

---

# Kollaborative Forschungsunterstützung: Ein Integriertes Probenmanagement

Marius Politze<sup>1</sup>, Annett Schwarz<sup>1</sup>, Sebastian Kirchmeyer<sup>2</sup>, Florian Claus<sup>1</sup> und Matthias S. Müller<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IT Center, RWTH Aachen University ;

<sup>2</sup>Lehrstuhl für Physikalische Chemie II und Institut für Physikalische Chemie, RWTH Aachen

Bei der zielgerichteten Unterstützung des Forschungsdatenmanagements stehen zentrale Infrastruktureinrichtungen wie Bibliothek und Rechenzentrum vor enormen Herausforderungen: Es gilt, die Vielfalt der wissenschaftlichen Disziplinen abzubilden. Zugleich müssen Unterstützungsangebote gut skalieren und auf Basis zentraler Services realisierbar sein. Im Rahmen des SFB 985 „Funktionelle Mikrogele und Mikrogelsysteme“ wurde ein integriertes Probenmanagement entwickelt, das auf Basis der hochschulweit genutzten Kollaborationsplattform wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Experimentaldaten unterstützt. Die Plattform wird im SFB bereits für klassisches Dokumentenmanagement genutzt und ist den Forschenden daher für Informationsaustausch und der gemeinsamen Arbeit an Dateien bekannt. Innerhalb eines Arbeitsbereichs haben Forschende nun die Möglichkeit, Proben zu beschreiben und begleitende Dokumente sowie Messdaten strukturiert zu hinterlegen und direkt online zu bearbeiten. Für die Integration dieser virtuellen Arbeitsbereiche mit den Proben im Labor ermöglicht die Anwendung das Erstellen spezieller Etikettenvordrucke. Diese QR-Codes können in den Laboren und an den Arbeitsplätzen mit dafür vorgesehenen Lesegeräten eingelesen werden und erlauben das direkte Navigieren zum Arbeitsbereich der jeweiligen Probe. Ziel des Probenmanagements ist es, so den gesamten Forschungsdatenlebenszyklus von der Erstellung, Verarbeitung und Analyse bis hin zur langfristigen Speicherung und Archivierung dieser Daten zu unterstützen.

## 1. Einleitung

Forschungsdaten und die dazugehörigen Infrastrukturen stehen aktuell im Fokus. Diese bezieht sich vor allem auf nationale, europäische und internationale Strukturen wie die geplante nationale Forschungsdaten-Infrastruktur (NFDI)[1] oder die European Open Science Cloud (EOSC)[2] und entsprechende Projekte wie der EOSCPilot oder EOSC Hub-[3].

Jenseits von (inter-)nationalen Strukturen sind an einer Universität die zentralen Infrastruktureinrichtungen wie Bibliothek und Rechenzentrum in der Pflicht. Zugleich stehen sie aufgrund der großen Vielfalt von Disziplinen vor enormen Herausforderungen. So dominieren an der RWTH Aachen University zwar zumindest zahlenmäßig Natur- und Ingenieurwissenschaften. Aber wie sich aus den bisherigen Erfahrungen im Projekt

„Forschungsdatenmanagement an der RWTH“ [4] gezeigt hat, divergieren die Bedürfnisse selbst innerhalb z.B. der Ingenieurwissenschaften stark. Wie kann nun auf die vielen unterschiedlichen fachspezifischen Bedürfnisse reagiert werden?

Trotz vielfältiger Angebote stellen Publizieren, öffentliches Nachweisen, aber auch langfristiges Speichern von Forschungsdaten ein für Forschende häufig ungelöstes Problem dar [5]. Andererseits zeigt sich, dass spezialisierte Lösungen, die gut auf Bedarfe der Forschenden abgestimmt sind, hohe Akzeptanz genießen, wie die im Rahmen von TR CRC 32- [6] und LIFE [7] entstandenen Repositorien zeigen. Ein Datenmanagementsystem muss sich entsprechend an den konkreten Bedarfen der Forschenden orientieren. Betrachtet man das Datenmanagement jedoch als rein institutionelle Aufgabe sind die Mehrwerte für Forschende oft nur indirekt und somit weniger ersichtlich. Die Integration in die Abläufe der Forschenden stellt die wesentliche Herausforderung für die Akzeptanz eines Datenmanagementsystems dar.

