

Rahmenkonzept der Hochschulen des Landes Baden-Württemberg für datenintensive Dienste – **bwDATA Phase III (2020-2024)**

Vorgelegt von den Leiterinnen und Leitern der wissenschaftlichen Rechenzentren der Universitäten des Landes Baden-Württemberg (ALWR-BW), den Leitern der Rechenzentren der Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (AK RZ-/IZ-Leiter), der Dualen Hochschule Baden-Württemberg sowie der Badischen und der Württembergischen Landesbibliothek und dem Landesarchiv in Abstimmung mit dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg

Zur Begutachtung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Inhaltsverzeichnis

1	Zur Einordnung dieses Rahmenkonzeptes	4
2	Vorbemerkung	5
3	Ziele von bwDATA	7
4	bwDATA: besondere Herausforderungen des Wissenschaftsbereichs	9
4.1	<i>Große wissenschaftliche Daten</i>	9
4.2	<i>BaWü-Datenföderation</i>	10
4.3	<i>Forschungsdatenmanagement und Data Life Cycle</i>	12
4.4	<i>Backup</i>	14
4.5	<i>bwIDM</i>	14
4.6	<i>Digitale Langzeitarchivierung</i>	15
4.6.1	<i>bwDataArchive</i>	16
4.6.2	<i>bwDATAbib</i>	16
4.7	<i>Digitale Transformation administrativer Prozesse: bwUni.digital</i>	17
5	Governance	18
5.1	<i>ALWR-BW und Arbeitskreis der Leitungen der IT-Zentren der HAWs</i>	18
5.2	<i>Steuerkreis digitale Forschungsinfrastruktur</i>	18
6	Entscheidungsfindung	19
7	Quellen und Referenzen	21
8	Glossar	22

Autoren

Die Mitglieder und ständigen Gäste des Arbeitskreises der Leiterinnen und Leiter der wissenschaftlichen Rechenzentren von Baden-Württemberg (ALWR-BW):

Prof. Dr. Gerhard Schneider, Universität Freiburg
Prof. Dr. Vincent Heuveline, Universität Heidelberg
Karl-Wilhelm Horstmann, Universität Hohenheim
Prof. Dr. Bernhard Neumair, Karlsruher Institut für Technologie
Petra Hätscher, Universität Konstanz
Alexander Pfister, Universität Mannheim
Jörn Beutner, Universität Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Michael Resch, Universität Stuttgart
Prof. Dr. Thomas Walter, Universität Tübingen
Prof. Dr. Dr. h.c. Stefan Wesner, Universität Ulm
Dr. Raphael Dorn, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg
(ständiger Gast)

Beauftragte des Arbeitskreises der IT-Leiter
der Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (AK RZ-/IZ-Leiter)

Matthias Holst
Michael Steuert

Duale Hochschule Baden-Württemberg
Dr. Jörg Last

sowie

Dr. Martin Baumann (Universität Heidelberg), Ingrid Bohr (EDV-Koordination der Universitätsverwaltungen), Dr.-Ing. Thomas Bönisch (Universität Stuttgart), Dr. Steffen Bücheler (Universität Hohenheim), Dr. Ulrich Hahn (Universität Tübingen), Dr. Jens Krüger (Universität Tübingen), Matthias Landwehr (Universität Konstanz), Prof. Dr. Gerald Maier (Landesarchiv), Thomas Nau (Universität Ulm), Dr. Martin Nussbaumer (KIT), Dr. Dirk von Suchodoletz (Universität Freiburg)

1 Zur Einordnung dieses Rahmenkonzeptes

Mit dem Ende 2012 vorgelegten Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für datenintensive Dienste - bwDATA Phase I für den Zeitraum 2013 und 2014 haben die neun Universitäten des Landes einen erfolgreichen Einstieg in den konsolidierten Aus- und Aufbau datenintensiver Dienste begonnen [1]. Nicht zuletzt aufgrund dieser Maßnahmen konnten der wirtschaftliche Druck und die Erwartungen der Nutzer sowie die sich deutlich ändernden Anforderungen der Nutzenden in diesem Bereich bewältigt werden.

Dieser, bewusst als erste Phase bezeichnete Einstieg in den konsolidierten Aufbau datenintensiver Dienste wurde mit dem Rahmenkonzept für den Zeitraum 2015 bis 2019 erfolgreich fortgeschrieben und gleichzeitig durch Einbezug aller Hochschulen des Landes, der zwei Landesbibliotheken und des Landesarchivs in seinem Umfang wesentlich erweitert [2].

Das zentrale Ziel von bwDATA in Phase III ist die optimale Unterstützung der Wissenschaft in den Belangen der Datenspeicherung und des nachhaltigen Forschungsdatenmanagements ebenso wie die Versorgung der Landeshochschulen mit auf ihre jeweiligen Belange und Bedürfnisse angepassten Speicherstrukturen und darauf basierenden Diensten. Dem Beispiel des bwHPC-Konzepts [3] folgend werden hierbei enge Abstimmung, Kooperation und Arbeitsteilung zwischen den beteiligten Einrichtungen vertieft. Die hierfür notwendigen Bedingungen sollen durch die organisatorische Weiterentwicklung der Governance-Strukturen gewährleistet werden. Das Rahmenkonzept führt die Expertise der beteiligten Einrichtungen in einer gemeinsamen Sicht zusammen und sorgt so für eine Abstimmung der laufenden Aktivitäten inklusive der Formulierung von Anträgen für Forschungsgroßgeräte und Support-Infrastrukturen. Das Konzept verzahnt die laufenden Aktivitäten im Aufbau von FDM-Infrastrukturen und der Science Data Center sowie der künftigen Nationalen Forschungsdaten-Infrastruktur. Es hat dabei die dynamische Landschaft der nationalen und internationalen Entwicklungen wie der NFDI oder der European Science Cloud im Blick und bringt seine Erfahrungen, Expertise und Konzepte in die bundesweiten Infrastrukturen ein. Es untermauert hierdurch den Anspruch des Landes Baden-Württemberg als führender Wissenschaftsstandort.

Auf der technischen Ebene schafft bwDATA in Phase III im Bereich der Wissenschaftsunterstützung den Rahmen für eine enge Integration mit den laufenden HPC-Aktivitäten und zukünftigen Entwicklungen wie Big Data und maschinelles Lernen. Für Forschende schafft es einen transparenten Zugriff auf verschiedene Arten von Forschungsdaten durch die Etablierung der BaWü-Datenföderation. bwDATA stimmt die Entwicklung moderner FDM-Services wie Repositorien sowohl im Land als auch auf nationaler und internationaler Ebene ab. Hierzu zählen laufende Aktivitäten wie übergreifende Authentifizierung und Autorisierung und die Standardisierung von langfristigen Identifikatoren für Personen und Daten. Abgestuft auf die Bedeutung von Daten und ihrer Herkunft beinhaltet das Konzept einen Rahmen für die Schaffung notwendiger (Geo-)Redundanz in der Speicherung, den Schutz kritischer Daten und Absicherung gegen Disaster und Angriffe auf die IT-Infrastrukturen. Einrichtungen im Lande, die dem MWK unterstehen, sollen mit modernen Konzepten bei der Weiterentwicklung ihres Dienstleistungsportfolios vorangebracht werden.

Die Beschleunigung der digitalen Transformation durch die Pandemiesituation 2020, insbesondere in den Bereichen Lehre und Administration, und das dadurch weiter erhöhte

Datenaufkommen, haben die Bedeutung eines abgestimmten Rahmenkonzepts bwDATA für alle beteiligten Einrichtungen verstärkt.

Das hier vorliegende Rahmenkonzept der Hochschulen des Landes Baden-Württemberg für datenintensive Dienste knüpft an die bisherigen Erfahrungen an und definiert die Rahmenbedingungen für den weiteren Aufbau und die Etablierung datenintensiver Dienste. Dabei berücksichtigt es besonders die aktuellen neuen Anforderungen an den Hochschulbereich wie das Forschungsdatenmanagement und aktuelle Entwicklungen in der IT-Technologie sowie die Belange der IT-Sicherheit. Der zwischenzeitlich erweiterten Governance im Land Baden-Württemberg wird mit dieser Phase von bwDATA Rechnung getragen.

Im Vorfeld des neuen Rahmenkonzeptes haben 2018 die Landesuniversitäten gemeinsam das *Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das High Performance Computing (HPC), Data Intensive Computing (DIC) und Large Scale Scientific Data Management (LS²DM)* entwickelt [4], welches insbesondere die Zusammenführung des datenintensiven wissenschaftlichen Rechnens und der Speicherdienste herstellt. Hierfür haben die Universitäten des Landes den Aufbau der BaWü-Datenföderation vereinbart, mit welcher der Wissenschaft Unterstützung beim vollständigen Data Life Cycle angeboten wird.

bwDATA steht in Phase III ebenso in besonderem Bezug zur digitalen Transformation an den Universitäten und Hochschulen des Landes in allen drei Bereichen

- administrativer Prozesse
- der Lehre
- der Forschung

Speziell für die digitale Transformation administrativer Prozesse stellt bwDATA in Phase III bewusst den Bezug zu bwUni.digital [9] her, um für die dort vorgesehenen Vorhaben die notwendige standortübergreifende Infrastruktur bereit zu stellen.

2 Vorbemerkung

Die Bedeutung und den Stellenwert, den die Hochschulen in Baden-Württemberg haben, verdeutlicht sich durch die Spitzenposition in der Exzellenzinitiative 2007, 2012 und erneut 2018. Erfolgreiche Wissenschaft basiert auf einer entsprechenden Infrastrukturausstattung, wobei dem weitgefassten IT-Umfeld hier eine zentrale und entscheidende Rolle zukommt. Die Hochschulen Baden-Württembergs haben in mehreren Landeskonzepten die Basis gelegt, um mit der vorhandenen Ausstattung die Wissenschaft optimal mit angepassten Dienstleistungen zu unterstützen. Von besonderer Bedeutung sind hier die Umsetzungskonzepte bwHPC für das High Performance Computing [3] und bwDATA Phase I/II für datenintensive Dienste [1,2].

Die erste Phase des Umsetzungskonzeptes bwDATA war bewusst auf den Kreis der Universitäten und den Zeitraum bis 2014 beschränkt [1]. Die Fortschreibung des Landeskonzeptes für datenintensive Dienste für den Zeitraum bis 2019 erweiterte den Kreis auf alle Hochschulen in staatlicher Trägerschaft (Universitäten, Hochschulen für Angewandte Wissenschaften, Pädagogische Hochschulen, Kunst- und Musikhochschulen, Duale Hochschule Baden-Württemberg) sowie auf die Landesbibliotheken und das Landesarchiv und ist integraler Bestandteil

der wissenschaftlichen IT-Strategie Baden-Württembergs [2]. Das vorliegende Umsetzungskonzept führt dies für den Zeitraum bis 2024 fort. Es ist dabei stets als ein lebendiges Konzept, das fortlaufend angepasst wird, zu verstehen.

Datenintensive Dienste sind heute Rückgrat von Forschung, Lehre und Verwaltung an den Hochschulen, wobei die Anforderungen und das Datenvolumen kontinuierlich wachsen. Insbesondere die Herausforderungen der Digitalisierung stärken die Bedeutung eines im Land abgesprochenen Konzeptes für datenintensive Dienste wesentlich. Durch das Forschungsdatenmanagement und die Forderung, Forschungsprimärdaten nachhaltig und nachnutzbar vorzuhalten, kommen weitere Anforderungen auf bwDATA zu. Einrichtungen wie Bibliotheken und Archive setzen verstärkt auf die Digitalisierung ihrer Sammlungen. Dabei steht vermehrt die Langzeit-Aufbewahrung von Daten im Vordergrund, die einen größeren Speicher über mehrere Technologie-Generationen hinweg bei weitgehend unbekanntem Kosten in der Zukunft voraussetzt.

Da die verfügbaren Ressourcen nicht im gleichen Maß wie die Anforderungen aus der Wissenschaft wachsen können, sondern im optimalen Fall konstant bleiben, ist ein abgestimmtes Landeskonzept für datenintensive Dienste aus Sicht der Hochschulen des Landes Baden-Württemberg unverzichtbar. Dabei muss dieses Konzept über Aspekte der reinen Hardware-Ausstattung deutlich hinausgehen und die eigentlichen Dienste in den Mittelpunkt rücken. Dies schließt auch die Definition des Data Life Cycles ein, der beispielsweise das Löschen von Daten beinhaltet.

Die Notwendigkeit eines entsprechenden Konzeptes war bereits Ausgangslage für *bwDATA Phase I* (2013-2014) [1] und *bwDATA Phase II* (2015-2019) [2], die erfolgreich konkrete Maßnahmen und Projekte definierten, welche entsprechend aufgenommen und umgesetzt wurden.

Projekte und Investitionen des Hochschulbereichs im Rahmen der Fortschreibung des Konzeptes bwDATA sind grundsätzlich durch die beteiligten Einrichtungen selbst zu finanzieren.

Das Rahmenkonzept bwDATA definiert zwei Ausnahmen zu diesem Grundprinzip:

1: Projekte und Investitionen mit überwiegendem Forschungsanteil: **Forschungsgroßgeräte**

Hier ist für Investitionen eine Antragstellung als Forschungsgroßgerät über die Deutsche Forschungsgemeinschaft nach Artikel 91b GG entsprechend der Regularien der DFG für das Programm Forschungsgroßgeräte möglich.

Wenn der Forschungsaspekt über den lokalen Einsatz hinaus im Rahmen eines abgestimmten Landeskonzeptes für Communities im Land angeboten wird, kann eine ergänzende Förderung für Investitionen oder für Projekte durch das Land erfolgen.

2: Projekte und Investitionen, die **standortübergreifende Dienste** im Rahmen eines abgestimmten Landeskonzeptes im Land anbieten, können durch das Land gefördert werden (für Investitionen z. B. im Programm „Großgeräte der Länder“).

Gemäß diesen Grundsätzen sind zum einen für potentielle Maßnahmen der Konsens über Struktur, Volumen und Notwendigkeit herzustellen, zum anderen sind alle potentiellen Maßnahmen zu priorisieren. Ebenso ist der Nachweis der Wirtschaftlichkeit durch die Antragsteller Voraussetzung für eine Förderung. Dies sowie eine notwendige Priorisierung erfolgt durch die unten beschriebene Governance von bwDATA.

3 Ziele von bwDATA

Das zentrale Ziel von bwDATA in Phase III ist die optimale Unterstützung der Wissenschaft in den Belangen der Datenspeicherung und des nachhaltigen Forschungsdatenmanagements ebenso wie die Versorgung der Landeshochschulen mit auf ihre jeweiligen Belange und Bedürfnisse angepassten Speicherstrukturen und darauf basierenden Diensten. Dem Beispiel des bwHPC-Konzepts folgend werden hierbei enge Abstimmung, Kooperation und Arbeitsteilung zwischen den beteiligten Einrichtungen vertieft.

Das vorliegende Rahmenkonzept soll dabei nicht als absoluter Leitfaden für die Periode 2020 bis 2024 dienen, es will vielmehr für die verschiedenen Bereiche der Wissenschaft, für Forschung, Lehre und Administration die Rahmenbedingungen für den koordinierten Aufbau und Betrieb speicherintensiver Dienste definieren. bwDATA basiert dabei auf einer gemeinsamen, strategischen Vorgehensweise aller Universitäten, Hochschulen der angewandten Wissenschaften, Pädagogischen Hochschulen, Kunst- und Musikhochschulen, der Dualen Hochschule Baden-Württembergs, der Landesbibliotheken und des Landesarchivs.

Ein wesentliches Ziel von bwDATA Phase III ist der verbesserte Umgang mit großen wissenschaftlichen Datenmengen über den gesamten Data Life Cycle in der BaWü-Datenföderation und damit auch der verstärkte Aufbau des Forschungsdatenmanagements für die beteiligten wissenschaftlichen Einrichtungen bis hin zu Backup und Langzeitarchivierung.

Das Rahmenkonzept bwDATA definiert die Möglichkeit, die Wissenschaft in den Teilgebieten Forschung, Lehre und Administration durch Verbessern vorhandener und Aufbau neuer Lösungen flexibel zu unterstützen. Eine detaillierte Vorgehensweise für den gesamten Zeitraum lässt sich nicht definieren, da sich die Randbedingungen in nicht vorhersehbarem Maße ändern werden. Insbesondere soll bwDATA die beteiligten Einrichtungen unterstützen, sich den wechselnden Anforderungen und dem wachsenden wirtschaftlichen Druck konsequent zu stellen. Die Anforderungen der digitalen Transformation, der Pandemiesituation des Jahres 2020 und die wachsende Bedeutung des Forschungsdatenmanagements insbesondere in Verbindung mit den Science Data Centers und der Nationalen Forschungsdaten-Infrastruktur seien hier exemplarisch genannt.

Die abgesprochene konsolidierte Etablierung speicherintensiver Dienste und der hierfür notwendigen Infrastruktur sollen dabei nicht unter dem Aspekt der Kostenersparnis, sondern der Verbesserung der Dienstqualität bei gleichem Ressourceneinsatz gesehen werden. Die Mehrheit der Diensteanbieter ist nicht mehr gezwungen, das notwendige Fachwissen vollständig selbst vorzuhalten und kann sich auf ihre eigenen Kernkompetenzen konzentrieren. Insgesamt entsteht dadurch ein Mehrwert für alle Beteiligten.

Im Bereich der Förderung definieren die oben ausgeführten Grundsätze die Möglichkeiten für eine Antragsstellung nach Art. 91b GG und dem früheren Verfahren nach Art. 143c GG, welches im Programm „Großgeräte der Länder“ seitens der DFG fortgeführt wird. Hierbei muss gemäß den Grundsätzen des Konzeptes eine Unterscheidung nach Forschungsvorhaben und nach Dienstentwicklung erfolgen.

Innerhalb der Hochschullandschaft sollen auf der Basis von bwDATA neue Dienste angeboten und nutzbar gemacht werden. Auch werden Dienste hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit kritisch betrachtet. Pilotprojekte waren und sind hierbei ein treibender Motor. Die dadurch entstehenden Ergebnisse werden dann anderen Hochschulen und weiteren Landeseinrichtungen, etwa dem Landesarchiv, zugänglich gemacht. Das Rahmenkonzept bwDATA gibt den beteiligten Einrichtungen die Möglichkeit, derartige Pilotprojekte zu initiieren.

Die diesem Konzept zugrundeliegenden landesweiten IT-Kooperationen der Hochschulen bilden die Basis einer Positionierung der Wissenschaft und Lehre im nationalen und internationalen Kontext, da Wissenschaft von übergreifender Natur ist und nicht an den Landesgrenzen endet. bwDATA verfolgt auch das Ziel, durch Nutzung offener Standards und Two-Vendor-Strategien Abhängigkeiten von einzelnen Herstellern und proprietären Technologien zu vermeiden.

Ein gemeinsames Vorgehen aller Hochschularten, aber auch die Beteiligung an föderativen Diensten und Vorhaben führen letztendlich auch zu einer Vereinheitlichung und Vereinfachung der Prozesse an den Hochschulen.

4 bwDATA: besondere Herausforderungen des Wissenschaftsbereichs

Die Unterstützung der Wissenschaft in Forschung und Lehre durch die Hochschul-IT muss die besonderen Anforderungen des Wissenschaftsbereichs berücksichtigen [8]. Hierzu zählt insbesondere der Umgang mit großen wissenschaftlichen Daten, wie sie etwa in den Lebenswissenschaften anfallen und durch High Performance Computing (HPC) verarbeitet werden, weshalb die Kopplung effizienter Speicher-, Backup- und Rechensysteme von entscheidender Bedeutung ist [4]. Die Archivierung wissenschaftlicher Daten einschließlich der entscheidenden Vorhaltung von Forschungsprimärdaten, eine grundlegende Forderung etwa der DFG für gute wissenschaftliche Praxis, und der wachsende Bereich der Data Analytics sind weitere Herausforderungen für die IT des Hochschulbereichs. Grundlegend für ein abgestimmtes kooperatives Vorgehen bei diesen Themen ist ein leistungsfähiges Weitverkehrsnetz für den Wissenschaftsbereich, welches in Baden-Württemberg mit dem Landeshochschulnetz BelWü mit Bandbreiten bis 100 Gb/s die Hochschulen verbindet und entsprechend der Aufgaben des Rahmenkonzeptes bwDATA weiterentwickelt wird.

4.1 Große wissenschaftliche Daten

Große wissenschaftliche Daten sind eine besondere Herausforderung für den Wissenschaftsbereich. Dabei sind je nach ihren Zugriffsmustern verschiedene Arten wissenschaftlicher Daten zu unterscheiden und in der Infrastruktur entsprechend differenziert zu berücksichtigen, typischerweise in den folgenden drei Kategorien:

- **Heiße Daten**
 - Forschungsdaten, an denen aktiv gearbeitet wird (Analysen, Simulationen, etc.);
 - Daten müssen auf performantem Storage liegen (direkt an die Cluster angebundene hochperformante work-Dateisysteme);
 - der Schutz gegen Datenverlust hat bei kurzfristig wiedererzeugbaren Daten eine untergeordnete Bedeutung.
- **Lauwarme Daten**
 - Daten, mit denen nicht aktiv gearbeitet wird;
 - Daten, deren Zwischenzustand reversibel nach „heiß“ geändert werden kann;
 - Daten, die etwa gerade den Publikationsprozess durchlaufen und sich zeitlich zwischen Submission und Akzeptanz befinden.
- **Kalte Daten**
 - Publierte Daten, die sicher als wohlannotiertes Forschungsdatenobjekt in einem Archiv oder Repositorium verwahrt werden;
 - der Schutz gegen Datenverlust ist von hoher Bedeutung.

Im Rahmen der bisherigen bwDATA-Konzepte konnte hierfür bereits eine wichtige, über die Grenzen der eigenen Einrichtungen nutzbare und diese verschiedenen Kategorien berücksichtigende Infrastruktur aufgebaut werden. Hier sind insbesondere zu nennen:

- das Speichersystem LSDF (Large Scale Data Facility) an der Universität Heidelberg und dem KIT;
- das Speichersystem bwSFS an den Universitäten Freiburg und Tübingen;
- die parallelen Dateisysteme an den Tier-3-HPC-Systemen: dem bwForCluster NEMO (FR), dem bwForCluster MLS&WISO (HD/MA), dem bwForCluster BinAC (TÜ), dem bwForCluster Justus (UL) und dem Universalcluster bwUniCluster (KA);
- das Archivsystem bwDataArchiv (KA).

Phase III von bwDATA bietet den notwendigen Rahmen, um diese weiter auszubauen und zu ergänzen. Dies soll im Rahmen der durch bwDATA abgestimmten Governance und im Einklang mit dem *Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das High Performance Computing (HPC), Data Intensive Computing (DIC) und Large Scale Scientific Data Management (LS²DM)* [4] insbesondere in Hinblick auf die BaWü-Datenföderation erfolgen [6].



Abbildung 1: Die BaWü-Datenföderation verbindet bwDATA III mit dem Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das High Performance Computing (HPC), Data Intensive Computing (DIC) und Large Scale Scientific Data Management (LS²DM)

4.2 BaWü-Datenföderation

Die BaWü-Datenföderation [11] ist ein wesentlicher Bestandteil des *Umsetzungskonzepts der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das High Performance Computing (HPC), Data Intensive Computing (DIC) und Large Scale Scientific Data Management (LS²DM)* [4, V.4]. Die BaWü-Datenföderation stellt einen Verbund von heterogenen und verteilten Speichersystemen und Datenmanagementsystemen in Baden-Württemberg für wissenschaftliche Anwendungen dar. Ziel ist es, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern an Universitäten und Hochschulen in Baden-Württemberg bei der Speicherung ihrer Daten, der Auswertung in HPC- und spezialisierten Analyse-Systemen und der Veröffentlichung und Archivierung bestmöglich zu unterstützen.

Der Verbund umfasst sowohl bereits vorhandene als auch künftige Datenmanagement- und Datenspeichersysteme. Im Rahmen des Begleitprojektes bwHPC-S5 (Scientific Simulation und Storage Support Service) sollen Mechanismen entwickelt oder installiert werden, die die Unterstützung der Nutzer beim Datenmanagement - ausgehend von ihren Anforderungen - kontinuierlich verbessern. Abhängig von den Bedarfen der jeweiligen Nutzercommunities sollen z. B. Protokolle für den hochperformanten Transfer sehr großer Datenmengen über größere Entfernungen ausgewählt oder ggf. neu eingeführt werden. Darüber hinaus sollen

parametrisierbare Automatismen entwickelt werden, die die Nutzer beim Datenmanagement unterstützen und es den Betreibern der IT-Systeme ermöglichen, große Datenmengen qualitätsgesichert und schnell zu übertragen. Intelligente Verteilmechanismen sollen etabliert werden, um eine effiziente Anbindung der Speicher- an die Analyse-/Rechensysteme zu erreichen. Abhängig von den Anforderungen der Anwender, den verfügbaren Ressourcen und den Daten-Volumina können standortübergreifende Replikationsmechanismen eingesetzt werden, um die Datensicherheit zu erhöhen. Insgesamt soll das Management von Forschungsdaten über den gesamten Data Life Cycle unterstützt werden.

Weiterhin ist die BaWü-Datenföderation charakterisiert durch:

- abgestimmte Dienstleistungen
- eine abgestimmte Fachzuordnung für die einzelnen Komponenten
- abgestimmte Zugangspolicies sowohl in administrativer als auch technischer Hinsicht
- abgestimmte Nutzungsgebühren
- eine gemeinsame Governance
- Abstimmung in Datenschutzfragen

Primärer Fokus der BaWü-Datenföderation sind die Forschungsprimärdaten innerhalb des wissenschaftlichen Data Life Cycles. Die Datenföderation soll die Nutzung der Primärdaten in allen Segmenten des Lebenszyklus sowohl technisch als auch wirtschaftlich optimal unterstützen.

Dabei werden durch die BaWü-Datenföderation verschiedene, über die neun Universitäten des Landes verteilte, Speicher- und Analysesysteme verbunden (siehe Abbildung 1).

Die Speichersysteme der BaWü-Datenföderation sind in der ersten Ausbaustufe

- das Speichersystem LSDF (Large Scale Data Facility) an der Universität Heidelberg und dem KIT;
- das Speichersystem bwSFS an den Universitäten Freiburg und Tübingen;
- die parallelen Dateisysteme an den Tier-3-HPC-Systemen: dem bwForCluster NEMO (FR), dem bwForCluster MLS&WISO (HD/MA), dem bwForCluster BinAC (TÜ), dem bwForCluster Justus (UL) und dem Universalcluster bwUniCluster (KA);
- das Archivsystem bwDataArchiv (KA).

Die technische Umsetzung wird innerhalb des Begleitprojekts bwHPC-S5 (Scientific Simulation und Storage Support Service) erarbeitet. Die Rahmenbedingungen dafür werden in einem gemeinsam abgestimmten Konzept definiert [6].

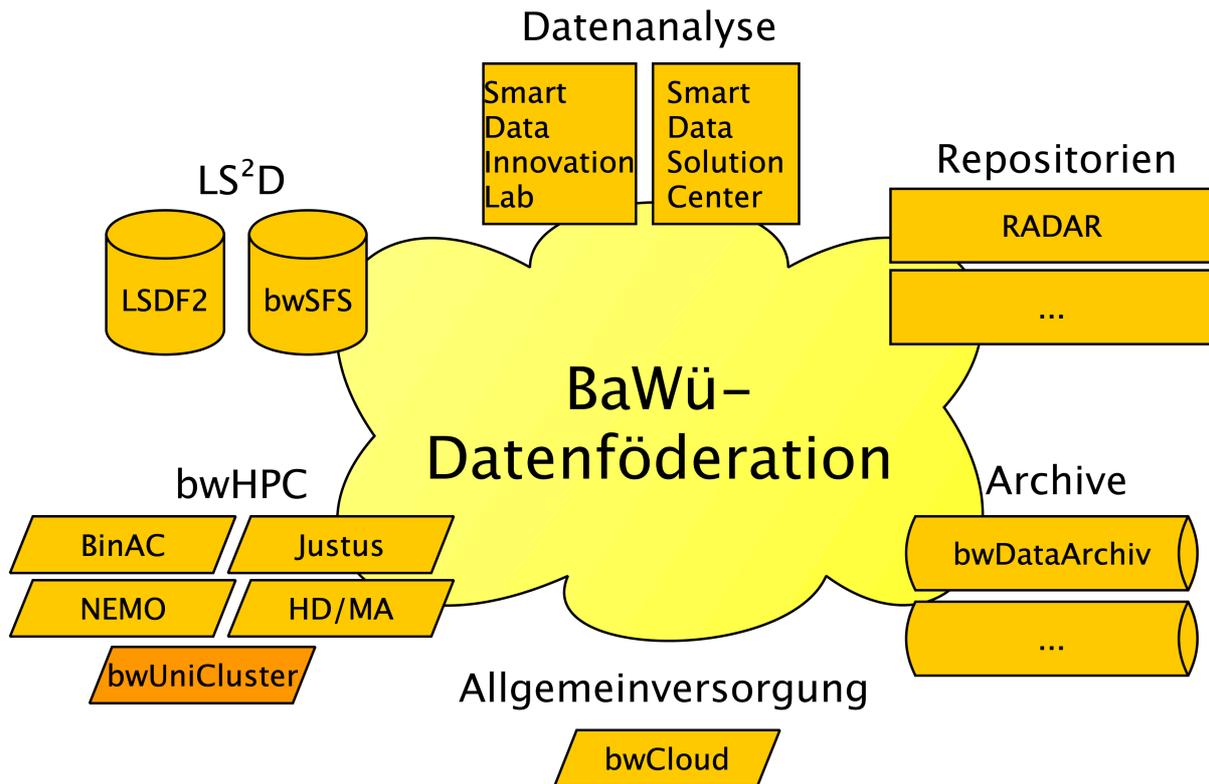


Abbildung 2: Aufbau BaWü-Datenföderation (nach [4,6])

4.3 Forschungsdatenmanagement und Data Life Cycle

Das Rahmenkonzept bwDATA soll in Phase III den gestiegenen Anforderungen des Forschungsdatenmanagements (FDM) entgegenkommen. Hierfür wurde auch die Governance-Struktur angepasst und erweitert.

Das Forschungsdatenmanagement erfordert eine zunehmend ausdifferenzierte Landschaft von Diensten, wobei sich einzelne Fach-Communities bestimmte Basis- und Low-Level-Dienste gemeinsam teilen können. Die Koordination der landesweiten Aktivitäten im Forschungsdatenmanagement findet im Begleitprojekt bw2FDM statt. In verschiedenen Arbeitsgruppen werden Querschnittsaufgaben der Science Data Center und bwHPC-S5 bearbeitet. Die Struktur der Arbeitsgruppen ist offen für zukünftige Projekte oder Beteiligte im Themenbereich FDM.

Für einen Data Life Cycle, der die Grundlage eines Forschungsdatenmanagements bildet, sowie für den (semi-)automatischen Transport oder die Replizierung von Forschungsprimärdaten, ist die Anreicherung der Daten mit deskriptiven wissenschaftlichen und technischen Metadaten unverzichtbar. Die Aufgabe und Verantwortung für die Metadaten-Annotation liegen dabei bei den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern selbst. Sie werden hierbei zunehmend durch die vier sich im Aufbau befindlichen Science Data Center beziehungsweise die Aktivitäten der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur in ihrem jeweiligen Wissenschaftsgebiet unterstützt.

Für die BaWü-Datenföderation sollen, ausgehend von Nutzeranforderungen und Ergebnissen des Begleitprojektes bwHPC-S5, den Science Data Centern und bw2FDM für ausgewählte Wissenschaftsgebiete Tools zum Metadatenhandling bereitgestellt werden. Diese Tools sollen die Erzeugung von Metadaten und deren Modifikation bei Migration zwischen Systemen im Laufe des Data Life Cycles unterstützen, wo möglich auch in automatisierter Form. Neben den Metadaten sind auch persistente Identifier zum sicheren Auffinden und zum Zugriff auf die Daten in Repositorien und Archiven notwendig. Hierbei orientiert sich die Implementierung an nationalen und internationalen Entwicklungen.

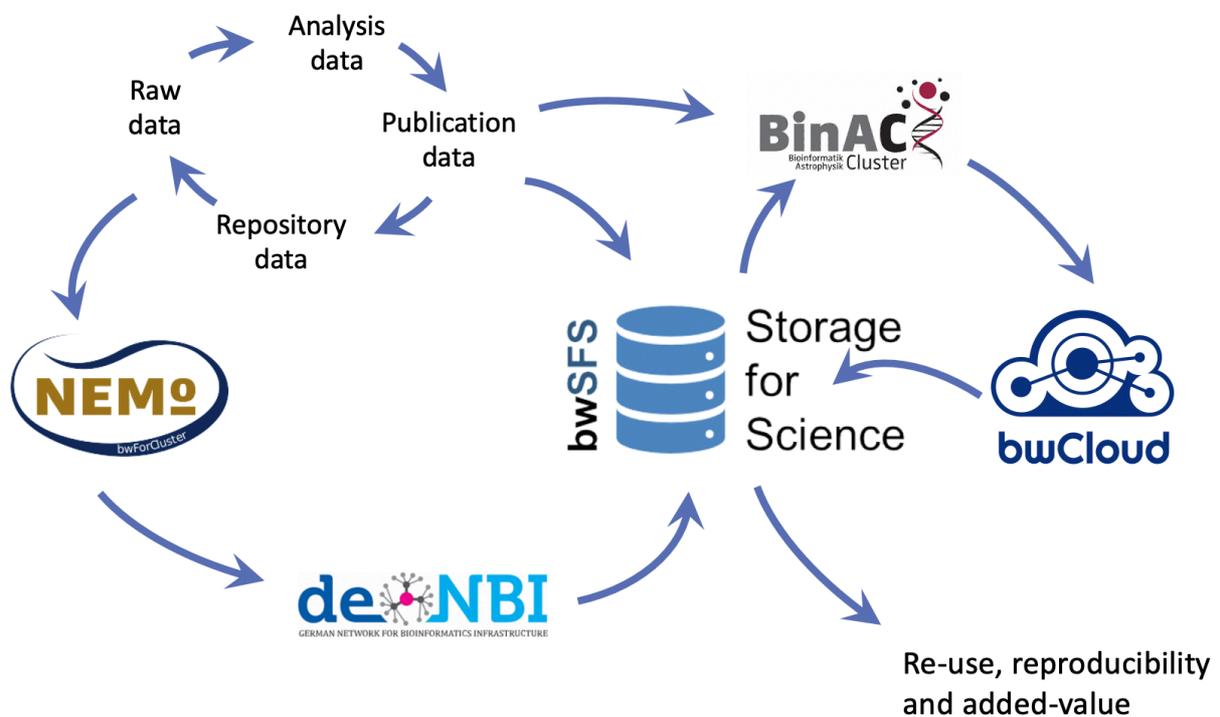


Abbildung 3: Exemplarischer Data Life Cycle mit Komponenten des bwDATA-Konzepts (nach [4])

Zeitgleich zum Aufbau der BaWü-Datenföderation findet der Aufbau der vier Science Data Center¹ im Land und nachfolgend der Nationalen Forschungsdaten-Infrastruktur (NFDI) statt. Die Science Data Center, die NFDI und bwHPC sind nutzend und gestaltend an der BaWü-Datenföderation beteiligt. Auch hieraus werden sich Implikationen für Entwicklungen im Rahmen des Konzeptes bwDATA ergeben, ebenso aus dem *Fachkonzept E-Science - Wissenschaft unter neuen Rahmenbedingungen* [7].

¹ <https://mwk.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/vier-science-data-centers-in-baden-wuerttemberg/>

4.4 Backup

Die Universitäten und Hochschulen des Landes sind in drei regional orientierten Backup-Verbänden organisiert (Freiburg-Heidelberg-Mannheim-Karlsruhe, Ulm-Tübingen-Konstanz, Stuttgart-Hohenheim), welche im Rahmen der bwDATA-Konzepte konsequent aufgebaut und etabliert wurden. Auch hier verfolgen die Hochschulen des Landes bewusst eine Dual-Vendor-Strategie, die sich auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewährt hat.

Phase III von bwDATA wird auch dafür genutzt, die bestehenden Verbände weiter auszubauen und damit an die gewachsenen Anforderungen, bezüglich der Datenmenge für das Backup, anzupassen. Hierbei sollen auch verstärkt nichtuniversitäre Einrichtungen in die Backup-Verbände integriert werden.

Besondere Bedeutung kommt dem Backup im Zusammenhang mit der deutlich gestiegenen IT-Sicherheitsproblematik durch Ransomware zu. Es besteht die Notwendigkeit, kritische Systeme in sehr kurzer Zeit mittels eines vollständigen Restore wieder in Betrieb nehmen zu können. Da Tape-basierte Backupssysteme dazu nur für Einzelfälle leistungsfähig genug sind, müssen zu diesem Zweck ergänzende technische Lösungen aufgebaut werden. Hier wirkt bwDATA in Abstimmung mit dem Rahmenkonzept Informationssicherheit [12] und der dort etablierten Governance.

Diese technischen Lösungen werden bereits in Bereichen mit großen, sich schnell ändernden Datenmengen eingesetzt, die mit klassischen Tape-Systemen nicht abgedeckt werden können, da sowohl die Sicherung als auch das Zurückspielen der Daten in sinnvoller Zeit dort nicht möglich ist. Technisch werden dazu die Snapshotverfahren der modernen Storage-Systeme in Kombination mit einer Replikation (geografisch separiert) eingesetzt. Gleichzeitig eröffnet das Snapshot/Replikations-Verfahren die Möglichkeit eines Notfallbetriebs am geografisch separierten Standort. Diese Funktionalität eines sehr schnell verfügbaren Disaster Recovery wird in einer Pilotimplementierung von 6 HAWs und der Universität Tübingen eingesetzt

Auch Objektspeicher-Systeme mit großen Datenmengen können mit klassischen Backupmethoden nicht sinnvoll gesichert werden. Diese Systeme bringen allerdings die für eine effiziente georedundant verteilte Datensicherung notwendigen Methoden bereits implizit mit. Im bwSFS Speichersystem mit Standorten in Tübingen und Freiburg kommt dies bereits zum Einsatz und ist auch für eine Erweiterung auf zusätzliche Standorte offen gestaltet. Mit dem bwSFS Speichersystem kann untersucht werden, ob Objektspeicher geeignet sind, klassische Backupfunktionen zu übernehmen, indem Filesysteme ihre Daten in einen Objektspeicher verdrängen.

4.5 bwIDM

Standortübergreifende, koordinierte und abgestimmte Vorhaben für datenintensive Dienste benötigen notwendig auch ein standortübergreifendes Identitätsmanagement. Mit dem etablierten föderierten Identitätsmanagement bwIDM² haben die Universitäten und Hochschulen eine wesentliche Basis für eine verteilte Authentifizierung und Autorisierung etabliert. Unter anderem basiert die BaWü-Datenföderation, genauso wie weitere Landesdienste, auf bwIDM

² www.bwidm.de

mit der jeweiligen lokalen Identität an der Heimateinrichtung. Einer Identität kann über Entitlements die Autorisierung für die Nutzung eines Dienstes, z. B. der BaWü-Datenföderation, erteilt werden.

Im Rahmen der Governance wird bwIDM sukzessive weiterentwickelt und an neue Anforderungen angepasst. Beispielhaft sei hier die Ausrichtung auf europäische Strukturen wie etwa AARC³ und die damit verbundene kontinuierliche technische Fortentwicklung wie die Einführung einer 2-Faktor-Authentifizierung (2FA) für Nutzer von HPC-Systemen im Land genannt. Die Fortführung von bwIDM soll hierfür neue Weiterentwicklungen bestehender föderaler Technologien evaluieren und geeignet in die Produktionsinfrastruktur integrieren.

Weitere aktuelle Anforderungen an bwIDM ergeben sich aus dem Forschungsdatenmanagement, insbesondere den Entwicklungen im Rahmen der Science Data Centers und der NFDI sowie damit verbunden der Datenkuration; als Beispiel hierfür ist der künftige Umgang mit persistenten Identitäten für das Forschungsdatenmanagement zu nennen.

4.6 Digitale Langzeitarchivierung

Die dauerhafte Vorhaltung wissenschaftlicher Daten ist eine gemeinschaftliche Herausforderung, die auch Inhalt von bwDATA in Phase III ist. Die dazu eingesetzte digitale Langzeitarchivierung umfasst dabei, neben dem Erhalt der eigentlichen Datenintegrität (Bitstream Preservation), auch eine Anreicherung mit Metadaten zur technischen und semantischen Interpretierbarkeit der Daten (Logical und Semantic Preservation) (Abbildung 4).

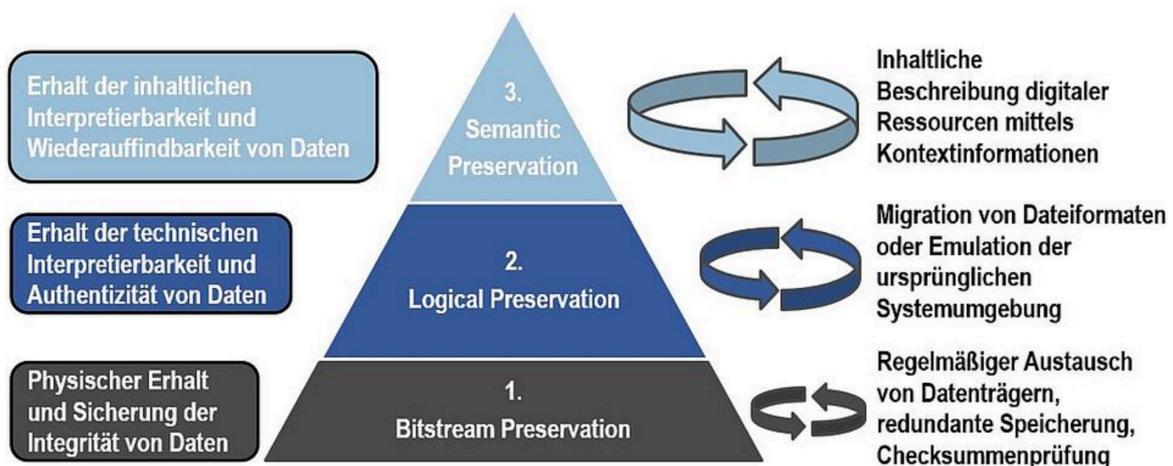


Abbildung 4: Digitale Langzeitarchivierung und damit verbundene Funktionen und Maßnahmen⁴

Bisher haben die Universitäten und Hochschulen des Landes in verschiedenen Projekten bereits die Basis zur Umsetzung der verschiedenen Aspekte und Ebenen der Langzeitarchivierung für unterschiedliche Informationsinhalte entwickelt. Hier sind unter anderem

³ <https://aarc-project.eu/architecture/>

⁴ <https://www.publisso.de/digitale-langzeitarchivierung/was-ist-dlza/>

bwDataArchive und bwDATAbib zu nennen, darüber hinaus bwFLA und CiTAR. bwDATA in Phase III ist während seiner Laufzeit offen, die bestehenden Ansätze auszubauen, sowie diese durch weitere Projekte zu ergänzen und abzurunden. Eine besondere Bedeutung kommt hierbei den Science Data Centern, der NFDI sowie der BaWü-Datenföderation zu.

Eine Langzeitarchivierung ist für unterschiedliche Arten wissenschaftlicher Daten notwendig. Dazu gehören vorrangig primäre und sekundäre Forschungsdaten, Veröffentlichungen und Digitalisate analoger Bestände. Alle Daten müssen für die Langzeitarchivierung geeignet aufbereitet, sowie mit entsprechenden Metadaten zur logischen und semantischen Interpretierbarkeit angereichert werden.

Im Bereich wissenschaftlicher Daten wird besonderer Wert auf die Einhaltung/Umsetzung der FAIR Prinzipien [10] sowie des DFG-Kodex *Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis* gelegt. Die alleinige Umsetzung von FAIR Prinzipien und des DFG-Kodex für wissenschaftliche Daten ist jedoch nicht ausreichend, gerade im wissenschaftlichen Bereich ist eine Interoperabilität unterschiedlicher Langzeitarchive und disziplinspezifischer Repositorien von großer Bedeutung. Dies wird auf Landesebene mit den vier SDC und auf Bundesebene mit den NFDI adressiert.

Die Bereitstellung von Infrastruktur für die BaWü-Datenföderation erfolgt über standortübergreifende Speichersysteme, insbesondere LSDF und bwSFS, wobei letzteres konzeptionell für eine Langzeitspeicherung von Daten durch georeduzante Objektspeicher und integrierte Software zum Forschungsdatenmanagement ausgelegt ist. Ebenso ist eine Erweiterung von bwSFS auf andere Standorte vorgesehen, was sowohl die Sicherheit als auch die Verfügbarkeit der Daten erhöht. Ein weiterer positiver Nebeneffekt ist die direkte lokale Nutzbarkeit der Daten an unterschiedlichen Standorten.

4.6.1 bwDataArchive

Der Landesdienst bwDataArchive bietet Nutzern Zugang zu einer technischen Infrastruktur zur langfristigen Datenarchivierung, die insbesondere für Universitäten und öffentliche Forschungseinrichtungen aus Baden-Württemberg mit dem Fokus auf große wissenschaftliche Daten zur Verfügung gestellt wird. Die Datenarchivierung erfolgt am KIT und umfasst eine verlässliche Speicherung auch großer Datenbestände (Bitstream Preservation) für einen Zeitraum von zehn oder mehr Jahren. Der Dienst ermöglicht eine qualifizierte Umsetzung der Leitlinien zum Umgang mit Forschungsdaten der DFG. Er ist kostenpflichtig. Die Nutzung durch Forschende einer Einrichtung setzt den Abschluss eines Vertrages zwischen der Einrichtung und dem KIT voraus. bwDataArchive kann durch die Anbindung eines Repositories wie RADAR⁵ funktional erweitert werden.

4.6.2 bwDATAbib

Im Projekt bwDATAbib haben die Badische Landesbibliothek, die Universitätsbibliotheken Stuttgart, Tübingen und Freiburg sowie das Bibliotheksservice-Zentrum Baden-Württemberg (BSZ) gemeinsam den Stand und die Möglichkeit verfügbarer Softwarelösungen für die digitale

⁵ <https://www.radar-service.eu/de>

Langzeitarchivierung bibliothekarischer Daten wie Retrodigitalisate, Dissertationen und Pflichtexemplare untersucht. Die Untersuchung erfolgte in Zusammenarbeit mit den Universitätsrechenzentren in Freiburg und Tübingen, an denen die untersuchten Softwarelösungen betrieben und Konzepte für die dauerhafte Speicherung der Daten erarbeitet und evaluiert wurden. Neben dem Einsatz von herkömmlichen dateisystembasierten Speichern wurden der Einsatz von Objektspeichern betrachtet und standortübergreifende Verfahren zur Replikation erprobt.

Im Fokus standen neben Eigenentwicklungen, wie die des Landesarchivs Baden-Württemberg (DIMAG), die verbreiteten Lösungen Rosetta (Ex Libris) und Archivematica (Artefactual Systems). Rosetta wird als kommerzielles Produkt mit Support vertrieben, während Archivematica unter einer Open-Source-Lizenz verfügbar ist. Support und Entwicklungsarbeit können beim Entwickler Artefactual Systems optional eingekauft werden. Neben einer Bewertung hinsichtlich funktionaler Anforderungen, Entwicklungsperspektive und technischem Aufbau wurde die Wirtschaftlichkeit von Rosetta und Archivematica betrachtet.

Als ein Ergebnis der umfassenden Bewertung betreibt das BSZ einen Dienst auf Basis von Rosetta für die Archivierung digitaler Pflichtexemplare, der technisch am ZDV der Universität Tübingen betrieben wird. Die Universitätsbibliotheken Freiburg und Stuttgart prüfen im Rahmen von bwDATA Phase III aktuell eine Fortführung der Betrachtung von Archivematica bei Erweiterung des Einsatzbereichs auf 3D-Digitalisate und AV-Material.

4.7 Digitale Transformation administrativer Prozesse: bwUni.digital

Das Kooperationsprojekt bwUni.digital [9] beschreibt die Struktur des Rahmens, in dem digitale Transformation in den administrativen Bereichen der Universitäten Baden-Württembergs in Kooperation vorangetrieben werden soll. Das Rahmenkonzept sieht vor, zunächst systematisch ganzheitliche Lösungskonzepte in ausgewählten Themenbereichen zu entwickeln. In „White Papers“ werden zeitgemäße digitale Lösungskonzepte beschrieben, die auch im internationalen Vergleich konkurrenzfähig sind. Dem kooperativen Gedanken folgend, können sich danach Universitäten und Hochschulen zusammenfinden, um die zuvor beschriebenen Lösungen umzusetzen.

In der Gesamtheit der strukturierten Projektarbeit entsteht ein Programm der schrittweisen digitalen Transformation der administrativen Prozesse. Dabei werden die Themen den aktuellen Entwicklungen folgend bearbeitet sowie Projekte mit unterschiedlicher Innovationshöhe durchgeführt. Neben Projekten, bei denen die Umsetzung z. B. gesetzlicher Vorgaben in kurzer Zeit im Vordergrund stehen, muss es auch gelingen, die insbesondere in Baden-Württemberg stark ausgeprägte Innovationskultur an den Universitäten für die Bereiche Forschung und Lehre auch auf die administrativen Prozesse zu übertragen.

Infrastrukturmaßnahmen, welche in Zusammenhang mit bwUni.digital stehen, werden über das Rahmenkonzept bwDATA realisiert.

5 Governance

5.1 ALWR-BW und Arbeitskreis der Leitungen der IT-Zentren der HAWs

Anträge und Vorhaben im Rahmen des Umsetzungskonzeptes bwDATA in der Phase III werden unter Federführung einer Universität bzw. Hochschule erstellt und im Kreis der Leiterinnen und Leiter der wissenschaftlichen Rechenzentren der Universitäten des Landes (ALWR-BW⁶) bzw. dem Arbeitskreis der Leiter der Rechen- und Informationszentren der Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (AK RZ-/IZ-Leiter) vorbereitet und abgeglichen. Die Duale Hochschule Baden-Württemberg ist als ständiger Gast im AK RZ-/IZ-Leiter vertreten und kann so eigene Anträge einbringen bzw. partizipieren; die pädagogischen Hochschulen und die Kunst- und Musikhochschulen des Landes werden bei Bedarf zu dem Arbeitskreis eingeladen.

Eine Diskussion jeweils mit dem Partnergremium zu den einzelnen Vorhaben wird ausdrücklich gewünscht.

5.2 Steuerkreis digitale Forschungsinfrastruktur

Alle Anträge werden anschließend dem Steuerkreis digitale Forschungsinfrastruktur vorgelegt. Der Steuerkreis nimmt zu Anträgen und Vorhaben über 500.000 Euro Finanzvolumen Stellung. Ebenso erstellt er eine Priorisierung der Anträge, wenn dies notwendig ist.

Dem Steuerkreis digitale Forschungsinfrastruktur BW gehören auf Vorschlag der jeweiligen Rektorenkonferenzen vier Mitglieder an:

- zwei Prorektoren/innen bzw. Vizepräsidenten/innen für Forschung der Landesuniversitäten
- ein/e Prorektor/in für Forschung der Hochschulen für Angewandte Wissenschaften
- der/die Sprecher/in des Arbeitskreises der baden-württembergischen CIO der Universitäten

sowie als Gäste

- ein/e Vertreter/in des MWK,
- der/die Sprecher/in des ALWR-BW,
- der/die Sprecher/in des AK RZ-/IZ-Leiter
- der/die Sprecher/in des LNA-BW.

Anlassbezogen können weitere Gäste eingeladen oder zugelassen werden.

⁶ <https://www.alwr-bw.de/leitbild-des-alwr/>

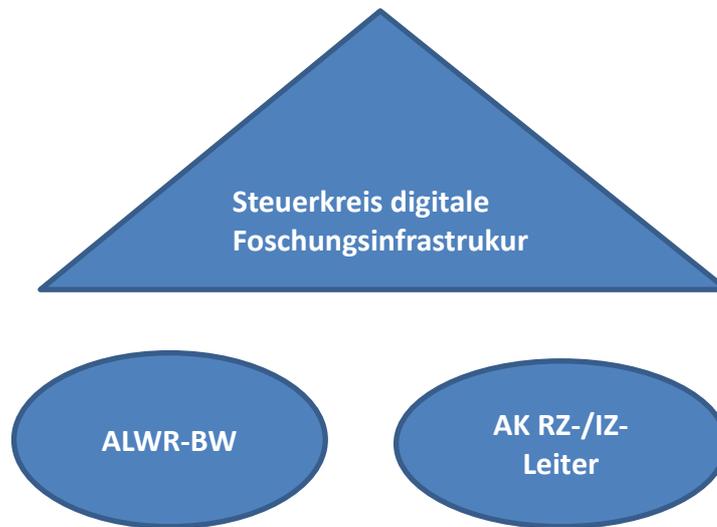


Abbildung 5: Governance bwDATA Phase III

Der kontinuierliche Einbezug der nutzenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erfolgt durch den Landesnutzerausschuss LNA-BW; durch die Einbindung des Sprechers/der Sprecherin des LNA-BW in den Steuerkreis digitale Forschungsinfrastrukturen ist hier der direkte Austausch gewährleistet.

6 Entscheidungsfindung

Projekte und Investitionen des Hochschulbereichs im Rahmen des Landeskonzeptes bwDATA sind grundsätzlich durch die beteiligten Einrichtungen selbst zu finanzieren. Es bestehen zwei Ausnahmen:

1: Projekte und Investitionen mit überwiegendem Forschungsanteil: **Forschungsgroßgeräte**

Hier ist für Investitionen eine Antragstellung als Forschungsgroßgerät über die Deutsche Forschungsgemeinschaft nach Artikel 91b GG entsprechend der Regularien der DFG für das Programm Forschungsgroßgeräte möglich.

Wenn der Forschungsaspekt über den lokalen Einsatz hinaus im Rahmen eines abgestimmten Landeskonzeptes für Communities im Land angeboten wird, kann eine ergänzende Förderung für Investitionen oder für Projekte durch das Land erfolgen.

2: Projekte und Investitionen, die **standortübergreifende Dienste** im Rahmen eines abgestimmten Landeskonzeptes im Land anbieten, können durch das Land gefördert werden (für Investitionen z. B. im Programm „Großgeräte der Länder“).

Gemäß diesen Grundsätzen ist zum einen für potentielle Maßnahmen der Konsens über Notwendigkeit, Struktur und Volumen herzustellen, zum anderen sind alle potentiellen Maßnahmen zu priorisieren. Ebenso ist der Nachweis der Wirtschaftlichkeit durch die Antragsteller Voraussetzung für eine Förderung. Dies sowie eine notwendige Priorisierung erfolgt durch den Steuerkreis digitale Forschungsinfrastruktur.

Entsprechende Anträge im Rahmen des Konzeptes bwDATA sind aus dem ALWR-BW und dem Arbeitskreis der Leitungen der IT-Zentren der HAWs (AK RZ-/IZ-Leiter) über den Steuerkreis digitale Forschungsinfrastruktur an das MWK bzw. die DFG zu richten.

7 Quellen und Referenzen

- [1] Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für datenintensive Dienste - bwDATA Phase I (2013-2014), ALWR-BW, 2012
- [2] Rahmenkonzept der Hochschulen des Landes Baden-Württemberg für datenintensive Dienste – bwDATA (2015-2019), ALWR-BW, 2015
- [3] Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das Hochleistungsrechnen, ALWR-BW, 2012
- [4] Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das High Performance Computing (HPC), Data Intensive Computing (DIC) und Large Scale Scientific Data Management (LS²DM), ALWR-BW, 2018
- [5] Arbeitskreis der Leiter der wissenschaftlichen Rechenzentren von Baden-Württemberg (ALWR-BW), Strategiepapier „IT an den Universitäten Baden-Württembergs“, August 2010
- [6] Umsetzung der BaWü-Datenföderation Abgestimmtes Konzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg, ALWR-BW, 2019
- [7] E-Science - Wissenschaft unter neuen Rahmenbedingungen. Fachkonzept zur Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Infrastruktur in Baden-Württemberg. Herausgegeben vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, Stuttgart 2014
- [8] Hartenstein, H., Walter, T. und Castellaz, P. (2013). Aktuelle Umsetzungskonzepte der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für Hochleistungsrechnen und datenintensive Dienste. PIK-Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation 36(2): 99-108
- [9] Rahmenkonzept bwUni.digital – Digitale Transformation administrativer Prozesse, Landesuniversitäten Baden-Württemberg, 2019
- [10] Wilkinson, Mark D.; Dumontier, Michel; Aalbersberg, Ijsbrand Jan; Appleton, Gabrielle; et al. (15 March 2016). "The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship". Scientific Data. 3: 160018. doi:10.1038/sdata.2016.18. OCLC 961158301. PMC 4792175. PMID 26978244.
- [11] Umsetzungskonzept der BaWü-Datenföderation – Abgestimmtes Konzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg, 2020
- [12] Rahmenkonzept Informationssicherheit – VwV Informationssicherheit im Fokus, Vincent Heuveline et al., 2019

8 Glossar

AARC	AARC Blueprint Architecture
ALWR-BW	Arbeitskreis der Leiter und Leiterinnen der wissenschaftlichen Rechenzentren bzw. Informationszentren Baden-Württembergs
BaWü-Datenföderation	Baden-Württemberg Datenföderation
BSZ	Bibliotheksservice-Zentrum Baden-Württemberg
bw2FDM	Baden-württembergische Begleit- und Weiterentwicklungsprojekt für Forschungsdatenmanagement
bwHPC-S5	Scientific Simulation und Storage Support Service
bwSFS	Storage for Science
de.NBI	German Network for Bioinformatics Infrastructure
DIC	Data Intensive Computing
FAIR	Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable
FDM	Forschungsdatenmanagement
HPC	High Performance Computing
LNA-BW	Landesnutzerausschuss
LSDF	Large Scale Data Facility
LS ² DM	Large Scale Scientific Data Management
NFDI	Nationale Forschungsdaten-Infrastruktur
RADAR	Research Data Repository
SDC	Science Data Center