

Der TUM Research Data Hub der Technischen Universität München

Datenmanagement, Data Science und Data Stewards unter einem Dach

Autorinnen: *Caroline Leiß, Katja Kessler, Christine Wolter*

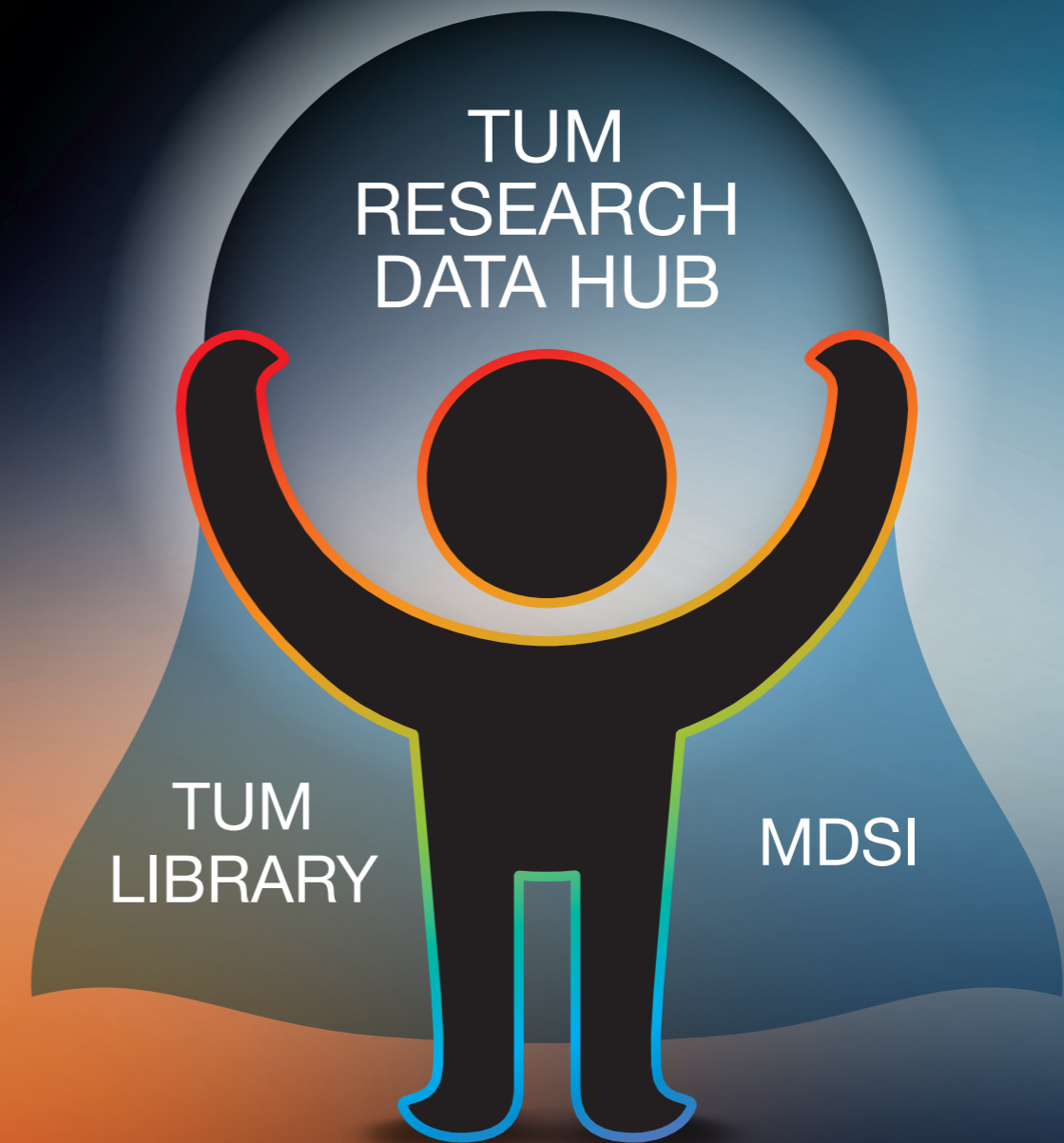
Die Digitalisierung der Forschung führt zu neuen Herausforderungen und neuen Möglichkeiten im Forschungsdatenmanagement (FDM): Einerseits entstehen immer komplexere und größere Datenmengen, andererseits entwickeln sich, auch durch Impulse der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)¹, immer mehr Lösungen, um durch digitale Speicher- und Erschließungsverfahren auch komplexen FDM-Anforderungen gerecht zu werden. Solche Lösungen werden dringend gebraucht, denn fundiertes FDM ist nicht nur für die Forschung wichtig, sondern mittlerweile auch Voraussetzung für das erfolgreiche Einwerben von Drittmitteln. Die Europäische Kommission verlangt bei Antragstellung detaillierte Stellungnahmen

zum Datenmanagement.² Die Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), die alle Universitäten in Satzungen für ihre jeweilige Einrichtung konkretisieren mussten³, schreiben den sorgfältigen Umgang mit Daten vor⁴. In allen DFG-Projekten, die mit Forschungsdaten arbeiten, muss eine Datenstrategie bereits im Antrag enthalten sein⁵. Auch in den Ausschreibungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gibt es in der Regel Hinweise und konkrete Anforderungen mit Bezug auf das FDM.

Diese Verpflichtungen stellen Forschungseinrichtungen vor erhebliche Herausforderungen, denen sich auch die Technische Universität München (TUM) mit

ihren großen, datenintensiven Forschungsprojekten stellen muss. Die Forschungslandschaft an der TUM ist geprägt durch ressourcenintensive, strukturbildende Forschungsprojekte, zu denen Exzellenz-Cluster⁶, Sonderforschungsbereiche und Transregios gehören⁷. Über diese in aller Regel interdisziplinären Großprojekte werden Projektstellen geschaffen, Forschungsmittel akquiriert und Schwerpunkte in der Forschungsprofilierung der TUM gesetzt. Viele Forschungsprojekte dieser Größenordnung erzeugen und verarbeiten Daten, deren Volumen, Komplexität, Speicherung und Erschließung ein fundiertes FDM bereits vor Projektbeginn erforderlich machen.

Bislang wurden FDM-Vorgehensweisen an der TUM häufig an Schools, Instituten, ▶



Kooperationspartner
des TUM Research Data Hubs:
UB und MDSI

► Lehrstühlen, in den Projekten und sogar innerhalb der Unterprojekte entwickelt, zum Start des Projekts implementiert und nach Projektende wieder aus dem Blick verloren. Über die Jahre ist an der TUM auf diese Weise ein vielfältiges, breit gestreutes Wissen zum FDM entstanden. Allerdings ist es dezentral und projektspezifisch an der Universität verteilt, die vorhandenen FDM-Erfahrungen sind für die TUM-Community nicht nachnutzbar und Synergie-Effekte bleiben aus. Wenn FDM-Fachkräfte die Einrichtung verlassen, droht das Wissen um Lösungen und der angesammelte Erfahrungsschatz verloren zu gehen. Der Aufbau von parallelen Strukturen, die vielen Strategien, Infrastrukturen und Zuständigkeiten kosten eine Einrichtung wie die TUM viele Personalstunden und viel Geld. Das Rad immer wieder neu zu erfinden, bedeutet am Ende, mit hohem Ressourceneinsatz hochspezifische Lösungen zu entwickeln, die wenige generische Elemente enthalten, geringe Nachnutzbarkeit aufweisen und schlicht ineffizient sind. Nicht selten führen Insellösungen, bei denen die Daten nach Projektende weder gepflegt noch migriert werden, am Ende sogar zu Datenverlusten.

