

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Article, Published Version

**Kohlus, Jörn; Rieger, Anna**

## **Webbasierte Verfahren zur ökologischen Bewertung von Makrophyten**

Die Küste

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:  
**Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI)**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/101727>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Kohlus, Jörn; Rieger, Anna (2014): Webbasierte Verfahren zur ökologischen Bewertung von Makrophyten. In: Die Küste 82. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 117-129.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



# Webbasierte Verfahren zur ökologischen Bewertung von Makrophyten

Jörn Koblus und Anna Rieger

## Zusammenfassung

Durch die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Europäischen Union und noch weitergehend im Ansatz der Meeresstrategierahmenrichtlinie (MSRL) werden Länder- und Regionen übergreifende vergleichbare Monitoring- und Bewertungsverfahren gefordert. Die Bezugsräume für die Bewertung werden dabei an Wassereinzugsgebiete angelehnt und nach hydrologischen Merkmalen im Küstengebiet definiert.

Mittels einer Vielzahl hydrologischer, biologischer und chemischer Qualitätskomponenten soll der Umweltzustand bewertet und anschließend nach den Anforderungen der INSPIRE-Richtlinie (engl. „*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*“) für die Europäische Kommission bereitgestellt werden.

Konsequent verfolgt bedeutet dieses, dass auch Bewertungsprozesse sowie die Bereitstellung der Ergebnisse aus der Bewertung mittels der von INSPIRE geforderten Technologien erfolgen. Nicht nur die Daten des Monitorings selbst, sondern auch die Bewertung wird nachvollziehbar automatisiert (pre)prozessiert und als Web-Service bereitgestellt. Damit wird auch dem Gebot der Transparenz und Nachvollziehbarkeit nachgekommen und den in der Umweltinformationsgesetzgebung eingeforderten Rechten des Bürgers entsprochen.

Verbunden mit den Anforderungen der MSRL sowie von INSPIRE ist das Projekt zum Aufbau der Marinen Daten-Infrastruktur Deutschlands (MDI-DE) angetreten (LEHFELDT 2013), in dem eine geeignete Infrastruktur zur Kommunikation mariner Daten wie auch ihrer Nutzung für die Berichtspflichten der Umweltrahmenrichtlinien entwickelt worden ist. In diesem Rahmen wurde in Schleswig-Holstein erstmalig ein Implementierungsversuch für ein prototypisches, webgestütztes Bewertungsverfahren für Makrophyten des Küstenmeeres durchgeführt.

## Schlagwörter

Wasserrahmenrichtlinie, WRRL, Meeresstrategierahmenrichtlinie, MSRL, Wasserkörper, Seegras, Makroalgen, Makrophyten, Bewertungsverfahren, Web-Services, INSPIRE, Marine Daten-Infrastruktur für Deutschland, MDI-DE

## Summary

*The European Water Framework Directive (WFD) as well as the more extending Marine Strategy Framework Directive (MSFD) both demand a comparable monitoring and evaluation of the marine environment in the European nations and regions. For the evaluation marine areas defined by hydrological properties - similar to those used for watersheds - are used as spatial references.*

*By means of a large number of hydrological, biological and chemical quality-components the environmental status should be assessed and reported to the European Commission. The report should fulfill the technical and structural requirements of INSPIRE (“Infrastructure for Spatial Information in the European Community”).*

*In consequence the results of the evaluation process should be also published and reported by means of the technologies required by INSPIRE. Not only monitoring data but also the evaluation process could be transparently (pre)processed and provided as Web Service. In this way the legal requirements of transparency and traceability, defined in the Environmental Information Legislation, could be implemented.*

*Triggered by the demands of MSFD and INSPIRE, the project Marine Data Infrastructure Germany (MDI-DE) implemented a network and rules for communication of marine data as well as their use for the reporting requirements. In this framework the infrastructure node of Schleswig-Holstein was used to carry out a prototypical Web-based Service for macrophytes evaluation in coastal sea.*

## Keywords

*Water Framework Directive, WFD, Marine Strategy Framework Directive, MSFD, water bodies, seagrass, macroalgae, macrophytes, environmental assessment procedures, Web services, INSPIRE, Marine Data Infrastructure for Germany, MDI-DE*

## Inhalt

1	Einleitung .....	118
2	Bewerten und Verbessern.....	120
3	Makrophyten und Phytobenthos.....	121
4	Das Bewertungsverfahren .....	122
5	Implementierung.....	123
6	Ausblick .....	125
7	Schriftenverzeichnis.....	127

## 1 Einleitung

Zum Schutz der Binnengewässer und des Meeres wurden in den letzten Jahren die WRRL (EUROPÄISCHES PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION 2000) und die darüber räumlich erweiternde sowie inhaltlich und formal weiter spezifizierte MSRL (EUROPÄISCHES PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION 2008) verabschiedet und seit dem 1. März 2010 bzw. 13. Oktober 2011 in nationales Recht übernommen (DEUTSCHER BUNDESTAG 2009).

