

Überlegungen zu einem prototypischen Knoten der Marinen Dateninfrastruktur Deutschland

Jörn Kohlus, Hans-Christian Reimers und Britta Diederichs

1 Einleitung

Seit dem Jahre 2010 wird eine Marine Dateninfrastruktur für Deutschland (MDI-DE) aufgebaut (vgl. LEHFELDT & MELLES 2011). Der steigende Druck auf die intensiv genutzten Küstenregionen und Meere erfordert zunehmend eine themenübergreifende Auswertung aller Daten, die für Erhalt, Funktionsfähigkeit und Schutz der marinen Lebensräume erforderlich sind. Weitere Gründe für eine übergreifende marine Dateninfrastruktur sind in der zunehmenden Komplexität aktueller Fragestellungen im Zusammenhang mit anthropogenen Veränderungen mariner Ökosysteme sowie in den globalen Klimaveränderungen und den daraus resultierenden Anforderungen an den Küstenschutz zu sehen. Nicht zuletzt erfordern die rechtlich verankerten europäischen Berichtspflichten, wie z. B. für die *EU-Wasserrahmenrichtlinie* (WRRL), die *Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie* (FFH-RL) sowie die jüngst in Kraft getretene *Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie* (MSRL) ein geeignetes Datenmanagement, um die z. T. bereits bewerteten Informationen des Monitorings in zügiger und nachvollziehbarer Form verfügbar zu machen (KOHLUS & REIMERS 2011).

Die MDI-DE basiert auf der flexiblen Netzwerkstruktur des Nord- und Ostsee Küsteninformationssystems (NOKIS; vgl. LEHFELDT & REIMERS 2009, LEHFELDT et al. 2008). In ihr werden die zahlreichen partizipierenden Einrichtungen mittels eigenständiger Knoten eingebunden.

Eine zentrale Aufgabe im Projekt MDI-DE ist festzulegen, welche Eigenschaften und welchen Aufbau diese Knoten zur Anknüpfung der Partneereinrichtungen an die MDI-DE haben sollten.

Schon während des NOKIS-Vorhabens, aber auch nach Projektende, hat die schleswig-holsteinische Nationalparkverwaltung den lokalen NOKIS-Knoten um Komponenten für den Datenzugriff erweitert (KOHLUS et al. 2009). Diese Komponente des NOKIS-Netzwerkes soll daher als Prototyp für lokale Knoten der MDI-DE im Rahmen des Projektes weiterentwickelt werden.

2 Lokale Knoten in der MDI-DE

Das Konzept der MDI-DE geht von einem zentralen Anlaufpunkt in Form eines Portals aus. Dieses Portal wird beim Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) angesiedelt. Dort stehen bereits heute umfangreiche Meeresdaten des Bundes und der Länder zur

Bundesanstalt für Wasserbau 106 ✓
KFKI – Bibliothek
Wedeler Landstraße 157 22559 Hamburg

Eingang: 01. M. 2011

Signatur: E 35966 Zk

118 Überlegungen zu einem prototypischen Knoten der Marinen Dateninfrastruktur

Verfügung und sind zum Teil in eine Geodateninfrastruktur (gdi.bsh.de) integriert. Sie können von dort über einen *Web-Mapping-Service* (WMS) genutzt werden. Für den Metadaten dienst NOKIS werden dort ebenfalls die zentralen Komponenten bereitgestellt (LEHFELDT & MELLES 2011).

Eine verteilte Infrastruktur besteht vorwiegend aus dezentralen Einheiten, also den Dateninfrastrukturen der Partner der MDI-DE. Bei mehr als zehn Einrichtungen stellt sich die Frage, wie können heterogene Systeme, die aus lokalen Datenbanken, aus Geodaten oder auch nur aus einzelnen Dateien in Dateisystemen bestehen, in die übergeordnete Dateninfrastruktur integriert werden.