Um die Situation zu verbessern, müssen nachhaltige, d. h. projektunabhängige und zentrale FDM-Infrastrukturen und Serviceangebote aufgebaut werden. Eine wichtige Voraussetzung dafür schuf die DFG mit ihrer geänderten Förderpolitik im Jahr 2007. Seither gibt es die Möglichkeit, bei DFG-Projekten ein Teilprojekt Informationsinfrastruktur (INF-Projekt) zu beantragen und FDM-Projektstellen mit sogenannten Data Stewards zu besetzen.⁸ Seit 2023 können Mittel für FDM-Bedarfe alternativ im zentralen Verwaltungsprojekt beantragt werden, wenn kein eigenes Teilprojekt für das FDM eines Projekts erforderlich ist. Data Stewards erarbeiten die Datenstrategie für alle Forschenden eines Projekts und begleiten ihre Umsetzung während des Forschungsverlaufs. Sie tragen die Verantwortung dafür, dass zumindest innerhalb des Projekts eine mit allen Unterprojekten abgestimmte und einheitliche FDM-Strategie verfolgt wird.

Die Forderung, zentral angesiedelte und mit entsprechenden Ressourcen ausgestattete FDM-Servicebereiche zu schaffen, wurde in den letzten Jahren von Wissen-

schaftsförderern, wissenschaftspolitischen Organisationen und hochschulpolitischen Gremien immer dringlicher artikuliert. Die Arbeitsgruppen der NFDI sind als institutionenübergreifende Struktur darauf ausgerichtet, nachnutzbare Lösungen für unterschiedliche, fachspezifische Anforderungen zu entwickeln. Positionspapiere der letzten Jahre sprechen Empfehlungen für zentrale Strategien aus und erklären mögliche Vorgehensweisen:

- 2016 weist der Rat für Informationsinfrastrukturen (RfII)⁹ darauf hin, dass Infrastrukturgestaltung nachhaltiger sein kann, wenn sie unabhängig von Projektförderungen ist. Dies ist eine richtungweisende Feststellung: An die Stelle von projektspezifischen FDM-Maßnahmen müssen zentrale, projektüberdauernde Strukturen treten.
- 2019 intensiviert der RfII seine Position: Nachhaltiger Personaleinsatz sowie eine engere Verzahnung von Wissenschaft und forschungsstützendem Infrastrukturbereich seien ein zentraler Schlüssel für die Verstetigung von Lösungsansätzen im FDM.¹⁰ Das Sachverständigen-gremium schlägt beispielsweise kooperative Modelle vor, wie die Besetzung von Bibliotheksstellen mit Forschenden oder die Mitarbeit von Bibliotheksbeschäftigten im Fachbereich, um Forschung und Infrastruktur stärker zu verzahnen.
- 2021 fordert die DFG in einem Impulspapier, digitale Berufsprofile in den Serviceeinrichtungen für die Wissenschaft zu stärken, darunter auch das Spezialgebiet des Forschungsdatenmanagements.¹¹ Tatsächlich entwickelt sich FDM-Expertise zu einer neuen Qualifikation in der Wissenschaft und in wissenschaftlichen Bibliotheken. An Forschungseinrichtungen wird vermehrt Personal eingestellt, das sich deziert um das FDM einzelner Projekte oder Bereiche kümmert. Die Bezeichnung Data Steward etabliert sich als Benennung eines entsprechenden Aufgabenprofils in Stellenausschreibungen und Tätigkeitsbeschreibungen.¹²

TUM Research Data Hub: Grundlegende Neuorientierung an der TUM

Ausgehend von diesen Empfehlungen beschloss das Hochschulpräsidium der TUM im Mai 2023 eine Neuausrichtung im Um-

gang nicht nur mit FDM, sondern zugleich mit Data Science. Ausgehend von einer Initiative des Vizepräsidenten für Digitalisierung und IT-Systeme (CIO) wurde die Entscheidung getroffen, den TUM Research Data Hub (Hub)¹³ als zentrale Servicestelle für datenbasierte Forschung zu gründen. Im Gründungsbeschluss ist der Auftrag des Hubs in folgender Weise formuliert: „Dieses virtuelle Zentrum etabliert Services und Infrastrukturen zur Bearbeitung, semantischen Erschließung, langfristigen Speicherung sowie Veröffentlichung von Forschungsdaten, vernetzt Forschende im Bereich des Forschungsdatenmanagements und reagiert auf die individuellen Anforderungen aus den diversen Forschungsdisziplinen“¹⁴.

Der Hub wird von der Universitätsbibliothek (UB)¹⁵ und dem Munich Data Science Institut (MDSI)¹⁶ getragen und ist integraler Bestandteil der Digitalisierungsstrategie der TUM¹⁷. Er bündelt als zentrale Stelle alle Services im Bereich datenbasierter Forschung. Schirmherr der neuen Serviceeinrichtung ist der Vizepräsident für Digitalisierung und IT-Systeme, die Leitung des Hubs liegt in geteilter Verantwortung bei den Leitungen von UB und MDSI. Eingebettet in die Forschungsförderungsstrukturen der TUM ist der Hub zentrale Anlaufstelle für alle Forschenden der TUM, insbesondere für Forschende, die Drittmittelanträge vorbereiten. Er wird vom Referat für Forschungsförderung und Technologietransfer (TUM ForTe), das alle Förderanträge der TUM koordiniert, bei allen Antragsverfahren entsprechend eingebunden. Leitfäden zur Beantragung von Drittmittelprojekten enthalten Hinweise, dass Antragstellerinnen und Antragsteller den Hub kontaktieren müssen.

Das Konzept des Hubs ist in zweifacher Hinsicht innovativ:

- 1) Der Hub verfügt über Personalressourcen. Data Stewards aus Großprojekten werden zentral im Hub angesiedelt und übernehmen dort zwei Aufgaben: Einerseits tragen sie die Verantwortung für die Datenstrategie ihres jeweiligen Großprojekts, andererseits unterstützen sie alle Forschenden der TUM im Bereich FDM und Data Science. Sie haben eine Scharnier-Funktion zwischen Forschungsprojekten und TUM insgesamt. Ermöglicht wird diese Struktur

„Dieses virtuelle Zentrum etabliert Services und Infrastrukturen zur Bearbeitung, semantischen Erschließung, langfristigen Speicherung sowie Veröffentlichung von Forschungsdaten, vernetzt Forschende im Bereich des Forschungsdatenmanagements und reagiert auf die individuellen Anforderungen aus den diversen Forschungsdisziplinen“.

durch ein innovatives Finanzierungsmodell für Data Stewards, die für Großprojekte beantragt werden.