Im Rahmen des SFB 985 „Funktionelle Mikrogele und Mikrogelsysteme“ beteiligen sich Forschergruppen der RWTH Aachen, des Leibniz Instituts für Interaktive Materialien, des Forschungszentrums Jülich sowie des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik. Zur Unterstützung der interdisziplinären Zusammenarbeit wurde ein integriertes Probenmanagement entwickelt, das auf Basis einer Kollaborationsplattform wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Experimentaldaten unterstützt. Innerhalb des SFB dient die Kollaborationsplattform u.a. zum internen Informationsaustausch, zur Erstellung von Textpublikationen oder Versuchsskizzen in und zwischen Projektgruppen. Der Informationsaustausch über institutionelle Grenzen innerhalb der RWTH, aber auch zwischen den beteiligten Forschungseinrichtungen, stellt eine Herausforderung für die beteiligten Forschenden und Infrastrukturdienstleister dar, sodass sich diese zentrale Anlaufstelle für den SFB als sinnvoll herausgestellt hat.

Neben der gemeinsamen Arbeit an Dokumenten dient die Kollaborationsplattform auch zum Austausch und zur Verwaltung von Forschungsdaten, die im Rahmen von Experimenten anfallen. Stark vereinfacht ist der Ablauf im SFB wie folgt: In den beteiligten Instituten werden Proben von Mikrogelelen synthetisiert und deren Eigenschaften analysiert. Die für die Synthese und Analyse notwendigen Versuchsaufbauten und Verfahren werden in individuellen Laborbüchern dokumentiert. Für eine effiziente Zusammenarbeit müssen diese Informationen allen Beteiligten zur Verfügung stehen. Das in die Kollaborationsplattform integrierte Probenmanagement soll den einfachen Austausch dieser Informationen innerhalb des SFB ermöglichen. Ziel des Probenmanagements ist es, den gesamten Forschungsdatenlebenszyklus (siehe Abbildung 1) von der Erstellung, Verarbeitung und Analyse bis hin zur langfristigen Speicherung und Archivierung dieser Daten zu unterstützen. Die den Forschenden angebotenen Workflows orientieren sich dabei an den FAIR-Prinzipien (findable, accessible, interoperable, re-usable).

## 1.1. Unterstützter Forschungsworkflow

In der Kollaborationsplattform werden die bei der Synthese einer Probe anfallenden Metadaten dokumentiert. Dadurch wird für jede Probe ein eigener Bereich erstellt, der es ermöglicht, Dokumente und andere Dateien zu speichern, auszutauschen und gemeinsam



Abbildung 1.: Forschungsdaten Lebens-Zyklus der RWTH Aachen University.

zu bearbeiten. Die abgelegten Dateien stehen anderen Forschenden im SFB direkt zur Verfügung und können so wiederverwendet werden. Um die physische Probe mit dem virtuellen Bereich zu verbinden, erstellt das Probenmanagement einen Etikettendruck, der zusätzlich zu den Metadaten mit einem QR-Code über eine URL auf den Bereich der Probe verweist. Durch Auslesen der QR-Codes an PCs mit Handscannern oder Kamera-Apps auf Smartphones oder Tablets wird der Bereich geöffnet. Neben den Proben können durch Aufkleber auch Seiten im Laborjournal mit den virtuellen Inhalten auf der Kollaborationsplattform verknüpft werden. Das Probenmanagement verbindet so die virtuellen und physischen Arbeitsumgebungen der Forschenden.

Zusammen mit den Metadaten erhält jede Probe durch diesen Prozess einen eindeutigen Bezeichner (PID), der über institutionelle Grenzen hinweg für die Beschreibung der Probe verwendet werden kann. Eingesetzte Proben können so jederzeit projektübergreifend identifiziert und verfolgt werden. Durch die direkte Verknüpfung der Proben und dazugehöriger Dateien, wie Messergebnisse oder Versuchsprotokolle lassen sich doppelte Untersuchungen vermeiden und Resultate sind direkt für Kollaborationspartner verfügbar.