Abb. 1: Weiterentwicklung des NOKIS-Knotens in Schleswig-Holstein mit Datenpräsentation und Erläuterungen (<http://s-h.nokis.org/cadenza/home.xhtml>)

Anzuehen ist hierbei der gesamte Kanon an Aufgaben bei der Einbindung von Daten in einer Geodateninfrastruktur. Methoden, Daten, Technologien und Standards sind für eine gemeinsame Nutzung anzupassen oder zu entwickeln. Um eine Interoperabilität der Daten in einer komplexen, multidisziplinären Infrastruktur wie der MDI-DE herzustellen, ist ein langwieriger Diskurs über semantische Konzepte, Messprogramme, wie auch die Entwicklung von Entscheidungsstrukturen etc. erforderlich. Daten standardisiert zu beschreiben, in

austauschfähiger Form in einer dienste-basierten technologischen Struktur verfügbar zu machen, ist hierbei eine zumindest teilweise abgrenzbare Aufgabe.

Als Knoten der MDI-DE werden hierbei Systeme der Partner verstanden, die zur Bereitstellung von Daten, Metadaten und Services dienen. Daten und Metadaten sind einer Standardisierung unterzogen worden, und Dienste entsprechen den Konventionen in der MDI-DE. Zudem unterstützen diese Knoten die Datenvermittlung an weitere assoziierte Kommunikationspartner der an der MDI-DE beteiligten Einrichtungen. Sie können auch für die Darstellung eigener Belange, Informationen, Daten oder Analysen verwendet werden. Schließlich ist zu berücksichtigen, dass Partner unter bestimmten Voraussetzungen einen Knoten gemeinsam betreiben wollen. Dabei können im Sinne einer organisatorischen Kaskadierung unterschiedliche Hierarchielevel oder Teile einer Institution ihre jeweiligen Sektionen und Informationsangebote auf dem Knoten bereitstellen. Zudem kann – wie bereits mit dem Konzept des Vorhabens NOKIS gezeigt – mit einem solchen Knoten einfach auf Neustrukturierungen des institutionellen Umfelds reagiert werden (KOHLUS 2005).

2.1 Der schleswig-holsteinische NOKIS-Knoten

Der NOKIS-Knoten der Nationalparkverwaltung für das Schleswig-Holsteinische Wattenmeer wurde schon während der Projektlaufzeit von NOKIS so weit ausgebaut, dass neben den Metadaten auch Fachdaten verfügbar gemacht wurden. Weitere Arbeiten nach Abschluss von NOKIS ließen hier ein System entstehen, dessen Weiterentwicklung sich für einen Knoten der MDI-DE anbietet (KOHLUS et al. 2009). Auf dem NOKIS-Knoten in Schleswig-Holstein werden nicht nur die Metadaten der Nationalparkverwaltung bereitgestellt, sondern auch viele Informationen des Monitorings in bereits aufbereiteter Form mittels der Berichtssoftware Cadenza zugänglich gemacht (vgl. Abb. 1). Die Software stellt Dienste bereit, die eine vordefinierte Darstellung der Daten ermöglichen.

Im NOKIS-Profil gibt es die Möglichkeit, Daten mit einem Dienst zu verknüpfen, der mit dem NOKIS-Dienste-Profil beschrieben wurde. Ausgehend von den Metadaten lässt sich damit ein Zugang zu den gesuchten Informationen per vordefinierten Dienst finden. Für einige Beispiele wurde eine Darstellung räumlicher Daten in Form von Kartenabbildungen bereits realisiert.

Im Nachgang des Projektes NOKIS wurden für den Schleswig-Holstein-Knoten zusammen mit der Firma disy Verfahren erarbeitet, bei denen zusätzlich zur Darstellung der Daten auch die Möglichkeit besteht, sich aus der Software heraus die zugehörigen Metadaten im NOKIS-System „per Klick“ anzeigen zu lassen. Dies erfolgt durch eine gezielte Verlinkung über die UUID der Metadaten (vgl. Abb. 2).

