

Echtzeitinformation und Kollaboration in Geodateninfrastrukturen

Andreas Wytzisk, Benno Schmidt und Daniel Nüst

Zusammenfassung

Trotz beachtlicher Erfolge bei der Umsetzung der europäischen INSPIRE-Rahmenrichtlinie sowie vielfältiger Initiativen zum Auf- und Ausbau öffentlicher Geodateninfrastrukturen kann das Tempo der GDI-Entwicklung nicht mit dem anderer Informationsinfrastrukturen Schritt halten. Konzeptionelle Weiterentwicklungen des GDI-Ansatzes sowie technische Neuerungen finden sich nur selten. Der Artikel beleuchtet vor dem Hintergrund ausgewählter informationstechnologischer Entwicklungen Potenziale zur (technischen) Weiterentwicklung. Dabei stehen Nutzungsformen im Vordergrund, die aus der veränderten Rolle einer zunehmend durch soziale Medien geprägten Nutzergemeinde resultieren. Besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der Nutzung von Geodateninfrastrukturen für kollaborative Prozesse, der Bereitstellung von Nahechtzeitinformation und der Adaption von Trends der Mainstream-Informationstechnologie.

Summary

Besides a number of initiatives focussing on the implementation of spatial data infrastructures on the various governmental levels, significant efforts are being made in order to implement the INSPIRE Directive 2007/2/EC. However, SDI development cannot keep up with the pace other information infrastructures are developing. Conceptual advancements of the SDI approach as well as technical innovations are rarely found. While highlighting selected developments in mainstream-IT, this article tries to identify potential candidates for (technical) advancements, which reflect the changing role of a user community that is increasingly part of the social web. The emphasis lies on the use of spatial data infrastructures for collaborative processes, for providing near real-time information, and the adaption of mainstream information technology trends.

Schlüsselwörter: Geodateninfrastruktur, nutzergenerierter Inhalt, Kollaboration, Echtzeitinformation, Sensor Web

1 Einleitung

Zahlreiche Aufgabenstellungen in Verwaltung, Wirtschaft und Forschung erfordern eine explizite Betrachtung raumbezogener Faktoren. Für die interoperable Bereitstellung und Verknüpfung der relevanten (häufig dezentral vorgehaltenen) Informationsquellen spielen Geodateninfrastrukturen (GDI) eine zunehmend große Rolle. Insbesondere die Umsetzung der europäischen INSPIRE-Rahmenrichtlinie 2007/2/EC sowie der im Zuge der INSPIRE-Implementierung verstärkter vorangetriebener Ausbau nationaler und subnationaler Geodateninfrastrukturen (z. B. auf Länder- oder Kommunalebene) führt zu einer deutlichen Verbesserung der Verfügbarkeit und Recherchierbarkeit öffentlicher Geodatenbestände (siehe hierzu u. a. die Ergebnisse des aktuellen INSPIRE-Monitorings unter <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/182/list/indicators/y/2012/sel/2>).

Trotz dieser Entwicklungen kann das Ausbautempo öffentlicher Geodateninfrastrukturen nicht mit dem anderer Informationsinfrastrukturen Schritt halten, entwickelt sich doch vor allem das World Wide Web zunehmend in Richtung eines Geospatial Web (Scharl und Tochtermann 2007), das die räumliche und zeitliche Dimension zum integralen Bestandteil der bereitgestellten Information und Suchfunktionalitäten macht. Vor allem haben der allgegenwärtige Zugang zu digitaler Information, die Verfügbarkeit kostengünstiger (mobiler) kontextsensitiver Geräte (Devices), eine verstärkte Nutzerzentrierung bei der Anwendungsentwicklung (insbesondere sogenannter Apps für mobile Devices) sowie die Rolle des Social Webs im Alltag die Erwartungshaltung an die Bereitstellung raumvarianter Informationen im Web signifikant verändert. Zahlreiche Bürger, d. h. nicht einzig Anwender innerhalb klassischer GIS-Domänen, konsumieren nicht nur Geoinformation, sondern unterstützen auch deren Erfassung und Bereitstellung (Diaz et al. 2012).

