

Einsatz von Satellitenbildern im Bevölkerungsschutz

Zeigen Sie auf, wo bereits heute Aufnahmen von Satelliten zur Lagefeststellung bei ausgedehnten Schadenslagen eingesetzt werden und welche Zukunftsperspektiven sich hier ergeben können.

Facharbeit

Im Rahmen der Ausbildung für das zweite Einstiegsamt der Laufbahngruppe 2 des höheren feuerwehrtechnischen Dienstes

Sarah Weber, M. Eng.

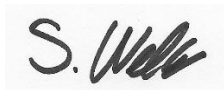
Brandreferendarin
Feuerwehr Essen

15. Dezember 2018

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die Facharbeit in allen Teilen selbstständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Steinfurt, 15. Dezember 2018

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'S. Weber', is shown on a light gray rectangular background.

Sarah Weber

Inhaltsverzeichnis

Eigenständigkeitserklärung	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
2 Bevölkerungsschutz Definition	2
3 Satelliten.....	3
3.1 Satellitenorbit	3
3.2 Sensorik	3
3.3 Kommunikation	4
4 Dienste.....	5
4.1 Internationale Charta „Space and Major Disasters“	5
4.2 ZKI-DE	5
4.3 Copernicus.....	6
5 Einsatz.....	8
5.1 Heutiger Einsatz in Deutschland	9
5.2 Heutiger Einsatz in Europa und weltweit.....	10
6 Zukünftige Einsatzmöglichkeiten.....	13
6.1 Rechtzeitiges Erkennen von Fluchtursachen	13
6.2 Verfolgung von Gefahrstoffwolken	14
6.3 Dichtheitsprüfung von Kavernen	14
6.4 Vorhersage von Deichbrüchen.....	15
6.5 Monitoring von Überflutungsflächen.....	16
7 Operative Aspekte	18
8 Fazit	20
Quellenverzeichnis	i
Anlagen.....	iv

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Möglichkeiten der Erkundung	8
---	---

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ASB	Arbeiter-Samariter-Bund
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BIROS	Bispectral Infrared Optical System
BMI	Bundesministerium des Inneren
bspw.	beispielsweise
DFD	Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DLRG	Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft
DRK	Deutsches Rotes Kreuz
EDO	European Drought Observatory
	Europäisches Dürreüberwachungssystem
EFAS	European Flood Awareness Systems
	Europäisches Hochwasservorhersagesystem
EFFIS	European Forest Fire Information System
	Europäisches Waldbrandinformationssystem
EMS	Emergency Management Service
EMSA	European Maritime Safety Agency
ERCC	Emergency Response Coordination Centre
GEO	geostationärer Orbit
GMLZ	Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern
IdF NRW	Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen
JUH	Johanniter-Unfall-Hilfe
LEO	Low-Earth-Orbit
LIDAR	Light Detecting and Ranging
MEO	Medium Earth Orbit
MHD	Malteser Hilfsdienst
s.u.	siehe unten
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
ZKI	Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation

1 Einleitung

Die vorliegende Facharbeit beschäftigt sich mit der Thematik, inwieweit Satellitenbilder zur Lagefeststellung bei ausgedehnten Schadenslagen im Feld des Bevölkerungsschutzes bereits eingesetzt werden und in welchem Bereich zukünftige Einsatzmöglichkeiten liegen können.

Zunächst wird der Begriff des Bevölkerungsschutzes definiert und im Anschluss ein kurzer Einblick in den Bereich der Satelliten mit ihren technischen Möglichkeiten gegeben. Um Einsatzszenarien für Satellitenbilder erkennen zu können, ist es erforderlich, einen groben Überblick über deren operative Anwendungsfelder aber auch -grenzen zu erhalten.

Bisherige standardmäßige Anwendungen von Satellitenbildern bestehen in der Nutzung von aus dem Weltall aufgenommenen Kartenmaterial. Die Daten verschiedenster Kartendienste sind auf unterschiedlichen Plattformen erhältlich, die wohl bekannteste ist *Google Maps*. Das verfügbare Kartenmaterial wird im Rahmen des Bevölkerungsschutzes beispielsweise zum Aufbau einer Raumstruktur und zur Gewinnung eines Überblicks an Einsatzstellen genutzt. Der Benefit liegt ausschließlich im statischen Bereich.

Die vorliegende Facharbeit behandelt jedoch die Möglichkeiten der Nutzung von aktuellen Satellitenbildern. Dies ergibt sich aus der Aktualität der Schadensereignisse.

Dazu wird zunächst auf die verschiedenen Optionen der Anforderung eingegangen. Im Anschluss werden einige Szenarien vorgestellt, bei denen es in Deutschland bereits zum Einsatz von Satellitenbildern gekommen ist. Anzahl und Art sind aus unterschiedlichen Gründen sehr begrenzt.

Da der Begriff des Bevölkerungsschutzes sich nicht zwangsläufig isoliert auf Deutschland beziehen muss und auch Katastrophen nicht an Staats- und Verwaltungsgrenzen enden, werden auch weltweite Szenarien betrachtet. Dies ermöglicht sowohl derzeit als auch zukünftig die Generierung eines breiteren Spektrums an Einsatzchancen. Ferner werden die einzelnen Akteure des Bevölkerungsschutzes auch im Rahmen der Auslandshilfe tätig. So nutzen sie anlässlich ihrer Auslandshilfe die ihnen zur Verfügung gestellten Satellitenbilder.

Einen weiteren interessanten und zukunftssträchtigen Aspekt stellt die In-Situ-Verwendung von Satellitenbildern dar. Dies bezeichnet im Kontext der Facharbeit die Verschmelzung von durch Satelliten gewonnenen Daten mit weiteren, beispielsweise durch Multicopter oder verschiedene Messsensoren.

Bewusst kritisch wird die Nutzung von Satellitenbildern besonders in Abgrenzung zur immer stärkeren Verwendung von Multicoptern, sowohl bei Feuerwehren als auch bei Hilfsorganisationen, betrachtet.

2 Bevölkerungsschutz Definition

Der Begriff Bevölkerungsschutz wird seit Ende der 1980er Jahre als Oberbegriff für die Bereiche Katastrophen- und Zivilschutz verwendet. Allerdings handelt es sich hierbei nicht um einen rechtlichen, sondern vielmehr um einen politischen Begriff (Lange 2010: 80f).

In Deutschland herrscht die besondere verfassungsrechtliche Konstellation, dass die Länder die Zuständigkeit im Katastrophenfall besitzen. Im Verteidigungsfall liegt die Befugnis – einschließlich des Zivilschutzes der Bevölkerung – beim Bund (vgl. Unger 2006: 3).

Um ein einheitliches Begriffsverständnis zu erreichen, hat das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) 2014 folgende Definition herausgegeben:

Der Bevölkerungsschutz umfasst somit alle nicht-polizeilichen und nicht-militärischen Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen vor Katastrophen und anderen schweren Notlagen sowie vor den Auswirkungen von Kriegen und bewaffneten Konflikten. Der Bevölkerungsschutz umfasst auch Maßnahmen zur Vermeidung, Begrenzung und Bewältigung der oben genannten Ereignisse [Glossar BBK].

Diese Definition ist das Ergebnis eines gemeinsamen Abstimmungsprozesses zwischen Bund, Ländern, Hilfsorganisationen und Verbänden (vgl. Unger 2006: 8).

Die Basis des Bevölkerungsschutzes bilden Gemeinden, kreisfreie Städte und Landkreise, die aufgrund der jeweiligen Ländergesetze für Brandschutz, Rettungsdienst und Katastrophenschutz verantwortlich sind. In der operativen Ebene sind die öffentlichen Feuerwehren und der Arbeiter-Samariter-Bund (ASB), die Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft (DLRG), das Deutsche Rote Kreuz (DRK), die Johanniter-Unfall-Hilfe (JUH) und der Malteser Hilfsdienst (MHD) als private Hilfsorganisationen tätig. In geringem Umfang werden sie noch von privat-kommerziellen Anbietern unterstützt. Der Bund ergänzt dieses Angebot mit den Kräften des Technischen Hilfswerkes (THW) (vgl. Karutz 2017: 97).

Die aufgeführten Einsatzkräfte werden im Rahmen der Auslandshilfe auch außerhalb von Deutschland eingesetzt. In diesem Sinne beleuchtet die Arbeit ebenfalls Einsatzszenarien von Satellitenbildern außerhalb Deutschlands.