120 Überlegungen zu einem prototypischen Knoten der Marinen Dateninfrastruktur

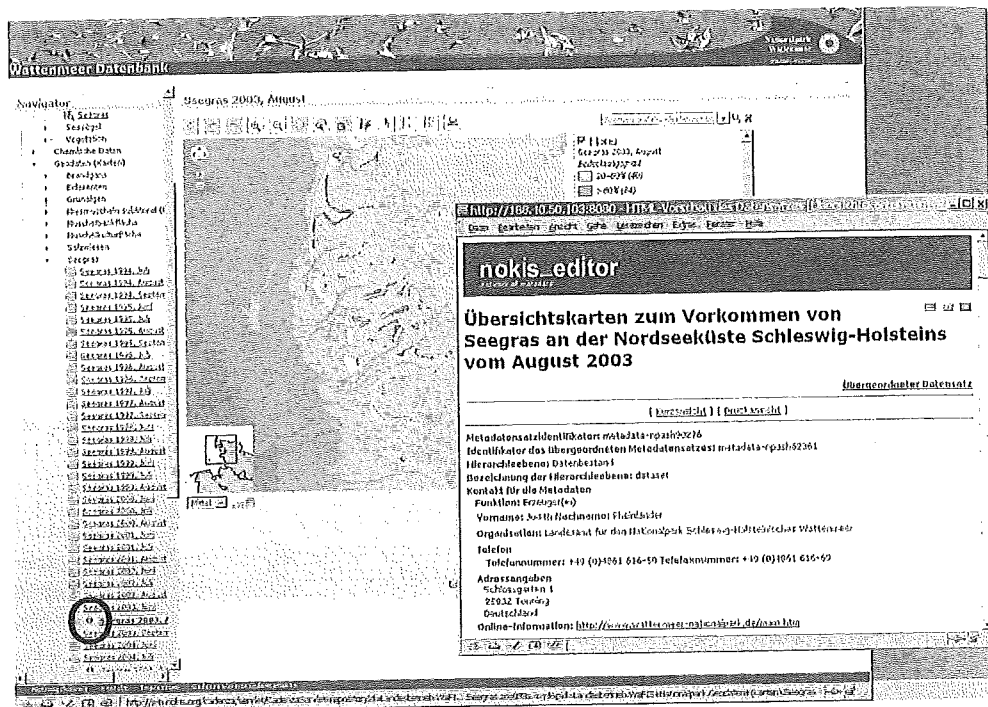


Abb. 2: Verknüpfung (Button im Kreis) der Datenrepräsentation mit den zuzuordnenden Metadaten von NOKIS in der Software Cadenza

Für den Nutzer ergibt sich so bereits der Eindruck einer engen Verknüpfung von Daten, Metadaten und Diensten. Allerdings braucht es zur Herstellung der beiderseitigen Verbindungen Kenntnisse von XML und der verwendeten Software sowie einen großen Zeitaufwand. Für eine produktive Anwendung fehlen Tools und Instrumente zur halbautomatischen Generierung der Verknüpfungen.

2.2 Ziele der Weiterentwicklung

Das NOKIS-Geometadaten-Profil ist weitgehend konform zu den Anforderungen von INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) und GDI-DE (SEILBR 2010a, SEILER 2010b). Geringe Anpassungen sind hier noch vorzunehmen. Aber nicht nur kartographische Daten sind für das Berichtswesen entsprechend den verschiedenen Richtlinien (KOHLUS et al. 2009, KOHLUS & REIMERS 2011) erforderlich, sondern auch Datenreihen, die vor allem durch ihren zeitlichen Bezug charakterisiert sind, müssen beschreibbar sein. Viele verschiedene Initiativen (z. B. JIRKA & ECHTERHOFF 2009, KLIPP et al. 2009) bemühen sich um solche, häufig durch Sensoren erfassten Zeitreihen und stützen

sich dabei oft auf die *Sensor Web Enablement* (SWE)-Architektur. Zur Beschreibung der Daten wird die *Sensor Model Language* (SensorML) (OGC 2007) verwendet.