Beide Richtlinien setzen auf ein gebietsbezogenes Monitoring eines Parameterkataloges und die Bewertung der Beobachtungen hinsichtlich eines jeweils zu definierenden guten ökologischen Zustandes (engl. „*Good Environmental Status*“, GES), über den nach einem formalisierten Berichtswesen Kenntnis zu geben ist (KOHLUS et al. 2009). Als Bewertungsräume dienen Einzugsgebiete von Flüssen, daran angelehnt werden sogenannte Wasserkörper (Abb. 1). Das Berichtswesen ist für diese aus natürlichen Gegebenheiten

abgeleiteten Gebiete, unabhängig von den nationalen Grenzen der Mitglieds- sowie kooperierenden Staaten (z. B. Schweiz) vorzunehmen.

Zur Erreichung des geforderten Umweltzustandes sind Maßnahmen zu treffen, die ebenfalls zu dokumentieren sind, und deren Erfolg anhand der zugeordneten Wasserkörper geprüft wird. Während die WRRL sich auf die Bestimmung von Bezugsräumen, den Abgleich von Messungen und Bewertungen konzentriert, geht die MSRL einen wichtigen Schritt weiter, sie definiert den Weg, über den die Berichterstattung und Datenbereitstellung zu erfolgen hat, und verweist dabei auf die Umweltrichtlinie INSPIRE (EUROPÄISCHES PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION 2007).

Die INSPIRE-Richtlinie schreibt den Aufbau einer gemeinsamen Geodateninfrastruktur (GDI) für ganz Europa vor. In dieser Richtlinie wird unter anderem festgelegt, dass Geoinformationen mit dazugehörigen Metadaten sowie Methoden ihrer Verarbeitung in Form von interoperablen und harmonisierten Web-Diensten verfügbar zu machen sind. Durch das komplexe GDI-Netzwerk soll ein reibungsloser Informationsaustausch zwischen allen europäischen Mitgliedstaaten erreicht werden (RIEGER et al. 2013; KOHLUS et al. 2009; MÜLLER 2013). Unüblich für eine europäische Gesetzgebung definiert die INSPIRE-Richtlinie bereits konkrete Vorgaben, die Standardisierungen und auch Leistungsspektren umfassen. Dieser technische Rahmen wird durch mehrere begleitende Vorschriften und erklärende Verordnungen, sogenannte Durchführungsbestimmungen (engl. „*Implementing Rules*“, IR), technisch und fachlich näher spezifiziert (vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2009).



Abbildung 1: Wasserkörper im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer.

Die Regelung und Koordination der Aufgaben zur Umsetzung der MSRL sowie anderer Richtlinien des Meeresschutzes wurde mit einem *Verwaltungsabkommen Meeresschutz* am 30. März 2012 durch den Bund/Länder-Ausschuss Nord- und Ostsee (BLANO) eingeleitet. Die Bewertungsverfahren zur Umsetzung der MSRL sind weiterhin noch nicht vollständig entwickelt und werden in Deutschland von Fachexperten diskutiert. Um zu erkunden, wie weit und effektiv sich die methodisch anspruchsvolle transparente Bereitstellung von Daten und Bewertungen INSPIRE-konform umsetzen lässt, wurde daher im Rahmen der Entwicklung der technischen Infrastruktur MDI-DE (LÜBKER et al. 2013, RÜH et al. 2013) auf eine verwandte Bewertungskonzeption für die WRRL zurückgegriffen.

## 2 Bewerten und Verbessern

Die WRRL fordert ein, dass ein nachhaltiger permanenter Schutz der Binnenoberflächen, der Übergangs-, der Küstengewässer sowie des Grundwassers gewährleistet wird. Der Schutz soll durch Überwachung, Bewertung und Verbesserungsmaßnahmen erreicht werden (WRRL, Präambel, Absätze 19, 22, 27). Zum ersten Mal werden hier einheitliche Bewertungsstufen und vergleichbare Kriterien zur Bewertung der Bezugsgebiete festgelegt und für die Wasserkörper über politische wie auch Verwaltungsgrenzen hinaus interkalibriert.

Im ersten Schritt wird die Ist-Situation der Wasserkörper anhand von Zustandsbeschreibungen mit den entsprechenden biologischen, physikalisch-chemischen sowie hydro-morphologischen Parametern erstellt. Darauf aufbauend erfolgt die Festlegung von Zielwerten, die einen guten ökologischen Soll-Zustand definieren sollen. Dieser wiederum soll möglichst mit Bezug auf einen dokumentierten, guten historischen Zustand abgeleitet werden. Die Wasserkörper werden bewertet und sollen zu einem insgesamt guten ökologischen Zustand entwickelt werden (KOHLUS und REIMERS 2010).

Die Grenzziehung der Wasserkörper entlang von Flusseinzugsgebieten wurde auf den Bereich des Küstenmeeres vom Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer mittels der Wattwasserscheiden übertragen (vgl. Abb. 1). Die Vorkommen des hier als Qualitätsparameter bewerteten Seegrases oszillieren vorzugsweise genau entlang solcher hoher Wattrücken. Die grünen Makroalgen, als zweite Komponente des Bewertungsverfahrens, reagieren auf Verdriftung und können sich zwischen den Wasserkörpern hin und her bewegen.

