

Literaturrecherche Virtueller Forschungsumgebungen

Untersuchung der Vielfalt von Definitionen anhand aktueller Literatur

Version - 15. März 2012

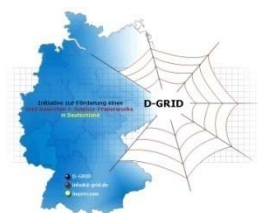
Arbeitspaket 1

Deliverable 1.7

verantwortlicher Partner – IDS/ UMG

WissGrid

Grid für die Wissenschaft



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Projekt: WissGrid

Teil des D-Grid Verbundes und der deutschen e-Science Initiative

BMBF Förderkennzeichen: 01IG09005A

Laufzeit: Mai 2009 - April 2012

	Deliverable 1.7 – Literaturrecherche im Kontext Virtueller Forschungsumgebungen
Autor(en)	Norman Fiedler, Frank Dickmann, , Harry Enke, Bernadette Fritsch
Editor(en)	Frank Dickmann, Norman Fiedler, Fred Viezens
Datum	28.02.2012
Version des Dokuments	1.0.0

A: Status des Dokuments

Version 1.0.0

B: Bezug zum Projektplan

Deliverable 1.7 – Literaturrecherche im Kontext Virtueller Forschungsumgebungen zum 21.10.2011

C: Abstract

Ziele: Mit diesem Deliverable soll eine strukturierte Übersicht zu Begriffen und inhaltlichem Verständnis Virtueller Forschungsumgebungen bereitgestellt werden, sowie die verschiedenen Definitionen diskutiert werden.

Vorgehensweise: Es wurde eine Literaturrecherche basierend auf festgelegten Untersuchungskriterien durchgeführt.

Ergebnisse: Die Literaturrecherche zeigt, dass zwar eine Reihe verschiedener Begriffe im Zusammenhang mit Virtuellen Forschungsumgebungen verwendet werden, jedoch das inhaltliche Verständnis an Kernpunkten einen hohen Deckungsgrad aufweist: Virtuelle Forschungsumgebungen basieren auf Informationsinfrastrukturen, integrieren Forschungswerkzeuge und beinhalten ein Forschungsdatenmanagement.

D: Änderungen

Version	Datum	Name	Kurzbeschreibung
0.0.1	04.02.2011	F. Viezens	Draft
0.1.0	14.02.2011	H. Neuroth, J. Ludwig	Literaturquellen
0.5.0	14.10.2011	F. Dickmann, N. Fiedler	Ergänzungen
0.6.0	21.10.2011	F. Dickmann, N. Fiedler, F. Viezens	Überarbeitungen/ Auswertung
0.6.1	10.11.2011	N. Fiedler	Auswertung auf Textbasis
0.7.0	07.12.2011	F. Dickmann	Vorbereiten für RFC
0.7.1	07.12.2011	N. Fiedler	Ergänzungen
0.7.2	12.12.2011	H. Enke	Anmerkungen
0.8.0	16.01.2012	F. Dickmann	Überarbeitungen
0.8.1	18.01.2012	N. Fiedler	Ergänzungen
0.8.2	04.02.2012	H. Enke, B. Fritsch	Anmerkungen
0.9	10.02.2012	N. Fiedler	Überarbeitungen
0.9.1	13.02.2012	F. Dickmann	Überarbeitungen/Ergänzung zu Fazit
0.9.2	13.02.2012	N. Fiedler	Ergänzungen
0.9.3	15.02.2012	N. Fiedler	Ergänzungen
0.9.4	28.02.2012	F. Dickmann	RFC-Vorbereitung
1.0.0	15.03.2012	F. Dickmann	Finalisierung

Inhalt

Inhalt	4
1 Einleitung.....	5
2 Ausarbeitung des Kriterienkatalogs	8
2.1 Definition	8
2.2 Berücksichtigte Quellen	9
2.2.1 Allianz-Initiative	9
2.2.2 EU.....	9
2.2.3 KfR/DFG	9
2.2.4 KII	9
2.2.5 WR	10
2.3 Ergebnisse	10
2.3.1 Der Begriff Virtuelle Forschungsumgebung	10
2.3.2 Allgemeine Definition	11
2.3.3 Zielgruppen	13
2.3.4 Motivation und Anforderungen (Nutzersicht).....	13
2.3.5 Motivation und Anforderungen (Fördersicht).....	14
2.3.6 Voraussetzungen einer Community zur VRE-Bildung.....	14
2.3.7 Strukturelle Merkmale.....	14
2.3.8 Finanzierung und Förderung	16
2.3.9 Technische Aspekte und Anforderungen an die Plattform	18
2.3.10 Aspekte der Sicherheit und des Vertrauens in VREs	19
2.3.11 Aspekte des Datenmanagements.....	20
2.3.12 Servicebereitstellung und Anforderungen an Provider	22
3 Fazit	23
4 Verwendete Literatur	25
5 Anhang	27

1 Einleitung

In den letzten Jahren ist in der Forschung ein gesteigerter Bedarf an Forschungsinfrastrukturen zur Bewältigung eines stetig anwachsenden Bestands an digitalen Forschungsdaten zu beobachten. WissGrid hat mit dem Arbeitspaket 3 „Langzeitarchivierung“ von Forschungsdaten“ dieses Thema aufgegriffen¹. Aufgrund großen Synergiepotenzials der sich recht heterogen darstellenden Bedarfe einzelner Fachdisziplinen hat sich hieraus ein wichtiges Thema im Rahmen der Verbundforschung ergeben. So entstanden im Rahmen der Deutschen Grid-Initiative oder anderer vergleichbarer Infrastrukturinitiativen eine große Zahl an Einzelvorhaben, die sich dieser Problematik sowohl aus fachlich wie aus methodisch unterschiedlichen Blickwinkeln näherten. Im Zentrum steht zumeist eine digitale Arbeitsplattform zur Koordination und persistenten Vorhaltung des in der Verbundforschung durch den Einsatz moderner Kommunikations- und Informationstechnologie anfallenden digitalen Datenmaterials – virtuelle Forschungsumgebung (VRE). Als gängige Funktionsumschreibung einer solchen sei etwa auf die Definition der Deutschen Forschungsgemeinschaft der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) sowie der Allianz der Wissenschaftsorganisationen verwiesen, die auf die Vorteile einer solchen Plattform als verteilte Umgebung für kooperative Forschungsarbeit verweist. Hierzu heißt es in den Ausführungen der DFG, die sich auf die Definition der Allianz der Wissenschaftsorganisationen:

„Eine Virtuelle Forschungsumgebung ist eine Arbeitsplattform, die eine kooperative Forschungstätigkeit durch mehrere Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen an unterschiedlichen Orten zu gleicher Zeit ohne Einschränkungen ermöglicht. Inhaltlich unterstützt sie potenziell den gesamten Forschungsprozess – von der Erhebung, der Diskussion und weiteren Bearbeitung der Daten bis zur Publikation der Ergebnisse – während sie technologisch vor allem auf Softwarediensten und Kommunikationsnetzwerken basiert. Virtuelle Forschungsumgebungen sind wesentliche Komponenten moderner Forschungsinfrastrukturen.“²

Eine VRE versteht sich somit als integrierter Funktionsträger zur Kommunikation, Kollaboration, Methodenintegration und Datenhaltung in einer generischen Plattform.

Gemein ist allen Vorhaben, gewisse strukturelle Desiderate für den nachhaltigen Betrieb einer VRE erkannt und mehr oder weniger intensiv Lösungsansätze zur Finanzierung, Organisation, Langzeitdatenspeicherung vorangetrieben zu haben. Als grundlegende Voraussetzung für eine Förderung des nachhaltigen Betriebs muss von Fördererseite der Bedarf der Wissenschaft nach den Leistungen einer VRE erkannt werden. Nutzerakzeptanz ist somit das entscheidende Kriterium, eine VRE langfristig am Leben zu erhalten. Daher sollten Betreiber ihre Zielgruppen vom wissenschaftlichen Mehrwert der Nutzung einer VRE überzeugen können – z.B. durch erzielte wissenschaftliche Erfolge mit der jeweiligen VRE. Darüber hinaus muss die Nutzerseite auf Basis einer Bedarfsanalyse sinnvoll in ihren

¹ Siehe: <http://www.wissgrid.de/workgroups/ap3.html>.

² http://www.dfg.de/formulare/12_12/12_12.pdf; vgl. auch Arbeitsgruppe „Virtuelle Forschungsumgebungen“ in der Schwerpunktinitiative „Digitale Information“ in der Allianz der deutschen Wissenschaftsorganisationen (2011): Definition Virtuelle Forschungsumgebung. Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V., Bonn, Letzter Zugriff: 2011.09.03, URL: http://www.allianzinitiative.de/de/handlungsfelder/virtuelle_forschungsumgebungen/definition/

wissenschaftlichen Prozessen unterstützt werden. Erst anhand konkreter Bedarfsanalysen kann das richtige Maß an integrierten Diensten nach fachgerechten Maßstäben bereitgestellt werden.

Das Projekt WissGrid hat sich zum Ziel gesetzt, Bedingungen für Betriebsmodelle für die VRE-Nutzung im akademischen Bereich zu entwickeln. Dabei ist es notwendig, die unterschiedlichen Bedarfe in den unterschiedlichen Communities und Fachgruppen zu analysieren, um die in WissGrid betrachteten Eckpunkte anhand weiterer Quellen zu validieren. Da jedoch viele Lösungsansätze existieren und das zu ihrer Umschreibung genutzte Vokabular sich sehr heterogen darstellt, ist ein Überblick zu der Thematik notwendig. Zu diesem Zweck legt WissGrid im Folgenden eine Analyse ausgewählter Literatur und Fachartikel aus den verschiedensten Sparten der Infrastrukturforschung vor, die auf ihr Begriffsverständnis sowie auf Anforderungen hin untersucht worden sind, die den Betrieb einer VRE kennzeichnen.

Zu den ausgewählten Quellen, die im Rahmen der vorliegenden Analyse gesichtet wurden, gehört die *Schwerpunktinitiative „Digitale Information“*³ der Allianz aus den Forschungsinstitutionen Alexander von Humboldt-Stiftung, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Deutscher Akademischer Austausch Dienst (DAAD), Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), Helmholtz-Gemeinschaft, Hochschulrektorenkonferenz (HRK), Leibniz-Gemeinschaft, Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und Wissenschaftsrat (WR). Leitbild dieser Vereinigung ist die Optimierung der Infrastrukturausstattung der Forschung in Deutschland. Als wesentliche Handlungsfelder agiert der Verbund in den Bereichen Nationale Lizenzierung, Hosting, Forschungsdaten, Open Access, Recht sowie Virtuelle Forschungsumgebungen.

Als Quelle dienen ferner Empfehlungen der *Kommission für IT-Infrastruktur (KfR)*,⁴ die als Unterausschuss der Deutschen Forschungsgemeinschaft Gutachten für die Forschungsförderung von Großgeräten mit IT-Systemen nach technischen, methodischen und grundsätzlichen Gesichtspunkten erstellt. Zu ihren Aufgaben zählen weiterhin, Empfehlungen bei Anträgen im Rahmen der speziellen Fördermaßnahme „Forschungsgroßgeräte“ für eine abschließende Entscheidung im Hauptausschuss der DFG sowie für die Beschaffung von Großgeräten im Programm „Großgeräte der Länder“ zur IT-Ausstattung von Hochschulen und Kliniken zu geben. Dafür erarbeitet sie Konzepte für allgemeine IT-Fragestellungen, IT-Installationen und Vernetzung.