## 1.2. SharePoint als Kollaborationsplattform zur Forschungsunterstützung

SharePoint wird als Kollaborations- und Dokumentenmanagement-Lösung bereits in vielen Kontexten an der RWTH Aachen eingesetzt. Bei verschiedenen Arbeitsgruppen in SFBs, Forschungsprojekten oder Instituten finden dabei im Wesentlichen Features zur Zusammenarbeit an Dokumenten oder für die Versionskontrolle Anwendung. Daneben bietet die Plattform Möglichkeiten zur Strukturierung von Informationen in sogenannten Listen.

Diese Listen enthalten, ähnlich wie Datenbanktabellen, Elemente, deren Eigenschaften über Spalten verschiedener Datentypen definiert werden. Jede Arbeitsgruppe erhält dafür eine sogenannte „Site“, die unabhängig von allen anderen an die eigenen Bedürfnisse angepasst werden kann. Dazu werden in einem Workshop zunächst die Anforderungen der Arbeitsgruppe, z.B. eines SFB, aufgenommen, analysiert und mit Bordmitteln bestmöglich abgebildet. An der RWTH wird diese initiale Konfiguration durch Mitarbeiter des IT Centers begleitet und kann daraufhin von Mitarbeitern der Arbeitsgruppen weitgehend selbstständig angepasst werden. Insgesamt unterstützt das IT Center mit dem Angebot aktuell gut 100 Arbeitsgruppen mit SharePoint „Sites“.

Neben der klassischen Verwendung als Dokumentenmanagementsystem wird SharePoint bereits im Kontext FDM bei der Implementierung verschiedener, disziplinspezifischer Use Cases an der RWTH eingesetzt. So wird die Plattform zum einen als Repository mit disziplinspezifischen Metadaten eingesetzt [8], und zum anderen zur Unterstützung individueller und forschungsnaher Lehre [9]. Für die Entwicklung individueller Angebote kann auf eine Vielzahl grundlegender Funktionalitäten wie zum Beispiel Nutzer- und Rechtemanagement, strukturierte Datenablage, Metadaten oder Volltextsuchen zurückgegriffen werden. Die Plattform bietet eine Vielzahl von Schnittstellen, mit denen die Funktionalitäten erweitert und an Anforderungen angepasst werden können. Durch diese flexiblen Erweiterungs- und Konfigurationsmöglichkeiten stellt SharePoint somit eine gut geeignete Basis für die Unterstützung individueller Forschungsabläufe dar.

## **2. Implementierung**

Damit die Unterstützung von individuellen und disziplinspezifischen Forschungsprozessen als zentrale Dienstleistung skaliert muss der Softwareentwicklungsprozess entsprechend verschlankt werden. Kurze Feedback- und Weiterentwicklungs-Zyklen sind eine wichtige Rahmenbedingung. SharePoint dient dabei als „Rapid Development“-Plattform: Dabei werden die vorhandenen Strukturelemente für die Strukturierung und Bearbeitung von Inhalten wiederverwendet, um schnell spezifische Abläufe zu implementieren.

### **2.1. Publikationsimport aus der Hochschulbibliographie**

Wissenschaftliche Publikationen haben nach wie vor den höchsten Stellenwert in der Bewertung der wissenschaftlichen Leistung. Sie sind somit ein wichtiger Bestandteil der Zusammenarbeit im wissenschaftlichen Umfeld.

Zentrale Anlaufstelle für alle im Kontext der RWTH entstandenen Veröffentlichungen ist der Nachweis- und Publikationsserver RWTHPublications. Alle Organe der RWTH sind dazu angehalten, jeden wissenschaftlichen Output dort zu verzeichnen und mit entsprechenden Metadaten zu versehen. Neben typischen bibliographischen Metadaten erfasst RWTHPublications auch die Zuordnung zu Lehrstühlen, Instituten und Projekten an der RWTH. Alle für den SFB985 relevanten Publikationen sind somit bereits strukturiert aufgenommen.

