

# Fachkollegien Physik

## Einleitung

Die vorliegende Handreichung soll als fachspezifische Empfehlung, ergänzend zu allgemein gültigen und vorhandenen Leitlinien, wie etwa den Leitlinien zum Umgang mit Forschungsdaten ([Leitlinien zum Umgang mit Forschungsdaten \(dfg.de\)](#)), oder dem Kodex „Leitlinien zur Sicherung guter Wissenschaftlichen Praxis“ ([Home | Wissenschaftliche Integrität \(wissenschaftliche-integritaet.de\)](#)), als Orientierung für Antragstellende und Gutachtende dienen.

Grundsätzlich gilt, dass die Forschungsdaten der Physik so vielfältig sind wie die unterschiedlichen physikalischen Disziplinen. Trotz methodischer Ähnlichkeiten bei den zugrundeliegenden Datenbankstrukturen bleibt ein virtuelles Observatorium etwas anderes als eine Datenbank von errechneten Quantenmaterialien. Des Weiteren unterscheidet sich ein table-top Laborexperiment klar von Experimenten an Großforschungseinrichtungen (z.B. Teilchenbeschleunigern). Eine undifferenzierte Herangehensweise an die Forschungsdaten der Physik wird prinzipiell als wenig sinnvoll erachtet. Gleichwohl zeigt die Vergangenheit, dass sich besonders bei Forschungsfragen die in sehr großen Konsortien angegangen werden, oft standardisierte Prozesse durchsetzen konnten. In allen physikalischen Teildisziplinen werden weitere Standardisierungsbestrebungen hinsichtlich Datenerfassung und Datenspeicherung positiv bewertet. Es wird klar empfohlen sich beim Verfassen eines DFG-Antrags an den Best-Practice Forschungsdatenkonzepten der jeweiligen internationalen Community zu orientieren, sofern diese bereits etabliert wurden. Die bestehenden NFDI-Konsortien mit starkem Physik-bezug ([FAIRmat](#), [PUNCH4NFDI](#) und [DAPHNE4NFDI](#)) informieren beispielsweise mittels exemplarischen Anwendungsfällen und Tutorials über den jeweils fachspezifisch besten Umgang mit Forschungsdaten, siehe z.B.: [FAIRmat, Guide to Writing a Research Data Management Plan | Zenodo](#).

## Handlungsempfehlungen

Konkret empfehlen die Fachkollegien bei Antragsstellung die Berücksichtigung der FAIR-Prinzipien für Forschungsdaten (findability, accessibility, interoperability, and reusability). Des Weiteren sollen im Antrag zu den folgenden Punkten konkrete und verbindliche Angaben gemacht werden, die jeweils die wesentlichen Informationen wiedergeben sollten (weitere Beschreibungen finden Sie im Fragenkatalog [forschungsdaten\\_checkliste\\_de.pdf \(dfg.de\)](#)):

1. Datenbeschreibung
2. Dokumentation und Datenqualität
3. Speicherung und technische Sicherung während des Projektverlaufs
4. Rechtliche Verpflichtungen und Rahmenbedingungen
5. Datenaustausch und dauerhafte Zugänglichkeit der Daten
6. Verantwortlichkeit und Ressourcen

Die Fachkollegien weisen darauf hin, dass bereits aus der Beschreibung im Antrag ersichtlich werden sollte, ob durch das Forschungsdatenkonzept Kosten entstehen, beispielsweise durch Zugänglichkeit sowie Nachnutzbarmachung von Forschungsdaten oder durch die Überführung der Daten in ein öffentliches Repository. Derartige Kosten können, sofern Sie nicht durch eine zeitgemäße Grundausstattung gedeckt werden, von den Antragstellenden als projektspezifische Kosten beantragt werden ([Informationen zu beantragbaren Mitteln](#)).

### 1. Datenbeschreibung

Zu den im Projekt entstehenden oder verwendeten Daten sollten Art und Umfang bereits im Vorfeld zur Antragstellung beleuchtet werden, auch um den Aufwand und ggf. anfallende projektspezifische Kosten

für das Datenmanagement beurteilen zu können. Im Antrag sollten wenigstens summarische Angaben zu Art und Umfang der im Laufe des Projektes vermutlich anfallenden Forschungsdaten genannt sein.

Es wird in der Regel empfohlen das internationale Einheitensystem (SI) zu verwenden, bzw. zusammen mit den Forschungsdaten die Möglichkeit der Umrechnung in SI-Einheiten bereitzustellen, da nur dadurch ein weltweit abgestimmtes Metadatenformat und interoperable Messdaten gewährleistet werden kann.