Des Weiteren wurden Stellungnahmen der *Kommission der Zukunft der Informationsinfrastruktur (KII)*⁵ untersucht, welche die Leibniz-Gemeinschaft im Auftrag der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz des Bundes und der Länder (GWK) gebildet hat, um einen nationalen Strukturplan zur Nutzung von Informationsinfrastruktur zu entwickeln. Dieses Gesamtkonzept liegt seit 2011 vor und behandelt in enger Abstimmung mit der zuvor angesprochenen Allianz-Initiative die Themenfelder Lizenzierung, Hosting / Langzeitarchivierung (LZA), nichttextuelle Materialien, Retrodigitalisierung / kulturelles Erbe, Virtuelle Forschungsumgebungen, Open Access / elektronisches Publizieren, Forschungsdaten und Informationskompetenz / Ausbildung.

³ <http://www.allianzinitiative.de/de/start>.

⁴ http://www.dfg.de/dfg_profil/gremien/hauptausschuss/it_infrastruktur/index.html.

⁵ <http://www.leibniz-gemeinschaft.de/?nid=kiikom&nidap=&print=0>.

Die Publikationen der Europäischen Union (EU) bzw. die im Rahmen des European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) getroffenen Beschlüsse der Kommission zur Definition rechtlicher Rahmenbedingungen in der Nutzung von Forschungsinfrastrukturen und im Umgang mit Forschungsdaten waren ebenfalls Gegenstand dieser Untersuchung.⁶

Schließlich hat der Wissenschaftsrat eine Reihe von Empfehlungen an Bundesregierung und Forschung herausgegeben, welche ein Rahmenkonzept für Etablierung und Optimierung eines bundesweiten Informationsinfrastruktursystems des Bibliotheksverbundwesens entwirft.⁷

⁶ http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=home.

⁷ <http://www.wissenschaftsrat.de/index.php>.

2 Ausarbeitung des Kriterienkatalogs

2.1 Definition

Für die **systematische Erfassung** der für die Fragestellung von WissGrid relevanten Kerndaten wurde folgender Kriterienkatalog verfasst, der die Inhalte der einzelnen Publikationen mithilfe einer Matrix (vgl. Anhang XY) abbildet.

- **Autor:** bezeichnet die Urheber der Publikation
- **Jahr:** Erscheinungsjahr
- **Verwendete Bezeichnung für VRE:** abweichende Namen und Bezeichnungen für den hier mit VRE (VRE = Virtual Research Environment) umschriebenen Untersuchungsgegenstand.
- **Allgemeine Definition einer VRE:** Umreißt das allgemeine Verständnis zu den Zielen, Motivationen und Funktionen einer VRE.
- **Definition der Zielgruppe für VREs:** Beschreibt Art und Konstitution von Nutzergruppen, auf die die Dienste und Funktionalitäten der VRE ausgerichtet sind (z.B. Wissenschaft).
- **Motivation und Anforderungen an VREs (Nutzersicht):** Beschreibt Eigenschaften und Funktionalitäten, die eine VRE aus Sicht der Nutzer aufweisen sollte (z.B. fachwissenschaftliche Services).
- **Motivation und Anforderungen an VREs (Förderersicht):** Beschreibt Eigenschaften, die eine VRE aus Sicht von Förderorganisationen erfüllen sollte (z.B. Organisations- oder Finanzierungsformen).
- **Voraussetzungen zur VRE-Bildung einer Community:** Erfasst Anforderungen an eine Nutzergruppe, die erfüllt sein sollten, um eine VRE bilden zu können (z.B. Definition Community).
- **Strukturelle Merkmale und Organisationsform:** Beschreibt Elemente für eine Aufbauorganisation, die eine VRE trägt, ihre organisatorischen Leistungen sowie ihre rechtlichen Rahmenbedingungen (Rechtsform, Gremien, Coaching).
- **Finanzierung und Förderung:** Beschreibt mögliche Finanzierungsmodelle für den Betrieb einer VRE (z.B. Projektförderung, institutionelle Förderung, Mehrwertdienste).
- **Technische Aspekte/ Anforderung an eine Plattform:** Erfasst heranzuziehende technische Basis und die Gestaltung der anzubietenden technischen Dienste (z.B. Grid-Technologie, Middleware, Tools).
- **Aspekte der Sicherheit und Vertrauen in VREs:** Beinhaltet relevante Maßnahmen des Betriebs hinsichtlich Qualitätsmanagement, Datenintegrität und Rechtssicherheit.
- **Aspekte des Datenmanagements:** Umfasst Maßnahmen zu Umgang (Lizenzierung), Übermittlung, Formatierung, Speicherung und Wiederauffindbarkeit von Forschungsdaten.

- **Servicebereitstellung und Anforderungen an Provider:** Erfasst Maßnahmen zur Integration von Services und Einbindung von Ressourcen von externen Providern (z.B. Rechenzentren).

2.2 Berücksichtigte Quellen

2.2.1 Allianz-Initiative

- Das Positionspapier „*Schwerpunktinitiative Digitale Information*“ der *Allianz-Partnerorganisation* [A1] entwirft das Leitbild der Allianz-initiative. Dieses zielt auf die barrierefreie Verfügbarkeit von Forschungsinfrastrukturen für die Forschung ab, um die Konkurrenzfähigkeit des Wissenschaftsstandorts Deutschland zu steigern. Weiterhin werden die Handlungsfelder Nationale Lizenzierung, Hosting, Forschungsdaten, Open Access, Recht sowie Virtuelle Forschungsumgebungen auf dem Weg dorthin kurz umrissen und wichtige Aspekte für die weitere Entwicklung aufgezeigt.
- Die Studie *Dauerhaften Zugriff sicherstellen* [A2] gibt Empfehlungen auf dem Weg zu einer nationalen Hosting-Strategie zur Bewältigung der zu erwartenden Kosten sowie der bevorstehenden technischen und organisatorischen Herausforderungen.
- Die *Grundsätze im Umgang mit Forschungsdaten* [A3] legen die Kriterien für das Datenmanagement auf den Handlungsfeldern Sicherheit und Zugänglichkeit, Fachspezifität, wissenschaftliche Anerkennung, Lehre und Qualifizierung, Standards sowie Entwicklung von Infrastrukturen fest.
- Die *Neuregelung des Urheberrechts* [A4] zielt auf eine Beseitigung von rechtlichen Barrieren und Schrankenregelungen in der Langzeitarchivierung digitalisierter Daten ab.

2.2.2 EU

- Der Beschluss *Community Legal Framework for a European Research Infrastructure der Europäischen Kommission* [EU1] entwirft eine speziell auf europäische länderübergreifende Verbundinitiativen als Träger von Forschungsinfrastrukturen zugeschnittene Rechtsform.
- Der Bericht *Riding the wave* [EU2] findet Maßnahmen zur Ermutigung europäischer Mitgliedsstaaten zu Aufbau und Nutzung von Informationsinfrastrukturen, um perspektivisch eine paneuropäische Datenhaltungsarchitektur zu etablieren.

2.2.3 KfR/DFG

Die Empfehlungen der Kommission für IT-Infrastruktur *Informationsverarbeitung an Hochschulen* [KfR1] richten sich an Hochschulleitungen, Hochschulrechenzentren, universitäre Nutzer von IT-Infrastruktur sowie Fördermittelgeber. Als Folge des ständig steigenden Bedarfs nach IT-Nutzung in der Forschung sieht die Kommission Handlungsbedarf auf den Feldern Prozesse und Organisation, Dienste und Versorgung, Systeme, Finanzierung sowie Antragstellung im Bereich IT-Infrastruktur.

2.2.4 KII

- Der Entwurf *Rahmenkonzept für die Fachinformationsinfrastruktur in Deutschland* [KII1] umreißt erste Gedanken für ein Gesamtkonzept zur nationalen Nutzung von Informationsinfrastruktur. Es werden Chancen und Herausforderungen herausgestellt und die einzelnen Hand-

lungsfelder Lizenzierung, Hosting / Langzeitarchivierung (LZA), nichttextuelle Materialien, Retrodigitalisierung / kulturelles Erbe, Virtuelle Forschungsumgebungen, Open Access / elektronisches Publizieren, Forschungsdaten und Informationskompetenz / Ausbildung ausgewiesen.

- Die Studie *Gesamtkonzept für die Informationsinfrastruktur in Deutschland* [KII2] zeigt einen Fahrplan auf dem Weg zu einer integrierten Informationsinfrastruktur in Deutschland und gibt Empfehlungen für die Handlungsfelder Lizenzierung, Hosting / Langzeitarchivierung (LZA), nichttextuelle Materialien, Retrodigitalisierung / kulturelles Erbe, Virtuelle Forschungsumgebungen, Open Access / elektronisches Publizieren, Forschungsdaten und Informationskompetenz / Ausbildung.

2.2.5 WR

- Die Stellungnahme *Empfehlungen zur Zukunft des Bibliothekarischen Verbundsystems in Deutschland* [WR1] erarbeitet Vorschläge zur verstärkten Synergiebildung, Umstrukturierung und Nutzung von Informationsinfrastrukturen in den deutschen Bibliotheksverbänden.
- Die Stellungnahme *Zur Zukunft der Bibliotheksverbände als Teil der übergreifenden Informationsinfrastruktur in Deutschland* [WR2] analysiert Aufgabenverteilungen, Dienstleistungen, Organisation und Finanzierung der deutschen Bibliotheksverbände und bewertet die künftigen Weiterentwicklungsperspektiven der Verbände anhand dieser Kriterien.

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Der Begriff Virtuelle Forschungsumgebung

In der Begrifflichkeit zeigt sich bereits eine klare Abgrenzung der Termini Informationsinfrastruktur bzw. Research Infrastructures [EU2], e-Infrastructures [EU2], Fachinformationsinfrastruktur [KII2] und VRE [A2; KfR1; KII2]. Virtuelle Forschungsumgebungen werden, so sie als Kriterium erkannt werden, hierbei stets als Teilaspekt einer übergeordneten Infrastruktur angesehen. Hierbei ergeben sich definitionsgemäß jedoch bereits Unterschiede in der Begriffseingrenzung. Während Forschungsinfrastrukturen bzw. IT-Infrastrukturen zumeist in den Aspekten des Datenmanagements (Lizenzierung, Hosting, nichttextuelle Materialien, Recht), der Publikation (Open Access, Retrodigitalisierung) und des Community-Building (Coaching, Ausbildung, Curricula) verstanden werden [A1, A2, KII1, KII2, WR1, WR2], werden bisweilen gerade die Handlungsfelder des Datenmanagements einer VRE zugeordnet, während IT-Infrastrukturen sehr allgemein gefasst als die gesamte IT-Ausstattung (Hardware und Software) eines Nutzerkreises sowie deren Organisation und Beschaffung definiert werden [KfR1]. Nach dieser Auffassung stellen VREs lediglich eine besondere disziplinspezifische Ausprägung von Forschungsinfrastruktur dar.

Darüber hinausgehend variiert das Spektrum der verwendeten Begriffe stark zwischen den Termini integrierte wissenschaftliche Arbeitsumgebung [KfR1], (virtuelle) Arbeitsumgebung [KII2], Informationsumgebung [A2], netzgestützte Lehr- und Forschungsumgebung [A4], virtuelle Lehr- und Forschungsumgebung [WR1], digitale Forschungsumgebung [A1], digitale Forschungs- und Kommunikationsumgebung [A1], vernetzte Forschungsumgebung [A1, WR1], virtuelle Wissensumgebung [A2], elektronische Umgebung [A2]

Als englische Begriffe werden vor allem (Virtual) Research Environment (VRE) [EU2] und Distributed Computing Environment [EU2] genannt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich der Begriff der VRE keineswegs durchgehend als ein einheitlicher Grundbegriff durchgesetzt hat. Zu nennen wären vor allem die Dokumente der KfR/DFG, die diese Begriffsgebung mit strenger Konsequenz durchhalten und nur gelegentlich auf Synonyme Begriffe ausweichen. In den übrigen Dokumenten wird je nach Kontext – Betonung der kollaborativen und kommunikativen Funktionalitäten oder der Einbeziehung der Mehrwerte einer VRE für die Lehre – ein heterogenes Begriffsspektrum verwendet.