Zu zivilen Zwecken können auch Satellitendaten militärischen Ursprungs genutzt werden. Dieser Bereich wird aufgrund der Themenstellung der Facharbeit jedoch nicht näher beleuchtet.

3 Satelliten

Um Einsatzmöglichkeiten und hiermit verbunden auch Grenzen erkennen und verstehen zu können, sind einige grundlegende Kenntnisse zu Satelliten erforderlich. Satelliten nehmen während der Bewegung um die Erde unterschiedliche Daten von ihrer Oberfläche mit Sensoren auf. Die Aufnahme der Daten erfolgt aus der Vogelperspektive.

Im Folgenden werden kurz grundsätzliche Informationen zur aktuellen Satellitentechnik gegeben.

3.1 Satellitenorbit

Satelliten werden unter anderem anhand ihrer Entfernung zur Erde unterschieden. Um den Satelliten auf seiner Umlaufbahn zu halten, müssen sich Anziehungskraft der Erde und Zentrifugalkraft ausgleichen.

Im Low-Earth-Orbit (LEO), welches sich über eine Höhe von 200 km bis 2000 km erstreckt, befinden sich die Erdbeobachtungssatelliten. In größerer Entfernung zur Erde – dem Medium Earth Orbit (MEO) – weilen beispielsweise die GALILEO-, GPS- und Kommunikationssatelliten.

Der geostationäre Orbit (GEO) liegt in einer Höhe von 36000 km. Diese Satelliten befinden sich immer exakt über dem gleichen Punkt oberhalb des Äquators. Um ein Schwanken auf der vertikalen Achse aufgrund ungleicher Massenverteilung der Erde zu verhindern, werden hier aktiv Bahnkorrekturen vorgenommen. Anwendungsbereiche im GEO liegen beispielsweise im TV- und Wettersegment.

Die Satellitenorbitale unterscheiden sich auch in der Umlaufzeit der Satelliten um die Erde. Diese liegt zwischen wenigen Stunden und einem Tag (vgl. Ahn 2018).

Erdbeobachtungssatelliten liefern Bilder mit unterschiedlicher Auflösung. Hier muss gegebenenfalls ein Kompromiss zwischen räumlicher Auflösung und Abdeckung gefunden werden (vgl. Lange 9/2018).

3.2 Sensorik

Welche Daten Satelliten aufnehmen können, hängt mit der vorhandenen Sensorik zusammen.

Optische Fernerkundungssensoren nehmen analog zur Fotografie die von der Erdoberfläche reflektierte Sonnenstrahlung auf. Im Gegensatz zum menschlichen Auge messen sie auch Infrarot- und thermale Strahlung. Im Rahmen der Interpretation können hieraus zusätzlich Informationen zu Vegetationszustand, Wärmeunterschieden und differierenden Oberflächenmaterialien erkannt werden. Da die reflektierte Sonnenstrahlung genutzt wird, können keine Aufnahmen im Dunkeln und nur sehr eingeschränkt bei Wolken

oder Nebel gemacht werden (vgl. Lange 9/2018). In welchem der von ultraviolettem bis thermischem Infrarot liegenden Spektralbereiche Messungen erfolgen, hängt von den jeweiligen auf den Satelliten vorhandenen Instrumenten ab. Neben den verschiedenen Spektralbereichen wird hier auch noch nach Anzahl der vorhandenen Spektralkanäle differenziert (vgl. https://www.dlr.de/rd/desktopdefault.aspx/tabid-5626/9178_read-17526/ [Stand: 17.11.2018]).

Um Radardaten zu erhalten, senden Satelliten aktiv Radarstrahlen aus und zeichnen den reflektierten Anteil auf. Dies ist auch nachts und bei Wolken oder Nebel möglich. Radardaten geben Aufschluss über die Rauigkeit, Geometrie und Feuchte von Objekten.

Daher benötigt man zur Auswertung die Unterstützung von Experten (vgl. Lange 9/2018). Anstelle von Radar- können auch Laserstrahlen genutzt werden. Das sogenannte Light Detecting and Ranging (LIDAR) ist ebenfalls ein Messinstrument zur Fernerkundung von Erdoberfläche und -atmosphäre. Neben Messung von Geländen können Aussagen zu Temperatur-, Luftdruck- und Luftdichteprofilen sowie Spurengaskonzentrationen, Aerosolschichten und Wolken getroffen werden (vgl. https://www.dlr.de/rd/desktopdefault.aspx/tabid-5626/9178_read-17527/ [Stand: 17.11.2018]).

Die unterschiedlichen Satelliten liefern Bilder in divergierenden Auflösungen. Der Satellit Sentinel-2A verfügt beispielsweise über eine räumliche Auflösung von 10 Metern. Dies bedeutet, dass eine Fläche von 10*10 m auf einem Bildpixel abgebildet wird. Im militärischen Bereich existieren Satelliten mit einer Auflösung von 30 Zentimetern. Verschiedene Daten, auch unterschiedlicher Auflösung, können mittels Expertenunterstützung kombiniert werden, um ein optimales Informationsspektrum zu erhalten (vgl. Lange 9/2018).

3.3 Kommunikation

Aufgrund der begrenzten Speicherkapazität und der verfügbaren Energie an Bord eines Satelliten werden hochauflösende Bilder nur nach Befehl aufgenommen. Zur Konfiguration des Satelliten und zum Download der erhobenen Daten muss der Satellit Kontakt mit einer Bodenstation haben. Dies beeinflusst die Dauer bis zum Empfang von Satellitenbildern. Die Sentinel Satelliten von Copernicus (s.u.) nehmen ständig Daten auf, allerdings in einer deutlich gröberen Auflösung.

4 Dienste

Der Erhalt von Satellitendaten für den Katastrophenschutz beruht auf drei Säulen, welche im Folgenden kurz erläutert werden. Die drei Säulen unterstützen sich auch gegenseitig.

4.1 Internationale Charta „Space and Major Disasters“

Hierbei handelt es sich um einen 2000 gegründeten internationalen Zusammenschluss von Weltraumorganisationen und Satellitenbetreibern mit dem Ziel eines einheitlichen Systems zur schnellen Aufnahme und Lieferung von Satellitendaten im Falle großer Naturkatastrophen und technischer Unfälle.

Der Dienst ist für autorisierte Nutzer wie Zivilschutz- und Rettungsorganisationen sowie Verteidigungs- und Sicherheitsinstitutionen kostenlos (vgl. Gähler et. al. 2009: 29).

Da es sich bei der Charta um ein freiwilliges Angebot handelt, werden keine standardisierten Produkte, sondern je nach Möglichkeit unterschiedliche Rohdaten zur Verfügung gestellt (vgl. Judex 2018).

Erfolgte Aktivierungen können unter <https://disasterscharter.org/web/guest/charter-activations> [Stand: 02.11.2018] eingesehen werden.

4.2 ZKI-DE

ZKI-DE ist der Name eines Projektes. Hierbei handelt es sich um einen seit 2013 bestehenden Service für Bundesbehörden, generiert durch eine Zusammenarbeit zwischen dem Bundesministerium des Inneren (BMI) und dem Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR). Das Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) ist eine Einrichtung des Deutschen Fernerkundungsdatenzentrums (DFD) am Standort Oberpfaffenhofen des DLR.

Die oben erläuterte gegenseitige Unterstützung der Services lässt sich hier gut veranschaulichen. So übernimmt unter anderem das ZKI die Auswertung der Daten für die Charta.

Da das DLR selbst nur über drei Satelliten verfügt, werden die restlichen Daten zugekauft.

Bundesbehörden können diesen Service kostenfrei abrufen. Eine Anforderung erfolgt über das in Anlage 1 und 2 dargestellte Abrufformular.

In den letzten eineinhalb Jahren wurde der Service circa 25-mal von den deutschen Bundesbehörden aktiviert, dabei kann es sich allerdings auch um weltweite Ereignisse handeln. Das ZKI-DE hat eine 12/7 Erreichbarkeit.

Je nach Bedarf werden neben der Karte beispielsweise auch Steckbrief, Informationsdossier und Veränderungsanalyse beigelegt.

Da dieser Service hauptsächlich von Bundesbehörden genutzt wird, werden beispielhaft auch Bilder zur Vorbereitung eines Ministerbesuchs oder von Kriegsverbrechen im Ausland angefordert (vgl. Lange 2018).

