines Fachinformationszentrums Energie, Physik und Mathematik in Karlsruhe (FIZ Karlsruhe): Neben der heute nach wie vor sehr wichtigen Besprechung mathematischer Publikationen wurde das *Zentralblatt MATH* zu einem zentralen Nachweissystem für mathematische Publikationen ausgebaut. Neben den jährlich etwa 6.000 publizierten Besprechungen indexiert es insgesamt 3.500 Journale und fügt jährlich 120.000 Einträge zur Datenbank hinzu (Greuel 2012: 38). Eine erste durchsuchbare elektronische Version der Datenbank entstand 1989 und seit 1996 ist der Service im Internet unter dem Namen *zbMATH*⁴⁴ verfügbar. Auch in der jüngeren Vergangenheit wurde der Leistungsumfang sukzessive erweitert. Zunächst wurde die Datenbank durch die systematische Auswertung von Referenzen mit Zitationsdaten angereichert. Seit der Einführung eines Systems zur Autorenidentifikation (Teschke und Wegner 2011: 43) lassen sich mit den Zitationsdaten auch Zitationsprofile von Mathematikern generieren (Teschke 2015: 62). Daneben verlinkt *zbMATH* die bibliographischen Einträge auch mit online frei verfügbaren Volltexten, die zum Beispiel in der ELibM zugänglich sind (Kröger und Wegner 2004: 116). Die Finanzierung der Services des *zbMATH* erfolgt auf der Grundlage eines Subskriptionsmodells, der leserseitige Zugang ist daher kostenpflichtig.

42 Referate-Journale hat es bereits vor der Gründung des Zentralblatts gegeben. Zu nennen ist hier das bereits weiter oben erwähnte *Jahrbuch über die Fortschritte in der Mathematik*, das bereits 1868 entstand. Dieses erschien allerdings jährlich und zum Teil mit erheblicher Zeitverzögerung, so dass Mathematiker mit einer Verspätung von drei und fünf Jahren mit Besprechungen versorgt wurden (Bartle 1995: 7).

43 Siehe hierzu ausführlicher Göbel (2011: 10ff.).

44 Der Webaufttritt findet sich unter <http://www.zbmath.org> (Zugriff am 18. April 2017).

Die Gründung der *Mathematical Reviews* (MR) als „international journal to abstract and review current mathematical literature“ im Jahr 1940 (AMS 1940) weist enge Bezüge zur Geschichte des *Zentralblatt* auf. Von seiner Konzeption her steht es von Beginn an in direkter Konkurrenz zu diesem Organ, da es ebenfalls den Anspruch hat, alle einschlägigen Beiträge zur Mathematik in sämtlichen Sprachen zu besprechen. Diese konzeptionelle Nähe hat viel mit der Person Otto Neugebauer zu tun. Als im Zuge der antisemitischen Rassenpolitik der Nationalsozialisten Juden aus dem Herausgebergremium des *Zentralblatt* ausgeschlossen wurden und es ihnen verweigert wurde, als Reviewer zu fungieren, gab Neugebauer gemeinsam mit anderen Mitgliedern des Boards 1938 seine Position als Herausgeber auf (Göbel 2011: 5; Pitcher 1988). Nach seiner Emigration in die Vereinigten Staaten nahm er das Angebot der AMS an, das Journal *Mathematical Reviews* gemeinsam mit seinem Kollegen aus dem Board des *Zentralblatt* J.D. Tamarkin und (ab 1940) O. Veblen aufzubauen. Mit finanzieller Unterstützung der Carnegie Corporation und der Rockefeller Foundation sowie der AMS (Price 1990) wurde das erste Volume im Jahr 1940 mit 2.120 Reviews publiziert. In den folgenden Jahren wuchs der Umfang kontinuierlich an und erreichte 1987 eine Zahl von fast 52.000 Reviews.⁴⁵

Die Digitalisierung des Produktionsprozesses der *Mathematical Reviews* und die Entwicklung eines elektronischen Produkts begann in den 1980er Jahren und entwickelte sich allmählich. Zunächst wurde eine Datenbank mit bibliographischen Informationen aufgebaut (Jackson 1997: 336), im Jahr 1984 wurde TEX in den Produktionsprozess eingeführt (Pitcher 1988) und die Besprechungen in einem digitalen Format in die Datenbank aufgenommen. Gemäß dem Vollständigkeitsanspruch, dem die Besprechung folgt, werden ausschließlich besprochene Publikationen nachgewiesen (MR 2012). 1996 wurde die Datenbank unter dem Namen *MathSciNet*⁴⁶ über das World Wide Web zugänglich (AMS 1996) und die parallel erscheinende Papier-Version zum Jahresende 2012 eingestellt. Heute deckt die Datenbank nicht nur die reine und angewandte Mathematik ab, sondern auch die angewandte Statistik sowie die angewandte Informatik und der *Content* ist weitgehend gemäß der *Mathematics Subject Classification* (MSC) indexiert. Seit dem Jahre 2000 verfügt sie über verlinkte Literaturlisten mit Referenzen und seit 2005 über Zitationsdaten. Zudem finden sich Volltexte von Dissertationen und aus Retrodigitalisierungsprojekten in der Datenbank (Richert 2014: 1356).

