
bwHPC-S5: Scientific Simulation and Storage Support Services

Robert Barthel¹ und Jürgen Salk²

¹Steinbuch Centre for Computing, Karlsruher Institut für Technologie

²Kommunikations- und Informationszentrum, Universität Ulm

Das Projekt bwHPC-S5 ist das aktuelle Begleitprojekt zum Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das Hochleistungsrechnen (HPC), Data Intensive Computing (DIC) und Large Scale Scientific Data Management (LS²DM) und dient als Bindeglied zwischen Wissenschaft und den Infrastrukturen für HPC, DIC und LS²DM. Es beinhaltet eine landesweit aufgestellte Nutzerbetreuung und unterstützt Infrastrukturbetreiber und deren Nutzenden mit IT-Services. Phase 1 des Projekts läuft von Juli 2018 bis März 2021 und wird vom Ministerium für Forschung, Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg (MWK) finanziert. Ab April 2021 wird das Projekt mit der bereits bewilligten Phase 2 fortgesetzt.

1 Einleitung

Seit vielen Jahren sind die Landeskonzepte für das Hochleistungsrechnen und datenintensive Dienste in Baden-Württemberg bekannt und etabliert. Das Konzept baut auf den Grundsätzen der kooperativen Bereitstellung von Ressourcen und Servicestrukturen auf. Besonders der Aspekt der Kooperation schafft Synergien und bündelt Expertisen zur Verbreiterung der Nutzerbasis, bedarfsgerechten Bereitstellung von Diensten und zielgerichteten Unterstützung von Forschenden und Studierenden bei der Nutzung dieser Dienste.

bwGRiD (2008) als Startpunkt einer standortübergreifenden HPC-Infrastruktur und bwGRiD ergänzende Maßnahmen (2011) als Beginn eines föderativen Nutzerunterstützungsprojekts schufen eine bis heute andauernde enge Zusammenarbeit in Baden-Württemberg, eine Profilbildung bei der Softwarebereitstellung und für Nutzende eine standortunabhängige und flexible Ressourcennutzung auf Basis einer vereinheitlichten Arbeitsumgebung mit homogener Rechnerinfrastruktur. Im Kontrast dazu standen die Zugangshürden durch Grid-Zertifikate, die dezentrale Wissenschaftsunterstützung und lokale clusternahe Datenhaltungskonzepte.

Die nutzerseitigen Anforderungen nach Vereinfachung des Zugangs und wissenschaftsangepasster Infrastruktur wurden HPC-seitig mit dem Konzept bwHPC [1, 2] von 2013 bis 2018 umfassend adressiert. Die nachfolgend genannten Kernpunkte des bwHPC-Konzeptes stellten bundesweit ein Alleinstellungsmerkmal dar und dienten dem Wissenschaftsrat als

Vorbild bei dessen Empfehlungen zur Finanzierung des nationalen Hoch-und-Höchstleistungsrechnens in Deutschland [3]:

- Niederschwelliger Zugang zu den Ressourcen auf Basis der landesweit förderierten Identitätsinfrastruktur bwIDM,
- Ausdifferenzierung der HPC-Infrastruktur in ein landesweit nutzbares Rechensystem bwUniCluster („Baden-Württemberg-Universalcluster“) zur Abdeckung der Grundversorgung an Rechenleistung und in vier verschiedene, landesweit nutzbare bwForCluster („Baden-Württemberg-Forschungscluster“) für verschiedene Wissenschaftsgemeinden.
- Verzahnung der Angebote durch „vertikale“ Durchlässigkeit der Tier 3 hin zur Tier 2 bis 0
- „Horizontale“ Verzahnung durch die Anknüpfung an fachliche Kompetenzzentren zwischen Rechnerbetrieb und Anwendungsforschung

Die konkrete Umsetzung des Konzeptes wurde durch die Begleitprojekte bwHPC-C5 Phasen 1 und 2 (2013 – 2018) kanalisiert [4, 5]; mit den erfolgreichen Ergebnissen:

