

Joachim Griesbaum, Thomas Mandl,  
Christa Womser-Hacker (Hrsg.)

# Information und Wissen: global, sozial und frei?

Proceedings des 12. Internationalen Symposiums  
für Informationswissenschaft (ISI 2011)

Hildesheim, 9.–11. März 2011

**vwh**

Verlag Werner Hülsbusch  
Fachverlag für Medientechnik und -wirtschaft

# Virtuelle Forschungsumgebungen

Wissenschaftspolitische Erwartungen, informationswissenschaftliche Forschungsfelder und Herausforderungen

*Alexander Botte, Marc Rittberger, Christoph Schindler*

Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung  
Schloßstraße 29, 60486 Frankfurt am Main  
botte@dipf.de

## **Zusammenfassung**

Auf die Herausforderung, Forschung stärker kommunikativ, transdisziplinär, kollaborativ und international zu organisieren sowie die Potenziale der Informationstechnologien zu nutzen, reagiert die nationale und europäische Forschungspolitik mit der Förderung von virtuellen Anwendungen zur Unterstützung der Forschungsprozesse. Aber nicht jede dezentral kooperierende Forschungsgruppe gewinnt automatisch an Effizienz, wenn sie den Aufwand des Einsatzes einer umfangreichen Virtuellen Forschungsumgebung wagt. Die Implementierung von Virtuellen Forschungsumgebungen auf breiter Basis bedarf der strategischen Planung und vorausgehender und begleitender informationswissenschaftlicher Forschung. Der Beitrag unternimmt es, vor dem Hintergrund bisheriger Programme und Erfahrungen ein Szenario für informationswissenschaftliche Forschungsfelder zu entwickeln.

## **Abstract**

To meet the challenge of organising research with a stronger focus on communicative, trans-disciplinary, collaborative and international dimensions and to use the potential of information technology, national and European research politics have promoted virtual applications that support research processes. However, not every de-centrally cooperating research group automatically becomes more efficient once it endeavours the effort of tackling a comprehensive virtual research environment. This contribution draws on existing programmes and experience to develop a scenario for information scientific research in the field.

## Wissenschaftspolitische Erwartungen

Die Tatsache, dass zunehmend Daten digital zur Verfügung stehen und Prozeduren der Wissenschaft und Forschung durch IT unterstützt werden, eröffnet ein breites Spektrum an Möglichkeiten zur Innovation des Wissenschafts- und Forschungsprozesses. Vor allem die Wissenschaftspolitik und die Forschungsförderung leiten daraus Erwartungen ab und formulieren Programme, die mit übergeordneten strategischen Zielsetzungen verbunden werden.

Virtuelle Forschungsumgebungen<sup>1</sup> (VFU) lassen sich als digitale Infrastrukturen definieren, die es Forschern erlauben, die Potenziale elektronischer Medien für die Entwicklung neuer Forschungsmethoden und Untersuchung neuer Forschungsgegenstände zu nutzen. Die Vielfalt und Komplexität von VFU bietet neue Möglichkeiten im wissenschaftlichen Arbeitsprozess und stellt zugleich neue Anforderungen an die Kooperationsbereitschaft der Akteure, die Organisation, Finanzierung sowie den Technologieeinsatz. Technisch betrachtet bestehen sie (meist) aus einer Kernarchitektur mit allgemeinen Dienstleistungen und Werkzeugen, an die Umgebungen und Module für einzelne Forschungsgruppen mit spezifischen Konfigurationen und Erweiterungen angeschlossen werden können. VFU können einen kompletten Zyklus von Arbeitsprozessen in der Forschung abdecken und, abhängig von den jeweiligen fachspezifischen und individuellen Charakteristika, strukturell sehr weit ausdifferenziert sein.