Damit Publikationen auch innerhalb der Kollaborationsplattform sichtbar sind, werden diese automatisch synchronisiert. Über die Projektzuordnung werden nur die Publikatio-

nen übernommen, die mit dem SFB assoziiert sind. Neben der reinen Darstellung werden die Publikationen so als Elemente in der Plattform verfügbar und können, über bekannte und erprobte Implementierungen, mit anderen Inhalten in der Kollaborationsplattform verknüpft werden.

## 2.2. Proben und Probenmetadaten

Zur Verwaltung der Proben in der Kollaborationsplattform wird zunächst eine angepasste Liste verwendet. Diese liefert die grundlegende Datenstruktur für eine flexible Sammlung aller relevanten fachspezifischen Metadaten, die während der Synthese anfallen. Zudem ist eine teilautomatisierte Erfassung organisatorischer Metadaten wie Autoren oder Erstellungsdatum möglich, sowie die Zuordnung des eindeutigen Probenbezeichners. Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt der Listendarstellung im Webbrowser.

Title	project	type of sample	date of sample preparation	workspace	person initials	Surfactant	Reactor	Reaction time	Monomer	sample name in lab-journal	public
SFB985_A3_MB_M000186	A3	Mikrogel	20.03.2017	SFB985_A3_MB_M000186	MB	SDS	70°C	4h	NIPAM	MB-pNIPAM-5mol%BIS-225nm	
SFB985_A3_MB_M000187	A3	Mikrogel	11.03.2017	SFB985_A3_MB_M000187	MB	SDS	70°C	4h	NIPAM	MB-pNIPAM-5mol%BIS-170nm	
SFB985_A3_MB_V000188	A3	Vorstufe	19.09.2016	SFB985_A3_MB_V000188	MB	-	60°C	24h	-	MB-SINP-MPSfunctionalized-60nm	
SFB985_A3_MB_V000189	A3	Vorstufe	14.06.2016	SFB985_A3_MB_V000189	MB	-	60°C	24h	-	MB-SINP-MPSfunctionalized-100nm	

Abbildung 2.: Screenshot des Probenmanagement mit Metadaten zur Synthese von Proben.

Das zugrundeliegende Datenmodell erlaubt eine einfache Anpassung der erfassten Metadaten durch den Forschenden selbst, sodass sich im Projektverlauf weitere Metadaten erfassen lassen. Verschiedene Feldtypen und Werteüberprüfungen in einer Excel-artigen Syntax erlauben es, die Einhaltung von Standards oder Nomenklaturen zu überprüfen und durchzusetzen.

Einen Teil der fachspezifischen Metadaten stellt die hierarchische Verknüpfung von Proben dar. Forscher können so angeben, ob eine Probe als Basis für eine andere Probe verwendet wurde und diese Beziehung direkt in den Metadaten abbilden. In der Listendarstellung im Webbrowser werden die Proben dann über einen Link miteinander verknüpft. Forschende erhalten so einen besseren Überblick über den Kontext einer Probe und können zwischen verwendeten und verwendenden Proben navigieren. Um Proben nicht nur im Labor-Kontext, sondern auch im wissenschaftlichen Kontext zu erschließen, können Forschende zudem Proben mit Textpublikationen verknüpfen, die aus der Hochschulbibliographie importiert wurden. Durch diese Verknüpfung werden auch gleichzeitig einige Metadaten der Publikation, wie zum Beispiel der Titel oder die DOI in die Metadaten der Probe mit aufgenommen.

Durch das Anlegen der Metadaten einer Probe wird automatisch ein Arbeitsbereich für die Ablage von Dokumenten und Daten erzeugt. Zur einfacheren Navigation wird dieser direkt in den Probenmetadaten verlinkt und erlaubt so ein einfaches Wechseln zwischen

den verschiedenen Ansichten. Für die Automatisierung des Ablaufs verwendet das Probenmanagement sogenannte „Event Receiver“. Mit dieser von SharePoint bereitgestellten Programmierschnittstelle können eigene Programmteile definiert werden, die bei jeder Erstellung oder Änderung an einem Listenelement aufgerufen werden und ermöglichen so eine Automatisierung verschiedener Abläufe.

