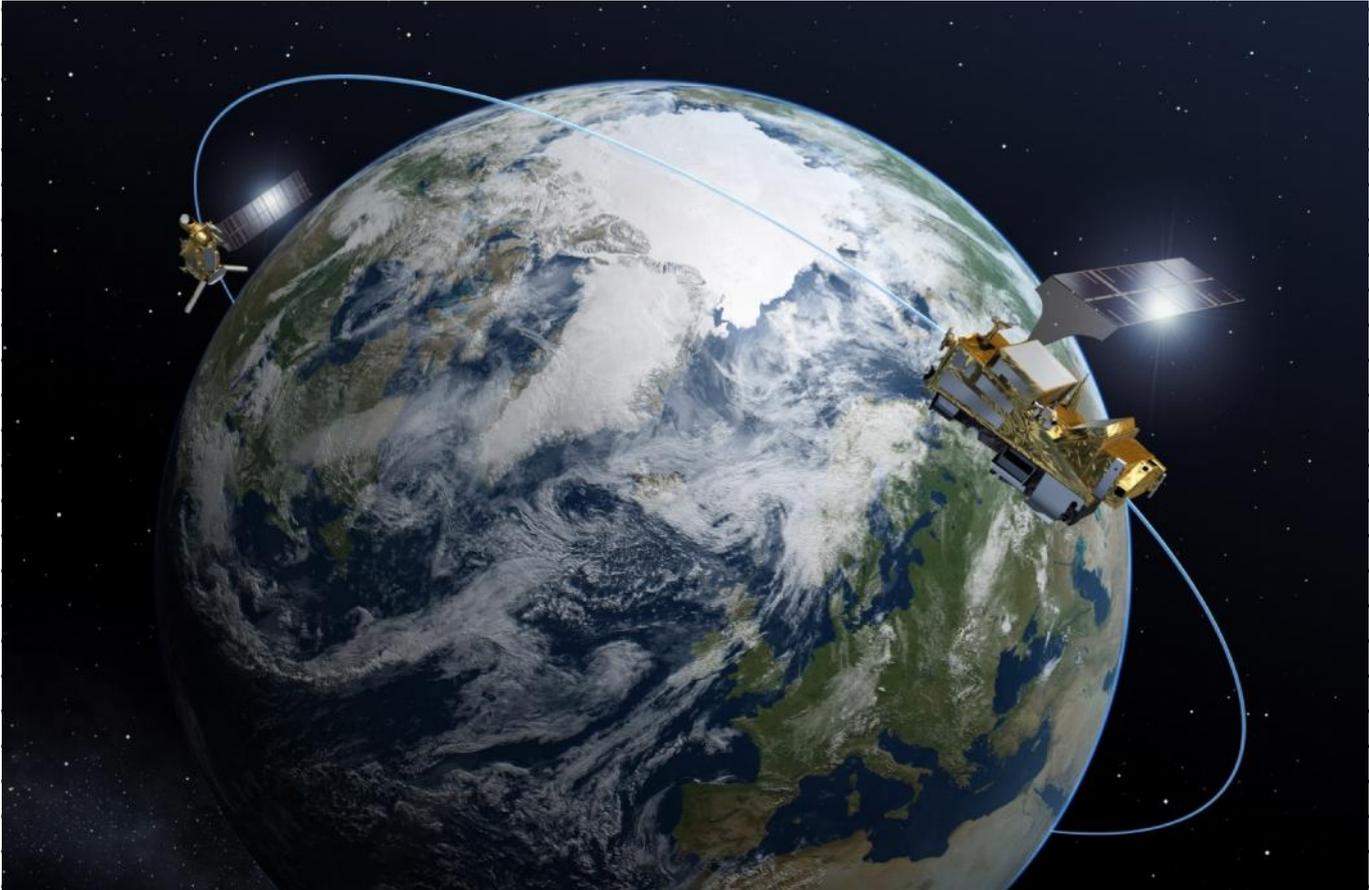
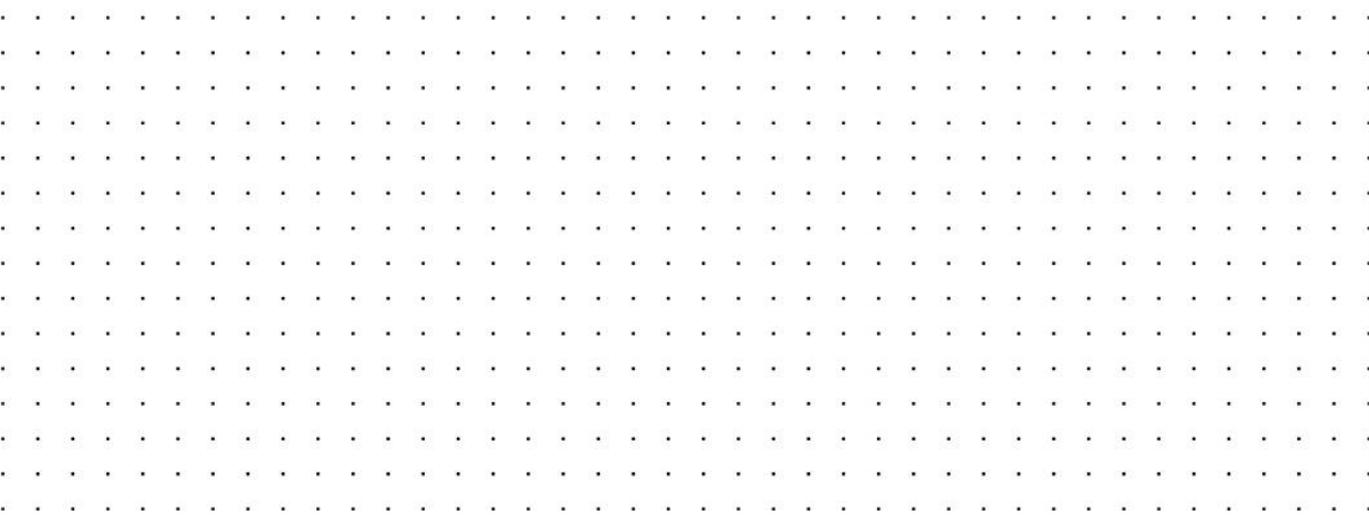


Volkswirtschaftlicher Nutzen einer Beteiligung der Schweiz am Copernicus-Programm

Expertengutachten im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)
5. Oktober 2016



MetOp Second Generation - © ESA-P. Carril



Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Sektion Umweltbeobachtung, CH-3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer / Projektteam

Benjamin Buser
Tamara Dousse
Christina Dübendorfer
Ivo Leiss
Risch Tratschin

Ernst Basler + Partner AG
Zollikerstrasse 65
8702 Zollikon
Telefon +41 44 395 11 11
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Hinweis: Dieses Expertengutachten wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Druck: 30. Januar 2017

S:\216224\90_ENDPRODUKTE\01_Expertengutachten\07_Endversion_20170130\2016-10-05_CopernicusFinal.docx

Abkürzungen und Fachbegriffe

Dieses Expertengutachten enthält viele Abkürzungen. Einige dieser Abkürzungen werden nachfolgend aufgelöst, dafür später im Text nicht mehr erläutert.

BWS	Bruttowertschöpfung
CHF	Schweizer Franken
CNES	Centre national d'études spatiales
CRESDA	China Centre for Resources Satellite Data and Application
DLR	Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt
EUA	Europäische Umweltagentur
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites
EUR	Euro
EUROSTAT	Statistisches Amt der Europäischen Union
EZMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts; europäisches Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage
FINMA	Eidgenössischen Finanzmarktaufsicht
FRONTEX	Frontières Extérieures; Europäische Agentur für die operative Zusammenarbeit an den Aussengrenzen der Mitgliedstaaten der Europäischen Union
GEOSS	Global Earth Observation System of Systems
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ISRO	Indian Space Research Organisation
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NPOC	National Point of Contact
NRSCC	National Remote Sensing Centre of China
NSMC-CMA	National Satellite Meteorological Centre - China Meteorological Administration

PPP	Public Private Partnership
ROSHYDROMET	Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring of Russia
ROSKOSMOS	Weltraumorganisation der Russischen Föderation
SBFI	Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation
USD	United States Dollar
USGS	United States Geological Survey

Neben Abkürzungen verwenden wir in unserem Gutachten auch zahlreiche Fachbegriffe im Zusammenhang mit Erdbeobachtungssystemen. Im Anhang A2 sind einige dieser Fachbegriffe kurz erläutert.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Ziele des Gutachtens	1
1.3	Methodisches Vorgehen.....	1
2	Das Copernicus-Programm im Kontext	3
2.1	Heutige und zukünftige Erdbeobachtungs-Satellitensysteme	3
2.2	Copernicus-Programm	6
2.3	Rahmenbedingungen Schweiz.....	9
3	Systemverständnis.....	12
3.1	Copernicus im Gesamtkontext.....	12
3.2	Analyserahmen	14
4	Wirkungsanalyse.....	16
4.1	Beschreibung des Szenarios Nicht-Beteiligung am Copernicus-Programm	16
4.2	Auswirkungen anhand konkreter Anwendungsbeispiele.....	17
4.3	Auswirkungen im gesamtwirtschaftlichen Kontext	30
5	Synthese.....	36
5.1	Zusammenfassung der Wirkungen	36
5.2	Gesamtwürdigung der Wirkungen	37
5.2.1	Weitere Wirkungsbereiche.....	37
5.2.2	Mögliche Alternativen zu Copernicus	43
5.2.3	Fazit.....	44
6	Folgerungen	47

Anhänge

- A1 Interviews und Experten-Workshop
- A2 Erdbeobachtung kurz erklärt
- A3 Ausgewählte heutige und zukünftige Erdbeobachtungs-Satellitensysteme
- A4 Sentinel-Missionen und ihre Einsatzgebiete
- A5 Beitragende Missionen
- A6 Beurteilung der Auswirkungen auf Schweizer Branchen
- A7 Anwendungsbeispiele

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Entwicklung von Copernicus (frühere Bezeichnung: Globale Umwelt- und Sicherheitsüberwachung GMES) geht zurück auf eine gemeinsame Initiative der Europäischen Union EU und der Europäischen Weltraumorganisation ESA im Jahre 1998. Bis 2010 wurden die Copernicus-Aktivitäten ausschliesslich durch Forschungs- und Entwicklungsprogramme der ESA finanziert. 2014 übernahm die EU den dauerhaften Betrieb von Copernicus. Die Finanzierung erfolgt seit-her aus EU-Haushaltsgeldern. Die Schweiz ist bis anhin an diesem Programm nicht beteiligt.

1.2 Ziele des Gutachtens

Das BAFU hat EBP beauftragt, anhand eines Expertengutachtens die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen einer Beteiligung bzw. einer Nicht-Beteiligung der Schweiz am Copernicus-Programm abzuschätzen. Die Ziele des Gutachtens sind:

-) Den Nutzens einer Beteiligung bzw. den entgangenen Nutzen bei einer Nicht-Beteiligung der Schweiz zu Copernicus grob abschätzen;
-) Die Auswirkungen auf verschiedene Wirtschaftsbranchen der Schweiz mit einem Wirkungshorizont bis 2030 aufzeigen.

1.3 Methodisches Vorgehen

Die Abschätzung des finanziellen Nutzens für die Schweizer Wirtschaft im Falle einer Beteiligung bzw. des entgangenen Nutzens im Falle einer Nicht-Beteiligung am Copernicus-Programm ist auf Grundlage der vorhandenen Daten schwierig:

-) Mittels der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Bundesamts für Statistik könnte für die betroffenen Branchen theoretisch ein Faktor zur Produktivitätssteigerung bestimmt werden und beispielsweise die jährliche Bruttowertschöpfung mit/ohne Copernicus berechnet werden. Die Bestimmung von Produktivitätssteigerungen unterliegt so vielen Unsicherheiten und theoretischen Annahmen, dass sich keine belastbaren Resultate errechnen lassen.

- J Zukünftige technologische Entwicklungen oder Änderungen des regulatorischen Umfelds bis 2030, welche die Rahmenbedingungen für die Nutzung von Erdbeobachtung verändern, liegen im Bereich des Spekultativen und ihre Quantifizierung ist schwierig.

Aufgrund dieser Ausgangslage wählen wir für die vorliegende Studie folgendes methodisches Vorgehen:

- J Die Untersuchung fokussiert auf das Szenario „Nicht-Beteiligung“ und zeigt auf, welcher Nutzen der Schweiz bei einer Nicht-Beteiligung potenziell entgehen könnte.
- J Um das „Investitionsobjekt“ besser zu verstehen, geben wir zuerst eine Übersicht über die heutigen und zukünftigen (geplanten) Erdbeobachtungssysteme und positionieren darin die technischen und organisatorischen Vorteile von Copernicus im Vergleich zu anderen Systemen. Ausserdem legen wir die Rahmenbedingungen und die geschätzten Kosten der Schweizer Beteiligung dar (Kapitel 2).
- J Um den vielfältigen entgangenen Nutzen einer Nicht-Beteiligung strukturiert aufzuzeigen, werden in Kapitel 3 der Gesamtkontext des Beteiligungs-Entscheids aufgezeigt und der Analyserahmen bzw. der Fokus dieser Studie für die Wirkungsanalyse in Kapitel 4 definiert.
- J Für die Wirkungsanalyse werden zuerst das Szenario „Nicht-Beteiligung“ und die entsprechenden Annahmen definiert (Kapitel 4.1).
- J Anhand bestehenden oder möglichen, zukünftigen Anwendungen illustrieren wir die Implikationen einer Schweizer Nicht-Beteiligung für die Schweizer Wirtschaft (Kapitel 4.2). Betrachtet werden drei Beispiele im Downstream-Segment, die durch satellitenbasierte Erdbeobachtung betroffen sind oder bis 2030 betroffen sein dürften.
- J Aufbauend auf diesen konkreten Anwendungen machen wir in einem zweiten Schritt – basierend auf Literaturrecherche, Interviews und Expertenmeinungen – eine Einschätzung für die wichtigsten Branchen der Schweizer Wirtschaft (Kapitel 4.3).
- J Die Synthese bilanziert die in Kapitel 4 analysierten Wirkungen (Kapitel 5.1) und weitet anschliessend die Wirkungsanalyse auf weitere Wirkungsfelder im Sinne einer Gesamtwürdigung der Wirkungen aus (Kapitel 5.2).
- J Das Kapitel 6 beschreibt die Unsicherheitsfaktoren der Studie, gibt Empfehlungen ab und listet mögliche Massnahmen für das weitere Vorgehen auf.

2 Das Copernicus-Programm im Kontext

2.1 Heutige und zukünftige Erdbeobachtungs-Satellitensysteme

In diesem Kapitel geben wir einen Überblick über ausgewählte Erdbeobachtungs-Satellitensysteme, welche – abgesehen von den Sentinel-Missionen von Copernicus – bereits im Einsatz stehen oder geplant sind. Auf die Beschreibung der früheren Systeme, welche für die Darstellung von Veränderungen über die vergangenen Jahre genutzt werden können, haben wir bewusst verzichtet, weil wir den volkswirtschaftlichen Nutzen des Copernicus-Systems eher in Quasi-Echtzeitanwendungen sehen.

Staatliche Systeme

Die meisten Erdbeobachtungs-Satelliten werden von Staaten, teilweise in Kooperation mit anderen Staaten, oder Staatengemeinschaften lanciert. Laut EO Handbook¹⁾ sind derzeit 130 Erdbeobachtungs-Missionen aktiv. Bis zu 90 Missionen²⁾ werden bis Ende 2020 hinzukommen.

Zu den Nationen, welche heute am meisten aktive Systeme betrieben, zählen:

-) Vereinigte Staaten von Amerika (NASA, USGS und NOAA),
-) die Europäische Gemeinschaft (ESA und EUMETSAT),
-) Indien (ISRO),
-) China (CRESDA, NRSCC und NSMC-CMA),
-) Russland (ROSKOSMOS, ROSHYDROMET),
-) Frankreich (CNES),
-) Japan (JAXA),
-) Deutschland (DLR) und
-) Brasilien (INPE).

Weitere Erdbeobachtungs-Missionen werden u.a. von Argentinien, China, Indonesien, Italien, Nigeria, Russland, Südkorea und Taiwan betrieben.

Einzelne Systeme werden auch im Rahmen einer PPP realisiert oder geplant. Besonders aktiv ist hier die Firma Airbus Defence and Space, welche die ehemaligen Firmen Astrium und Cassidian mit Airbus Military zusammenfasst, mit 45'000 Mitarbeitenden und Hauptsitz in München.

1) <http://database.eohandbook.com/database/missiontable.aspx>

2) <http://database.eohandbook.com/database/missiontable.aspx>

Regierungen weltweit erhoffen sich durch eine autonome Erdbeobachtung im Einsatz ihrer eigenen Agenda einen strategischen Vorteil. Mit ihrer eigenen Erdbeobachtungs-Infrastruktur tragen die meisten dieser Staaten auch zur internationalen Erdbeobachtungs-Initiative **GEOSS** (Global Earth Observation System of Systems) bei. Diese Initiative hat sich zum Ziel gesetzt, existierende und geplante Systeme der Erdbeobachtung wie Satelliten- und Sensordaten miteinander zu verknüpfen und Menschen und Umwelt zu dienen.

Wir haben einige staatliche Missionen, welche einen operationellen Charakter haben (im Gegensatz zu einem forschungs-orientierten Hintergrund), im Anhang A3 aufgelistet.

Kommerzielle Systeme

Einzelne Erdbeobachtungs-Systeme werden von privaten Firmen realisiert oder sind durch solche geplant. Deren Daten zeichnen sich häufig durch eine sehr gute räumliche Auflösung aus. Ausserdem lassen sich die Satelliten auf bestimmte Gebiete hin „programmieren“ („tasking“). Eine Liste der kommerziellen Systeme ist in Tabelle 1 zusammengestellt.

System	Anbieter	Anzahl Kanäle / Räumliche Auflösung	Bemerkungen
WorldView-1 Aktiv seit 2007	DigitalGlobe	1 Kanal / 0.5 m	
WorldView-2 Aktiv seit 2009	DigitalGlobe	9 Kanäle / 0.5 - 1,8 m	
WorldView-3 Aktiv seit 2014	DigitalGlobe	21 Kanäle / 0.3-3.7 m	
WorldView-4 geplant 2016	DigitalGlobe	5 Kanäle / 0.3 – 1.2 m	
GeoEye-1 Aktiv seit 2008	DigitalGlobe	5 Kanäle / 0.4–1.6 m	
RapidEye (5 Satelliten) Aktiv seit 2008	Planet Labs / DLR	5 Kanäle / 6.5 m	
PlanetScope Aktiv seit 2016	Planet Labs	3 Kanäle / 3.7 m	Ergänzen die RapidEye-Satelliten.
SkySat 1 Aktiv seit 2013	Terra Bella Seit 2014 Google	5 Kanäle / 0.9 – 1.1 m	Videos von 90 Sekunden möglich. Beobachtung von Objekten wie Autos und

System	Anbieter	Anzahl Kanäle / Räumliche Auflösung	Bemerkungen
			Schiffcontainern. Bewegung von Gütern und Menschen. Supply Chain, Schifffahrt, industrielle Aktivitäten, Humanitäre Hilfe, Landwirtschaft.
SkySat 2 Aktiv seit 2014	Terra Bella Seit 2014 Google	5 Kanäle / 0.9 – 1.1 m	Videos von 90 Sekunden möglich. Beobachtung von Objekten wie Autos und Schiffcontainern. Bewegung von Gütern und Menschen. Supply Chain, Schifffahrt, industrielle Aktivitäten, Humanitäre Hilfe, Landwirtschaft.
SkySat 3-24 Geplant bis 2017	Terra Bella Seit 2014 Google	5 Kanäle / 0.9 – 1.1 m	Mehrmals täglich bei einer Konstellation von 24 Satelliten.
Pleiades-1A Aktiv seit 2011	Airbus Defence and Space / CNES	5 Kanäle / 0.7 – 2 m	
Pleiades-1B Aktiv seit 2012	Airbus Defence and Space / CNES	5 Kanäle / 0.7 – 2 m	

Tabelle 1: Kommerzielle Systeme

Neue Systeme

Neben den obengenannten satellitengestützten Erdbeobachtungssystemen verändern neue Anbieter von günstigeren und agileren Technologien den Weltraummarkt. Grosse Konzerne wie Google sind auf diese jungen Startups aufmerksam geworden und beteiligen sich aktiv an deren rasanter Entwicklung. Zu diesen vielversprechenden neuen Systemen gehören auch stratosphärische Drohnen und Minisatelliten.

Stratosphärische Drohnen und Ballone lassen sich im Gegensatz zu Satelliten günstig produzieren und brauchen zum Start keine teuren Raketen. Die Nähe zur Erde erlauben ausserdem eine höhere Datenübertragung und schärfere Bilder zu einem günstigeren Preis. Während Satellitenaufnahmen etwa 35 USD pro Quadratkilometer³⁾ kosten, rechnen Experten bei Bildern aus

3) In der Quelle 6) sind 35 USD pro Quadratmeter angegeben, doch dürfte es sich um einen Druckfehler handeln.

der Stratosphäre mit 5 USD für dieselbe Fläche⁴). Zahlreiche Firmen wie Airbus, Boeing, Google und Facebook sind an dieser vielversprechenden Technologie interessiert und investieren grosse Summen. Auch wenn der Fokus von Google darauf liegt, drahtloses Internet in Regionen zu bringen, die bislang nicht erschlossen sind, sollen andere Anwendungen wie die Erdbeobachtung ermöglicht werden.