4.3 Copernicus

Copernicus ist ein europäisches Weltbeobachtungsprogramm, welches unter anderem durch den Betrieb eigener Satelliten, den Sentinels, eine Infrastruktur für verschiedene Anwendungsbereiche, wie Stadtplanung und Energiewirtschaft generiert.

Einer der Kerndienste ist der für Katastrophen- und Krisenmanagement (Emergency Management Service, EMS).

In Deutschland liegt die Fachkoordination vom EMS beim Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK). Eine kostenfreie Anforderung erfolgt mittels des Formulars (siehe Anlage 3) über die jeweiligen Landeslagezentren an das ständig besetzte Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ).

Im GMLZ mit Sitz in Bonn wird eine fachliche Prüfung, bspw. hinsichtlich der Eignung von Satellitenbildern für das konkrete Vorhaben, der eingegangenen Anträge durchgeführt.

Nach positiver Durchsicht erfolgt eine Weiterleitung der Anfrage an das Emergency Response Coordination Centre (ERCC) der Europäischen Kommission. Durch das ERCC wird wiederum ein privates Konsortium von Satellitenbetreibern aktiviert. Dieses entscheidet dann über Satellitenauswahl sowie Programmierung und führt eine Auswertung der erhaltenen Daten durch.

Hier muss unter anderem ein Kompromiss gefunden werden zwischen dem Satelliten, der am schnellsten Daten liefert, und dem, der die beste Qualität, z.B. hinsichtlich der Auflösung, zur Verfügung stellt. Aufgrund der geringen Auflösung der Sentinels werden diese selten im Bereich des EMS genutzt.

Um eine gewisse Präsenz des Angebotes und Anforderungsweges zu erzeugen, werden die jeweiligen Landeslagezentren im jährlichen Turnus von der GMLZ informiert.

Copernicus erstellt im Bereich der Notfallkartierung (rapid mapping) für die akute Krisenbewältigung standardisierte Karten- und Analyseprodukte. Neben Referenzkarten (reference maps), beruhend auf Archivbildern, umfasst das Portfolio insbesondere Karten zur Abschätzung des Schadensausmaßes (grading maps) und Schadensumfangs (delineation maps) (vgl. Judex 2018).

Unter <http://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-activations-rapid> [Stand: 11.11.2018] können bereits erfolgte Aktivierungen betrachtet werden.

Allerdings kann dies vom Anforderer der Daten auch unterbunden werden, so zum Beispiel geschehen beim Moorbrand im Sommer 2018 auf dem Bundeswehrgelände in Meppen. Bislang wurde der Dienst zur Notfallkartierung 261-mal aktiviert (vgl. Bevölkerungsschutz 1/2018: 25).

Neben der Notfallkartierung bietet Copernicus auch eine Risiko- und Wiederaufbaukartierung. Der Erhalt der Daten dauert hier jedoch Wochen bis Monate. Dieser Service bietet, abgestimmt auf die unterschiedlichen Zielsetzungen im Einzelfall, verschiedene Kartenarten an. Hierzu zählen reference maps – zur Erreichung eines umfassenden Wissens über das Schadensgebiet – pre-event analysis – zur Vorplanung in exponierten Gebieten – und post-event analysis – zur optimalen Planung und Kontrolle des Wiederaufbaus. Einige der bereits erfolgten Aktivierungen sind unter: <http://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-activations-risk-and-recovery> [Stand: 11.11.2018] gelistet.

Da der Copernicus Dienst für den Bereich Bevölkerungsschutz die größte Relevanz besitzt, werden sich die folgenden Betrachtungen hauptsächlich auf diesen Dienst stützen.

Die Satellitenbilder sind so aufbereitet, dass eine Einbindung in eine geofähige Software und somit auch die Überlagerung mit Aufnahmen von Hubschraubern oder Drohnen möglich ist.

Einen weiteren Teil des Copernicus Emergency Management Services bilden das Europäische Hochwasservorhersagesystem (EFAS), das Europäische Waldbrandinformationssystem (EFFIS) und das Europäische Dürreüberwachungssystem (EDO). Vor allem beim Waldbrandinformationssystem und der Dürreüberwachung werden neben verschiedensten anderen Daten auch Bilder von Satelliten verwendet. Eine detaillierte Beschreibung dieser Dienste sprengt den Rahmen der Arbeit.

5 Einsatz

Die letzten beiden Kapitel veranschaulichen die Grenzen eines Einsatzes von Satelliten bei akuten Schadenslagen.

Die Erstellung eines aktuellen Satellitenbildes nimmt basierend auf dem Überflugzyklus, dem Download und der Bearbeitung circa drei bis vier Tage in Anspruch und ist von weiteren verschiedensten Bedingungen abhängig. Hierzu zählen bei der Aufnahme von optischen Bildern beispielsweise Wolkenfreiheit und die Gewährleistung, dass der Satellit das Gebiet bei Helligkeit überfliegt. Die erforderliche Größe einer zu kartierenden Fläche ist abhängig vom Schadensszenario und der Auflösung des jeweiligen Satelliten.

Für einen Gebrauch von Satellitenbildern in einem Einsatz lässt sich somit festhalten, dass das Ereignis eine gewisse räumliche Ausdehnung betreffen und die Lage zusätzlich mehrere Tage, eher Wochen, andauern muss (vgl. Lange 9/2018).

Unter den Prämissen zeitlicher Verfügbarkeit und Größenordnung ist der Einsatz von Satellitenbildern gegenüber der Verwendung von Multicoptern, Hubschraubern und Flugzeugen im Einzelfall abzugrenzen.

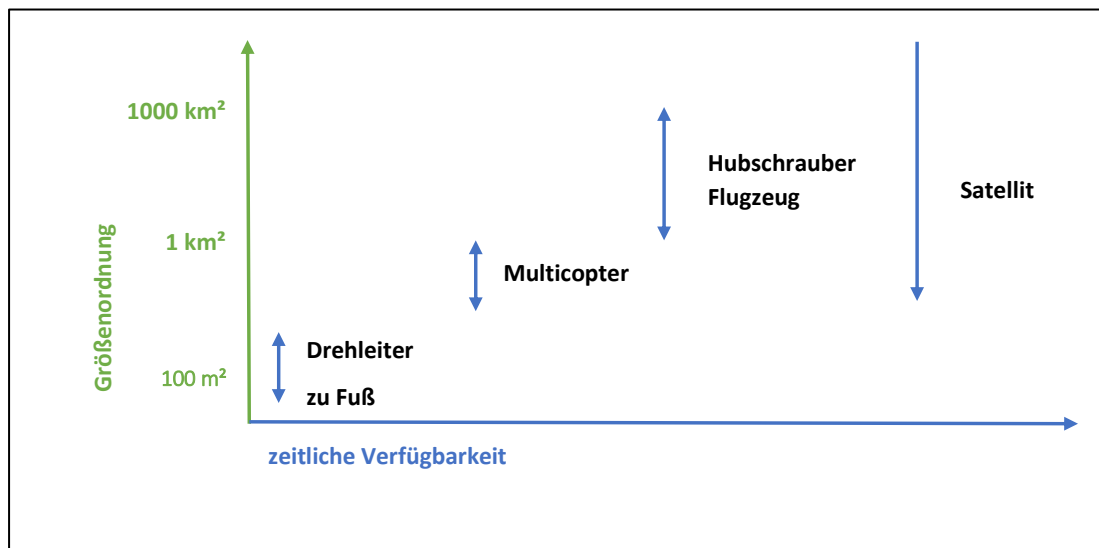


Abb. 1: Möglichkeiten der Erkundung

Weitere Chancen bieten Satellitenbilder jedoch in der Einsatzplanung, beispielsweise im Rahmen einer Risikokartierung von hochwassergefährdeten Gebieten (siehe Kapitel 6) oder zur Vorbereitung auf Großveranstaltungen.

Im Folgenden wird zunächst auf die für den Bevölkerungsschutz relevanten, bereits erfolgten Nutzungen von Satellitenbildern eingegangen.

5.1 Heutiger Einsatz in Deutschland

In Deutschland wurden nach Naturkatastrophen Satellitenbilder vom Dienst Copernicus-EMS bisher bei Überschwemmungen, Waldbränden und Stürmen eingesetzt.

Exemplarisch genannt seien hier der Waldbrand im Bereich Brandenburg im August 2018 und das Sturmtief Friederike in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen Anfang 2018. Die erste im Internet zu findende Aktivierung fand im Jahr 2013 anlässlich von Überschwemmungen in Sachsen-Anhalt statt.