## 2.3. Arbeitsbereiche

Mit der Erstellung der Arbeitsbereiche werden Probenmetadaten automatisch aus der Probenliste auf die entsprechenden Arbeitsbereiche übertragen und synchronisiert. Änderungen der Probenmetadaten erfolgen immer in der Probenliste und werden auf den Arbeitsbereich übertragen. Für die technische Umsetzung der Arbeitsbereiche in SharePoint wird eine Dokumentenbibliothek mit Dokumentenmappen verwendet. Im Gegensatz zu den, ebenfalls in SharePoint vorhandenen, Ordnern können Dokumentenmappen mit eigenen Metadaten beschrieben werden und diese automatisch an Dokumente in den Dokumentenmappen vererben. Abbildung 3 zeigt einen Ausschnitt der Darstellung im Webbrowser.



Abbildung 3.: Screenshot eines Arbeitsbereichs zur Verwaltung von Probandaten.

Abhängig von den Metadaten werden dann Zugriffsberechtigungen auf die Inhalte der Dokumentenmappen vergeben. So kann der Zugriff zunächst auf Projektbeteiligte eingeschränkt werden. Eine Freigabe der Daten auch für andere Projekte ist jederzeit zusätzlich möglich.

Innerhalb des Arbeitsbereichs haben Forschende die Möglichkeit, Dokumente oder andere Daten strukturiert zu hinterlegen. Die Dateien sind somit direkt mit der Probe assoziiert und können jederzeit auf ihren Ursprung zurückverfolgt werden. Zudem liefert die Plattform eine Versionierung für beliebige Dateitypen. Veränderungen an Daten

können so nachverfolgt und ggf. rückgängig gemacht werden. Zu den abgelegten Dateien werden automatisch technische Metadaten, wie Erstellungsdatum oder Autor erfasst. Weitere Metadaten werden für Dateien nicht manuell erfasst, sondern leiten sich über die Dokumentenmappe von den Probenmetadaten ab.

Da SharePoint ursprünglich als dokumentenbasierte Kollaborationsplattform konzipiert ist zeigen sich bei der Interaktion mit Dateien die besonderen Stärken. Insbesondere Office Dokumente (PDF, DOC, XLS, PPT) lassen sich direkt in der Plattform ansehen und betriebssystemunabhängig im Browser bearbeiten. Für die abgelegten Forschungsdaten ist dies insbesondere für Messreihen, die im Excel-Format aufgezeichnet wurden, relevant. Diese lassen sich so ohne „Medienbrüche“ durch Hoch- und Runterladen von Dateien in Abläufe im Labor- oder Forschungsalltag integrieren. Zudem ist eine Synchronisation von geöffneten Dateien auf einem Arbeitsplatzrechner, sowie gleichzeitiges Bearbeiten von Dateien mit mehreren Nutzern möglich.

Zur Übertragung größerer Datenmengen oder zur Automatisierung bietet die Plattform die Möglichkeit, die Arbeitsbereiche über WebDav einzubinden und direkt auf einem Arbeitsplatzrechner mit den dort gespeicherten Dokumenten zu interagieren. Zudem existiert mit „OneDrive for Business“ ein Synchronisationsclient, der automatische Synchronisation und Offlinekopien auf einem Arbeitsplatzrechner ermöglicht.

## **2.4. QR-Code Erzeugung**

Für die Integration der virtuellen Arbeitsbereiche in der Kollaborationsplattform mit den Proben im Labor ermöglicht die Anwendung das Erstellen spezieller Etikettenvordrucke. Dazu wurden die SharePoint Dokumentenmappen um eine entsprechende Interaktionsmöglichkeit erweitert.

