

Sterne und Galaxien – Strukturen im Universum und Standards im Forschungsdatenmanagement

Annette Strauch-Davey

Das Fachkonsortium PUNCH4NFDI¹ innerhalb der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI), die Abkürzung steht für "Particles, Universe, NuClei, and Hadrons for the NFDI", beschäftigt sich mit Forschungsdaten aus der Teilchenphysik, Astroteilchenphysik, Hadronen- und Kernphysik sowie der Astronomie.²

Die Physik bei PUNCH befasst sich mit den grundlegenden Bestandteilen der Materie und ihren Wechselwir-

bei Labor- und Feldexperimenten oder durch Simulationen, oder es geht manchmal um Geodaten in der physikalischen Forschung. Weitere Forschungsdaten bei PUNCH sind sehr vielfältig (Beispiele: astronomisches Kamerabild, Detektorsignal usw.). Datensätze von Megabyte (MB) bis Petabyte (PB) usw. liegen vor. Passgenaue Lösungen zur Arbeit mit sehr großen Datenmengen (Zetabyte⁶) werden kontinuierlich weiterentwickelt. Forschungsdaten sind hier auch auf der Abstraktionsebene oft ganz unterschiedlich: In der Teilchenphysik können große Forschungsdaten auffindbar gemacht werden, außerdem alte Daten sowie Software in Archiven. In der Nuklearphysik sind die Arbeitsgruppen oft nicht Teil von großen Kooperationen in Einrichtungen und somit eher lokale Lösungen beim Managen der Forschungsdaten. Eine "Science Data Platform" kann stattdessen Standards im Bereich von Metadaten und dem Nutzen von Werkzeugen für alle ermöglichen. Die Teilchenphysik arbeitet schon lange mit sehr weit vorgeschrittenen Diensten zum Forschungsdatenmanagement auf weltweit verteilten Systemen.

„Big data“ & „open data“ an großen Forschungsinfrastrukturen

Es soll also eine FAIRe "Science Data Platform" (weiter-) entwickelt werden, die vielen Forschungsbereichen nützlich ist.⁷ Die Daten-Irreversibilität ist bei PUNCH ein Thema, vor allem wegen der sehr hohen Datenmengen und damit verbunden einer unvermeidlichen Reduktion von Datensätzen.

"PUNCH4NFDI (Particles, Universe, NuClei and Hadrons for the NFDI) aims at developing concepts and tools for the efficient management of digital research products in fundamental physics research. At the heart of the research products are scientific data sets that should be made interoper-



Abb. 1: Universum <https://pixabay.com/de/photos/stern-himmel-universum-raum-kosmos-5211683/>

kungen sowie ihrer Rolle für die Entwicklung der größten Strukturen im Universum – Sterne und Galaxien.³ Die Errungenschaften der PUNCH-Wissenschaft reichen von der Entdeckung des Higgs-Bosons,⁴ der Installation eines 1 Kubikkilometer großen Teilchendetektors zur Neutrino-Detektion im antarktischen Eis⁵ bis hin zum Schwarzen Loch in der Milchstraße.

In der Physik entstehen Forschungsdaten beispielsweise

1 https://www.punch4nfdi.de/consortium_amp_nfdi/boards_and_committees/ (Zugriff am 17.06.2024)

2 PUNCH war aus ASTRO@NFDI und PAHN-PaN# entstanden, durch über 9.000 Wissenschaftler mit einem Ph.D und Unterstützung von KAT, KET, KHuK, RdS. ASTRO@NFDI und PAHN-PaN wurden nicht zur Förderung empfohlen.