Titan Aerospace, ein amerikanisches Luft- und Raumfahrtunternehmen mit Sitz in Albuquerque, entwickelt solarangetriebene Spezialdrohnen und gehört seit 2014 zu Google. Ihre Atmosats (Solar-Powered Atmospheric Satellite Drones) sind in einer Höhe von 20 km unterwegs, können bis zu fünf Jahre ununterbrochen fliegen und dabei Echtzeit-Bilder in einer nie zuvor dagewesenen räumlichen Auflösung aufnehmen.

Seit fünf Jahren arbeitet Google zudem am Stratosphärenballon Projekt „Loon“. Mithilfe automatischer Startmaschinen werden die Ballone in eine Höhe von 20 km gebracht. Der Rekordhalter schaffte es laut Google neunmal um die Welt. ⁵⁾

Viele regulatorische Ungewissheiten, sowie Unsicherheiten in der technologischen Entwicklung dieser stratosphärischen Systeme bergen zu diesem Zeitpunkt Risiken für eine aktive Beteiligung.

Rasante Veränderungen im Satellitenbau und der Mikroelektronik machen **Minisatelliten** (sogenannte Cube-Sats) möglich, winzige Satelliten, die zum Teil weniger als zehn Kilogramm wiegen. So lassen sich Hunderte mit einem einzigen Start ins All schiessen und können rund um die Uhr die Bewegung von Gütern und Menschen beobachten. In Verbindung mit Big Data könnte so zum Beispiel der Lebensmittelhandel besser gesteuert werden.

Die amerikanische Firma Planet Labs wurde 2010 in San Francisco von ehemaligen NASA Forschern gegründet. Alle drei bis vier Monate werden neue Satelliten von der Internationalen Weltraumstation ISS gestartet. Eine Konstellation von 100 Kleinst-Satelliten ist geplant.

2.2 Copernicus-Programm

Trägerschaft

Das Erdbeobachtungsprogramm Copernicus der Europäischen Union, zuvor Global Monitoring for Environment and Security (GMES) genannt, wurde im Jahre 1998 gemeinsam von der Europäischen Kommission (EU) und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) gegründet. Das Ziel von Copernicus ist der Aufbau und der Betrieb einer leistungsfähigen Infrastruktur für Erdbeobachtung und Dienstleistungen der Geoinformation.

4) Technology Revue 2016; Der neue Luftkampf. August Ausgabe. S. 29 – 36.

5) Technology Revue 2016; Der neue Luftkampf. August Ausgabe. S. 29 – 36.

Während die ESA ihren Fokus auf Forschung, Entwicklung und Aufbau von satellitenbasierten Erdbeobachtungs-Systemen legt, liegt der Fokus der EU auf Betrieb, Weiterentwicklung sowie Entwicklung und Sicherstellung der Dienstleistungen. Seitens der EU ist die Generaldirektion für Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum und KMU (DG Growth) für Copernicus verantwortlich.

Daten und Dienste

Die Copernicus-Dienste basieren auf drei Datenquellen:

1. **Daten der Sentinel-Missionen:**

Bei den „Sentinels“ handelt es sich um eine von der ESA entwickelten Satellitenfamilie. Aktuell befinden sich vier der insgesamt neun Satelliten in der Umlaufbahn. Die einzelnen operationellen und geplanten Missionen sowie deren Einsatzgebiete sind im Anhang A4 detailliert beschrieben.

2. **Daten von „beitragenden Missionen“:**

Dabei handelt es sich um Missionen von Drittanbietern („contributing missions“). Diese können beispielsweise genutzt werden, falls Daten mit einer noch höheren räumlichen Auflösung benötigt werden. Die beitragenden Missionen sind im Anhang A5 aufgelistet.

3. **Daten von In-Situ-Messungen:**

Diese lokal aufgezeichneten Beobachtungsdaten werden von den am Copernicus-Programm beteiligten Staaten zur Verfügung gestellt.

Durch die Verarbeitung, Analyse und Integration der Sentinel- und In-Situ-Daten entstehen die sogenannten Copernicus-Dienste. Sie adressieren sechs übergeordnete Themen: Überwachung der Atmosphäre, Überwachung der Meeresumwelt, Landbeobachtung, Klimawandel, Katastrophen- und Krisenmanagement sowie Sicherheit. Die Copernicus-Dienste finden beispielweise Anwendung in folgenden Bereichen des täglichen Lebens⁶⁾:

-) Landwirtschaft,
-) Zivilschutz und humanitäre Hilfe,
-) Klimawandel,
-) Entwicklung und Zusammenarbeit,
-) Energie,
-) Umwelt,
-) Gesundheit,
-) Handel,
-) Versicherung,

6) http://www.copernicus.eu/sites/default/files/documents/Brochure/Copernicus_Brochure_DE_WEB.pdf

- J Blue Economy (Meereswirtschaft, wie z.B. küstennahe Erdöl- und Erdgasförderanlagen oder maritimer Tourismus),
- J Tourismus,
- J Transport (Luft, Land und Wasser),
- J Sicherheit,
- J Planung auf städtischer und regionaler Ebene.

Konkrete Anwendungsbeispiele sind im Anhang A7 zusammengestellt.

Die ersten Copernicus-Dienste wurden mit dem Start von Sentinel-1 im April 2012 in Betrieb genommen. Durch die Inbetriebnahme der weiteren Sentinel-Satelliten (der letzte Start ist im Jahr 2020 geplant) kommen laufend neue Dienste dazu.

Copernicus entwickelt sich zu einem unabhängigen europäischen Beobachtungssystem und ist ein wichtiger Beitrag Europas zur oben erwähnten internationalen Erdbeobachtungs-Initiative GEOSS.

Besonderheit des Copernicus-Programms

Die Daten aus dem Copernicus-Programm sind unseres Erachtens technisch nicht fortgeschrittener (z.B. bessere Sensoren), als die anderen Systeme, welche wir im Kapitel 2.1 beschrieben haben. Wir sehen die Einzigartigkeit in den organisatorischen Belangen. In einem Copernicus-Faktenblatt⁷⁾ wird der Nutzen dementsprechend wie folgt umschrieben:

- J Garantie für einen operationellen Betrieb über viele Jahre hinweg;
- J flächendeckend für alle Gebiete der Erde zwischen 56° südlicher und 84° nördlicher Breite;
- J schnelle Bereitstellung der Daten (in Beinahe-Echtzeit) für die Endkunden;
- J Bereitstellung integraler Daten (satellitenbasierte Daten und In-Situ-Messungen);
- J Bereitstellung von Daten für unterschiedliche Massstäbe (hohe räumliche Auflösung für kleine Gebiete, geringe räumliche Auflösung für grosse Gebiete) und damit für unterschiedliche Einsatzgebiete;
- J regelmässige und systematische Überprüfung der Daten;
- J kürzere Reaktionszeit, womit schnelles Handeln bei Naturkatastrophen und humanitären Krisen ermöglicht wird.

Aus unserer Sicht unterscheidet sich Copernicus von den bestehenden und geplanten Systemen insbesondere in folgender Hinsicht:

7) http://www.copernicus.eu/sites/default/files/documents/Copernicus_Factsheets/Copernicus_May2015.pdf

-
- J Copernicus bietet den Endkunden einen One-Stop-Zugang zu den unterschiedlichsten Erdbeobachtungs-Daten. Dies beinhaltet unterschiedliche Sensoren (z.B. Radar, Radiometer, Altimeter oder Spektrometer) und deckt unterschiedliche Anforderungen an den Massstab ab (z.B. für lokale und globale Ansichten). Der Zugang zu den Sentinel-Missionen wird zentral über den Sentinel Data Access Hub in verschiedenen Ausprägungen (Scientific, Collaborative, International, Services) ermöglicht. Somit entfallen aufwändige Vertragsverhandlungen mit einzelnen Anbietern oder Kooperationspartnern.
 - J Durch die Verknüpfung mit den In-Situ-Messdaten (z.B. für Boden, Luft und Wasser) kann eine Erfassungs- und Vorhersagegenauigkeit mit einer nie zuvor dagewesenen Qualität erreicht werden.
 - J Es werden nicht nur Rohdaten, sondern auch abgeleitete Datenprodukte bereitgestellt.
 - J Im Unterschied zu den staatlichen Missionen bietet Copernicus unabhängige Messdaten an, welche nicht aufgrund von nationalen Interessen verfälscht oder verzögert bereitgestellt werden.
 - J Im Unterschied zu den kommerziellen Missionen hat Copernicus einen gesicherten Betrieb bis 2030 und ist nicht abhängig von kommerziellen Interessen einzelner Firmen.
 - J Investition in neue Systeme wie z.B. stratosphärische Drohnen oder Minisatelliten ist für Einzelstaaten im Vergleich zum Copernicus-Programm an höhere Investitionsrisiken gebunden.

2.3 Rahmenbedingungen Schweiz

Schweizer Weltraumpolitik

Die Weltraumpolitik gilt als Bestandteil der Schweizer Wissenschafts- und Technologiepolitik, ihrer Europapolitik und ihrer allgemeinen Politik der Offenheit und der Solidarität.⁸⁾ Konkret strebt die Schweiz eine Konsolidierung und, wo angezeigt, einen Ausbau der Beteiligungen an den Infrastrukturen für Weltraumanwendungen und -diensten an, u.a. mit folgenden Zielen:

- J Deckung der institutionellen Bedürfnisse der Schweiz;
- J Stärkung der Stellung von Schweizer Forschenden;
- J Stärkung des Wirtschaftsstandortes Schweiz und der Schweizer Industrie;
- J Maximierung des ‚Return on Investment‘ auf dem Gebiet der Weltraumtechnologien.

Die Schweiz hat sich durch ihre Mitgliedschaft bei der ESA bisher mit 104.7 Millionen EUR Forschungs- und Entwicklungsgeldern an der Copernicus-Entwicklung beteiligt. Die Beiträge der Schweiz sind gemäss dem „Geo-Return-Prinzips“ der ESA wieder in die Schweiz zurückgeflossen.

Die Schweiz beteiligt sich und investiert in weitere Organisationen der EU, die für die Erdbeobachtung relevant sind. Die Schweiz ist via EUMETSAT, EUMW, EUA, EUROSTAT und FRONTEX an Organisationen beteiligt, die im Rahmen der operativen Umsetzung von Copernicus Leistungsaufträge und Mittel seitens der EU bekommen. Diese Leistungsaufträge werden in Kapitel 5.2.1 beschrieben.

Die EU-Kommission erarbeitet zurzeit eine neue Weltraumstrategie. Diese soll im Oktober 2016 publiziert werden und u.a. die Frage einer vertieften Zusammenarbeit zwischen dem Copernicus-Programm und der ESA klären.⁹⁾ Anpassungen der Schweizer Weltraumstrategie sind vor diesem Hintergrund denkbar.

Strategie „Digitale Schweiz“

Die Strategie „Digitale Schweiz“ verfolgt das Ziel, die Schweiz durch konsequente Nutzung der Chancen der Digitalisierung als attraktiven Lebensraum und als innovativen, zukunftsorientierten Wirtschafts- und Forschungsstandort zu positionieren. Der aktuelle Aktionsplan sieht im Themenfeld „Weiterentwicklung der Wissensgesellschaft“ u.a. im Rahmen der Innovationsförderung der KTI die bessere Ausschöpfung des Innovationspotenzials von KMU vor sowie die Förderung praxisorientierter Ausbildung (unter Federführung des WBF und der KTI). Im Themenfeld „Daten und digitale Inhalte“ sieht die Strategie den Aufbau einer Digitalisierungsinfrastruktur vor (unter Federführung des EDI).¹⁰⁾ Eine Studie zum Umgang der Schweiz mit Big Data kommt zum Schluss, dass das Potenzial von Big Data insbesondere durch Bereitstellung von frei zugänglichen Daten – im Sinne einer Infrastruktur-Ressource – gefördert werden soll, um den gesellschaftlichen Nutzen von Big Data zu erhöhen.¹¹⁾

Kosten einer Beteiligung am Copernicus-Programm

Das Gesamtbudget des Copernicus-Programms für die Periode 2014 bis 2020 beträgt 4.29 Milliarden EUR, davon werden 897 Millionen EUR für die Dienste-Komponente und die In-situ-Messungen-Komponente und 3.39 Milliarden EUR für die Weltraumkomponente verwendet.¹²⁾ Der vor kurzem beschlossene Austritt des Vereinigten Königreichs aus der EU (Brexit) bringt

9) Bulletin Quotidien Europe vom 26 April 2016, Herausgeber: Agence Europe, <http://www.agenceurope.info>.

10) Aktionsplan „Digitale Schweiz“, <https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/digital-und-internet/strategie-digitale-schweiz/aktionsplan.html> [abgerufen am 8. August 2016]

11) Jarchow, T., Estermann, B. (2015): Big Data: Chancen, Risiken und Handlungsbedarf des Bundes. Ergebnisse einer Studie im Auftrag des Bundesamtes für Kommunikation. Berner Fachhochschule, E-Government-Institut.

12) Artikel 8 der Verordnung (EU) Nr. 377/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. April 2014 zur Einrichtung des Programms Copernicus und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 911/2010.

neue Ungewissheit. Wir gehen in unserer Studie von unveränderten Rahmenbedingungen aus d.h. einer ähnlichen Grösse des Gesamtbudgets ab 2021.

Grundsätzlich werden die Kosten des Copernicus-Programms nach Anteil des Bruttoinlandprodukts der teilnehmenden Länder verteilt. Im Jahr 2014 betrug das BIP der EU-28 13.2 Billionen EUR. Das BIP der Schweiz entspricht mit rund 469 Milliarden EUR im Jahr 2014 also 3.56 % demjenigen der EU.¹³⁾

Weil die Kosten einer Beteiligung Gegenstand eventueller Verhandlungen sind, können diese nicht detailliert abgeschätzt werden. Die durch das BAFU aktuell geschätzten Kosten für die Schweizer Beteiligung betragen für die Periode 2014 bis 2020 rund 154.4 Millionen EUR, dies entspricht für diese 7-jährige Periode 22.1 Millionen EUR bzw. umgerechnet rund 24.3 Millionen CHF pro Jahr.¹⁴⁾¹⁵⁾ Diese Schätzung basiert auf einer indikativen Aussage und auf dem BIP-Verhältnis im Jahr 2014.¹⁶⁾

Zudem gehen wir im Rahmen dieser Studie davon aus, dass sich die Schweiz in bereits getätigte Investitionen „einkaufen“ müsste, und die tatsächlichen Kosten somit bei einer späteren Beteiligung höher ausfallen würden.

13) EDA (2016): Schweiz-EU in Zahlen – Handel, Bevölkerung, Verkehr. Direktion für europäische Angelegenheiten DEA, Sektion Wirtschafts- und Finanzfragen. Datum: 14. Juli 2016. Quelle:
https://www.eda.admin.ch/content/dam/dea/de/documents/faq/schweiz-eu-in-zahlen_de.pdf

14) Umrechnungskurs: 1 EUR = 1.10 CHF

15) Zur Kontextualisierung dient die Beteiligung am Satellitennavigationssystem Galileo der EU. Die Kosten von Galileo sind für die Jahre 2014 bis 2017 mit 7 Milliarden EUR budgetiert, der Schweizer Beitrag beträgt für das Jahr 2016 rund 33 Millionen EUR. Die jährlichen Beiträge der Schweiz an Galileo schwanken stark über die gesamte Budgetperiode, zu Beginn der Periode sind aufgrund des Infrastrukturaufbaus (Satellitenstarts) höhere Beiträge vorgesehen. Ausserdem werden die Kosten für die Schweiz jedes Jahr aufgrund des aktuellen BIP-Verhältnisses EU-Schweiz neu berechnet.

16) Nach mündlicher Aussage von Markus Wüest, Sektion Umweltbeobachtung des BAFU am 7. Juli 2016 beruht diese Zahl auf einer mündlichen Besprechung mit Vertretern der EU.

3 Systemverständnis

Die möglichen Auswirkungen eines Entscheids zu Copernicus sind vielfältig. Sie sollten gesamthaft im Entscheidungsfindungsprozess berücksichtigt werden.

Die Auswirkungen werden zuerst im Gesamtkontext verortet und der Fokus dieser Studie erläutert. Anschliessend wird der Analyserahmen anhand des Wertschöpfungsmodells für den Markt der satellitenbasierten Erdbeobachtung aufgezeigt.

3.1 Copernicus im Gesamtkontext

Der Entscheid zur Beteiligung am Copernicus-Programm ist einerseits abhängig vom Nutzen, andererseits auch vom politischen Kontext (siehe Abbildung 1).

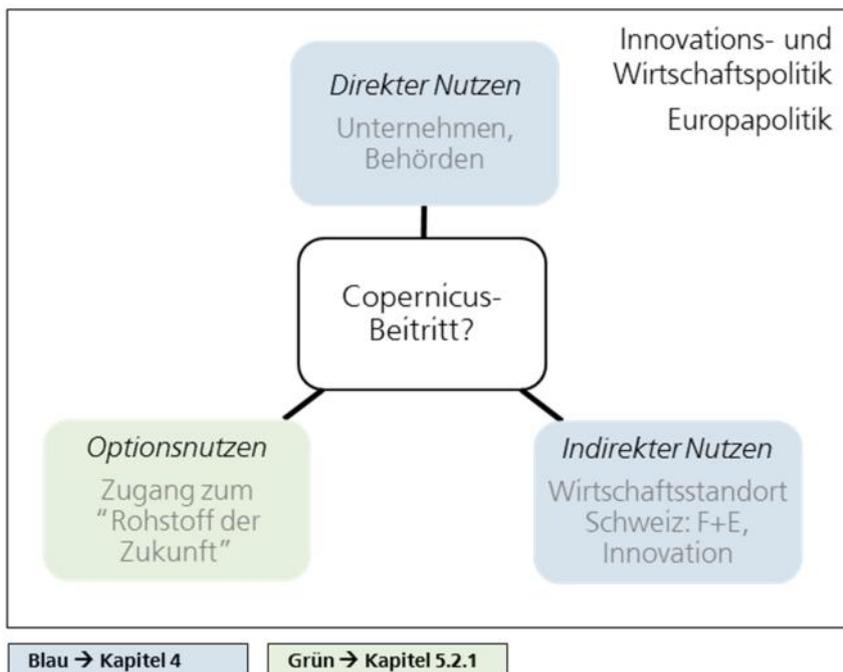


Abbildung 1: Systemverständnis: Der Entscheid zur Copernicus-Beteiligung und seine drei Auswirkungsebenen sowie sein politischer Kontext

Der Entscheid zur Beteiligung oder Nicht-Beteiligung am Copernicus-Programm kann Auswirkungen auf drei unterschiedlichen Nutzenebenen entfalten. Diese drei Ebenen lehnen sich an das Analysemodell des ökonomischen Gesamtwerts von Umweltgütern an.¹⁷⁾

- J) Direkter Nutzen: Satellitenbasierte Erdbeobachtungsdaten können in konkreten Anwendungen in verschiedenen Wirtschaftsbranchen Produkte oder Dienstleistungen verbessern, z.B. in dem sie Kosten senken, die Produktivität erhöhen oder behördliche Aufgaben effizienter oder effektiver gestalten. Zum direkten Nutzen zählt auch die Möglichkeit für Schweizer Unternehmen, sich an Ausschreibungen des Copernicus-Programms bzw. von seinen Partnerorganisationen zu beteiligen.
- J) Indirekter Nutzen: Der Zugang zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten via Copernicus beeinflusst den Schweizer Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsstandort und damit wichtige Rahmenbedingungen des Wirtschaftsstandorts Schweiz. Diese Rahmenbedingungen sind für lokal bis global agierende Unternehmen unterschiedlichster Branchen relevant. Zudem beeinflusst es die Neugründung von Unternehmen, die Entwicklung neuer Technologien sowie die internationale Wettbewerbsfähigkeit der in der Schweiz ausgebildeten Fachkräfte.
- J) Optionsnutzen¹⁸⁾: Der Zugang zu Informationen, dessen Wert aktuell noch nicht abschätzbar ist, gleicht einem Zugang zum „Rohstoff der Zukunft“ im Sinne einer Option auf zukünftigen Nutzen. Der Entscheid zu Copernicus ist in diesem Sinne richtungsweisend, ob ein Nutzen in der Zukunft generiert werden kann oder nicht.

Die Entscheidung für oder gegen eine Beteiligung der Schweiz am Copernicus-Programm ist zudem eingebettet in verschiedene Politikgebiete; insbesondere die Innovations- und Wirtschaftspolitik der Schweiz im Kontext des internationalen Standortwettbewerbs ist betroffen. Weiter steht der Entscheid im Kontext der Europapolitik.

Fokus der Studie

Diese Studie untersucht die Ebenen des direkten sowie des indirekten Nutzens. Der Aspekt des Optionsnutzens wird im Rahmen der Gesamtwürdigung in Kapitel 5.2.1 berücksichtigt.

17) Das Konzept des ökonomischen Gesamtwerts von Umweltgütern findet häufig im Bereich der Umweltökonomie Anwendung, es unterscheidet zwischen Gebrauchs- und Nichtgebrauchswerten. Gebrauchswerte werden unterteilt in direkte Gebrauchswerte (direct use values), indirekte Gebrauchswerte (indirect use value) und Optionswerte (option value). Quelle: z.B. David W. Pearce, Dominic Moran: The Economic Value of Biodiversity. Earthscan, 1994.