Weiterhin finden sich konzeptionelle Weiterentwicklungen des GDI-Paradigmas sowie technische Neuerungen, die über die Implementierung und Anpassung von Basisdiensten (insbesondere WMS, WFS und CSW bzw. deren INSPIRE-Pendants) hinausgehen, nur selten bzw. nur in Form von proprietären – d. h. nicht durch den Kanon der abgestimmten GDI-Standards abgedeckten – Angeboten.

Der Idee der komplexen adaptiven Systeme (complex adaptive systems) folgend, birgt die Anpassungsfähigkeit an neue und verbesserte Technologien sowie (u. a. daraus resultierende) veränderte Nutzeranforderungen ein erhebliches Potenzial zur zielgerichteten Evolution einer Informationsinfrastruktur (Hanseth und Lyytinen 2010). Für eine nachhaltig erfolgreiche Weiterentwicklung der Geodateninfrastrukturen ist es daher essenziell, offen für die unsere Informationsgesellschaft prägenden technologischen Entwicklungen zu sein und eine Adaption vor dem Hintergrund einer sich wandelnden und ausweitenden Nutzerklientel zu fördern. Die folgenden Entwick-

lungen können als signifikant für die zukünftige GDI-Entwicklung angesehen werden:

- Zunehmend bildet nutzergenerierter Inhalt (*user generated content, UGC*) die Grundlage für zahlreiche Geo-Anwendungen; die Beispiele reichen von Bürgerbeteiligungsprojekten im Sinne von FixMyStreet (<http://fixmystreet.com>) über das partizipative Umweltportal »Eye on Earth« der Europäischen Umweltagentur (<http://eyeonearth.org>) bis hin zu *Volunteered Geographic Information* wie OpenStreetMap (<http://openstreetmap.org>). Eine klare Trennung zwischen Datenbereitstellung (dem klassischen Fokus traditioneller Geodateninfrastrukturen) und Datenerfassung lässt sich in diesen Fällen nicht mehr ausmachen.
- Die starke Verbreitung sozialer Netzwerke hat Einfluss auf unsere Kommunikations- und Kollaborationsmuster (Wang et al. 2012). Insbesondere ist zu beobachten, dass der Informationsaustausch innerhalb und zwischen Arbeits- oder Nutzergruppen im Sinne von *Computer-Supported Cooperative Work* (Gross und Koch 2007) zunehmend durch die Verwendung von Kollaborationsplattformen geprägt wird. Angebote wie die Cloud-basierte Geodaten austausch- und Kollaborationsplattform ArcGIS Online (<http://arcgis.com>) lösen die starren Rollen- und Interaktionsmuster traditioneller Geodateninfrastrukturen auf und stellen diesen flexible nutzergruppenorientierte Modelle entgegen.
- Durch das stetig intensiviertere Monitoring unserer Umwelt, Entwicklungen wie dem »Internet der Dinge« etc. steht uns in zunehmendem Maße wertvolle und oft georeferenzierte Nahezeitinformation (»near real-time information« im Sinne von http://en.wikipedia.org/wiki/Near_real-time) zur Verfügung, welche die Grundlage für hochaktuelle Informationssysteme (z. B. <http://pegelonline.wsv.de>) oder (personalisierte) Warnsysteme bilden (z. B. <http://opti-alert.eu>).
- Geodaten und -dienste sind integraler Bestandteil von Enterprise- und E-Government-Anwendungen ebenso wie von Endanwender-Apps. Hieraus erwächst nicht nur der Bedarf an einer weitgehenden Konformität zu allgemeinen IT-Standards und Trends, die eine nahtlose Integration in bestehende IT-Landschaften ermöglicht, sondern vor allem auch eine entsprechende Erwartungshaltung bzgl. *Usability* und *User Experience*.

Im Folgenden werden die genannten Entwicklungen hinsichtlich Ihrer GDI-Relevanz näher beleuchtet und vor dem Hintergrund der technischen Weiterentwicklung von Geodateninfrastrukturen diskutiert.