Seit einigen Jahren sind VFU bzw. ähnliche Konzepte Gegenstand nationaler sowie europäischer Förderprogramme<sup>2</sup>. Auf europäischer Ebene hatte das 2002 eingesetzte ESFRI-Forum<sup>3</sup> Signalwirkung, das auf die Identifizie-

---

1 Im englischsprachigen Raum kursieren unterschiedliche Bezeichnungen, die durchaus auch unterschiedliche Schwerpunkte der Zielsetzung signalisieren: e-infrastructures (ERA vision, ESFRI), cyberinfrastructures (USA), collaboratories (SURF). In der deutschen Diskussion überwiegt aber die Bezeichnung Virtuelle Forschungsumgebungen, die eine Übersetzung des britischen Begriffs „Virtual Research Environment“ ist.

2 Im Jahre 2001 startete Großbritannien mit der Gründung des Nationalen e-Science Centers (<http://www.nesc.ac.uk/>) und dem e-Science-Kern-Programm (<http://www.rcuk.ac.uk/escience/default.htm>) großangelegte Förderprogramme. Die USA folgte nach der Veröffentlichung des Atkins-Reports im Jahre 2003 mit der Etablierung des Büros für Cyberinfrastructure (<http://www.nsf.gov/dir/index.jsp?org=OCI>).

3 In deutscher Sprache bietet sich als Ausgangsinformation über ESFRI an: <http://www.euburo.de/arbeitsbereiche/infrastrukturen/esfri>

rung und Förderung von Forschungsinfrastrukturen abzielt, zu denen auch sogenannte „e-infrastructures“ gehören. Letztgenannte Thematik wurde 2006 in einer Roadmap und im 7. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission aufgegriffen: „Europe is ready to build on the ICT capabilities of existing infrastructures in order to create a new research environment, in which all scientists have an easy-to-use controlled access to unique or distributed scientific facilities, regardless of their type and location in the world.“<sup>4</sup> Im Weiteren wird der Begriff „virtual environment“ in Zusammenhang mit den Zielsetzungen neuer Arbeits- und Organisationsmodelle sowie der Förderung disziplinübergreifenden Zugriffs auf gemeinsame Ressourcen gebracht.

Neben und teilweise im Zuge der europäischen Initiative haben sich auf nationaler Ebene in Europa (z.B. UK, D, NL, SWE), den USA und Australien ähnliche wissenschaftspolitische Zielsetzungen in Förderprogrammen und teilweise auch in institutionalisierten Strukturen niedergeschlagen. In Europa ist das JISC-Programme *Virtual Research Environment* hervorzuheben,<sup>5</sup>.

Deutschland hatte schon frühzeitig förderpolitische Linien zur Unterstützung der virtuellen Vernetzung von Forschung eingeschlagen. Dazu zählen z.B. die unter dem Begriff *Themenorientierte Informationsnetze* seit 2000 geförderten Projekte. Das DFG-Positionspapier „Wissenschaftliche Literaturversorgung und Informationssysteme – Schwerpunkte der Förderung bis 2015“ aus dem Jahre 2006 benennt dann „Virtuelle Forschungsumgebungen“ explizit als neuen Schwerpunkt. Diese sollen „als Plattform für netzbasierte kollaborative Arbeitsprozesse neue Formen der Zusammenarbeit sowie einen neuen Umgang mit wissenschaftlichen Daten und Informationen ermöglichen“ (Aktionslinie 13 VFU). Die bisher geförderten Projekte haben schon eine Reihe von Pionierentwicklungen sehr unterschiedlicher disziplinärer Herkunft angestoßen. Ebenso lassen sich einschlägige Förderaktivitäten des BMBF – wie *D-Grid* und *e-Science und vernetztes Wissensmanagement* – überwiegend in die Förderprogramme zu VFU einordnen<sup>6</sup>.