18) Unter Optionsnutzen verstehen wir einen Nutzen, der sich durch die Sicherung von Technologien und Werte angesichts einer ungewissen Zukunft ergibt.

3.2 Analyserahmen

Der Analyserahmen entspricht der Schweizer Volkswirtschaft im Kontext ihrer internationalen Verflechtung, d.h. wir betrachten sowohl die in der Schweiz generierte Wertschöpfung wie auch die Vorleistungen im In- und Ausland.

Dazu gehören folgende zwei Bereiche (siehe Abbildung 2).

J Private oder öffentliche Aktivitäten, die satellitenbasierte Erdbeobachtungsdaten generieren, verarbeiten oder daraus einen Mehrwert schöpfen. Diese Aktivitäten können in drei aufeinanderfolgende Segmente unterteilt werden.

- Das Upstream-Segment deckt die Infrastruktur ab. Hier werden Satelliten entwickelt, ins All befördert sowie Satelliten und Bodenempfangsstationen betrieben.
- Das Midstream-Segment deckt den Vertrieb und Verkauf der Daten ab. Hier werden die Rohdaten aufgenommen, prozessiert und archiviert.
- Das Downstream-Segment deckt die Dienstleistungen im Zusammenhang mit der Veredlung der Daten ab. Hier werden Daten weiterverarbeitet, auf die Bedürfnisse der Anwender zugeschnitten und mit anderen Datenquellen kombiniert. Dies geschieht sowohl bei Behörden als auch in privaten Unternehmen oder NGO.

J Die Forschung und Entwicklung ist in allen drei Aktivitäten involviert und bildet eine wichtige Bedingung für einen erfolgreichen Wirtschaftsstandort Schweiz.

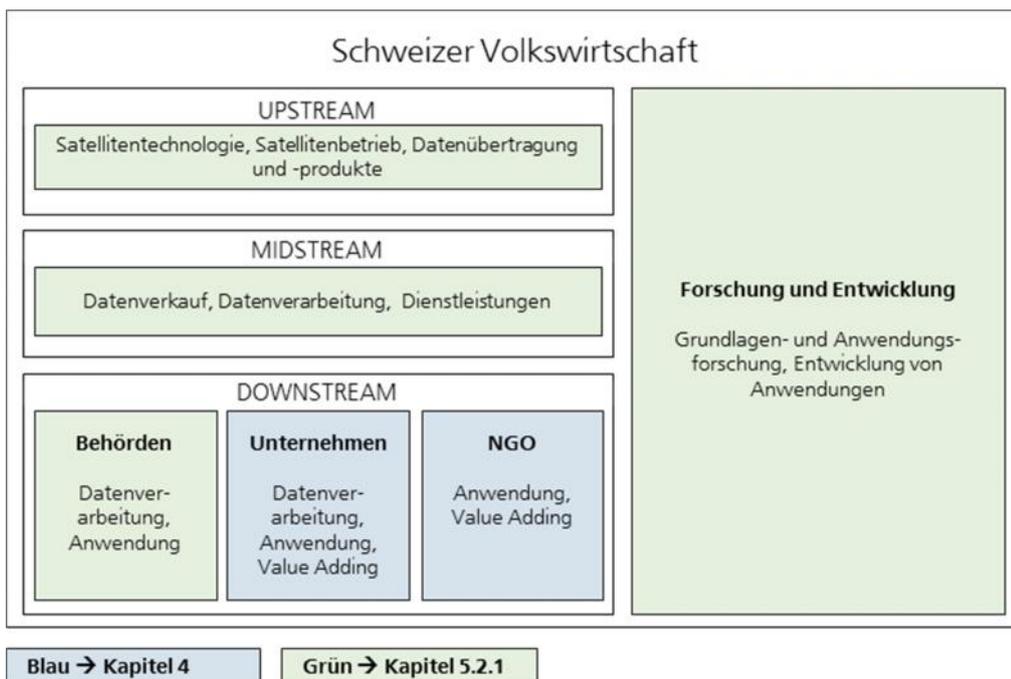


Abbildung 2: Analyserahmen der Studie

Fokus der Studie

In dieser Studie fokussieren wir uns auf die privaten Unternehmen und NGO im Downstream-Segment (blau markiert). Die Unternehmen im Upstream- und Midstream-Segment sowie die Behörden und die Forschung und Entwicklung (grün markiert) werden im Rahmen der Gesamtwürdigung in Kapitel 5.2.1 beleuchtet.

Der Zeitraum für die Wirkungsanalyse entspricht der Periode von heute bis 2030, in Anlehnung an den aktuellen Planungshorizont des Copernicus-Programms.

4 Wirkungsanalyse

In diesem Kapitel beschreiben wir zuerst die Auswirkungen einer Nicht-Beteiligung, welche den nachfolgenden Überlegungen und Analysen zugrunde liegen. Anschliessend schätzen wir anhand konkreter Beispiele und ausgewählter Branchen den direkten und indirekten Nutzen einer Beteiligung ab. Der Fokus liegt auf dem Downstream-Segment ohne die öffentliche Hand (siehe Abbildung 2).

4.1 Beschreibung des Szenarios Nicht-Beteiligung am Copernicus-Programm

Analysiert wird nur das Szenario „Nicht-Beteiligung“, weil wir davon ausgehen, dass der abgeschätzte entgangene Nutzen einer Nicht-Beteiligung dem Nutzen einer Beteiligung entspricht. Das Szenario „Nicht-Beteiligung“ geht von der Hypothese aus, dass durch die Nicht-Beteiligung der Zugang zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten für Unternehmen, Behörden, Privatpersonen und andere Akteure erheblich eingeschränkt wird. Diese Einschränkung könnte sich beispielsweise wie folgt manifestieren:

- J in Form einer Authentifizierungspflicht, um bestimmte Dienste und Zwischenprodukte nutzen zu können, welche auf den öffentlichen Zugangsplattformen bewusst nicht verfügbar gemacht werden (heute wird das beispielsweise im Bereich Katastrophen- und Krisenmanagement bereits praktiziert),
- J in Form einer Karenzzeit, mit welcher die Copernicus-Daten und –Produkte auch für Nicht-Beteiligte zur Verfügung stehen,
- J in Form einer beschränkten Download-Menge (z.B. Anzahl gleichzeitiger Downloads) und
- J in Form einer verlangsamten Download-Geschwindigkeit.

Alle diese Formen stehen nicht im Widerspruch zur Open Data Strategie der EU und des Copernicus-Programms. Öffentliche Institutionen, juristische und private Personen in der Schweiz könnten den vollen Nutzen von Copernicus nicht ausschöpfen, im Unterschied zu entsprechenden Nutzern aus Ländern, die sich am Copernicus-Programm beteiligen (aktuell wären das alle EU-Länder sowie Norwegen und Island).

Für die Wirkungsanalyse des Szenarios „Nicht-Beteiligung“ im Kapitel 4 treffen wir als Vereinfachung folgende Annahmen:

- J Die Wirkung wird anhand des Zugangs zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten generell und nicht anhand des Zugangs zu Copernicus-Missionen per se analysiert. Mögliche Al-

alternativen um den Zugang zu satellitenbasierter Erdbeobachtung zu erlangen, werden in Kapitel 5.2.3 analysiert.

- J Wir gehen davon aus, dass die Einschränkung des Datenzugangs für Schweizer Unternehmen ab 2017 in Kraft tritt, womöglich mit einer Übergangsfrist, und bis zum Ende des Programms, bis zum Jahr 2030, andauert.
- J Aufgrund von Lizenz einschränkungen können Schweizer Unternehmen nur bedingt Dienstleistungen aus dem Ausland einkaufen, die auf Copernicus-Daten oder -Dienstleistungen basieren. Wie genau diese Einschränkungen ausgestaltet und durchgesetzt werden, wird hier nicht berücksichtigt. Es wird zudem angenommen, dass internationale Grosskonzerne, im Vergleich zu Unternehmen mit lokaler oder nationaler Marktausrichtung, eher in der Lage sein dürften, auf ausländische Dienstleister zurückzugreifen.
- J Es wird für Schweizer Unternehmen im Upstream- und Midstream-Segment weiterhin nicht möglich sein, an wettbewerblichen Ausschreibungen des Copernicus-Programms teilzunehmen. Der dadurch entgangene Nutzen wird in Kapitel 5.2.1 abgeschätzt.

4.2 Auswirkungen anhand konkreter Anwendungsbeispiele

Im Rahmen eines Experten-Workshops wurde eine Liste von acht möglichen Anwendungen von satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten in der Privatwirtschaft identifiziert, die Potenzial haben bzw. grosse Wertschöpfungsketten betreffen.¹⁹⁾ Daraus kristallisierten sich folgende Branchen bzw. Anwendungsbereiche heraus:

- J Nahrungsmittelproduktion und -handel,
- J Finanzdienstleistungen,
- J Versicherungsdienstleistungen,
- J Rohstoffabbau und -handel,
- J Logistik und Mobilität,
- J Touristik,
- J Baugewerbe,
- J Humanitäre Sicherheit.

Anhand drei konkreter Beispiele wird in der Folge detailliert beschrieben und exemplarisch aufgezeigt, wie der eingeschränkte Zugang zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten sich nach-

19) BFS (2016): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Produktionskonten.

teilig auf eine bestimmte Branche oder Geschäftstätigkeit auswirken kann – im Sinne eines entgangenen direkten und indirekten Nutzen für Unternehmen in der Schweiz.

- J Beispiel 1: Betriebliches Kontinuitätsmanagement, aufgezeigt am Beispiel der Schweizer Nahrungsmittelindustrie
- J Beispiel 2: FinTech²⁰⁾
- J Beispiel 3: Rückversicherungen

20) FinTech ist ein Sammelbegriff für moderne Technologien im Bereich der Finanzdienstleistungen und setzt sich aus den Wörtern „financial services“ und „technology“ zusammen. FinTech bezeichnet neuartige Lösungen von Anwendungssystemen, die eine Neu- oder Weiterentwicklung im Finanzdienstleistungsbereich darstellen. Diese Systeme sind potenziell disruptiv und könnten in Zukunft bestehende Dienstleistungen von etablierten Unternehmen nahezu vollständig ersetzen.

Beispiel 1: Betriebliches Kontinuitätsmanagement am Beispiel der Nahrungsmittel-Industrie

Zahlen und Fakten

Die Schweizer Nahrungsmittelbranchen im engeren Sinn²¹⁾ generieren laut der Föderation der Schweizerischen Nahrungsmittel-Industrien (fial) einen jährlichen Gesamtumsatz von 17.7 Milliarden CHF – davon werden 3.1 Milliarden durch Export generiert – und beschäftigen rund 37'000 Personen (Stand 2012).²²⁾

Die Nahrungsmittelindustrie ist zudem ein bedeutender Abnehmer von Agrarrohstoffen aus der Schweiz, insbesondere Milch, Zucker oder Mehl. Im Weiteren stellt die Nahrungsmittelindustrie die Pflichtlagerhaltung im Lebensmittelbereich sowie einen grossen Teil von Logistik und Vertrieb für die dezentrale Belieferung von Handel und Gastgewerbe sicher.

Die Nahrungsmittelindustrie ist nur ein Teil der gesamten Schweizer Lebensmittelkette: laut BFS waren 2008 von gesamthaft rund 4 Millionen Beschäftigten in der Schweiz rund 531'000 Personen im Bereich der Lebensmittelkette beschäftigt (siehe Abbildung 3); dazu gehören auch die Landwirtschaft und Fischerei, der Detailhandel sowie die Gastronomie.

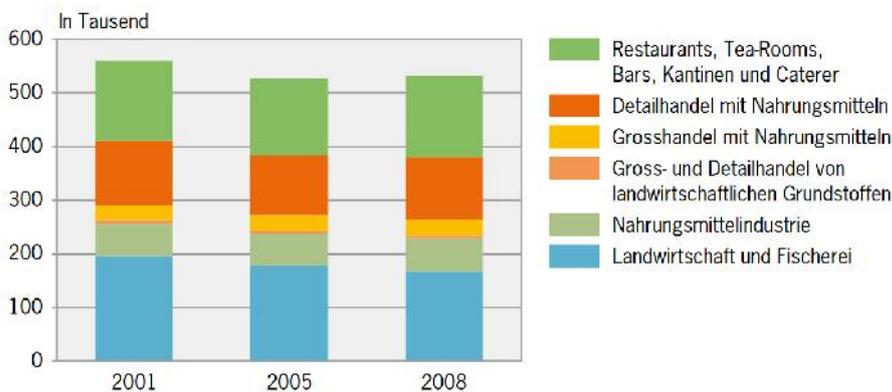


Abbildung 3: Beschäftigte in der Schweizer Lebensmittelkette²³⁾

Das betriebliche Kontinuitätsmanagement (Business Continuity Management, BCM) hat zum Ziel, ein Unternehmen auf Risiken und Störungen vorzubereiten. Es beinhaltet idealerweise vier Schritte: (1) Geschäftsprozesse analysieren, (2) Schutzziele definieren, (3) Massnahmen erarbeiten (d.h. Massnahmen identifizieren, mit denen auf den Ausfall kritischer Geschäftsprozesse und Ressourcen reagiert werden kann), und (4) die Massnahmen nach ihrer Wirksamkeit überprüfen.²⁴⁾ Das BCM dient auch dazu, die wichtigsten Geschäftsprozesse zu überblicken, um auf

21) Ohne Hersteller von Mineralwasser und Erfrischungsgetränken, die Getränkeindustrie, die Futtermittelhersteller sowie Zulieferbetriebe. Quelle: http://www.fial.ch/de/statistics/fial_Statistik%202012_de.pdf

22) http://www.fial.ch/de/statistics/fial_Statistik%202012_de.pdf

23) http://www.swissfoodnet.ch/fs/documents/Statistik/Schweizer_Landwirtschaft_Taschenstatistik_2012.pdf

24) Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung BWL (2011): Unternehmenserfolg nachhaltig sichern – auch im Krisenfall. Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD. Broschüre. 21 Seiten.

Marktveränderungen rasch und flexibel zu reagieren. Der Staat unterstützt die Wirtschaft bei schweren Krisen, sodass sie ihre Versorgungsfunktion wieder wahrnehmen kann.

Betriebliches Kontinuitätsmanagement und Copernicus

In der Folge zeigen wir auf, welche Bedeutung satellitenbasierte Erdbeobachtungsdaten heute und in der Zukunft für das BCM der M-Industrie haben können.

Die M-Industrie mit ihren 21 Schweizer Unternehmen und den sechs ausländischen Betrieben produziert über 20'000 hochwertige Food- und Near-Food-Produkte. Sie ist einer der grössten Eigenmarkenproduzenten weltweit und als Gruppe eines der grössten Nahrungsmittelindustrie-Unternehmen der Schweiz. Die M-Industrie-Unternehmen erbringen Dienstleistungen in den Bereichen Produktion, Grosshandel mit Nahrungsmitteln, Logistik und Betrieb von Verteilzentren. Die M-Industrie -Unternehmen erwirtschafteten im Jahr 2015 einen Nettoumsatz von 6.3 Milliarden CHF und beschäftigten rund 13'000 Mitarbeitende an 24 Schweizer Standorten und weiteren 11 Standorten in 8 verschiedenen Ländern Europas, Asiens und Nordamerikas. Die M-Industrie-Unternehmen sind Tochtergesellschaften der Migros-Gruppe.

Wir stützen die nachfolgenden Aussagen hauptsächlich auf ein Interview mit dem Leiter strategische Supply Chain von M-Industrie (siehe Anhang A1).

Das BCM der M-Industrie besteht aus verschiedenen Elementen:

- J Das Risikomanagementsystem, geordnet nach bestimmten Rohstoffkategorien, wird vierteljährlich bezüglich Umweltrisiken, klimatische und politische Risiken aktualisiert. Bei Erreichen bestimmter Risikoparameter werden vordefinierte Massnahmen ausgelöst, wie beispielsweise die Prüfung von zusätzlichen Zulieferern, lokal oder – bei hohen lokalen Risiken – auch regional.
- J Beschaffungsspezialisten in den einzelnen Unternehmen der M-Industrie stellen bei akut eintretenden Ereignissen (Überschwemmungen, Erdbeben etc.) die Kontinuität der Zulieferketten sicher, sei es bei den Rohstofflieferungen, bei landwirtschaftlichen Produkten oder bei der Logistikinfrastruktur.

Aktuell verwendet M-Industrie Satellitendaten nur am Rand, z.B. für die Überprüfung problematischer Praktiken wie Brandrodungen in Palmölanbaugebieten. Diese Analysen werden durch die Organisation „Roundtable on Sustainable Palm Oil“ (RSPO) erstellt.²⁵⁾ Damit können bei der Beschaffung in den entsprechenden M-Industrie Unternehmen Risiken bezüglich der Nichteinhaltung von Umweltstandards reduziert und die Transparenz erhöht werden.

M-Industrie entwickelt aktuell ein Leitbild und eine Roadmap unter der Bezeichnung „4.0“, um der Digitalisierung von Lieferketteninformationen und dem zunehmend daten-intensiven Moni-

25) <http://www.rspo.org/members/115/Federation-of-Migros-CooperativesQuelle>

toring der Lieferkette zu begegnen. Ziel ist es – vorerst für die Schweiz – alle Wertschöpfungsaktivitäten in einem zentralen System abzubilden.

Die Verwendung von Satellitendaten ist in der Roadmap noch nicht vorgesehen, jedoch sind mittelfristig im Sinne von „Big Data“-Anwendungen durch die Integration der Daten entlang der Lieferkette Optimierungen an verschiedenen Stellen denkbar. Dies könnte konkrete Verbesserungen in folgenden Bereichen bringen:

-)] **Landwirtschaftliche Produktion und Verteilung:** Satellitengestützte Erdbeobachtungsdaten zu angebauten Kulturen, ihrem Reifegrad sowie zum Wasserhaushalt können zusätzliche Informationen (z.B. zu Produktionsmengen und dem Erntezeitpunkt) generieren. Dies kann einerseits die Vorhersage von Marktschwankungen bezüglich Verfügbarkeit und Preisen sowie entsprechende Reaktionen darauf ermöglichen²⁶⁾. Andererseits können die Daten auch zur Optimierung der Produktions- und Verteilplanung von landwirtschaftlichen Zulieferern dienen. Diese verbesserte Kostentransparenz in der Lieferkette trägt wiederum zu einer besseren Preisgestaltung bei den Produkten bei. Ein zusätzlicher Faktor ist die zunehmende computer- und robotergestützte Bewirtschaftung (precision farming, Präzisionsackerbau) der landwirtschaftlichen Produktion, die zunehmend an Bedeutung gewinnt.^{27) 28)}
-)] **Logistik und Transport:** Denkbar sind Optimierung der Planung und des Monitorings der interkontinentalen Schiffslogistik sowie des Zugtransportverkehrs in Europa, die Kombination mit Navigation von Transportmitteln (z.B. Lastwagen), die Umgehung von Stausituationen sowie Planung und Betrieb der Logistikstandort und Verteilnetzwerke. Damit können punktegenaue Lieferungen erzielt sowie Qualität und Kosten optimiert werden.
-)] **Umwelt- und Sozialverträglichkeit:** Satellitengestützte Erdbeobachtungsdaten können für die Überwachung möglicher Schäden über die gesamte Lieferkette genutzt werden, sei es bei der Produktion im Bereich der Biodiversität in vulnerablen Anbaugebieten, oder sei es bei der Logistik zur Überwachung von Tiertransporten. Der Importanteil ist mit insgesamt etwa 20 bis 30 % verhältnismässig gering. Er ist insbesondere wichtig für Unternehmen, die Kakao, Kaffee, Reis, pflanzliche Fette oder Meeresfrüchte verarbeiten.²⁹⁾

Hinsichtlich Produkttransparenz – d.h. Informationen zur Herkunft eines bestimmten Lebensmittels – oder hinsichtlich der Risikoreduktion von Produktion-, Logistik- oder Lagerinfrastruktur werden die Einsatzmöglichkeiten von satellitengestützten Erdbeobachtungsdaten derzeit als weniger erfolgsversprechend beurteilt.

26) Copernicus, Brief Issue 35, September 2013: Food watch from space – how satellites support agriculture

27) <http://www.srf.ch/sendungen/einstein/big-data-das-grosse-vermessen/precision-farming-saeen-und-duengen-auf-den-zentimeter-genau>

28) <http://www.nzz.ch/agrarrevolution-aus-dem-all-1.5798539>

29) http://www.mindustry.com/files/nh_bericht_2015_de.pdf, S. 10.

Insgesamt ist eine Quantifizierung des direkten Nutzens von Satellitendaten für die M-Industrie im Allgemeinen und das BCM im Speziellen nicht möglich.

M-Industrie ergänzt ihre eigenen Produktforschungsbereiche in den Unternehmen auch mit der Unterstützung der öffentlichen Forschung, insbesondere mit der Kofinanzierung der Professur für „Sustainable Food Processing“ an der ETH Zürich.³⁰⁾ Nachhaltige Ernährungssysteme und die entsprechende Ausgestaltung der Lieferketten ist der M-Industrie ein Anliegen; ein thematischer Austausch besteht mit Forschungseinrichtungen wie der Fraunhofer-Gesellschaft, der Universität St. Gallen, sowie ETHZ und EPFL.