3 <https://library.desy.de/projects/> (Zugriff am 17.06.2024)

4 <https://www.spektrum.de/news/die-bisher-preciseste-vermessung-des-higgs-teilchens/2202107> (Zugriff am 17.06.2024)

5 https://www.iap.kit.edu/icecube/img/2024-02_jDPG_IceCube-Arbeitsgruppen_Flyer.pdf (Zugriff am 17.06.2024); Direct high-precision Penning-trap measurement of the Q-value of the electron capture in ¹⁶³Ho for the determination of the electron neutrino mass
Christoph Schweiger, Martin Braß, Vincent Debierre, Menno Door, Holger Dorrer, Christoph E. Düllmann, Christian Enss, Pavel Filianin, Loredana Gastaldo, Zoltán Harman, Maurits W. Haverkort, Jost Herkenhoff, Paul Indelicato, Christoph H. Keitel, Kathrin Kromer, Daniel Lange, Yuri N. Novikov, Dennis Renisch, Alexander Rischka, Rima X. Schüssler, Sergey Eliseev and Klaus Blaum. Nature Physics(2024). DOI: 10.1038/s41567-024-02461-9

6 Ein Zettabyte entspricht ungefähr eintausend Exabytes oder einer Milliarde Terabytes. 1.000.000.000.000.000.000.000 (10²¹) Byte.

7 Absichtserklärung / Letter of intent: https://www.punch4nfdi.de/sites/sites_custom/site_punch4nfdi/content/e111577/e116817/e117405/info-boxContent117408/PUNCH4NFDI_Lol.pdf (Zugriff am 17.06.2024)

able and available to a broad scientific community and the public for a sustainable usage (“open data”).⁸

Wichtig ist ein vereinheitlichter Zugang zu den Forschungsprodukten aus der Teilchenphysik und den anderen Bereichen,⁹ dabei insbesondere Publikationen, Software, Zugang zu den Datenquellen sowie zu Metadaten. Eine Authentifizierungs- und Autorisierungsinfrastruktur (AAI) ermöglicht dies. So werden auch geschützte Informationen zugänglich gemacht. Konsistente globale Analyse von Experimenten, Nachhaltigkeit und Möglichkeit der Analyse neuer Forschungsdaten sind wichtig und möglich. Ergebnisse aus Daten des oben genannten Portals lassen sich auf andere Disziplinen transferieren, so beispielsweise auf Bereiche in der Medizin, Mathematik, Earth Science.

Schulungen und Ausbildung sind für PUNCH4NFDI eine Kernaufgabe. Darauf soll hier nicht näher eingegangen werden. Die Ziele des Konsortiums PUNCH sind nicht nur innerhalb der NFDI bedeutend und sollen anschlussfähig sein.

Ziele von PUNCH4NFDI:

- Erstellung einer anschlussfähigen Definition von digitalen Forschungsprodukten
- Aufbau des Prototyps einer “Science Data Platform” SDP als Biotop für Forschungsprodukte
- Bereitstellung einer möglichst breiten Palette an Werkzeugen zur Datenmanipulation und -transformation in der SDP
- Bereitstellung der notwendigen Speicher- und Computing-Technologien,¹⁰ basierend auf Cloud-Lösungen und der Nutzung heterogener Ressourcen (Stichwort “data lakes”)
- Lösungen für das Irreversibilitätsproblem auf Zeitskalen von Nanosekunden bis Minuten.¹¹

Das Green Computing stellt in PUNCH einen hohen Stellenwert dar. Der hohe Stromverbrauch von Cloud Computing kann reduziert werden. Bereits 2021 gab es innerhalb eines PUNCH-Seminars am Mittag einen Beitrag zu Green-IT.¹² Die Datenreduzierung durch intelligente Methoden wird im Green Computing unverzichtbar sein, um