45 Siehe zur Entwicklung des Umfangs der MR Pitcher (1988).

46 Siehe den Webauftritt von *MathSciNet* unter <http://www.ams.org/mathscinet> (Zugriff am 18. April 2017).

Mit dem sukzessiven Wachstum der Anzahl an Besprechungen ist der Mitarbeiterstab auf 75 Personen und die Anzahl der Reviewer auf 17.500 professionelle Mathematiker angewachsen, die im Jahr 2014 aus 127 Ländern kamen (ebd.: 1355). Ebenso wie beim *Zentralblatt* wird die Anfertigung von Besprechungen als Dienst an der Gemeinschaft der Mathematiker verstanden und nicht entlohnt (Lehmer 1988: 266). Zur Finanzierung der Kosten für die Produktion der Besprechungen und für den Mitarbeiterstab wendet *MathSciNet* ein Subskriptionsmodell an.

Die Referateorgane der Mathematik besitzen für die Mathematik mindestens eine doppelte Funktion. Zum einen stellen sie die einzige „globale Zugangsstruktur“ (Wegner 2008: 25) zu Publikationen des Fachs her, was angesichts der verteilten Publikationslandschaft von großer Bedeutung ist. Zum anderen werden Publikationen durch die Referateorgane neben dem Begutachtungsverfahren am originären Publikationsort ein zweites Mal kritisch gewürdigt und mit Bezug zu fachlichen Argumenten und für den Rezipienten in nachvollziehbarer Weise als mehr oder weniger beachtenswerter Beitrag zum Fach ausgewiesen. Die Zertifizierung erfolgt in der Mathematik daher nicht nur am originären Publikationsort, sondern ist doppelt angelegt und reicht in die Rezeption mit hinein.

Einen für das Fach wichtigen Beitrag zur Systematisierung, Orientierung und Integration leisten beide Besprechungsorgane durch die regelmäßige gemeinsame Herausgabe der *Mathematics Subject Classification* (MSC 2010). Diese unterstreicht noch einmal die besondere Rolle von *zbMATH* und *MathSciNet* für die Integration des Fachs. Die Klassifikation bietet ein umfangreiches Schema,⁴⁷ das auf drei hierarchischen Ebenen die Teilgebiete der Mathematik aufgliedert. In der Hauptsache dient es der Klassifikation mathematischer Literatur und soll von den Journalen der Mathematik zur Einordnung ihrer Artikel verwendet werden. Von den beiden Besprechungsorganen wird es zur Klassifikation der besprochenen Publikationen verwendet. Jeder Beitrag wird genau einer primären Klassifikation und bei Bedarf einer oder mehreren sekundären Klassifikation(en) zugeordnet. Damit soll es Rezipienten mathematischer Literatur erleichtert werden, für sie relevante Publikationen zu identifizieren.

47 In der derzeitigen Version umfasst es insgesamt 47 eng beschriebene Seiten, auf denen die Teilgebiete der Mathematik aufgelistet und mit einem Code versehen sind.

10.4 ZUSAMMENFASSENDE VERGLEICH

Nach der Darstellung der Komponenten der Publikationsinfrastruktur in der Astronomie und Mathematik sollen die Hauptunterschiede pointiert zusammengefasst werden. Differenzen betreffen das Ausmaß an Zentralisierung, den Umfang an Kontrolle durch die Fachcommunity, den Grad der Offenheit sowie das Ausmaß an Integration der Publikationsinfrastruktur.

Ein hohes Ausmaß an *Zentralisierung* der Publikationsinfrastruktur ist in der Astronomie anzutreffen. Dies betrifft keineswegs nur den primären Publikationsort, bei dem das Zentrum von wenigen sehr großen Journalen gebildet wird, sondern auch die anderen Komponenten: Die Selbstarchivierung von E-Prints findet im Verzeichnis eines zentralen Repositoriums statt, Publikationen werden einschließlich ihrer Abstracts an einem Ort nachgewiesen und dort konzentriert sich auch die retrodigitalisierte Literatur. Auch die Sternenkataloge und Informationen zu Himmelsobjekten werden zentral gesammelt. Die Publikationsinfrastruktur in der Mathematik ist dagegen weniger leicht zu fassen. Zwar sind Journale als originärer Publikationsort von überragender Bedeutung und bilden das primäre Medium zur Mitteilung von Forschungsergebnissen. Aufgrund der Größe des Fachs, seiner Ausstrahlung in eine Vielzahl von anderen Disziplinen und seiner starken Binnendifferenzierung ist die Journallandschaft breit und weit ausdifferenziert. Eine Konzentration zeigt sich daher nicht auf der Ebene der Publikationsmedien, wohl aber auf der der Trägerorganisationen, namentlich der Verlage. Ein hohes Maß an Zentralisierung ist mit Blick auf die Besprechung mathematischer Publikationen in den beiden Review-Organen des Fachs anzutreffen und mit Blick auf den Ort der Selbstarchivierung. Hier dominiert mittlerweile das *arXiv*, wenngleich die Community mancher Fachgebiete nach wie vor einen eigenen E-Print-Server präferiert.