30) https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/news/medienmitteilungen/2015/PDF/151113_MM_Donation_Prozess_Nachhaltige_Lebensmittel.pdf

Beispiel 2: FinTech

Zahlen und Fakten

Weltweit zu den grössten FinTech-Zentren zählen London, New York und Singapur. In den letzten Monaten verzeichnet auch Berlin einen grossen Zuwachs an Start-ups.

In der Schweiz wird die FinTech-Bewegung primär von der Finance-2.0-Initiative³¹⁾ und der Vereinigung Swiss Finance Start-ups³²⁾ getrieben. Des Weiteren sitzt mit Next Generation Finance Invest die erste FinTech-Beteiligungsgesellschaft in Europa in der Schweiz (in Zug, gegründet im 2009). Im März 2016 gründete sich der Schweizer FinTech Verband³³⁾. Laut einer aktuellen Studie der Hochschule Luzern³⁴⁾ gab es im Jahr 2015 in der Schweiz 162 Unternehmen, die der FinTech zugeordnet werden können. Sie haben sich vor allem in Zürich (deutliche Mehrheit) sowie Zug und Genf niedergelassen. Hochgerechnet aus der IFZ-Studie gehen wir im Jahr 2015 von rund 2'000 Arbeitsplätzen in der Schweiz aus. Die Anzahl FinTech-Betriebe hat sich seit dem Jahr 2010 (24 Unternehmen) versiebenfacht. Trotzdem ist der Schweizer Finanzplatz auf der globalen FinTech-Landkarte immer noch kaum vertreten. Branchenvertreter sind optimistisch, wenn sich die Rahmenbedingungen verbessern.

Um langfristig im globalen Wettbewerb bestehen zu können, werden folgende Erfolgsfaktoren genannt (Reihenfolge ohne Priorisierung)³⁵⁾:

1. Einfacher Zutritt zu internationalen Märkten;
2. Zugang zu gut ausgebildeten Fachkräften (auch auf dem globalen Arbeitsmarkt, denn die besten Spezialisten seien nicht immer national verfügbar);
3. Venture Capital;
4. geringe regulatorische Hürden.

Bezüglich Regulierung steht die Schweiz in einem globalen Wettbewerb mit Standorten wie London oder Singapur. Die von der Eidgenössischen Finanzmarktaufsicht FINMA vorgeschlagene neue Bewilligungskategorie für einfache Geldinstitute wäre ein erster Schritt, um attraktive Rahmenbedingungen zu schaffen und in diesem globalen Wettbewerb bestehen zu können. Trotz dieser Herausforderungen gelangen die Studienautoren der Hochschule Luzern zum Schluss, dass der Schweizer FinTech-Markt international kompetitiv ist und sich für weiteres Wachstum gut positioniert hat.

31) <http://www.finance20.ch/>

32) <http://swissfinancestartups.com/>

33) <https://www.cash.ch/news/politik/finanzbranche-grundet-schweizer-fintech-verband-434991>

34) Institute of Financial Services Zug IFZ: IFZ Fintech Study 2016 – An overview of Swiss FinTech. 2016.

35) <https://www.hslu.ch/de-ch/hochschule-luzern/ueber-uns/medien/medienmitteilungen/2016/03/16/der-schweizer-fintech-markt-ist-erwacht/>

Die FinTech-Szene in der Schweiz ist wie oben erläutert noch klein. Doch Spezialisten sind sich sicher, dass durch die FinTechs in der Branche kein Stein auf dem anderen bleiben wird. Die Citi Group schätzt, dass in den kommenden zehn Jahren 30 % der Arbeitsplätze bei den herkömmlichen Finanzdienstleistern der technischen Revolution und dem Wachstum der FinTech-Unternehmen zum Opfer fallen werden³⁶⁾.

Die Bruttowertschöpfung in der Finanzdienstleistungsbranche betrug im Jahr 2013 rund 35.75 Milliarden CHF, was 5.82 % der gesamten Schweizer Bruttowertschöpfung entspricht.³⁷⁾ Zu den wichtigen Schweizer Unternehmen zählen Sentifi, Knip, True Wealth, Monetas oder Etherium.

FinTech und Copernicus

Erdbeobachtungs-Satellitendaten sind heute schon eine bedeutende Datenquelle für Analysen. Die IFZ-Studie schätzt, dass rund 12 % der Schweizer FinTech-Unternehmen im Analytics-Bereich (Big Data, Machine Learning, Artificial Intelligence) tätig sind. Im Vergleich dazu: 18 % der Unternehmen befassen sich mit neuen Zahlungsmethoden. Wir gehen davon aus, dass die Bedeutung von Erdbeobachtungs-Satellitendaten innerhalb von Analytics-Anwendungen in Zukunft zunehmen wird.

Im Rahmen dieser Studie konnten wir kein Schweizer FinTech-Unternehmen ausmachen, welches bereits heute satellitenbasierte Erdbeobachtungsdaten einsetzt. Doch das Beispiel von SpaceKnow³⁸⁾, wo 6'000 Industrieanlagen anhand von Satellitenbildern ausgewertet werden und der resultierende China Satellite Manufacturing Index (SMI) mit dem chinesischen Purchasing Managers Index (PMI) korreliert, zeigt das Potenzial. Klar ist, dass es für Big Data-Anwendungen im FinTech-Bereich Daten mit globaler Abdeckung braucht, womit eine der Stärken des Copernicus-Programms zum Tragen kommt.

Der einfache Zugang zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten ist Teil des Erfolgsfaktors 1 „Einfacher Zutritt zu internationalen Märkten“, gemäss obenstehender Auflistung. Diesen direkten Nutzen beurteilen wir jedoch von untergeordneter Bedeutung. Viel wichtiger dürfte der Zugang zu internationalen Kunden und Unternehmen sein.

Relevant scheint uns der indirekte Nutzen. Durch den einfacheren Zugang zum „Rohmaterial“ Erdbeobachtungs-Satellitendaten werden auch Grossbanken (UBS, CS, etc.) motiviert, ihre Forschungs- und Entwicklungsabteilungen in der Schweiz zu behalten – wo ohnehin schon gut ausgebildete Fachkräfte zur Verfügung stehen. Dies stärkt wiederum den Hochschulstandort Schweiz, der weiterhin – und vielleicht vermehrt – neue FinTech-Fachkräfte auf den Markt bringt, was wiederum neue und stärkere FinTech-Unternehmen ermöglicht. Der einfache Zu-

36) <https://www.finextra.com/newsarticle/28680/fintech-boom-will-lead-to-30-bank-staff-cuts---citi>. Studie: <https://www.citivelocity.com/citigps/ReportSeries.action?recordId=51>. Accenture macht die gleiche Schätzung für den Umsatz herkömmlicher Dienstleister: <https://www.ideas-magazin.ch/2016/ideas-62/company/sentifi/>

37) BFS (2016): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Produktionskonten.

38) https://spaceknow.com/index-china/#sub_menu1

gang zu Erdbeobachtungs-Satellitendaten wirkt indirekt auch auf den Erfolgsfaktor 2, „Zugang zu gut ausgebildeten Fachkräften“, gemäss obenstehender Auflistung.

Beispiel 3: Rückversicherungen

Zahlen und Fakten

Der Versicherungsmarkt kann unterteilt werden in

- J Schadenversicherung,
- J Lebensversicherung und
- J Rückversicherung.

In der Schweiz sind 209 Versicherungsunternehmen konzessioniert. Davon sind 124 Unternehmen in der Schadenversicherung, 23 in der Lebensversicherung und 28 in der Rückversicherung tätig.³⁹⁾ In diesem Beispiel konzentrieren wir uns auf das Segment der Rückversicherungen.

Europäische Unternehmen haben die grössten globalen Marktanteile. Laut Ranking von AM Best aus dem Jahr 2013⁴⁰⁾ stehen in Bezug auf die versicherten Prämien die Münchner Rück gefolgt von Swiss Re und Hannover Rück an der globalen Spitze. Es folgen Lloyd's (nur der Bereich Rückversicherungen) und die französische SCOR.

Zürich hat als Standort für Rückversicherungsunternehmen in den letzten Jahren Marktanteile gewonnen und zählt heute hinter London und vor den Bermudas weltweit zum zweitbedeutendsten Standort dieses Geschäfts. Swiss Re hat gemessen am Prämienvolumen (2014) mit 39.9 % den höchsten Marktanteil; zusätzlich fallen 7.4 % auf den Bereich Corporate Solutions.⁴¹⁾ Neben Swiss Re unterhalten viele Rückversicherer Vertretungen in der Limmatstadt. So zeichnet Partner Re viel Geschäftsvolumen von Zürich aus, ist aber rechtlich gesehen eine Niederlassung einer irischen Gesellschaft.

Der Schweizer Markt ist für die in Zürich domizilierten Anbieter nur ein Nebenschauplatz. Dies zeigt das Beispiel der französischen Scor, bei der das Schweizer Geschäft zwischen 3 und 5 % des Umsatzes der hiesigen Niederlassung ausmacht.⁴²⁾

Zu den wichtigsten Erfolgsfaktoren für die Branche zählen⁴³⁾:

- J die Verfügbarkeit von Fachleuten (Experten von Banken, anderen Versicherungen und von den Hochschulen; zusätzlich auch attraktiv für Fachleute aus dem Ausland);
- J die Nähe zu den grossen europäischen Märkte Deutschland, Italien und Frankreich;
- J die professionell geführte Finanzmarktaufsicht;
- J Vorteile bei der Rechtsprechung und den Steuern.

39) <http://www.svv.ch/de/zahlen-und-fakten>

40) <http://www.carriermanagement.com/assets/AMBEST-Top-10-reinsurers-Sept-2014-report.jpg>

41) <http://www.svv.ch/de/zahlen-und-fakten/rueckversicherung/rueckdeckung-uebernommenes-geschaeft-gesamt>

42) <http://www.nzz.ch/wirtschaft/zuerochs-rueckversicherung-1.18396447>

43) <http://www.nzz.ch/wirtschaft/zuerochs-rueckversicherung-1.18396447>

Die Bruttowertschöpfung in der Finanzdienstleistungsbranche betrug im Jahr 2013 rund 28.32 Milliarden CHF was 4.61 % der gesamten Schweizer Bruttowertschöpfung entspricht.⁴⁴⁾ Von diesen 28.32 Milliarden CHF fallen 6.6 Milliarden CHF (23 %) auf die Bruttowertschöpfung von Rückversicherungen.⁴⁵⁾

Das wichtigste Schweizer Rückversicherungsunternehmen ist die Schweizerische Rückversicherungsgesellschaft Swiss Re mit einem jährlichen Prämienvolumen von 15.61 Milliarden CHF (2014), einem Umsatz von 30.21 Milliarden USD (2015) und 12'767 Arbeitsplätzen weltweit (2015).

Weitere wichtige Schweizer Rückversicherungsunternehmen sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Relevante Schweizer Rückversicherungsunternehmen	Prämienvolumen im Jahr 2014, in Mio. CHF
Schweizerische Rückversicherungsgesellschaft Swiss Re	15'608
Europäische Rückversicherungs-Gesellschaft in Zürich AG	7'296
Swiss Re Corporate Solutions Ltd.	2'906
Catlin Re Schweiz AG	1'879
Euler Hermes Reinsurance AG	1'708
ACE Reinsurance (Switzerland) Limited	1'598
UNIQA Re AG	1'353
Amlin AG	1'281
SCOR Switzerland AG	1'142

Tabelle 2: *Prämienvolumen wichtiger Schweizer Rückversicherungsunternehmen (sortiert nach Prämienvolumen)*

Rückversicherungen und Copernicus

Das Rückversicherungsgeschäft fokussiert auf Grossereignisse („peak risks“), welche durch die Erstversicherer abgedeckt sind. Sie übernehmen von den Erstversicherern ganze Portfolios, die gegenseitig unkorreliert und diversifiziert sind. Deshalb sind Rückversicherer an Daten mit globaler Abdeckung interessiert.

Wir stützen die nachfolgenden Aussagen hauptsächlich auf ein Interview mit Vertretern von Swiss Re (siehe Anhang A1).

Satellitengestützte Erdbeobachtungsdaten werden in vier Bereichen nutzbringend eingesetzt:

1. Modellierung von Risiken („risk management“):
Kalibrierung und Validierung, Auswertung von historischen Ereignissen (Zeitreihen) zur Risikoabschätzung, Preisberechnung;
2. Abschätzung von Ereignissen („incident management“):
schnelle Kommunikation für Kunden (Erstversicherer) und Anleger, wie stark sich ein Ereignis auswirken wird (gesetzlich vorgeschrieben);

44) BFS (2016): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Produktionskonten.

45) ASA | SVV: Zahlen und Fakten 2016 der privaten Versicherungswirtschaft. <http://www.svv.ch/de/publikationen/zahlen-und-fakten-2015>.

3. Trigger für parameterbasierte Versicherungsleistungen (neues Produkt): Parametrisierung für eine objektive Beurteilung eines Ereignisses und für eine automatisierte Auszahlung⁴⁶⁾;
4. Bestandteil von Informationsplattformen als Dienstleistung für die eigenen Kunden.

Besonders bei den Einsatzgebieten 2) und 3) ist der schnelle Zugang zu den Daten wichtig. Heute arbeitet Swiss Re bei der Abschätzung von Ereignissen mit spezialisierten (Schweizer) Büros zusammen, welche die Daten für sie prozessieren und die Produkte erstellen. In Anbetracht von Copernicus ist es in Zukunft denkbar, dass die Produkte direkt über die Copernicus-Dienste bezogen werden.

Satellitengestützte Erdbeobachtungsdaten sind insbesondere bei Überschwemmungen von grossem Nutzen. Im Gegensatz zu Sturm oder Erdbeben lässt sich die maximale Ausdehnung von Überschwemmungen mit Hilfe der Bodenmessnetze nur bedingt abschätzen. Swiss Re betont, dass die satellitengestützten Erdbeobachtungsdaten in keinem Einsatzgebiet die einzige Datenquelle darstellen. Es handelt sich stets um die Ergänzung von anderen Datenquellen, wie Daten von Marktforschungsunternehmen (z.B. GfK), von Amtsstellen der öffentlichen Hand (z.B. USGS) oder (zumindest versuchsweise) sogar Social-Media-Datenstreams (z.B. Twitter Feeds). Alle diese Daten führen in einem bestimmten Mass zu einer höheren Qualität bei den Modellen und Schadenabschätzungen, was einen direkten Nutzen darstellt.

Wichtig ist die globale Abdeckung der Daten. Und dieser Aspekt wird durch die zunehmende Globalisierung der Rückversicherung (Ausdehnung des Geschäfts in Asien und Afrika) noch wichtiger. Mit anderen Worten: auch wenn für ein Teilgebiet besser aufgelöste Daten zu Verfügung stehen, kann es sein, dass Swiss Re dennoch die globalen Daten einsetzt.

Falls der Zugang zu satellitengestützten Erdbeobachtungsdaten von der Schweiz aus eingeschränkt wäre, würde dies Swiss Re nur geringfügig tangieren: Sie könnten die Daten auch über ihre Standorte in Luxemburg, London oder Bangalore beziehen. Allerdings wäre es von Vorteil, wenn die Daten direkt von dort aus bezogen werden, wo die gut ausgebildeten Fachkräfte sitzen – wofür Zürich optimal wäre.

In Zukunft könnte es interessant sein, wenn sich durch satellitengestützte Erdbeobachtungsdaten Veränderungen an der Erdoberfläche in quasi-echtzeit darstellen lassen. Ausserdem ist es – in einem Zeithorizont von zehn oder mehr Jahren – denkbar, dass Portfolios von Erstversicherern mittels Big Data und künstlicher Intelligenz automatisch analysiert und die Prämie automatisch berechnet wird. Dabei können satellitengestützte Echtzeit-Erdbeobachtungsdaten von grossem Nutzen sein, um auch aktuelle Tendenzen mitberücksichtigen zu können.

46) Ein Beispiel hierfür ist die Versicherung von <http://www.nzz.ch/wirtschaft/unternehmen/versicherungsschutz-fuer-bauern-swiss-re-landet-einen-treffer-in-china-ld.108988>

Der Nutzen für die Rückversicherungsbranche– aus Sicht der Swiss Re – ist zusammenfassend in Tabelle 3 dargestellt.

	heute	in Zukunft
Direkter Nutzen	<p>Verbesserung der Risiko- und Prognosemodelle, bei Überschwemmungen, Erdbeben und Stürme</p> <p>Bessere Abschätzung des Ausmass eines Ereignisses, insbesondere bei Überschwemmungen</p> <p>Trigger für parameterbasierte Versicherungsleistungen</p>	<p>Automatisierung des Underwritings</p> <p>Trigger für kurzfristige Geschäfte</p> <p>Laufende Überwachung der Schäden weltweit (in Echtzeit)</p> <p>Warnsysteme für Erstversicherer und deren Kunden</p>
Indirekter Nutzen	<p>Zugang zu Daten dort, wo die gut ausgebildeten Fachkräfte (F+E-Abteilungen) arbeiten</p> <p>Schnelle Kommunikation von Schadenserwartungen, für Kunden (Erstversicherer) und Anleger</p>	<p>Prognose-Modelle als zusätzliche Dienstleistung für die Kunden (Erstversicherer)</p>

Tabelle 3: Nutzen eines uneingeschränkten Zugangs zu satellitengestützten Erdbeobachtungsdaten am Beispiel von Rückversicherungen

Eine quantitative Angabe, was der entgangene Nutzen wäre, wenn der Zugang zu satellitengestützte Erdbeobachtungsdaten nur noch eingeschränkt (und nicht mehr in Quasi-Echtzeit) zur Verfügung stehen würde, ist aus Sicht von Swiss Re nicht möglich.

4.3 Auswirkungen im gesamtwirtschaftlichen Kontext

In diesem Kapitel versuchen wir, die Anwendungsbeispiele aus dem Kapitel 4.2 in den gesamtwirtschaftlichen Kontext einzubetten. Folgende Fragen stehen im Vordergrund:

- J Welche Anwendungsgebiete gibt es für satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten in den verschiedenen Schweizer Branchen?
- J Wie wirkt sich ein eingeschränkter Zugang auf satellitenbasierte Erdbeobachtungsdaten auf diese Branchen aus?
- J Wie können die drei Anwendungsbeispiele gesamtwirtschaftlich eingeordnet werden?

Anwendungsbeispiele von satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten

Unseres Erachtens gibt es eine Vielzahl von aktuellen und zukünftigen Anwendungsmöglichkeiten von satellitenbasierter Erdbeobachtungsdaten für Schweizer Unternehmen oder NGOs.

Anhang A7 zeigt eine Übersicht verschiedener Anwendungen von satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten und geht auf die Branchen bzw. Anwendungsgebiete sowie die konkreten Anwendungsmöglichkeiten ein.

Identifizierung der relevantesten Branchen

In einem ersten Schritt haben wir aus den insgesamt 50 Branchen (gemäss Wirtschaftszweigesystematik NOGA 2008) die 15 Branchen mit der grössten Bruttowertschöpfung (BWS) extrahiert.⁴⁷⁾ Aus der Betrachtung der 15 grössten Branchen ausgeschlossen haben wir:

1. Öffentliche Verwaltung: Diese Branche wird in Kapitel 5.2.1 behandelt;
2. Informationstechnologische und Informationsdienstleistungen: Nicht im Fokus der Wirkungsanalyse; wird in Kapitel 5.2.1 behandelt (Midstream-Segment);
3. Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen: Wird in Kapitel 5.2.1 behandelt (Upstream-Segment);
4. Telekommunikation: Wird in Kapitel 5.2.1 behandelt (Upstream-Segment);
5. Herstellung von Waren und Erbringung von Dienstleistungen durch private Haushalte für den Eigenbedarf: Steht nicht im Fokus der Studie.

Die 15 identifizierten Branchen bzw. Subbranchen (siehe Anhang A6) generierten im Jahr 2013 insgesamt rund 300 Milliarden CHF BWS. Dies entspricht knapp der Hälfte der 614 Milliarden CHF BWS der Schweiz.⁴⁸⁾

47) Die Zahlen zur Bruttowertschöpfung basieren auf provisorischen Zahlen für das Jahr 2013. Quelle: BFS (2016): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Produktionskonten.

Beurteilung der Auswirkungen auf die relevanten Branchen

In einem zweiten Schritt haben wir für diese 15 Branchen beurteilt, wie sich der eingeschränkte Zugang zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten bis 2030 auswirken kann. Für dieses Branchen-Rating haben wir folgende Kriterien herangezogen:

1. Relevanz des eingeschränkten Zugangs zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten für das Downstream-Segment;
2. Innovationspotenzial der Branche d.h. das Potenzial für Effizienzsteigerungen, das durch aktuelle oder zukünftige technische Möglichkeiten realisiert werden kann;
3. Innovationsbereitschaft in der Branche d.h. der durch Marktumstände bestimmte Handlungsdruck auf Branchenunternehmen, durch Innovation Effizienzsteigerungen (Prozessinnovation), zusätzlichen Kundennutzen (Produktinnovation) oder Geschäftsmodellinnovationen anzustreben und zu realisieren.

Die Herleitung und das Branchen-Rating sind in Anhang A6 dargestellt.

Einordnung der Anwendungsbeispiele

Die drei Anwendungsbeispiele werden in den folgenden Abschnitten gesamtwirtschaftlich eingeordnet. Sowohl der entgangene direkte wie auch der entgangene indirekte Nutzen werden betrachtet.

Direkter Nutzen

Die Abschätzung des direkten Nutzens für die 15 ausgewählten Branchen basiert auf der BWS und der Betroffenheit der entsprechenden Branche (Rating, siehe Abbildung 4 und die Herleitung in Anhang A6).