In den letzten Jahren wurde der Dienst zunehmend aktiviert, im Jahr 2018 bislang sechsmal (Stand: 25.10.2018). Im Rahmen der unterschiedlichen Einsatzszenarien wurden verschiedene Karten der Schadensgebiete hergestellt (vgl. 4.3).

Bei dem „1000-jährigen Hochwasser“ in der Region um Simbach am Inn im Juni 2016 wurde der Copernicus-EMS am Tag nach dem Ereignis aktiviert, angefragt durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (vgl. Judex 2018).

Alle drei erhältlichen Kartentypen (siehe 4.3) wurden erstellt. Eine Delination Map ist in Anlage 4 dargestellt.

Nach Rückmeldungen der Führungskräfte hätten die Karten hilfreich sein können, wenn sie zeitiger zur Verfügung gestanden hätten. Sie wurden hauptsächlich im Bereich der langfristigen Aufräumarbeiten und zur Identifikation zerstörter Infrastruktur eingesetzt.

Ferner zeigte sich, dass die auf den Satellitenbildern kategorisierten Schadensgebiete eine sehr hohe Übereinstimmung mit den tatsächlich betroffenen Bereichen aufwiesen. Jedoch waren einige auf den Satellitenbildern als überschwemmt gekennzeichnete Flächen Parkplätze und ähnliche große Gebiete, die zum Zeitpunkt des Überflugs mit einem Wasserfilm benetzt waren (vgl. Feuerwehreinsatz NRW 12.2017: 17f).

Anlässlich des bereits erwähnten Moorbrandes in Meppen wurde aufgrund der durchgängig starken Bewölkung und einer räumlich ausgedehnten Rauchwolke mehrere Tage vergeblich versucht, ein optisches Satellitenbild zu erstellen.

Die Dimensionen der Rauchwolke ließen sich auf der Aufnahme gut erkennen.

Ziel war es jedoch mittels Infrarotmessungen die Darstellung und Ausbreitung der einzelnen Brandherde kenntlich zu machen (vgl. Lohmaier 2018). Auf einer Mitte Oktober entstandenen Infrarotaufnahme, welche nach Löschen des Feuers aufgenommen wurde, lässt sich die verbrannte Fläche deutlich erkennen https://browser.creodias.eu/#lat=52.7904&lng=7.3457&zoom=12&time=2018-10-15&preset=2_FALSE_COLOR&datasource=Sentinel-2%20L1C [Stand: 02.11.2018].

Auch zur Vorbereitung von Großveranstaltungen können Satellitenbilder genutzt werden.

Anlässlich des Festwochenendes zum Reformationsjubiläum im Jahr 2017 in Wittenberg wurden vier Tage vor Veranstaltungsbeginn hochauflösende Satellitenbilder erstellt.

Ziel war es, eine aktuelle und verifizierte Übersichtskarte vom Veranstaltungsgelände, einer großen Wiese, zu erhalten. Die Wiese verfügt aufgrund ihrer Lage an der Elbe nur über eine Zuwegung, sodass hier ein besonderer Fokus auf die Rettungswegsituation gelegt wurde. Zusätzlich befinden sich in unmittelbarer Nähe zum Veranstaltungsort zwei Störfallbetriebe. Weiteres Augenmerk lag auf der Darstellung der von der Bundeswehr gebauten Ponton-Brücke, dem auf der Wiese befindlichen „Rettungszentrum light“ der Bundeswehr und der Situation in der räumlich nah liegenden Innenstadt, da dort auch Veranstaltungen stattfanden.

Die erhaltenen Übersichtsaufnahmen wurden als sehr hilfreich zur Planung bewertet. Über Web Viewer konnten die Bilder abgerufen und ergänzende Informationen eingetragen werden. Kombiniert wurde der Satellitenbildeinsatz mit einem Hubschrauberüberflug kurz vor Veranstaltungsbeginn (vgl. Bumann 2018).

Das Havariekommando nutzt bereits seit 1999 regelmäßig Satellitenbilder zur Früherkennung von großflächigen Verschmutzungen auf See. Grundlage hierzu ist ein mit der European Maritime Safety Agency (EMSA) geschlossener Vertrag. Das Havariekommando erhält monatlich circa 30 Satellitenbilder. Eingesetzt werden hier Radarsatelliten, die eine Dämpfung des Kapillarsystems erkennen.

Neben Ölverschmutzungen können beispielsweise auch Strömungskanten, windberuhigte Zonen, Algen und unterschiedlicher Salzgehalt ursächlich sein. Wenn die Satellitenbilder auf eine eventuelle Verunreinigung hinweisen, werden Flugzeuge oder Schiffe zur genaueren Erkundung eingesetzt. Ist diese bestätigt, wird versucht, neben den Radarbildern auch optische Satellitenbilder zu erhalten. Bei Großschadenslagen besteht die Möglichkeit, die durch unterschiedliche Systeme gewonnenen Daten in eine Lagekarte zu integrieren (vgl. Reichenbach 2018). Hierzu müssen die einzelnen Daten in einer geofähigen Software migriert werden.

5.2 Heutiger Einsatz in Europa und weltweit

In und außerhalb von Europa sind mögliche Einsatzfelder von Satellitenbildern deutlich vielgestaltiger als in Deutschland. Dies lässt sich beispielsweise durch ein breiteres Spektrum von Naturkatastrophen erklären, bei denen Satellitenbilder verwendet wurden. Auch spielt die Anforderung von Referenzkarten, also den Archivbildern von Satelliten, die im Einzelfall als Vergleichsbasis herangezogen werden, in Deutschland kaum eine Rolle. Dies beruht auf der Tatsache, dass in Deutschland im Gegensatz zu vielen

anderen Ländern qualitativ hochwertige und relativ aktuelle Geodaten verfügbar sind.

Im Bereich der Naturkatastrophen wurden außerhalb von Deutschland über Copernicus-EMS Satellitenbilder von Erdbeben, Vulkanausbrüchen, Schlammlawinen und den verschiedenen Sturmarten – Orkan, Taifun, Hurrikane, Tornado – angefordert (vgl. <http://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-activations-rapid> [Stand: 02.11.2018]).

Im Kontext der Notfallkartierung durch Naturkatastrophen besteht der Profit der Satellitenbilder darin, dass die Karten eine Darstellung des gesamten betroffenen Gebietes ermöglichen. So kann zerstörte Infrastruktur, beispielsweise Straßen zu einzelnen Ortschaften, dargestellt werden.

Dies bedeutet eine wertvolle Unterstützung zur Koordinierung einer großen Anzahl von Hilfskräften und Materialien, z.B. Versorgungsgütern.

Nach dem Erdbeben und Tsunami in Indonesien am 28. September 2018 wurde Copernicus am selben Tag aktiviert. Zwei Tage nach der Katastrophe waren erste Satellitenbilder verfügbar. Es wurden mehrere Bilder der betroffenen Gebiete zur Feststellung des Schadensausmaßes erstellt (<http://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR317> [Stand: 02.11.2018]). Auf dem Satellitenbild von Palu (siehe Anlage 5) lassen sich zerstörte, beschädigte und mutmaßlich beschädigte Gebäude, Straßen und Brücken erkennen. Dies gibt den Koordinatoren einen wesentlichen Überblick, wohin Helfer und Hilfsgüter entsendet werden müssen und welche Möglichkeiten bestehen, dorthin zu gelangen. Auch langfristig gesehen können Satellitenbilder eine planerische Übersicht über den jeweils aktuellen Stand des Wiederaufbaus vermitteln.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit von Satellitenbildern besteht in der Darstellung von Flüchtlingszeltstädten. Im Kontext der Syrienkrise in den Jahren 2012 und 2013 wurden Satellitenbilder erstellt.

In diesem Zeitraum flüchtete eine immense Anzahl von Menschen nach Mafraq und Zataaria in Jordanien. Die Zeltstädte mitten in der Wüste wuchsen in kurzer Zeit stark an.

Es ist möglich, auf Satellitenbildern die ungefähre Anzahl der Zelte zu erkennen und somit auch eine grobe Abschätzung über die Zahl der Geflüchteten zu erhalten. Dies bildet eine Basis, um im Vorfeld die benötigte Anzahl von Helfern und Hilfsgütern, wie Wasseraufbereitungsanlagen, Hygieneeinrichtungen etc. abzuschätzen (u.a. <http://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR027> [Stand: 02.11.2018]).