Das Berichtswesen für die meisten Qualitätskomponenten basierte ursprünglich auf heterogenen analogen Berichten. Nach dem Inkrafttreten der INSPIRE-Richtlinie, dem Aufbau der europäischen WISE-Plattform (engl. „Water Information System for Europe“) und der seit 2010 begonnenen Implementierung der MDI-DE soll nun das existierende Berichtswesen formalisiert und durch Automatisierung vereinfacht werden.

Arbeitsgruppen seitens der Europäischen Union haben hierzu einheitliche Berichtsbögen (engl. „Reporting Sheets“) ausgearbeitet, die von den betroffenen Mitgliedstaaten auszufüllen sind und anschließend für die Eintragung in das WISE zurückgeschickt werden müssen. Durch die Vorabstimmung der Dokumentationsstruktur auf der höchsten Ebene sollen die Homogenität, Automatisierung und Einheitlichkeit bei der Berichterstattung garantiert werden (EUROPEAN COMMISSION 2012). Dieses Vorgehen orientiert sich an ursprünglichen Papierberichten – die Reporting Sheets bestehen aus mehreren thematischen Blöcken, die Texte und Tabellen (engl. „Summary Texts“), Abbildungen (Zusammenfassungen von geometrischen Objekten – engl. „Geographic Information“)

sowie Felder für die Eingabe von zusätzlichen Informationen (engl. „Data“) und deren Auswertung beinhalten.

Abweichend von dem in der MSRL formulierten Verweis auf den Dienste basierten Ansatz nach INSPIRE wird hierbei noch auf etablierte Verfahren zurückgegriffen. Bei der Entwicklung von Bewertungsinstrumenten im Rahmen der MDI-DE wurde dagegen der Gedanke von INSPIRE konsequent verfolgt, und die Auswertung bis zu einem Entwurfsdokument für einen prototypischen Teilbericht anhand Dienste basierter Technik umgesetzt.

### 3 Makrophyten und Phytobenthos

Die Bewertungsverfahren stützten sich zumeist auf eine größere Zahl einzelner Parameter. So gehen beispielsweise bei der ökologischen Makrophytenbewertung Grünalgen als Gegenspieler des Seegrases in die Bewertung ein. Den Seegrasarten *Zostera noltii* und *Zostera marina* wird aufgrund ihrer Empfindlichkeit Zeigerqualität für die Sedimentstabilität und Eutrophierung zugeordnet. Des Weiteren dienen sie als Nahrungsquelle für zahlreiche Vogelarten des Wattenmeeres und wirken somit auch auf weitere Subsysteme. Nicht zuletzt ist das Seegras aufgrund seiner Bestandsgefährdung selbst ein Qualitätsparameter. Laut der OSPAR-Empfehlung 2012/4 (Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks, OSPAR) sollen die OSPAR-Mitgliedstaaten Programme ausarbeiten, um zu beurteilen, ob bestehende Maßnahmen zum Schutz der Seegraswiesen im Wattenmeergebiet wirksam und effektiv sind, sowie systematisch untersuchen, wie der ökologische Zustand von *Zostera*-Beeten ist (OSPAR COMMISSION 2012).

Im Gegensatz zu den Seegräsern reagieren Grünalgen robust auf massive Nährstoffeinträge. Bei günstigen Bedingungen (genug Wärme und Licht) kann es zu massivem Zuwachs von diesen Pflanzen kommen. Häufig bilden sie dichte Matten, deren Absterben im Herbst zu Sauerstoffmangel insbesondere im Benthos führen kann. Makrophytische Algen gelten somit sogar als Anzeiger für eine erhöhte Eutrophierung.

Um EU-Richtlinien, nationalem Umwelt- und Naturschutzrecht zu entsprechen sowie um internationalen Verträgen nachzukommen, wird in Schleswig-Holstein seit über fünfzehn Jahren das Trilaterale Monitorings- und Bewertungsprogramm (engl. „*Trilateral Monitoring and Assessment Program*“, *TMAP*) (CWSS 2008) mit ergänzenden Parametern durchgeführt. Dabei werden auch „Makrophyten und Phytobenthos“ beobachtet. Aufgrund der Größe und der Dynamik der Vorkommen wird durch die Nationalparkverwaltung die Wattenmeerstation des Alfred-Wegener-Institutes in List mit Kartierung der Bestände per Aufzeichnung bei Befliegungen beauftragt (REISE et al. 2010a, 2010b, 2012, 2013).

Hierbei wird das gesamte Wattenmeergebiet in den Sommermonaten möglichst einmal pro Monat bei Niedrigwasser in einer Höhe von 300 bis 500 m überflogen und aufgenommen. Sicher erkannt werden Flächen mit einer Bedeckung von mehr als 20 % im eulitoralen Watt, eine weitere Deckungsklasse über 60 % kann identifiziert werden. Für das Seegras wird seit nunmehr sechs Jahren als zweite Erfassungsmethode die jährliche Bodenkartierung von einem Sechstel der Wattflächen durchgeführt, wobei im Feld mit GPS-Geräten kartiert wird (DOLCH und REISE 2008, DOLCH et al. 2009, 2012). Die Genauigkeit der terrestrischen Erfassung ist im Gegensatz zur Befliegung viel höher, es

können somit Flächen mit geringer Deckung besser beobachtet werden, was wichtig für den Vergleich mit den kleineren Vorkommen in Niedersachsen und den Niederlanden ist.