Die potenziellen Auswirkungen des eingeschränkten Zugangs zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten bis 2030 werden in 7 der 15 identifizierten Branchen als überdurchschnittlich beurteilt (Branchen-Rating). Besonders betroffen sind gemäss diesem Rating die Finanzdienstleistungs- und Versicherungsbranchen, Verkehrs- und Transportdienstleistungen sowie die Energieversorgungsbranche.

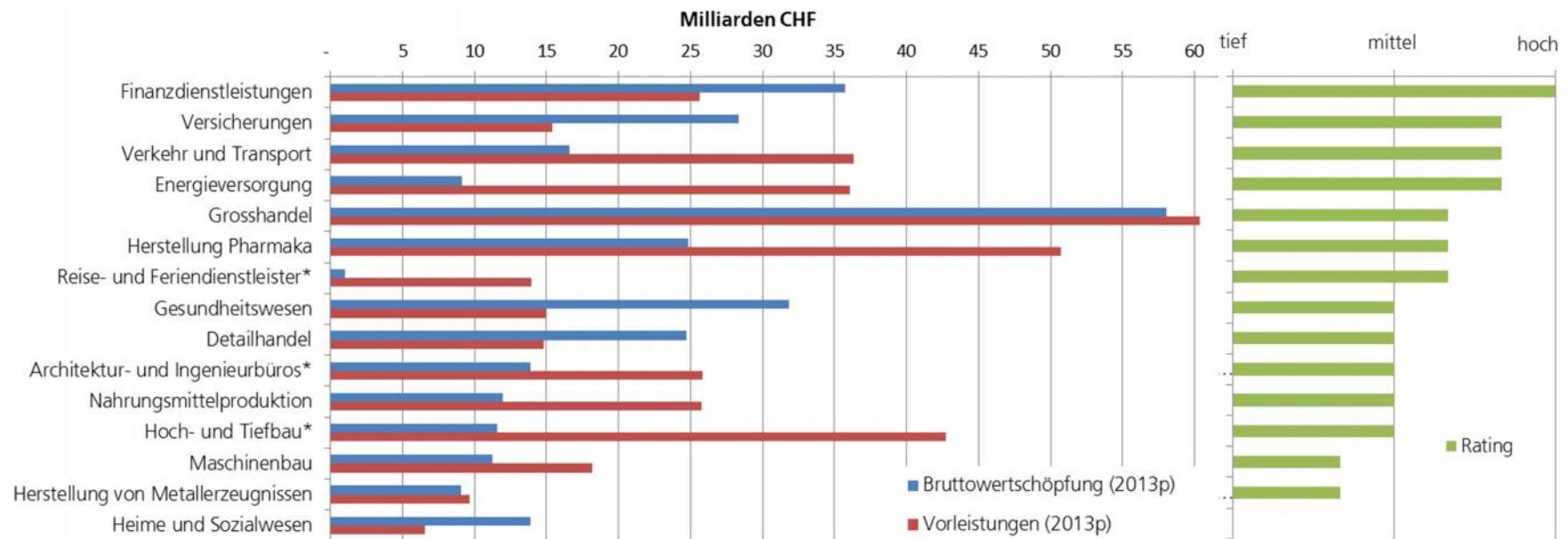


Abbildung 4: Rating der Betroffenheit der 15 Branchen (grün); die Bruttowertschöpfung der einzelnen Branchen ist in blau, die Vorleistungen in rot dargestellt (*: Subbranchen, siehe Anhang A6)

Kombiniert man die BWS pro Branche mit dem Rating der Betroffenheit der Branchen, ergibt sich ein Überblick, in welchen Branchen der potenziell entgangene direkte Nutzen im Downstream-Segment am grössten ist (siehe Tabelle 4). Diese Abschätzung des Ausmasses ist indikativ und erlaubt keine quantifizierbare Abschätzung der Auswirkungen.

Branche	Abschätzung des Ausmasses an potentiell entgangenem, direktem Nutzen
Grosshandel	
Finanzdienstleistungen	
Versicherungen	
Herstellung Pharmaka	
Gesundheitswesen	
Verkehr und Transport	
Detailhandel	
Energieversorgung	
Architektur- und Ingenieurbüros*	
Nahrungsmittelproduktion	
Hoch- und Tiefbau*	
Maschinenbau	
Herstellung von Metallerzeugnissen	
Reise- und Feriendienstleister*	
Heime und Sozialwesen	

Tabelle 4: Abschätzung des Ausmasses an potenziell entgangenem, direktem Nutzen (nicht quantifiziert) (*: Branchenteilbereiche, siehe Anhang A6)

Es zeigt sich, dass die drei Anwendungsbeispiele aus Kapitel 4.2 Branchen betreffen, für die ein hohes Ausmass an potenziell entgangenem, direktem Nutzen abgeschätzt wird (Positionen 2, 3 und 10). Auch die im Rahmen des Expertenworkshop identifizierten acht möglichen Anwendungsbereiche für satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten befinden sich ausser der Anwendung im Bereich der humanitären Sicherheit in den zehn Branchen, in welchen der potenziell entgangene, direkte Nutzen am höchsten ist.

In den drei am höchsten bewerteten Branchen (Grosshandel, Finanz- und Versicherungsbranche) werden jährlich rund 122 Milliarden CHF BWS generiert. Dies sind rund 20 % der gesamten in der Schweiz generierten BWS.

Für die folgende Quantifizierung des Kosten- oder Produktionseffekts in diesen drei Branchen verwenden wir einen Faktor 0.1 bis 0.2 %. Dieser Faktor berücksichtigt, dass nur ein kleiner Anteil der BWS innerhalb der Branche potenziell beeinflusst werden kann (d.h. einzelne Unternehmen und Geschäftsmodelle) und dass nur ein kleiner Anteil dieser beeinflussten BWS durch

Effizienzgewinne (z.B. durch verbesserte Prozesse, Entscheide und Vorhersagen) erhöht werden kann.⁴⁹⁾

Unter diesen Annahmen resultiert in diesen drei Branchen ein direkter Nutzen von jährlich 12 bis 24 Millionen CHF. Für die restlichen Branchen aus Tabelle 4 sowie jene 34 Branchen (ohne die öffentliche Verwaltung), die nicht beurteilt wurden, schätzen wir ungefähr nochmals denselben Betrag von 12 bis 24 Millionen CHF. Damit ergibt sich ein Total von 24 Millionen CHF bis 48 Millionen CHF von potenziell entgangenem, direktem Nutzen im Downstream-Segment (ohne die öffentliche Verwaltung).

Als Vergleich dient hier eine Schätzung des europäischen Markts für Erdbeobachtung im Downstream-Segment. Dieser wird in einer Studie aus dem Jahr 2012 auf 1 Milliarde EUR (für das Jahr 2015) mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 7 % geschätzt.⁵⁰⁾ Auf die 3.56 % BIP der Schweiz berechnet wären dies rund 36 Millionen EUR jährlich. Dies liegt in der Grössenordnung des oben geschätzten Kosten- bzw. Produktionseffekts.

Indirekter Nutzen

Die in Kapitel 4.2 erläuterten Anwendungsbeispiele aus der FinTech-Branche sowie die Erkenntnisse aus der Rückversicherungsbranche zeigen

- J wie wichtig die Bereitstellung eines guten regulatorischen, technologischen und unternehmerischen Umfelds für die Entwicklung von neuen, innovativen Geschäftsmodellen⁵¹⁾ ist,
- J welchen Einfluss Innovation auf den Erhalt bzw. den Ausbau von Forschungsabteilungen am Standort Schweiz für international agierende Unternehmen hat.

Die Anwendungsbeispiele zeigen exemplarisch, wie sich die Folgen einer Nicht-Beteiligung äussern könnten:

- J Innovationsdynamik: Das Potenzial von Unternehmensneugründungen sowie die Stärkung der Forschungs- und Entwicklungsabteilungen bereits angesiedelter Unternehmen könnte nicht voll ausgeschöpft werden. Big Data, künstliche Intelligenz und erweiterte Realität (*augmented reality*) sind technologische wie auch unternehmerische Entwicklungsfelder, in denen Erdbeobachtungsdaten als Inputinformationen dienen.

49) Der jährliche Veränderung der Arbeitsproduktivität liegt in der Schweiz im Mittel bei rund 1.1 % (1992-2015 provisorisch. Quelle: BFS (2016): Arbeitsproduktivität Gesamtwirtschaft 2015). Der angenommene Faktor von 0.1 bis 0.2 ‰ entspricht also rund einem bis zwei Hundertstel der gesamten Arbeitsproduktivitätssteigerung.

50) Spacetec Partners, 2012; Assessing the Economic Value of Copernicus: European Earth Observation and Copernicus Downstream Market Study. Final published executive summary.

51) Geschäftsmodelle sind typischerweise über vier Dimensionen definiert: die Kunden, das Nutzenversprechen, die Wertschöpfungskette und die Ertragsmechanik. Um eine Geschäftsmodellinnovation handelt es sich dann wenn mindestens zwei dieser vier Dimensionen geändert werden. (Quelle: Gassmann et al., 2013: Geschäftsmodelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator, S. 7).

- J Forschung und Entwicklung: Der Aufbau des individuellen und institutionellen Fachwissens durch konkrete Forschungs- und Anwendungsprojekte würde eingeschränkt werden, aufgrund des Datenzugangs aber insbesondere auch aufgrund des Zugangs zu Ausschreibungen (siehe Kapitel 5.2.1). Weniger Forschungsprojekte dürften sich punktuell auch negativ auf die Qualität der Ausbildung in den entsprechenden Spezialisierungsrichtungen ergeben.
- J Arbeitsmarkt: Durch oben erwähnte Einschränkungen kann sich die Nachfrage nach hochqualifizierten Fachkräften auf dem Schweizer Arbeitsmarkt abschwächen.

5 Synthese

5.1 Zusammenfassung der Wirkungen

Dieses Kapitel fasst die direkten und indirekten Auswirkungen einer Nicht-Beteiligung auf die Unternehmen im Downstream-Segment (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2) zusammen. Die Auswirkungen werden anhand des Zugangs zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten generell und nicht anhand des Zugangs zu Copernicus im Speziellen analysiert. Basis bilden die Erkenntnisse aus dem Kapitel 4.3.

Die Quantifizierung des Nutzens und dessen Entwicklung über die Zeit bis 2030 ist an viele Unsicherheiten gebunden und deshalb wenig belastbar. Deshalb stützt diese Zusammenfassung der Wirkungen auf eine weitgehend qualitative Einschätzungen ab.

Direkter Nutzen

Das konkrete Ausmass der Anwendungsmöglichkeiten sowie die Auswirkungen auf die Kosten bzw. die Produktivität dieser Endnutzer sind äusserst unterschiedlich und können nicht zuverlässig quantifiziert werden.

Aus der Analyse geht hervor, dass Schweizer Unternehmen als Endnutzer von satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten bei einer Nicht-Beteiligung potenziell ein direkter Nutzen entgeht. Für das gesamte Downstream-Segment (ohne die öffentliche Verwaltung) schätzen wir ein Total von 24 bis 48 Millionen CHF von potenziell entgangenem, direktem Nutzen.

Indirekter Nutzen

Für eine Gesamtbilanz der Wirkungen im Downstream-Segment ist der indirekte Nutzen wichtig, jedoch kann dieser nicht quantifiziert werden. Trotzdem muss er für die Gesamtbilanz berücksichtigt werden. Der entgangene indirekte Nutzen für den Wirtschaftsstandort Schweiz ergibt sich aus folgenden Umständen:

- J Die Rahmenbedingungen für die unternehmerische Weiterentwicklung am Standort Schweiz können bei einer Nicht-Beteiligung negativ beeinflusst werden. Dadurch kann das technologische und unternehmerische Potenzial nicht vollständig ausgeschöpft werden.
- J Eine Einschränkung des Zugangs zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten könnte negative Folgen auf den Forschungs- und Entwicklungsstandort haben. Dies kann einerseits die Qualität des Hochschulbetriebs, die Lehre und den Innovationsstandort Schweiz negativ beeinflussen kann. Andererseits werden Entwicklungsabteilungen von internationalen Unternehmen tendenziell im Ausland wachsen, was negative Auswirkungen auf die Nachfrage nach Fachkräften in der Schweiz hat. In diesem Sinne ist der Zugang zu satellitenbasierten

Erdbeobachtungsdaten ein kleiner, aber strategisch wichtiger Baustein für einen innovativen und wettbewerbsfähigen Wirtschaftsstandort Schweiz.

Eine Nicht-Beteiligung kann dazu führen, dass das Potenzial von satellitenbasierter Erdbeobachtung für Endnutzer im Downstream-Segment nicht vollständig ausgeschöpft werden kann.

Mittel- bis langfristig würde dies dazu führen, dass Schweizer Unternehmen im Downstream-Segment entsprechende Dienstleistungen aus dem Ausland zukaufen müssen. Dieses Ausweichen auf ausländische Dienstleistungen dürfte vor allem Unternehmen Transaktionskosten verursachen, die über keine Standorte im Ausland verfügen über die sie den Zugang zu Copernicus sicherstellen können.

5.2 Gesamtwürdigung der Wirkungen

Nachfolgend gehen wir auf weitere Wirkungsbereiche (Upstream- und Midstream-Segmente, Behörden, Forschung und Entwicklung) sowie die Wirkungsebene des Optionsnutzens ein. Ziel ist es, die Kosten der Copernicus-Beteiligung vor dem Hintergrund der Gesamtheit von Wirkungsebenen zu stellen und zu würdigen. Daraus leiten wir eine Empfehlung für oder gegen die Beteiligung der Schweiz am Copernicus-Programm ab.

5.2.1 Weitere Wirkungsbereiche

Die Aufschlüsselung nach Wirkungsbereichen bezieht sich auf Abbildung 1 und Abbildung 2, wobei in den folgenden Abschnitten die dort grün markierten Bereiche d.h. Upstream- und Midstream-Segment, Behörden, Forschung und Entwicklung und der Optionsnutzen betrachtet werden.

Upstream- und Midstream-Segmente

Das **Upstream-Segment** betrifft insbesondere die Entwicklung und Herstellung von elektronischen und optischen Produkten wie z.B. Bauteile von Trägerraketen, Sensoren oder Kommunikationsinfrastruktur oder Mess-, Kontroll- oder Navigationsinstrumenten. Wichtige Unternehmen sind RUAG Space AG, APCO Technologies SA, Syderal SA, CSEM SA, Clemessy Schweiz SA, Swissoptics AG, Almatech, Leica Geosystems und Micos Engineering GmbH. Schweizer Firmen waren bei der Entwicklung von Erdbeobachtungssatelliten ERS, METEOSAT, ENVISAT und METOP beteiligt.⁵²⁾ Für die EU wird der Umsatz des Upstream-Segments auf 600 Millionen EUR ge-

52) Kellenberger et al. (2008); Significance of Earth Observation for Switzerland. Report of the Swiss Commission for Remote Sensing SCRS Schweizerische Kommission für Fernerkundung SKF.

schätzt.⁵³⁾ Bei Anwendung des BIP-Anteils der Schweiz an jenem der EU von 3.56 % wären dies rund 21 Millionen EUR. Dies entspricht also einem niedrigen Anteil der Wertschöpfung in den Branchen Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und Uhren (24 Milliarden CHF) und der Telekommunikationsbranche (7.7 Milliarden CHF).⁵⁴⁾

Das **Midstream-Segment** betrifft die Entwicklung und die Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie, Datenverarbeitung und Hosting. Wichtige Unternehmen sind Sarmap, NOVELTIS Switzerland, Gamma Remote Sensing und MfB Geoconsulting. Für die EU wird der Umsatz des Midstream-Segments auf 200 Millionen EUR geschätzt.⁵⁵⁾ Bei Anwendung des BIP-Anteils der Schweiz an jenem der EU von 3.56 % wären dies rund 7 Millionen EUR. Laut dem Europäischen Verband der Erdbeobachtungsunternehmen weist das Midstream-Segment in Europa Umsatzwachstumszahlen von 8 % auf.⁵⁶⁾ Die Wertschöpfung in der Branche „Informatonstechnologische und Informationsdienstleistungen“ betrug 2013 in der Schweiz 13.5 Milliarden CHF wobei satellitenbasierte Erdbeobachtung daraus nur einen kleinen Anteil ausmacht.⁵⁷⁾

Konkret entgeht den Schweizer Unternehmen im Upstream- und Midstream-Segment bei einer Nicht-Beteiligung der Schweiz an Copernicus die Möglichkeit, sich direkt für Aufträge des Copernicus-Programms zu bewerben. Dabei handelt es sich einerseits um Aufträge im Rahmen der Entwicklung, des Baus und des Betriebs der Infrastruktur der Copernicus-Weltraumkomponente, andererseits im Bereich des Aufbaus, der Etablierung und Verbesserung von Copernicus-Diensten.

Der grösste Teil des aktuellen Copernicus-Programmbudgets für die Phase 2014 bis 2020 wird via sogenannten „Delegation Agreements“ mit wichtigen Partnern an bestimmte Outputs gebunden. Diese Partner wiederum erbringen diese Leistungen direkt oder akquirieren Dienstleistungen oder Produkte via öffentlich ausgeschriebene Aufträge. Diese Auftragsvergabe variiert je nach Organisation und Thematik.

J) Bei der **Copernicus-Weltraumkomponente** bestehen Delegation Agreements mit der ESA und EUMETSAT, insbesondere für die Entwicklung der Bodensegmente und Aufbau der Satelliteninfrastruktur. Das Gesamtbudget der Copernicus-Weltraumkomponente beträgt für

53) Spacetec Partners, 2012; Assessing the Economic Value of Copernicus: European Earth Observation and Copernicus Downstream Market Study. Final published executive summary.

54) Produktionskonto des BFS, provisorische Zahlen für 2013.

55) Spacetec Partners, 2012; Assessing the Economic Value of Copernicus: European Earth Observation and Copernicus Downstream Market Study. Final published executive summary.

56) Die „Association of Remote Sensing Companies“ EARSC rechnet mit einem durchschnittlichen jährlichen Umsatzwachstum von 8 % bei den Unternehmen im Verband. Die EARSC repräsentiert rund 450 europäische Unternehmen insbesondere im Midstream-Segment mit rund 6'800 Mitarbeitern, mit einem jährlichen Umsatz von 910 Millionen EUR (Stand Oktober 2015). Quelle: Präsentation von Geoff Sawyer, EARSC Secretary General, am European Assistance for Innovation Procurement (eafip) Event vom 27. Oktober 2015.

57) Produktionskonto des BFS, provisorische Zahlen für 2013.

die Zeitperiode 2014 bis 2020 total 3'394 Milliarden EUR d.h. jährlich im Durchschnitt 485 Millionen EUR.⁵⁸⁾

Wir schätzen den Anteil des extern via Lieferverträge vergebenen Budgetvolumens auf 80 %. Dies ergibt 388 Millionen EUR pro Jahr, was für die Schweiz (3.56 % BIP-Anteil) in jährlich rund 13.8 Millionen EUR potenziell entgangener Aufträge resultiert. Dies berücksichtigt nicht, dass die Schweiz im Upstream-Segment mit Ruag Space, APCO oder CSEM führende Technologieunternehmen hat, die in der Vergangenheit und aktuell Aufträge u.a. für die ESA und EUMETSAT ausführen.

J) Die **Copernicus-Dienste-Komponente** und **In-situ-Komponente** verfügen für die Phase 2014 bis 2020 über 897 Millionen EUR Budget, rund 610 Millionen EUR davon sind an Delegation Agreements gebunden mit:⁵⁹⁾

- der Europäischen Umweltagentur (EUA),
- dem Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen (ECMWF),
- der Europäischen Agentur für die Sicherheit des Seeverkehrs (EMSA),
- der Europäischen Agentur für die operative Zusammenarbeit an den Aussengrenzen der Mitgliedstaaten der Europäischen Union (FRONTEX), und
- dem französischen Forschungsinstitut Mercator Océan.

Wir schätzen den Anteil des via Lieferverträge extern vergebenen Budgetvolumens auf 40 %. Dies ergibt rund 35 Millionen EUR pro Jahr. Geht man weiter davon aus, dass der Erfolg der Schweizer Unternehmen bei solchen Vergaben sich gleich verhält wie der Anteil des BIP (3.56 %), resultiert ein potenzielles Auftragsvolumen von rund 1.25 Millionen EUR pro Jahr.

Die Schätzung ergibt damit ein erwartetes entgangenes Auftragsvolumen von rund 15 Millionen EUR pro Jahr im Upstream- und Midstream-Segment. Zudem wird geschätzt, dass bei einer Nicht-Beteiligung insbesondere für Unternehmen im Upstream-Segment eine erhebliche Einschränkung der potenziellen Auftragsvolumen resultieren kann.

Betreffend Wertschöpfung in diesen zwei Segmenten schätzt ein Experte der DG Growth, dass 1 EUR Investition öffentlicher Gelder durch das Copernicus-Programm zu einem Mehrwert von

58) Verordnung (EU) Nr. 377/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. April 2014 zur Einrichtung des Programms Copernicus und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 911/2010.

59) Nicht weiter betrachtet werden hier das Budget für In-situ-Daten und für Forschungsausgaben die via Joint Research Centres der EU direkt durch Copernicus geleitet werden. Quelle: Verordnung (EU) Nr. 377/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. April 2014 zur Einrichtung des Programms Copernicus und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 911/2010; Mündliche Auskunft von M. Wüest (BAFU) am 12 August 2016.