Auch der Austritt von Erdöl in Ozeane, beispielsweise nach Schiffsunglücken oder Unfällen auf Bohrinseln, kann mit Hilfe von Satellitenbildern dargestellt werden. Die Lokalisation und das Erkennen von geringen Mengen Öl mittels der Radarsensoren von Satelliten ist nicht immer eindeutig durchführbar.

Wenn eine Ölverschmutzung allerdings bereits erkannt wurde bzw. ein ungefährender Unglücksort feststeht, ist eine Abschätzung des Schadensausmaßes und eine Verfolgung des Ölfilms möglich. Die Charta „Space and Major Disasters“ hat bereits mehrere Ölunfälle kartiert (<https://disasterscharter.org/web/guest/disaster-types/-/article/oil-spills> [Stand: 02.11.2018]).

Im Jahr 2006 wurde die Charta bezüglich der Kartierung verheerender Erdrutsche in mehreren Orten auf der philippinischen Insel Leyte aktiviert. Die durch starke Regenfälle ausgelöste Schlammlawine begrub etwa 500 Häuser und eine Grundschule fast vollständig, mehrere Menschen kamen zu Tode.

Als Hintergrundkarte wurde ein Satellitenbild vor der Naturkatastrophe verwendet. Zur Auswertung des Ausmaßes des Erdrutsches wurden verschiedene Radar- und Infrarotsensoren eingesetzt (vgl. Voigt 2007: 1526ff und <https://disasterscharter.org/web/guest/activations/-/article/landslide-in-the-philippin-9> [Stand: 05.11.2018]). Gerade bei Naturkatastrophen eines solchen Ausmaßes geben Satellitenbilder einen entscheidenden Überblick des Gesamtszenarios und ermöglichen so einen relativ koordinierten Einsatz von Helfern.

Anfang 2017 kam es in Chile in Folge einer längeren Trockenperiode zu flächendeckenden Waldbränden. Die Charta wurde Ende Januar 2017 vom chilenischen Katastrophenschutzministerium aktiviert. Zu diesem Zeitpunkt war bereits eine Fläche von über 360 000 Hektar betroffen.

Die Charta beauftragte das ZKI mit der Koordinierung der Aktivierung. Unter anderem wurden Daten des DLR-Satelliten TET-1 (Technologieerprobungsträger) der FireBIRD-Mission angefordert (https://www.dlr.de/dlr/de/desktopdefault.aspx/tabid-10081/151_read-20829/year-all/#!/gallery/25584 [Stand: 07.11.2018]).

Primäres Ziel der FireBIRD-Mission ist die Entdeckung von Hochtemperaturereignissen. Waldbrände stellen hier eine häufige Quelle dar.

Die kleinste von FireBIRD erkannte Brandfläche wies eine Größe von 12 m² auf. Die Auflösung der bisher in diesem Bereich verwendeten Satelliten lag nur bei circa einem Pixel pro Kilometer. Somit konnten nur Brände mit einer abgestrahlten Leistung von über zehn Megawatt erkannt werden. Dies entspricht in etwa einem flammenden Vegetationsfeuer von 200 m². Die FireBIRD Mission mit den Satelliten TET-1 und BIROS (Bispectral Infrared Optical System) soll kleinere Feuer erkennen und zur Feinjustierung der mittels anderer Satelliten erhaltenen Daten genutzt werden. Hierzu werden drei verschiedene Kameramodule im sichtbaren und infraroten Bereich eingesetzt (https://www.dlr.de/firebird/desktopdefault.aspx/tabid-9088/17973_read-42457/ [Stand: 07.11.2018]). In Anlage 6 ist ein Satellitenbild der Waldbrände in Chile zu sehen. Die gelben Bereiche stellen Brandflächen mit geringer Strahlungsleistung, z.B. Brände von Sträuchern, die roten Akzente Gebiete mit hoher Strahlungsleistung dar.

6 Zukünftige Einsatzmöglichkeiten

Neben den bereits existierenden Einsatzmöglichkeiten von Satellitenbildern werden im folgenden Kapitel einige mögliche zukünftige Anwendungsbereiche aufgezeichnet.

Bewusst wird hier nicht nach geografischer Lage differenziert.

Die aufgeführten Beispiele werden auch der kritischen Betrachtung, beispielsweise hinsichtlich ihrer Finanzierbarkeit, ihrer Durchführbarkeit und ihrer Realisierbarkeit beleuchtet.

Die Aufzählung ist keinesfalls als abschließend zu betrachten, da sich unter anderem durch Verbesserungen der Technik breitere Anwendungsszenarien ergeben können. Diese könnten beispielsweise in der Entwicklung neuer Sensoren liegen. Eine weitere Idee ist, dass Satelliten zur Übermittlung von Daten keinen direkten Kontakt mit einer Bodenstation haben müssen, sondern dies über andere Satelliten sozusagen als Vermittler erfolgt. Dies würde die Zeit bis zum Erhalt der Bilder verkürzen.

6.1 Rechtzeitiges Erkennen von Fluchtursachen

Ursachen für ein drastisches Fliehen von Menschen gibt es viele, beispielsweise Kriege, Naturkatastrophen oder eine schlechte Ernährungssituation. Bei regelmäßiger Überwachung der Außengrenzen von betroffenen Regionen mittels Satellitenbilder könnten einige Fluchtursachen möglicherweise erkannt werden, um vor Ort intervenieren zu können und somit eine Fluchtbewegung zu verhindern. Dies bietet die Möglichkeit, Unterstützung in die Gebiete zu bringen, damit die Menschen ihr Land nicht verlassen müssen. Bereits jetzt werden in Deutschland Aufnahmen von Satelliten in der Landwirtschaft eingesetzt. Hiermit können die Bewirtschaftung der Felder erkannt, eine Schätzung der Ernteaufträge vorgenommen und somit auch Subventionen berechnet werden. Dürren und andere Wetterlagen, die Missernten zur Folge haben, könnten somit eventuell frühzeitig erkannt werden.

Ein in diesem Bereich bereits angesiedeltes Projekt ist das Global Monitoring for Food Security. Die Kombination von Satellitenaufnahmen mit Klima- und anderen Daten ermöglicht ein frühzeitiges Erkennen von Wachstumsmininderungen bei Feldfrüchten. Ursächlich hierfür kann unter anderem eine Dürre sein. Der Staat kann somit rechtzeitig, beispielsweise mit Hilfe der Weltbank, Nahrungsreserven anlegen. Im skizzierten Projekt sind neun Sub-Sahara-Staaten einbezogen (vgl. Bernsdorf 2018).

6.2 Verfolgung von Gefahrstoffwolken

Bei einem größeren Unglück mit Gefahrstoffen, die sich in der Luft verbreiten, ist es für die Einsatzplanung entscheidend zu wissen, wo sich Schadstoffe in der Luft aufhalten und wohin sie ziehen. Infrarotsensoren können theoretisch den Zug einer Gefahrstoffwolke darstellen. Jedoch werden, je nach Gefahrstoff, unterschiedliche Sensoren auf den optischen Satelliten benötigt (vgl. Judex 2018).

Im Einzelfall könnte dieser Weg funktionieren. Meistens wird jedoch – zumindest derzeitig – die Anforderungszeit von Satellitenbildern zu viel Zeit in Anspruch nehmen. Nach einigen Tagen werden sich die meisten Gefahrstoffe soweit in der Luft verdünnt haben, dass eine Infrarotaufnahme keine Aussagekraft mehr besitzt. Hier wird es vermutlich auch in naher Zukunft vorrangig bei dem Einsatz von Messfahrzeugen, Multicoptern und Flugzeugen bleiben.

Anlässlich des Vulkanausbruches Eyjafjallajökull im September 2014 in Island wurden Satellitenbilder erstellt. Hier bestand durch die Aschepartikel Gefahr für den Flugverkehr (vgl. <https://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR099> [Stand: 17.11.2018]).

6.3 Dichtheitsprüfung von Kavernen

Im April 2014 wateten Rinder im Eper Amtsvenn im Münsterland auf einer Weide im Öl. An mehreren Stellen kam es zu einem Ölaustritt, die genaue Lokalisation dauerte lange und hatte massive Folgen für die Umwelt. Der Kern des Amtsvenns steht unter Naturschutz. In ungefähr 1500 Meter Tiefe lagert ein Teil der nationalen Rohölreserve in unterirdischen Salzstöcken. Das Öl trat lange und in größeren Mengen ungehindert aus, bis es auf einer Weide von einem Landwirt entdeckt wurde.