Das für die Implementierung genutzte Bewertungsverfahren greift auf ein von der Expertengruppe „Makrophyten und Zoobenthos für die Wasserrahmenrichtlinie“ der Arbeitsgemeinschaft Bund/Länder-Messprogramm (ARGE BLMP) im Jahre 2010 vorgeschlagenes Verfahren zurück, bei dem die Daten der Befliegung verwendet werden. Wichtiger Vorteil der Befliegung ist die Vollständigkeit der Erfassung, da die Entwicklung von Teilgebieten unterschiedlich verlaufen kann, wobei manchmal Zustandsveränderungen bis zu 10 % im Jahr auftreten können. Zudem lässt sich über drei Befliegungen – die jahreszeitliche Variation liegt noch über den jährlichen Veränderungen – das Bestandsmaximum, das Grundlage eines konsistenten Vergleichswertes ist, erkennen und erfassen.

Grundsätzlich könnte auch das bodengestützte Verfahren implementiert werden, allerdings fehlt es hier noch an robusten Zeitreihen.

#### 4 Das Bewertungsverfahren

Bei der ökologischen Zustandsbewertung der Makrophyten in Schleswig-Holstein gehen nach einem methodischen Konzept von REISE (vgl. DOLCH et al. 2009) mehrere Faktoren ein:

- Ausdehnung sowie Bewuchsdichte der Seegraswiesen;
- Artendiversität der Wiesen (Vorhandensein beider heimischer *Zostera*-Arten);
- Ausdehnung und Dichte der Grünalgenmatten.

Für die Bewertung der einzelnen Parameter wird in einer Bewertungsmatrix der sogenannte Makrophytobenthos-Index jeweils für die Bewertungsgebiete Nordfriesland und Dithmarschen bestimmt (vgl. Tab. 1 und Tab. 2). Die Klassengrenzen werden basierend auf einem Referenzzustand gesetzt, der abhängig vom jeweiligen Wissensstand aktualisiert werden kann. Die Bewertungsmatrix besteht aus je einem Modul für Seegras und Grünalgen. Als einzelne Bewertungskriterien gehen der prozentuale Anteil der Flächendeckung eulitoraler Seegraswiesen, unterschieden in Bereiche mit Bedeckung von mehr als 20 % bzw. 60 %, sowie die Artenabundanz innerhalb des jeweiligen Untersuchungsgebietes ein. Die Flächenanteile von Grünalgenmatten im Bezug zur Wattfläche der Makroalgen werden unterschieden nach zwei Dichtestufen antiproportional in die Berechnung eingesetzt (DOLCH et al. 2009).

Die benannten Parameter zu Deckung und Ausbreitung von Grünalgen und Seegras in Relation zur Wattfläche sowie der Biodiversitätsparameter werden im ersten Schritt voneinander unabhängig bestimmt. Zur endgültigen Verrechnung wird eine Normierung per *Ecological Quality Ratios* (EQR) durchgeführt (BIRK und BÖHMER 2007), sodass das Endergebnis als eine Zahl zwischen „0“ (WRRL-Qualitätskategorie „schlecht“) und „1“ (WRRL-Qualitätskategorie „sehr gut“) vorliegt. Die Gesamtbewertung des ökologischen Zustandes wird durch das arithmetische Mittel aller EQR über den Betrachtungszyklus von sechs Jahren ausgedrückt. Die Zuweisung zur jeweiligen Qualitätsstufe erfolgt nach den für die EQRs festgelegten Klassengrenzen.

Tabelle 1: Bewertungsmatrix Nordfriesland Makrophytobenthos-Index (in DOLCH et al. 2009).

Bewertungsmatrix Nordfriesland Makrophytobenthos-Index								
Qualitätskategorien		0	1	2	3	4	Gewichtung %	Norm-EQR gemäß Gewichtung für 6-Jahre-Intervall
		Schlecht	Unbefriedigend	Mäßig	Gut	Sehr gut		
Norm-EQR		0 – 0,19	0,2 – 0,39	0,4 – 0,59	0,6 – 0,79	0,8 – 1,0		
Modul Seegras <sup>5</sup>	Eulitorale Fläche (%) <sup>1</sup>	< 2	2 - 4,9	5 - 9,9	10 - 19,9	20 - 100	50	Mittelwerte aller Parameter-EQRs über 6 Jahre
	Anteil ≥ 60 % Bedeckung (%) <sup>2</sup>	< 6	6 - 11,9	12 - 24,9	25 - 49,9	50 - 100	10	
	Präsenz beider Arten (%) <sup>3</sup>	< 20	20 - 39,9	40 - 59,9	60 - 79,9	80 - 100	10	
Modul Grünalgen <sup>7</sup>	Eulitorale Fläche (%) <sup>4</sup>	100 - 15	14,9 - 7	6,9 - 3	2,9 - 1	< 1	20	
	Anteil ≥ 60 % Bedeckung (%) <sup>5</sup>	100 - 50	49,9 - 25	24,9 - 12	11,9 - 6	< 6	10	

Tabelle 2: Bewertungsmatrix Dithmarschen Makrophytobenthos-Index (in DOLCH et al. 2009).