- Aufbau einer landesweiten Supportstrukturen zur Nutzerunterstützung der bwForCluster und des bwUniCluster sowie sowie die Integration der Hochschulen für angewandte Wissenschaften
- Begleitung der Vorbereitungsarbeiten zur Inbetriebnahme der Clustersysteme (Technologieevaluation, bwIDM) und Aufbau einer bedarfsgerechten Softwareinfrastruktur
- Etablierung zentraler Dienste, u.a zur Aussteuerung der Ressourcen (ZAS) gemäß dem bwHPC-Konzept, landesweites Ticketsystem und Dokumentenplattform (bwHPC-Wiki)
- Etablierung eines landesweiten Schulungsprogramms und zentral koordinierten Öffentlichkeitsarbeit

Parallel zur HPC-Infrastruktur und den bwHPC-C5-Projekten wurde als Teil des bwDATA-Konzeptes [6, 7] eine umfangreiche Speicherinfrastruktur mit der Large Scale Data Facility (LSDF), der bwCloud und dem bwDataArchive aufgebaut. Die Landesprojekte bwFDM-Info I und II etablierten Plattformen zur Bedarfserfassung, Weiterbildung und zum Dialog im Bereich des Forschungsdatenmanagements. Dazu reihen sich Spezialexperimente zur Visualisierung, bwVisu, und zur Datenanalyse (z.B. das Smart Data Innovation Lab).

Aus Sicht der Nutzenden ist das Management und die Verarbeitung von Forschungsdaten in getrennten Infrastrukturen wenig praktikabel. Entsprechenden Empfehlungen folgend (z.B. [8]) werden mit dem seit 2018 beschlossenen Umsetzungskonzept für HPC, DIC und LS²DM des Landes Baden-Württemberg [9] (*kurz: „bwHPC 2.0“*) die bisher eigenständigen, erfolgreichen bwHPC- und bwDATA-Konzepte durch nachfolgende Maßnahmen in eine gemeinsame Sicht überführt:

- Erweiterung der Aufgabenbereiche der Kompetenzzentren auf Datenhaltung und Einrichtung weiterer Kompetenzzentren
- Bedarfsgerechter Ausbau und Erneuerung der HPC-Systeme aller drei Ebenen und der Datenmanagementsysteme
- Entwicklung einer landesweiten Datenföderation
- Fortführung des Begleit- und Nutzerunterstützungsprojektes mit der Integration dienenden Schwerpunkten

Als Synonym für diese Integration stehen die fünf „S“ – *Scientific Simulation and Storage Support Services* – des Begleitprojekts bwHPC-S5.

Zur Umsetzung der gemeinsamen Sicht auf HPC, DIC und LS²DM werden im bwHPC-S5-Projekt alle erbrachten Dienste für die wissenschaftlichen Nutzer so organisiert, dass die begleitende Supportleistung, unabhängig ob es dabei um das Thema HPC, Daten oder einer Kombination aus beiden geht, über die gleichen Schnittstellen angeboten wird. Das Konzept „one face to the customer“ gilt dabei nicht nur für die Schulungen, Best-Practices-Dokumentationen, Dienstschnittstellen oder die allgemeine Nutzerunterstützung sondern insbesondere auch für die gemeinsam zwischen Betreibern und Nutzern durchgeführten Tigerteam-Unterstützungsprojekte.

Das Projekt bwHPC-S5 ist aufgrund der langen Laufzeit des neuen Umsetzungskonzepts in mehrere Phasen unterteilt, um auf geänderte Bedarfslagen und Anforderungen flexibel reagieren zu können. Die Unterteilung in Phasen und deren Evaluierung ermöglicht u.a. die gezielte Nachsteuerung der Umsetzungsmaßnahmen. Der 1. Phase von Juli 2018 bis März 2021 waren sechs Ziele auferlegt:

1. Ausbau der föderativen Wissenschaftsunterstützung
2. Fortschreibung der fachlichen Ausprägung im Bereich HPC
3. Umsetzung einer landesweiten Datenföderation
4. bedarfsgetriebene gemeinsame Technologieevaluierung
5. weitere Professionalisierung der Öffentlichkeitsarbeit sowie
6. Fortschreibung und Weiterentwicklung der gemeinsamen Software-Versorgung der HPC-Systeme

Die 2. Phase von April 2021 bis Juni 2023 zielt insbesondere auf die Fortführung der erfolgreich begonnenen Anstrengungen zur einheitlichen Sicht auf die Dienste zur Festigung des Erstanlaufpunkts zu HPC, DIC und LS²DM für Einsteigende und Bestandsnutzende, aber auch auf die konzeptionelle und technische Ausgestaltung der BaWü-Datenföderation.