Im Arbeitsfeld der MDI-DE handelt es sich aber nicht nur um Zeitreihen aus technischen Messungen, für deren Vermittlung und Beschreibung gute Konzepte bestehen, sondern auch um biologische Beobachtungsdaten, die sich nicht einfach mit diesen Ansätzen fassen lassen. Eine typische Herausforderung sind beispielsweise die Rastvogelzählungen: Möglichst nah zum monatlichen Springtidehochwasser werden die Vögel entlang der gesamten Küsten gezählt (BLEW et al. 2005). Es sind Distanzmessungen, wie bei der Fernerkundung vom Satelliten, nur stehen hier Zähler oder Zählergruppen mit Ferngläsern meist auf dem Deich und bilden ein Messnetz über mehrere hundert Zählgebiete. Erfasst werden Individuen je Art. Das Vorgehen wird wie bei physikalischen Messungen stark von Sekundärbedingungen – Wetter, Vegetationshöhe usw. – beeinflusst, wobei der Messfehler bei geringer Individuenzahl mehrere 100% betragen kann. Bei hohen Individuenzahlen liegt er dagegen oft nur bei wenigen Prozent. Der Messfehler ist so durchaus abhängig von der jeweiligen Art, aber auch von ihrem Verhalten und ist zudem noch räumlich unterschiedlich.

Im Rahmen von NOKIS wurde früh ein proprietäres Metadatenprofil zur Beschreibung komplexer Zeitreihenmessungen implementiert, dessen Konzeption ähnlich dem späteren Entwurf der OGC (OGC 2007: 32ff) ist. Eine Umsetzung des hier vereinfacht dargestellten Messverfahrens wurde im Rahmen des Vorhabens getestet. Mit geringfügigen Anpassungen des NOKIS-Metadatenprofils für Zeitreihen ist eine vollständige Beschreibung möglich, war allerdings vom Arbeitsaufwand her nicht umsetzbar. Am Ende wurde eine stark abstrahierte Beschreibung des Datenproduktes erstellt. Ob das Modell der OGC (2007) die notwendige Rekursionstiefe bietet und zur Abbildung auch solcher komplexen Verfahren geeignet ist, wird zu diskutieren sein. Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob die Messergebnisse als Eigenschaften der Messung oder die Messung als Eigenschaft dem Verfahren zugeordnet werden. Weiterhin ist zu untersuchen, wieweit solche oder ähnliche Erfassungen mit den Ansätzen von SensorML sinnvoll zu beschreiben sind und ob hierfür eine Adaption der SWE-Architektur vorteilhaft ist.

Ausgehend von INSPIRE und den Berichtsanforderungen wird die Bereitstellung der Daten mittels WMS bei den Partnern umzusetzen sein. Schwieriger ist die Übergabe weiter analysierbarer Daten per *Web-Feature-Service* (WFS). Bedingt durch unterschiedliche Datenmodelle der Geosoftware ist die Nutzung der Features per WFS mittels der *Geography Markup Language* (GML) oft nicht direkt möglich.

Die auf den lokalen Knoten zur Verfügung gestellten Dienste für Metadaten und Daten entsprechend der INSPIRE-Richtlinie müssen auf Konformität gegenüber der GDI-DE, der MDI-DE und der *Geodateninfrastruktur Schleswig-Holstein* (GDI-SH) geprüft und ggf. angepasst werden. Zusammen mit dem Zentrum für Geoinformation der Universität Kiel (ZfG) wird für die Verbindung zur GDI-SH eine Testumgebung erstellt.