2.3.2 Allgemeine Definition

Trotz der heterogenen Begrifflichkeiten, die zur Umschreibung und semantischen Ausrichtung einer VRE herangezogen werden, sind sich die Urheber der untersuchten Studien in ihrer inhaltlichen Definition weitgehend einig. So lautet die Umschreibung des Begriffs VRE bei [KfR1] wie folgt:

„Virtuelle Forschungsumgebungen [...] eScience, Forschungsdatenmanagement und kollaborativen Diensten angesiedelt, nehmen jedoch stärkeren Bezug auf den tatsächlichen Gebrauch von IT-Diensten in den jeweiligen Disziplinen und interdisziplinären Feldern, den dort eingesetzten Methoden und zu bearbeitenden Forschungsfragen. Sie ermöglichen vernetztes, zeitlich und räumlich unabhängiges Arbeiten in Gruppen und stellen die dafür benötigte IT-Infrastruktur, Informationsressourcen, Werkzeuge zur Datenproduktion und –weiterverarbeitung sowie Kommunikations- und Produktionsmittel zur Verfügung.“ [KfR1, S. 25]

Ähnliche Formulierungen finden sich desgleichen bei anderen Studien. So betont [KII2] die Nutzung von VREs in der „data driven science“ zum Zwecke der kollaborativen Forschung:

„Der Begriff Virtuelle Forschungsumgebungen steht für flexible Infrastrukturen, die es Forschern erlauben, die Potenziale elektronischer Medien und Technologien für das kollaborative Arbeiten zu nutzen und daraus auch neue Forschungsmethoden und -gegenstände zu entwickeln. Sie fördern die direkte und internationale Zusammenarbeit und damit einen inter- und transdisziplinären Forschungsansatz. [...]Bei virtuellen Forschungsinfrastrukturen ist der Erhalt der fachlich-inhaltlichen Diversität ausdrücklich gewünscht, um der Kreativität und Innovation in der Forschung keine unnötigen Beschränkungen aufzuerlegen“ [KII2, S. 26]

[EU2] betont den disziplinspezifischen Aspekt einer VRE:

„In virtual research environments they draw upon support services in their specific scientific communities - tools to help them find remote data, work with it, annotate it or interpret it.“ [EU2, S. 31]

Für die Allianz-Initiative liegt das Hauptaugenmerk auf der nachhaltigen Bereitstellung von Forschungsdaten. Sie gilt als wichtigstes Instrument zur langfristigen Datenhaltung und muss Wissenschaftlern freien Zugang zu allen Inhalten gewähren:

„Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit der bestmöglichen Informationsinfrastruktur auszustatten, die sie für ihre Forschung brauchen, ist das Leitbild der Informationsversorgung. Im digitalen Zeitalter bedeutet das die digitale und für den Nutzer möglichst entgelt- und barriere-

refreie Verfügbarkeit von Publikationen, Primärdaten der Forschung und virtuellen Forschungs- und Kommunikationsumgebungen. Es gilt daher eine nachhaltige integrierte digitale Forschungsumgebung zu schaffen, in der jeder Forschende von überall in Deutschland auf das gesamte publizierte Wissen und die relevanten Forschungsprimärdaten zugreifen kann.“ [A1, S. 1]

[A3] nähert sich der Problematik ganz aus der Sicht der Nutzung von Forschungsdaten in LZA-Ansätzen. Hierbei steht nicht der Erhalt bzw. die Reproduzierbarkeit bereits geleisteter wissenschaftlicher Arbeit, sondern vielmehr die Öffnung neuer Forschungswege mittels Zusammenführung von Daten im Fokus:

„Qualitätsgesicherte Forschungsdaten bilden einen Grundpfeiler wissenschaftlicher Erkenntnis und können unabhängig von ihrem ursprünglichen Erhebungszweck vielfach Grundlage weiterer Forschung sein. Dies gilt namentlich für die Aggregation von Daten aus unterschiedlichen Quellen zur gemeinsamen Nutzung. Die nachhaltige Sicherung und Bereitstellung von Forschungsdaten dient daher nicht nur der Prüfung früherer Ergebnisse, sondern in hohem Maße auch der Erzielung künftiger Ergebnisse.“ [A3, S.1]

Festzustellen bleibt, dass sich die Begriffsfindung aller Definitionen nicht über die Bezeichnung der virtuellen Plattform als solche sondern vielmehr über ihre Funktionalitäten, Aufgaben und Mehrwerte herleiten.

Im Vordergrund steht bei allen Untersuchungen stets der Aspekt des kollaborativen Arbeitens in einer verteilten Forschungslandschaft an gemeinsamen Fragestellungen oder zumindest mit gemeinsamen Methoden. Einigkeit besteht ebenfalls bei der primären Funktion einer VRE als Plattform zum Erzeugen, gemeinsamen Bearbeiten und Publizieren von digitalen Forschungsdaten. Die Umgebung sollte die hierfür herangezogenen Werkzeuge (Softwareprodukte zur Erzeugung, Bearbeitung oder Verwaltung der Forschungsdaten) möglichst offen und flexibel gehalten werden, um den ggf. divergierenden disziplinären Anforderungen und Bedarfen gerecht zu werden, und das bereits angesprochene Spannungsfeld von integrierter Plattform gegenüber Anforderungen aus einer verteilten Teilnehmergruppe zu überbrücken.

Im Detail zeigt sich lediglich eine bisweilen abweichend gesetzte Akzentuierung im Fähigkeitsprofil einer VRE. So heben einige Experten insbesondere den Aspekt des wissenschaftlichen Austauschs (Kommunikation) als Bestandteil es durch die VRE getragenen virtuellen Forschungsnetzwerkes hervor [KfR1; A1].

Neben dem Prozess des reinen wissenschaftlichen Forschens betonen einige Experten die Generierung und Disseminierung von Information und Wissen und stellen somit den Aspekt der Publikation von Forschungsergebnissen heraus [KfR1; KII1; EU1; A1; 4].

In diesem Kontext steht, wenngleich weniger prominent, auch der Aspekt des e-Learnings und der Vermittlung wissenschaftlichen Know-Hows als zentrale Aufgabe einer VRE [KfR1; WR1; A4]. Dieser Anspruch spiegelt sich analog in der Definition einer VRE als Forschungs- und Lehrumgebung (s.o.).

Ein weitere Anforderung besteht in der deutlich gemachten Offenheit der Struktur hinsichtlich der Datennutzung: gefordert werden Transparenz [KfR1], Wissen zu teilen [EU2] und eine entgelt- sowie barrierefreie Bereitstellung [A1].

Aufgrund der breiten Streuung von Lösungen auf dem IT-Markt finden sich in den untersuchten Studien kaum Empfehlungen zur Verwendung einer bestimmten technischen Basisstruktur. Lediglich von Fördererseite [EU1,2] und der KII [KII2] werden Grid- und Cloud-Technologien als Beispiele angeführt.

Ebenfalls von Seiten der Förderorganisationen besteht die Hoffnung, dass bei der Arbeit mit VREs Mehrwerte für die Gesamtgesellschaft bzw. die nationale Wirtschaft [EU2] entstehen. Demgegenüber betonen die übrigen Studien die Optimierung der Forschung und Versorgung des Wissenschaftlers mit besseren, flexibleren oder schlichtweg zeitgemäßem Handwerkszeug [KII1; EU1].

Die Forderung zur selbstständigen Publikation und Disseminierung von Forschungsergebnissen durch den Wissenschaftler, ohne auf spezialisierte Institutionen wie Verlage oder Bibliotheken angewiesen zu sein, findet sich nur an einer Stelle [A4]. Dieser Aspekt erscheint vor allem unter dem Gesichtspunkt der sich verändernden urheberrechtlichen Situation, in die sich ein Wissenschaftler begibt, verlässt er die vergleichsweise sicheren Publikationswege, wie sie z.B. Verlage bieten.

2.3.3 Zielgruppen

Alle in den Studien ausgearbeiteten Spezifika bezogen sich auf die speziellen Bedarfe der Wissenschaft. Somit waren sich alle Experten einig, wenn sie die Ausrichtung der VREs an den Fragestellungen und Methoden der Wissenschaft zur Optimierung und Bereicherung der Forschung betonten (s.o.). Die Anwendung von VREs für wirtschaftliche Zwecke oder gar Gedanken eines Technologie- und Wissenstransfers durch Kooperation von Forschung und anderen, etwa wirtschaftlichen oder gesellschaftliche Nutzergruppen wurde zwar nicht dezidiert ausgeschlossen, jedoch lediglich aus Fördersicht als erstrebenswertes Fernziel angesprochen [EU1,2].

2.3.4 Motivation und Anforderungen (Nutzersicht)

Aus Nutzersicht werden stets die wissenschaftlichen Mehrwerte betont, die man sich vom Betrieb einer VRE erhofft. Diese sind weitgehend deckungsgleich mit der zuvor herangezogenen Definition.

Als wesentliche Punkte sind somit zu nennen:

- Kollaboratives, geografisch und zeitlich verteiltes Forschen [KfR1; KII1,2, EU2; A1,3]
- Erzeugen, Weiterverarbeiten und Verbreiten von (digitalen) Informationen [KII1]
- Publikation, Transparenz und Zugang zu Forschungsdaten (Open Access) [KfR1;WR1; A1,2,3]
- Forschungsdatenmanagement [KfR1]
- Offenheit für Disziplin- und Community-spezifische Dienste und Methoden [KfR1; KII1,2; WR1, EU2; A3]
- Mehrwert der Generierung neuer Fragestellungen [KfR1]
- Gemeinschaftliches Lernen [KfR1; KII2]

Darüber hinausgehend wurden einige weitere Punkte genannt, die zunächst keinen unmittelbaren Eingang in die Definition fanden. Zu nennen wäre hier an erster Stelle der Begriff der Nachhaltigkeit [KfR1; EU2; A1,2,3]. Sofern die Nachhaltigkeit überhaupt eine Definition erfährt, etwa im Bereich der

finanziellen, technischen, organisatorischen oder juristischen Beständigkeit einer VRE, konzentriert sie sich auf Aspekte der Langzeitarchivierung (LZA) und der nachhaltigen Datensicherung und des Datenmanagements [EU2; A1,2,3,4]. Rechtssicherheit im Umgang mit Forschungsdaten kommt an einer Stelle zur Sprache [KfR1]. Hierbei wird auch die Wiederauffindbarkeit von Forschungsdaten und Replizierbarkeit von Forschungsergebnissen hoch priorisiert [KII1; A4]

Neben der Kollaboration der Forschung und des gemeinsamen wissenschaftlichen Inputs erhoffen sich Initiatoren einer VRE darüber hinaus auch Rückwirkungen auf die Wissenschaft selbst. Neben dem angestrebten Ziel, neue Fragestellungen zu entwickeln, wird eine Verbreitung bestehender wissenschaftlicher Methoden, Ansätze, Ergebnisse über die Grenzen einzelner Disziplinen hinaus angestrebt [A1;KII2].

Zur Erreichung der Ziele wird eine stärkere Standardisierung von technischen Schnittstellen, Methoden und Datenformaten als unabdingbar angesehen, um die Interoperabilität und Kompatibilität einzelner Forschungsansätze zu optimieren [KII1; EU2].

2.3.5 Motivation und Anforderungen (Fördersicht)

Neben den bereits angesprochenen Nutzen des Betrieb VREs für Gesellschaft und Wirtschaft [EU1,2], besteht von Seiten der Nutzer das dringende Desiderat der dezidierten Forschungsförderung von Infrastruktureinrichtungen losgelöst von der bisherigen Projektförderung (vgl. etwa [A3]) – ein Aspekt, auf der Abschnitts 2.3.8 zu Finanzierung näher eingeht.