Möglicherweise wäre es mit Satellitenbildern zeitiger möglich gewesen, den Ölaustritt zu erkennen. Bereits geringe Mengen Öl führen zu einer mangelnden Vitalität der Pflanzen und somit zu einer Abnahme von Chlorophyll. Gesunde Pflanzen mit viel Chlorophyll reflektieren infrarote Strahlung mehrfach.

Eine Ansammlung von gesunden Pflanzen erscheint im Bereich der infraroten Strahlung somit rot (vgl. Biscan 2018). Satelliten könnten hier als Monitoring-System eingesetzt werden. Infrarotbilder würden automatisch verglichen und bei Erreichen festgelegter Grenzwerte wird eine zuständige Stelle informiert (vgl. Bernsdorf 2018). Schwierig bei der Umsetzung wird hier möglicherweise die Finanzierung sein. Einzig die Betreiber von Ölkavernen könnten, gerade aufgrund der im Münsterland gemachten Erfahrungen, ein Interesse an solch einem System haben.

6.4 Vorhersage von Deichbrüchen

Während Menschen früher aufgrund einer möglichen Überflutung nicht in den Flussauen siedelten, greifen sie seit Beginn der Industrialisierung in den Verlauf der Flüsse ein.

Seither kommt es immer wieder zu katastrophalen Hochwasserereignissen mit immensen Sachschäden und teilweise auch Todesopfern, beispielsweise beim Elbehochwasser 2006.

Insbesondere bei Ereignissen, in denen die eigentliche Quelle der Wassermassen weit entfernt liegt, steigt der Druck auf den Deich so schnell, dass die für die Stabilität erforderliche Bodenfeuchte nicht schnell genug aufgebaut werden kann. Gebiete, in denen Deichanlagen alte Flussbetten schneiden, weisen eine besonders hohe Gefährdung auf. Dies ist häufig anlässlich der Begradigung von Flussverläufen durchgeführt worden. Ursprüngliche Flüsse zeigen einen anderen Aufbau des Flussbettes auf. Der Anteil an Ton im Randbereich ist hier beispielsweise erhöht. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die Fließgeschwindigkeit des Wassers einst langsamer war. Bei steigendem Wasserdruck kann ein sogenannter Piping entstehen. Es kommt zu frei fließendem Wasser, welches feine Sedimente ausspült, einen freien Durchfluss unterhalb des Deiches gewährt und letztlich den Deichuntergrund destabilisiert.

Das im Folgenden beschriebene Projekt setzt sich zum Ziel, problematische Zonen zu erkennen, ein Monitoring-System zu installieren und schlussendlich ein Frühwarnsystem zu implementieren. Beteiligte Projektpartner sind die EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH, das Unternehmen Miaramap B.V. und BALAM Ingenieria de Sistemas.

Zur Erkennung von potenziell kritischen Deichabschnitten werden Satelliten des Copernicus-Programms eingesetzt.

Der Radar-Satellit Sentinel 1 kann bis zu einer gewissen Tiefe offene Sedimentschichten erkennen. Auch niederwüchsige Vegetation wird durchdrungen, sodass Unterschiede in der Sedimentausstattung detektiert werden können.

Diese werden mit den optischen Daten des Sentinel 2 gekoppelt, dessen Bildmaterial Hinweise auf flusstypische Vegetationsbestände liefert.

Die Geländeform wird durch zwei Radar-Satelliten (TanDEM-X) analysiert. Eine Verifikation erfolgt mit lokalen Höhenmodellen, aktuellen Deichdaten und an Flugzeugen angebrachten Radarsensoren.

An erkannten Problemstellen wird dann ein Monitoring-System mit GPS installiert. Der Vorteil zu bereits genutzten Verfahren besteht in der größeren zu überwachenden Fläche.

Die Idee ist, die kontinuierliche Messung der Bodenfeuchte mit den Pegeldaten des jeweiligen Flusses zu verschmelzen. Bei Überschreitung im

Vorfeld festgelegter Schwellenwerte gilt der Deichabschnitt als akut gefährdet. Hieraus muss ein Alarm generiert werden, welcher einer Einsatzleitung bekannt gegeben wird (vgl. Bernsdorf 23.02.2016).

Unter der Voraussetzung, dass eine zuverlässige Implementierung dieses Monitoring-Systems möglich ist, ließen sich vermutlich Sachschäden in großer Höhe reduzieren. Erfahrungen aus Großschadenslagen haben gezeigt, dass bei langandauernden Einsätzen die Anzahl der freiwilligen Helfer eingeschränkt ist. So könnte ihr Einsatz gezielt und frühzeitig an den am stärksten gefährdeten Stellen erfolgen.

6.5 Monitoring von Überflutungsflächen

Im Kapitel 5.1 wurde der Einsatz von Satellitenbildern im Rahmen des Hochwassers in der Region um Simbach am Inn beschrieben. Die Einschätzung des Hochwasserstandes auf den einzelnen Flächen auf Grundlage der Satellitendaten stellte sich als schwierig dar.

In diesem Bereich siedelt sich das Projekt SenSituMon an.

Die Zielsetzung ist die Integration von Satelliten- und In-Situ-Daten zur Verbesserung des automatisierten großflächigen Monitorings von Überflutungsflächen. Die Entwicklungen orientieren sich an den Anforderungen der Versicherungsbranche, die für schnelle Reaktionen auf hochwasserbedingte Schadensereignisse auf aktuelle Informationen zu Dauer, Lage und Intensität von Überflutungen angewiesen ist. Ferner sollen Informationen auch über zurückliegende Überflutungssituationen eine Bewertung von Überschwemmungsrisiken unterstützen. Neben der Versicherungsbranche können auch, ggf. nach gewissen Modifikationen, Wasser- und Landwirtschaft Nutzen aus dem Vorhaben ziehen.

Die bisher von den Erdbeobachtungssatelliten gewonnenen Radardaten müssen in der Regel individuell nachbearbeitet werden. Die Nutzung von Radardaten ist erforderlich, da bei Starkregen häufig eine hohe Wolkendichte herrscht und optische Bilder somit keine verwertbaren Ergebnisse liefern würden.

Im Rahmen des Projekts mit den Verbundpartner EFTAS, con terra und 52°North soll eine automatische Verschmelzung und Auswertung von Satelliten-, In-Situ-Daten und weiteren Quellen, wie Wetterdaten oder digitale Geländemodelle, erfolgen. Die Verschneidung der verschiedenen Informationen soll optimiert und der Zugriff, beispielsweise über Cloud-Umgebungen, erleichtert werden.

Ein weiterer Gesichtspunkt des Projektes besteht darin zu untersuchen, inwieweit hydrologische und meteorologische Daten verwendet werden können, um in der Zeit zwischen den Satellitenaufnahmen Aussagen zu Lage

und Ausdehnung der Überflutungsflächen zu treffen. Ein entscheidendes Problem stellt die große Datenmenge dar.

Einen zusätzlichen Aspekt des Projekts beinhaltet die georeferenzierte Nutzung von Bildern und Nachrichten von Bürgern. Aus den Bildern der Mobiltelefone von freiwillig registrierten Bürgern sollen Hinweise über ihren Standort und ihre Blickrichtungsangaben abgeleitet werden. Hieraus können Erkenntnisse über den Wasserstand, bspw. an einer Häuserwand, abgeleitet werden (vgl. Voigt 2017).

Den Bereich des Bevölkerungsschutzes tangiert dieses Projekt, da im Falle von Hochwasser oft auch die Existenz und das Leben einer Vielzahl von Menschen betroffen ist. Durch eine schnelle und umfassende Lageübersicht über die betroffenen Flächen und die jeweilige Höhe des Wasserstandes, gegebenenfalls sogar mit Prognosen versehen, können Helfer und Gerät effizient und effektiv zum Einsatz kommen.

Daher ist es das Ziel, ein resultierendes System auch im GMLZ zu installieren (vgl. Bernsdorf 2018).

7 Operative Aspekte

Während der Recherchen im Rahmen der vorliegenden Arbeit musste die Autorin feststellen, dass viele der im Bevölkerungsschutz beteiligten Akteure keine detaillierte Kenntnis über den Einsatz von Satellitenbildern besitzen sowohl bezüglich der generellen Möglichkeit der Anforderung, des Anforderungsweges als auch des möglichen Nutzens bei Schadenslagen.