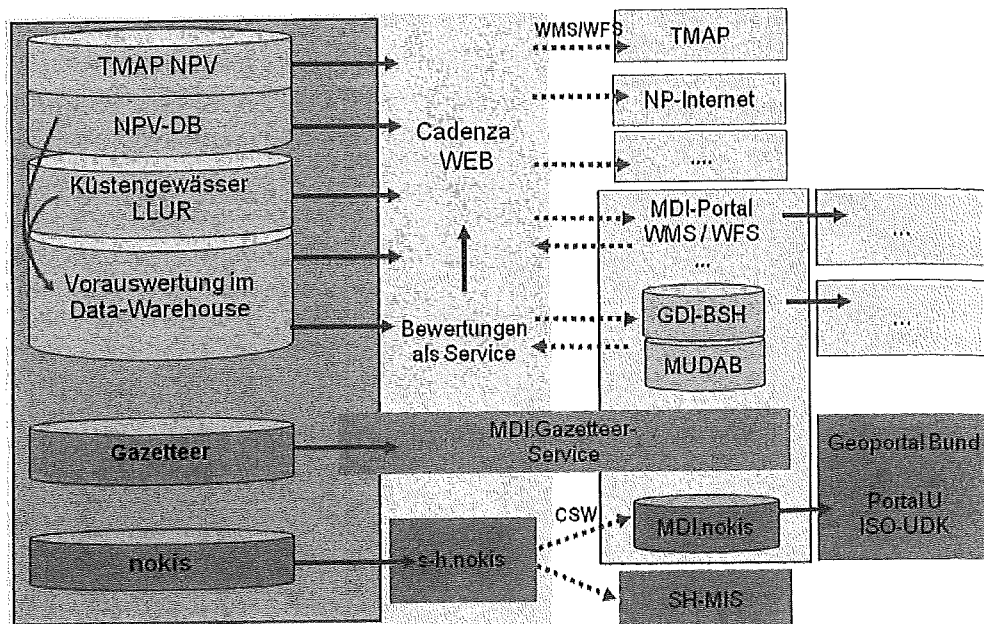


Abb. 3: Aktuelle Komponenten des Schleswig-Holstein Knotens für die MDI-DE (links) und vereinfachte Kommunikationsstruktur

Zu den Besonderheiten des MDI-Knotens (vgl. Abb. 3) für Schleswig-Holstein gehört, dass der Knoten gemeinsam vom Dezernat Küstengewässer im Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) und der Nationalparkverwaltung im Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz (LKN) genutzt werden soll. Daten beider Einrichtungen sollen auf dem Server zusammengeführt und teilweise gemeinsam verwendet werden. Hierzu ist es erforderlich, bestehende Abfragen auf die lokalen Fachdatenbanken beider Einrichtungen für die küstenbezogenen Datenauszüge auf dem Knoten zu transformieren und zusammenzuführen. Darüber hinaus sind übergreifende Abfragen in einem gemeinsamen Repository mit der Software Cadenza zu verwalten.

2.3 Weitere Partner

Die Datenverarbeitungsstrukturen bei den Partnern der MDI-DE sind unterschiedlich ausgeprägt und entwickelt. Beim Helmholtzzentrum Geesthacht (HZG, zuvor GKSS), besteht ein ausgefeiltes System zur Datenverarbeitung und -bereitstellung in einer weit entwickelten Infrastruktur. Dort ist das Interesse an der Entwicklung des prototypischen Knotens in Schleswig-Holstein vorwiegend informeller Art, um mit den gesammelten Erfahrungen das eigene System zur Partizipation an der MDI-DE weiter zu entwickeln. Der niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) und die National-

parkverwaltung für das Niedersächsische Wattenmeer nutzen bisher die im Rahmen des Projektes NOKIS erstellten Lösungen. Ebenso wie beim Common Wadden Sea Secretariat (CWSS), aber auch in Mecklenburg-Vorpommern beim Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) kann der Prototyp die Basis für eine konkrete Implementierung darstellen.