Einher geht der in beiden Fächern verschieden hohe Grad an Zentralisierung mit Unterschieden in der Operationslogik, mit der Komponenten der Infrastruktur aufgebaut und betrieben werden. In der Astronomie lässt sich häufig eine *zentrale Koordination und Organisation* beobachten. Beispiele dafür sind die Gründungsgeschichte des Journals *Astronomy & Astrophysics*, die Retrodigitalisierung umfangreicher historischer Bestände durch das ADS und die zentrale Sammlung von Sternenkatalogen. Dabei übernimmt eine Einrichtung die Zuständigkeit für den Betrieb einer zentralen Komponente und stellt diese der gesamten internationalen Fachcommunity zur Verfügung. Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein umfangreicher finanzieller Ressourcen, wie sie beispielsweise von der NASA nach dem Zweiten Weltkrieg bereitgestellt wurden. Im Unterschied dazu lassen sich in der Mathematik zwei konkurrierende Modelle be-

obachten. Zum einen findet der Aufbau und Betrieb großer Komponenten der Publikationsinfrastruktur zentral organisiert durch Unternehmen statt. Zu nennen sind hier die Zeitschriftendatenbanken der Großverlage *Elsevier* sowie *Springer Science + Business Media*. Daneben geht eine beachtliche Zahl von Komponenten auf die *dezentrale Initiative* einzelner Mitglieder oder Gruppen aus der Community der Mathematiker zurück. Am deutlichsten zeigt sich dies an den unabhängigen Journalen, die auf Eigeninitiative von Herausgebern betrieben werden, sowie in den dezentralen Retrodigitalisierungsprojekten, die auf die Herstellung eines digitalen Zugangs von seltenen, häufig nur lokal verfügbaren Publikationen zielen.

Ein zweiter Unterschied betrifft das *Ausmaß an Kontrolle der Publikationsinfrastruktur durch die wissenschaftliche Community*. Bemerkenswert ist hier die Situation in der Astronomie: Die Titel sämtlicher großer Journale gehören einer Fachgesellschaft oder der wissenschaftlichen Gemeinschaft, alle weiteren Komponenten werden von öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen wie der *Cornell University Library*, dem *Smithsonian Astrophysical Observatory* (SAO) und dem *Centre de Données Astronomiques de Strasbourg* (CDS) getragen. Gerade die Kontrolle der Hauptjournale durch die Community ist hier von zentraler Bedeutung, da diese gewissermaßen die Quelle publizierter Forschungsergebnisse sind und andere Komponenten der Infrastruktur – wie das ADS und die Datenbanken des CDS – fortlaufend mit Informationen versorgen, die Retrodigitalisierung älterer Jahrgänge gestatten und eine Archivierung von Manuskripten auf dem *arXiv* erlauben. Der Umfang der Kontrolle der Journale durch die Mathematik-Community stellt sich dagegen uneinheitlich dar. Ein hohes Ausmaß an Kontrolle ist im Fall der unabhängigen, von den Herausgebern und wissenschaftlichen Fachgesellschaften publizierten Journale gegeben. Grenzen der Entscheidungs- und Gestaltungsmöglichkeiten können hier aber schlicht durch das Fehlen von Ressourcen gesetzt sein. So verweist insbesondere das Projekt *Euclid* auf die Probleme unabhängiger Journale, aus eigener Kraft eine digitale Strategie zu verfolgen zu können. Dagegen sind Einfluss und Kontrolle der Community im Fall von Zeitschriftentiteln, die von Großverlagen gehalten werden, eher als gering einzuschätzen. Dies führt, wie im Weiteren noch zu untersuchen ist, zu Hindernissen bei der Selbstarchivierung und zu Spannungen, wenn es um die Herstellung eines offenen Zugangs am originären Publikationsort geht.