2) Der Hub ist die zentrale Servicestelle sowohl für Daten-Infrastruktur als auch für Daten-Forschung. Dieses umfassende Serviceangebot wird ermöglicht durch die Zusammenarbeit von UB und MDSI. Der Hub bietet durch diese Doppelausrichtung Unterstützung bei allen Fragen, die in der Arbeit mit Daten entstehen können. Data Stewards im Hub verfügen über Wissen sowohl zu Speicherung, Erschließung und Archivierung von Daten als auch zu Data Science, etwa zum Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) bei der Datenanalyse, zum Umgang mit sensiblen medizinischen Daten oder zur Datenvisualisierung.

Die UB bringt in den Hub ihre Expertise im Bereich des FDM ein und kann dabei auf langjährige Erfahrung zurückgreifen. Seit 2013 wurde Forschungsdatenmanagement als Referat im Direktionsbereich geführt. 2021 wurden alle Services zum FDM in einer eigenen, neuen Abteilung zusammengefasst, in der neben dem Schulungs- und Beratungsangebot auch der Support für das institutionelle Repositorium der TUM (mediaTUM), die TUM Workbench und das Forschungsinformationssystem der TUM (FIS) angesiedelt sind.

- 2013 hatte die UB in enger Absprache mit Forschenden eine virtuelle Forschungs-umgebung konzipiert¹⁸ und gemeinsam mit einer externen Programmierfirma eine digitale Plattform, die TUM Workbench¹⁹, für alle mit dem Forschungsprozess verbundenen Anforderungen entwickelt. Die TUM Workbench ist als Speicher- und Erschließungstool für Forschungsdaten angelegt, bietet darüber hinaus aber auch Kalenderfunktion, Aufgabenplanung und ein elektronisches Laborbuch. Die Software ist Open Source verfügbar und wird in For-

schungsprojekten an der TUM eingesetzt.

- 2016 erhielt die UB den offiziellen Auftrag der Hochschulleitung, ein Beratungszentrum Forschungsdatenmanagement zu gründen.²⁰ Damit wurde ein formaler Rahmen für bestehende Bibliotheksservices geschaffen: Schulungen zu Grundlagenkompetenzen im FDM, individuelle Beratung zu Datenmanagementplänen und projektspezifischen FDM-Anliegen, Informationsmaterialien zu Datenformaten, rechtlichen Fragen, Lizenzen, Speicherlösungen und zur Datenpublikation.

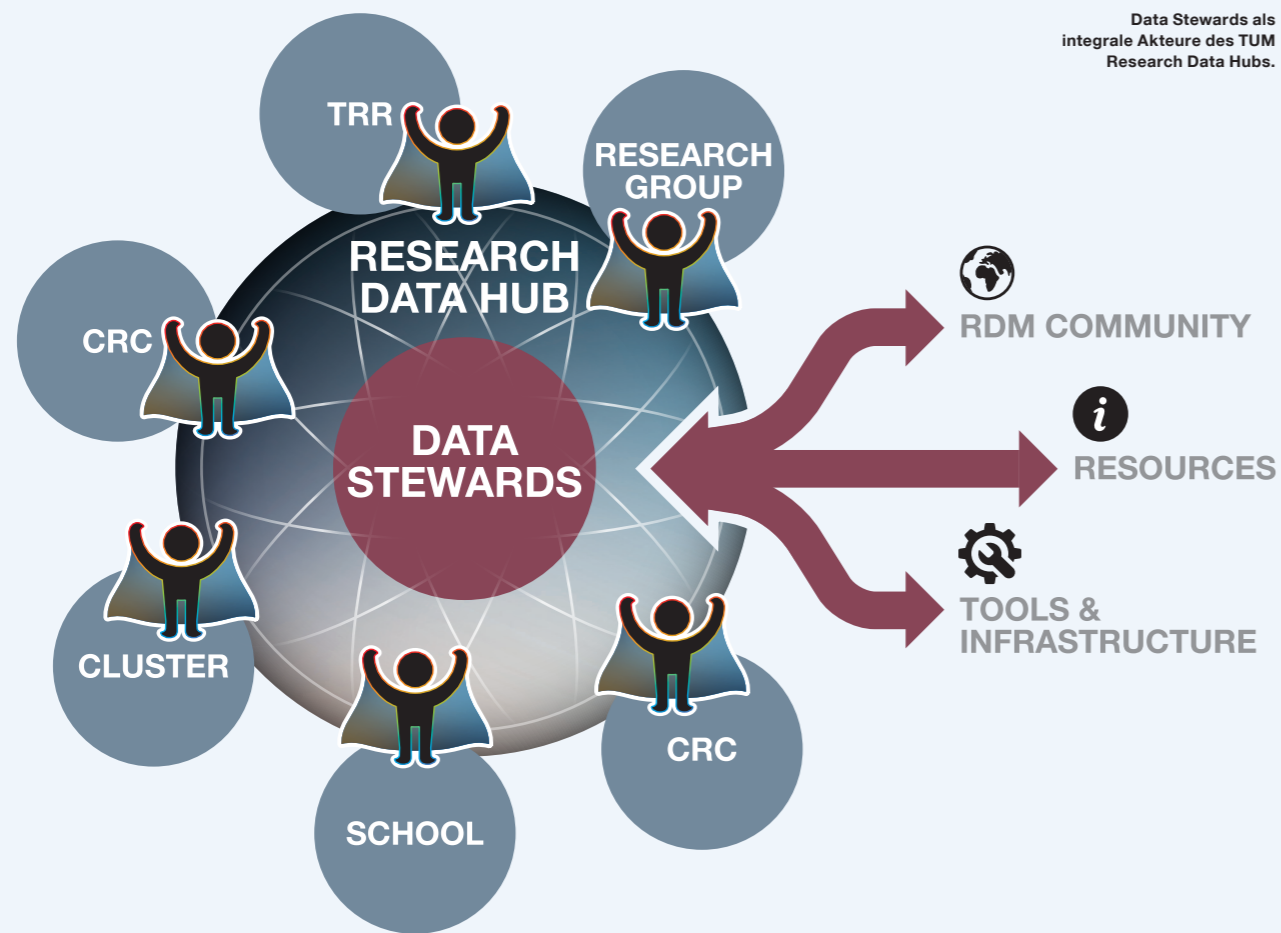
- Seit 2017 werden in mediaTUM, dem institutionellen Repositorium der TUM, Forschungsdaten archiviert und veröffentlicht.²¹
- 2018 veröffentlichte die UB Leitlinien zum Umgang mit Forschungsdaten an der TUM²².

- Seit 2021 bietet die UB jedes Wintersemester ein Data Steward Training an. Zehn Personen werden zu Dateninfrastruktur-expertinnen und -experten ausgebildet und bringen als Multiplikatorinnen und Multiplikatoren erweiterte Datenkompetenz in ihre Schools und Projekte ein.²³

Die andere den Hub tragende Institution ist das im November 2020 gegründete Munich Data Science Institut (MDSI)¹⁶ der TUM.²⁴ Das MDSI ist die zentrale Forschungs- und Networking-Einrichtung der TUM zu Data Science und bringt als disziplinübergreifendes, integratives Forschungszentrum Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Fachgebiete zusammen. Grundlagenforschung, datenwissenschaftliche Anwendungen, Kompetenztransfer in Industrie und Gesellschaft sowie die Auseinandersetzung mit datenbezogenen Themen gehören zu seinem Aufgabenprofil. Zugleich ist es für alle Forschenden der TUM Service-Stelle für Fragen und Lösungen aus Datenwissenschaften, maschinellem Lernen und KI.