3 Die Implementierung von Berichtsverfahren

3.1 Ein Beispiel mit halboffener Fragestellung

Ein Grundproblem automatisierter Verfahren besteht darin, dass es eine nicht vollständig eingrenzbar Zahl von Sondersituationen gibt, die keine stetige Bewertung von biologischen Beobachtungen nach durchgängig gleicher Methode zulässt. So können außergewöhnliche Witterungsverhältnisse zu Ausreißern führen, die nicht vorher quantifizierbar sind. Der Wunsch, einen Beobachtungszeitraum nicht oder nur geringer gewichtet in die Ergebnisse einfließen zu lassen, kann sich hieraus aufgrund vorhandener Expertise ergeben.

Die Bewertungen der Parameter für die Berichtsverfahren setzen sich oft aus Bewertungen von Einzelfaktoren zusammen. Eine offene Frage ist, ob bereits bei den Zwischenergebnissen der Bewertung interaktiv durch Fachexperten eingegriffen werden sollte, oder Korrekturen an der Endbewertung mit Kommentierung vorzunehmen sind. Das letztere Vorgehen – die begründete Neubewertung des Ergebnisses – ist besser nachvollziehbar und scheint daher größere Transparenz zu bieten.

Allerdings gibt es eine zweite Schnittstelle für Expertenwissen: Beobachtungen sind oft lückenhaft, da Daten aus nachvollziehbaren Gründen nicht vergleichbar zu weiteren Erfassungen erhoben werden konnten. So können mitunter Teilgebiete durch Sonderbedingungen wie Nebel, Hochwasser oder Sturm nicht erreichbar sein. Auch Beobachter oder Instrumente können ausfallen. So werden bei Zählungen von Rastvögeln seit langem komplexe Algorithmen zum Lückenschluss der Beobachtungsdaten (z. B. BLEW et al. 2005) verwendet oder die Zählungen von Robben im Wattenmeer in Expertenrunden bereinigt. Hier setzt die Neubewertung im Sinne einer Datenkorrektur bereits vor der Bewertung ein und die Veränderungen durch Expertenwissen sind eng an die Erhebungsverfahren gebunden.

Hier liegen Grenzen der Automatisierung, die ihre Aufgabe aber darin haben können, nach transparenten Verfahren eine Voreinstufung durchzuführen und die Ergebnisse in grafisch aufbereiteter Form für die Überarbeitung durch Experten bereit zu stellen.

3.2 Fragen zur Umsetzung

Es sind nicht nur fachliche Fragen der Expertise, die sich bei der Umsetzung eines Bewertungsverfahrens stellen. Die Implementierung von Berichtsverfahren zur Bewertung bedarf der Definition, in welcher Form solche Berichte erstellt werden, wie die Berichtsprodukte auszusehen haben und welche Teile der Berichtserstellung durch automatische oder interak-

tive Dienste unterstützt werden können. In einem zweiten Schritt ist zu klären, welche technischen Verfahren hierfür genutzt werden können und wie ein solches System produktiv genutzt werden kann.

Für eine Beantwortung des ersten Fragenkomplexes sind die Anforderungen des Berichtswesens, die in den Richtlinien und Begleitpapieren definierten Eigenschaften der Berichte zu analysieren und in Relation zu den aus dem Monitoring ableitbaren Resultaten zu stellen.

Ausgehend vom Beispiel und der Umsetzung für die WRRL wird als Endprodukt eine fünfstufige Klassifikation von Wasserkörpern, hier für Teilgebiete der Küstengewässer, gefordert. Ein Produkt, das eine solche Bewertung transportiert, setzt sich aus den Geometrien der Bezugsräume und der jeweils zugeordneten Bewertungsklasse zusammen. Diese Angaben lassen sich mithilfe von Grafiken und kommentierenden Texten ergänzen und erläutern. Unabhängig von den Richtlinien und vom Verfahren oder den Qualitätskomponenten sind es immer die typischen Elemente der Berichtsverfahren, wie in KOHLUS et al. 2009 dargestellt.

Die Konzeption von INSPIRE und der Ansatz, dass die Daten möglichst nahe der erhebenden Einrichtung – den Datenerzeugern – verfügbar sein sollen, drückt nicht zuletzt das Bedürfnis nach Transparenz und Nachvollziehbarkeit aus, das hier zudem mit einer fachlich qualifizierten Datenpflege verbunden wird.