2 Projektpartner und Governance

Das Konsortium des Projekts bwHPC-S5 Phase 1 besteht aus den Universitäten Freiburg, Heidelberg, Hohenheim, Konstanz, Mannheim, Stuttgart, Tübingen und Ulm, dem Karlsruher Institut für Technologie sowie der Hochschule Esslingen und der Hochschule für Technik Stuttgart.

Um die Realisierung und Überwachung der Projektziele möglichst effektiv zu gestalten, wird eine bewährte hierarchische Struktur für die Koordination umgesetzt, wie sie für kollaborative Forschungsprojekte dieser Größe und Komplexität üblich ist [10].

Strategische Entscheidungen über die Fortentwicklung der Tier-3 Landes-Cluster und der landesweiten Dateninfrastruktur werden vom Arbeitskreis der Leiterinnen und Leiter der Wissenschaftlichen Rechenzentren und Informationszentren des Landes Baden-Württemberg

(ALWR-BW), eingerichtet durch die Landesrektorenkonferenz (LRK), getroffen. Gegenüber dem ALWR-BW wird alle drei Monate zum Status und zu den Risiken des Projektverlaufs sowie zur Auslastung der bwHPC-Infrastruktur berichtet. Anforderungen und Vorgaben anderer Steuergremien werden über den ALWR-BW und die Projektverantwortlichen koordiniert.

Für die wissenschaftliche Begleitung des Betriebs und der Weiterentwicklung definierter digitaler Forschungsinfrastrukturen (u.a. Vorhaben der HPC/DIC-Landesstrategie) ist der Landesnutzerausschuss Baden-Württemberg (LNA-BW) zuständig. Der LNA-BW stellt die systematische Erhebung der wissenschaftlichen Nutzungsanforderungen sicher, bewertet die Wirksamkeit der Mechanismen zur Aussteuerung der Nutzung und Auslastung der Infrastrukturen, schlägt Verbesserungen der Aussteuerungs- bzw. Auslastungsmechanismen vor und verfasst Empfehlungen und Stellungnahmen zur Gewährleistung der optimalen wissenschaftlichen Ausrichtung der Vorhaben und Rahmenkonzepte der HPC/DIC-Landesstrategie. Gegenüber dem LNA-BW wird zu jeder Sitzung zum Status des Projekts, der bwHPC-Infrastruktur und der Umsetzung der mit dem ALWR-BW abgestimmten Maßnahmen berichtet.

Der Steuerkreis digitale Forschungsinfrastruktur Baden-Württemberg (SK DigiForInfraBW) repräsentiert die übergreifende Instanz der Betreiber und Nutzenden der digitalen Forschungsinfrastrukturen innerhalb der HPC/DIC-Landesstrategie¹ sowie des bwDATA-Rahmenkonzeptes. Gegenüber dem SK DigiForInfraBW berichtet der ALWR-BW einmal in Jahr u.a. zum Fortschritt des bwHPC-S5 Projektes.

Das Projekt bwHPC-S5 wird aufgrund seiner Komplexität und Bedeutung für das Umsetzungskonzept HPC, DIC und LS²DM von zwei Vertretern des ALWR-BW begleitet und verantwortet. Für die operative Leitung des Projekts ist dagegen das Projektbüro (PMO) verantwortlich. Fortschritt und Risiken auf Projektebene bzw. beim Zusammenwirken der Arbeitspakete werden im Kernteam thematisiert. Das Kernteam setzt sich aus

¹Ausgenommen HPC-Systeme der Leistungsklasse 1 (Universität Stuttgart) und 2 (Karlsruher Institut für Technologie)

allen Leitenden der Arbeitspakete, dem Projektbüro und einer Vertretung pro Projektpartner ohne AP-Leitung zusammen. Aufgaben der Arbeitspaketleitenden umfassen die technische Leitung, Planung und Überwachung ihrer Arbeitspakete aber auch das Berichtswesen an die übergeordneten Gremien. Aus den bwHPC-Kompetenzzentren bilden zudem je ein stimmberechtigter Vertreter ein Team für die Zuweisung der Rechenvorhaben an eine Clusterressource: das sogenannte Clusterauswahlteam (CAT).