Diese Etiketten lassen sich auf Probenbehälter aufkleben und zeigen neben menschenlesbaren Metadaten, insbesondere Namen und Identifikationsnummer der Probe, auch einen QR-Code. Die Codes werden dabei über ein zweistufiges Verfahren erzeugt. Zunächst wird für die URL des Arbeitsbereichs eine Kurz-URL generiert. Diese wird dann für die Codierung des QR-Codes verwendet. Dieser Zwischenschritt ist notwendig, da die von SharePoint für die Arbeitsbereiche vergebenen URLs sehr lang sind. In diesem Fall wären QR-Codes mit höherer Auflösung zur Kodierung der Inhalte notwendig. Aufgrund der verfügbaren Fläche auf den Proben ist die Größe der QR-Codes jedoch begrenzt, so dass ein Format mit möglichst wenigen Datenpunkten vorzuziehen ist.

Die so erzeugten QR-Codes lassen sich in den Laboren und Arbeitsplätzen mit dafür vorgesehenen Lesegeräten auf einem Computer einlesen und erlauben den Forschenden effizient zum Arbeitsbereich der Proben zu navigieren. Die Probe und die zugehörigen Daten werden eindeutig verknüpft und sind von den Mitarbeitenden leicht auffindbar.

Neben der Beschriftung der Proben können die Etiketten auch für die Verknüpfung der handschriftlichen Laborbücher mit den im Arbeitsbereich abgelegten Daten genutzt werden. Über diese Verknüpfung kann direkt aus den handschriftlichen Aufzeichnungen auf die virtuelle Arbeitsumgebung verwiesen werden. Die Einbindung in den bereits bei den Forschenden etablierten Forschungsablauf ist somit gewährleistet.

### 3. Ausblick und Weiterentwicklung

Das Probenmanagement stellt auf Basis einer Kollaborationsplattform eine disziplinspezifische Arbeitsumgebung für den SFB985 dar. Durch die Verwendung hochschulweit genutzter und zentral bereitgestellter Infrastrukturen kann der Zugang zu den Forschungsdaten nachhaltig sichergestellt werden. Bei der Entwicklung der Anwendung lag der Fokus daher zunächst auf der Unterstützung der lokalen und individuellen Abläufe der Forschenden. Im Zuge der Weiterentwicklung soll das Probenmanagement nun an weitere zentrale Workflows und Infrastrukturen für das Forschungsdatenmanagement angebunden werden.

Obwohl Proben innerhalb der Kollaborationsplattform über die Identifikationsnummer eindeutig zuzuordnen sind, ist es im Sinne des Datenmanagements wünschenswert, dass der zu einer Probe entstandene Datensatz auch global eindeutig identifizierbar ist. Im Kontext von Forschungsdaten haben sich inzwischen verschiedene Systeme etabliert. Insbesondere für nicht veröffentlichte Datensätze scheint sich das EPIC System, das wie DOI auf dem Handle Netzwerk basiert, zu eignen [10].

Ein Grundkonzept der Kollaborationsplattform ist die Zusammenarbeit und somit die Veränderbarkeit der abgelegten Dateien innerhalb der Arbeitsbereiche. Sind Daten jedoch Grundlage für wissenschaftliche Erkenntnisse, müssen nachträgliche Modifikationen nachvollziehbar und der Stand der Daten zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wiederherstellbar sein. Mit simpleArchive existiert an der RWTH eine Lösung zum Archivieren von Dateien, die über eine API in andere Prozesse eingebunden werden kann [11]. Daten können so in einem Versionsstand festgehalten werden, der sich über einen Identifier mit einer Textveröffentlichung verknüpfen lässt oder als Grundlage für die Publikation der Forschungsdaten dient.

Über die in vorherigen Projekten erprobte Schnittstelle zur Anbindung von domänenspezifischen Vokabularen in SharePoint [8] kann ein strukturierter Zugriff auf die im Probenmanagement gespeicherten Metadaten realisiert werden. Über eine Integration mit dem ebenfalls an der RWTH entwickelten Metadaten Manager [12] könnte so die Sichtbarkeit und Auffindbarkeit der Forschungsdaten verbessert werden.