Expertise im Sinne von Korrekturen an den einfließenden Daten und deren Bewertung ist – wie oben erläutert – unabdingbar, muss aber im Sinne der Nachvollziehbarkeit in der Form des Berichtes nachzuverfolgen sein. Bei einem teilautomatisierten Vorgehen müssen entsprechende Bereiche für eine Kommentierung berücksichtigt werden.

Aus den Schritten von der Felderhebung bis zum Bericht lassen sich Strukturen des Vorgehens abstrahieren, die sich in der Form der Berichte niederschlagen sollten. Letztlich kann aber das Berichtsprodukt durchaus als eine Zusammensetzung von automatisiert erstellten Elementen und interaktiv eingebrachten Ergänzungen definiert werden. Hiermit wird ein hohes Maß an Vergleichbarkeit und Transparenz auf Seiten der Berichtserstellung sichergestellt; Stetigkeit in der Form ist für die Beurteilung zu fordern.

Die digitale Umsetzung eines Bewertungsverfahrens von den Eingangsdaten bis zum Berichtsprodukt soll anhand der Seegrasvorkommen an der Schleswig-Holsteinischen Westküste (REISE & KOHLUS 2008, VAN DER GRAAF et al. 2010) für die Wasserrahmenrichtlinie erprobt werden. Für Teile des Bewertungsverfahrens gibt es bereits seitens einer Experten-Gruppe einen Entwurf. Dabei herrscht über die konkreten Grenzwerte noch keine Einigkeit, so wie für die Einbindung von Zusatzuntersuchungen noch kein akzeptiertes Konzept existiert.

Das Basisverfahren für die Grundbewertung kann aber aus technischer Sicht flexibel implementiert werden. Auf dieser Grundlage können Konzepte entwickelt sowie deren Umsetzung für die Datenbereitstellung und automatisierte Bewertung, verbunden mit der Generierung einer Berichtsvorlage, etabliert und erprobt werden.

4 Fazit und Ausblick

Der Erfolg einer Geodateninfrastruktur hängt davon ab, ob es gelingt, die zugehörigen Ressourcen in ihrem Netzwerk verfügbar zu machen. Der Aufbau der lokalen Knoten ist daher von zentraler Bedeutung. NOKIS entstand durch offene Kooperation als selbst gestecktes Ziel der Partner. Die dort geleisteten Entwicklungen bilden zukünftig eine wesentliche Grundlage zur Erfüllung von rechtlich verbindlichen Anforderungen.

Diese gesetzlichen Verpflichtungen erzeugen einen hohen Erwartungsdruck in einem engen zeitlichen Rahmen. Das gilt auch für die Umsetzung von Berichtspflichten und Bewertungsverfahren. In vielen Fällen fehlen hierfür noch die fachlichen Vorgaben, sodass sich eine technologische Umsetzung im Vorhaben nur auf prototypische Entwicklungen beziehen kann.

Nur wenn es gelingt, diese fachlichen Vorgaben für alle Bewertungsverfahren zu erarbeiten und sich auf verbindliche Absprachen wie eine gemeinsame Semantik zu einigen, kann eine erfolgreiche Infrastruktur entstehen. Diese Herausforderungen gilt es in der organisierten Zusammenarbeit der Partner anzugehen.