Eng verbunden mit dem Merkmal der Kontrolle und den vorhandenen Ressourcen ist der Umfang der *Offenheit der Publikationsinfrastruktur*. Auch hier fällt wiederum die Situation in der Astronomie auf: ADS, die Datenbanken des CDS, der überwiegende Teil der Alert-Systeme und die E-Prints des *arXiv* sind

für jedermann zugänglich und durch die großen, von der NASA finanzierten Retrodigitalisierungsprojekte sind die Volltexte älterer Jahrgänge der wichtigsten Journale ohne leserseitige Zugangsschranken erhältlich. Die großen Zeitschriften sind zwar keine *Gold-Open-Access*-Journale, machen aber zu überwiegendem Teil ihre Publikationen nach einer Embargo-Frist frei zugänglich. Der Grad der Offenheit der Infrastruktur ist dagegen in der Mathematik als deutlich geringer einzuschätzen. Die Repositorien sind zwar ebenso frei zugänglich wie retrodigitalisierte Publikationen sowie die einer Reihe von *Gold*- und *Moving-Wall-Open-Access*-Journalen. Die Mehrheit der Journale finanziert sich ebenso wie die Besprechungsorgane durch ein Subskriptionsmodell, so dass der leserseitige Zugang kostenpflichtig ist. Gerade in Bezug auf die letztgenannten Angebote macht sich bemerkbar, dass sich die Mathematik im Unterschied zur Astronomie nicht in einer so komfortablen Situation befindet, in der institutionell finanzierte, ressourcenstarke Organisationen die Verantwortung für den Betrieb wichtiger Infrastrukturkomponenten übernehmen und diese jedermann zur Verfügung stellen.

Ein hohes Ausmaß an *Integration der Komponenten der Publikationsinfrastruktur* zeigt sich in der Astronomie nicht nur in der vielfältigen Verlinkung von Informationsangeboten, sondern auch im hohen Ausmaß an Kooperation bei der Sammlung und Aufbereitung von Informationen. Journale liefern dem ADS Abstracts und dem CDS Datentabellen und gestatten den Autoren die Selbstarchivierung ihrer Veröffentlichung zum Zeitpunkt der Publikation, zum Teil sogar im Layout des Verlags. Die Recherchemöglichkeiten von ADS greifen auf die Datenbanken des CDS zurück, wodurch die Leistungsfähigkeit der Suche beträchtlich gesteigert wird. Die Verlinkung von Publikationen, E-Prints und Beobachtungsdaten sorgt dabei für einen integrierten Zugang zu allen wesentlichen Forschungsergebnissen. Die Situation, dass Astronomen heute „near total unimpeded direct electronic access to nearly every important research article in astronomy beginning before it is published, to the entire historical literature back to the beginning of the nineteenth century, and to all the tabular numerical data contained in the modern article“ (Kurtz et al. 2005: 1995f.) haben und während der Recherche nahtlos zwischen Abstracts, Volltexten von Publikationen, Informationen zu Beobachtungsobjekten und Bildern wechseln können, hat die anderen drei Merkmale „Zentralisierung“, „Kontrolle durch die Community“ und „Offenheit“ zur Voraussetzung.

Im Vergleich zur Astronomie ist das Ausmaß an Integration der einzelnen Komponenten der Publikationsinfrastruktur in der Mathematik geringer. Mit den beiden Besprechungsorganen gibt es zentrale Nachweissysteme, die weite Teile der Publikationen des Fachs abdecken und für die Realisierung der Vision einer

World Digital Mathematics Library von Bedeutung sind. Auch Plattformen wie die *ELibM* oder das *Project Euclid* sorgen für eine Aggregation von Journalen. Eine direkte Verlinkung mit Volltexten von Publikationen findet sich bei *Math-SciNet* und *zbMath* jedoch nur bei Journalen, bei denen der Verlag einen „Digital Object Identifier“ (DOI) vergibt. Dies ist bei kleineren Verlagen oder bei in Eigenregie herausgegebenen Journalen nicht immer der Fall. E-Prints des *arXiv* und der anderen Repositorien des Fachs werden dagegen nicht in den Besprechungsorganen indexiert. Eine Ursache dieser geringeren Integration dürfte daher auch in dem niedrigeren Zentralisierungsgrad zu suchen sein.

Die Zentralisierung, Kontrolle durch die Community, Offenheit und Integration der Publikationsinfrastruktur der Astronomie müssen als exzeptionell bezeichnet werden. Obschon die Infrastruktur der Mathematik in allen Dimensionen weniger stark ausgeprägt ist, sollte nicht daraus nicht geschlossen werden, sie sei defizitär. Berücksichtigt werden muss, dass es sich zum einen um ein größeres Fach handelt, das stark differenziert ist und sich in eine Vielzahl von Forschungsgebieten untergliedert. Auf die in diesem Kapitel herausgearbeiteten Merkmale der Publikationsinfrastruktur in beiden Fächern wird bei der Analyse der Handlungsroutinen, in denen die Ressourcen von Open-Access-Publikationsmedien mobilisiert werden, im Folgenden zurückzukommen sein.