Für die Abstimmung in betrieblichen Belangen der HPC- und Datenföderation, u.a. bezüglich Entwicklung und Fortschreibung der Betriebsmodelle sowie der betrieblichen Aspekte in der Produktion, wurde ein Technical Advisory Board (TAB) etabliert, in welches jede Universität ein Mitglied entsendet. Die Hochschulen entsenden ebenfalls ein Mitglied in das TAB.

Die oben genannten Gremien treffen sich regelmäßig, um innerhalb des Projektes die notwendige Abstimmungen zu vollziehen. Neben Präsenztreffen stimmen sich Kernteam bzw. Technical Advisory Board in mindestens zweiwöchentlich stattfindenden Video- und Telefonkonferenzen ab.

3 Projektstruktur der 2. Phase

Aus der beschriebenen Ausgangslage ergeben sich für die weitere Begleitung des Umsetzungs-konzepts – insbesondere für die Fortschreibung der Verzahnung der landesweiten Rechen- und Dateninfrastruktur und für die kontinuierliche Fortentwicklung zugehöriger Dienste sowie effizienter und effektiver Nutzerunterstützung – die Projektziele **P.1** bis **P.4**:

- P.1 - Weiterentwicklung der föderativen Wissenschaftsunterstützung
- P.2 - Weiterentwicklung der landesweiten HPC-Infrastruktur
- P.3 - Weiterentwicklung der landesweiten Datenföderation
- P.4 - Erschließung neuer Technologien

Diese übergeordneten Projektziele bestimmen gleichzeitig die Zielstellungen und Aufgaben der nachfolgend beschriebenen Arbeitspakete und werden bei ihrer Fortschrittsbewertung durch definierte Kennzahlen ergänzt.

Das Projekt bwHPC-S5 Phase 2 verortet dabei die Arbeitspakete (AP), je nach deren Schwerpunktaufgaben und Zielsetzungen, in jeweils einem der drei nachfolgenden Aktivitätsebenen (AE):

1. Nutzerbezogene Aktivitäten und Öffentlichkeitsarbeit
2. Föderativer Betrieb und systembezogene Aktivitäten
3. Innovations- und Evaluationsaktivitäten

Anhand der thematischen Strukturierung ergeben sich dabei drei APs für die erste Aktivitätsebene; vier APs für die zweite und ein AP für die dritte. Zusammen mit dem

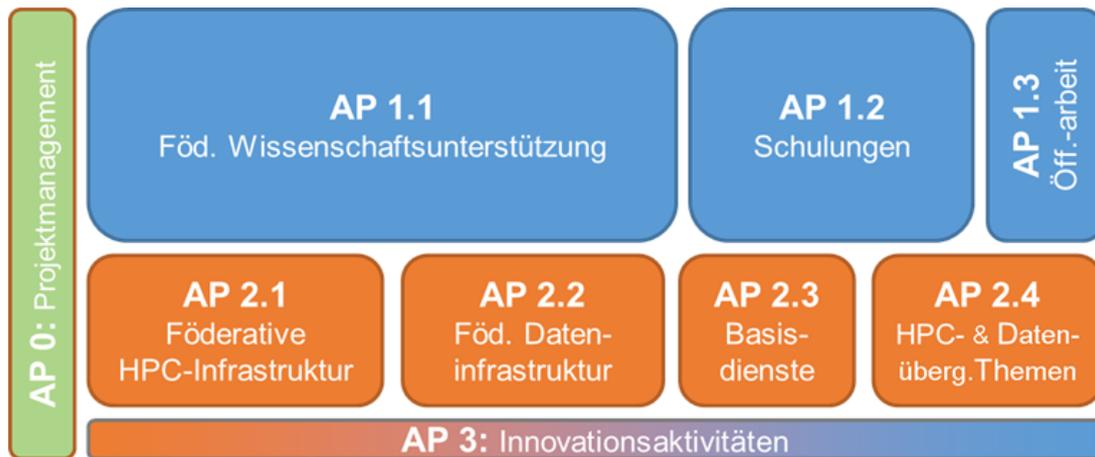


Abbildung 1: Arbeitspaketstruktur von bwHPC-S5 Phase 2.

Projektmanagement strukturiert sich das Projekt bwHPC-S5 Phase 2 in neun Arbeitspakete, deren Personalmittelaufwand in Abbildung 1 flächenmäßig ins Verhältnis gesetzt wurden. Der Schwerpunkt des Projekts liegt dabei auf der ersten Aktivitätsebene mit rund 50% der personellen Ressourcen.

Aktivitätsebene 1

Aktivitätsebene 1 mit den Arbeitspaketen 1.1, 1.2 und 1.3 stellt die direkte Schnittstelle zu Nutzern und anderen (auch externen) Interessengruppen sowie der Öffentlichkeit dar. Jedes einzelne dieser drei Arbeitspakete beinhaltet sowohl HPC-bezogene Anteile als auch Themenbereiche mit Bezug zum datenintensiven Rechnen (Data Intensive Computing, DIC) und zum Umgang mit umfangreichen wissenschaftlichen Datenmengen (Large Scale Scientific Data Management, LS²DM).

Im AP1.1 „Föderative Wissenschaftsunterstützung“ steht die zielgerichtete und fachlich fundierte Unterstützung von Nutzern der landesweiten bwHPC- und Speichersysteme durch fachspezifisch ausgerichtete bwHPC-Kompetenzzentren im Vordergrund. Unter einem bwHPC-Kompetenzzentrum ist eine Organisationsstruktur zu verstehen, in der Fachkompetenzen zur Anwenderunterstützung in verschiedenen Wissenschaftsbereichen gebündelt werden. Die personelle Zusammensetzung der Kompetenzzentren erfolgt standortübergreifend zur optimalen Ausnutzung des landesweit vorhandenen Expertenwissens. Mit dem landesweiten Ticketsystem werden alle üblichen Anfragen zentral erfasst und unabhängig vom Standort des Nutzers oder des Dienstes vom fachlich am besten geeigneten Expertenteam bearbeitet. Natürlich wird dies bei betriebsnahen Themen oft vom jeweiligen Betreiberstandort erbracht, aber bei spezifischen und fachlich tiefgehenden Anfragen erfolgt dies standortübergreifend. Komplexe und tiefgehende Fragestellungen, die nicht mit den üblichen Unterstützungsstrukturen schnell und effizient erbracht werden können, werden durch Bildung standortübergreifender Tigerteams adressiert. Ein Tigerteam ist Teil eines Kompetenzzentrums und wird zeitlich befristet, meist in enger

Kooperation mit einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe, zur Umsetzung von konkreten Unterstützungs- und Optimierungsmaßnahmen aufgestellt. Die personelle Zusammensetzung eines Tigerteams kann standortübergreifend erfolgen, um das an unterschiedlichen Standorten vorhandene Expertenwissen optimal zu nutzen.

Ergänzend zu AP1.1 werden in AP1.2 „Schulungen“ durch bedarfsorientierte und landesweit abgestimmte Schulungen die Fachkompetenzen an eine breite Nutzerschaft vermittelt. Dazu wird in Grundlagen- und Aufbaukursen sowohl Basiswissen zur effizienten Nutzung der bwHPC-Systeme für rechen- und datenintensive Aufgaben adressiert als auch spezielle Anwendungsbereiche zu HPC und Datenmanagement (z.B. zur parallelen Programmierung oder zum Einsatz spezieller Bibliotheken und Werkzeuge zur Performancesteigerung) sowie komplexer Softwaresysteme. Neben Präsenzkursen sind auch digitale Lehrformen, wie E-Learning und Web-Seminare, Teil des Projekt-Portfolios, um möglichst viele Nutzer erreichen zu können. Wesentliche Kernaufgaben in bwHPC-S5 Phase 2 bestehen im weiteren Ausbau des Schulungsangebotes zu Speichersystemen unter Berücksichtigung des Themas FDM sowie in der Erweiterung der Teilnehmerkreise, hier insbesondere um Angehörige der HAWen und Nutzer der landesweiten Speicherdienste.