2.3.6 Voraussetzungen einer Community zur VRE-Bildung

Zwar sind die Forderungen nach einer Anpassung von VREs an die Bedarfe einer Community sehr zahlreich. Jedoch kommt die Beschaffenheit wissenschaftlicher Communities selbst in den untersuchten Studien kaum zur Sprache. Einzig die Empfehlung der Förderer, eine Community in einem rechtssicheren organisatorischen Rahmen zu errichten, sticht hervor [EU1]. Hierfür wurde von der Europäischen Union eigens die gesonderte Rechtsform European Research Infrastructure Consortium (ERIC) entworfen, die speziell auf standort- und länderübergreifende Forschungs-Communities zugeschnitten wurde. Die Rahmenbedingungen dieser Rechtsform beschreiben eine Community auf EU-Ebene als gemeinnützige Institution mit zweckgebundener Ausgabensteuerung, offener Mitgliederstruktur, Vollrechtsfähigkeit mit mindestens drei Gründern in unterschiedlichen EU-Mitgliedsstaaten und eingeschränkter Haftbarkeit.

Die Nutzung von Synergien zwischen einzelnen Disziplinen, Nutzergruppen und auch ganzen Communities ist notwendig.

2.3.7 Strukturelle Merkmale

Die Anforderungen an eine organisatorische Struktur als Trägerschaft für VREs lassen sich in den vorliegenden Studien im Wesentlichen in die Kategorien Kooperationen und Synergien, Institutionalisierung sowie Rechte und Rollen untergliedern.

Synergien und Kooperationen bilden die Grundlage jeder Trägerschaft und bilden den methodischen Ansatz des kollaborativen Forschens strukturell ab. Zahlreich sind die Rufe nach institutionsübergreifender bzw. interdisziplinärer Zusammenarbeit im Rahmen von Verbänden, Community-Bildung und verstärkten Anstrengungen in Verbundprojekten. Als ersten Schritt hin zu einer institutionell getra-

genen VRE sollen – wenngleich auch nicht so benannt – virtuelle Organisationen (VO)⁸ von Nutzern mit methodisch oder inhaltlich ähnlichen Forschungsansätzen gebildet werden, die in einem Zusammenschluss mit relevanten Daten-, Service- und Tool-Provider die Aktionsradius einer VRE abstecken.

Durch kollaborative Forschung werden Ressourcen gemeinsam genutzt, wodurch der Abbau von Redundanzen im Angebot von Diensten, Werkzeugen oder Rechenkapazitäten gefördert wird. Dabei müssen Anforderungen beachtet werden, die sich aus der geographischen Verteilung der Nutzer auf unterschiedliche Institutionen sowie ihrer fachlichen Heterogenität ergeben [KfR1]. Arbeitsteilung zwischen den unterschiedlich spezialisierten Daten-Providern oder Entwicklern ist der wesentliche Gedanke auf dem Weg zu einem integrierten, generischen Dienstangebot: Gefordert wird demnach einerseits die Erhöhung der Anzahl von kollaborativen Verbundvorhaben [KII2] aber andererseits auch eine verstärkte Zentralisierung [KfR1; KII1; WR2; EU1; A2] in einer stabilen nationalen Struktur mit Schnittstellen zu internationalen Vorhaben [KII2; A2].

Diese Kooperation beschränkt sich jedoch nicht zuvorderst auf die Synergiebildung zwischen Wissenschaftlern untereinander, sondern erfordert vielmehr auch eine enge Abstimmung von fachlich orientierten Forschern und ihrem konkreten Bedarf mit Service-orientierten IT-Experten [KfR1; A3] zur Gewährleistung eines nachhaltigen Betriebs. Technische Kompetenzen lassen sich jedoch nicht ausschließlich durch externe Zuflüsse verstetigen, sondern durch beständiges Heranführen neuer Nutzer mittels Fortbildung und Schulung [EU1]. So wird beispielsweise die Integration der Service-Leistungen einer VRE in bestehende dienstleistungsorientierte Strukturen wie Bibliotheksverbände als Stakeholder angemahnt [WR1], um die VRE im Betrieb und bei der Implementierung von Tools oder Diensten zu unterstützen.

Weiterhin lässt sich insbesondere von Fördererseite der Bedarf nach der Überwindung der föderalen Diversität sowie der scharfen Grenze zwischen Wirtschaft, Gesellschaft und Forschung ablesen [EU1]. Erreicht werden kann die Überwindung durch Nutzung und Einbeziehung von Fähigkeiten regionaler Provider [WR2] wie Universitätsbibliotheken und Rechenzentren.

Das Fernziel ist eine leistungsfähige, flexible und disziplinunabhängige nationalen Rahmenorganisation unter Beteiligung aller wesentlichen Player als serviceorientiertes Referenzarchitekturmodell für alle Nutzer-Communities unter Anschlussmöglichkeit an internationale Bemühungen [KfR1; KII1; EU1; A2].

Um geeignete Partner zu einer Nutzer-Community zusammenschließen zu können, benötigt eine VRE ein effizientes Rollen- und Rechte-Management, das die Identität eines jeden Nutzers validieren und ggf. individuell abweichende Nutzungsrechte zuweisen kann [KfR1]. Hierfür wird die Entwicklung eines Klassifikationsschemas für die Eingruppierung von wissenschaftlichen Einrichtungen beim Abschluss von Lizenzverträgen erforderlich [KII2]. Erste mögliche Schritte hierbei sind die Nutzung gemeinschaftlicher Lizenzen von bereitgestellten Produkten [A2], wodurch sich u.U. Kosteneinsparungen ergeben könnten – und die Nutzung bereits vorhandener Expertise von professionellen Dienstleistern zur Umsetzung von Perpetual Access und Hosting-Rechten [A2].

⁸ Für eine Definition des Begriffs Virtuelle Organisation vgl. F. DICKMANN et al., Konzept eines Betriebsmodells für Virtuelle Forschungsumgebungen. Zweck, Form und Inhalt eines nachhaltigen Betriebs Virtueller Forschungsumgebungen (2010), S. 8, http://www.wissgrid.de/publikationen/deliverables/wp1/WissGrid_AP1_D1-4_final_v2.pdf

Der Zusammenschluss von Partnern einer VRE sollte eine organisatorische Struktur erhalten und benötigt ein Organisations- und Betriebsmodell. Hier sehen [A2; KfR1; KII2] noch Schwachstellen in den derzeit vorhandenen VRE-Ansätzen. Ein solches Modell umfasst Organisations-, Finanz-, Koordinations- und Unterstützungsstrukturen.

Um aktionsfähig zu bleiben, wird daneben eine geeignete Rechtsform benötigt [EU1]. Ein Beispiel ist das auf EU-Ebene ausgerichtete Modell ERIC⁹, das die als notwendig erachteten Kriterien Gemeinnützigkeit, Zweckbindung der Finanzmittel, offener Zugang für Mitgliedschaften auch im europäischen Rahmen, Anerkennung als Rechtsperson in den einzelnen EU-Ländern und Vollrechtsfähigkeit, Sitz in einem EU-Mitgliedsstaat, Mitgliedschaft von mindestens drei Mitgliedsstaaten als Gründer, Organe, eingeschränkte Haftbarkeit mit eingebrachtem Vermögen auf sich vereint.

Vor allem die Einrichtung adäquater und funktionaler Organe eines Organisationsmodells wird als zentraler Aspekt angesehen. Hierzu gehören

- die Schaffung eines zentralen Steuerungsgremiums, um die angesprochene Regionalisierung im Dienstangebot realisieren zu können [WR2] – gelegentlich in Gestalt eines strategischen Aufsichtsausschusses mit Bund- und Ländervertretern [A2],
- ein nach Vorbild des Deutschen Forschungsnetzes e.V. (DFN) dezidiertes Verwaltungsgremium zur Erledigung laufender Geschäfte [A2],
- die Schaffung eines wissenschaftlichen Fachgremiums (Beirat), um die Anbindung an die Disziplinen und die wissenschaftliche Qualität des Angebotsportfolios zu gewährleisten [KII2],
- die Einrichtung von Kompetenzzentren auf Bund- und Länderebene zur Gewährleistung von Einheitlichkeit und Qualität von Methoden und Inhalten [KII2] sowie
- die Etablierung eines technischen Beirats [A2].

Damit müsste eine in dieser Form organisierte Community diesen Organen also verhältnismäßig umfassende gestalterische und kontrollierende Kompetenzen zubilligen [KII2].

2.3.8 Finanzierung und Förderung

Zur nachhaltigen Finanzierung von VREs müssen dezidierte Finanzierungs- und Geschäftsmodelle entwickelt werden [KII2; A1,2; WR1]. Ein solches Finanzierungsmodell müssten die föderalen Strukturen von Bund und Ländern in den Förderwegen berücksichtigen [A2]. Annäherungsbedarf besteht noch in der Auslotung möglicher Finanzierungsquellen:

- Während von Nutzerseite relativ einhellig eine Ausweitung und Umstrukturierung bestehender Förderwege angemahnt wird [KII2; A2] und die Ausschöpfung von geeigneten Finanzquellen wie die DFG [A2] erwägen,

⁹ Vgl. Abschnitt 2.3.6.

- ist auf Fördererseite bisweilen Skepsis über eine allzu starke Erhöhung derzeitiger Fördervolumina zu bemerken [WR1], indem auf bestehende Möglichkeiten wie den EU-Strukturfonds verwiesen wird [EU2].

Mit Blick auf die Bibliotheksverbünde könnte eine Steigerung in der Effizienz der Arbeitsabläufe durch stärkere Optimierung und Abstimmung der regionalen Anbieter erreicht werden – etwa durch kosteneffizientere Auftragsvergaben an professionelle Dienstleister mit „off-the-shelf“-Lösungen oder der Entwicklung von Kosten-Nutzen-Studien [WR1; A2]. Mögliche Auswege stellen vor diesem Hintergrund das stärkere Bemühen von Open-Access-Modellen [A1] und eine stärkere Beteiligung der Wirtschaft am Forschungsprozess dar [EU2].

Unstrittig ist jedenfalls die Notwendigkeit, starke Partner an der Trägerschaft einer VRE zu beteiligen [A2]. Einige konkretere Vorschläge für ein geregeltes Finanzierungsverfahren denken eine Aufspaltung der nachhaltig zu gewährleistenden Finanzierungsanteile einer VRE an. So wird zumeist zwischen einer per Anschubfinanzierung (durch Projektmittel) aus Fördererhand initiierten Startphase und einer nutzerfinanzierten Betriebsphase unterschieden [KII2; A2]. Die Aufbauphase bezieht sich demnach auf Investitionen in Aufbau und Erneuerung von geeigneten Forschungsinfrastrukturen.

In der Betriebsphase selbst, im Zuge derer Kosten für Hosting, Pflege und Beschaffung (Lizenzen) und Entwicklung (Tools) anfallen, müssen der Betrieb der Basisinfrastruktur, der durch eine institutionelle Förderung abgedeckt werden sollte, und die Bereitstellung eines Dienstleistungsportfolios finanziert werden. Dabei ist eine Gegenfinanzierung von Dienstleistungen durch die Nutzer etwa mittels Abonnement von Dauerleistungen oder die Abgeltung einzelner Mehrwertdienste notwendig [A2; KII2]. Die institutionelle Grundfinanzierung kann durch verschiedene Beteiligungsmodelle und eine dauerhafte Aufstockung lokaler Erwerbungssetats – etwa von Forschungsbibliotheken – gewährleistet werden. Damit könnten steigende Lizenzkosten aus einer perspektivisch verstärkten Erwerbung von Forschungsressourcen gedeckt werden.