Einige Hilfsorganisationen nutzen im Rahmen ihrer Auslandstätigkeit Satellitenbilder, falls ihnen diese von entsprechenden lokalen Koordinierungsstellen zur Verfügung gestellt werden. Da sie nur in zugewiesenen Bereichen unter fremder Leitung arbeiten, erfolgt ihrerseits im Regelfall keine Anforderung von Satellitenbildern. Vereinzelt wurden der Autorin Szenarien bekannt, in denen die unterstützende Einheit bei der Einsatzleitung auf die Anforderung von Satellitenbildern hingewirkt hat.

Benötigt ein Land bei der Bewältigung einer Katastrophe Hilfe, kann es ein Hilfeersuchen an das ERCC stellen, dem Kernstück des Europäischen Katastrophenschutzverfahrens. Ziel dieses Verfahrens ist es, den Einsatz der Bevölkerungsschutzdienste zu koordinieren. Auch über diesen Weg ist eine Anforderung von Satellitenbildern möglich.

Um die Einsatzhäufigkeit bei geeigneten Lagen zu steigern, ist eine umfängliche Information – nicht ausschließlich auf Ebene der Landeslagezentren (vgl. 4.3) –, sondern auch im Bereich der potenziellen Anwender erforderlich.

Zur Bewältigung von größeren und langandauernden Einsätzen werden in Deutschland Stäbe auf allen Ebenen der Führung gemäß Feuerwehr Dienstvorschrift 100 (FwDV 100) eingerichtet. Für eine detaillierte Darstellung, bspw. der verschiedenen Aufgabengebiete, wird auf diese verwiesen (vgl. FwDV 100 1999).

Die einzelnen Funktionen in den Stäben werden meist von Angehörigen der Feuerwehren besetzt, gegebenenfalls in Kombination mit Mitarbeitern aus den Verwaltungen. Zusätzlich können die Stäbe in Abhängigkeit von der Schadenslage durch Fachberater, z.B. Angehörige der Hilfsorganisationen, THW, Bundeswehr, Notfallseelsorge oder Vertreter von Energieversorgungsunternehmen sowie durch Verbindungsbeamte der Polizei ergänzt werden. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Schadenslagen mit Satellitenrelevanz glücklicherweise relativ selten eintreten, dann jedoch eine erhebliche Koordination erfordern, muss eine Information über die potenziellen Chancen von Satellitenbildern an geeigneter Stelle erfolgen.

Hier würden sich für den Bereich Nordrhein-Westfalens die am Institut der Feuerwehr (IdF NRW) gehaltenen Seminare im Themengebiet Stabsarbeit

anbieten. Ebenfalls geeignet erscheint das am IdF NRW angebotene Seminar Luftbeobachtung.

Eine sinnvolle Verwendung von Satellitenbildern bei akuten Schadenslagen ist nur bei größeren, langandauernden Einsätzen, die sich gegebenenfalls in schwer zugänglichen Gebieten ereignet haben, möglich.

Die notwendige Größe der Schadensszenarien resultiert aus der Auflösung der Satelliten. Bei kleineren Schadensgebieten ist der Einsatz eines Multicopters, Flugzeugs oder Hubschraubers in Erwägung zu ziehen.

Die Zeit bis zum Erhalt von Satellitenbildern ist unterschiedlich. Aufnahmen können bis zu einer Woche dauern, stehen in der Regel allerdings nach zwei bis drei Tagen zur Verfügung.

Eine Reihe von Massenstarts wird in den nächsten Jahren circa 600 neue Satelliten in den Weltraum bringen. Dies kann die Zeit bis zum Erhalt von Satellitenbildern verkürzen.

Jedoch muss auch die personelle Kapazität berücksichtigt werden. Der Copernicus-EMS war im Sommer 2017 bei zehn parallelen Aktivierungen am Limit. Dies begründet sich unter anderem durch den bei circa 20 Satellitenbetreibern hohen Koordinierungsaufwand (vgl. Judex 2018).

Zur effektiven Durchführung eines Einsatzes ist die kombinierte Verwendung von Satellitenbildern mit Informationen aus anderen Quellen, z.B. Multicopter oder Vermessungsdaten, sinnvoll.

Hierzu muss einerseits die fachliche Expertise vorliegen, die verschiedenen Daten zu analysieren und zu synchronisieren. Andererseits müssen auch dementsprechende technische Möglichkeiten vorhanden sein.

8 Fazit

Der derzeitige große Vorteil der Anwendung von Satellitenbildern im Bevölkerungsschutz liegt in der Generierung eines Gesamtüberblicks und der damit verbundenen Möglichkeit zur umfassenden Koordination des Hilfeinsatzes bei langanhaltenden Lagen. Aufgrund der unterschiedlichen Sensoren können Satellitenbilder breitgefächerte Informationen liefern, bspw. zu Temperatur und Bodenbeschaffenheit. Dies stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber den standardmäßig verfügbaren Multicoptern dar.

Nicht außer Acht zu lassen ist der präventive Einsatz, bspw. zur Planung von Großveranstaltungen.

Zukünftige Chancen sieht die Autorin gerade in der In-Situ-Verwendung. Hier könnten sich neben der Hilfestellung nach Schadensereignissen auch mannigfaltige Möglichkeiten im Bereich der Vermeidung oder Verringerung von Schadensszenarien ergeben. Die derzeitigen Projekte in diesem Bereich befinden sich größtenteils noch in der Anfangsphase. Ein nicht zu vernachlässigender Aspekt wird im Bereich der Finanzierung liegen. Hierbei sollten unter anderem die verschiedenen Aspekte einer dualen Nutzung in Erwägung gezogen werden. Beispielsweise könnte man Hochwasser- und Sturmflutvorhersagen mit einer Verwendung für den Küsten- und Deichschutz kombinieren.

Zielführend scheint eine dauerhafte Kombination von Satellitenbildern mit anderen Daten, gegebenenfalls automatisch, zur Vermeidung von Schadensszenarien und/oder zur Verringerung ihres Ausmaßes zu sein. Eine genaue zeitliche Einschätzung ist hier nicht möglich. Die Ansätze sind widersprechend, was die obige Darstellung gezeigt hat. Aus den Gesprächen und den Recherchen der Autorin lässt sich schlussfolgern, dass ein effizienter und finanzierbarer Einsatz von Satellitenbildern noch Jahre braucht.

Einer umfassenden Information möglicher Anwender ist gerade aufgrund der Anwendungsseltenheit ein großes Gewicht zu geben. Diese Arbeit kann einen Beitrag dazu leisten, dass der Einsatz von Satellitenbildern breiter diskutiert und erprobt wird.

Die Erstellung der vorliegenden Facharbeit erfolgte während des Ausbildungsabschnittes bei der Feuerwehr Dortmund. In diesem Rahmen konnte die Autorin an einigen Planungsgesprächen anlässlich des im kommenden Jahr stattfindenden evangelischen Kirchentages teilnehmen. Hier entstand der Gedanke, Satellitenbilder zur Planung der Großveranstaltung einzusetzen. Gewinnbringend wäre sicherlich eine Verschmelzung der Satellitenbilder mit Aufnahmen von Multicoptern oder Hubschraubern in einer geofähigen Software. Ein erstes Satellitenbild könnte einige Tage vor Beginn der Veranstaltung aufgenommen werden, um eine Gesamtübersicht zu erhalten. Weiterhin kann im Vorfeld eruiert werden, ob es nicht auch während der

Veranstaltung möglich ist, Satellitenbilder zu erhalten. Hier bildet die Feuerwehr Dortmund mit dem Institut für Feuer- und Rettungstechnologie den idealen Ansprechpartner. Die Realisierbarkeit dieses Vorhabens, bspw. im Rahmen einer Master-Thesis, wird derzeit geprüft.