Das AP1.3 „Öffentlichkeitsarbeit“ unterstützt und koordiniert alle Aktivitäten zur Kommunikation der Ziele und Erfolge des Projektes bwHPC-S5 im Kontext des landesweiten Umsetzungskonzeptes bwHPC, datenintensiven Rechnen (DIC) und Large Scale Scientific Data Management (LS²DM) gegenüber verschiedenen Zielgruppen. Dazu gehören neben bestehenden Nutzern auch potentiellen Nutzer, die bisher auf lokalen Systemen arbeiten und über die besonderen Möglichkeiten der zentralen Rechner- und Speicherinfrastruktur informiert werden sollen, sowie Entscheidungsträger an den Universitäten, die HPC- und Daten-Community und die interessierte Öffentlichkeit. Ziele sind hier die Sichtbarkeit von bwHPC weiter zu erhöhen, das Dienstangebot zu vermitteln und insgesamt die Anzahl der Nutzer in Baden-Württemberg weiter zu steigern.

Aktivitätsebene 2

Aktivitätsebene 2 fasst alle Aktivitäten zusammen, welche den landesweiten, förderierten und koordinierten Betrieb der Rechen- und Dateninfrastruktur sicherstellen. Mit den Arbeitspaketen 2.1 bis 2.4 werden dazu interne Dienste und Dienstleistungen zur Verfügung gestellt, die nicht unmittelbar nach außen sichtbar sind, sondern auf technischer und administrativer Ebene auf die produktive Umsetzung des vorliegenden Landeskonzeptes ausgerichtet sind. Weiterhin stellen diese Arbeitspakete ein internes Unterstützungsangebot für die darüber liegende nutzerbezogene Schicht, insbesondere für AP1.1, dar.

Die technisch fokussierten Aktivitäten in den Bereichen HPC (AP2.1 „Föderative HPC-Infrastruktur“) und Daten (AP2.2 „Föderative Dateninfrastruktur“) sind im Bereich der Föderation noch in unterschiedlichen Entwicklungsstadien. Während im HPC-Bereich die Föderierung der bestehenden Systeme bereits sehr erfolgreich umgesetzt wurde und daher mehr eine Verstetigung mit Integration neuer Rechnersysteme, Optimierung von Betriebskonzepten und Vereinfachung der Nutzung im Vordergrund stehen, zielt das AP2.2

basierend auf den Ergebnissen von bwHPC-S5 Phase 1 auf den produktiven Aufbau eines Verbundes von heterogenen und verteilten Speicher und Datenmanagementsystemen zur BaWü-Datenföderation, inklusive der Bereitstellung von geeigneten Plattformen, Schnittstellen und Werkzeugen zum Datentransfer, sowie der Einbindung neuer Speichersysteme an unterschiedlichen Standorten in Baden-Württemberg. Dazu wird im Bereich Daten noch mehr Entwicklungs- und Konfigurationsaufwand notwendig sein. Die bisher sehr erfolgreich etablierten Basisdienste werden im AP2.3 „Basisdienste“ fortgeführt und weiterentwickelt werden. Dazu gehört insbesondere die Umsetzung von notwendigen Erweiterungen von Schnittstellen zu Rechen- und Speicherdiensten mit Integration neuer Konzepte zur Nutzerauthentifizierung. Neben der Vereinheitlichung der Basisdienste gibt es eine Reihe von Technologiebereichen, die nicht klar HPC- oder Datenthemen zugeordnet werden können und daher in AP2.4 „HPC- und datenübergreifende Themen“ eigenständig und übergreifend umgesetzt und angeboten werden.