Gleichermaßen müssen die Fachdisziplinen bei der Deckung der Kosten unterstützt werden, die durch die Nutzung dieser Infrastruktur entstehen (z.B. Datenpauschale), um eine anschließende für die Nutzer kostenneutrale Nachnutzung zu gewährleisten. All dies bedarf jedoch des gezielten Ausbaus von Forschungsförderprogrammen, die zusätzliche Mittel für die Grundfinanzierung zur Verfügung stellen. Wesentliche Herausforderungen der Betriebsphase sind hierbei in der dauerhaften Finanzierung von Datenbereitstellung und -pflege in allen Fachdisziplinen zu sehen. Zusätzlicher Förderbedarf besteht bei der Vermeidung von Insellösungen oder Redundanzen durch flankierende Förderprogramme für Forschungs- und Entwicklungsprojekte, beispielsweise für generische Lösungen oder Standards und Best-Practice-Modelle [KII2].

Alle genannten Maßnahmen verlangen aus Förderersicht sowohl von Nutzer- als auch von Fördererseite weitere Anstrengungen und Kompromisse. Darüber hinaus sollte die Öffentlichkeit verstärkt für die Bedeutung von VREs in der Wissenschaft sensibilisiert werden, um die notwendige Akzeptanz für weitergehende öffentliche Investitionen in diesem Bereich zu schaffen [EU2].

2.3.9 Technische Aspekte und Anforderungen an die Plattform

Die erkannten Handlungsfelder auf dem Gebiet der technischen Komponenten einer VRE können mit den Kategorien „Technologie“, „Technische Nachhaltigkeit“, „Angepasste generische Dienste“ sowie „Controlling und Monitoring“ umschrieben werden.

Zwar besteht die Forderung, dass netzbasierte Forschung mit der jeweils aktuell verfügbaren Informationstechnologie zu unterstützen sei [A1], doch findet sich nur an einer Stelle eine konkrete Empfehlung, z.B. künftig auf Cloud-Technologie zu setzen [KfR1].

Wenngleich wenig Aussagen zu einer konkreten technischen Umsetzung der Plattform VRE vorliegen, werden doch umfassende Anforderungen an ihre Beschaffenheit hinsichtlich eines verstetigten Betriebs geäußert. Technische Nachhaltigkeit definiert sich demnach über verschiedene Faktoren:

- Zunächst muss die Nutzbarkeit sämtlicher technischer Elemente, die eine VRE zur Verfügung stellt, gewährleistet sein [KII2]. Dies kann insbesondere über eine offene, leicht zugängliche Architektur erreicht werden [EU2], die über von kommerziellen Anbietern (z.B. Verlage) unabhängige, funktionale Zugangssysteme verfügt [KII2].
- Es müssen Schnittstellen zu bereits bestehenden Diensten geschaffen und neue Dienste integriert werden können, sodass eine Service-orientierte Infrastruktur mit einem hohen Grad an Interoperabilität sämtlicher Daten und Systeme entsteht [KII2].
- Die Benutzerfreundlichkeit des Frontends [KII2; A2] wird besonders hervorgehoben.
- Ein weiteres Standbein technischer Nachhaltigkeit wird in der (technischen) Schulung künftiger Nutzer einer VRE gesehen, die sich zu einem erheblichen Anteil aus naturgemäß technikfernen Fachrichtungen rekrutieren [KII2]. Die Nutzung von Vorkenntnissen der IT-Community, der Rechenzentren und professionellen IT-Dienstleistern ist hierfür unabdingbar.

Konkreter fallen die Anforderungen an die von einer solchen technologischen Plattform getragenen Dienste aus. In diesem Kontext werden verstärkt modular ausgerichtete Dienste gefordert. Dies betrifft nach fachwissenschaftlichen Kriterien angepasste, aber gleichzeitig nach allgemein verbreiteten und gebräuchlichen Methoden ausgerichtete Dienste, um eine möglichst weitgestreute Disseminierung der Tools in der Nutzer-Community zu erreichen [KfR1]. Dienste einer VRE sollen daher in gemeinschaftlicher, forschungsgetriebener Entwicklung von Fachwissenschaftlern und Infrastruktureinrichtungen entwickelt werden, um den Nutzerbedarfen gerecht zu werden [KII2; A2]. Eine noch große Lücke wurde im Aufbau einer umfassenden Dienstleistungsinfrastruktur zur Sicherung und Speicherung des exponentiell gestiegenen Umfangs an Forschungsdaten erkannt [KII2].

Ein weiterer Aspekt betrifft das beständige Controlling sämtlicher Prozesse mittels eines elektronischen Resource-Management-Systems [KII2]. Teil dieses Apparats ist der Aufbau von nachhaltigen und vollständigen Nachweissystemen wie ein umfassendes Lizenz- und Rechteverwaltungssystem, dessen Ausrichtung sich über die Auswertung von Nutzungsstatistiken herleitet und über Umgang mit Forschungsdaten und deren Zugriffsrechte wacht [KII2]. Dazu zählt u.a. eine kontinuierliche Qualitätskontrolle [EU2] sämtlicher Workflow-Prozesse, die an festgelegten Kriterien und Prozessbeschreibungen zu messen sind [A2]. Diese fördern das Nutzervertrauen in die Plattform. Um einen vertrauensvollen Umgang mit Daten und Diensten zu gewährleisten, muss eine VRE über eine Au-

thentication and Authorization Infrastructure (AAI) – etwa auf Basis von Security Assertion Markup Language (SAML) – die Benutzerverwaltung realisieren können [EU2; A2].

2.3.10 Aspekte der Sicherheit und des Vertrauens in VREs

Die Nachhaltigkeit von VREs kann nur dann gelingen, wenn die Infrastruktur und ihre Dienst auch langfristig von den Nutzern nachgefragt werden. Dies ist nur dann der Fall, wenn die Nutzer Vertrauen in die VRE haben. Dabei spielt der Aspekt der Sicherheit eine herausragende Rolle. Folglich lassen sich die erkannten Desiderate nach vertrauensbildenden Maßnahmen und Sicherheit ähnlich den zuvor angesprochenen Aspekten der Nachhaltigkeit in „Technische Sicherheit“ und Organisatorische Sicherheit“ untergliedern.

Organisatorische Sicherheit bedeutet zunächst das Etablieren langfristig stabiler und allgemein akzeptierter vertrauenswürdiger Strukturen als Träger einer VRE [A2, 3; KII2]. Die Ansprüche an den Bestand einer solchen organisatorischen Einrichtung reichen von einer

- sichergestellten Finanzierung, die lokale Sub-Einheiten an der Kostendeckung beteiligt, um eine stete Rückkoppelung verteilter Bedarfe an die überregionale Koordinationsinfrastruktur zu erreichen [KII2],
- über die Sicherstellung der Einhaltung guter wissenschaftlicher Praxis durch Nutzer und Anbieter als wesentlichen Bestandteil der Rechtssicherheit im Forschungsprozess [A3]
- bis hin zu einer Ausstattung mit den notwendigen wissenschaftlichen und technischen Kompetenzen der einzelnen Gremien zur Gewährleistung der Handlungsfähigkeit [KII2].

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt sind beständige Monitoring- und Controlling-Systeme. Diese sollen zum einen über die Qualität der über eine VRE vermittelten Inhalte und Dienste durch beständige Begutachtungsverfahren wachen und grundlegende Mindestanforderungen erfüllen [A2, 3; KII2; WR2], zum anderen aber unerlaubten Zugriff auf Daten verhindern und korrekten Umgang mit allen zur Verfügung gestellten Elementen der VRE sicherstellen [KfR1; KII2]. Zur institutionellen Verankerung eines solchen Monitoring wird bisweilen die explizite Einrichtung der Funktion eines Sicherheitsbeauftragten erwogen [WR2].

Ein besonderer Aspekt der Akzeptanzsteigerung bezieht sich auf den Umgang mit Forschungsdaten.¹⁰ Um Wissenschaftler dazu zu bewegen, ihre Daten im Repository einer VRE dauerhaft abzulegen, bedarf es neben der technischer Sicherheit weiterer Faktoren wie der Wiederauffindbarkeit und Zitierbarkeit der Daten, einer beständigen Gütesicherung der Inhalte [KII2] sowie einer allgemeinen Rechtssicherheit beim Umgang mit den Inhalten [KfR1]. Insbesondere der letzte Punkt betrifft notwendige Änderungen am Urheberrecht¹¹ durch die Aufhebung von Schrankenregelungen auf digitalisierte Daten [A4].

Auch die Aspekte der technischen Sicherheit betreffen vorwiegend den Umgang mit Forschungsdaten. Empfohlen wird die Entwicklung einer verlässlichen und sicheren Langzeitarchivierungsstrategie

¹⁰ Siehe auch Abschnitt 2.3.11 zum Datenmanagement.

¹¹ Siehe Abschnitt 2.3.11 zum Datenmanagement.

mit ausfallsicherer, redundanter Datenhaltung, systematischen Backups, Skalierbarkeit des Systems, dauerhaften Zugriffsmöglichkeiten und implementierten Datenschutzmaßnahmen [A2; KII2]. Daten und Dienste sollten weiterhin einem allgemein akzeptierten und international abgestimmten Zertifizierungssystem unterliegen [KII2].

Die Entwicklung von Diensten für das Forschungsdatenmanagement sollte unter Beteiligung der wissenschaftlichen Nutzer erfolgen, sodass die Anforderungen aus der Wissenschaft möglichst optimal realisiert werden können [KII1, 2]. Die Aufgabe einer VRE umfasst vor diesem Hintergrund

- uneingeschränkt zugängliche,
- einfach zu bedienende,
- vertrauenswürdige und
- nachhaltige Dienste bereitzustellen [KII2].

Sollten diese Dienste von externen Dienstleistern übernommen oder nachgenutzt werden, ist es notwendig, auf Interoperabilität mit der VRE-Plattform zu achten [Kfr1]. Dann können Wissenschaftler in der die VRE tragenden Institution eine zentrale und vertrauenswürdige Anlaufstelle vorfinden, die ihnen die für ihre Forschungsfragen sinnvollste Lösung aus einem umfassenden Angebot bereithält [KII1].

Generell muss die allgemeine Ausfallsicherheit des Gesamtsystems durch Maßnahmen wie Firewall, Virenschutz, Mailfilter oder Intrusion-Detection gewährleistet werden [Kfr1]. Um schließlich das steile Interesse von Nutzern, potenziellen Partnern und Förderern aufrecht zu erhalten, sollte der Anschluss an die neuesten Entwicklungen in der Datenverarbeitung und –präsentation (z.B. e-books) immer gehalten werden [KII2]. Alle diese Maßnahmen werden jedoch erst nach einer gewissen Testphase unter Beweis stellen können, inwieweit sie sich in der Praxis bewähren; dem Nutzer muss andererseits Zeit für eine ausführliche Erprobung des Systems gelassen werden [A2].

2.3.11 Aspekte des Datenmanagements

Die in den Studien herausgestellten Aspekte des Datenmanagements lassen sich grob in die Blöcke „Strukturen und Nachhaltigkeit“, „Wiederauffindbarkeit und Verfügbarkeit“ sowie „Recht und Lizenzen“ zusammenfassen.

Für ein nachhaltiges Datenmanagement bedarf es fester organisatorischer Strukturen und Konzepte, die in eine größere Trägerinstitution eingebettet, die Prozesse der Langzeitdatenspeicherung unterstützen. Als wesentliche Handlungsfelder in diesem Bereich wurden Lizenzierung, Open Access, Hosting, Forschungsdaten; VREs und rechtliche Fragestellungen ausgemacht [A1]. Insbesondere die Entwicklung einer Hosting-Strategie für die Wissenschaft – entweder als nationale Lösung oder mittels einer Beteiligung an Portico¹² – unabhängig von der Monopolstellung kommerzieller Anbieter wie Verlagen wird als eine drängende Aufgabe erachtet [A2]. Die Anwendung einer Open-Access-Policy zur Gewährleistung eines immerwährenden Zugriffs (Perpetual Access) mit einem umfassen-

¹² Für das Community-betriebene Langzeitarchiv Portico vgl. <http://www.portico.org/digital-preservation>.

den Content-Plan zum Monitoring des aufzunehmenden Datenbestandes wird hierfür empfohlen [A2].