2 Nutzergenerierte Inhalte

Das Web 2.0 hat mit seinen interaktiven und kollaborativen Elementen einen Nutzertyp hervorgebracht, der nicht nur Inhalte konsumiert, sondern als Produzent auch

selbst zur Verfügung stellt (http://de.wikipedia.org/wiki/Web_2.0). Diese häufig auch als »Prosumer« bezeichneten Anwender publizieren dabei nicht nur »private« Informationen über Plattformen für personalisierte Blogs (z.B. WordPress.com), Video- und Fotoseiten (z.B. flickr.com) oder Bewertungsportale (z.B. Qype.com), sondern engagieren sich auch beim Aufbau von (Wissens-)Datenbanken wie Wikipedia.org. Als prominentestes Beispiel der Geo-Domäne ist hier sicherlich die Wiki-Karte Open StreetMap (<http://openstreetmap.org>) zu nennen. Die nutzergetriebene Erfassung und Validierung von Geodaten wird hier durch einfache Editoren ermöglicht und durch den gemeinsam gewonnenen Nutzen einer kostenfrei zu nutzenden Datenplattform motiviert. Nicht zuletzt durch das Ushahidi-Projekt (<http://ushahidi.com>) spielt nutzergenerierte (Geo-)Information eine zunehmend wichtige Rolle im Krisenmanagement (siehe z.B. <http://en.wikipedia.org/wiki/Ushahidi>). Auf diesem Gebiet wirkt sich ein grundsätzlicher Vorteil nutzergenerierter Inhalte besonders stark aus, nämlich die schnelle Reaktionszeit, Offenheit und Nutzerzentriertheit bzw. bewusst geringe Einstiegshürden der Plattformen.

Diese Art der nutzergenerierten Inhalte wird auch als *Crowdsourcing* bezeichnet. Darunter versteht man »die Strategie des Auslagerns einer üblicherweise von Erwerbstätigen entgeltlich erbrachten Leistung durch eine Organisation oder Privatperson mittels eines offenen Aufrufes an eine Masse von unbekanntem Akteuren, bei dem die Crowdsourcer und/oder die Crowdsources frei verwertbare und direkte wirtschaftliche Vorteile erlangen« (Papsdorf 2009). Im Falle nutzergenerierter Geodatenbestände wird häufig auch von *Volunteered Geographic Information (VGI)* gesprochen (Goodchild 2007). Die Motivation der Nutzer geht hierbei über den rein wirtschaftlichen Nutzen hinaus und umfasst auch das positive Gemeinschaftsgefühl, den Spaß am »mappen«, aber auch grundsätzliche Ideologien freier Information (Haklay und Weber 2008).

Trotz der weiten Verbreitung entsprechender Interaktionsmuster und korrespondierender Technologien bleiben einige Herausforderungen. Die heterogenen Nutzerstrukturen sowie die Modellierung der Qualität der Daten, z.B. auf Basis der Vertrauenswürdigkeit der erstellenden User (Reputation) in Abhängigkeit von Raum und Zeit (Bishr und Janowicz 2010), gehören zu den offensichtlichen Beispielen. Dennoch hat sich gerade im Fall von OpenStreetMap die Bewertung des praktischen Nutzens über die möglichen Zweifel an der Datenqualität hinweggesetzt, sodass eine stetig wachsende Zahl von Informationsprodukten auf Basis von OpenStreetMap zur Verfügung steht.

Hat das Web 2.0 die Grenzen zwischen Informationsproduzenten und -konsumenten auch verschwinden lassen, so beschränken sich aktuelle GDI-Initiativen nach wie vor auf die Veröffentlichung von (Meta-)Daten bzw. Datenvisualisierungen. Eine stärkere Verzahnung von GDI und VGI erschwert sich daher nicht nur infolge der

im Regelfall proprietären Ansätze zur Datensammlung, Speicherung und Weitergabe im VGI-Kontext, sondern auch aufgrund des recht begrenzten konzeptionellen Fokus traditioneller Geodateninfrastrukturen.

Dennoch birgt eine Konvergenz für beide Ansätze eine offensichtliche Steigerung des Nutzenpotenzials (Castelein et al. 2010). Genannt seien an dieser Stelle die automatische Korrektur oder Annotation von Straßenkarten aus offizieller Hand durch Nutzer-Feedback oder aber auch die Qualitätssicherung nutzergenerierter Datenbestände mit Hilfe amtlicher Daten (z.B. in Bezug auf Lagegenauigkeit etc.).