1 EUR im Upstream-Segment und zu 1.5 bis 2 EUR im Midstream-Segment führen.⁶⁰⁾ Dies entspräche im Falle der Schweiz bei einem Beitrag von jährlich 22.1 Millionen EUR einer um 33 bis 44 Millionen EUR höheren jährlichen Wertschöpfung im Upstream- und Midstream-Segment während der Copernicus-Programmperiode. Diese Schätzung der EU liegt damit mehr als doppelt so hoch wie die eigene Schätzung. Es bedarf vertiefter Abklärungen, um diese beiden Schätzungen besser einordnen zu können.

Der entgangene indirekte Nutzen ist insbesondere für den Forschungsplatz Schweiz im Upstream-Segment und für die Entwicklung von Dienstleistungen im Midstream-Segment relevant und gewichtig. Unternehmen in diesen Segmenten sind in hohem Masse auf die Innovationsdynamik und ein optimales Umfeld bezüglich Forschung, Entwicklung und Ausbildung im Bereich der Erdbeobachtung angewiesen (siehe Kapitel 4.3).

Behörden

Die Nutzerbedürfnisse aus Behördensicht wurden letztmals 2012 durch den NPOC für den Teil Sicherheitsdienste (Security Services) ausgewertet und publiziert.⁶¹⁾ Diese Studie zeigte, dass insbesondere das EDA, das EDI, das UVEK und das VBS grosses Interesse haben, jedoch mit einer gewissen Ambivalenz; zwar haben die befragten Ämter ein unbestrittenes Interesse an der Entwicklung und Nutzung einer fortschrittlichen Technologie, andererseits stehen diese teilweise in Konkurrenz zu bestehenden, konventionellen Technologien.

Weiter hat sich die Interdepartementale Arbeitsgruppe Fernerkundung (IDA Fern) im Mai 2015 in einer Stellungnahme dezidiert für die Beteiligung am Copernicus-Programm geäussert. Sie hat dabei auf die Vorteile für die öffentliche Hand wie auch für die Forschung und Entwicklung und das Bildungswesen in der Schweiz verwiesen.⁶²⁾

Einige Anwendungsbereiche, in denen wir einen direkten oder indirekten Nutzen der Copernicus-Beteiligung für die öffentliche Hand erwarten, sind im Folgenden beispielhaft aufgeführt. Weitere mögliche Beispiele sind in Anhang A7 aufgeführt:

J) Umwelt-Monitoring: Durch die Verknüpfung mit den In-Situ-Messnetzen und Beobachtungen (Wald, Hydrologie, Luft, Boden) kann in den verschiedensten Disziplinen eine Erfassungs- und Vorhersagegenauigkeit der räumlich-zeitlichen Dynamik erreicht werden, welche bisher nicht möglich war. Copernicus Daten können zusammen mit den auf nationaler Ebe-

60) Die zitierte Aussage stammt von Rudy Aernoudt, Senior Economist der DG Growth der Europäischen Kommission. Zudem wird im Downstream-Segment ein Multiplikatoreffekt mit Faktor 4 geschätzt, dieser wird hier nicht verwendet. Quelle: Lang, S., Zeil, P., 2016; Copernicus-Daten und Informationsdienste für alle. Praxisbeitrag. AGIT Journal für Angewandte Geoinformatik, 2-2016. VDE Verlag GmbH, Berlin/Offenbach.
http://gispoint.de/fileadmin/user_upload/paper_gis_open/AGIT_2016/537622008.pdf.

61) Odermatt D., Leiterer R., Schaepmann M., 2012; Evaluation der Nutzerbedürfnisse und Beiträge des Bundes an GMES und GIO (GMES Initial Operations). Teil Security Services.

62) Schaepmann, M.: Stellungnahme zum Nutzen von Copernicus, Email vom 23. März 2015.

IDA Fern: Stellungnahme der IDA Fern betreffend einer möglichen Beteiligung der Schweiz an Copernicus, 1. Mai 2015.

ne erhobenen In-Situ-Daten in Zukunft zum Standard für Umweltmonitoringsysteme werden. Heute gibt die öffentliche Hand jährlich gesamthaft zwischen 120 Millionen CHF und 180 Millionen CHF für das Umweltmonitoring aus.⁶³⁾ Copernicus kann zur inhaltlichen Verbesserung und zur Effizienzverbesserung von Umweltmonitorings beitragen. Überregionale bzw. internationale Umweltphänomene können durch die Integration bzw. die Verknüpfung der Umweltbeobachtungsprogramme besser verstanden und analysiert werden.

- J) Humanitäre Hilfe und Krisenmanagement: In der Studie des NPOC von 2012 zeigt das EDA Interesse an Diensten im aussenpolitischen Engagement der Schweiz, z.B. zur Überwachung von Krisenindikatoren in Afrika, zur Abschätzung von Schäden nach Konflikten, für Risikoanalysen sowie für Analyse militärischer Aktivitäten in Konfliktgebieten. Das VBS sieht im Inland einen hohen Nutzen bei der Krisenbewältigung durch Sicherstellung von Einsatzbereitschaft, beim Krisenmanagement, bei der Schadensbewertung, beim Wiederaufbau sowie bei der Stärkung der Widerstandsfähigkeit von Strukturen. Das VBS sieht einen hohen Nutzen bei der Überwachung kritischer Infrastruktur.
- J) Partizipation an der Erdbeobachtung: Die aktive Beteiligung der Schweiz an der Weiterentwicklung der Copernicus-Systeme und –Dienste wird von der IDA Fern als wichtig erachtet. Die Beteiligung bietet die Möglichkeit, die hohe Dichte der Mess- und Beobachtungsnetze in der Schweiz als Dienstleistungen in Wert zu setzen.

Die in Kapitel 2.3 dargelegten Grundpfeiler der Schweizer Weltraumpolitik sowie der Digitalisierungsstrategie der Schweiz stehen im Einklang mit der Förderung des Zugangs zu Erdbeobachtungsdaten. Eine Schweizer Beteiligung an Copernicus würde einhergehen mit:

- J) Der Stärkung des Wirtschaftsstandortes Schweiz und der Schweizer Industrie sowie der weitergehenden Inwertsetzung der bestehenden Investitionen auf dem Gebiet der Weltraumtechnologien
- J) Der konsequenten Nutzung der Chancen der Digitalisierung, um die Schweiz als attraktiven Lebensraum und als innovativen, zukunftsorientierten Forschungsstandort zu positionieren, um praxisorientierte Ausbildung anzubieten und um die Gründung und den Aufbau wissenschaftsbasierter Unternehmen zu fördern

Mit Blick auf die ausgeprägte humanitäre Tradition der Schweiz scheint zudem die Förderung von Anwendungen in diesem Bereich sinnvoll, beispielsweise zur Planung bzw. zum Monitoring von humanitären Einsätzen (Konflikte, Umweltkatastrophen).

63) BAFU und Kantone, inbegriffen sind alle Umweltbeobachtungsprogramme und Beobachtungsnetze sowie Aufträge anderer Behörden oder Institute z.B. BFS, Agroscope, WSL, SLF, swisstopo oder MeteoSchweiz.

Forschung und Entwicklung

Die Nutzerbedürfnisse aus Sicht der Forschung sowie die Bedeutung der Erdbeobachtung für die Schweiz wurden insbesondere im Rahmen der Publikation der Schweizerische Kommission für Fernerkundung (SKF) von 2008 untersucht.⁶⁴⁾ Dieser Bericht zeigt die vielseitige Verflechtung der akademischen Institutionen in Europa zur Thematik der Fernerkundung, welche das Lehrangebot der Hochschulen massgeblich prägen. Zu nennen sind insbesondere die Zusammenarbeit mit ESA, EUMETSAT, der NASA sowie Forschungsprogramme der Schweiz und der EU.

Durch die Mitgliedschaft bei der ESA sind Schweizer Forscherinnen und Forscher bereits gut an die europäische Forschungsgemeinschaft, insbesondere im Upstream-Segment, angeschlossen. Wichtig ist überdies der Zugang zu Horizon 2020, dem Rahmenprogramm für Forschung und Innovation der EU. Negative Auswirkungen einer Nicht-Beteiligung werden tendenziell bei der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung (Midstream-Segment) erwartet.

Konkret sind folgende Aspekte des Nutzens für den Bereich der Forschung und Entwicklung in Erwägung zu ziehen:⁶⁵⁾

- J Förderung Ausbildung von Fachkräften: Die Universitäten bilden Fachkräfte aus, welche in Fernerkundung und den aktuellen Technologien kompetent sind. Da im Fernerkundungsmarkt ein erhebliches Wachstumspotenzial steckt, stärken diese Fachkräfte die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Unternehmen.
- J Nachfrage nach Fachkräften sicherstellen: Bei einer Nicht-Beteiligung besteht die Gefahr, dass die Nachfrage nach Fachkräften im Bereich der Fernerkundung nachlässt, beispielsweise wenn die Forschungsabteilungen der Firmen ihre Fernerkundungsaktivitäten in andere Länder verlagern. Dies wiederum führt dazu, dass die Ausbildung weniger nachgefragt wird und damit die Fachkräfteausbildung abnimmt.
- J Weiterführung bestehender Kooperationen mit europäischen Partnern: Die Kooperation mit EU-Institutionen im Bereich Umweltbeobachtung und Meteorologie ist bereits etabliert. Ein Alleingang ohne Copernicus-Beteiligung hätte zur Folge, dass die Zusammenarbeit beim Datenaustausch sowie die Finanzierung neu verhandelt werden müsste.

Die Tabelle 5 zeigt, welche technischen Hochschulen, Universitäten, Fachhochschulen und Forschungsinstitute in welchen Bereichen tätig sind. Es wird bemerkt, dass vor allem an der ETHZ und der Universität Zürich am intensivsten Erdbeobachtung und Photogrammetrie unterrichtet werden.

64) Kellenberger et al. (2008): Significance of Earth Observation for Switzerland. Bericht der Schweizerischen Kommission für Fernerkundung SKF. Die SKF ist eine Kommission der SCNAT.

65) Schaepmann, M.: Stellungnahme zum Nutzen von Copernicus, Email vom 23. März 2015.
IDA Fern: Stellungnahme der IDA Fern betreffend einer möglichen Beteiligung der Schweiz an Copernicus, 1. Mai 2015.

Sphären	Forschungs- und Entwicklungs-Einrichtungen
Atmosphäre	Empa, EPFL, ETHZ, ISSI, MeteoSchweiz, Universität Bern, WRC
Cryosphäre	SLF, ETHZ, MeteoSchweiz, Universität Bern, Universität Zürich
Land	EPFL, ETHZ, MeteoSchweiz, WSL, FHNW, Universität Bern, Universität Zürich
Geosphäre	ETHZ, Universität Bern

Tabelle 5: Kompetenzen verschiedener Hochschulen, Fachorganisationen und Forschungsinstitute im Bereich der Fernerkundung (Kellenberger et al. 2008)

Eine belastbare quantitative Aussage, wie sich der eingeschränkte Zugang zu satellitengestützten Erdbeobachtungsdaten auf Forschung, Entwicklung und das Bildungswesen auswirken würde, ist aufgrund der zur Verfügung stehenden Grundlagen nicht möglich. Dafür wären vertiefte Untersuchungen und Erhebungen notwendig.

Optionsnutzen

Es besteht Grund zur Annahme, dass die rasante technologische Entwicklung in der Fernerkundung in den letzten 20 Jahren weiter geht oder sogar beschleunigt wird. Es ist daher wahrscheinlich, dass bis 2030 die Verwendung von satellitengestützter Erdbeobachtung signifikant zunehmen wird. Aktuelle und zukünftige Megatrends, die zu einer Inwertsetzung von satellitenbasierter Erdbeobachtung beitragen könnten, sind die wirtschaftliche Globalisierung, die Mobilität, das Informationsbedürfnis oder die Konnektivität.

Die Beteiligung am Copernicus-Programm ermöglicht den Zugang zu Daten, einem wichtigen „Rohstoff der Zukunft“. Abgesehen von Datenzugang sichert die Beteiligung auch die Teilnahme an einem Wissens- und Entwicklungsumfeld, in dem satellitenbasierte Erdbeobachtungsdaten zu Dienstleistungen entwickelt werden, die zu einer künftigen Wertschöpfung der Schweiz beitragen können.

5.2.2 Mögliche Alternativen zu Copernicus

In Kapitel 2.2 wurden die Besonderheiten des Copernicus-Programms hergeleitet. Zwecks Empfehlung bezüglich der Copernicus-Beteiligung, zeigen wir nachfolgend die Implikationen möglicher Alternativen zur Copernicus-Beteiligung auf. Dies wird unter der Annahme gemacht, dass die Schweiz sich den Zugang zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten und entsprechenden Weiterentwicklungen sichern will.

Im Falle des Entscheids einer Nicht-Beteiligung an Copernicus müsste die Schweiz Abklärungen über mögliche Alternativen vornehmen. Dies würde am ehesten im Rahmen der Erarbeitung einer „Schweizer Erdbeobachtungs-Strategie“ geschehen, wobei diese auf folgende Punkte eingehen müsste:

- J Vertiefte Bedürfnisabklärung in den relevanten Wirtschaftsbranchen, bei Behörden und Forschung, Entwicklung und Bildung in Bezug auf den Bedarf für Erdbeobachtungsdaten.
- J Anhand verschiedener Szenarien die Möglichkeiten aufzeigen, wie sich die Schweiz den Zugang zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten und entsprechenden Weiterentwicklungen sichern kann. Die Szenarien müssten vertieft auf den Nutzen und die entsprechende Kosten eingehen.
- J Abklärungen unter Berücksichtigung möglicher multi- oder bilateraler Partnerschaften und verschiedener technischer Systeme. Es sollte dabei eine Minimierung jener Risiken, die mit einzelnen Kooperationen bzw. mit Investitionen in neue Technologien verbunden sind, angestrebt werden, beispielsweise durch Diversifikation der Verträge mit alternativen Daten- und Diensteanbietern.
- J Im Falle, dass Einzelverträge mit alternativen Daten- und Diensteanbietern abgeschlossen würden, müssten diese beispielweise durch das NPOC verhandelt bzw. betrieben werden. Hierfür sind entsprechende Ressourcen bereitzustellen.

Folgende Aspekte müssten – bei entsprechenden Signalen – prioritär mit den EU-Partnern verhandelt werden:

- J Der bestehende Datenaustausch mit Institutionen der EU (EUMETSAT, EZMWF, EUA, EUROSTAT und FRONTEX) und mit der ESA müsste überprüft und gegebenenfalls neu verhandelt werden, sofern sich dessen Nutzen für die Schweiz bei einer Nicht-Beteiligung an Copernicus reduziert.
- J Es müsste geprüft werden, ob allenfalls weitere Kooperationsformen mit der EU – alternativ zu einer Beteiligung am Copernicus-Programm - für die Schweiz sinnvoll und möglich wären.

5.2.3 Fazit

Die Einschränkung des Zugangs zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten führt zu einer Reihe von entgangenem Nutzen. Die Unsicherheiten der Annahmen für die Quantifizierung müssen in der Gesamtwürdigung mitberücksichtigt werden.

Tabelle 6 zeigt eine Übersicht des oben erwähnten, potenziell entgangenen Nutzens im Falle der Nicht-Beteiligung.

	Potentiell entgangener Nutzen bei einer Nicht-Beteiligung an Copernicus
Upstream	<p>Potenziell direkt entgangene Aufträge: 15.2 Millionen CHF pro Jahr</p> <p>Geringe Nutzung einer möglichen Innovationsdynamik, mögliche negative Auswirkungen auf Forschung, Entwicklung und Ausbildungsqualität von Fachkräften; entgangener Optionsnutzen für zukünftige Entwicklungen</p>

	Potentiell entgangener Nutzen bei einer Nicht-Beteiligung an Copernicus
Midstream	Potentiell direkt entgangene Aufträge: 1.38 Millionen CHF pro Jahr Geringe Nutzung einer möglichen Innovationsdynamik, mögliche negative Auswirkungen auf Forschung, Entwicklung und Ausbildungsqualität von Fachkräften; entgangener Optionsnutzen für zukünftige Entwicklungen
Downstream J Behörden J Unternehmen J NGO	<u>Behörden</u> : Verbesserungen in verschiedenen Anwendungen (Umweltmonitoring, Sicherheit, etc.) werden nicht ausgeschöpft. Optimale Qualität der Ausbildung entsprechender Fachspezialisten, bestehende Kooperationen mit europäischen Partnerorganisationen überdenken <u>Unternehmen</u> : Entwicklung und Inwertsetzung geschieht nicht maximal, potenziell entgangene Kosten- oder Produktionseffekte in der Gesamtwirtschaft von rund 24 bis 48 Millionen CHF pro Jahr; hemmende Rahmenbedingungen für die unternehmerische Weiterentwicklung; negative Folgen auf den Forschungs- und Entwicklungsstandort, auf die Qualität des Hochschulbetriebs sowie die Nachfrage nach Fachkräften in der Schweiz; entgangener Optionsnutzen für zukünftige Entwicklungen <u>NGO</u> : marginaler Nutzen, allenfalls bei der humanitären Hilfe oder der nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung
Forschung und Entwicklung	Mögliche Einschränkungen des Zugangs zu Forschungsgeldern und -projekten, in diversen Wissenschaftsbereichen; potenziell Auswirkungen auf Lehre v.a. ETH Zürich und Universität Zürich.

Tabelle 6: Übersicht Gesamtwürdigung der Wirkungen

Der direkte Nutzen wird aufgrund der vereinfachten Zugänglichkeit, der vorverarbeiteten Datenpakete, insbesondere für Endnutzer im Downstream-Segment relevant sein. Hier liegen zudem bezüglich Wertschöpfung die gewichtigsten Möglichkeiten für die Inwertsetzung einer Schweizer Beteiligung am Copernicus-Programm.

Für das Upstream-Segment wird ein deutlich höherer potenziell entgangener Nutzen erwartet, insbesondere aufgrund der grossen Investitionen des Copernicus-Programms für den Systemaufbau (Copernicus-Weltraumkomponente).

Das Copernicus-Programm selbst schätzt, dass zwischen 2015 und 2030 rund 48'000 Arbeitsplätze geschaffen werden.⁶⁶⁾ Geht man vom BIP-Anteil der Schweiz an jenem der EU von 3.56 % aus und berücksichtigt man, dass das Arbeitsproduktivitätsniveau in der Schweiz im Vergleich

66) http://www.copernicus.eu/sites/default/files/documents/Copernicus_Factsheets/Copernicus_May2015.pdf

zur EU rund 16 % höher liegt⁶⁷⁾, wären dies rund 1'400 Arbeitsplätze, die über diese Zeitperiode in der Schweiz aufgebaut würden.

Zwar ist kein quantitativer Kosten-Nutzen-Vergleich möglich, jedoch scheinen die jährlichen, geschätzten Kosten von 24.3 Millionen CHF aufgrund der vielfältigen Auswirkungen aus volkswirtschaftlicher Sicht in einem guten Verhältnis zum erwarteten Nutzen zu stehen.

67) Basierend auf dem Indikator „BIP pro gearbeitete Stunde“, berechnet mit laufenden Preisen und in Kaufkraftparitäten, fürs Jahr 2015 Quelle: OECD Compendium of Productivity Indicators 2016. <http://stats.oecd.org/> > Productivity

6 Folgerungen

Bevor wir die Folgerungen aus dieser Studie aufführen, möchten wir nochmals darauf hinweisen, dass wir während der Bearbeitung mehrere Annahmen treffen mussten und uns bei vertieften Abklärungen auf bestimmte Teilbereiche konzentriert haben. Bei der Interpretation der Ergebnisse müssen insbesondere folgende Punkte berücksichtigt werden:

-) Wir haben in unserer Studie die Nicht-Beteiligung gleichgesetzt mit einer erheblichen Einschränkung des Zugangs generell auf satellitengestützte Erdbeobachtungsdaten und -dienstleistungen. Wie sich diese Einschränkung in der Praxis manifestieren wird, ist jedoch noch zu wenig bekannt. Eine Lockerung der Einschränkung würde sich auch massgeblich auf den entgangenen volkswirtschaftlichen Nutzen auswirken.
-) Wir haben nur den direkten und indirekten Nutzen im Downstream-Segment genauer betrachtet. Die Schätzungen für das Upstream- und Midstream-Segment unterliegen grösseren Unsicherheiten.
-) Ausgeklammert wurde die detaillierte Betrachtung des direkten und indirekten Nutzens für die Behörden und für die Forschung und Entwicklung. Für beide Bereiche lagen uns nur oberflächliche Einschätzungen vor. Insbesondere bei den Behörden fehlt die Betrachtung der zukünftigen Bedürfnisse unter Berücksichtigung der zunehmenden generellen Digitalisierung.
-) Wir haben im Rahmen dieser Studie nur drei Anwendungsbeispiele untersucht und mit potenziellen zukünftigen Nutzern Gespräche geführt. Diese Erhebung ist verständlicherweise nicht repräsentativ. So fehlt beispielsweise die Sicht von Forschungs- und Entwicklungsabteilungen grösserer, internationaler Unternehmen (z.B. Energieversorger, Rohstoffhändler).

Unter Berücksichtigung der oben erwähnten Unsicherheiten und der im Kapitel 5 dargelegten Erwägungen erachten wir eine Beteiligung der Schweiz am Copernicus-Programm grundsätzlich als sinnvoll.