Bewertungsmatrix Dithmarschen Makrophytobenthos-Index								
Qualitätskategorien		0	1	2	3	4	Gewichtung %	Norm-EQR gemäß Gewichtung für 6-Jahre-Intervall
		Schlecht	Unbefriedigend	Mäßig	Gut	Sehr gut		
Norm-EQR		0 – 0,19	0,2 – 0,39	0,4 – 0,59	0,6 – 0,79	0,8 – 1,0		
Modul Seegras <sup>5</sup>	Eulitorale Fläche (%) <sup>1</sup>	< 0,3	0,3 - 0,69	0,7 - 1,49	1,5 - 2,9	3 - 100	50	Mittelwerte aller Parameter-EQRs über 6 Jahre
	Anteil ≥ 60 % Bedeckung (%) <sup>2</sup>	< 6	6 - 11,9	12 - 24,9	25 - 49,9	50 - 100	10	
	Präsenz beider Arten (%) <sup>3</sup>	< 20	20 - 39,9	40 - 59,9	60 - 79,9	80 - 100	10	
Modul Grünalgen <sup>7</sup>	Eulitorale Fläche (%) <sup>4</sup>	100 - 15	14,9 - 7	6,9 - 3	2,9 - 1	< 1	20	
	Anteil ≥ 60 % Bedeckung (%) <sup>5</sup>	100 - 50	49,9 - 25	24,9 - 12	11,9 - 6	< 6	10	

Aufgrund der Mobilität der Grünalgenmatten zwischen den Wasserkörpern und der typischen Grenzlage der Seegrasvorkommen um die Wattwasserscheiden werden im Einklang mit der Expertengruppe „Makrophyten und Zoobenthos für die Wasserrahmenrichtlinie“ Gesamtwerte nicht für die einzelnen Wasserkörper (vgl. Abb. 1), sondern für die gesamten ökologischen Teilsysteme Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer bestimmt (ARGE BLMP 2010). Um den Anforderungen der WRRL zu entsprechen, werden die Bewertungen der Teilsysteme den beteiligten Wasserkörpern zugeordnet.

## 5 Implementierung

Die Bestimmung der Deckungsgrade der jeweiligen Vegetation im Verhältnis zur Wattfläche erfolgt mithilfe von mehreren räumlichen geometrischen Operationen (Verschneidungen) und arithmetischen und statistischen Berechnungen (Flächenstatistik,



Mittelwertbildung usw.). Den Kern des Bewertungssystems bildet die kostenfreie relationale Datenbank PostgreSQL mit dem räumlichen Aufsatz PostGIS, in der die Messdaten gehalten, analysiert und prozessiert werden, wobei die Berechnungslogik auf SQL-Anweisungen (engl. „*Structured Query Language*“) beruht.

Das in der MSRL benannte INSPIRE-konforme Vorgehen fordert eine Architektur der Dienste. Die raumbezogenen Eingangsdaten werden daher als Web-Services (*Web Map Service* (WMS) und *Web Feature Service* (WFS)) mit der Software GeoServer aufbereitet, der Teil des prototypischen Infrastrukturknotens (BINDER et al. 2012; LÜBKER et al. 2013) der lokalen Dateninfrastruktur für die MDI-DE in Schleswig-Holstein ist.

Zur interaktiven Visualisierung der Geodaten wird die Open Source JavaScript-Bibliothek *OpenLayers* als Map-Viewer eingesetzt, die die Einbindung von verschiedenen Geodatenformaten, darunter auch OGC (engl. „*Open Geospatial Consortium*“) konformen WMS und WFS, ermöglicht. Die Kommunikation mit dem Anwender erfolgt über eine PHP-Schnittstelle auf dem Apache-Web-Server (vgl. Abb. 2). Um die Bewertungskarten, -texte und -diagramme dynamisch zu erzeugen und das Ergebnis unabhängig von der implementierten Umgebung zugänglich zu machen, wurde den Konzepten von INSPIRE folgend die Bereitstellung durch die Web-Dienste WMS und WFS vorgenommen (RIEGER et al. 2013).