Um dies effektiv zu ermöglichen ist es jedoch erforderlich, die Architektur von Geodateninfrastrukturen näher an solche Anwendungsfälle zu führen und sich von der Fokussierung auf einen unidirektionalen »Datenvertrieb« zu lösen.

3 GDI und Kollaboration

Die Nutzung von Kollaborationsplattformen, die zunehmende Adaption von Kommunikationsmustern sozialer Netzwerke sowie die breite Verfügbarkeit mobiler Anwendungen verändern die Art und Weise der Zusammenarbeit (verteilt agierender) Arbeitsgruppen und Interessensgemeinschaften (Communities) derzeit nachhaltig. Eine Entwicklung, deren Praxisrelevanz auch in der GI-Domäne stetig zunimmt. So umschreiben MacEachren und Brewer (2004) mit dem Begriff der *Geokollaboration* die durch die Verwendung von Geoinformation und Geoinformationstechnologien (visuell) unterstützte Zusammenarbeit, die nicht nur den Austausch von Information beinhaltet, sondern darüber hinaus auch all jene kooperativen Aktivitäten, die der Behandlung einer gemeinsamen (raumbezogenen) Problemstellung dienen. Neben dem Einsatz z.B. in Planungskontexten (Bo und Guoray 2009) ergeben sich insbesondere durch Einbeziehung von Nahezeitinformation zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten wie beispielsweise im Katastrophenmanagement (Schafer et al. 2007, Resch et al. 2010).

Fasst man den Arbeitsgruppenbegriff weiter, so kann Geokollaboration auch als Teil der politisch zunehmend eingeforderten E-Partizipation verstanden werden, d.h. als »Internet-gestütztes Verfahren, das eine Beteiligung von Bürgern am politischen Entscheidungsprozess ermöglicht« (<http://de.wikipedia.org/wiki/E-Partizipation>). Vor dem Hintergrund des – technologisch wie auch sozial – stark kollaborativ geprägten Web 2.0 ergibt sich gerade durch die GDI-bedingt zunehmende Verfügbarkeit amtlicher Geodaten ein großes Potenzial zum Aufbau neuer, moderner Partizipationsplattformen (Blankenbach et al. 2011), insbesondere wenn hier Open-Data-Prinzipien angewendet werden und eine leicht zugängliche Plattform sowie klare Nutzungsregelungen durch etablierte offene Lizenzen genutzt werden (http://de.wikipedia.org/wiki/Open_Data).

Eine derartige Inwertsetzung des Informationsangebots (amtlicher) Geodateninfrastrukturen ist derzeit jedoch nicht Gegenstand der jeweiligen GDI-Initiativen. Ein Ausbau des bestehenden GDI-Ansatzes hin zu einer flexibel einsetzbaren Geokollaborations-Infrastruktur (Noucher und Golay 2010) würde eine konzeptionelle Ausweitung des technischen und organisatorischen GDI-Rahmens bedeuten. Neben traditionellen Infrastrukturdiensten zur Bereitstellung (amtlicher) Geoinformation sind z.B. Dienste, APIs etc. zur Verfügung zu stellen, die den Aufbau domänenspezifischer (Geo-)Kollaborationsanwendungen unterstützen. Geodateninfrastrukturen könnten so zur *Platform as a Service (PaaS)* ausgebaut werden.

4 GDI und Echtzeitinformation

Ein wesentliche Aufgabe von Geodateninfrastrukturen ist die Bereitstellung umfangreicher und aktueller Geoinformation zur Verbesserung und Beschleunigung von Entscheidungsprozessen (Craglia et al. 2008). Je nach Anwendungsdomäne bedeutet dies, dass neben der räumlichen und thematischen Dimension von Geoinformation häufig auch der zeitlichen Dimension eine zentrale Bedeutung zukommt. Dies ist insbesondere in zeitkritischen Anwendungskontexten wie beispielsweise der Telematik oder dem Katastrophenmanagement der Fall. Hier ist neben der schnellen Verfügbarkeit und einfachen Nutzbarkeit vor allem auch die Aktualität der Daten essenziell. Zeitvariante Daten werden in den verschiedensten Disziplinen (Umweltmonitoring, Wasserwirtschaft, Telematik etc.) mittels entsprechender Sensornetze – häufig in hoher zeitlicher Auflösung – erfasst, jedoch derzeit nur selten interoperabel für Dritte bereitgestellt.