A1 Interviews und Experten-Workshop

Interviews

ID	Datum	Ort	Thema	Teilnehmende Personen, Funktionen
1	05.08.2016	Swiss Re, Zürich	Copernicus für Rückversicherungen	Andreas Schraft, Head Cat Perils Norbert Knechtle, Expert Natural Perils
2	01.09.2016	Migros-Genossenschaftsbund (telefonisch)	Supply Chain Management M-Industrie und Rolle von Satellitendaten	Urs von Planta, Leiter strategisches Supply Chain M-Industrie

Experten-Workshop

ID	Datum	Ort	Teilnehmende Personen, Funktionen
1	21.07.2016	Ernst Basler + Partner (EBP), Zollikon	<p>Experten (hauptsächliche Fachbereiche)</p> <ul style="list-style-type: none"> ⌋ Bruno Basler (Finanz- und Gesamtwirtschaft, Mitglied der EBP-Geschäftsleitung) ⌋ Christine Steiner-Bächi (Bau und Baugewerbe, Mitglied der EBP-Geschäftsleitung) ⌋ Christoph Zulauf (Sicherheit, Mitglied der EBP-Geschäftsleitung) ⌋ Hans-Christian Angele (Landwirtschaft) ⌋ Frank Bruns (Verkehr und Logistik) ⌋ Christina Dübendorfer (Umwelt und Wasser) ⌋ Nana von Felten (Energie und natürliche Ressourcen) <p>Projektteam</p> <ul style="list-style-type: none"> ⌋ Tamara Dousse ⌋ Ivo Leiss ⌋ Risch Tratschin

A2 Erdbeobachtung kurz erklärt⁶⁸⁾

Erdbeobachtungssysteme (auch Fernerkundungssysteme genannt) sind auf einer Plattform installierte Sensorsysteme, die der abbildenden oder nicht-abbildenden Erfassung von objektrelevanter elektromagnetischer Strahlung der Erdoberfläche und der Atmosphäre dienen.

Erdbeobachtungssysteme können nach verschiedenen Gesichtspunkten eingeteilt werden. Nach der Quelle der empfangenen Strahlung unterscheidet man passive Systeme und aktive Systeme. **Passive Systeme** benutzen die von Natur aus vorhandene Strahlung wie das Sonnenlicht oder die Strahlung, die von Körpern an der Erdoberfläche selbst abgegeben wird. **Aktive Systeme** erzeugen ihre Strahlung selbst und messen dann die von der Erdoberfläche reflektierte Strahlung.

Für Beobachtungen aus dem Weltall werden u.a. Satelliten, Raketen, Raumschiffe oder Raumstationen als **Plattformen** verwendet. In Bezug auf Copernicus wird in Folge auf die satellitenbasierten Erdbeobachtungssysteme eingegangen.

Umlaufbahnen

Satelliten können nach der Art der Umlaufbahn um die Erde unterschieden werden, wobei aus den zahlreichen Möglichkeiten hier nur die häufigsten beschrieben werden:

Geostationär „steht“ ein Satellit in ca. 36'000 km Höhe über dem Äquator und bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von einer Erdumrundung pro Tag mit der Erde mit. Typisch für geostationäre Satelliten sind Wettersatelliten wie Meteosat. Damit kann in kurzen Zeitintervallen ein Bild der gesamten vom Satelliten aus sichtbaren Erdhälfte aufgenommen werden.

Bei *polarem Umlauf* umfliegt der Satellit in einer Höhe von wenigen hundert Kilometern die Erde von Pol zu Pol. Häufiger ist die Orbit-Ebene gegenüber der Rotationsachse jedoch etwas geneigt (fast-polarer Umlauf).

Ist die Umlaufbahn *sonnensynchron*, ist die Sonnenrichtung zum Satelliten und dessen Umlaufebene immer gleich. Das hat den Vorteil, dass der Satellit einen bestimmten Ort auf der Oberfläche der Erde immer zur selben Ortszeit passiert.

Sensoren

Eine weitere Gliederung der Erdbeobachtungssysteme ergibt sich aus der Art der verwendeten Strahlungsempfänger (Sensoren). Die für die satellitenbasierte Erdbeobachtung wichtigsten Systeme sind:

68) Diese Inhalte dieses Kapitels basieren auf dem Lexikon der Fernerkundung (<http://www.fe-lexikon.info/lexikon-e.htm>).

Optische Systeme sind passive Sensoren zur Aufzeichnung elektromagnetischer Strahlung im Bereich des sichtbaren Lichts bzw. die nah daran liegenden Frequenzen im Ultraviolett- bzw. Infrarotbereich. Die damit arbeitenden Systeme nutzen die natürliche Strahlungsenergie im Wellenlängenbereich zwischen 0,3 und 3 μm (Mikrometer) sowie die objekteneigene thermale Ausstrahlung der Objekte von 3 bis 14 μm .

Multispektralscanner sind opto-mechanischer Scanner, der Daten gleichzeitig in einzelnen Spektralkanälen aufnehmen können. Die ankommende Strahlung wird mit technischen Mitteln (Prismen, Gitter, dichroitische Spiegel) getrennt und Detektoren zugeleitet. Auf diese Weise können Daten in den Bereichen nahes Ultraviolett, sichtbares Licht, reflektiertes Infrarot und thermales Infrarot erfasst werden.

Thermalsensoren sind passive Sensoren zur Messung von Temperatureffekten, wobei die im Infrarot von der Erde emittierte Wärmestrahlung gemessen wird. Thermalsensoren können bildgebend (abbildend), wie auch nicht-bildgebend (nicht-abbildend) sein. Nicht-bildgebende Sensoren sind Radiometer und Spektrometer. Spektrometer ermöglichen die Auswahl und Abtrennung eines bestimmten infraroten Wellenlängenbereichs. Die Daten werden meist als SW-Bilder dargestellt. Zur Erleichterung der Interpretation werden die Grauwerte oft in Farben codiert, so dass jede Farbe einer Temperaturstufe entspricht. Zur Aufnahme von Thermaldaten von Satelliten aus, werden verschiedene Arten von scannenden Radiometern eingesetzt.

Radarsysteme sind aktive Erdbeobachtungssysteme mit Sendern für die Energieabstrahlung und mit Antennen zum Empfang der (von der Erdoberfläche oder von Schwebeteilchen in der Atmosphäre) reflektierten Strahlung im Mikrowellenbereich. Für die Erdbeobachtung arbeitet die Radar-Fernerkundung in drei Wellenlängenbereichen: X-Band (2,4-4,5 cm), C-Band (4,5-7,5 cm), L-Band (15-30 cm).

Radaraufnahmen besitzen die Fähigkeit, sowohl nachts als auch durch Wolken, Aufnahmen der Erdoberfläche zu generieren. Denn die ausgesendeten Mikrowellen beleuchten die Erdoberfläche aktiv und durchdringen aufgrund ihrer Wellenlänge auch Wolken.

Das gebräuchlichste System ist SAR (Synthetic Aperture Radar). Die abgestrahlte Energie ("Radarkeule") ist auf das Gelände seitlich der Überfluglinie gerichtet. Mit Hilfe der Radar-Interferometrie (InSAR) können topographische Informationen (Höhen) sowie deren Veränderungen (Deformationen) bestimmt werden. Dabei wird der Phasenunterschied zwischen zwei SAR-Aufnahmen ausgewertet, der aus zwei quer zur Flugrichtung versetzt aufgenommenen SAR-Bildern entsteht. Abhängig von der Anzahl und Qualität der SAR-Aufnahmen ist es möglich, Deformationen im Sub-Zentimeter-Bereich zu bestimmen.

Radiometer sind passive Mikrowellensysteme zur Erfassung der von der Erdoberfläche ausgesandten natürlichen Mikrowellenstrahlung.

Altimeter sind Geräte zur Messung der Höhe über einer bestimmten Oberfläche. Satellitengestützte Radarverfahren werden häufig zur Erkundung der Meeresoberfläche verwendet mit dem Ziel, die Höhe des Meeresspiegels abzuleiten.

Scatterometer sind nicht abbildende, hochfrequente Radarinstrumente zur quantitativen Erfassung des Rückstreuoeffizienten der Geländeoberfläche in Funktion des Einfallswinkels. Bei einer aktiven Beleuchtung der Meeresoberfläche in Schrägsicht beeinflussen Wellen die Intensität des zurückgestreuten Signals, was Rückschlüsse auf die Windverhältnisse ermöglicht.

Erdbeobachtungssatelliten tragen an Bord oft mehrere solcher Sensorsysteme, die für unterschiedliche Beobachtungsobjekte konstruiert wurden. Dafür werden auch verschiedenartige Detektor-Technologien verwendet. z.B. ein aktives abbildendes Radarsystem zur Kartierung der Erdoberfläche und der Ozeane, ein Radaraltimeter zur Bestimmung der Geländehöhe, ein passives Mikrowellengerät zur Temperaturmessung, sowie ein abbildendes Radiometer zur wissenschaftlichen Untersuchung von Landoberfläche, Atmosphäre, Ozeanen und Kryosphäre.

Neben Sensoren sind Erdbeobachtungssatelliten noch mit weiteren Systemen bestückt, wie zum Beispiel das Datenübertragungssystem, das Telemetriesystem und die Instrumente zur Positionsbestimmung.

Auflösung

Bei Erdbeobachtungssystemen unterscheidet man verschiedene Arten von Auflösung:

Räumliche Auflösung gibt die Fläche eines Pixels auf der Erdoberfläche an (zum Beispiel Landsat TM: 30x30 m). Flugzeuggetragene Systeme erreichen typischerweise eine räumliche Auflösung im Zentimeter bis Dezimeterbereich. Satellitengestützt werden Pixelgrößen zwischen 0,5 m (hochauflösend) und 1 km (grobskalig) erreicht.

Spektrale Auflösung charakterisiert die Anzahl der Spektralkanäle eines Sensors (sowie deren spektrale Bandbreite) (zum Beispiel Landsat TM: 7 Spektralkanäle). Man unterscheidet verschiedene Systeme: panchromatisch (1 Spektralkanal), multispektral (zwischen 2 und etwa 10 Spektralkanälen) und hyperspektral (zwischen 10 und mehreren hundert Spektralkanälen).

Zeitliche (oder temporale) Auflösung gibt die Zeitdauer zwischen zwei Überflügen ein und desselben Gebietes an (zum Beispiel Landsat TM: 16 Tage). Meteorologische Aufnahmesysteme nehmen zum Teil mehrere Aufnahmen während eines Tages auf (insbesondere geostationäre Satelliten), während die zeitlichen Intervalle typischer Erdbeobachtungs- und Umweltsatelliten zwischen 1 Tag (u. a. MODIS) und mehreren Wochen variieren.

Radiometrische Auflösung gibt die Anzahl der unterscheidbaren Grautonstufen eines Sensors an (zum Beispiel Landsat TM: 8 Bit oder 256 Grautonstufen). Die meisten Fernerkundungssysteme quantifizieren die aufgenommenen Daten in 8 oder 12 Bit.

A3 Ausgewählte heutige und zukünftige Erdbeobachtungs-Satellitensysteme

System Status	Staat(en)	Anzahl Kanäle / Räumliche Auflösung	Bemerkungen Einsatzgebiete
Landsat 7 Aktiv seit 1999	Vereinigte Staaten	1 Kanal / 15 m 7 Kanäle / 30 m 1 Kanal / 60 m 16 Tage	Eingeschränkte Bildqualität aufgrund eines technischen Defekts Die Daten können kostenlos über GloVis, Earthexplorer oder den LandsatLookHub heruntergeladen werden.
Landsat 8 Aktiv seit 2013	Vereinigte Staaten	1 Kanal / 15 m 8 Kanäle / 30 m 1 Kanal / 100 m	Die Daten können kostenlos über GloVis, Earthexplorer oder den LandsatLookHub heruntergeladen werden.
Landsat 9 Geplant für 2023	Vereinigte Staaten	1 Kanal / 15 m 8 Kanäle / 30 m 1 Kanal / 100 m	
Aqua Aktiv seit 2002	NASA / JAXA / INPE	7 verschiedene Instrumente. Z.B. MODIS: 36 Kanäle 250 m / 1000 m	
Terra Aktiv seit 1999	NASA	5 verschiedene Instrumente, z.B. ASTER: 14 Kanäle 15 m / 30 m / 90 m 15 m / 30 m / 90 m ### Tage	
SPOT-5 Aktiv seit 2002	CNES, zusammen mit Belgien und Schweden	5 Kanäle 2.5 m / 10 m / 20 m	Zugang via GeoStore One Stop shop
SPOT-6 Aktiv seit 2012	CNES, zusammen mit Belgien und Schweden	5 Kanäle 1.5 m / 6 m	Sicherung der Datenkontinuität bis 2024 Zugang via GeoStore
SPOT-7 Aktiv seit 2014	CNES, zusammen mit Belgien und Schweden	5 Kanäle 1.5 m / 6 m	Sicherung der Datenkontinuität bis 2024 Zugang via GeoStore
PROBA-V Aktiv seit 2013	ESA	3 Kanäle 100 m	Als Ergänzung zu SPOT-4 für weltweite Abdeckung
CBERS 4 Aktiv seit 2014	INPE / CRESDA	5 verschiedene Instrumente. Z.B. PAN: 4 Kanäle 5 m / 10 m	
CBERS-4A Geplant für 2018	INPE / CRESDA	5 verschiedene Instrumente. Z.B. WPM: 5 Kanäle 2 m / 8 m	

System Status	Staat(en)	Anzahl Kanäle / Räumliche Auflösung	Bemerkungen Einsatzgebiete
CARTOSAT-1 Aktiv seit 2005	ISRO	1 Kanal 2.5 m	
CARTOSAT-2 Aktiv seit 2007	ISRO	1 Kanal 1 m	
CARTOSAT-2A Aktiv seit 2008	ISRO	1 Kanal 1 m	
CARTOSAT-2B Aktiv seit 2010	ISRO	1 Kanal 1 m	
CARTOSAT-2E Geplant für 2017	ISRO	2 Instrumente 5 Kanäle 0.65 m / 2 m	
CARTOSAT-3 Geplant für 2018	ISRO	2 Kanäle 0.25 m / 1 m	
OCEANSAT-2 Aktiv seit 2009	ISRO	3 Instrumente, z.B. OCM: 8 Kanäle 236 m	
OCEANSAT-3 Geplant für 2018	ISRO	3 Instrumente, z.B. OCM: 13 Kanäle 360 m	
RESOURCESAT-2 Aktiv seit 2011	ISRO	3 Instrumente, z.B. AWiFS: 4 Kanäle 55 m	
RESOURCESAT-2A Geplant für 2016	ISRO	3 Instrumente, z.B. LISS III: 4 Kanäle 23.5 m	
RESOURCESAT-3 Geplant für 2019	ISRO	2 Instrumente, z.B. ALISS: 4 Kanäle 10 m / 20 m	
ALOS-2 Aktiv seit 2011	JAXA	L-Band Mikrowellen und Thermales Infrarot 1 -10 m, 200 m	
ALOS-3 Geplant für 2019	JAXA	185 Kanäle / 30 m 4 Kanäle / 5 m 1 Kanal / 0.8 m	
TerraSAR-X Aktiv seit 2007	DLR	X-Band, 1 – 16 m	
TanDEM-X Aktiv seit 2010	DRL	X-Band, 1 – 16 m	Als Ergänzung zur TerraSAR-X, synchron, mit einem Abstand von 200 km
PAZ Geplant für unbestimmt	CDTI	X-Band, 1 – 18 m	Als Ergänzung zur TerraSAR-X und TanDEM-X
EnMAP Geplant für 2018	DLR	244 Kanäle / 30 m	

A4 Sentinel-Missionen und ihre Einsatzgebiete

Mission	Sensoren / spektrale Auflösung	Räumliche Auflösung	Zeitliche Auflösung („revisit time“)	Einsatzgebiete
Sentinel-1 Launch: 1A: 3. April 2014 1B: 25. April 2016	C-Band SAR (5.405 GHz)	Bis 5m je nach Modus	6 Tage bei zwei Satelliten Konstellation	Bodenbewegung, Meeres-eis, Ölsuren, Katastrophen
Sentinel-2 Launch: 2A: 22. Juni 2015 2B: geplant April 2017	Multispektrale Bildkamera (13 Kanäle)	10 m (4 Kanäle) 20 m (6 Kanäle) 60 m (3 Kanäle)	5 Tage bei zwei Satelliten Konstellation	Vegetation, Landwirtschaft, Oberflächenveränderungen
Sentinel-3 Launch: 3A: 16. Feb 2016 3B: geplant 2017	Radiometer, Altimeter, optische Kamera (21 Kanäle), Radar	500m 300m	Je nach Sensor, >1 Tag	Beobachtung der Ozeane, Wasser-Temperatur und Färbung, Meereis Kartierung
Sentinel-4 Launch geplant: 2019 auf MTG-S	Spektrometer (3 Kanäle)	8 km	60 Minuten	Beinahe Echtzeit; Überwachung von Spurengasen über Europa und Nordafrika
Sentinel-5 Launch geplant: 2020 auf MetOP-SG-A 2021 auf MetOP-SG-B	Spektrometer (7 Kanäle)	< 8 km (6 Kanäle) < 50 km (1 Kanal)	1 Tag	Überwachung von Spurengasen und Aerosolen
Sentinel-5P Precursor Launch geplant 2016	Spektrometer (4 Kanäle)	7x7 km (4 Kanäle)	16 Tage	Überbrückung der zeitlichen Lücke zwischen ENVISAT und Sentinel-5
Sentinel-6 Launch geplant: 2020	Altimeter	Noch nicht spezifiziert	Noch nicht spezifiziert	Messung des Meeresspiegels

A5 Beitragende Missionen

Die beitragenden Missionen sind auf der Copernicus-Webseite aufgelistet⁶⁹⁾ und in der nachfolgenden Tabelle genauer beschrieben.

Mission / Nation(en) / Launch(es)	Sensoren / spektrale Auflösung	Räumliche Auflösung	Zeitliche Auflösung („re-visit time“)
SPOT 4 und 5 CNES, Frankreich 2002-2015	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	2.5 m (1 Kanal) 10 m (3 Kanäle) 20 m (1 Kanal)	2 - 3 Tage
SPOT 6 und 7 CNES, Frankreich	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	1.5 m (1 Kanal) 6 m (4 Kanäle)	1 Tag bei zwei Satelliten Konstellation
Pleiades 1a / 1b CNES, Frankreich	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	0.7 m (1 Kanal) 2.7 m (4 Kanäle)	1 Tag bei zwei Satelliten Konstellation
Deimos-2 Spanien 2014 -	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	0.75 m (1 Kanal) 4 m (4 Kanäle)	2 Tag bei zwei Satelliten Konstellation
Landsat-8 NASA, US	Multispektrale Bildkamera (9 Kanäle), TIRS (2 Kanäle)	15 m (1 Kanal) 30 m (8 Kanäle) 100 m (2 Kanäle)	8 Tage mit zwei Satelliten
ResourceSat, 2 Indien	3 optische Sensoren	5.8 m (1 Kanal) 23 m (4 Kanäle) 60 m (4 Kanäle)	5 bis 24 Tage
ALOS, AVNIR Japan 2006-2011	Multispektrale Bildkamera (4 Kanäle)	10 m (4 Kanäle)	2 Tage
Quickbird-2 DigitalGlobe, US 2001-2015	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	0.5 m (1 Kanal) 2,4 m (4 Kanäle)	3 Tage
WorldView 1 DigitalGlobe, US	Schwarz/weiss	0.5 m (1 Kanal)	1,7 Tage
WorldView 2 DigitalGlobe, US	Multispektrale Bildkamera (9 Kanäle)	0.5 m (1 Kanal) 1,8 m (8 Kanäle)	1,1 Tage
WorldView 3 DigitalGlobe, US	Multispektrale Bildkamera (21 Kanäle)	0.3 m (1 Kanal) 1,2 m (8 Kanäle) 0,3 m (12 Kanäle)	< 1 Tag

69) <https://spacedata.copernicus.eu/web/cscda/missions>, Stand Juli 2016

Mission / Nation(en) / Launch(es)	Sensoren / spektrale Auflösung	Räumliche Auflösung	Zeitliche Auflösung („re-visit time“)
Ikonos , DigitalGlobe, US 1999-	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	0.8 m (1 Kanal) 3,2 m (4 Kanäle)	3 Tage
Geoeye DigitalGlobe, US 2008	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	0.5 m (1 Kanal) 2,4 m (4 Kanäle)	3 Tage
Kompsat-2 Korea	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	1 m (1 Kanal) 4 m (4 Kanäle)	1 Tage
Kompsat-3 Korea	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	0.7 m (1 Kanal) 2,8 m (4 Kanäle)	1 Tage
DMC 2 UK 2002/2009 -	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	1-2.5 m (1 Kanal) 4-5 m (4 Kanäle) 22m wide swath	1 Tag bei vollständiger Satelliten Konstellation
Dubaisat-2 UAE 2013-	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	1 m (1 Kanal) 4 m (4 Kanäle)	< 8 Tage Täglich bei Konstellation mit Deimos-2
EnMap Deutschland Geplant 2018	Hyperspektraler Sensor (250 Kanäle)	30 m	4 Tage
Proba-V ESA	3 Sensoren VNIR und SWIR	100 m	2 Tage
RapidEye Planet Lab US	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle)	5 m	5 Tage
TH Constellation China 2010-	Multispektrale Bildkamera (5 Kanäle) Triplet Stereo	2 m (1 Kanal) 10 m (4 Kanäle) 5 m (triplet stereo)	5 Tage
Cosmo-SkyMed Italien 2007-	X-band SAR (9.6 GHz)	1m im Spotmodus	3 Tage bei 1 Satellit 12 Stunden bei Konstellation mit 4
RadarSat 1, 2 Kanada 1995, 2007-	C-band SAR (5,4 GHz)	1 m bis 100 m je nach Flugmodus	1 Tag (bei 50 m Auflösung)
TerraSAR-X 2007 TanDEM-X 2010, Deutschland	X-band SAR (9,65 GHz)	1m im Spotlight Modus 18.5 m im ScanSar Modus	2.5 – 11 Tage je nach Modus
ALOS PALSAR Japan 2006-2011	L-band SAR (1,2 GHz)	7-100 m je nach Betriebsmodus	5 Tage