Soweit sich bereits ein bestimmtes Dateiformat in einer internationalen wissenschaftlichen Community etabliert hat, so empfehlen die Fachkollegien dessen Verwendung. Als konkrete Beispiele wären (große) Teilchenexperimenten oder astronomische Messungen zu nennen, bei denen Datenformate als bereits festgelegt anzusehen sind. Eine kurze Beschreibung der vorhandenen Strukturen und Datenformate wird empfohlen, z.B. die Nutzung des Flexible Image Transport System (FITS) im Bereich der Astronomie.

## 2. Dokumentation und Datenqualität

Wesentliche Schritte zur Aufbereitung, Qualitätssicherung und Dokumentation der Forschungsdaten sollten im Antrag kurz erläutert werden (s. auch [Kodex Leitlinien zur Sicherung guter Wissenschaftlichen Praxis, Leitlinie 12](#)). Aus Sicht der Fachkollegien ist die Dokumentation der Forschungsdaten in geeigneter Qualität der grundlegendste Schritt für ein sorgfältiges Forschungsdatenmanagement.

Digitale Laborjournale bieten vielerlei Vorteile für eine geordnete Ablage von Daten, ihre Digitalisierung, ihre Recherchierbarkeit und die Einbindung verschiedener Messdaten. Aktuell müssen jedoch noch verschiedene Herausforderungen überwunden werden, da die zurzeit verfügbaren Lösungen noch nicht für sämtliche Daten in allen Bereichen der Physik anwendbar und von Nutzen sind. Auch ist die Verwendung digitaler Laborjournale im Laboralltag nicht immer praktikabel. Eine Archivierung handschriftlicher Laborbücher ist im Hinblick auf die Archivierung von Daten zwar weiterhin sinnvoll, ist aber auf alle Fälle durch eine geeignete Digitalisierung zu ergänzen. Grundsätzlich wird die Dokumentation von Forschungsdaten mittels elektronischer Laborbücher von den Fachkollegien empfohlen.

Für die Dokumentation der Daten sowie ihre Zuordnung und spätere Nutzung ist, nach Ansicht der Fachkollegien der Physik, ihre eindeutige Identifikation unerlässlich. Im Falle von experimentellen Arbeiten ist dies beispielsweise mittels eines Identifikators für Proben und Messungen realisierbar. Der chronologische Messablauf für eine Probe ist so klar nachvollziehbar, ebenso wie die Gesamtzahl der Messungen sowie die ggf. vorgenommene Nichtberücksichtigung von Messdaten.

Zu einer transparenten Dokumentation der Daten kann ebenfalls eine geordnete Ablage, beispielsweise projekt- oder publikationsbezogen, beitragen. Die Verantwortung für die Qualitätskontrolle liegt nach Ansicht der Fachkollegien bei den beteiligten Mitarbeitenden und den Antragstellenden (Projektleitenden).

Für Projektmitarbeitende, die die Forschungsdaten tagtäglich erheben, ist eine umfangreiche Einweisung in das Forschungsdatenmanagement essenziell. Es liegt an den Antragstellenden (Projektleitenden) zu garantieren, dass eine entsprechende Schulung erfolgt. Im Antrag kann dargelegt werden ob dies beispielsweise mittels Einführungsveranstaltungen, Schicht-Trainings, Einarbeitung durch erfahrenen Kollaborationsmitglieder geschehen soll. In koordinierten Programmen könnte dies über den/die Sprecher/in oder den/die Koordinator/in organisatorisch arrangiert werden, z.B. in den integrierten Doktorandenschulen bzw. über zentrale Projekte. Promovierende und Postdocs, aber auch wissenschaftliche Hilfskräfte, werden so in einem frühen Karrierestadium bereits für eine sorgfältige und nachhaltige Datendokumentation geschult.

Die Datenqualität kann nicht einheitlich für alle Felder der Physik definiert werden. Aus Sicht der Fachkollegien liegt die erforderliche Datenqualität, in Abhängigkeit des jeweiligen Projekts, in der Regel in der Kompetenz und Verantwortung der Antragstellenden, ebenso wie die spätere Auswahl der Daten für eine Archivierung und dauerhafte Zugänglichkeit.

### 3. Speicherung und technische Sicherung während des Projektverlaufs

Im Antrag sollte erläutert werden, wie die Speicherung der Forschungsdaten erfolgt (Sicherung, Schreibschutz, Zugriffsrechte, Ordnungssystem, etc.). Wie bereits unter „2. Dokumentation und Datenqualität“ beschrieben, ist eine geordnete Ablage und ebenso eine geordnete und nachvollziehbare Speicherung anzuraten (beispielsweise projekt- oder publikationsbezogen). Bestehende Vorgaben der jeweiligen Forschungseinrichtung sollten erwähnt werden. Generell ist für Forschungsdaten aus allen DFG-geförderten Vorhaben eine Archivierung für zehn Jahre verpflichtend ([Kodex Leitlinien zur Sicherung guter Wissenschaftlichen Praxis, Leitlinie 17](#)). Dies schließt sowohl die analog, wie digital vorliegenden Daten ein.

Aus Sicht der Fachkollegien gibt es nachvollziehbare Gründe dafür, dass bestimmte Daten nicht aufbewahrt werden können. So besteht beispielsweise bei großen Teilchenbeschleunigern die Notwendigkeit Rohdaten durch Triggersysteme vorzuselektieren. Abweichungen von den Standards der Community sind explizit im Antrag darzulegen.

### 4. Rechtliche Verpflichtungen und Rahmenbedingungen

Rechtliche Verpflichtungen und Rahmenbedingungen sollten bereits im Vorfeld des Vorhabens überprüft und im Antrag kurz benannt werden. Die rechtlichen Verpflichtungen beziehen sich übergreifend auf die Aufnahme, Dokumentation, Speicherung, Archivierung und Nachnutzung der erhobenen oder verwendeten Daten.

Im Falle der Nutzung von urheberrechtlich geschützten Daten, bei denen bereits abzusehen ist, dass die Daten nach einer exklusiven Nutzung durch die Urheber, bzw. Rechteinhaber, anderen Wissenschaftlern zur Nachnutzung im Rahmen einer Veröffentlichung der Forschungsdaten zu Verfügung gestellt werden, wird von den Fachkollegien empfohlen die Dauer der exklusiven Nutzung, d.h. der Zeitpunkt der Veröffentlichung der Forschungsdaten, im Antrag anzugeben.

### 5. Datenaustausch und dauerhafte Zugänglichkeit der Daten

Aus dem Vorhaben sollte klar hervorgehen, warum welche Daten als extern archivierungswürdig angesehen werden. Eine dauerhafte Zugänglichkeit der Daten bedingt nicht nur ihre Archivierung, sondern eben auch nach Möglichkeit einen verlässlichen Zugang (s. auch [Kodex Leitlinien zur Sicherung guter Wissenschaftlichen Praxis, Leitlinie 13](#)). Alle relevanten und reproduzierbaren Daten, die Publikationen zugrunde liegen, sollten aus Sicht der Fachkollegien neben den Daten, die bereits über Publikationen zugänglich sind, dauerhaft archiviert werden. Dazu gehören beispielsweise weitere projekt-bezogenen Messungen oder Daten aus Messreihen, die zu einem Forschungsprojekt mit resultierenden Publikationen gehören, jedoch noch nicht konkret über eine Publikation einsehbar und nachnutzbar sind. Eine sinnvolle Auswahl dieser Daten sollte mit Augenmaß eigenverantwortlich von den Projektleitenden erfolgen und begründet sein. Die Archivierung der digitalen Daten sollte in zertifizierten Repositorien oder Datenzentren erfolgen. Es ist anzuraten, dass sich Antragstellende bereits vor Projektbeginn mit den projektspezifischen Anforderungen an ein Repository befassen und auf Basis dieser Anforderungen geeignete Repositorien identifizieren und ggf. Kontakt zu den Betreibenden aufnehmen. Auch hier sind die fachspezifischen Service-Angebote der NFDI-Konsortien, deren Nutzung von den Fachkollegien sehr begrüßt wird, hervorzuheben. Einen Überblick über existierende Strukturen bietet das Portal für Forschungsinfrastrukturen RIsources (<https://resources.dfg.de>), sowie das Verzeichnis von Forschungsdatenrepositorien re3data (<http://re3data.org>). Es wird empfohlen frühzeitig Kontakt zu Serviceeinrichtungen aufzunehmen um zeitlichen und finanziellen Bedarf rechtzeitig im Forschungsvorhaben berücksichtigen zu können. Für eine spätere Nachnutzbarkeit sollten archivfähige, standardisierte Datenformate verwendet werden. Die technische Kompatibilität verschiedenster Datensätze und Softwarelösungen stellt aus Sicht der Fachkollegien eine weitere große Herausforderung des Datenmanagements dar. Sollten im Projekt Lösungen für eine praktikable Umwandlung von Datenformaten entwickelt werden, ist es wünschenswert, diese Lösungen zur Nutzung bereitzustellen, um eine generelle Standardisierung von Datenformaten weiter voranzutreiben.

## **6. Verantwortlichkeit und Ressourcen**

Im Antrag sollte klar dargelegt werden, wer im Projektverlauf für die einzelnen Schritte des Forschungsdatenmanagements zuständig und verantwortlich ist. Auch der Aufwand sollte berücksichtigt werden, gerade im Hinblick auf die Beantragung projektspezifischer Mittel. Die Verantwortung für ein sorgfältiges Datenmanagement selbst, sowie eine abschließende Qualitätskontrolle liegt aus Sicht der Fachkollegien in der Regel bei den Projektleitenden, aber unter Berücksichtigung von möglichen Kooperationen kann die Verantwortlichkeit auch bei einer von den Kooperationspartnern genutzten Infrastruktur liegen. Dieser Fall wäre im Antrag explizit darzulegen.