Zur Integration solcher (Nahe-)Echtzeitinformation in Geodateninfrastrukturen steht – neben dem etablierten, aber nicht auf die Bereitstellung raumzeitvarianter Messdaten optimierten GDI-Spezifikationskanon (z. B. WFS) – mit den OGC-Standards zum Sensor Web Enablement (SWE) sowie den hierzu bereits heute verfügbaren Implementierungen eine probate Technologie zur Verfügung. Das SWE-Framework umfasst Webservice-Spezifikationen und Daten-Encoding für den interoperablen Zugriff auf Messdaten, darauf aufsetzende Benachrichtigungsdienste sowie für Dienste zur Aufgabenzuteilung und Konfiguration von Sensoren (Bröring et al. 2011).

Zentrale Spezifikation ist der Sensor Observation Service (SOS). Der SOS-Standard beschreibt einen Webservice zur interoperablen Bereitstellung raumzeitvarianter Sensordaten bzw. Zeitreihen sowie zur Bereitstellung von Metadaten zu den informationsgebenden Sensoren (Bröring et al. 2012). Während zur Kodierung der Sensordaten die Observations-and-Measurements-Spezifikation (O&M, Cox 2011) Verwendung findet, erfolgt das Encoding der Sensor-Metadaten unter Nutzung der Sensor Model Language (SensorML, Botts 2007).

Die SWE-Spezifikationen sind bereits Bestandteil der GDI-DE Architektur (Arbeitskreis Architektur der GDI-DE und Koordinierungsstelle GDI-DE 2010) und werden z. B. von der Bundesanstalt für IT-Dienstleistungen im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (DLZ-IT BMVBS) zur interoperablen Bereitstellung von Pegeldaten genutzt (www.govdata.de/daten/-/details/pegelonline, siehe auch Abb. 1). Eben-



Abb. 1: Anwendung mit angebotenen SWE-Diensten des DLZ-IT BMVBS

so nutzt die Europäische Umweltagentur diese Spezifikation zum interoperablen Austausch raumzeitvarianter Luftqualitätsdaten (Jirka et al. 2012).

Trotz dieser Entwicklungen sind interoperable Angebote georeferenzierter (Nahe-)Echtzeitinformation nur selten. Als Gründe hierfür können Vorbehalte bzgl. der Weitergabe von (Roh-)Messdaten – insbesondere aus Gründen der häufig notwendigen Ad-hoc-Präprozessierung zur Sicherstellung der Datenqualität – sowie der derzeit noch erforderliche Aufwand zur Einführung von SWE-Technologien genannt werden. Letzterer resultiert aus den sehr generisch angelegten Spezifikationen, welche sich für die Abbildung nahezu beliebiger Messdaten und Sensortypen verwenden lassen. Sogenannte Lightweight Profile stellen Lösungsansätze für dieses Problem dar (Jirka 2012).

Neben der standardisierten Bereitstellung von Sensordaten gibt es im Rahmen der Internet-der-Dinge-Bewegung (s. http://de.wikipedia.org/wiki/Internet_der_Dinge) auch Plattformen zur Bereitstellung von nutzergenerierten (Nahe-)Echtzeitdaten wie zum Beispiel Thingspeak (www.thingspeak.com). In Analogie zu den in Abschnitt 2 vorgestellten nutzergenerierten Geodaten ist die Integration solcher Plattformen in offene Sensordaten-Infrastrukturen noch ungelöst. Die Gründe hierfür sind ebenfalls analog zu sehen und liegen beispielsweise in der Heterogenität der genutzten Technologien und Anwendergruppen sowie der Diversität der Anwendungsfälle und Anforderungen.