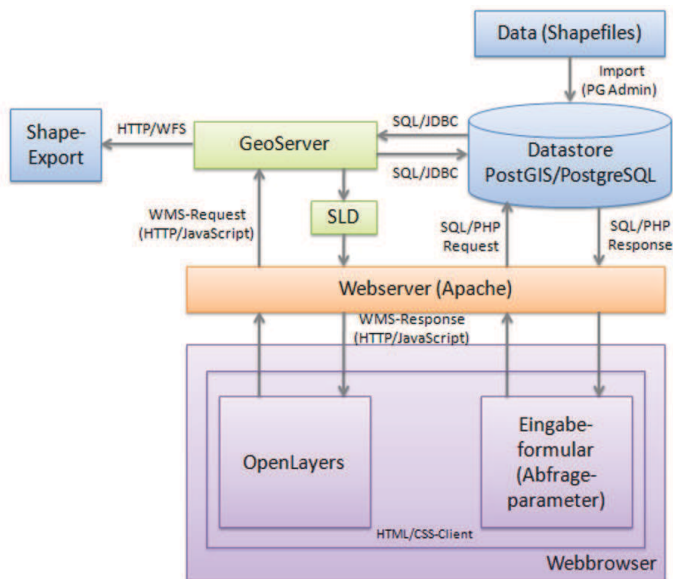
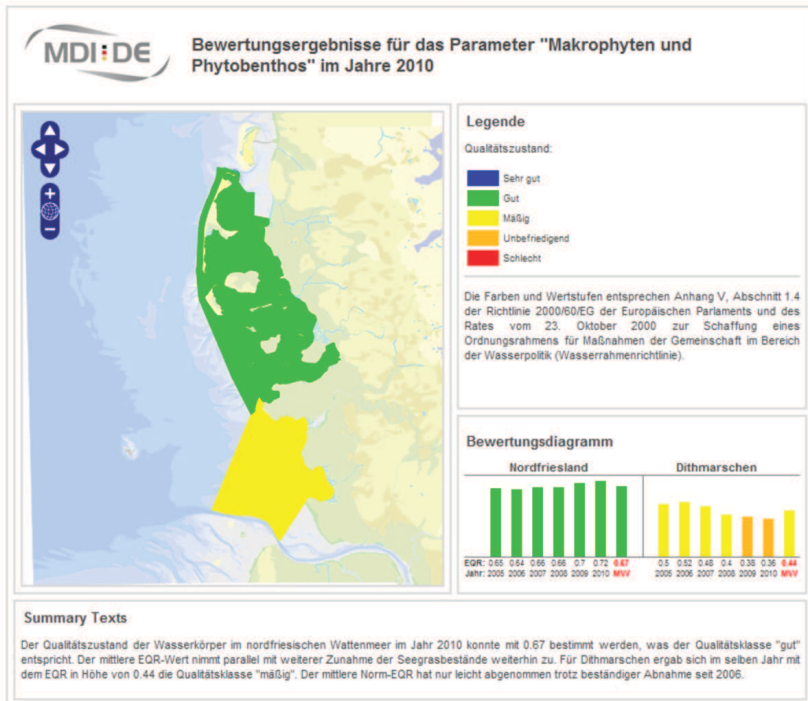


Abbildung 2: Datenbankbasierte Umsetzung mit PostGIS/PostgreSQL.

Ein Bewertungsvorgang wird durch die Angabe des Berichtsjahres in einer für die Bewertung implementierten interaktiven Weboberfläche angestoßen. Die Ergebnisse stehen in verschiedener Form und Funktionalität zur Verfügung (vgl. Abb. 3): zwecks Visualisierung der Bewertungsgebiete wird ein WMS-Dienst vom GeoServer angesprochen, die Bewertungsgebiete mit den aktuell kalkulierten Werten können außerdem per WFS als georeferenzierte Datei im Shape-Format direkt aus dem Formular heruntergeladen werden. Mit der Funktion „Bericht erstellen“ wird ein digitaler Bericht erzeugt, der im

PDF-Format gespeichert werden kann („Bericht drucken“). Des Weiteren wird dem Anwender durch die Funktion „Zwischenergebnisse“ die Möglichkeit angeboten, sich die vollständige Berechnung in Text- und Tabellenform anzeigen zu lassen, wobei alle Bewertungsschritte transparent und didaktisch erläutert werden.



Bericht drucken    Neue Bewertung    Zwischenergebnisse

Abbildung 3: Ergebnisse der Makrophytenbewertung für das Jahr 2010.

Ein Bewertungsdiagramm zeigt die Entwicklung über die sechs einzelnen Jahre, diese Grafik wird durch einen kurzen Bewertungstext, der dynamisch aus Textbausteinen und der Analyse der Trends generiert wird, ergänzt (vgl. Abb. 3, „Summary Texts“).

Der generierte exemplarische Textbericht lässt sich vor dem Drucken von den beteiligten Experten editieren und ergänzen, um Sonderkonditionen beim Bewertungsvorgang festzulegen und zu erläutern.

## 6 Ausblick

Im Rahmen des Projektes MDI-DE ist mit dieser prototypischen Implementierung nachgewiesen worden, dass Bewertungsverfahren durch moderne webbasierte Services digital mit den von INSPIRE geforderten Technologien grundsätzlich unterstützt werden können. Bis zum Ende des Projektes liegt nach wie vor kein fertiges und verabschiedetes Bewertungsverfahren für die MSRL vor, sodass hier auf ein Konzept für die WRRL zurückgegriffen wurde. Das angewendete Verfahren erlaubt es, Daten per Web-Services auf

einem über viele Server verteilten System – wie der MDI-DE – gemeinsam zu nutzen. Bei veränderten Grenzwerten oder Klassengrenzen kann das Verfahren per Konfiguration angepasst werden. Im Gegensatz zu anderen (z. B. GIS-basierten) Ansätzen werden die Ergebnisse für den Bewertungsservice vollständig automatisch und dynamisch erstellt und passen sich je nach Ausgangsdaten ohne Eingriff des Nutzers von selbst an.