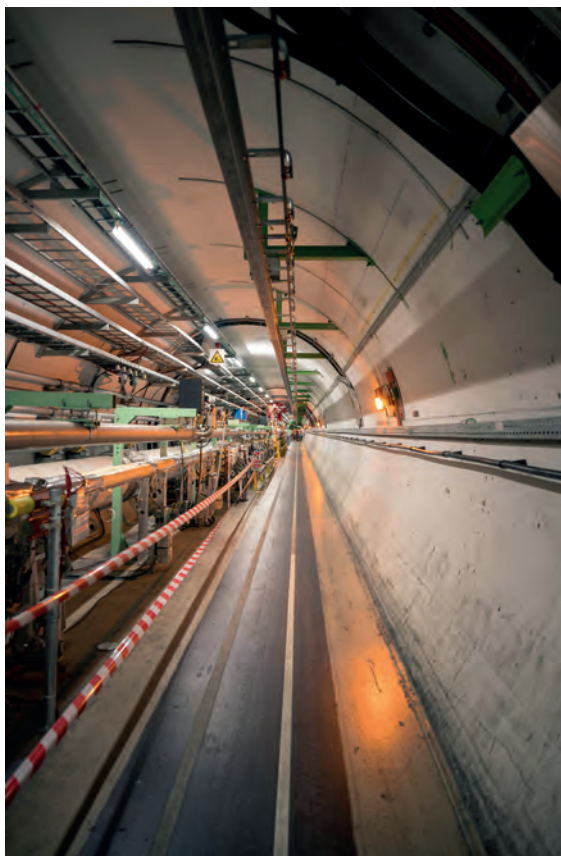


Abb.2:
Teilchenphysik
Tunnel (Teilchen-
beschleuniger-
Anlage)

https://unsplash.com/de/fotos/grauer-tunnel-X6Kp8_Agl_4

den zukünftigen Energiebedarf zu decken, so lautete es auch im PUNCH-Antrag.¹³

Sieben Aufgabenbereiche in PUNCH4NFDI, sogenannte Task Areas (TA)¹⁴

- TA 1: Management and governance
- TA 2: Data management
- TA 3: Data transformations
- TA 4: Data portal
- TA 5: Data irreversibility
- TA 6: Synergies and services
- TA 7: Training, education, outreach and citizen science.

Dr. Thomas Schörner-Sadenius (<https://orcid.org/0000-0002-7213-0352>) ist Sprecher des PUNCH-Konsortiums. Er ist Wissenschaftler am Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY),¹⁵ organisiert die Deutsche Teilchenfor-

8 Enke, H., Haungs, A., Schörner-Sadenius, T. et al. Survey of Open Data Concepts Within Fundamental Physics: An Initiative of the PUNCH4NFDI Consortium. *Comput Softw Big Sci* 6, 6 (2022). <https://doi.org/10.1007/s41781-022-00081-7>, S.1

9 Teilchenphysik, Astroteilchenphysik, Hadronen- und Kernphysik sowie Astronomie

10 Wissing, C., Bheemalingappa Sagar, B., Blank-Burian, M., Drabent, A., Fleischer, S., Freyermuth, O., ... Wozniowski, S. (2023). Distributed Computing and Storage Infrastructure for PUNCH4NFDI. *Proceedings of the Conference on Research Data Infrastructure*, 1. <https://doi.org/10.5282/cordi.v1i.261>

11 <https://www.nfdi.de/punch4nfdi/> (Zugriff am 17.06.2024)

12 https://www.punch4nfdi.de/sites/sites_custom/site_punch4nfdi/content/e112863/e117721/e125725/e148199/20211111.PUNCHLunch.pdf (Zugriff am 17.06.2024)

13 https://www.punch4nfdi.de/sites/sites_custom/site_punch4nfdi/content/e112863/e117206/PUNCH4NFDI.notables.pdf (Zugriff am 03.07.2024): “focus on green computing”

14 https://www.punch4nfdi.de/consortium_amp_nfdi/task_areas/ (Zugriff am 17.06.2024)

15 <https://prc.desy.de/> (Zugriff am 17.06.2024)

schungslandschaft.¹⁶ Der DESY-Forscher ist deutscher Direktor des Dark Matter Labs (DMLab)¹⁷ und arbeitet unter anderem bei der direkten Suche nach Teilchen der Dunklen Materie mit.¹⁸ Die Dunkle Materie ist eines der größten wissenschaftlichen Rätsel. Thomas Schörner-Sadenius ist neben seinen vielen anderen Aufgaben aktuell auch Co-Sprecher im Verbund Base4NFDI,¹⁹ Task Area 3.²⁰ *“NFDI is important for the PUNCH disciplines (...) because it gave the impetus to address existing data management challenges in a coordinated way (...)”.*

(Thomas Schörner-Sadenius)