5 Anwendungsentwicklung und Mainstream-IT

Hinsichtlich der Akzeptanz von (Geo-)Anwendungen kommt dem Entwurf der Benutzerschnittstelle und weitergehend der gesamten Art und Weise, in welcher die Interaktion zwischen Nutzer und Anwendung stattfindet, große Bedeutung zu. Dieses Entwurfsziel wird häufig mit dem Begriff »User Experience« belegt, ins Deutsche übersetzbar in etwa als »Nutzererlebnis« (Moser 2012). Im hier betrachteten Kontext gilt es, eine hohe Nutzer-Akzeptanz für GDI-Dienste konsumierende Websites und (mobile) Anwendungen (z.B. Apps für Smartphones und Tablet-Computer) zu gewährleisten. Dem ganzheitlichen Verständnis der »User Experience« entsprechend ist hierbei – neben der guten Bedienbarkeit (Usability) und Stabilität – auch die Ästhetik der Anwendung explizites Entwurfsziel. Auch werden (Geo-)Anwendungen nur dann effektiv nutzbar sein, wenn die zugrunde liegenden Daten die Ableitung aussagekräftiger, qualitätsgesicherter Information erlauben. Um z.B. flächendeckend Verkehrsflussinformationen aus den GPS-basiert erfassten Bewegungsdaten mobiler Endgeräte ableiten zu können, muss die Anzahl beteiligter Kontributoren (je Zeitintervall) hinreichend groß sein.

Im PC-Einsatz laufen die Client-Anwendungen häufig im Web-Browser ab. Vielfach werden hierbei »reichhaltige« Benutzerschnittstellen (»Rich Internet Applications«, Walter 2008) erwartet, die sich durch etablierte Web-2.0-Technologien (wie z.B. HTML5/JavaScript-basierte Frameworks) realisieren lassen. Die für Software-Entwickler verfügbaren Frameworks sind vielfältig, Einarbeitungsaufwand und technische Komplexität sind dabei in der Praxis nicht zu unterschätzen. Für die Entwicklung »schlanker«, auch mobiler webbasierter Kartenanwendungen stehen zurzeit einige gut integrierbare Mapping-Komponenten zur Verfügung, die jedoch nicht immer die durch die jeweiligen GDI-Initiativen definierten Standards vollumfänglich unterstützen (z.B. Open Layers, Leaflet, Esri JavaScript API oder auch die Geolocation-API, um unter HTML5 auf die GPS-Position eines Geräts zuzugreifen).

Breit einsetzbare »out-of-the-box«-Lösungen, die sich – im Sinne einer Konfiguration – unmittelbar an konkrete Anwendungsszenarien anpassen lassen, fehlen heute allerdings noch weitgehend. Für mobile Endgeräte sind – insofern »native Apps« genutzt werden sollen – zudem meist mehrere Plattformen (Android, iOS etc.) zu unterstützen, was mit einem erhöhten Entwicklungsaufwand einhergeht.

Neben der Bereitstellung der Benutzerschnittstelle kommt den Client-Anwendungen die Aufgabe zu, die vom Anwender bereitgestellten Daten an einen Server zu übertragen oder von dort abzufragen. Insofern bleiben die eingebundenen Dienste nicht ohne Einfluss auf den Client-seitigen Realisierungsaufwand. Vielfach stellt sich praktisch die Frage, statt einer möglicherweise

komplexen Schnittstelle aus dem GDI-Umfeld einfache proprietäre Übergabe-Mechanismen zu wählen (z.B. für die Datenübermittlung einen proprietären HTTP-Put-Befehl statt einer SOS-Insert-Observation-Operation, oder für die Datenabfrage eine einfache JSON-Antwort statt spezialisiertem GML basierend auf komplexen Schema-Vorgaben). Neben dem Entwicklungsaufwand kann dies durchaus auch Kriterien wie die Anwendungsstabilität beeinflussen, sodass sich an dieser Stelle ein Bedarf an einfach gehaltenen Schnittstellen insbesondere auch für Entwickler außerhalb der Geoinformatik-Domäne festzustellen ist. Diese Entwicklergemeinde birgt ein großes bisher ungenutztes Potenzial für kollaborative GDIs.

Aus Sicht der Anwendungsentwicklung besteht daher ein starker Bedarf an einer weitgehenden Orientierung der technischen GDI-Spezifikationen an aktuellen IT-Standards und Best Practices. Nur so lassen sich GDI-Dienste nahtlos in bestehende IT-Landschaften integrieren und Mehrwerte erzielen. Die mitunter schnell stattfindenden Entwicklungen der Mainstream-IT (z.B. unterschiedliche Webservice-Technologien wie SOAP, REST, POX; Erl 2008) sind bei der Weiterentwicklung der GDI-Architekturen sorgfältig zu prüfen.

6 Fazit

Die Ausführungen der vorangegangenen Abschnitte zeigen zahlreiche Möglichkeiten zur Weiterentwicklung von Geodateninfrastrukturen vor dem Hintergrund aktueller informationstechnologischer Trends und daraus resultierender Nutzererwartungen auf. Zu nennen sind insbesondere:

- die Adaption des Web 2.0-Paradigmas hinsichtlich der Einbeziehung nutzergenerierter Informationen zum Aufbau neuer bzw. zur Validierung und Verdichtung bereits bestehender Datenbestände;
- der Ausbau von Geodateninfrastrukturen zu Geokollaborationsplattformen;
- die verstärkte interoperable Bereitstellung von (Nahe-) Echtzeitinformation mittels leichtgewichtiger und damit leicht integrierbarer Dienste-Schnittstellen;
- eine verstärkte Orientierung der technischen GDI-Spezifikationen an aktuellen IT-Standards und Best Practices zur effizienteren Integration von GDI-Diensten in bestehende IT-Landschaften und damit zur besseren Inwertsetzung bereits bestehender Informationsangebote.

Das aus den meisten der genannten Punkte resultierende Erfordernis einer stärkeren Berücksichtigung kollaborativer Anwendungskontexte führt jedoch unmittelbar zu der Frage, inwieweit dies im Kern der aktuellen GDI-Initiativen zu erfolgen hat oder durch komplementäre Entwicklungen (z.B. im weiteren E-Government-Umfeld oder im Rahmen von Open-Data-Initiativen) aufgegriffen wird. Unabhängig von der Beantwortung dieser Frage

ist jedoch die Notwendigkeit des nachhaltigen Auf- und Ausbau einer lebendigen Nutzergemeinde, was eine steti-
ge und agile Anpassung des technologischen und organi-
satorischen GDI-Rahmens an die jeweiligen Bedürfnisse
voraussetzt.

Literatur

- Arbeitskreis Architektur der GDI-DE und Koordinierungsstelle GDI-DE (Hrsg.): Architektur der Geodateninfrastruktur Deutschland Version 2.0, Konzept zur fach- und ebenenübergreifenden Bereitstellung und Nutzung von Geodaten im Rahmen des E-Government in Deutschland. GDI-DE, 2010.
- Bishr, M., Janowicz, K.: Can we trust information? – The case of volunteered geographic information. In: Towards Digital Earth Search Discover and Share Geospatial Data Workshop at Future Internet Symposium, Vol. 640, 2010.
- Blankenbach, J., Schaffert, M., Wieser, E.: Über Web 2.0 und GDI zur ePartizipation 2.0. TU Darmstadt, Report, 2011. URL: http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/2692/1/ePartizipationWeb20%26GDI_tuprints.pdf.
- Bo, Y., Guoray, C.: Facilitating participatory decision-making in local communities through map-based online discussion. Proceed. 4th Intern. Conf. on Communities and Technologies, ACM, New York, 2009.
- Botts, M.: OpenGIS Sensor Model Language (SensorML) Implementation Specification Version 1.0.0 (OGC 07-000). Wayland, MA, USA, Open Geospatial Consortium Inc., 2007.
- Bröring, A., Echterhoff, J., Jirka, S., Simonis, I., Everding, T., Stasch, C., Liang, S., Lemmens, R.: New Generation Sensor Web Enablement, Sensors, 11(3), pp. 2652–2699, 2011.
- Bröring, A., Stasch, C., Echterhoff, J. (eds.): OGC Sensor Observation Service Interface Standard Version 2.0 (OGC 12-006). Wayland, MA, USA, Open Geospatial Consortium Inc., 2012.
- Castelein, W., Grus, L., Crompvoets, J., Bregt, A.: A characterization of Volunteered Geographic Information. 13th AGILE Intern. Conf. on Geographic Information Science, Portugal, 2010.
- Cox, S.: Observations and Measurements – XML Implementation Version 2.0 (OGC 10-025r1). Wayland, MA, USA, Open Geospatial Consortium Inc., 2011.
- Craglia, M., Goodchild, M.F., Annoni, A., Camara, G., Gould, M., Kuhn, W., Mark, D., Masser, I., Maguire, D., Liang, S., Parsons, E.: Next-generation Digital Earth: A position paper from the Vespucci Initiative for the Advancement of Geographic Information Science, Intern. Journal of Spatial Data Infrastructures Research, 3, pp. 146–167, 2008.
- Diaz, L., Remke, A., Kauppinen, T., Degbelo, A., Foerster, T., Stasch, C., Rieke, M., Schaeffer, B., Baranski, B., Bröring, A., Wytzisk, A.: Future SDI – Impulses from Geoinformatics Research and IT Trends. Intern. Journal of Spatial Data Infrastructures Research, Vol. 7, pp. 378–410, 2012.
- Erl, Thomas: SOA: Entwurfsprinzipien für eine serviceorientierte Architektur. Addison-Wesley, München, 2008.
- Goodchild, M.F.: Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography. In: GeoJournal. 69, No. 4, pp. 211–221, 2007.
- Gross T., Koch, M.: Computer-Supported Cooperative Work: Interaktive Medien zur Unterstützung von Teams und Communities. Oldenbourg-Verlag, München, 2007.
- Haklay, M., Weber, P.: OpenStreetMap: User-Generated Street Maps. Pervasive Computing, IEEE, Vol. 7, Issue 4, pp. 12–18, 2008.
- Hanseth, O., Lyytinen, K.: Design theory for dynamic complexity in information infrastructures: the case of building internet, Journal of Information Technology, 25, pp. 1–19, 2010.
- Jirka, S., Bröring, A., Kjeld, P. C., Maidens, J., Wytzisk, A.: A Lightweight Approach for the Sensor Observation Service to Share Environmental Data across Europe, Transactions in GIS, 16(3), pp. 293–312, 2012.
- MacEachren, A.M., Brewer, I.: Developing a Conceptual Framework for Visually-enabled Geocollaboration. Intern. Journal of Geographical Information Science, 18, 1, pp. 1–34, 2004.
- Moser, Christian: User Experience Design. Springer-Vieweg, Berlin/Heidelberg, 2012.
- Noucher, M., Golay, F.: From the Assessment of Spatial Data Infrastructure to the Assessment of Community of Practice: Advocating an Approach by Uses. GeoValue 2010, Hamburg (Germany), Sept. 30–Oct. 2, 2010. URL: http://infoscience.epfl.ch/record/151696/files/GeoValue2010_Noucher_Golay_final.pdf.
- Papsdorf, Christian: Wie Surfen zur Arbeit wird: Crowdsourcing im Web 2.0. Campus, Frankfurt/Main, 2009.
- Resch, B., Schmidt, D., Blaschke, T.: Enabling Geographic Situational Awareness in Emergency Management. Proceed. of the 2nd Geospatial Integration for Public Safety Conference, New Orleans, Louisiana, USA, 2007.
- Schafer, W.A., Ganoë, C.A., Carroll, J.M.: Supporting Community Emergency Management Planning through a Geocollaboration Software Architecture. Journal Computer Supported Cooperative Work, Vol. 16, Issue 4–5, pp. 501–537, 2007.
- Scharl, A., Tochtermann, K. (eds.): The Geospatial Web: How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society. Springer, London, 2007.
- Walter, H.-D.: »Rich Internet Applications« – Eine perfekte Kombination benutzerfreundlicher Schnittstellen und Technologien. Informatik-Spektrum, Bd. 31, Springer, Berlin: S. 333–343, 2008.
- Wang, T., Zhang, Q., Liu, Z., Liu, W., Wen, D.: On Social Computing Collaboration Research Patterns: A Social Network Perspective. Frontiers of Computer Science, Vol. 6(1), pp. 122–130, 2012.

Anschrift der Autoren

Prof. Dr. Andreas Wytzisk
Hochschule Bochum
Fachbereich Geodäsie
Lennershofstraße 140, 44801 Bochum
andreas.wytzisk@hs-bochum.de

Prof. Dr. Benno Schmidt
Hochschule Bochum
Fachbereich Geodäsie
Lennershofstraße 140, 44801 Bochum
benno.schmidt@hs-bochum.de

Daniel Nüst
52°North GmbH
Martin-Luther-King-Weg 24, 48155 Münster
d.nuest@52north.org