Seit Juni 2023 hat der Hub einen eigenen Webauftritt.¹³ Hier werden die Beratungs- und Serviceangebote zu FDM und Data Science dargestellt: Das Konzept der Data Stewards und die zur Verfügung stehenden Personalressourcen, IT-Infrastrukturangebote, Tools, Schulungen, Vernetzungsmöglichkeiten und Beratungsservices. Gesammelte Informationen sind übersichtlich entlang der fünf Phasen eines Forschungszyklus geclustert: (1) Antrag stellen & planen, (2) Daten ablegen & verwalten, (3) Daten archivieren, (4) Daten veröffentlichen & teilen sowie (5) Daten nachnutzen. Handreichungen, z. B. zu Datenarchivierung, semantischer Erschließung, Lizenzen oder Datenpublikation sind entsprechend eingebunden.

Zahlreiche Maßnahmen haben dazu beigetragen, den Hub TUM-intern bekannt zu machen. Dazu gehört der Versand des Gründungsbeschlusses an Dekaninnen und Dekane, Geschäftsführerinnen und Geschäftsführer sowie Leitungen der sonstigen Forschungseinrichtungen. Studierende, Forschende und Mitarbeitende wurden über die TUM-Webseite, auf campusweiten Infoscreens, in hochschulweiten Newslettern oder Informationsschreiben für bestimmte Zielgruppen wie Promovierende und Postdocs informiert. Die Kanäle der UB, u. a. Webseite und Social Media, haben ebenfalls über die Gründung des Hubs und seine Services berichtet. Außerdem finden sich Informationen und die Verlinkung zum Hub auf diversen Serviceseiten der Universität, der UB, des MDSI und weiteren TUM-Einrichtungen. Regelmäßig sind Bibliotheksmitarbeitende bei Sitzungen mit Forschenden, School-Meetings oder IT-Runden zu Gast, um über den Hub und seine Services zu informieren. Das Hub-Team ist durch Schulungs- und Informati-



onsveranstaltungen in Curricula und Graduiertenprogrammen präsent und stellt die Serviceangebote des Hubs vor.

Zur Gestaltung der Zusammenarbeit von MDSI und UB wurden seit Gründung des Hubs Arbeitsabläufe eingerichtet, die das gemeinsame Alltagsgeschäft regeln und Zuständigkeiten definieren. Dazu gehört etwa ein E-Mail-Ticketsystem, über das das Hub-Team mit den Forschenden kommuniziert. Die Bündelung aller Anfragen in einer Plattform macht Mailverläufe für alle nachvollziehbar und Vertretungen möglich. Ebenso wichtig ist die gemeinsame Dateiablage für die Dateiverwaltung, um z. B. Antragsberatungen transparent zu dokumentieren. Für die niederschwellige Kommunikation aller Mitarbeitenden im Hub wird eine Chat-Software verwendet. Ein wöchentlicher Jour fixe aller Hub-Mitarbeitenden sichert den regelmäßigen Austausch zu laufenden Aktivitäten.

Kofinanziert und nachhaltig: Das Data-Steward-Modell an der TUM

Entscheidend für die Wirksamkeit des Hubs ist das zugrundeliegende Personalkonzept: Drittmittelgeförderte, datenintensive Forschungsprojekte beantragen Data-Steward-Stellen, die durch Mittel der Hochschulleitung aufgestockt werden und damit zusätzliche Personalressourcen für die TUM-weiten, projektunabhängigen Anforderungen datenbasierter Forschung schaffen. Am Hub soll, wie es im Gründungsbeschluss formuliert wird, „ein zentraler Pool an Data Stewards [entstehen], der der langfristigen Sicherung der Expertise im Bereich FDM dient und als Bindeglied zwischen Projektwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern, dem Hub sowie den verschiedenen NFDI-Initiativen und koordinierten Programmen mit TUM-Beteiligung dient“.

Das nachfolgende Beispiel eines typischen Antragsablaufs soll die Funktions-

weise des Kofinanzierungsmodells sowie die verpflichtende Einbindung des Hubs in alle Antragsverfahren verdeutlichen.

- Forschende kontaktieren zu Beginn der Antragsphase den Hub, um Daten-Strategie sowie Personalbedarf abzusprechen.
- Hub-Mitarbeitende besprechen mit den Projektverantwortlichen die inhaltlichen Anforderungen im Bereich FDM und Data Science und prüfen, ob im Antrag die erforderlichen Informationen enthalten und Kriterien berücksichtigt sind: Um welche Daten handelt es sich? Gibt es eine Strategie für den FAIRen Umgang mit Daten? Welche Verfahren sind für Speicherung, das Teilen von Daten, Archivierung, Erschließung vorgesehen? Bestehen datenschutzrechtliche Herausforderungen? Der Antragstext wird entsprechend angepasst.
- Auch die personellen Anforderungen werden besprochen: Je nach Bedarf werden vom Projekt eine oder mehrere halbe Stellen für Data Stewards beantragt. Als

Eigenleistung stockt die TUM diese halben Stellen mithilfe von zentralen Mitteln zu ganzen Stellen auf. Die von der Hochschulleitung kofinanzierten halben Stellen ermöglichen es den Data Stewards, neben der Projektstätigkeit noch zusätzliche Aufgaben für das FDM bzw. die Data-Science-Anforderungen der TUM insgesamt zu übernehmen und ein Serviceangebot für alle Forschenden und Projekte aufzubauen, die nicht über eigene Data Stewards verfügen.

Für die transparente Dokumentation der Abstimmung zwischen Projekt und Hub sowie der letztlich beantragten Personalressourcen wird ein Formular verwendet, das verpflichtend dem Drittmittelantrag beigelegt sein muss, wenn die Unterlagen dem Hochschulpräsidium vorgelegt werden. Im Formular werden die Basisinformationen zum Projekt erfasst (Thema, Laufzeit, Sprecherschaft, beteiligte Einrichtungen). Dann werden die Projektanforderungen bezüglich FDM/Data Science formuliert und die konkreten Tätigkeiten des Data Stewards im Projekt aufgeführt. Anschließend werden die Aufgaben, die der Data Steward für Forschende der TUM insgesamt erbringen soll, und die Anzahl der für das Projekt benötigten Data-Steward-Stellen benannt und entsprechend vermerkt, in welchem Umfang beim Hochschulpräsidium kofinanzierte Stellenanteile beantragt werden.

Ein wichtiger Bestandteil des Formulars ist die Empfehlung, ob der Data Steward dem MDSI oder der UB zugeordnet wird. Alle über dieses Modell kofinanzierten Data Stewards sind Mitarbeitende im Hub, der als virtuelle Einheit von den beiden personalführenden Einrichtungen UB und MDSI getragen wird. Data Stewards werden daher disziplinarisch der UB oder dem MDSI zugeordnet. Ausschlaggebend für die Zuordnung ist die im Forschungsprojekt vorgesehenen Tätigkeiten der Data Stewards. Wenn

die Anforderungen eher im Bereich Dateninfrastruktur liegen, ist eine Zuordnung zur UB vorgesehen. Ist die Tätigkeit des Data Stewards eher im Bereich Data Science angesiedelt, erfolgt die Zuordnung zum MDSI. In manchen Fällen ist eine Ansiedlung an beiden personalführenden Einrichtungen möglich, so dass perspektivisch eine paritätische Verteilung der Data Stewards erreicht werden kann. Fachlich arbeiten die Data Stewards eng mit dem jeweiligen Principal Investigator zusammen, dem sie innerhalb des Forschungsprojekts zugeordnet sind.

Perspektivisch entsteht durch dieses Modell ein wachsender Pool an Data Stewards im Hub. Wird ein Projekt beendet, kann ein Data Steward in einem neuen Forschungsprojekt eingesetzt werden. Während der Projektlaufzeit unterstützt der Data Steward bereits mit dem Stellenanteil, der durch die Kofinanzierung der Hochschulleitung zur Verfügung steht, andere Forschende und wirkt bei laufenden Antragsverfahren mit. So verzahnen sich die Tätigkeiten der verschiedenen Projekte und Phasen, die von Data Stewards betreut werden. Das Modell der durch Kofinanzierung aufgestockten Stellen stellt sicher, dass die Dienstleistungen des Hubs langfristig, projektunabhängig und nachhaltig zur Verfügung stehen und die von der Hochschulleitung geforderte Ausweitung der FDM-Unterstützung an der TUM personell abgebildet werden kann.

Der geplante Personalausbau verdeutlicht, wie wichtig ein optimaler Umgang mit Daten für die Forschungsstärke der TUM ist. An der TUM sind etwa 30 bis 40 laufende drittmittelgeförderte Verbundprojekte angesiedelt, teilweise in Kooperation mit anderen Universitäten. Nach ersten Erfahrungen zeichnet sich ab, dass viele Projekte mit Sprecherschaft an der TUM das kofinanzierte Modell der Hub-Data-Stewards in Anspruch nehmen werden. Im Sommer

2024 sind nach diesem Modell bereits einige Data Stewards im Hub beschäftigt, weitere Data Stewards werden ab Herbst 2024 das Team verstärken. Mit jedem Großprojekt, für das eine Data-Steward-Position beantragt und bewilligt wird, gewinnt der Hub weitere Personalressourcen. Perspektivisch wird sich auf diese Weise ein zentraler Personalstamm entwickeln, der unter Leitung von UB und MDSI FDM-Support und Data-Science-Unterstützung sowohl für strukturbildende Großprojekte als auch die TUM insgesamt auf eine neue Ebene heben kann.

Vernetzt in FDM und Data Science: Aufgabenprofil der Data Stewards

Alle Data Stewards betreuen also einerseits ein Forschungsprojekt und haben andererseits in dem durch die Kofinanzierung geschaffenen Stellenanteil einen Tätigkeitsbereich, der alle Forschenden der TUM unterstützt und idealerweise mit den Aufgaben im Forschungsprojekt zusammenhängt oder diese gut ergänzt.

Die Projektmitarbeitende kann an UB und MDSI jeweils unterschiedlich sein. Die Data Stewards am MDSI sind in der Regel Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die forschungsbezogen und oft auch fachspezifisch im Projekt arbeiten. Sie sind beispielsweise für die Analyse oder die Visualisierung von Forschungsdaten zuständig. Die Data Stewards an der UB haben ebenfalls einen wissenschaftlichen Hintergrund, sind aber vorwiegend forschungsunterstützend tätig. Ihre Tätigkeit umfasst beispielsweise Entwicklung und Umsetzung einer ganzheitlichen FDM-Strategie für ein Forschungsprojekt und Beratung zu Auswahl, Implementierung und Weiterentwicklung von Infrastrukturlösungen. Manche Data Stewards der UB besitzen zusätzlich einen

„Ein zentraler Pool an Data Stewards [entstehen], der der langfristigen Sicherung der Expertise im Bereich FDM dient und als Bindeglied zwischen Projektwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern, dem Hub sowie den verschiedenen NFDI-Initiativen und koordinierten Programmen mit TUM-Beteiligung dient“.

bibliothekarischen Hintergrund und bringen ihre Kenntnisse im Bereich Erschließung, Metadaten, Archivierungs- und Publikationsworkflows sowie Open Access und Open Science ein.

Viele konkrete Anliegen von Forschenden sind exemplarisch und können sowohl andere Projekte wie auch die allgemeinen Grundlagenservices im Bereich FDM und Data Science bereichern. Wenn sich zum Beispiel ein Data Steward in seinem Projekt intensiv mit medizinischen Daten auseinandersetzt, bringt er diese Expertise in den Hub ein und entwickelt für dieses Themengebiet Services für die gesamte TUM. Ein Metadatenschema für die Datenerschließung kann als Beispiel in Schulungen und Vorlesungen zu FDM Basics einfließen. Oder eine Datenstrategie für den Umgang mit sehr großen Daten für einen Drittmittelantrag kann als Best-Practice-Beispiel nachgenutzt und in Beratungsleitfäden dokumentiert werden. Ein konkretes Beispiel: Ein Data Steward programmierte für ein Exzellenzcluster eine individualisierte Schnittstelle zu einem Großgerät, die automatisierte Dateneinspeisung in eine zentrale FDM-Software ermöglicht. Diese Schnittstelle ist im Hub gut dokumentiert und kann künftig jederzeit für weiteren Projekten bei Bedarf nachgenutzt und angepasst werden. Weitere aktuelle Beispiele sind die Entwicklung einer guten Datenablagestruktur für ein interdisziplinäres Projekt, Datenschutzanliegen oder Fragen, wie man Daten mit Angehörigen der eigenen Institution bzw. Externen teilen kann.

Eine wichtige Aufgabe der Data Stewards liegt in der Betreuung von Forschungsprojekten bereits während der Antragsphase. Diese umfasst Beratungsgespräche zur Entwicklung einer FDM-Strategie oder Data-Science-Methoden in den Projekten, eine kritische Kommentierung der Antragsentwürfe, die Vorbereitung von Präsentationsmaterial für Begutachtungen und Absprachen mit verschiedenen Projektpartnern. Data Stewards erstellen Poster zur Daten-Strategie des Projekts und erläutern das geplante Vorgehen bei der DFG-Begutachtung.

Zudem sind Data Stewards auch in projektübergreifenden Strukturen wie den NFDI und außeruniversitären Initiativen aktiv. Dadurch bringen sie außerhalb der

TUM erarbeitete Lösungen und Tools in die Projekte ein. Konkret ist das Hub-Team bei NFDI4Ing Archetyp DORIS, GHGA und der Sektion ELSA beteiligt und kann dort entstehende Lösungen nachnutzen. Beispielsweise wurde im NFDI-Kontext eine Methode entwickelt, die erlaubt, Berechnungen über eine Cloud-Computing-Funktion für sehr große Datenmengen zu erstellen. Das neu entwickelte Verfahren bietet eine Lösung, wie die Daten im Repository verbleiben und dennoch Berechnungen möglich sind und bietet eine für TUM-Projekte sehr gut nachnutzbare und wertvolle Lösung.²⁵

Neben fachlicher Datenexpertise müssen Data Stewards über hohe Kommunikationsfähigkeit verfügen. Eine gelungene und effiziente Umsetzung der Datenstrategie erfordert Überzeugung und Mitwirkung aller Projektbeteiligten. Bei institutionenübergreifenden Forschungsprojekten, etwa bei Transregios mit geteilter Sprecherschaft oder mit mehreren, kooperierenden Universitäten, umfasst dies auch die Zusammenarbeit mit Projektmitgliedern und FDM-Support-Stellen anderer beteiligter Einrichtungen.

Der Hub schafft die Voraussetzung dafür, dass Data Stewards eng zusammenarbeiten und Synergieeffekte entstehen. Data Stewards sind mit ihren Aufgaben und Herausforderungen nicht allein, sie können sich bei Fragen und Problemen stets an ihr Data-Steward-Team und ihre Teamleitung wenden. Einmal wöchentlich treffen sich alle Data Stewards des Hubs, um sich auszutauschen, Herausforderungen zu besprechen und Best Practices zu teilen. In einer gemeinsamen Dateiablage sammeln sie Informationen und Erfahrungen aus ihren Forschungsprojekten, beispielsweise Material zu disziplinspezifischen Standards und zu Tools, oder beraten sich gegenseitig, wie ein geeigneter Metadatenstandard in einem Projekt etabliert werden kann. Besonders wertvoll sind auch gut dokumentierte themenbezogene Recherchen etwa zum Nagoya-Protokoll²⁶, d. h. dem Umgang mit Materialproben, die an der TUM in vielen Projekten relevant werden. Auch bei den Tätigkeiten, die die Data Stewards für die gesamte TUM erbringen, finden enge Zusammenarbeit und ein Ideenaustausch im Data-Steward-Team statt.

Die zentrale Ansiedlung der Data Stewards im Hub hat den Vorteil, dass Kooperationen mit Infrastruktureinrichtungen und Partnern in- und außerhalb der TUM besser koordiniert werden können. Zu nennen ist u. a. die enge Zusammenarbeit mit dem Leibniz Rechenzentrum (LRZ), dem TUM Referat für Forschungsförderung und Technologietransfer, den Datenschutzbeauftragten und -bevollmächtigten der TUM sowie mit diversen Konsortien der NFDI. Ansprechpersonen beider Seiten kennen sich und haben etablierte Kommunikationskanäle. Durch diese Vernetzungs- und Kooperationsmöglichkeiten werden Produktivität, Qualität und Vielfalt der Services im FDM-Bereich gesteigert.

Herausforderungen: Personalentwicklung, Finanzierung, Zusammenarbeit

Die Gründung des Hubs ist ein Gamechanger für die datenbasierte Forschung an der TUM und bietet zahlreiche Vorteile. Doch auch die Herausforderungen sind groß, zumal die Kofinanzierung der Stellen seitens der TUM eine beträchtliche Investition darstellt, ein starkes und langfristiges Commitment der Hochschulleitung umfasst und von ehrgeizigen Zielen getragen wird. Der Erwartungsdruck, dass der Hub ein Erfolgsmodell wird, ist groß.

Eine Herausforderung liegt darin, die Forschenden davon zu überzeugen, dass zentral vorgehaltene Lösungen im Infrastrukturbereich ihre dezentral vorliegenden Anforderungen erfüllen können. Die Vorbehalte gegenüber generischen Lösungen sind bei Forschenden weit verbreitet, als Argument für individuelle Lösungen werden Unterschiedlichkeit der Daten und Auswertungsanforderungen genannt. Vorgehensweisen beim Umgang mit Daten sind zudem eingefahren und schwer aufzubrechen. Den verantwortlichen Personen fehlt die Zeit, sich auf neue FDM-Verfahren einzulassen, ebenso fehlt Wissen über neue FDM-Methoden und -Tools. In manchen Projekten wird das FDM, ungeachtet der mittlerweile expliziten Forderungen der Drittmittelgeber, weiterhin als notwendiges Übel wahrgenommen oder sogar als zusätzliche Belastung empfunden. Hier ist noch weiter Überzeugungsarbeit zu leisten. Die verpflichtende Abstimmung mit dem Hub



Alle FDM-Supportangebote auf der Webseite des TUM-Research Data Hubs.
Foto: ZeroThree_AdobeStock

bei der Antragserarbeitung für Großprojekte und das beizulegende Formular für die Beantragung von Data Stewards befördern die Etablierung des neuen Modells.

Seitens der UB und des MDSI sind großes Engagement und Führungsverantwortung gefordert, um den Hub als virtuelle Einheit mit Leben zu füllen. Ein virtuelles Servicezentrum kooperativ mit zwei Einrichtungen der TUM aufzusetzen, erfordert gute Absprachen. Der Hub soll nach außen als Einheit auftreten und die Daten-Serviceangebote von UB und MDSI bündeln,

gleichzeitig bleiben die Kooperationspartner jenseits der Hub-Aktivitäten eigenständige Akteure und müssen entscheiden, inwieweit ihre Services dem Hub zuzuordnen sind oder unter dem eigenen Dach verbleiben. Eine solche Serviceeinheit zu gründen ist kontinuierliches Work in Progress. Auch müssen beide Seiten erhebliche eigene Ressourcen einbringen, da mit dem Zuwachs an Personal eine steigende Verantwortung im Bereich Führung und Leitung verbunden ist. Es etablieren sich neue Teams, in denen Einstellungsverfahren betreut, neue

Mitarbeitende eingearbeitet und in ihren Tätigkeiten begleitet werden müssen. Die Aufgaben der Data Stewards müssen koordiniert werden, um die Zusammenarbeit im Hub effizient zu gestalten und die Dienstleistungen strategisch sinnvoll auszubauen.

Die Eingliederung des wachsenden Data-Steward-Pools an den Einrichtungen geht auch mit strukturellen Anforderungen einher. Beispielsweise haben Data Stewards an der UB nicht immer einen bibliothekarischen Hintergrund, werden aber wie reguläre UB-Mitarbeitende eingearbeitet. Als

klassische Quereinsteigerinnen und Quereinsteiger benötigen sie Unterstützung, um gut in die Organisation, die Abläufe und Inhalte einer wissenschaftlichen Bibliothek eingebunden zu werden. Nur mit einer gelungenen Integration in die jeweilige personalführende Einrichtung ergibt sich ein Mehrwert aus der zentralen Ansiedlung.

Die UB ist auch als gesamte Einrichtung von den neuen Aufgaben im Hub mitbetroffen. Für den Auf- und Ausbau des Hub-Bereichs ist die Mitwirkung weiterer Bibliotheksmitarbeitenden erforderlich.

- Die Abteilung Bibliothekstechnik ist intensiv involviert in alle technischen Fragen des Datenmanagements, insbesondere bezüglich mediaTUM, der TUM Workbench oder für Services des LRZ.

- Die Abteilung Informationsdienste übernimmt als zentrale Abteilung für das UB-Kursangebot die Organisation der Veranstaltungen zum FDM. Alle FDM-Schulungen oder Informationsveranstaltungen, die im Hub angeboten werden, sind auf der UB-Webseite eingebunden und werden wie andere UB-Veranstaltungen evaluiert und statistisch erfasst.

- Das Team Kommunikation & Öffentlichkeitsarbeit ist ein wichtiger interner Partner für alle Kolleginnen und Kollegen, die im FDM-Bereich arbeiten: Poster, Präsentation und Informationsmaterialien werden erstellt oder im Hinblick auf das TUM Corporate Design überprüft. Das Team kümmert sich um Kommunikation und Bekanntmachung der Hub-Services sowie um die Hub-Webseite.

- Die Abteilung Forschungsdatendienst, in der die Data Stewards disziplinarisch angesiedelt sind, bringt jetzt schon erhebliche weitere Ressourcen in den Hub ein. Perspektivisch benötigt sie zusätzlich eine oder mehrere Teamleitungen, die langfristig Führungsverantwortung für die Data Stewards übernehmen können.

Hinzu kommt, dass der Beratungs- und Schulungsbedarf seit Gründung des Hubs stark gestiegen ist. Das Angebot wird von vielen Forschenden dankbar angenommen, und mit steigender Sichtbarkeit wenden sich zunehmend mehr Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit ihren Anliegen an den Hub. Im Jahr 2023 erhielt die UB allein über das E-Mail-Ticketssystem ca. 450 Anfragen zu Forschungsdatenthemen

und bietet jährlich ca. 30 Veranstaltungen zum FDM an. Insbesondere stellt die verpflichtende Einbeziehung des Hubs in die Antragserstellung von Großprojekten eine große zeitliche Herausforderung dar.

Ein perspektivisches Problem besteht darin, dass die Finanzierung von Data-Steward-Stellen projektbedingt befristet ist und das Wissenschaftszeitvertragsgesetz den sukzessiven Einsatz von Data Stewards in unterschiedlichen Drittmittelprojekten beschränkt. Die Projektbefristungen stehen im Gegensatz zu dem Bestreben, die Expertise im Hub langfristig und nachhaltig aufzubauen. Mittelfristig müssen Mittel und Wege gefunden werden, um neben den projektbefristeten Data Stewards auch entfristete Personalstellen im Hub zu schaffen.

Ein großer Gewinn, zugleich jedoch auch eine Herausforderung ist die zunehmende Verantwortung der beteiligten Institutionen. Die UB, die schon lange beratend und unterstützend Antragsprozesse und Forschungsprojekte begleitet, ist nun durch den Einsatz von Data-Steward-Stellen für das Gelingen der FDM-Strategie in Forschungsprojekten unmittelbar mitverantwortlich. Nicht nur während eines Forschungsprojekts, sondern auch in der Antragsphase ist die Betreuung durch die UB viel intensiver geworden. Durch ihre Beratungsleistung, teilweise auch durch das Formulieren von Antragstexten oder das direkte Mitwirken bei Begutachtungsprozessen, sind die Mitglieder des Hubs mitverantwortlich für den Erfolg der angestrebten Strategie.

Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass das Hub-Modell nicht für alle Projekte passend oder sinnvoll ist. Manche Förderprogramme, wie z. B. Graduiertenkollegs der DFG, stellen keine Mittel für Data Stewards zur Verfügung. Andere Projekte haben bereits eine bestimmte Person für das FDM vorgesehen, die sich sehr gut als Data Steward eignet oder bereits in der vorangegangenen Förderperiode am Projekt beteiligt war. In solchen Fällen mag es für das Projekt effizienter sein, die Finanzierung einer ganzen Data-Steward-Stelle für die vorgesehene Person beim Forschungsförderer zu beantragen. Ähnlich ist es, wenn die Sprecherschaft und damit die Verantwortung für das FDM nach einer Förderperiode an eine andere Partnerinsti-

tution wechselt. Wenn das FDM in der vergangenen Förderperiode von einer Institution erfolgreich betrieben wurde und dann der Vorsitz an die TUM wechselt, kann es ratsam sein, die bereits erfahrenen Data Stewards der Partnerinstitution im Projekt zu halten und eine enge Zusammenarbeit mit dem Hub anzustreben, statt neue Data Stewards an der TUM einzusetzen. Zusammenfassend kann man sagen: Das Modell der Data Stewards ist aus Sicht der Hochschulleitung immer anzuwenden, sofern nicht plausible Gründe im Einzelfall für ein anderes Vorgehen sprechen.

Win-Win-Situation: Vorteile für TUM, Forschungsprojekte und UB

Die Hochschulleitung der TUM hat die Forderungen des RfII und der DFG aufgegriffen, universitätsweit eine zentrale, projektunabhängige und nachhaltige Struktur für das FDM zu schaffen, und erwartet mit dem Hub eine dimensionale Verbesserung in Datenmanagement und -forschung. Dieser Erfolg zeichnet sich bereits ab: Der Hub als neue virtuelle Einheit sorgt dafür, dass FDM-Anforderungen und entsprechende Angebote insgesamt an der TUM bekannter werden. Die Zahl der Anfragen steigt, Bedarfe werden artikuliert und können, da zugleich die erforderlichen Personalressourcen wachsen, bearbeitet werden. Der Hub findet bei Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zunehmend Zuspruch, die Idee der kofinanzierten, zentral angesiedelten Data Stewards wird aktuell zwar noch nicht flächendeckend, aber sehr häufig in Drittmittelanträgen aufgenommen. Ein wichtiger Meilenstein ist auch darin zu sehen, dass in allen Anträgen für Großprojekte fundierte, mit UB und MDSI abgestimmte Strategien enthalten sind. Die UB wird durch den Hub für die Mitglieder der Hochschule mit ihrer Expertise sichtbarer.

Die Herausforderungen bleiben jedoch groß: Die wachsende Zahl an Data Stewards muss koordiniert, vernetzt und begleitet werden. Organisatorische Abläufe müssen entwickelt, evaluiert und in Routinen überführt werden. Immer noch gibt es im FDM an der TUM viele Insellösungen, die auf ihre Nutzbarkeit hin überprüft werden müssen. Insgesamt muss weiter darauf hingearbeitet werden, dass schon Nachwuchs-

wissenschaftlerinnen und -wissenschaftler zu einem frühen Zeitpunkt ihrer Forschung die FDM-Anforderungen berücksichtigen. Entwicklungen im Bereich der NFDI müssen eingebunden und für die Anforderungen der TUM angepasst werden. Auch sind weiterhin viele große Fragen des FDM ungelöst, wie etwa der Umgang mit hochsensiblen Patientendaten oder die Fragen der Finanzierung und des Energiebedarfs von langfristigem Speicherplatz für sehr große Datenmengen. Insbesondere der Umgang mit medizinischen Daten ist eine Herausforderung, die nicht nur rechtliche Hürden hat, sondern auch ein kulturelles Umdenken in den Kliniken erfordert. Möglicherweise schaffen es die Data Stewards, in diesem Bereich eine Brücke zwischen Datenschützern, Datenhütern und Datennutzern zu bauen, da sie alle drei Rollen in sich vereinen.

Ideen für den weiteren Ausbau des Hubs gibt es viele, auch von Forschenden: Data Stewards könnten sich ausgehend von ihrem

jeweiligen Projekt auf eine bestimmte Disziplin fokussieren oder ihren Schwerpunkt auf die Vermittlung von FDM-Grundlagen legen, etwa die Erstellung von E-Tutorials oder Selbstlern-Kursen.

Bei den ersten Projekten, in denen Data Stewards nach Projektbewilligung Aufgaben übernommen haben, konnte bereits beobachtet werden, dass Projektmitglieder sich positiv über die verbesserte Unterstützung äußern und koordinierte Datenstrategien besser durchgesetzt werden können. Die Projekte stehen aktuell noch am Anfang, sodass die Eindrücke noch nicht quantifiziert werden können. Ob sich die große Investition der Hochschulleitung lohnt, wird sich perspektivisch zeigen müssen, wenn Projekte mit zentral besetzten Data Stewards abgeschlossen sind – die Chancen stehen jedoch gut.

Bereits jetzt zeigt sich auch, dass das Konzept des Hubs von anderen Universitäten mit Interesse verfolgt wird und zuneh-

mend Vorbildcharakter bekommt. Während der Entwicklung einer Strategie für ein Verbundprojekt zwischen TUM und weiteren Universitäten entschieden sich die kooperierenden anderen Universitäten beispielsweise bereits, das Modell der TUM zu kopieren und für dieses Projekt ebenfalls einen Standort-Data-Steward nach demselben Finanzierungs-konzept zu beantragen.

Die Gründung des TUM Research Data Hubs mit dem zugehörigen Personalmodell ist ein großer Schritt in Richtung nachhaltiger Struktur zum Umgang mit den Daten einer Forschungseinrichtung. Sie wird die Effizienz des Datenmanagements an der TUM erheblich steigern, insbesondere durch die Nutzung von Synergien und die durch die zentralen Strukturen mögliche Verstärkung. Diese Effizienz wird für Forschende bei der Arbeit mit ihren Daten vor allem langfristig spürbar sein. Das wiederum wird den Erfolg der Forschung an der TUM insgesamt stärken. ■

Anmerkungen:

1. NFDI | NATIONALE FORSCHUNGSDATENINFRASTRUKTUR E. V. *NFDI Startseite* [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://www.nfdi.de/>
2. OPEN RESEARCH EUROPE. *Open Data, Software and Code Guidelines* [Zugriff am: 1. Juli 2024]. Verfügbar unter: <https://open-research-europe.ec.europa.eu/for-authors/data-guidelines>
3. TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN. *Richtlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und für den Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (de / en)*, 2015 [Zugriff am: 9. Juli 2024]. Verfügbar unter: https://portal.mytum.de/archiv/kompodium_rechtsangelegenheiten/sonstiges/wiss_fehlverh.pdf/view
4. DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT. *Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis. Kodex*. Bonn, 2019. 978-3527-347407.
5. DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT. *Umgang mit Forschungsdaten*, 2023 [Zugriff am: 9. Juli 2024]. Verfügbar unter: <https://www.dfg.de/de/grundlagen-themen/grundlagen-und-prinzipien-der-foerderung/forschungsdaten>
6. TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN. *Exzellenzcluster der Technischen Universität München*, 2024. 9 Juli 2024 [Zugriff am: 9. Juli 2024]. Verfügbar unter: <https://www.tum.de/forschung/exzellenzcluster>
7. TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN. *Sonderforschungsbereiche (SFB)* [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://www.tum.de/forschung/projekte/sonderforschungsbereiche-sfb>
8. DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT. *Informationsmanagement und Informationsinfrastruktur in Sonderforschungsbereichen*. 27 Oktober 2021 [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: www.dfg.de/sfb_programmelement_inf
9. RFI - RAT FÜR INFORMATIONENINFRASTRUKTUREN. *Leistung aus Vielfalt. Empfehlungen zu Strukturen,*

- Prozessen und Finanzierung des Forschungsdatenmanagements in Deutschland*, 2016 [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://d-nb.info/1104292440/34>
10. RFI - RAT FÜR INFORMATIONENINFRASTRUKTUREN. *Digitale Kompetenzen - dringend gesucht! Empfehlungen zu Berufs- und Ausbildungsperspektiven für den Arbeitsmarkt Wissenschaft*. Göttingen, 2019.
 11. DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT. *Erkenntnisgeleitete Forschung stärken, von Wissensspeichern profitieren. Impulse der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die 20. Legislaturperiode des Deutschen Bundestags*, 2021 [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://www.dfg.de/resource/blob/174878/35a379dba48731ecaa-aec31d1ed87329/20210505-pm-impulspapier-legislaturperiode-data.pdf>
 12. SEIDLMEYER, Eva, Fabian HOFFMANN, Jens DIERKES, Birte LINDSTÄDT, Ralf DEPPING und Konrad Ulrich FÖRSTNER. *Empfehlungen für Data Stewardship an akademischen Forschungsinstitutionen. Ergebnisse des Projektes DataStew*. Neuauflage. Wiesbaden: b.i.t.verlag gmbh, 2023. b.i.t. online innovativ. Band 91. 9783982442587.
 13. TUM RESEARCH DATA HUB. *TUM Research Data Hub* [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://web.tum.de/researchdata/hub/>
 14. HOCHSCHULPRÄSIDIUM DER TUM. *Bündelung der Services zum Forschungsdatenmanagement: Errichtung TUM Research Data Hubs. Beschlussvorlage zur Sitzung des Hochschulpräsidiums am 10.05.2023*. (Internes Dokument), 2023.
 15. UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK DER TUM. *Universitätsbibliothek. Technische Universität München* [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://ub.tum.de/>
 16. MUNICH DATA SCIENCE INSTITUTE. *MDSI - Mit Daten die Zukunft gestalten* [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://www.mdsi.tum.de/mdsi/startseite/>
 17. TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN. *Forschung und Innovation* [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfüg-

- bar unter: <https://www.digitalisierung.tum.de/forschung-und-innovation/>
18. MITSCHERLING, Christoph. *Integrierte Kommunikations- und Serviceinfrastruktur an der TU München*. 5 Juli 2014 [Zugriff am: 8. Mai 2024]. Verfügbar unter: [urn:nbn:de:0290-opus-16945](http://nbn:de:0290-opus-16945)
 19. UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK DER TUM. *eWorkbench*. 2022 [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://eworkbench.github.io/>
 20. HORA, Manuel und Tomas MADER. *eRIC - das Beratungszentrum Forschungsdatenmanagement der TUM*. 2019 [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://mediatum.ub.tum.de/1483035>
 21. UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK DER TUM. *Forschungsdaten* [Zugriff am: 9. Juli 2024]. Verfügbar unter: <https://mediatum.ub.tum.de/1481166>
 22. PONGRATZ, Hans. *Leitlinien der TUM zum Umgang mit Forschungsdaten*, 2018 [Zugriff am: 31. Oktober 2023]. Verfügbar unter: <https://web.tum.de/researchdata/tum-leitlinien/>
 23. UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK DER TUM. *Forschungsdatenmanagement* [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://www.ub.tum.de/forschungsdaten>
 24. TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN. *Munich Data Science Institute geht an den Start*, 2020 [Zugriff am: 27. Juni 2024]. Verfügbar unter: <https://www.tum.de/aktuelles/alle-meldungen/pressemitteilungen/detail/tum-gruendet-spitzenzentrum-fuer-integrierte-datenwissenschaften-und-maschinelles-lernen>
 25. SCHWETJE, Thorsten. *Enabling Access to HPC Research Data via a Compute Cloud - NFDI4Ing*, 2024 [Zugriff am: 9. Juli 2024]. Verfügbar unter: <https://nfdi4ing.de/2-24-3/>
 26. SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (Hrsg.). *Nagoya Protocol on access to genetic resources and the fair and equitable sharing of benefits arising from their utilization to the convention on biological diversity. Text and annex*, 2011. 92-9225-306-9.