Das Bewertungsverfahren wurde mit Funktionalitäten der Geodatenbank umgesetzt. Passender zu der von INSPIRE geforderten dienstebasierten Technologie wäre jedoch eine Implementierung mittels eines *Web Processing Service* (WPS). Im Anschluss an das beschriebene Projekt wurde eine Umsetzung mithilfe des WPS-Frontends Legato der Firma disy Informationssysteme GmbH und einer Testumgebung für WPS-Services erprobt. Es gelang die Umsetzung eines vereinfachten Bewertungsverfahrens mit interaktiver Auswahlmöglichkeit des Analysegebietes durchzuführen (RIEGER 2012).

Basierend auf den Ergebnissen wurde von Seiten der Fa. disy, dem Lehrstuhl für Geoinformatik an der Hochschule Osnabrück, der Bundesanstalt für Wasserbau und der Nationalparkverwaltung das Projekt RichWPS mit Mitteln des BMBF begonnen. Ziel ist es hierbei, einen interaktiv nutzbaren Baukasten für WPS von Bewertungsverfahren zu entwickeln. Eine erste Implementierung dieses Verfahrens konnte in dem Projekt in der ersten Hälfte 2013 bereits erreicht werden, wobei die Verarbeitungsschritte in WPS überführt wurden. Die Darstellung und das von RIEGER (2012) entwickelte Layout konnte weitgehend adaptiert werden (Abb. 4).

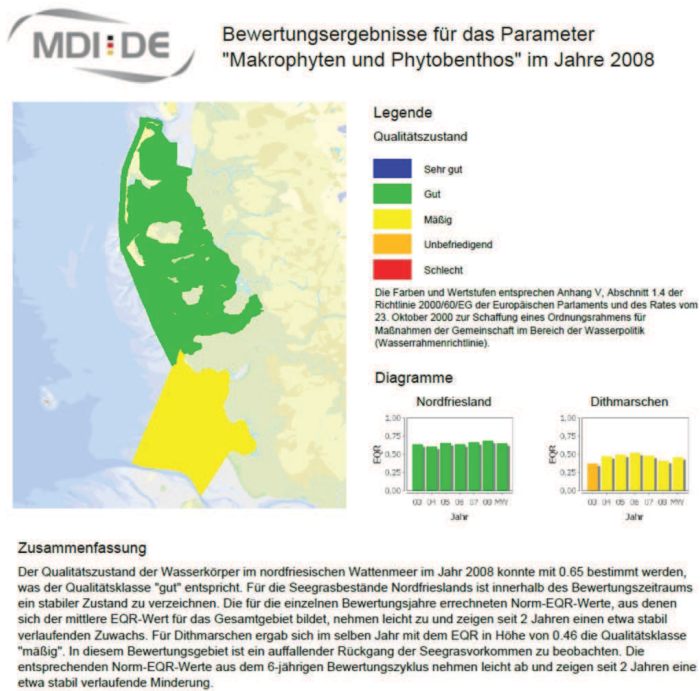


Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Bewertungsbericht, der mit WPS-Modulen im Rahmen des Projektes RichWPS erzeugt wurde (WÖSSNER 2013).

## 7 Schriftenverzeichnis

- ARGE BLMP - ARBEITSGEMEINSCHAFT BUND/LÄNDER-MESSPROGRAMM FÜR NORD- UND OSTSEE, MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.): Makrophyten. Monitoring-Kennblatt, Biologisches Monitoring – Flora – Makrophyten, Stand: 28.01.2010.
- BINDER, K.; DUDEN, S.; HELBING, F.; LÜBKER, T.; RÄDER, M.; SCHACHT, C. und ZÜHR, D.: Leitfaden zur Anbindung eines Infrastrukturknotens an die MDI-DE. 37 S., 2012.
- BIRK, S. und BÖHMER, J.: Die Interkalibrierung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie – Grundlagen und Verfahren. WaWi, 9/2007, 10-14, 2007.
- CWSS – COMMON WADDEN SEA SECRETARIAT (Hrsg.): TMAP Handbook -TMAP guidelines for an integrated Wadden Sea monitoring. Version 0.9, 2008.
- DEUTSCHER BUNDESTAG (Hrsg.): Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts (Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG)) vom 31. Juli 2009. In: Bundesgesetzblatt, Teil 1, 51, 2585-2637, 2009.
- DOLCH, T.; BUSCHBAUM, C. und REISE, K.: Seegras-Monitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2011. Unveröff. Forschungsbericht zur Bodenkartierung von Seegrasbeständen in ausgewählten Gebieten, List, 2012.
- DOLCH, T.; BUSCHBAUM C. und REISE, K.: Seegras-Monitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2008. Ein Forschungsbericht für das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Flintbek, 2009.
- DOLCH, T. UND REISE, K.: Seegras-Monitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2007. Ein Forschungsbericht für das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Flintbek, 2008.
- EUROPEAN COMMISSION (Hrsg.): European Commission – Environment. [http://ec.europa.eu/environment/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm), Stand: 2012.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (Hrsg.): Verordnung Nr. 976/2009 der Kommission vom 19. Oktober 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Netzdienste. In: Amtsblatt der Europäischen Union, L274, 9-30, 2009.
- EUROPÄISCHES PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (Hrsg.): EG-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie. Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie - MSRL). In: Amtsblatt der Europäischen Union, 51, L164/19, 19-41, 2008.
- EUROPÄISCHES PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (Hrsg.): Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE). In: Amtsblatt der Europäischen Union, 50, L108, 1-14, 2007.
- EUROPÄISCHES PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (Hrsg.): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie – WRRL). In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 43, L327, 1-73, 2000.