5 Literatur- und Quellenverzeichnis

- Blew, J., Günther, K., Laursen, K., van Roomen, M., Südbeck, P., Eskildsen, K., Potel, P. & H.-U. Rösner (2005): Overview of Numbers and Trends of Migratory Waterbirds in the Wadden Sea 1980-2000. In: Blew, J. & P. Südbeck (eds.), Wadden Sea Ecosystem No. 20: 7-132. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Joint Monitoring Group of Migratory Birds in the Wadden Sea. Wilhelmshaven.
- Jirka, S. & J. Echterhoff (2009): Einsatz von OGC Sensor Web Enablement-Komponenten zur zuverlässigen Branderkennung. Abstract zur Geoinformatik 2009, Osnabrück.
- Klipp R., Mothes M. & C. Michl (2009): SensorWeb-WSV - OGC-Konformer Zugriff auf hydrologische Messwerte der Bundeswasserstraßen, In: Tagungsband FOSSGIS 2009, S. 79-84.
- Kohlus, J. (2005): North Sea and Baltic Sea Coastal Information System - Nord- und Ostsee KüstenInformationsSystem, Posterpresentation, CoastGIS 2005, Aberdeen.
- Kohlus, J. & C.-H. Reimers (2011): Neue Herausforderungen im Datenmanagement für das europäische Meeresmonitoring - Das Projekt MDI-DE: Marine Daten-Infrastruktur in Deutschland. In: Schwarzer, J., Schrottke, K. & Stattegger, K. (eds.): From Brazil to Thailand - New Results in Coastal Research, Coastline Reports 16 (2010), EUCC - Die Küsten Union Deutschland e.V., Rostock., pp 150-160.
- Kohlus, J., Diederichs, B., Kazakos, W. & C. Heidmann (2009): Von den Metadaten zum Bericht. In: Traub, K-P., Kohlus, J. & T. Lüllwitz (Hrsg.): Geoinformationen für die Küstenzone - Band 2. Beiträge des 2. Hamburger Symposiums zur Küstenzone und

126 Überlegungen zu einem prototypischen Knoten der Marinen Dateninfrastruktur

- Beiträge des 7. Strategie-Workshops zur Nutzung der Fernerkundung im Bereich der BfG/Wasser- und Schifffahrtsverwaltung; S.137 - 152, Norden, Halmstad.
- Lehfeldt, R. & J. Melles (2011): Die Marine Dateninfrastruktur Deutschland MDI-DE. In diesem Band.
- Lehfeldt, R., H.-C. Reimers (Hrsg.) (2009): Informations-Infrastrukturen für Nord- und Ostseeküste als Beitrag zu einem Integrierten Küstenzonenmanagement. Informations-Infrastrukturen für ein Integriertes Küsteningenieurwesen (03 KIS 049, KFKI) und für einen Integrierten Küstengewässerschutz (03F0412B, LLUR). Abschlussbericht 01.09.2004 - 31.10.2008.
- Lehfeldt, R., H.-C. Reimers, J. Kohlus & F. Sellerhoff (2008): A Network of Metadata and Web Services for Integrated Coastal Zone Management Proc. International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries COPEDEC - Feb.24-28. Dubai, U.A.E. Cyber Proceedings. Paper 207.
- OGC - Open Geospatial Consortium (ed.) (2007): OpenGIS® Sensor Model Language (SensorML) Implementation Specification, Ref. OGC® 07-000. [<http://www.opengeospatial.org/standards/sensorml>].
- Reise K. & J. Kohlus (2008): Seagrass recovery in the Northern Wadden Sea? Helgol Mar Res 62, 77-84, DOI 10.1007/s10152-007-0088-1.
- Seiler, M. (2010a): Semiautomatische Ableitung INSPIRE-konformer Metadaten. Geographischen Institut der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. Diplomarbeit.
- Seiler, M. (2010b): Semiautomatische Ableitung INSPIRE-konformer Metadaten. Fachbeitrag im GI Fachausschuss Informatik für Umweltschutz, Nachhaltige Entwicklung und Risikomanagement, Rundbrief Nr. 47, Jul. 2010, S. 8-11.
- van der Graaf, S., Jonker, I., Herlyn, M., Kohlus, J., Fogh Vinther, H., Reise, K., de Jong, D., Dolch, T., Bruntse, G. & J. de Vlas (2010): Seagrass. - Thematic Report No. 12. In: Marencic, H. & J. De Vlas (eds.) (2009): Quality Status Report 2009. WaddenSea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven.