

# mySentinel – Fernerkundungsdaten für das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern

SVEN BALTRUSCH<sup>1</sup> & JULIANE PETERS<sup>1</sup>

*Zusammenfassung: Das Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern (LAI V M-V) ist gemäß § 20 GeoVermG M-V für die Sammlung und Registrierung von Fernerkundungsergebnissen zuständig, wenn das Land die Nutzungsrechte besitzt. Im Rahmen des Copernicus-Programms werden durch die European Space Agency (ESA) Sentinel-Daten bereitgestellt, auf die das Bundesland kostenfrei zugreifen und diese nutzen kann. Die Landesluftbildstelle übernimmt für die Aufgaben der Landesfachbehörden die Bündelungsfunktionen, d.h. die ESA-Datensätze (Sentinel-1 und Sentinel-2) werden automationsgestützt periodisch recherchiert, für die Landesfläche aufbereitet und den Fachverwaltungen bereitgestellt. Der Beitrag zeigt erste Erfahrungen und gibt eine Perspektive.*

## 1 Einleitung

Seit 2014 ist der erste Sentinel-Satellit des europäischen Copernicus-Programmes im All und liefert weltweite hochauflösende Fernerkundungsdaten der Erdoberfläche. Die Daten sind für registrierte Nutzer frei verfügbar (EC 2013).

Das Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen (AfGVK) des Landesamtes für innere Verwaltung (LAI V) Mecklenburg-Vorpommern ist verantwortlich für die Bereitstellung der amtlichen Geodaten des Landes wie zum Beispiel Luftbilder und Laserscandaten. Laut §20 des Gesetzes über das amtliche Geoinformations- und Vermessungswesen (GeoVermG 2010) ist dabei die Landesluftbildstelle zuständig für die Sammlung von „Luftbildern und anderen Fernerkundungsergebnissen, die für die Landesvermessung und für das Liegenschaftskataster von Bedeutung sind und für die das Land das Nutzungsrecht hat“. Die Daten der Sentinel-Missionen erfüllen beide Voraussetzungen in der Hinsicht, dass sie frei verfügbar sind (siehe oben) und dass sie eine Ergänzung zu den amtlichen Geodaten bilden können. So erfassen sie zum einen Daten in Wellenlängenbereichen, die durch amtliche Luftbilder nicht detektiert werden können (z.B. kurzwelliges Infrarot und Radar). Dies ermöglicht die Ableitung von zusätzlichen Derivaten (z.B. NDWI). Zum anderen eignen sich Satellitendaten für flächenhafte Anwendungen größerer Ausdehnung, da die Abdeckung je Szene wesentlich größer ist. Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch die kurzen Wiederholzyklen, die durch die Sentinel-Daten möglich werden.

Ziel des AfGVK ist daher der Aufbau eines Fernerkundungskompetenzzentrums, welches als Datenprovider und Dienstleister fungieren soll. Für Nutzer soll ein landesweites Mosaik aus Sentinel-2-Daten bereitgestellt werden, welches regelmäßig aktualisiert wird (z.B.

---

<sup>1</sup> Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern,  
Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen, Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin,  
E-Mail: [Sven.Baltrusch, Juliane.Peters]@laiv-mv.de

vierteljährlich). Außerdem sollen Kacheln von Sentinel-1 und -2 langfristig gespeichert werden und bei Bedarf an Nutzer, wie z.B. Umwelt- oder Forstverwaltung, abgegeben werden. Der Landesluftbildstelle kommt dabei die Rolle als Organisator und Qualitätsgarant zu. Dies schließt ein Qualitätsmanagement auf Basis der amtlichen Geobasisdaten ein.

Um diese Aufgaben erfüllen zu können, wird in Kooperation mit Geosystems die Software *mySentinel* entwickelt, welche wesentliche Schritte der Datenspeicherung, -verarbeitung und -ablage automatisiert durchführen soll. Dieser Beitrag beschreibt die Software sowie den bisherigen Stand der Umsetzung. Anhand von Beispielen werden Funktionsweise und Resultate gezeigt. Außerdem werden in einem kurzen Ausblick die weiteren Pläne umrissen.

## 2 Daten

Das ESA-Programm Copernicus wurde 1998 unter der Bezeichnung GMES (Global Monitoring for Environment and Security) mit dem Ziel ins Leben gerufen, ein europäisches Erdobservationssystem zu schaffen (ESA 2017a). Von den im Rahmen von Copernicus geplanten sechs Sentinel-Missionen mit jeweils zwei aktiven Satelliten sind drei bereits gestartet (ESA 2017b). Für das Land Mecklenburg-Vorpommern sind davon insbesondere optische Daten der Sentinel-2-Mission sowie die Radardaten von Sentinel-1 von Interesse.

Die zwei Sentinel-1-Satelliten sind bereits seit 2014 (Sentinel-1A) bzw. 2016 (Sentinel-1B) im Orbit und ermöglichen damit regelmäßige Radarmessungen im Abstand von maximal sechs Tagen. Das jeweilige SAR-Instrument an Bord der Satelliten operiert im C-Band (ESA 2016a).

Von den geplanten zwei Satelliten der Sentinel-2-Mission ist Sentinel-2A seit 2015 im All, -2B soll 2017 folgen. Momentan wird dadurch eine Wiederholrate von 10 Tagen erreicht; wenn das System vollständig ist, wird eine Rate von 5 Tagen erreicht werden. Der Multispectral Imager an Bord der Satelliten observiert die Erdoberfläche in 13 Kanälen im optischen, nahen und kurzwelligen Infrarotbereich mit einer Bodenauflösung von 10 m (sichtbare und ein Nahinfrarotkanal), 20 m (Nahinfrarot- und Kurzwelleninfrarotkanäle) und 60 m (Kanäle für die Atmosphärenkorrektur) (ESA 2016b). Im Folgenden wird das Level-1C-Produkt der Sentinel-2-Daten verwendet. In diesem Produkt ist bereits eine Wolkenmaske enthalten.

## 3 mySentinel

Hinter der Funktionsweise der Software *mySentinel* steckt die Idee, dass nur die beschreibenden Parameter einer Anfrage vom Software-Nutzer interaktiv definiert werden sollen. Datensuche, Prozessierung und Speicherung sollen vollautomatisch im Hintergrund erfolgen.

Die Ausführung einer konkreten Anwendung in der *mySentinel*-Software kann in zwei Schritte unterteilt werden. Im ersten Schritt werden interaktiv die Parameter für die Datensuche gesetzt und ein Auftrag (Job) definiert, welcher die Suchparameter sowie Einstellungen zur Prozessierung und Ausgabe der Daten speichert. Der zweite Schritt umfasst die vollständig automatisierte Prozessierung der Daten entsprechend der zuvor festgelegten Einstellungen.

The screenshot shows the GEOSYSTEMS Sentinel Service interface. A map of Central Europe is displayed with a pink search mask. The search results table is as follows:

Katalog-ID	Plattform	Produkttyp	Dateigröße	Orbit	Aufnahmezeit	Wolkenbedeckung	Modus	Polarisation	Orbit
a5f8e55-1977-4aa9-a4e3-6822647413ae	Sentinel-2	S2MSI1C	7.90 GB	DESCENDING	30.08.16	26.3 %	INS-NORES	-	65 (8211)
4b185150-9472-461e-b55a-fac37eeaa1e6	Sentinel-2	S2MSI1C	7.25 GB	DESCENDING	06.08.15	39.7 %	INS-NORES	-	65 (634)
fe5cb4c-3372-4a73-909f-aa3f9e90ce1	Sentinel-2	S2MSI1C	6.31 GB	DESCENDING	24.07.16	13.4 %	INS-NORES	-	108 (5682)
5d870cf-f57a-4cb2-ae52-064aeff8a6ea	Sentinel-2	S2MSI1C	6.21 GB	DESCENDING	04.06.16	9.8 %	INS-NORES	-	108 (4967)
49513adb-44aa-4399-b239-f2ed6f8ad721	Sentinel-2	S2MSI1C	6.26 GB	DESCENDING	09.08.15	7.6 %	INS-NORES	-	108 (677)
ee09758b-a278-49e6-87ef-9a264398731a	Sentinel-2	S2MSI1C	6.18 GB	DESCENDING	24.06.16	41.6 %	INS-NORES	-	108 (5253)

Abb. 1: Datensuche

Bei der Datensuche muss zwingend die Sensorplattform (Sentinel-1 oder Sentinel-2) definiert werden (Abb. 1). Für die Eingrenzung kann eine Suchmaske eingebunden und der Aufnahmezeitraum festgesetzt werden. Im Falle einer Suche nach Sentinel-2-Daten kann zudem die maximale Wolkenbedeckung innerhalb einer Szene definiert werden. Für Sentinel-1-Radardaten kann zwischen den verschiedenen Produkttypen (Single Look Complex, Ground Range Detected, ...) sowie den Operationsmodi (Interferometric Wide Swath, Stripmap, ...) ausgewählt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, einzelne Polarisationen zu selektieren. Bei der Jobdefinition werden die zuvor gewählten Sucheinstellungen übernommen. Da für Sentinel-1-Daten bisher keine weitere Prozessierung vorgesehen ist, kann nur die Ablage näher bestimmt werden. Für die Daten der Sentinel-2-Satelliten können darüber hinaus die gewünschten Kanäle selektiert werden, wobei hier nur entsprechend der Auflösung unterschieden wird. Das heißt, es kann jeweils gewählt werden, ob alle 10-m-Kanäle und/oder alle 20-m-Kanäle und/oder alle 60-m-Kanäle prozessiert werden sollen. Als Endprodukt wird jeweils ein Layerstack je ausgewählter Auflösungsgruppe gebildet. In jedem Fall kann für die Gruppen zudem definiert werden, in welchem Bildformat die Ergebnisse abgelegt werden, und ob die Einzelbilder mosaikiert werden sollen. Wolken werden momentan durch die Level-1C-Wolkenklassifikation ausmaskiert. Bei der optionalen Mosaikierung werden die entsprechenden Datenlücken durch Pixel aus weiteren (älteren) Kacheln gefüllt, sofern wolkenfreie Daten für den definierten Zeitraum vorhanden sind. Jeder Job kann entweder als einmalig auszuführende Aufgabe oder unter Angabe eines Zeitintervalls für die wiederholte Ausführung angelegt werden.

The screenshot shows the GEOSYSTEMS Sentinel Sensor interface. At the top, there are navigation icons for 'Jobdefinition', 'Job-Ausführung', and 'Ausführungsdetails'. Below these is a table listing satellite data for five different scenes. The table columns include: Katalog-ID, Plattform, Produkttyp, Dateigröße, Orbit, Aufnahmezeit, Wolkenbedeckung, Modus, Polarisation, Orbit, Downloadstatus, and Downloadfortschritt. The 'Downloadfortschritt' column shows progress bars and percentages for each scene.

Katalog-ID	Plattform	Produkttyp	Dateigröße	Orbit	Aufnahmezeit	Wolkenbedeckung	Modus	Polarisation	Orbit	Downloadstatus	Downloadfortschritt
fe20307f-8859-4b0e-8a08-27762c11bbd11	Sentinel-2	S2MS1JC	7.39 GB	DESCENDING	09.09.16	7.1 %	IMG-NOBIS	-	65 (6354)	Läuft	22%
fe5cb4c9-3372-4a79-909f-da19f890ac1	Sentinel-2	S2MS1JC	6.31 GB	DESCENDING	24.07.16	15.4 %	IMG-NOBIS	-	108 (5682)	In Warteschlange	0%
fb53753c-5506-4739-baee-9b728455bd	Sentinel-2	S2MS1JC	1.20 GB	DESCENDING	12.09.16	0.1 %	IMG-NOBIS	-	108 (6397)	In Warteschlange	0%
6a3850c8-1c3f474e-88a0-461636a1468d	Sentinel-2	S2MS1JC	5.25 GB	DESCENDING	12.09.16	0.0 %	IMG-NOBIS	-	108 (6397)	Läuft	11%
5cd47bcf-f57a-4c02-ae52-064ae8bba6ca	Sentinel-2	S2MS1JC	6.21 GB	DESCENDING	04.06.16	9.8 %	IMG-NOBIS	-	108 (4967)	In Warteschlange	0%

Below the table, there is a section for 'Weitere Ausführungsinformationen' showing 'Ausführungsstatus: Download läuft' and 'Statusinformationen:'.

Abb. 2: Statusanzeige eines Jobs

Die eigentliche Prozessierung der Daten erfolgt automatisch. Der Status eines Jobs kann jederzeit eingesehen werden. In einer Übersicht wird der Downloadfortschritt für die jeweiligen Szenen angezeigt (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Außerdem kann die zugehörige Log-Datei abgerufen werden.

## 4 Ergebnisse

Für einen ca. 1770 km<sup>2</sup> großen Bereich im Umkreis der Landeshauptstadt Schwerin soll ein

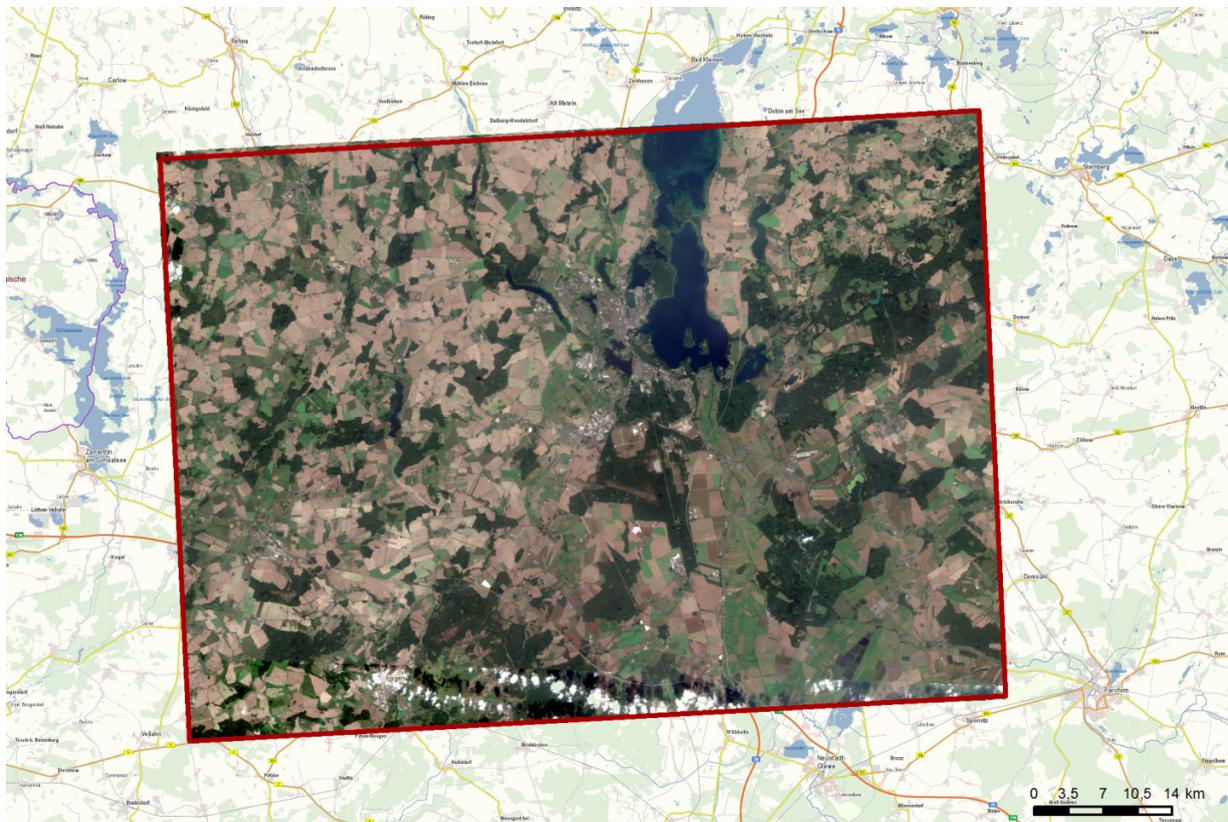


Abb. 3: Mosaik für Schwerin und Umgebung

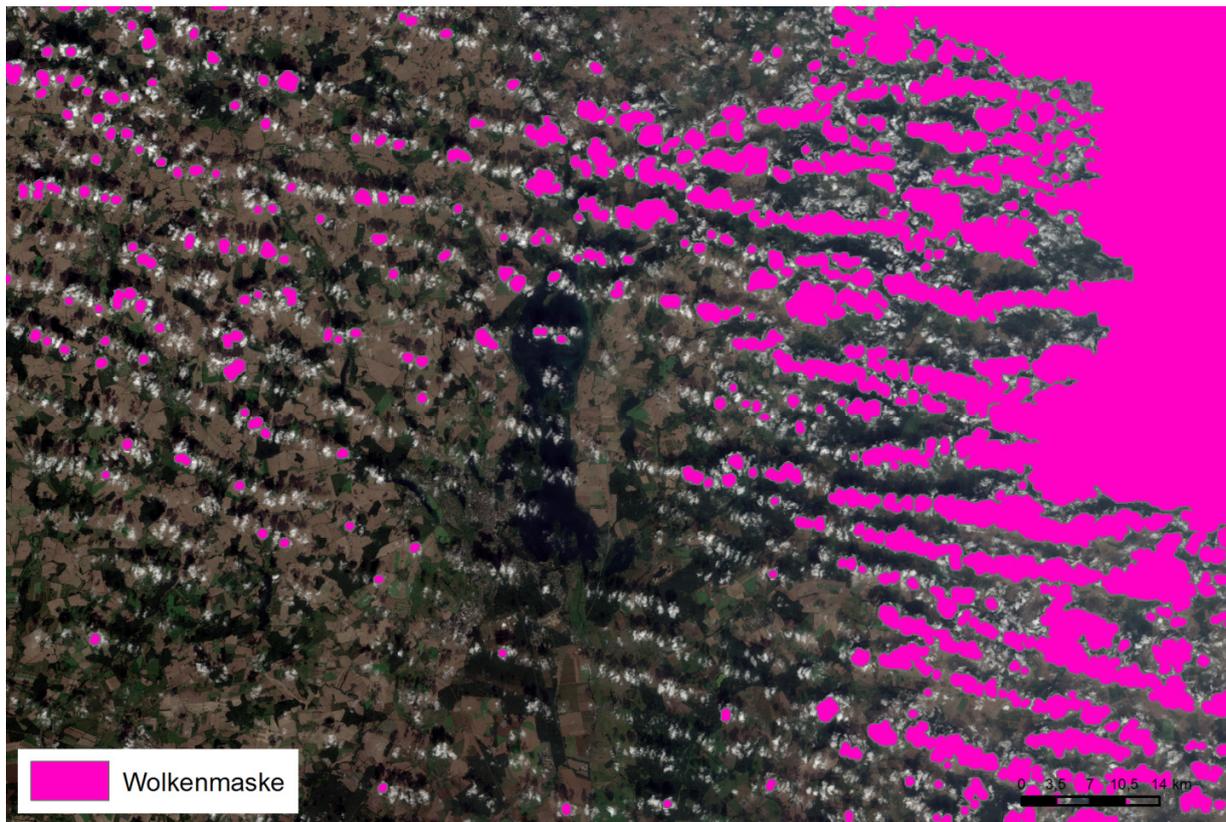


Abb. 4: Wolkenmaske (Sentinel-2-Szene vom 09.09.2016)

Mosaik aller Bänder mit 10 m Auflösung (sichtbare Kanäle und Nahinfrarot) erzeugt werden. Als weitere Suchparameter werden eine maximale Wolkenbedeckung von 10% sowie ein Zeitraum vom 21.08.2016 bis zum 21.10.2016 definiert. Die Wolkenmaske soll mit 50 m gepuffert werden, was der Standardeinstellung entspricht. Das Mosaik soll im Bildformat IMG abgelegt werden.

Abb. 3 zeigt das Ergebnis der Prozessierung. Drei Sentinel-2-Szenen mit der entsprechenden Abdeckung existieren für den genannten Zeitraum und gehen somit in die Mosaikierung ein. Die gesamte Prozessierung dauert ca. 50 Minuten. Das Datenvolumen der heruntergeladenen Szenen beträgt insgesamt 14 GB, das finale Mosaik ist 165 MB groß.

Die Klassifikation von Wolken, die in den Level-1C-Daten enthalten ist, scheint Wolken insbesondere in deren Randbereich sowie bei geringer Ausdehnung zu unterschätzen (Abb. 4). Dies kann bei der Mosaikierung in einigen Fällen zu Bildfehlern führen, wenn ausmaskierte Wolkenlücken in einem Bild durch Daten aus einer anderen Szene gefüllt werden (Abb. 5). Im



Abb. 5: Mosaikausschnitt mit gefüllten Wolkenlücken

Beispiel für Schwerin und Umgebung ist ein Füllen von Wolkenlücken innerhalb einer Kachel nicht notwendig, da nahezu der gesamte Suchbereich durch wolkenlose Daten abgedeckt ist.

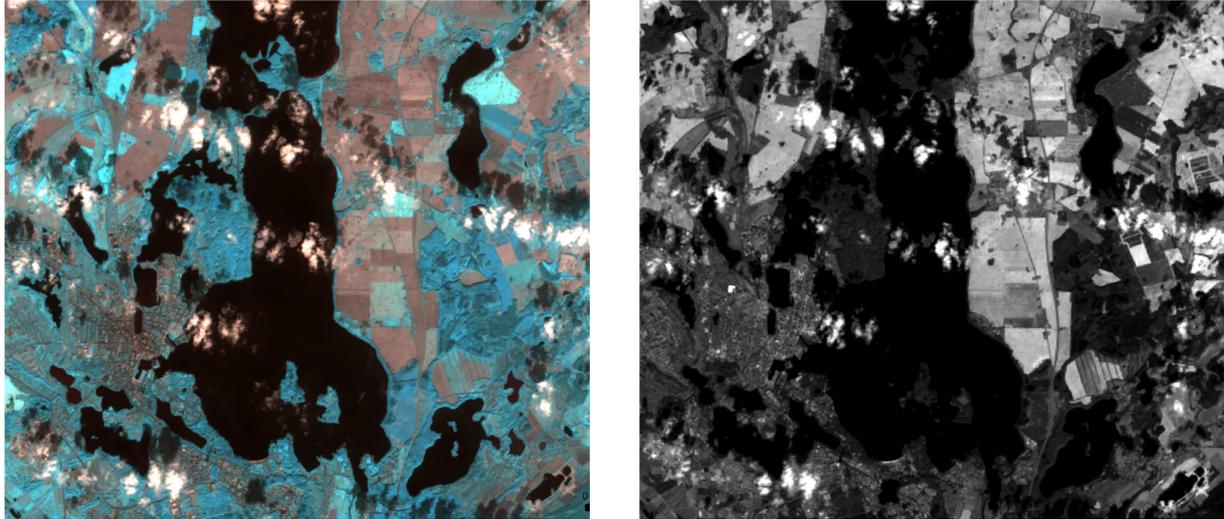


Abb. 6: Kanalkombination der Bänder 5, 6 und 7 (links) und Kanal 12 (rechts) für Schwerin und Umgebung

Für das gleiche Gebiet wie zuvor und den Zeitraum 24.08.2016 bis 24.10.2016 wird ein zweiter Job definiert, der alle Kacheln der Bänder mit 20 m Auflösung speichern soll. Abb. 6 zeigt als Ergebnis die Kombination der Nahinfrarotkanäle (links) sowie Band 12 (kurzwelliges Infrarot; rechts). Die Prozessierung hat wieder rund 50 Minuten in Anspruch genommen. Das Datenvolumen der insgesamt heruntergeladenen Szenen beträgt 14 GB, die Kacheln innerhalb des Suchbereichs ergeben zusammen 1 GB.

## 5 Ausblick

Aufbauend auf Erfahrungen und in enger Abstimmung mit den Endanwendern in Mecklenburg-Vorpommern erfolgen in Kooperation mit Geosystems weitere Anpassungen der Software, um einerseits die Ergebnisse weiter zu optimieren als auch die Integration der Sentinel-Daten in Fachprozesse zu gewährleisten. Kurzfristig wird die Maskierung von Wolkenbedeckung verbessert. Die bisher genutzte Wolkenmaske des Level-1C-Produktes wird durch eine eigene Wolkenmaske ersetzt. Dabei soll auch der Wolkenanteil innerhalb des definierten Suchbereichs bestimmt werden können. Außerdem wird das Softwaremodul ERDAS ATCOR in die Prozessierung eingebunden, um den Atmosphäreneinfluss auf die Reflektanzen zu korrigieren. Mittelfristig soll mithilfe der Software eine kontinuierliche Datenorganisation erreicht werden, die über die bloße Speicherung hinausgeht. Die Organisation der Daten wird dann durch die Katalogisierung mit ERDAS APOLLO erfolgen. Die Metadaten der Sentinel-Datensätze sollen auf die landesspezifischen Bildanteile angepasst werden, um somit eine eindeutigere Aussage zu erzielen. Zusätzliche Werkzeuge sollen ein Qualitätsmanagement mit den amtlichen Geobasisdaten (z.B. ATKIS-DGM, ATKIS-DOP) als Bezug ermöglichen. Außerdem ist geplant,

auf Basis der Sentinel-2-Daten mithilfe automatisierter *Change Detection* Veränderungshinweise für das Digitale Landschaftsmodell (Basis-DLM) abzuleiten.

Das oben genannte Ziel der flächendeckenden Bereitstellung von Sentinel-2-Daten soll über kontinuierlich aktualisierte WMS-Dienste umgesetzt werden. Neben den üblichen Kombinationen aus optischen Kanälen und ggf. Nahinfrarot sind weitere entsprechend der vorhandenen Sentinel-2-Kanäle denkbar, ebenso wie die Bereitstellung von Radardaten der Sentinel-1-Satelliten. Die Zukunft wird hier zeigen, ob entsprechender Bedarf besteht. Dies gilt auch für das Angebot an verschiedenen Derivaten wie z.B. regelmäßige flächendeckende NDVI-Mosaik, die vom LAiV bereitgestellt werden könnten.

## 6 Schlussfolgerung

Mit der Software *mySentinel* steht dem LAiV Mecklenburg-Vorpommern ein wirkungsvolles Instrument zur Automatisierung der Workflows rund um die Datenhaltung und die Prozessierung von Sentinel-Daten zur Verfügung. Je nach Bedarf können Einzelkacheln gespeichert werden oder Mosaik mit selbst definierter Flächenabdeckung generiert werden. Wolken können ausmaskiert und die Datenlücken mit Daten aus weiteren (wolkenfreien) Szenen gefüllt werden.

## 7 Literaturverzeichnis

EC, 2013: Commission Delegated (EU) Regulation 1159/2013.

ESA, 2016a: Sentinel-1 – Radar Vision for Copernicus.

[http://esamultimedia.esa.int/docs/EarthObservation/Sentinel-1\\_sheet\\_March2016.pdf](http://esamultimedia.esa.int/docs/EarthObservation/Sentinel-1_sheet_March2016.pdf), letzter Zugriff 11.01.2017.

ESA, 2016b: Sentinel-2 – Colour Vision for Copernicus.

[http://esamultimedia.esa.int/docs/EarthObservation/SENTINEL-2\\_sheet\\_161107.pdf](http://esamultimedia.esa.int/docs/EarthObservation/SENTINEL-2_sheet_161107.pdf), letzter Zugriff 11.01.2017.

ESA, 2017a: Copernicus: Europas Weltraum-Wächter (Special).

[http://www.esa.int/ger/ESA\\_in\\_your\\_country/Germany/Copernicus\\_Europas\\_Weltraum-Waechter\\_Special](http://www.esa.int/ger/ESA_in_your_country/Germany/Copernicus_Europas_Weltraum-Waechter_Special), letzter Zugriff 16.01.2017.

ESA, 2017b: Copernicus Overview.

[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Overview4](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4), letzter Zugriff 11.01.2017.

GEOVERMG, 2010: Gesetz über das amtliche Geoinformations- und Vermessungswesen

Mecklenburg-Vorpommern. <http://www.landesrecht-mv.de/jportal/portal/page/bsmvprod.psml?showdoccase=1&doc.id=jlr-GeoInfVermGMVrahmen&doc.part=X&st=lr>, letzter Zugriff 20.01.2017.