Vor dem Hintergrund erster Erfahrungen mit der Förderung der Informationsinfrastruktur für die deutsche Wissenschaft hat sich ein Bedarf an über-

---

4 ESFRI-Roadmap: [http://cordis.europa.eu/fp7/ict/e-infrastructure/overview\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/ict/e-infrastructure/overview_en.html)

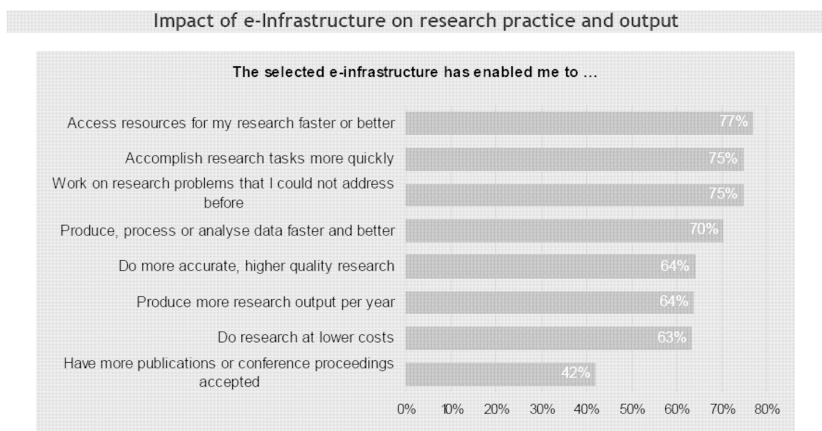
5 JISC Programm unter <http://www.jisc.ac.uk/whatwedo/programmes/vre.aspx>

6 D-Grid wurde 2005 als Förderprogramm gestartet und hat bisher 30 Projekte gefördert, wovon allerdings nur 11 als Virtuelle Forschungsumgebungen einschlägig sind.

geordneter wissenschaftspolitischer Steuerung dieses Prozesses abgezeichnet, der in zwei parallele Aktivitäten mündete. 2008 gründete sich die Schwerpunktinitiative „Digitale Information“ der Allianz-Partnerorganisationen der deutschen Wissenschaftsorganisationen<sup>7</sup>. Anfang 2010 hat die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz die *Kommission Zukunft der Informationsinfrastruktur* (KII) eingerichtet, die im Prinzip die gleichen Zielsetzungen verfolgt, allerdings noch stärkere förderungsprogrammatische Bedeutung hat.

## Lessons Learned: Barrieren und Erfolgsbedingungen

Die internationalen Förderprogramme sind zum Teil schon gut dokumentiert und unter einigen Aspekten evaluiert<sup>8</sup>. Erste Ergebnisse signalisieren, dass die wissenschaftspolitischen Erwartungen erfüllt werden.



Aus: [eResearch2020 2010: vi]<sup>9</sup>

7 Für einen zunächst bis 2012 befristeten Zeitraum haben sich in der Schwerpunktinitiative alle deutschen Wissenschaftsorganisationen zusammengeschlossen, um „Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit der bestmöglichen Informationsinfrastruktur auszustatten, die sie für ihre Forschung brauchen“ <http://www.allianzinitiative.de/de/>.

8 Verwendet wurden vor allem: [Carusi, Reimer 2010], [eResearch2020 2010], [van der Vaart 2010], evaluative Beiträge lieferte auch die „5th International Conference on e-Social Science“ (Köln 2009). <http://www.merc.ac.uk/?q=node/699>

Dass Beteiligte an solch aufwendigen Projekten eine generelle Tendenz zeigen, die Ergebnisse nicht im schlechten Licht darzustellen, kann als ein zu berücksichtigender Faktor (Bias) unterstellt werden, dennoch wird die prinzipielle Wirksamkeit von VFU im Sinne der Zielsetzung auch durch andere Evaluationsstudien bestätigt [Carusi, Reimer 2010, S. 22, Siemens 2010, S. 42]. Die graduelle Wirksamkeit hängt aber unmittelbar von der Gültigkeit bestimmter formaler Rahmenbedingungen ab, zu denen die Studien reichhaltiges und weitgehend konvergentes Erfahrungsmaterial zusammentragen:

- *Verbesserter Zugang zu Ressourcen:* Zentraler Erfolgsfaktor ist „immediate research advantage by virtuality“, womit vor allem der verbesserte Zugriff auf Dokumente, Daten, Hardware und Software gemeint ist. Weitere Motive sind die verteilte zeitsynchrone Bearbeitung, das intelligente integrierte Daten- und Publikationsmanagement sowie die Öffnung für multidisziplinäre Zugänge und Ansätze (Open Science).
- *Forschungsprozessnahe Entwicklung und generische Nachhaltigkeit:* Eine zentrale Erkenntnis früher generischer Fehlentwicklungen ist die Forderung, dass VRE in Orientierung an konkreten Forschungsprozessen entwickelt werden müssen. Gleichzeitig ist im Sinne der Nachnutzbarkeit und Nachhaltigkeit von Infrastrukturen die Einbettung in eine generische Rahmenarchitektur anzustreben: “The frameworks would provide core services (such as authentication and rights management; repositories; project planning, collaboration and communication tools) and allow the development or easy integration of modules for specific uses.” [Carusi, Reimer 2010: 6].

Da die Entwicklung allgemeiner modularer Referenzarchitekturen notwendigerweise die Heterogenität der unterschiedlichen Forschungszusammenhänge einbeziehen muss, wird die Aggregationsfähigkeit als entscheidend betrachtet. Prognostizierte Zukunftsszenarien setzen auf Flexibilität: “... multiple overlapping and intersecting networks rather than monolithic infrastructures; they will be a mixture of monopolies (within certain communities) and duplicate or parallel efforts, of essential tools for everyone within and across certain research communities and tools that are only occasionally used for specific purposes by a narrow subset within or across them, and of permanent but extensible large-scale systems that will provide indefinite and essential support for well-defined

---

9 Für die Untersuchung eResearch2020 wurden 18 internationale Projekte befragt, die wegen des Förderungsvolumens meist als Großprojekte bezeichnet werden können.

large groups of users, but also light-weight tools without any lasting structure and only ad hoc constituencies ...” [Eccles 2009 et al.: 10].

- *Komplexe Funktionalitäten ohne technologische Hürden:* VFU müssen vielseitige Möglichkeiten der Vernetzung offerieren, dürfen aber nicht primär unter dem Aspekt vorangetrieben werden, avancierte ICT-Produkte zu entwickeln. Häufig wird auf die Gefahr hingewiesen, dass rein technische Sichtweisen zu Nutzungsbarrieren werden [vgl. van der Vaart 2010, Siemens 2010]. Einfache Steuerbarkeit der Funktionalitäten ist erforderlich. In den neueren Diskussionen werden daher dezidiert neue Designansätze thematisiert, vom Usability-Engineering über nutzerzentriertes, partizipatives und evolutionäres Design bis hin zu Konzepten der Innovationsforschung bzw. Science and Technology Studies (STS) [bspw. Voss et al. 2007]. Iterative Designzyklen und das Verfahren des Community-Building werden empfohlen [Carusi, Reimer 2010: 5, 24ff.]. Hinzu kommt, dass VFU-Angebote, die auf der gemeinsamen Nutzung von Content basieren, eine *Critical Mass of Active Users* mit entsprechenden Beteiligungsraten benötigen, um erfolgreich und sinnvoll zu sein (Beispiel *MyExperiment*, [De Roure 2009]).
- *Nachhaltigkeit und Verlässlichkeit:* Nachhaltige Business- und Organisationsmodelle werden durchgängig in allen Studien als Defizit bezeichnet [z. B. eResearch2020 2010: 134]. Gerade Kollaborationen und Förderprojekte, die über nationale Grenzen hinweggreifen, stellen besondere Anforderungen an die Nachhaltigkeit. Entscheidend ist ein auf Gegenseitigkeit beruhendes Organisations- und Beteiligungsmodell, das von nachhaltig geförderten Institutionen getragen wird. Ein wichtiger Erfolgs- und damit auch Risikofaktor ist selbstverständlich die Verlässlichkeit und Zuverlässigkeit der Anwendungen und Services [Carusi, Reimer 2010: 36]. Vereinzelt gibt es auch jetzt schon Beispiele für die nachhaltige Absicherung von e-Infrastrukturen im D-Grid Verbund, z.B. das Hochenergiephysik Community Grid (HEP CG) und das Grid zum Geodaten-Processing für Wissenschaft und Industrie (GDI-Grid)<sup>10</sup>.
- *Offenheit und ethische Hürden:* Ethische Probleme und Aspekte der Sicherheit bilden ebenfalls eine starke Nutzungsbarriere. Forscher fragen, welche Risiken sie eingehen, wenn sie ihre Daten und Ergebnisse frühzeitig kommunizieren. Die Bedrohung der individuellen wissenschaft-

---

<sup>10</sup> <http://www.d-grid.de/index.php?id=398&L=1%20and%20user%3D0%20and%201%3D1>

lichen Profilierungsmöglichkeiten vor dem Hintergrund von ‚open data‘ ist eine Herausforderung für VFU. Auch unter der Voraussetzung von geschlossenen Plattformen oder authentifizierten Zugängen können rechtliche und ethische Unsicherheiten fortbestehen, wie sie auf der Kölner Konferenz *E-social science* 2009<sup>11</sup> vielfach berichtet wurden.

## Informationswissenschaftliche Forschungsfelder und Herausforderungen

Wie erwähnt sind VFU in der Regel integrative Anwendungen und eröffnen in ihrer modularen Architektur eine extrem breite Palette von Funktionen und Services. Damit berühren sie potenziell auch ebenso große Vielfalt an informationswissenschaftlichen Forschungsfeldern. Im Folgenden wollen wir uns auf die wissenschaftlichen Herausforderungen konzentrieren, die spezifisch für die Konzeption und Evaluation von VFU sind:

*Ausrichtung auf Forschungspraxis:* Die als *conditio sine qua non* eingestufte Optimierung des spezifischen Forschungsprozesses durch VFU eröffnet ein noch wenig beachtetes Forschungsfeld<sup>12</sup>, das die Informationswissenschaft in eine enge Kooperation und letztlich disziplinübergreifende Forschungszusammenarbeit mit den unterschiedlichen Fachwissenschaften führt. Zwar ist die Wissenschaft und deren Informationsversorgung schon immer ein zentraler Gegenstand der Informationswissenschaft gewesen, aber erst in jüngster Zeit wird auf die zentrale Herausforderung hingewiesen, die gesamte wissenschaftliche Wertschöpfungskette aufzugreifen [Borgman 2007; 2008] und die Forscher selbst in die Konzeption von Infrastrukturen einzubeziehen<sup>13</sup>. Dies bedeutet auch, dass im Kontext von VFU nicht nur die

---

11 <http://www.merc.ac.uk/?q=node/699>; vgl. auch Carusi, Reimer 2010: 36

12 Dies, obwohl die primäre Ausrichtung auf den Forschungsprozess bereits dezidiert in der Gründungszeit der deutschsprachigen Informationswissenschaft als eine zentrale Notwendigkeit formuliert wurde (siehe bspw. [Kunz, Rittel 1970]).

13 Mit dem Forschungsprozess und dessen idealtypischer Verwendung setzen sich [Voss et al. 2009: 178 f.] auseinander, wobei von [Dunn 2009] darauf hingewiesen wird, dass der Arbeitsprozess in den Geisteswissenschaften individueller und weniger formalisierbar gestaltet wird. Neuerdings wird versucht, mit dem Konzept der „scholarly



optimierte Wiederverwendung von Objekten Aufgabe informationswissenschaftlicher Forschung sein sollte, sondern auch konkrete Handlungsfelder einer Forschergruppe<sup>14</sup> zu identifizieren und zu modellieren sind.

*Generalisierung – Spezifizierung:* Die Zielsetzung, VFU so zu konzipieren, dass der Anteil generischer, d.h. in anderen Forschungssettings nachnutzbarer Features möglichst hoch ist, steht in einem unumgänglichen Spannungsverhältnis mit der primären Ausrichtung auf konkrete Forschungsprozesse. Lösungskonzepte können im modularen Aufbau von VFU oder in der Verlagerung von sehr spezifischen Anwendungen in „Low-Level“-Ergänzungen liegen. Neben klassischen Studien zum Informationsbedarf und -verhalten (zur Methodologie vgl. [Kunz, Rittel, Schwuchow 1976]) etablierten sich in den letzten Jahren in der internationalen Informationswissenschaft Forschungen zu wissenschaftlichen Informationspraxen, die in ihren Analysen verstärkt auf sozio-kulturelle Ansätze und Konzepte der Science and Technology Studies zurückgreifen [Palmer et al. 2009; Borgman 2007].

Darüber hinaus ist in diesem Kontext das breite Feld der Standardisierung, der Skalierbarkeit und Interoperabilität als Voraussetzung der Modularisierung und Übertragbarkeit in andere Forschungszusammenhänge angesprochen. Auf der Ebene der Gesamtarchitektur stellt sich die übergreifende Forschungsfrage: Wie können komplexe Funktionalitäten angeboten werden bei gleichzeitiger Berücksichtigung von spezifischen Forschungspraxen und unterschiedlichen epistemischen Kulturen? [Knorr-Cetina 1999] Wie können bestehende Informationsinfrastrukturen eingebunden werden? Wie können dabei Usability- und Performance-Standards eingehalten werden? Deutlich wird in diesem Zusammenhang, dass die e-Science-Visionen der ersten Stunde einer postulierten Revolution der Wissenschaft [Atkins 2003; Nentwich 2003] nicht im luftleeren Raum stattfinden [vgl. Dunn 2009]. Welche Wirtschaftlichkeitsmodelle sichern nachhaltige Betriebsfähigkeit von VFU?

*Unter welchen Bedingungen funktioniert virtuelle Information, Kommunikation und Kollaboration?* VFU sollen den qualitativen Sprung zu neuen Möglichkeiten der Forschung eröffnen. Die Erwartungen fokussieren sich

---

primitives“ [Unsworth 2000] diese disziplinäre Heterogenität zu umgehen und die spezifischen Erkenntnisse zusammenzuführen [Palmer, Cragin 2008; Palmer et al. 2009].

14 In diesem Zusammenhang entsteht gerade am Informationszentrum Bildung des DIPF eine Dissertation zu Informationspraxen in der Bildungsforschung, die mit einem ethnografischen Ansatz fünf Bildungsforschungsprojekte untersucht.

dabei vor allem auf die Ausdehnung der Potenziale (Inanspruchnahme verteilter Ressourcen), aber auch den Qualitätsgewinn durch Mehrperspektivität, Verhaltenserweiterungen (curation) und die Optimierung der Publikationsprozesse. Ob sich diese Erwartungen realisieren, hängt in hohem Maße vom Informations-, Kommunikations- und Kollaborationsverhalten der Forscher ab. Die Informationswissenschaft kann hier einen breiten Fundus von Forschungsergebnissen einbringen, die z.T. auch schon auf die konkreten Anwendungsszenarien in VFU bezogen wurden. Zu nennen sind hier die Kollaborationsforschungen [Olson, Olson 2000; Olson et al. 2008], die das Scheitern von Kollaborationen untersuchen, die Infrastrukturstudien [Edwards et al. 2009; Star, Ruhleder 1996], die die Realisierung und Stabilisierung von Informationsinfrastrukturen erforschen, sowie Forschungen zu e-Research-Projekten [u.a. Barjac et al. 2009; Lin et al. 2008]. Im Hintergrund steht stets die Frage, unter welchen Bedingungen die neuen virtuellen Möglichkeiten genutzt und Teil des Forschungsalltags werden. Zu untersuchen wäre auch, wie sich mittelbare Effekte über das Forschungsverhalten oder die systematische Forschungsdokumentation auch auf Veränderungen der Forschungsmethoden und damit auch der Ergebnisse erstrecken können [vgl. eResearch2020 2010: 132]. Das Feld der interdisziplinären Erweiterungen durch VFU ist noch weitgehend unerforscht<sup>15</sup>. Dazu gehören auch ungeplante Effekte, die z.B. dadurch entstehen, dass der Blick auf Forschungsdaten (z.B. Hieroglyphen-Tafeln), die bislang vor allem einer Disziplin (der Archäologie) zugänglich waren, nun auch anderen Disziplinen möglich ist (z.B. Sprachwissenschaftler). Unter welchen Bedingungen können VFU solche „transzendierenden“ Erweiterungen besonders begünstigen [vgl. Kertcher 2010]?

*Ethische Probleme der vernetzten Forschung:* Der offene Umgang mit Forschungsprozessen und -ergebnissen erzeugt auch rechtliche und persönliche Konfliktfelder, die durch frühzeitige Berücksichtigung in neu zu konfigurierende Mechanismen der Wahrung aller Interessen überführt werden müssen. Wie können bei möglichst freiem Zugang zu Daten und Publikationen die Sicherung der Urheberrechte, der Rechte auf Datenselbstbestimmung der Untersuchten und des Anspruchs des Wissenschaftlers auf individuelle Profilierung erfolgen?

---

15 Frühzeitig hat sich [Bowker 2000a, 2000b] mit diesem Thema befasst und sich dezidiert mit Konzepten der Science and Technology Studies (STS) auseinandergesetzt.

*Fazit:* Zur Bewältigung der oben exemplarisch benannten Herausforderungen werden sehr unterschiedliche Ansätze und Methoden zu integrieren sein [vgl. dazu z.B. die Beiträge in: Anandarajan, Anandarajan 2010]. Trotz des klaren Anwendungsbezugs der VFU-Forschung sind auch Grundlagenforschung (z.B. Informations- und Kommunikationsverhalten in Forschungszusammenhängen) und ihr methodisches Repertoire erforderlich. Die meisten Herausforderungen sind transdisziplinär anzugehen. Basis für diese Forschung bilden vielfältige empirische Befunde, die am besten in breiter Kollaboration erhoben und evaluiert werden können.

## Literaturverzeichnis

- Anandarajan, M.; Anandarajan, A. (Hrsg.) (2010). e-Research Collaboration. Theory, Techniques and Challenges. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Atkins, D. E. et al. (2003). Revolutionizing Science and Engineering through Cyberinfrastructure. Report of the National Science Foundation Blue-Ribbon Advisory Panel on Cyberinfrastructure.  
<http://www.nsf.gov/od/oci/reports/atkins.pdf> (Retrieved November 08, 2010)
- Barjak, F. et al. (2009). Case Studies of e-Infrastructure Adoption. In: Special Issue on e-Social Science, Social Science Computing Review Journal. 27
- Borgman, C. L. (2007). Scholarship in the Digital Age: Information, Infrastructure, and the Internet. Cambridge, Ma/London: MIT Press.
- Borgman, C. L. (2008). Data, Disciplines, and Scholarly Publishing. In: Learned Publishing. 21. 29–38.
- Bowker, G. C. (2000a). Biodiversity Datadiversity. In: Social Studies of Science, 30:5, 643–683.
- Bowker, G. C. (2000b). Mapping Biodiversity. In: International Journal of GIS, 14:8, 739–754.
- Carusi, A.; Reimer, T. (2010). Virtual Research Environment. Collaborative Landscape Study. A JISC funded project.  
<http://www.jisc.ac.uk/media/documents/publications/vrelandscape-report.pdf>  
(Retrieved Nov. 08, 2010)
- De Roure, D. et al. (2009). Towards Open Science: The myExperiment approach. In: Concurrency and Computation: Practice and Experience, 9:8.  
<http://eprints.ecs.soton.ac.uk/17270/1/CCPE09v8.pdf> (Retrieved Nov. 08, 2010)

- Dunn, S. (2009). Dealing with the complexity deluge: Virtual Research Environments in the Arts and Humanities. In: *Library Hi Tech*, 27: 2, 205–216.
- Eccles, K. et al. (2009). The Future of e-Research Infrastructures. In: *Proceedings of the International Conference on e-Social Science*, Köln.  
<http://www.merc.ac.uk/sites/default/files/events/conference//2009/papers/Eccles.pdf>  
 (Retrieved November 08, 2010)
- Edwards, P. N. et al. (2009). Introduction: An Agenda for Infrastructure Studies. In: *Journal of the Association for Information Systems*, 10: 5.
- eResearch2020 – The Role of e-Infrastructures in the Creation of Global Virtual Research Communities. European Commission, Directorate General Information Society and Media. Bonn and Brussels.  
[http://www.eresearch2020.eu/eResearch2020 Final Report.pdf](http://www.eresearch2020.eu/eResearch2020%20Final%20Report.pdf) (Retrieved November 08, 2010)
- Kertcher, Z. (2010). Gaps and Bridges in Interdisciplinary Knowledge Integration. In: Anandarajan, M.; Anandarajan, A. (Hrsg.). *e-Research Collaboration. Theory, Techniques and Challenges*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag. 49–64
- Knorr-Cetina, K. (1999). *Epistemic Cultures: How the Sciences make Knowledge*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kunz, W.; Rittel, H. (1970). Systemanalyse eines Forschungsprozesses. In: Kunz, W.; Rittel, H. (Hrsg.): *Systemanalyse und Informationsverarbeitung in der Forschung*. München/Wien: Oldenburg Verlag.
- Kunz, W.; Rittel, H.; Schwuchow, W. (1976). *Methods of Analysis and Evaluation of Information Needs*. München: Verlag Dokumentation.
- Lin, Y. et al. (2008). Ontology building as a social-technical process: A case study. In: *The Oxford e-Research Conference 2008*.
- Nentwich, N. (2003). *Cyberscience: Research in the Age of the Internet*. Wien: Austrian Academy of Sciences Press.
- Olson, G. M.; Olson, J. S. (2000). Distance Matters. In: *Human Computer Interaction*, 15, 139–178.
- Olson, G. M.; Zimmerman, A.; Bos, B. (2008). *Scientific Collaboration on the Internet*. Cambridge, Ma/London: MIT Press.
- Palmer, C. L.; Cragin, M. H. (2008). Scholarship and Disciplinary Practices. In: *Annual Review of Information Science and Technology*. 42: 1, 163–212.
- Palmer, C. L.; Teffeu, L. C.; Pirmann, C. M. (2009). *Scholarly Information Practices in the Online Environment. Themes from the Literature and Implications for Library Service Development*. Dublin, OH: OCLC Online Computer Library Center. <http://www.oclc.org/research/publications/library/2009/2009-02.pdf>  
 (Retrieved November 08, 2010)

- Siemens, L. (2010). Time, Place and Cyberspace: Foundations for Successful e-Research Collaboration. In: Anandarajan, M.; Anandarajan, A. (Hrsg.): e-Research Collaboration. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Star, S. L.; Ruhleder, K. (1996). Steps Toward an Ecology of Infrastructure: Design and Access for Large Information Spaces. In: Information Systems Research, 7: 1.
- Unsworth, J. (2000). Scholarly Primitives: what methods do humanities researchers have in common, and how might our tools reflect this? In: symposium Humanities Computing: formal methods, experimental practice, King's College, London. <http://www3.isrl.illinois.edu/~unsworth/Kings.5-00/primitives.html> (Retrieved November 08, 2010)
- van der Vaart, L. (2010). Collaboratories: Connecting Researchers How to facilitate choice, design and uptake of online research collaborations. SURF Foundation. [http://www.surffoundation.nl/SiteCollectionDocuments/Collaboratories Connecting Researchers.pdf](http://www.surffoundation.nl/SiteCollectionDocuments/Collaboratories%20Connecting%20Researchers.pdf) (Retrieved Nov. 08, 2010)
- Voss, A. et al. (2007): e-Infrastructure Development and Community Engagement. In: Third International Conference on e-Social Science. Ann Arbor, Michigan, US, 2007. <http://www.ncess.ac.uk/events/conference/2007/papers/paper170.pdf> (Retrieved November 08, 2010)
- Voss, A.; Procter, R. (2009). Virtual research environments in scholarly work and communications. Library Hi Tech. 27:2, 2009. 174–190.