Für einen nachhaltigen Betrieb hat hierbei wie schon erwähnt die Verankerung entsprechender Fähigkeiten zum Datenmanagement in der wissenschaftlichen Nutzer-Community eine hohe Priorität, indem Curricula durch zielgruppenorientierte Maßnahmen angepasst und fachspezifische Dienste bereitgestellt werden [KII2; A3].

Die permanente Nachnutzbarkeit von Forschungsdaten gilt als Kernelement einer jeden LZA-Strategie. Hierfür wird einhellig eine Reihe von Maßnahmen empfohlen:

- Die Ausarbeitung einheitlicher Parameter zur Auswahl der zu speichernden Inhalte [A2] sowie die Etablierung eines geeigneten und intelligenten Such- und Ausgabeverfahrens [KII2] zur Erfassung eines relevanten Datenbestandes.
- Die Festlegung verbindlicher Standards in Dateiformaten, Schnittstellen und Speicherverfahren, die Vergabe von Persistent Identifiers (PIDs) sowie die konsequente Anreicherung des Datenbestandes mit Metadaten [KfR1; KII2; A2,3; EU2] und eigens entwickelte Dienste für die Zitierbarkeit von Forschungsdaten und ihren Urhebern [KII2].
- Umfassende Reformen des Urheberrechts in Deutschland, um die momentane rechtliche Situation an die veränderten Gegebenheiten der Speicherung, Veröffentlichung und Nutzung digitaler Daten anzupassen. Ziel ist eine Novellierung des Urheberrechtsgesetzes, um Schrankenbestimmungen insbesondere zur Veröffentlichung von urheberrechtlich geschützten Daten und zur Einschränkung von Datenvervielfältigung bei redundanter Speicherung für Bildung und Wissenschaft nachhaltig durchzusetzen (§§52, 52a, 52b, 53, 53a UrhG) [KII2; A4] bzw. auf die Lehre auszudehnen [A4]. Darüber hinaus werden Anpassungen am §38 UrhG gefordert, um Wissenschaftlern ein Recht auf Zweitveröffentlichung ihrer Daten nach einer Embargofrist von 6 Monaten ermöglichen [A4]. Weiterer Anpassungsbedarf wird hinsichtlich der Freigabe von Digitalisierungsrechten verwaister Werke gesehen (§53b UrhG) [A2,4]. Fernziel ist eine allgemeine Zusammenführung von Schrankenregelungen zu einer einheitlichen Wissenschaftsschranke im UrhG, um Transparenz im Umgang mit Forschungsdaten zu erreichen.

Als weitere Einzelmaßnahmen sind aufzuführen:

- Anwendung des ermäßigten Umsatzsteuersatzes nicht nur auf gedruckte, sondern auch auf elektronische Literatur [KII2]
- Weiterentwicklung der Lizenz- und Nutzungsvereinbarungen; Klärung der rechtlichen Rahmenbedingungen [KII2]
- Verpflichtung von öffentlich geförderten Projekten auf Abgabe von nichttextlichen Materialien [KII2]
- Implementierung von Richtlinien zum Schutz personenbezogener Daten [A3]
- Einhaltung der guten wissenschaftlichen Praxis [A3]

- Wiedergabe der Inhalte auf nichtstationären virtuellen Zugängen [A4]

Zur Sicherstellung des Umgangs mit neuen, in einer VRE generierten Daten sind verbindliche Musterlizenzen zu entwickeln, die eine Nachnutzung und Weitergabe von Forschungsdaten regulieren [A4].

2.3.12 Servicebereitstellung und Anforderungen an Provider

Dezierte Anforderungen an die Provider-Seite ließen sich nicht feststellen. Insgesamt wird der Aufbau einer nachhaltigen, flexiblen, barrierefreien und interoperablen Infrastruktur zur Bereitstellung von Daten, Diensten und Ressourcen für die Wissenschaft gefordert, an die fachspezifische VREs angebunden werden können [KII2].

3 Fazit

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die untersuchte Literatur inhaltlich auf die Betrachtung von Forschungsinfrastrukturen im Allgemeinen unter verschiedenen thematischen Ansätzen ausgerichtet ist. Virtuelle Forschungsumgebungen werden hierbei als ein Aspekt unter vielen als Bestandteil von Forschungsinfrastrukturen angesehen.

Die Analyse der Quellen zu Virtuellen Forschungsumgebungen hat gezeigt, dass zwar ein sehr diverses Begriffsspektrum in diesem Bezug existiert, jedoch das inhaltliche Grundverständnis teilweise einen hohen Deckungsgrad aufweist.

In den Quellen sind die Hauptbestandteile einer VRE die integrierten Forschungsanwendungen/-tools sowie das Forschungsdatenmanagement. Während die Anwendungen/Tools die Forschungsprozesse unterstützen bzw. realisieren, unterstützt das Forschungsdatenmanagement die Nutzer dabei, Forschungsdaten entsprechend guter wissenschaftlicher Praxis zu verwalten und in Forschungsprozesse einzubinden. Besondere Unterschiede im inhaltlichen Grundverständnis entstehen in erster Linie durch den Hintergrund der jeweiligen Gruppen. Daher werden z.B. unterschiedliche Schwerpunkte für Aufgaben einer VRE herausgestellt. Ein überwiegend einheitliches Bild zeigt sich bezüglich der akademischen Wissenschaft als Zielgruppe.

Wesentliche Motivationsgründe für VREs liegen in der Unterstützung kollaborativer Forschungsprozesse und Forschungsdatenmanagement auf Basis standardisierter technischer und organisatorischer Schnittstellen. Ebenso werden verbesserte Transparenz und gemeinsamer Zugang zu Forschungsdaten herausgestellt, woraus u.a. neue Forschungsfragestellungen generiert und beantwortet werden können. Mit VREs kann zudem ein gemeinschaftliches Lernen über Disziplinengrenzen hinweg ermöglicht werden.

Es kann festgestellt werden, dass mit den bisherigen Ergebnissen von WissGrid die wesentlichen Schwerpunkte und Lücken, wie sie in den untersuchten Veröffentlichungen thematisiert wurden, bezüglich VREs adressiert wurden. Die untersuchte Literatur zeigt, dass nach wie vor ein großer Bedarf an nachhaltigen Organisations-, Betriebs- und Finanzierungsmodellen besteht. In diesem Rahmen stellt die untersuchte Literatur heraus, dass Vertrauen der Nutzer in VRE-Infrastrukturen und dazu entsprechende Sicherheitsmechanismen und ein hohes Verfügbarkeitsniveau notwendig sind. Daneben werden kontinuierliche technische Weiterentwicklung, disziplinspezifische Anpassungen sowie technische Integration als bedeutende Herausforderungen angesehen.

Ein Teil der Literatur schlägt vor, ein zentrales Steuerungsorgan einzurichten, um die VRE-Entwicklungen zu koordinieren. Gleichzeitig erscheinen Nutzer und Provider noch wenig in den übergreifenden Entwicklungsprozess eingebunden zu sein. Dies äußert sich in den bislang noch unkonkreten Anforderungsspezifikationen für einzelne Nutzergruppen. WissGrid hat dazu einen Anfang gemacht und weitere Disziplinen sowie auch Ressourcenprovider angesprochen. Dies war insbesondere durch die Einbindung von WissGrid in den D-Grid-Beirat möglich, an dem Nutzer sowie Ressourcetreiber beteiligt sind. Darüber hinaus wurden bereits bestehende Kooperationen mit Nutzern in Disziplinen über WissGrid hinaus ausgebaut.

In WissGrid werden auch technische Lösungen für die Fragen und Perspektiven bezüglich Forschungsdatenmanagement adressiert. Daneben wird mit dem Fachberaterteam die geforderte Einbindung von Nutzern in die Gestaltung von VREs exemplarisch umgesetzt. Gemeinsam haben AP2 und AP3 mit Workshops und der Entwicklung einer Checkliste das Forschungsdatenmanagement in verteilten Forschungsinfrastrukturen näher an die Nutzer herangebracht. Dabei wurde u.a. das Leistungsspektrum für das Forschungsdatenmanagement genauer untersucht. Damit werden wesentliche Anforderungen aus der untersuchten Literatur an ein gemeinsames Forschungsdatenmanagement in VREs adressiert.

Somit finden sich die bisherigen von WissGrid entwickelten Ansätze insbesondere in den Quellen [A2], [A3], [KfR1] und [KII2] bestätigt. Auch [A1] und [KII1] liefern bereits erste fruchtbare Gedanken und bieten für Lösungen im Umgang mit Forschungsprimärdaten und im Aufbau der sie erschließenden Infrastrukturen eine gute Grundlage, die in [A2] bzw. [KII2] weiterentwickelt wird. [WR1] und [WR2] hingegen konzentrieren sich eher auf die Spezifika im Aufbau von Bibliotheksverbänden, denen die Schaffung von Schnittstellen zu vorhandenen VREs empfohlen wird. Auch [EU2] geht wenig konkret auf die Umsetzung ein und argumentiert in erster Linie aus Fördererperspektive, wohingegen [EU1] sich mit einer Argumentation hin zu einer auf die Erfordernisse von Forschungsinfrastrukturen zugeschnittenen Rechtsform den Diskussionen in WissGrid nähert. [A4] greift ein Detail aus dem Feld des Forschungsdatenmanagements heraus und konzentriert sich auf die Empfehlung von Anpassung des geltenden Urheberrechts an die Herausforderungen der Publikation digitaler Daten.

4 Verwendete Literatur

- Allianz:** **[A1]** „Schwerpunktinitiative Digitale Information“ der Allianz-Partnerorganisation (2008)
(http://www.allianzinitiative.de/fileadmin/user_upload/keyvisuals/atmos/pm_allianz_digitale_information_details_080612.pdf)
- [A2]** Dauerhaften Zugriff sicherstellen: Auf dem Weg zu einer nationalen Strategie zu Perpetual Access und Hosting elektronischer Ressourcen in Deutschland (2010)
(http://www.allianzinitiative.de/fileadmin/hosting_studie_d.pdf)
- [A3]** Grundsätze zum Umgang mit Forschungsdaten (2010)
(http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/Allianz_Grundsätze_Forschungsdaten.pdf)
- [A4]** Neuregelung des Urheberrechts: Anliegen und Desiderate für einen dritten Korb (2010)
(http://www.allianzinitiative.de/fileadmin/user_upload/Home/Desiderate_fuer_Dritten_Korb_UrhG.pdf)
- EU:** **[EU1]** Community Legal Framework for a European Research Infrastructure (ERIC) Council Regulation (EC) No 723/2009 (2009)
(http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/council_regulation_eric.pdf)
- [EU2]** Riding the wave. How Europe can gain from the rising tide of scientific data. Final report of the High Level Expert Group on Scientific Data A submission to the European Commission (2010)
(<http://cordis.europa.eu/fp7/ict/e-infrastructure/docs/hlg-sdi-report.pdf>)
- KfR/DFG:** **[KFR1]** Informationsverarbeitung an Hochschulen – Organisation, Dienste und Systeme. Empfehlungen der Kommission für IT-Infrastruktur für 2011-2015 (2010)
(http://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/programme/wgi/empfehlungen_kfr_2011_2015.pdf)
- KII:** **[KII1]** S. Brünger-Weilandt et al.: Rahmenkonzept für die Fachinformationsinfrastruktur in Deutschland. Vorlage zur Sitzung des Ausschusses der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz des Bundes und der Länder (GWK) (2009)
- [KII2]** Gesamtkonzept für die Informationsinfrastruktur in Deutschland (Empfehlungen der Kommission Zukunft der Informationsinfrastruktur im Auftrag der Gemeinsamen

Wissenschaftskonferenz des Bundes und der Länder) (2011)
(http://www.allianzinitiative.de/fileadmin/user_upload/KII_Gesamtkonzept.pdf)

- WR:**
- [WR1]** Empfehlungen zur Zukunft des Bibliothekarischen Verbundsystems in Deutschland (Drs10462-11) (2011)
(<http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/10463-11.pdf?PHPSESSID=9045dc41731f963bf51c860ccfb58de7>)
- [WR2]** Zur Zukunft der Bibliotheksverbände als Teil der übergreifenden Informationsinfrastruktur in Deutschland (Drs. 1003-11) (2011)
(<http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/1003-11.pdf>)

5 Anhang

Tabelle 1: Rechercheergebnisse bezüglich der Bezeichnung und allgemeinen Definition zu Virtuellen Forschungsumgebungen.