Aktivitätsebene 3

Die Aufgaben der Aktivitätsebenen 1 und 2 stellen aufgrund der notwendigen Ausrichtung über Standortgrenzen hinweg bei allen Aufbau- und Integrationsaufgaben in den Bereichen HPC, DIC und LS²DM eine hohe Anforderung an darauf abgestimmte neue und innovative Lösungen, müssen aber gleichzeitig die Erwartungshaltung der Anwender erfüllen, die einen verlässlichen und möglichst störungsfreien Betrieb fordern. Die Dynamik im Bereich der verfügbaren Technologien und zugehörigen Software- und Betriebsmodellen erfordert jedoch für zukünftige Systeme ggf. noch nicht für den Betrieb geeignete Technologien bereits im Vorfeld zu untersuchen. In AP3 „Innovationsaktivitäten“ werden daher Technologietrends beobachtet und im Rahmen von Technologie-Sprints hinsichtlich ihres Potentials zur Verbesserung bestehender Dienste und des Aufbaus neuer Dienste evaluiert. Im Rahmen der Arbeiten zur Datenföderation in bwHPC-S5 Phase 1 hat sich insbesondere herausgestellt, dass es auch für die in Entstehen befindliche BaWü-Datenföderation verstärkter Evaluationsaktivitäten bedarf. In Phase 2 werden daher in AP3 die vormals stark HPC-bezogenen Technologie-Sprints thematisch um Innovationsaktivitäten im Bereich des datenzentrischen Rechnens und des föderativen Forschungsdatenmanagements erweitert. Dieses Arbeitspaket fungiert somit als Vorstufe für die Überführung von innovativen Konzepten in den produktiven Betrieb und stellt damit auch eine Schnittstelle zwischen der auf den Produktionsbetrieb ausgelegten zweiten Aktivitätsebene und eher prototypischen Neuentwicklungen dar.

Querschnittsebene

Die koordinierende und leitende Rolle bei der thematischen und strukturellen Zusammenführung von HPC, DIC und LS²DM im Projekt und die damit notwendige Abstimmung zwischen diesem Projekt, anderen Landesprojekten und den Steuergremien erfolgt über AP0 „Projektmanagement“.

4 Fazit

Die Etablierung des Projekts bwHPC-S5 stellt einen der notwendigen Schritte zur Verknüpfung von HPC- und Forschungsdateninfrastrukturen im Land Baden-Württemberg dar. Die einzelnen Arbeitspakete tragen dabei wechselseitig zur Erreichung der Projektziele bei, zur deren Fortschrittsbewertung eine Reihe komplementärer Erfolgsindikatoren herangezogen werden, die einer regelmäßigen Bewertungsanalyse unterliegen. Basis für die Bewertungsanalyse sind definierte Erwartungswerte bzw. kritische Handlungsschwellen.

So belegen die Kennziffern zur Systemnutzung und Nutzeraktivität, dass durch das Zusammenwirken aller Arbeitspakete eine sehr hohe Auslastung der vorhandenen Ressourcen durch einen breiten wissenschaftlichen Nutzerkreis erzielt werden konnte. Insbesondere sind die Nutzungsanteile der verschiedenen Universitäten auf eine Verteilung eingeschwungen, wie sie für landesweit verfügbare Rechnersysteme erwartet und erwünscht ist. Der fortwährende Trend zur Zunahme der Nutzeranzahl kann dabei als Indikator für die hohe Akzeptanz der bwHPC-Systeme in Tier 3 bei den Anwendern gewertet werden.

Auch die während der bisherigen Betriebszeiten erzielten mehr als 1500 Veröffentlichungen in internationalen wissenschaftlichen Fachzeitschriften, Büchern und Konferenzbänden, zu denen die Nutzung der Systeme im bwHPC-Verbund nachweislich beigetragen haben, belegen sehr eindrucksvoll die herausragende Bedeutung der fünf bwHPC-Clustersysteme und der kontinuierlichen Unterstützungsmaßnahmen des Begleitprojektes bwHPC-S5 für den Wissenschaftsstandort Baden-Württemberg.

Bestätigt wird das auch im Rahmen von regelmäßig stattfindenden landesweiten Nutzerbefragungen, in denen die Qualität der Supportleistungen des Projektes sowie der angebotenen Schulungen durchgängig als sehr hoch bewertet wird. Insbesondere der Erfolg der stattgefundenen Tigerteam-Maßnahmen wird dabei von den betreffenden Nutzergruppen als sehr gut eingestuft.

Auch der hohe Nutzungsgrad der bereitgestellten Softwaremodule, einschließlich zugehöriger Online-Hilfen, technischer Dokumentationen und Beispielskripten für die Batchsysteme der Cluster, belegt die hohe Relevanz des landesweit abgestimmten und fachlich ausdifferenzierten Softwareportfolios auf den Clustersystemen für die wissenschaftliche Nutzerschaft der Systeme.

Mit bwHPC-S5 Phase 1 wurden bereits entscheidende Schritte zum Aufbau der BaWü-Dat-en-föderation und der Erweiterung des Unterstützungsangebots auf datenbezogene Themen vollzogen und bewertet. Unter Beibehaltung der etablierten Projektstrukturen sowie der Dienst- und Unterstützungsangebote wird in Phase 2 insbesondere die Verzahnung mit den Forschungsdateninfrastrukturen und deren Verknüpfung mit den existierenden HPC-Infrastrukturen noch stärker intensiviert und konkretisiert werden, um die Speicher- und Datenmanagementsysteme als produktiv nutzbare Dienste mit entsprechenden Unterstützungsangeboten für die Wissenschaftler zu realisieren.

Danksagungen

Die Autoren danken dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg für die Finanzierung des Projekts bwHPC-S5 sowie allen nicht namentlich erwähnten Projektmitarbeitenden für ihren unermüdlichen Einsatz und für ihre Unterstützung beim Erstellen des Projektantrags bwHPC-S5 Phase 2.

Literaturverzeichnis

- [1] H. Hartenstein, T. Walter, and P. Castellaz. Aktuelle Umsetzungskonzepte der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für Hochleistungsrechnen und datenintensive Dienste. *Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation*, 36(2):99–108, 2013.
- [2] G. Schneider, M. Hebgen, Horstmann K., H. Hartenstein, M. Waldvogel, P. Leinen, M. Resch, T. Walter, H. Großmann, and P. Castellaz. Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das Hochleistungsrechnen, 2012. <http://dx.doi.org/10.15496/publikation-21185>.
- [3] Wissenschaftsrat. Empfehlungen zur Finanzierung des Nationalen Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland (Drs. 4488–15). Stuttgart, Apr 2015. url:<https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/4488-15.html>.
- [4] H. Hartenstein, S. Wesner, R. Barthel, T König, and T. Nau. bwHPC-C5: Coordinated Compute Cluster Competence Centers (2013-2018): Ein Begleitprojekt zum Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das Hochleistungsrechnen (bwHPC), Jun 2013.
- [5] B. Neumair, S. Wesner, R. Barthel, T. Nau, J. Salk, O. Schneider, and A. Streit. bwHPC-C5: Coordinated Compute Cluster Competence Centers (2013-2018): Phase 2 des Begleitprojekts zum Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das Hochleistungsrechnen (bwHPC), Oct 2015.
- [6] G. Schneider, M. Hebgen, Horstmann K., H. Hartenstein, M. Waldvogel, P. Leinen, M. Resch, T. Walter, H. Großmann, and P. Castellaz. Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für datenintensive Dienste – bwDATA Phase I (2013-2014), 2012. url:<http://dx.doi.org/10.15496/publikation-21188>.
- [7] G. Schneider, V. Heuveline, Horstmann K., B. Neumair, M. Waldvogel, P. Leinen, M. Resch, T. Walter, S. Wesner, P. Castellaz, H. Hartenstein, A. Streit, and M. Bestenlehner. Rahmenkonzept der Hochschulen des Landes Baden-Württemberg für datenintensive Dienste – bwDATA (2015-2019), 2015. url:<http://dx.doi.org/10.15496/publikation-21187>.
- [8] Rat für Informationsinfrastrukturen. Leistung aus Vielfalt: Empfehlungen zu Strukturen, Prozessen und Finanzierung des Forschungsdatenmanagements in Deutsch-

land. Göttingen, 2016. url:<http://www.nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-201606229098>.

- [9] G. Schneider, V. Heuveline, K. Horstmann, B. Neumair, P. Hätscher, J. Kolbitsch, S. Rehm, M. Resch, T. Walter, S. Wesner, and P. Castellaz. Umsetzungskonzept der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für das High Performance Computing (HPC), Data Intensive Computing (DIC) und Large Scale Scientific Data Management (LS²DM), 2018. url:<http://dx.doi.org/10.15496/publikation-27872>.
- [10] S. Wesner, T. Walter, B. Wiebelt, and D. von Suchodoletz. *Strukturen und Gremien einer bwHPC-Governance – Momentaufnahmen und Perspektiven*, pages 315–330. De Gruyter Oldenbourg, 2016. <https://doi.org/10.1515/9783110459753-027>