Über solche Verknüpfungen mit disziplinübergreifenden Forschungsdatenworkflows lassen sich die von den Forschenden erhobenen Daten mittel- und langfristig im Sinne des institutionellen Forschungsdatenmanagements verwalten und können nachhaltig aufgefunden und nachgenutzt werden.

## Literaturverzeichnis

- [1] Rat für Informationsinfrastrukturen (RfII), „Leistung aus Vielfalt: Empfehlungen zu Strukturen, Prozessen und Finanzierung des Forschungsdatenmanagements in Deutschland.“. 2016.
- [2] Realising the European open science cloud: First report and recommendations of the Commission high level expert group on the European open science cloud. Publications Office of the European Union, 2016.
- [3] Prompting an EOSC in practice: Final report and recommendations of the Commission 2nd High Level Expert Group [2017-2018] on the European Open Science Cloud (EOSC). Publications Office of the European Union, 2018.
- [4] Hausen, Daniela A., Ulrike Eich, Bela Brenger, Florian Claus, Benedikt Magrean, Matthias S. Müller und Elke Müller et al., „Introducing Coordinated Research Data Management at RWTH Aachen University. A Brief Project Report.“.
- [5] Dreyer, Malte und Andreas Vollmer, „An Integral Approach to Support Research Data Management at the Humboldt-Universität zu Berlin.“ in Proceedings of the 22nd EUNIS Congress, hrsg. von Yiannis Salmatzidis, 319–326. Thessaloniki, Greece, 2016.
- [6] Curdt, Constanze, Dirk Hoffmeister, Christian Jekel, Krischan Udelhoven, Guido Waldhoff und Georg Bareth, „Implementation of a centralized data management system for the CRC Transregio 32 'Patterns in Soil-Vegetation-Atmosphere-Systems'“ in Proceedings of the 2nd Data Management Workshop, hrsg. von Constanze Curdt und Christian Wilmes, 27–33, Kölner Geographische Arbeiten 96. Cologne, Germany, 2016.
- [7] Kirsten, Toralf, Alexander Kiel, Jonas Wagner, Mathias Rühle und Markus Löffler, „Selecting, Packaging, and Granting Access for Sharing Study Data.“ in INFORMATIK 2017: Digitale Kulturen: Beiträge der 47. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), hrsg. von Maximilian Eibl und Martin Gaedke, 1381–1392, GI Edition Lecture Notes in Informatics Proceedings (LNI). Bonn, Germany: Köllen, 2017.
- [8] Politze, Marius und Bernd Decker, „Ontology Based Semantic Data Management for Pandisciplinary Research Projects.“ in Proceedings of the 2nd Data Management Workshop, hrsg. von Constanze Curdt und Christian Wilmes, Kölner Geographische Arbeiten 96. Cologne, Germany, 2016.
- [9] Politze, Marius und Simon Consoir, „A general architecture for content driven mobile applications: building an interactive tour guide for historical sites.“ in International Conference on Education and New Learning Technologies, hrsg. von Luis Gómez Chova, Agustín López Martínez und Ignacio Candel Torres, 133–139, EDULEARN proceedings. IATED Academy, 2016.

- [10] Kálmán, Tibor, Daniel Kurzawe und Ulrich Schwardmann, „European Persistent Identifier Consortium - PIDs für die Wissenschaft.“ in *Langzeitarchivierung von Forschungsdaten: Standards und disziplinspezifische Lösungen*, hrsg. von Reinhard Altenhöner und Claudia Oellers, 151–164. Berlin, Germany: Scivero Verl., 2012.
- [11] Politze, Marius und Florian Krämer, „simpleArchive – Making an Archive Accessible to the User.“ in *Proceedings of the 23rd EUNIS Congress*, hrsg. von Raimund Vogl, 121–123. Münster, Germany, 2017.
- [12] Politze, Marius und Florian Krämer, „Towards a distributed research data management system.“ in *Proceedings of the 22nd EUNIS Congress*, hrsg. von Yiannis Salmatzidis, 184–186. Thessaloniki, Greece, 2016.