Mission / Nation(en) / Launch(es)	Sensoren / spektrale Auflösung	Räumliche Auflösung	Zeitliche Auflösung („re-visit time“)
RISAT-1 Indien 2012-	C-band SAR (5,35 GHz)	1 – 50 m je nach Betriebsmodus	12 - 25 Tage je nach Modus
PAZ Spanien Geplant 2018	X-band SAR (9,65 GHz)	1 – 30 m je nach Betriebsmodus	Täglich bei Konstellation mit TerraSAR-X und TanDEM-X
ERS-2 ESA, Archiv 1995-2011	Diverse Sensoren: u.a. GOME, C-band SAR, RadarAltimeter, Radiometer	30m (SAR)	35 Tage
ENVISAT ESA, Archiv 2002-2012	Diverse Sensoren: u.a. MERIS Spektrometer, SAR, RadarAltimeter, Radiometer	300m (MERIS)	3 Tage (MERIS)
CryoSAT-2 ESA 2010-	X-band SAR /Interferometric Radar Altimeter	250m	369 Tage mit 30 Tagen Subzyklus
Jason-2/-3 NASA/CNES 2008-	5 Sensoren, u.a. Radar Altimeter, Radiometer	300m	10 Tage
GOSAT Japan JAXA 2009	Spektrometer, Thermal und NIR Sensor	0.5 – 1,5 km	3 Tage
Meteosat 2nd ESA/EUMETSAT 2002-	SEVIRI Imager, Radiometer	1 km (1 Kanal) 3 km (11 Kanäle)	5 - 15 Minuten
MetOp ESA/EUMETSAT 2006-	Diverse Sensoren, u.a. GOME Spektrometer, IASI Interferometer, ASCAT Scatterometer	Je nach Sensor: 12 km (IASI) 50 km (ASCAT)	29 Tage

A6 Beurteilung der Auswirkungen auf Schweizer Branchen

Für die Beurteilung der 15 Branchen, inwiefern sich der eingeschränkte Zugang zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten bis 2030 auswirken kann, wurden folgende Kriterien herangezogen:

- 1 Relevanz des eingeschränkten Zugangs zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten für das Downstream-Segment.
- 2 Innovationspotenzial der Branche d.h. das Potenzial für Effizienzsteigerungen, das durch aktuelle oder zukünftige technische Möglichkeiten realisiert werden kann.
- 3 Innovationsbereitschaft in der Branche d.h. der durch Marktumstände bestimmte Handlungsdruck auf Branchenunternehmen, durch Innovation, Effizienzsteigerungen (Prozessinnovation), zusätzlichen Kundennutzen (Produktinnovation) oder Geschäftsmodellinnovationen anzustreben und zu realisieren.

Es gilt zu beachten, dass Anwendungsmöglichkeiten teils nur für einzelne Subbranchen der 50 Branchen (gemäss Wirtschaftszweigesystematik NOGA 2008) erwartet werden. In folgenden drei Fällen bezieht sich die Bewertung auf diese Teilsumme der Branchenaktivitäten. Diese sind in Abbildung 4 mit einem (*) markiert und in den Anmerkungen zur Tabelle 7 wird deren BWS hergeleitet.

1. Erbringung von freiberuflichen und technischen Dienstleistungen (NOGA 69-71), bewertet wird die Subbranche Architektur- und Ingenieurbüros (NOGA 71)
2. Baugewerbe/Bau (NOGA 41-43), bewertet werden die Subbranchen Hoch- und Tiefbau (NOGA 41 und 42)
3. Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen (NOGA 77-82), bewertet wird die Subbranche Reisebüros, Reiseveranstalter und Erbringung sonstiger Reservierungsdienstleistungen (NOGA 79)

Anmerkungen zur Tabelle 7:

- J Vorleistungen: Leistungen, die in die Produktion einer Unternehmung eingehen, ohne jedoch im produzierenden Betrieb selbst hergestellt zu werden.
- J Importe cif: Dies sind „gleichartige“ Güterimporte, die – wären sie in der Schweiz hergestellt – in der betreffenden Branche abgebildet wären. Angegeben ist der Anschaffungspreis plus die Fracht- und Versicherungskoten bis zur Landesgrenze, basierend auf der „Symmetrischen Input-Output-Tabelle zu Herstellungspreisen“ 2011.

-
- J NOGA 69-71 „Erbringung von freiberuflichen und technischen Dienstleistungen“: Beurteilung bezieht sich ausschliesslich auf die Branche „Architektur- und Ingenieurbüros“ (NOGA 71), dies entspricht nach unseren Abschätzungen anhand der Beschäftigungsstatistik⁷⁰⁾ und unter Annahmen homogener Produktivität in den aggregierten Subbranchen rund 41 % der BWS d.h. rund 13.95 Milliarden BWS.
 - J NOGA 41-43 „Baugewerbe und Bau“: Beurteilung bezieht sich auf die Branchen Hoch- und Tiefbau (NOGA 41 und 42), dies entspricht nach unseren Abschätzungen anhand der Beschäftigungsstatistik⁷¹⁾ und unter Annahmen homogener Produktivität in den aggregierten Subbranchen rund 33 % der BWS d.h. rund 11.63 Milliarden BWS.
 - J NOGA 77-82 „Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen“: Beurteilung bezieht sich auf die Branche „Reisebüros, Reiseveranstalter und Erbringung sonstiger Reservierungsdienstleistungen“ (NOGA 79), dies entspricht nach unseren Abschätzungen anhand der Beschäftigungsstatistik⁷²⁾ und unter Annahmen homogener Produktivität in den aggregierten Subbranchen rund 6 % der BWS d.h. rund 980 Millionen BWS.

Diese Teilsummen werden in Kapitel 4.3 berücksichtigt.

70) BFS (2015): STATENT Statistik der Unternehmensstruktur.
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/06/02/blank/data.html>

71) BFS (2015): STATENT Statistik der Unternehmensstruktur.
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/06/02/blank/data.html>

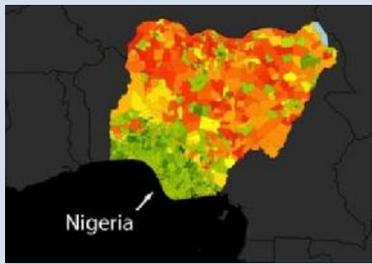
72) BFS (2015): STATENT Statistik der Unternehmensstruktur.
<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/06/02/blank/data.html>

NO-GA	Branche (NOGA)	2013p				1. Relevanz eingeschränkter Zugang	2. Innovationspotenzial	3. Innovationsbereitschaft	Rating „Gesamt-Relevanz“
		Vorleistungen	BWS	Anteile BWS Total	Importe cif				
46	Grosshandel	60'372	58'029	9.45	3.1 %	2	1	1	1.33
64	Erbringung von Finanzdienstleistungen	25'634	35'751	5.82	64.6 %	2	2	2	2.00
69-71	Erbringung von freiberuflichen und technischen Dienstleistungen*	25'826	34'019	5.54	34.4 %	1	1	1	1.00
41-43	Baugewerbe und Bau*	42'746	32'201	5.24	1.3 %	1	0	2	1.00
86	Gesundheitswesen	14'952	31'816	5.18	0.6 %	0	2	1	1.00
65	Versicherungen	15'395	28'319	4.61	23.4 %	2	1	2	1.67
21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	50'712	24'812	4.04	34.8 %	1	2	1	1.33
47	Detailhandel	14'776	24'735	4.03	4.7 %	1	1	1	1.00
49-51	Landverkehr und Transport in Rohrfernleitungen, Schifffahrt, Luftfahrt	36'297	16'574	2.70	14.3 %	2	2	1	1.67
77-82	Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen*	13'934	16'284	2.65	20.3 %	1	1	2	1.33
87-88	Heime und Sozialwesen	6'560	13'869	2.26	0.9 %	0	0	0	0.00
10-12	Herstellung von Nahrungsmitteln und Tabakerzeugnissen	25'787	11'962	1.95	27.3 %	1	1	1	1.00
28	Maschinenbau	18'201	11'251	1.83	41.1 %	0	1	1	0.67
35	Energieversorgung	36'038	9'104	1.48	12.6 %	1	2	2	1.67
25	Herstellung von Metallerzeugnissen	9'630	9'056	1.48	33.2 %	0	1	1	0.67

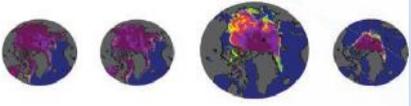
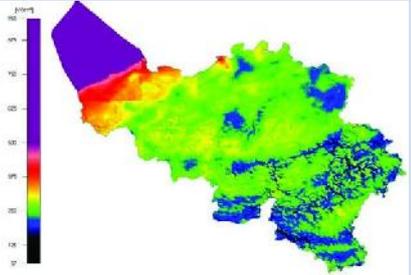
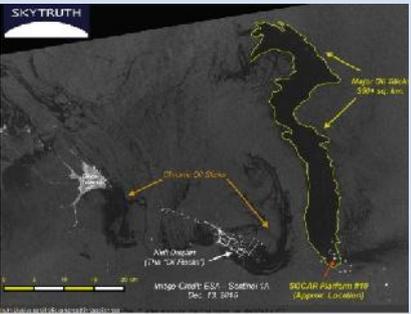
Tabelle 7: Beurteilung der 15 wichtigsten Branchen nach ihrer Betroffenheit (Relevanz des eingeschränkten Zugangs zu satellitenbasierten Erdbeobachtungsdaten, Innovationspotenzial und Innovationsbereitschaft), sortiert nach Bruttowertschöpfung (BWS); Codierung: 0=tief, 1=mittel, 2=hoch VL (*: siehe Bemerkungen)

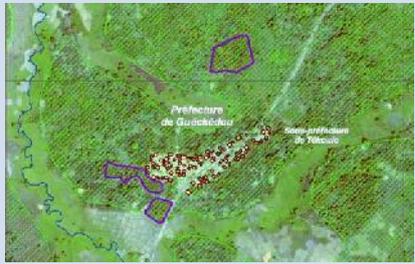
A7 Anwendungsbeispiele

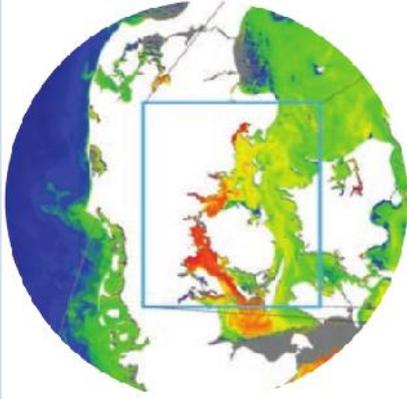
Die folgenden Anwendungsbeispiele stammen grösstenteils aus der Broschüre „Copernicus – Europas Blick auf die Erde“ .⁷³⁾

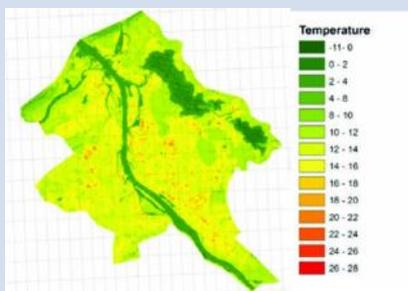
Anwendung	Beschreibung/Beispiel	Visualisierung
Landwirtschaft	Regelmässige Bewertung der Anbauflächen; Überwachung des Getreidewachstums auf globaler und regionaler Ebene; Nahrungsmittelsicherheitsbewertungen; Erntevorhersagen; Unterstützung für nachhaltige Anbaumethoden (z.B. Abschätzung des Bewässerungsbedarfs);	 <p>Beobachtung der Felder zur besseren Planung des Dünge- und Wassereinsatzes. Es werden NDVI, Wachstumsraten und Trockenheit gemessen und wöchentlich online publiziert. (Quelle: Pastures from Space, Landgate, Western Australia)</p>
Zivilschutz und humanitäre Hilfe	Mit Hilfe des Zentrums für die Koordination von Notfallmassnahmen: koordinierte Vorhersagen von und Reaktionen auf grosse Katastrophen und humanitäre Krisen, genaue geographische Informationen für Rettungsaktionen, Logistik, Wasserversorgungsinfrastrukturen, Bevölkerungsstatistiken, sanitäre Einrichtungen und die Ausstattungen jener Gebiete, die durch eine Natur- oder eine vom Menschen verursachte Katastrophe betroffen sind;	 <p>Abschätzung von Armutsentwicklung in Entwicklungsländern anhand einer Kombination von Nachtbildern (Beleuchtung) und nationalen Einkommensdaten (Quelle: Science 19 Aug 2016, Vol. 353, Issue 6301, pp. 790-794).</p>

73) http://www.copernicus.eu/sites/default/files/documents/Brochure/Copernicus_Brochure_DE_WEB.pdf

Anwendung	Beschreibung/Beispiel	Visualisierung
Klimawandel	Zuverlässige wissenschaftliche Beweise für geophysikalische Parameter, welche im Zusammenhang mit dem Klimawandel stehen, Klimaindikatoren (z.B. Temperatur- und Meeresspiegelanstieg, Schmelzen der Eiskappen, Erwärmung der Ozeane), Klimaindizes (z.B. Verlauf der Temperatur, Regenmenge, Dürreperioden);	 <p>Jan 2012 Apr 2012 Jul 2012 Sep 2012</p> <p>Vergleich der Ausdehnung des Arktiseises während einiger Monate im Jahr 2012 – dem Jahr mit dem Negativrekord in punkto Eisausdehnung der Arktis im Sommer (Quelle: PolarView).</p>
Entwicklung und Zusammenarbeit	Anwendungen um die Landwirtschaft und Nahrungsmittelsicherheit zu überwachen, Abholzung und Versteppung, Biodiversität in Entwicklungsländern in Zusammenarbeit mit Partnerländern und internationalen Organisationen (wie der Afrikanischen Union, Institutionen der UNO); Monitoring einzelner Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDG), z.B. der Schutz und die Wiederherstellung wasserverbundener Ökosysteme (SDG 6.6) ;	 <p>Überwachung der Abholzung in Brasilien mit beinahe-Echtzeit Satellitendaten. (Quelle: Global Forest Watch)</p>
Energie	Unterstützung in der Auswahl und dem Management von Produktionslokalitäten durch die Bereitstellung spezifischer Informationen wie z.B. Wasserspeicherung, Niederschlagsmenge und Schneefall im Winter, Überwachung und Schutz kritischer Infrastrukturen wie z.B. von Kernkraftwerken im speziellen und Kraftwerken und Pipelines im Allgemeinen; Energieeffizienzbewertung von industriellen Anlagen und Gebäuden;	 <p>Belgische Windstärkendichtekarte (in W/m^2) in 100 m Höhe (Quelle: 3E).</p>
Umwelt	Beobachtung der Zusammensetzung der Atmosphäre, von Schnee und Eis und der Biodiversität, Bewertung von Wasserkreislaufparametern wie Bodenfeuchtigkeit und Wassermenge, Beobachtung von Wäldern und Küstengebieten, regelmäßige Beobachtung des Bodens und Bewertung der Oberflächenschichten, Abschätzung von Waldschäden und Kontrolle der Versteppung; Beobachtung der Ozeane und der europäischen Meere, der Meeres- und der Küstengebiete, sowie der Meereswasserqualität; Beobachtung der Ozeanfarbe und des Meeresspiegels;	 <p>Mögliche Ausbreitung eines Ölteppichs im Caspischen Meer. Aufgenommen mit Sentinel-1A am 13. Dezember 2015 (Quelle: Skytruth.org).</p>

Anwendung	Beschreibung/Beispiel	Visualisierung
Gesundheit	Überwachung der Luftqualität in Europa und der weltweiten chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre, Kartierung möglicher Epidemien, vorbereitende Planung für Notfälle im Gesundheitswesen; Anpassung der Produktionsmengen basierend auf der Modellierung des weltweiten Bedarfs;	 <p>Auszug einer Referenzkarte für den Ebola-Ausbruch, Guinea, 2014 (Quelle: Copernicus-Katastrophen- und Krisenmanagement)</p>
Handel	Bereitstellung von Informationen zur Optimierung des Rohstoffhandels, als ergänzende Hinweise, möglicherweise auch zur besseren Überwachung und Reduktion von Umwelt-, Sozial- und Gouvernanz-Risiken (ESG risks); Sicherstellung des betrieblichen Kontinuitätsmanagements (Business Continuity Management), insbesondere der Lieferketten; Informationen für Nachhaltigkeitsbeurteilungen im Sinne der Corporate Social Responsibility CSR;	 <p>Prognose der Erntemengen von Baumwolle in Khorezem, Uzbekistan. Blau und dunkelgrüne Farben in der rechten Karte zeigen hohe Ernteerträge. (Quelle: Green Spin)</p>
Versicherung	Anwendungen in der Unterstützung von Risikomodellierung, Gefahren- und Schadensabschätzung und Versicherungsfallmanagement;	 <p>Kategorie 4 Super Taifun Meranti nähert sich Taiwan und den Philippinen am 12. September 2016. "Copyright 2016 EUMETSAT".</p>
Blue Economy	Überwachung der Meeresumwelt zur Verbesserung des maritimen Wissens und Unterstützung der nachhaltigen Entwicklung der Meereswirtschaft in Sektoren wie küstennahe Erdöl- und Erdgasförderanlagen und dem maritimen Tourismus;	 <p>Phytoplankton Blüte in der Barentssee aufgenommen von Sentinel 2A am 30. Juni 2016. (Quelle: ESA)</p>

Anwendung	Beschreibung/Beispiel	Visualisierung
Tourismus	Bereitstellung kritischer Indikatoren und Indizes für die Bewertung und Planung von saisonalen Tourismusaktivitäten, wie Schneebedeckung und -höhe, europäische Badewasserqualität, Beiträge zum Schutz des natürlichen und kulturellen Erbes; Risikoreduktion von Schadensersatzforderungen durch Bereitstellung tagesaktueller Kundeninformationen der Reisedestination z.B. Hotelumgebung;	 <p data-bbox="930 808 1337 902"><i>Überwachung einer Algenblüte vor der Küste Dänemarks (Quelle: CoBIOS / DHI GRAS).</i></p>
Transport (Luft, Land und Wasser)	Optimierung von Schiffstransportrouten aufgrund von erwarteten Meeresströmungen (zeitliche Liefergenauigkeit, Treibstoffeinsparungen); Kontrolle des maritimen Verkehrs für Sicherheits- und Überwachungszwecke; Echtzeit-Daten zur Eis-Ausdehnung auf der Nordmeer-Route (erhebliche Zeiteinsparungen in den Sommermonaten bei Schiffstransporten zwischen Europa und Asien ergeben); Luftfahrtsicherheit und Unterstützung des Luftverkehrs im Falle extremer Ereignisse; Überwachung und Optimierung der Transportwege (Logistikunternehmen), in Kombination mit bodengestützten Messungen (GPS) der Fahrzeugstandorte; Abschätzungen geophysikalischer Gefahren und Umweltrisiken für Landtransporte;	 <p data-bbox="930 1205 1337 1462"><i>Verfolgung der Eyjafjallajökull-Aschewolke (Quelle: Copernicus-Dienst zur Überwachung der Atmosphäre, mit Genehmigung des Europäischen Zentrums für mittelfristige Übersichtskarte zu Orten in den der entführte italienische Tanker Savina Caylin detektiert wurde (Quelle: G-MOSAIC). Wettervorhersage (ECMWF))</i></p>
Sicherheit	Unterstützung des Europäischen Auswärtigen Dienstes der EU im Rahmen von friedenserhaltenden Massnahmen, Überwachung von europäischen Landes- und Seegrenzen und umfassende maritime Überwachung zur Unterstützung einer breiten Palette von Nutzergruppen;	 <p data-bbox="930 1756 1337 1946"><i>Hochauflösende Satellitenaufnahme zur Erkennung von russischen Kriegsschiffen. Aufnahme von DigitalGlobe am 12. März 2014. (Quelle: Introduction to Remote Sensing of Cross Border Conflicts. AAAS, 2015.)</i></p>

Anwendung	Beschreibung/Beispiel	Visualisierung
Planung auf städtischer und regionaler Ebene	Landnutzung und -veränderung auf regionaler oder städtischer Ebene, Bereitstellung detaillierter hochauflösender Karten grosser EU-Städte zur Unterstützung der Städteplanung, um eine nachhaltige und ausbalancierte Entwicklung sicherzustellen; Überwachung von Bauvorhaben;	 <p data-bbox="1002 689 1358 748">Städtische Hitzeinseln , Riga, 25. März 2013, (Quelle: ThermCERT).</p>