Autor	Jahr	Quelle	Bezeichnung VRE	Allgemeine Definition VRE
Allianz	2008	[A1] Schwerpunktinitiative "Digitale Information" der Allianz-Partnerorganisation	Informationsinfrastruktur; digitale Forschungs- und Kommunikationsumgebungen; digitale Forschungsumgebung; vernetzte Forschungsumgebungen	digitale, entgelt- und barrierefreie Bereitstellung und Publikation von Primärdaten und digitalen Forschungs- und Kommunikationsumgebungen; Virtuelle Forschungsumgebung
	2010	[A2] Dauerhaften Zugriff sicherstellen	Informationsumgebung; Virtuelle Forschungsumgebung; EDV-Umgebung; virtuelle Wissensumgebung; elektronische Umgebung	-
	2010	[A3] Grundsätze zum Umgang mit Forschungsdaten	Aggregation	Aggregation von Daten zur gemeinsamen Nutzung
	2011	[A4] Neuregelung des Urheberrecht	Netzgestützte Lehr- und Forschungsumgebung	Umgebung, um Inhalte selbst zu digitalisieren und im Netz bereitzustellen
EU	2009	[EU1] Community Legal Framework	(European) Research infrastructures	verteilte oder lokale Einrichtungen; Ressourcen und Dienste für die wissenschaftliche Community zur Optimierung der Forschung unter Verwendung von Datensammlungen, Informationssystemen, technologiebasierten Infrastrukturen (z.B. Grid)
	2010	[EU2] Riding the wave	Research Infrastructures, Information and Communication Technologies, e-infrastructures, Collabora-	technische Tools und Instrumentarien; sozio-ökonomische Systeme, um Wissen zu teilen und zu or-

			tive Data Infrastructure, distributed computing environment; (virtual) research environment	ganisieren
--	--	--	---	------------

Autor	Jahr	Quelle	Bezeichnung VRE	Allgemeine Definition VRE
DFG	2010	[KfR1] Informationsverarbeitung an Hochschulen	Virtuelle Forschungsumgebung; integrierte wissenschaftliche Arbeitsumgebung	neue Form der Kollaboration, Kooperation und Kommunikation mit einer umfassenden Wissensverarbeitung, transparente Nutzung eines breiten Spektrums an Diensten sowie Bereitstellung von Ressourcen und Know-how
KII	2009	[KII1] Rahmenkonzept für die Fachinformationsinfrastruktur	Fachinformationsinfrastruktur	Versorgung von Wissenschaft und Forschung mit Information und damit zusammenhängenden Dienstleistungen; Virtuelle Forschungsumgebungen stellen Wissenschaftlern digitale Infrastrukturkomponenten für vernetztes, u.U. geografisch verteiltes, disziplinspezifisches oder auch disziplinübergreifendes Arbeiten zur Verfügung (e-Science-Infrastruktur)
	2011	[KII2] Gesamtkonzept für die Informationsinfrastruktur in Deutschland	(wissenschaftliche) Informationsinfrastruktur; (virtuelle) Arbeitsumgebung; (virtuelle) Forschungsumgebung	flexible Infrastruktur zur Nutzung digitaler Medien zur kollaborativen Forschung
WR	2011	[WR1] Empfehlungen zur Zukunft des bibliothekarischen Verbundsystems in Deutschland	Virtuelle Lehr- und Forschungsumgebungen; Vernetzte Forschungsumgebungen	Zugang zum Web; virtuelle Zusammenarbeit mit regional und disziplinär verteilten Forschenden
	2011	[WR2] Zukunft der Bibliotheksverbände	Informationsinfrastruktur	-

Tabelle 2: Rechercheergebnisse zu Zielgruppe sowie Motivation und Anforderungen aus Nutzersicht an Virtuelle Forschungsumgebungen.

Autor	Jahr	Quelle	Definition Zielgruppe	Motivation und Anforderung an VREs (Nutzersicht)
Allianz	2008	[A1] Schwerpunktinitiative "Digitale Information" der Allianz-Partnerorganisation	Wissenschaft	standortunabhängiger, unbegrenzter Zugriff auf das gesamte publizierte Wissen und alle relevanten Primärdaten; Optimierung der Rezeption von Wissenschaft; langfristige Verfügbarkeit
	2010	[A2] Dauerhaften Zugriff sicherstellen	Wissenschaft, (wissenschaftliche, Universitäts-) Bibliotheken, Archive	Hosting-Strategie für Nachhaltigen und offenen Zugriff auf alle Forschungsdaten
	2010	[A3] Grundsätze zum Umgang mit Forschungsdaten	Wissenschaft	Nachhaltige Datensicherung; offener Zugang zu öffentlich finanzierten Daten; disziplinspez. Zugang aber Vernetzbarkeit
	2011	[A4] Neuregelung des Urheberrecht	Wissenschaft	Inhalte immer wieder verifizierbar (LZA), redundante Speicherung
EU	2009	[EU1] Community Legal Framework	Wissenschaft	-
	2010	[EU2] Riding the wave	Wissenschaft; Öffentlichkeit, Regierungen	Zugriff und nachhaltige Speicherung auf und von Information; Anforderungen: flexibel, verlässlich, offen, effizient, disziplinübergreifend, standortübergreifend; Kollaboration; rechtssichere Teilung von Daten; Interoperabilität; Überzeugung der Nutzer durch Qualität und Sicherheit

Autor	Jahr	Quelle	Definition Zielgruppe	Motivation und Anforderung an VREs (Nutzersicht)
DFG	2010	[KfR1] Informationsverarbeitung an Hochschulen	Wissenschaft	E-Science, Forschungsdatenmanagement, Nutzung kollaborative Dienste; Ausrichtung an disziplin- oder Community-spezifischen Methoden oder Fragestellungen; vernetztes Forschen, stellen IT-Infrastruktur zeitlich und räumlich unabhängiges Arbeiten in Gruppen; Kombination von Information, Werkzeugen und Diensten zur Entwicklung neuer Forschungsmethoden und -fragen; Mehrwert: Vernetzung der Wissenschaft und Datenschutz für Nutzer, gemeinschaftliches Lernen
KII	2009	[KII1] Rahmenkonzept für die Fachinformationsinfrastruktur	Wissenschaft	Gewinnung, Weiterverarbeitung und kollaborative Nutzung von (digitalen) Informationen im Forschungsprozess; Sammlung, Speicherung, Lizenzierung, Verdichtung und inhaltliche Erschließung; Herstellen von Retrieval-Fähigkeit; permanente Sicherung von Qualität, wissenschaftlicher Verlässlichkeit und Verfügbarkeit; Open Access; Framework zur Nutzung und Bereitstellung von Tools, Diensten und Quellen über standardisierte Schnittstellen und Methoden

Autor	Jahr	Quelle	Definition Zielgruppe	Motivation und Anforderung an VREs (Nutzersicht)
KII	2011	[KII2] Gesamtkonzept für die Informationsinfrastruktur in Deutschland	Wissenschaft	Komplexe integrierte Dienstleistungen zur Unterstützung der Wissenschaftler im Forschungsprozess und Lehre; fachliche Diversität, unbegrenzten wissenschaftlichen Kreativität; Verbreitung bestehender disziplinäre Ansätze und Forschungsfelder
WR	2011	[WR1] Empfehlungen zur Zukunft des bibliothekarischen Verbundsystems in Deutschland	Wissenschaft	Online-Zugang; Zugang zu Forschungsdaten; Zugriff auf digitale Quellen, wissenschaftliche Werkzeuge und Arbeitsmethoden; Open-Access-Publikation; Retrodigitalisierung
	2011	[WR2] Zukunft der Bibliotheksverbände	Wissenschaft	-

Tabelle 3: Rechercheergebnisse zu Motivation und Anforderungen aus Förderersicht, sowie Voraussetzungen an eine Community zur Bildung einer Virtuellen Forschungsumgebung.

Autor	Jahr	Quelle	Motivation und Anforderung an VREs (Förderersicht)	Voraussetzungen einer Community zur VRE-Bildung
Allianz	2008	[A1] Schwerpunktinitiative "Digitale Information" der Allianz-Partnerorganisation	-	-
	2010	[A2] Dauerhaften Zugriff sicherstellen	-	-
	2010	[A3] Grundsätze zum Umgang mit Forschungsdaten	Nachhaltige Bereitstellung nutzt der gesamten Wissenschaft und sollte separat gefördert werden	-

	2011	[A4] Neuregelung des Urheberrecht	-	-
EU	2009	[EU1] Community Legal Framework	Exzellenz der Wissenschaft; Konkurrenzfähigkeit der Wirtschaft; rechtssicherer, länderübergreifender Betrieb von Forschungsinfrastrukturen; Nutzung aller Möglichkeiten der grünen IT	-
	2010	[EU2] Riding the wave	-	-
DFG	2010	[KfR1] Informationsverarbeitung an Hochschulen	-	-
KII	2009	[KII1] Rahmenkonzept für die Fachinformationsinfrastruktur	-	-
	2011	[KII2] Gesamtkonzept für die Informationsinfrastruktur in Deutschland	-	-
WR	2011	[WR1] Empfehlungen zur Zukunft des bibliothekarischen Verbundsystems in Deutschland	-	-
	2011	[WR2] Zukunft der Bibliotheksverbände	-	-

Tabelle 4: Rechercheergebnisse zu strukturellen Merkmalen und Organisationsformen, sowie Finanzierung und Förderung Virtueller Forschungsumgebungen.

Autor	Jahr	Quelle	Strukturelle Merkmale und Organisationsform	Finanzierung und Förderung
Allianz	2008	[A1] Schwerpunktinitiative "Digitale Information" der Allianz-Partnerorganisation	-	Geschäfts- und Fördermodelle im Rahmen von Open Access
	2010	[A2] Dauerhaften Zugriff sicherstellen	Serviceorientiertes Referenzarchitekturmodell; internationale Partnerschaft	Konsens zwischen Stakeholdern herstellen; DFG als Förderer der

			und Vernetzung; nationales Organisations- und Finanzierungsmodellarbeiten: gemeinschaftliche Lizenzierung bringt möglicherweise Einsparungen; Aufbau: strategischer Aufsichtsausschuss mit Bund/Ländervertretern; Verwaltungsgremium, DFN-ähnliches Organisationsmodell, Hosting-Vermittlungsgruppe; Einbeziehung von Verbänden und Landesbibliotheken; Dienstleister zur Umsetzung von Perpetual Access und Hosting-Rechten ; Expertise von professionellen Dienstleistern nutzen; technischen Beirat einrichten	Startphase; Betriebsfinanzierung durch Kostenumlage (Abonnement, Mehrwertdienste); Finanzierungsformel entwickeln, die föderale Struktur abbildet (Vorbild Finanzplan DFN); Kosten-Nutzen-Studien anfertigen
	2010	[A3] Grundsätze zum Umgang mit Forschungsdaten	Infrastrukturen gemeinsam von Wissenschaftlern und Technikern zu errichten	-
	2011	[A4] Neuregelung des Urheberrecht	-	-
EU	2009	[EU1] Community Legal Framework	Adäquate Rechtsform für Forschungsinfrastruktur auf EU-Ebene; Gemeinnützigkeit; Zweckbindung; Offener Zugang im europäischen Rahmen; Anerkennung als Rechtsperson und Vollrechtsfähigkeit; Sitz in einem EU-Mitgliedsstaat; drei Mitgliedsstaaten als Gründer; Organe; Haftbarkeit mit eingebrachtem Vermögen;	
	2010	[EU2] Riding the wave	Rahmenorganisation zur Integration von Forschung, Wirtschaft, Regierungen und Gesellschaft; Ständige Nutzerschulung; länderübergrei-	Sensibilisierung der Öffentlichkeit steigert Akzeptanz gesteigerter öffentlicher Investitionen in VREs; EU Strukturfonds als Quelle;

			fende Organisation	Finanzierung durch öffentliche Förderung und Beteiligung der Wirtschaft
--	--	--	--------------------	---

Autor	Jahr	Quelle	Strukturelle Merkmale und Organisationsform	Finanzierung und Förderung
DFG	2010	[KfR1] Informationsverarbeitung an Hochschulen	Dialog zwischen Diensteanbieter und Nutzer nötig; Spannungsfeld der effizienten, verlässlichen, zentralen und überregionalen Bereitstellung und flexibler lokaler Nutzung; leistungsfähige organisatorische Infrastruktur mit Identitäts-, Rechte- und Rollenmanagement und Geschäftsmodell zur institutsübergreifenden und zeitlich unbestimmten Nutzung	
KII	2009	[KII1] Rahmenkonzept für die Fachinformationsinfrastruktur	-	-
	2011	[KII2] Gesamtkonzept für die Informationsinfrastruktur in Deutschland	Synergiebildung; enge Zusammenarbeit von fachwissenschaftlichen Instituten/Organisationen und solchen der wissenschaftlichen disziplinunabhängigen Informationsinfrastruktur	-
WR	2011	[WR1] Empfehlungen zur Zukunft des bibliothekarischen Verbundsystems in Deutschland	Bibliotheksverbände unterstützen VREs im Betrieb, bei der Implementierung von Dienstleistungen und beim Zugang zu Forschungsdaten	-
	2011	[WR2] Zukunft der Bibliotheksverbände	Arbeitsteilung beim Serviceangebot; Zentralisierung zur Vermeidung von Redundanz; Einbindung regionaler Service-Provider; zentrales	Effizienz durch Optimierung der Strukturen; Beibehaltung aktueller Fördervolumina; wettbewerbsfähige

			Steuerungsgremium	Vergabeverfahren für Dienstleister
--	--	--	-------------------	------------------------------------

Tabelle 5: Rechercheergebnisse zu technischen Aspekten bzw. Anforderungen an eine Plattform, sowie Aspekten der Sicherheit und Vertrauen bezüglich Virtuellen Forschungsumgebungen.

Autor	Jahr	Quelle	Technische Aspekte / Anforderungen an eine Plattform	Aspekte der Sicherheit und Vertrauen in VREs
Allianz	2008	[A1] Schwerpunktinitiative "Digitale Information" der Allianz-Partnerorganisation	-	-
	2010	[A2] Dauerhaften Zugriff sicherstellen	Entwicklung von Austauschformaten und Kommunikationsprotokollen; Standards und Verfahrensrichtlinien entwickeln; Workflow-Systeme entwickeln; Tool-Entwicklung und/oder Integration; Nutzerfreundliches Frontend; AAI auf Basis von SAML entwickeln	Parameter für Auswahl der Inhalte entwickeln; nachhaltige Lösungen; stabile organisatorische Struktur; Faktor Zeit (Testphase) als vertrauensbildende Maßnahme; LZA-Strategie: Ausfallsicherheit, Backups; Skalierbarkeit des Systems; Datenschutz; dauerhafter Zugriff
	2010	[A3] Grundsätze zum Umgang mit Forschungsdaten	-	Qualitätssicherung; Nachhaltigkeit; Gute wissenschaftliche Praxis
	2011	[A4] Neuregelung des Urheberrecht	-	Schrankenregelungen ändern; Rechtssicherheit
EU	2009	[EU1] Community Legal Framework	-	-
	2010	[EU2] Riding the wave	Ständige Qualitätskontrolle, offene Architektur; leichter Zugang; AAI	-
DFG	2010	[KfR1] Informationsverarbeitung an Hochschulen	IT-Dienste generalisiert und modularisiert; standardisierte Schnittstellen; Zukünftige Technologie:	Datenschutz; Rechtssicherheit; Identitätsmanagement; technische Sicherheit (Firewall, Vi-

			Cloud	renschutz, Mailfilter; Intrusion-Detection); Nachhaltigkeit externer Dienste; Ausfallsicherheit
--	--	--	-------	---

Autor	Jahr	Quelle	Technische Aspekte / Anforderungen an eine Plattform	Aspekte der Sicherheit und Vertrauen in VREs
KII	2009	[KII1] Rahmenkonzept für die Fachinformationsinfrastruktur	-	Nutzerbedarfe berücksichtigen
	2011	[KII2] Gesamtkonzept für die Informationsinfrastruktur in Deutschland	Nachnutzbarkeit; Zusammenarbeit mit IT-Community, Rechenzentren und IT-Dienstleistern; Entwicklung und Verwendung von Electronic Resource Management Systemen; Sammlung und Auswertung von Nutzungsstatistiken für Lizenzierungsentscheidungen; Entwicklung verlagsunabhängiger Zugangssysteme; Kombination bestehender und eigener Dienste; Aufbau von Lizenz- und Rechteverwaltungssystemen; Festlegung verbindlicher Standards und Verfahren; Aufbau nachhaltiger und vollständiger Nachweissysteme; Möglichkeiten zur Integration in service-orientierte Infrastrukturen; Sicherung der Interoperabilität der Metadaten und Systeme; Aufbau von Speicherkapazität; Benutzerfreundliche	Nutzer/Wissenschaftler müssen die Möglichkeit erhalten, für ihre Forschungsfragen an einer bekannten und vertrauenswürdigen Adresse die für sie sinnvollste Lösung aus einem breiten Angebot zu wählen; Qualitätssicherung; Bsp. Open Access: Güte der Inhalte, Zitationssicherheit, langfristige Verfügbarkeit und vor allem formaler Anerkennung innerhalb des Wissenschaftssystems; Bedarfsorientierung; nachhaltige Finanzierung; leicht zugängliche, einfach zu bedienende, vertrauenswürdige und nachhaltige Dienste; vertrauenswürdige, langfristig stabile Einrichtungen; nachhaltige Datensicherungspraxis; Verwendung akzeptierter Lizenzen; Aufbau eines akzeptierten,

			Schnittstellen; gemeinschaftliche, forschungsgetriebene Entwicklung durch Fachwissenschaftler und Infrastruktureinrichtungen, Nutzerbedarfe decken	international abgestimmten Zertifizierungssysteme für digitale Langzeitarchive; Kostenbeteiligung der lokalen Einrichtungen ist wiederum die unumgängliche Rückkoppelung von überregionalen/ nationalen Maßnahmen und Angeboten mit den jeweils lokalen Bedürfnissen sichergestellt; Trends mitnehmen (e-books); Organisationsstruktur aufbauen mit notwendiger fachlicher und politischer Kompetenz; gemeinsame Entwicklung von Standards durch Nutzer und Anbieter; ständige Begutachtungsverfahren einrichten; redundante Datenerhaltung; Datenqualität und –sicherheit
--	--	--	--	--

Autor	Jahr	Quelle	Technische Aspekte / Anforderungen an eine Plattform	Aspekte der Sicherheit und Vertrauen in VREs
WR	2011	[WR1] Empfehlungen zur Zukunft des bibliothekarischen Verbundsystems in Deutschland	Verbundübergreifende zentralisierte Services	-
	2011	[WR2] Zukunft der Bibliotheksverbände	Nationale Hosting- und LZA-Strategie entwickeln	Sicherstellung grundlegender Dienste; Sicherheitsbeauftragter

Tabelle 6: Rechercheergebnisse zu Aspekten des Datenmanagements, sowie Service-Bereitstellung und Anforderungen an Provider für Virtuelle Forschungsumgebungen.

Autor	Jahr	Quelle	Aspekte des Datenmanagements	Service-Bereitstellung und Anforderungen an Provider
Allianz	2008	[A1] Schwerpunktinitiative "Digitale Information" der Allianz-Partnerorganisation	Handlungsaspekte: Nationallizenzen Open Access, Hosting-Strategie, Forschungsprimärdaten, VRE, rechtliche Rahmenbedingungen	-
	2010	[A2] Dauerhaften Zugriff sicherstellen	Monopolisierung von Forschungsdaten bei kommerziellen Verlagen; Zugang über Verlagsserver; Perpetual Access; eigene nationale Langzeitdatenspeicherung oder Beteiligung an Portico; Content-Plan erarbeiten; Musterlizenzen entwickeln; TRANSFER Code of Practice für Lizenzen; Rechtfreigabe für verwaiste Werke; Migrationsstrategien entwickeln; PIDs entwickeln; Standards für Perpetual Access und LZA-Dienste entwickeln	-
	2010	[A3] Grundsätze zum Umgang mit Forschungsdaten	Schutz personenbezogener Daten; gute wiss. Praxis; Schulungsangebot in Datenmanagement für Forschende; Nutzung von Standards und Metadaten	-
	2011	[A4] Neuregelung des Urheberrecht	Entfristung bzw. Ausdehnung auf Lehre §52a UrhG; Wiedergabe der Inhalte auf nichtstationären virtuellen Zugängen; redundante Speicherung zulassen; Anpassung §38 UrhG Zweitveröffentlichungsrecht nach 6 Monaten	-

			Embargofrist, Aufhebung des Kopieverbots für Drittmittelprojekte; Anpassung §53b UrhG Digitalisierung verwaister Werke; allgemeine Wissenschaftsschranke im UrhG	
--	--	--	--	--

Autor	Jahr	Quelle	Aspekte des Datenmanagements	Service-Bereitstellung und Anforderungen an Provider
EU	2009	[EU1] Community Legal Framework	-	-
	2010	[EU2] Riding the wave	Anforderungen: nachhaltige Bit-Stream Preservation, PIDs, Metadata support	-
DFG	2010	[KfR1] Informationsverarbeitung an Hochschulen	-	-
KII	2009	[KII1] Rahmenkonzept für die Fachinformationsinfrastruktur	-	-
	2011	[KII2] Gesamtkonzept für die Informationsinfrastruktur in Deutschland	Anwendung des ermäßigten Umsatzsteuersatzes nicht nur auf gedruckte, sondern auch auf elektronische Literatur; Novellierung des Urheberrechtsgesetzes mit dem Ziel, den Schrankenbestimmungen für Bildung und Wissenschaft nachhaltig und durchsetzungsstark Geltung zu verschaffen (insbesondere §§ 52, 52a, 52b, 53, 53a); Weiterentwicklung der Lizenz- und Nutzungsvereinbarungen; Klärung der rechtlichen Rah-	Aufbau einer LZA-Infrastruktur bleibt Desiderat

			<p>menbedingungen; Verpflichtung von öffentlich geförderten Projekten auf Abgabe von NTM; Etablierung einer OA-Policy; Ausweitung zielgruppenorientierter Maßnahmen für Studierende und Wissenschaftler; Entwicklung und Bereitstellung fachspezifischer Angebote; Verankerung in den Curricula und in den (Hoch-)Schulen und Universitäten; Dienste für die Zitierbarkeit von Forschungsdaten und ihren Produzenten; Verfügbarkeit von intelligenten Such- und Präsentationsverfahren</p>	
--	--	--	--	--

Autor	Jahr	Quelle	Aspekte des Datenmanagements	Service-Bereitstellung und Anforderungen an Provider
WR	2011	[WR1] Empfehlungen zur Zukunft des bibliothekarischen Verbundsystems in Deutschland	-	-
	2011	[WR2] Zukunft der Bibliotheksverbände	-	-