- KOHLUS, J. und REIMERS, H.-C.: Neue Herausforderungen im Datenmanagement für das europäische Meeresmonitoring – Das Projekt MDI-DE – Marine Daten-Infrastruktur in Deutschland. In: SCHWARZER, K.; SCHROTTKE, K. und STATTEGGER, K. (Hrsg.). From Brazil to Thailand - New Results in Coastal Research. Coastline Reports, 16, 115-126, 2010.
- KOHLUS, J.; DIEDERICH, B.; KAZAKOS, W. und HEIDMANN, C.: Von den Metadaten zum Bericht. In: TRAUB, K.-P.; KOHLUS, J. und LÜLLWITZ, T. (Hrsg.): Geoinformationen für die Küstenzone, Band 2. Beiträge des 2. Hamburger Symposiums zur Küstenzone und Beiträge der 7. Strategie-Workshops zur Nutzung der Fernerkundung im Bereich der BfG/Wasser- und Schifffahrtsverwaltung. 137-152, Norden & Halmstad, 2009.
- LÜBKER, T.; HELBING, F. und KOHLUS, J.: Infrastrukturknoten – Technische Bausteine der MDI-DE. In: TRAUB, K.-P.; KOHLUS, J. und LÜLLWITZ, T. (Hrsg.): Geoinformationen für die Küstenzone. Band 4, 63-71, Koblenz, 2013.
- LEHFELDT, R.: Die Marine Daten-Infrastruktur Deutschland MDI-DE im Kontext von INSPIRE und GDI-DE. In: TRAUB, K.-P.; KOHLUS, J. und LÜLLWITZ, T. (Hrsg.): Geoinformationen für die Küstenzone. Band 4, 55-62, Koblenz, 2013.
- MÜLLER, A.: Entwicklung der Geodateninfrastruktur – INSPIRE. In: Abfall & Wasser, 9/2013, 46–50, 2013.
- OSPAR COMMISSION: OSPAR Recommendation 2012/4 on furthering the protection and conservation of *Zostera* beds. Meeting of the OSPAR Commission, 25.-29. Juni 2012, Bonn. Annex 13, Ref. §5.38c. 2012.
- REISE, K.; BUSCHBAUM C.; DOLCH, T. und HERRE, E.: Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 2012. Unveröff. Forschungsbericht für den Landesbetrieb Küstenschutz, Meeresschutz und Nationalpark des Landes Schleswig-Holstein, List, 2013.
- REISE, K.; BUSCHBAUM C.; DOLCH, T. und HERRE, E.: Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 2011. Unveröff. Forschungsbericht für den Landesbetrieb Küstenschutz, Meeresschutz und Nationalpark des Landes Schleswig-Holstein, List, 2012.
- REISE, K.; BUSCHBAUM C.; DOLCH, T. und HERRE, E.: Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2009. Unveröff. Forschungsbericht für den Landesbetrieb Küstenschutz, Meeresschutz und Nationalpark des Landes Schleswig-Holstein, List, 2010a.
- REISE, K., BUSCHBAUM, C. und HERRE, E.: Vorkommen von Grünalgen und Seegras im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 2010. Unveröff. Forschungsbericht für den Landesbetrieb Küstenschutz, Meeresschutz und Nationalpark des Landes Schleswig-Holstein, List, 2010b.
- RIEGER, A.; KOHLUS, J. und TRAUB, K.-P.: Automatisiertes webbasiertes Verfahren zur ökologischen Bewertung von Makrophyten im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. In: TRAUB, K.-P.; KOHLUS, J. und LÜLLWITZ, T. (Hrsg.): Geoinformationen für die Küstenzone. Band 4, 171-184, Koblenz, 2013.
- RIEGER, A.: Einrichtung und Entwicklung eines Web Processing Services (WPS) für WRR/MSRL-Bewertungsverfahren auf Basis des Legato-Dienstservers. Interner Bericht für das LKN, Tönning, 2012.

- RÜH, C.; LÜBKER, T.; BINDER, K.; BAUER, M. und PRAMME, M.: Geowebsservices als Grundlage für die Erfüllung von MSRL Berichtspflichten. In: TRAUB, K.-P.; KOHLUS, J. und LÜLLWITZ, T. (Hrsg.): Geoinformationen für die Küstenzone. Band 4, 47-53, Koblenz, 2013.
- WÖSSNER, R.: Untersuchungen zur praktischen Nutzbarkeit des OGC Web Processing Service (WPS) Standards. Unveröffentlichte Masterthesis, Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft, 2013.