Die antragstellende Institution für PUNCH war das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY).²¹

Institutionen, die an PUNCH4NFDI beteiligt sind:

- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
- Europäisches Kernforschungszentrum
- Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum
- Deutsche Physikalische Gesellschaft
- Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt
- Hochschule Darmstadt
- Humboldt-Universität zu Berlin
- Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
- Leibniz-Institut für Sonnenphysik
- Leibniz Rechenzentrum
- Max Planck Computing and Data Facility
- Physikalisch-Technische Bundesanstalt
- Ruhr-Universität Bochum
- RWTH Aachen University
- Technische Informationsbibliothek – Leibniz Information Centre for Science and Technology
- Technische Universität Darmstadt
- Technische Universität München
- Universität Potsdam

- Universität Siegen
- Universität zu Köln
- Verein für datenintensive Radioastronomie e.V.
- Westfälische Wilhelm-Universität Münster

PUNCH4NFDI wird seit 2021 und zunächst bis September 2026 gefördert.²²

Prof. Karl Jakobs, Sprecher des ATLAS Experiment (LHC), am CERN, unterstützt PUNCH4NFDI,²³ wie im Folgenden beschrieben wird: *„The multiple and varied task areas laid out in the proposed German National Research Data Infrastructure (NFDI) consortium, “PUNCH4NFDI” (Particles, Universe, NuClei and Hadrons for the NFDI) exhibit clear synergies with the future working directions in ATLAS computing. The development of workflows and tools for data management, the adaptation of existing paradigms and protocols and the integration of new infrastructures and technologies are all relevant, as all LHC experiments confront the coming challenges of the HL-LHC. The overarching, broad scope of the planned PUNCH4NFDI programme, with significant cross-disciplinary interaction with other scientific communities, is particularly welcome.”*

Internationale Kooperationen

Internationale Kooperationen von PUNCH4NFDI gibt es mit der European Open Science Cloud (EOSC),²⁴ The European Science Cluster of Astronomy & Particle Physics (ESCAPE),²⁵ GÉANT als pan-europäisches Internet-Verbindungsnetzwerk der europäischen Forschung²⁶ und mit der Europäischen Organisation für Kernforschung, einer Großforschungseinrichtung, CERN (Akronym: Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire).²⁷

16 https://www.desy.de/forschung/teilchenphysik/index_ger.html (Zugriff am 17.06.2024)

17 <https://dmlab.in2p3.fr/> (Zugriff am 17.06.2024)

18 https://www.desy.de/aktuelles/news_suche/index_ger.html?openDirectAnchor=2772 (Zugriff am 17.06.2024)

19 Schimmler, S., Altenhöner, R., Bernard, L., Fluck, J., Klinger, A., Lorenz, S., Mathiak, B., Miller, B., Ritz, R., Schörner-Sadenius, T., Sczyrba, A., & Stein, R. (2023, September 27). Base4NFDI - Creating NFDI-wide basic services in a world of specific domains. First Conference on Research Data Infrastructure 2023 (CoRDI 2023), Karlsruhe, Germany. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8383123>

20 Bernard, L., Altenhöner, R., Böhm, F., Diepenbroek, M., Ebert, B., Fluck, J., Herres-Pawlis, S., Klinger, A., Koepler, O., Lorenz, S., Mathiak, B., Miller, B., Pelz, P., Reißler-Pipka, N., Ritz, R., Sax, U., Schimmler, S., Schörner, T., Schrader, T., ... Suchodoletz, D. von . (2023). Base4NFDI - Basic Services for NFDI. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10245518>

21 Mitantragstellende: Leibniz-Institut für Astrophysik, Frankfurt Institute for Advanced Studies, Forschungszentrum Jülich, Georg-August-Universität Göttingen, Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Karlsruher Institut für Technologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Max-Planck-Institut für Kernphysik, Thüringer Landessternwarte, Technische Universität Dresden, Technische Universität Dortmund, Universität Bielefeld, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Universität Hamburg, Universität Regensburg

22 <https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/460248186?context=projekt&task=showDetail&id=460248186&> (Zugriff am 17.06.2024)

23 https://www.punch4nfdi.de/consortium_amp_nfdi/testimonials/ (Zugriff am 17.06.2024)

24 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/open-science-cloud> (Zugriff am 17.06.2024)

25 <https://projectescape.eu/events?page=6> (Zugriff am 17.06.2024)

26 <https://geant.org/> (Zugriff am 17.06.2024)

27 https://www.punch4nfdi.de/services/service_classes/service_class_2/ (Zugriff am 17.06.2024)

PUNCH4NFDI Science Data Platform (PUNCH-SDP)²⁸

Die PUNCH4NFDI "Science Data Platform" (PUNCH-SDP) soll den Bereichen in der Physik nützlich sein, auch kleineren Kollaborationen, um zukunftsorientierte Forschung in der Physik betreiben zu können. Die TA4 (Task Area 4, Aufgabenbereich 4) stellt den Zugang zur Plattform bereit:

"TA 4 will provide the "Data science portal" that provides access to a knowledge fabric connecting the elements of interlinked digital research products that are central elements of the PUNCH knowledge fabric."²⁹

Sie dient der PUNCH-Community, der NFDI sowie der Wissenschaft an sich und der Öffentlichkeit im Allgemeinen. Sie wird in der Lage sein, mit Exabyte³⁰-Datensätzen umzugehen und bietet die notwendigen, modernen Tools, um diese effizient zu verarbeiten (Vision). Das vorgeschlagene PUNCH-SDP-Konzept befürwortet die Verallgemeinerung der verschiedenen Arten digitaler Objekte in ein einheitliches abstraktes Schema digitaler Forschungsprodukte. Rohdaten, Metadaten, Code, Grafiken, Tabellen, Papiere – sie alle werden als miteinander verknüpfte Forschungsprodukte gleichberechtigt behandelt. PUNCH fragt nach mehr gemeinsamen und offenen Analysen, Metadaten und Offenheit schlechthin.³¹ Auf der einen Seite ist eine experimentspezifische Datenpräservierung essentiell, aber dann spielen wiederum die gemeinsamen Workflows und Verfahren eine wichtige Rolle. Die Vision beim PUNCH Science Data Portal sind konsistente offene Daten, Metadaten und experimentunabhängige Analysewerkzeuge zusammen zu haben. Somit werden globale Analysen mit ganz unterschiedlichen Forschungsdaten, inklusive der Mathematik, möglich.

HELIPORT

Zum 26. April 2024 wurde der Workshop "FAIR Data Principles in Physical Sciences in NFDI" angekündigt. Forschungsdaten FAIR (auffindbar, zugänglich, interoperabel und wiederverwendbar) zu machen, ist eine gemeinsame Herausforderung in allen Disziplinen der Wissenschaft.

"Physical Sciences in NFDI kündigt seinen nächsten Workshop zu Anwendungsbeispielen und FAIRen Daten an. Physical Sciences in der NFDI ist eine Zusammenarbeit zwischen den NFDI-Konsortien DAPHNE4NFDI, FAIRmat, MaRDI, NFDI-MatWerk, NFDI4Cat, NFDI4Chem und PUNCH4NFDI und vereint Experten für ein breites Spektrum an Themen in Physik, Chemie, Mathematik und Informatik."³²

Ziel des Workshops war es, mögliche gemeinsame Lösungen anhand praktischer Anwendungsfälle der teilnehmenden Konsortien zu erkunden.³³ Das HELIPORT (Helmholtz Scientific Project Workflow Platform)-Projekt wurde vorgestellt, in dem der gesamte Forschungsdatenlebenszyklus berücksichtigt wird. Computergesteuerte Workflows werden integriert, außerdem Kalkulationen und Metadaten automatisiert dargestellt. HELIPORT ist ein übergreifendes Datenmanagement-Ökosystem.³⁴ HELIPORT³⁵ folgt den FAIR-Prinzipien im Forschungsdatenmanagement, z.B. dem "R" in FAIR:

To be Reusable / Wieder-verwendbar

R1. Meta(daten) werden umfassend mit einer Vielzahl genauer und relevanter Attribute beschrieben.

Jedes Projekt muss die verbindlichen Bedingungen des DataCite-Metadatenschemas enthalten und kann zusätzliche DataCite-Felder oder benutzerdefinierte Ergänzungen enthalten.

R1.1. (Meta-)Daten werden mit einer klaren und zugänglichen Datennutzungslizenz veröffentlicht.

Daten, die von einem Benutzer heruntergeladen werden, unterliegen der in den Metadaten angegebenen Lizenz.

R1.2. (Meta-)Daten sind mit einer detaillierten Provenienz verknüpft.

Jedes Projekt und alle Metadaten in HELIPORT sind einem registrierten HELIPORT-Benutzer zugeordnet.

In den Metadaten des Projekts können die ursprünglichen Autoren angegeben werden.

R1.3. (Meta-)Daten entsprechen domänenrelevanten Community-Standards.

HELIPORT ist ein institutionelles Projektleitsystem für mehrere Domänen. Das Metadatenchema ist breit an-

28 https://www.punch4nfdi.de/sites/sites_custom/site_punch4nfdi/content/e112863/e117721/e125725/e127178/PUNCHLUNCHPlatform-2.pdf; Enke, H., Haungs, A., Schörner-Sadenius, T. et al. Survey of Open Data Concepts Within Fundamental Physics: An Initiative of the PUNCH4NFDI Consortium. *Comput Softw Big Sci* 6, 6 (2022). <https://doi.org/10.1007/s41781-022-00081-7>

29 https://www.punch4nfdi.de/sites/sites_custom/site_punch4nfdi/content/e112863/e116822/20200921.ErUMData.pdf (Zugriff am 17.06.2024)

30 Ein Exabyte (EB) entspricht 1.000 Petabyte oder einer Milliarde Gigabyte (GB).

31 https://kcdc.iap.kit.edu/static/pdf/kcdc_mainpage/PUNCH4NFDI_2022.pdf (Survey of Open Data Concepts Within Fundamental Physics: An Initiative of the PUNCH4NFDI Consortium)

32 <https://www.zedif.uni-jena.de/2123/fair-data-principles-in-physical-sciences-in-nfdi> (Zugriff am 03.07.2024)

33 <https://www.youtube.com/watch?v=QPROYB90Kr4> (Zugriff am 17.06.2024)

34 <https://heliport.hzdr.de/project/> (Zugriff am 17.06.2024)

35 <https://heliport.hzdr.de/> (Zugriff am 17.06.2024)

Abb.3:
PUNCH4NFDI,
Screenshot von der
Webseite
<https://www.punch4nfdi.de/>
(Zugriff am
04.07.2024)



wendbar und umfasst domänenübergreifende Metadatenstandards.³⁶

Veranstaltungen

Das PUNCH4NFDI-Konsortium beteiligt sich an wissenschaftlichen Veranstaltungen, z.B. von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e.V. 2024 in Karlsruhe organisiert.³⁷ Für den 8. März 2024 wäre noch rückblickend die Veranstaltung "Citizen Science in Data-Intensive Physics: PUNCH4NFDI Perspective" zu nennen.³⁸ "This contribution delves into the realm of citizen science projects within the data-intensive physics domain, specifically focusing on initiatives related to research within PUNCH4NFDI (Particles, Universe, NuClei and Hadrons for Nationale Forschungs-Daten Infrastruktur) scientific communities, such as astrophysics, astroparticle and particle physics, nuclear physics, and related fields." Es gibt Frühjahrs- und Herbst-Meetings, außerdem Jahrestagungen von PUNCH4NFDI. Sogenannte PUNCHlunches finden mit Vorträgen in der Mittagszeit statt. Aktuelle Veranstaltungen sind (unter "Events") auf der englischsprachigen Webseite des Konsortiums eingetragen: https://www.punch4nfdi.de/news_amp_events/events/. Aktuell wird dort unter anderem auf die Jahresversammlung der Astronomischen Gesellschaft aufmerksam gemacht.³⁹

Kommunikation

Seit dem 20. März 2024 gibt es die Neuigkeiten des PUNCH4NFDI-Konsortiums bei Mastodon.⁴⁰

PUNCH4NFDI in wissenschaftlichen Bibliotheken

Die Arbeiten der einzelnen Aufgabenbereiche in PUNCH4NFDI im Kontext Forschungsdatenmanagement können für die Bibliotheken als forschungsnahe Dienstleister in der Beratung sehr wertvoll sein (vor allem beim

Netzwerken mit den Konsortien, Praxis). In der Grundlagenforschung nimmt die Physik eine zentrale Stellung ein. Use-Cases können in Workshops in wissenschaftlichen Bibliotheken zeigen, wo beispielsweise Teilchenphysiker ihre Daten speichern und welche „Lernplattformen“ es gibt. Der ErUM-Data-Hub⁴¹ ist die zentrale Vernetzungs- und Transferstelle für die Digitale Transformation in der Erforschung von Universum und Materie. Bibliotheken stellen die Informations- und Literaturversorgung im Fachgebiet Physik sicher (Informationsmanagement). Die Recherche nach FAIRen-Forschungsdaten ist den Forschenden über die Bibliotheken (auch online) möglich, am besten Open Access. Die Bibliotheken sind reale Orte, in denen Daten „abgegeben“ bzw. übermittelt werden, wo über Daten, neben Texten (in neuen Räumen), diskutiert werden kann oder wo noch immer neue Forschungsdatenrepositorien aufgebaut werden oder auf Repositorien hingewiesen wird (d.h. in Beratungen und Schulungen im generischen und fachspezifischen Forschungsdatenmanagement). PUNCH4NFDI wird als Projekt in der DESY-Bibliothek gelistet.⁴² |

Literatur

- The PUNCH4NFDI Consortium. (2020). PUNCH4NFDI Consortium Proposal (v1 without funding tables). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5722895>
- Enke, H., & Schneide, C. (2024). Research data infrastructure(s) for PUNCH sciences in Germany (1.0). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10677953>
- PUNCH Newsletter https://www.punch4nfdi.de/news_amp_events/news/archiv/8th_newsletter/
- Zenodo Community PUNCH4NFDI <https://zenodo.org/communities/punch4nfdi/about>
- Use Cases https://www.punch4nfdi.de/use_cases/
- Projekt Management Christiane Schneide (Koordination)⁴³
- PUNCH auf [forschungsdaten.info](https://forschungsdaten.info/wissenschaftsbereiche/physik/nfdi-konsortien/punch4nfdi/) <https://forschungsdaten.info/wissenschaftsbereiche/physik/nfdi-konsortien/punch4nfdi/>



Annette Strauch-Davey

Beschäftigte am DESY in Hamburg,
Section Liaison Officer für das Base4NFDI-Konsortium
annette.strauch-davey@desy.de

36 <https://heliport.hzdr.de/principles/> (Zugriff am 17.06.2024)

37 <https://www.dpg-verhandlungen.de/year/2024/conference/karlsruhe/search?query=punch&submit=Search> (Zugriff am 17.06.2024)

38 <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000168779> (Zugriff am 17.06.2024)

39 <https://ag2024.astronomische-gesellschaft.de/> (Zugriff am 03.07.2024)

40 <https://nfdi.social/@punch4nfdi> (Zugriff am 17.06.2024)

41 <https://erumdatahub.de/> (Zugriff am 17.06.2024)

42 <https://library.desy.de/projects/> (Zugriff am 17.06.2024), „Die Bibliothekskommission vertritt die Interessen der Abteilungen / Gruppen in Angelegenheiten der Bibliotheken, der Literatur, Informationen und Publikationen. Er berät das Direktorium und die Leitung der Bibliothek und Dokumentation und spricht Empfehlungen aus.“ <https://bibkommission.desy.de/>; https://library.desy.de/our_collection/ (Sammelgebiete)

43 https://www.punch4nfdi.de/consortium_amp_nfdi/boards_and_committees/ (Zugriff am 03.07.2024)