Quellenverzeichnis

- Ahn, David (2018): Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie der Feuerwehr Dortmund, persönlich und schriftlich im Oktober 2018.
- BBK, Glossar: Bevölkerungsschutz URL: https://www.bbk.bund.de/DE/Servicefunktionen/Glossar/_function/glossar.html?lv2=4968152&lv3=1948888 [Stand: 08.10.2018].
- Bernsdorf, Dr. Bodo (2018): EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH und Brandoberinspektor Freiwillige Feuerwehr Werne, persönlich, schriftlich und telefonisch im Oktober und November 2018.
- Bernsdorf, B. (23.02.2016): Projektbeschreibung; Vorhersage von Deichbrüchen durch die Kombination von Radar-Daten aus Fernerkundung und In-Situ-Komponenten.
- Bernsdorf, B.; Müller, C. (6-7/2017): Flugroboter in der Feuerwehr. Was bringt die neue "Drohnen-Verordnung"? In: Feuerwehr Einsatz NRW. 20-25.
- Bernsdorf, B.; Löw, F.; Edner, D. (12/2017): Fernerkundung im Feuerwehreinsatz. In: Feuerwehr Einsatz NRW. 12-18.
- Bernsdorf, B.; Löw, F.; Edner, D. (1-2/2018): Fernerkundung im Feuerwehreinsatz. In: Feuerwehr Einsatz NRW. 22-28.
- Bicsan, Alexandra (2018): Fernerkundung Technologietransfer GmbH, persönlich am 26. Oktober 2018.
- Bumann, Andre (2018): Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt Referat Brand- und Katastrophenschutz, telefonisch und schriftlich am 30.10.2018.
- Burkow, Hanna Maria (2018): SAYSO Projektkoordinatorin Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, schriftlich im Oktober 2018.
- Dunkel, Sven (2018): Brandamtsrat Abteilung Vorbeugung und Planung Stadt Frankfurt am Main, schriftlich und telefonisch am 24. Oktober 2018.
- Feuerwehr Dienstvorschrift (1999): FwDV 100- Führung und Leitung im Einsatz Führungssystem, Stuttgart: Kohlhammer.
- Fier (2018), Referent Referat I.5 - Gemeinsames Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) BBK, telefonisch am 17. Oktober 2018.
- Gähler, M.; Mehl, H. (6/2009): Von Fernerkundungsdaten zur Kriseninformation. In: Gethmann C. F. (Hrsg.): Globale Fernerkundungssysteme und Sicherheit- Beiträge durch neue Sicherheitsdienstleistungen? Graue Reihe Nummer 49. Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH: Europäische Akademie, 23-31.
- Gesetz über den Zivilschutz und die Katastrophenhilfe des Bundes (Zivil- und Katastrophenhilfegesetz- ZSKG) i.d.F. vom 29. Juli

2009 URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/zsk/ZSKG.pdf>
[Stand: 08.10.2018].

Graeger, Arvid (2018): Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in NRW Arbeitskreis Zivil- und Katastrophenschutz, schriftlich am 31. Oktober 2018.

Hugenbusch, David (2018): Leitung Referat E 1 – Inland Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, schriftlich und telefonisch im Oktober 2018.

Judex, Dr. Michael (2018): Referent Referat I.1 Grundlagen und IT-Verfahren im Krisenmanagement Abteilung I Krisenmanagement BBK, telefonisch und schriftlich im Oktober und November 2018.

Karutz, H.; Geier, W.; Mitschke, T. (2017): Bevölkerungsschutz-Notfallvorsorge und Krisenmanagement in Theorie und Praxis. 1.Aufl., Berlin Heidelberg: Springer.

Krings, Richard (2018): Fachbereichsleiter Einsatzdienste und Ausbildung, Qualitätsmanagement Johanniter-Unfall-Hilfe e.V., telefonisch und schriftlich am 25. Oktober 2018.

Lange, Carolin (2018): Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, telefonisch und schriftlich im Oktober und November 2018.

Lange, C.; Lechner, K.; Gähler, M. (9/2018): ZKI-DE Fernerkundungsservice für Bundesbehörden. Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation (ZKI). Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Oberpfaffenhofen.

Lange, H-J.; Gusy C. (2015): Kooperation im Katastrophen- und Bevölkerungsschutz. Studien zur Inneren Sicherheit. Band 20, Wiesbaden: Springer.

Lohmaier, Daniel (2018): Referent Referat I.5 - Gemeinsames Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) BBK, telefonisch und schriftlich am 17. Oktober 2018.

Meak-Grün (2018): Fregattenkapitän Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr, schriftlich am 26. Oktober 2018.

Nestler, Oliver (2018): Branddirektor Abteilungsleiter Gefahrenabwehr und Einsatzorganisation Feuerwehr Dortmund, persönlich im Oktober 2018.

Pahlke, Norbert (2018): Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie der Feuerwehr Dortmund, persönlich und schriftlich im Oktober 2018.

Reichenbach (2018): Sachbearbeiter Havariekommando, telefonisch am 09.11.2018.

Speth, Dr. Hauke (2018): Branddirektor Abteilungsleiter Aus- und Fortbildung, Lehre und Forschung Feuerwehr Dortmund, persönlich im Oktober 2018.

Strobel, J.; Roth, C. (2006): GIS und Sicherheitsmanagement. 1. Aufl., Heidelberg: Wichmann.

- Unger, C. (2006): Bevölkerungsschutz in Deutschland- Bilanz einer neuen Strategie. Rede von Herrn Christopher Unger Präsident des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe beim 2. Fachkongress zur Nationalen Sicherheit und zum Bevölkerungsschutz der CPM Communication Presse Marketing GmbH am 21. November 2006 in Berlin URL: https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Downloads/Reden/Unger_Rede-CPM.pdf?__blob=publicationFile [Stand: 11.11.2018].
- Voigt, J. (2017): Gemeinsame Vorhabenbeschreibung SenSituMon Integration von Satelliten- und In-Situ Sensordaten zur Verbesserung des automatisierten großflächigen Monitorings von Überflutungsflächen. Münster.
- Voigt, S., Kemper, T., Riedlinger, T., Kiefl, R., Scholte, K., Mehl, H. (2007): Satellite Image Analysis for Disaster and Crisis-Management Support. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 45 (6),1520-1528.
- Von der Lippe, J. (6/2009): Wirtschaftliche Hindernisse beim Einsatz satellitengestützter Sicherheitstechnologien. In: Gethmann C. F. (Hrsg.): Globale Fernerkundungssysteme und Sicherheit - Beiträge durch neue Sicherheitsdienstleistungen? Graue Reihe Nummer 49. Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH: Europäische Akademie, 117-121.
- Voß, Martin (2018): Brandrat Niedersächsische Akademie für Brand- und Katastrophenschutz, telefonisch am 24. Oktober 2018, schriftlich am 24. und 25. Oktober 2018.
- Wolf, Dr. Nils (2018): Fernerkundung Technologietransfer GmbH, persönlich am 26. Oktober 2018.
- Ziehm, Holger (2018): Leiter Vertrieb Öffentliche Sicherheit Esri Deutschland GmbH, telefonisch und schriftlich am 12. und 16. Oktober 2018.

Einige der erwähnten Quellen, beispielsweise Projektbeschreibungen, sind nicht öffentlich zugänglich. Diese können aber bei Bedarf, gegebenenfalls nach Abstimmung mit den Verfassern, über die Autorin bezogen werden.

Anlagen

Anlage 1: Abrufformular ZKI-DE; ZKI-DE (Teil 1).....	v
Anlage 2: Abrufformular ZKI-DE; ZKI-DE (Teil 2).....	vi
Anlage 3: Anforderungsformular Copernicus; BBK	vii
Anlage 4: Delination Map Hochwasser Region Simbach am Inn; Copernicus.....	viii
Anlage 5: Satellitenbild von Palu	ix
Anlage 6: Waldbrand in Chile; ZKI	x

Abrufformular

Seite 1 von 2

Anfragende Stelle

Organisation / Abteilung

Vorname

Nachname

Telefon

Email

Postanschrift (nur bei Auslieferung der Produkte per Kuriersendung)

Art des Ereignisses

Naturereignis

Sicherheit / Polizeiliche Ermittlung

Sonstiges

Zusätzliche Informationen zum Ereignis (z.B. Zeitraum, etc.)

Produktart

Mehrfachnennungen möglich

Luft- / Satellitenbildprodukt

mit Infrastruktur

Analyseprodukte von Luft- und Satellitenbildern (z.B. Vorher-/Nachher-Vergleich, Schadensanalyse, Identifikation von Objekten, etc.)

Sonstige Spezialfernerkundungsprodukte (z.B. Risikoanalyse, 3D-Darstellung, Hyperspektralanalyse, Echtzeitbefliegung, etc.)
 Diese Produkte können ggf. einen höheren Bearbeitungsaufwand und längeren Bearbeitungszeitraum benötigen.

Produktformat

Mehrfachnennungen möglich

Digitale Karte (JPG, A1, Deutsch)

Vektordaten

Sonstiges (z.B. A3 Format, Englisch, etc.)

GeoPDF

Bericht / Dossier

Analoge Ausdrücke

Webdienst



Stand: August 2018

Anlage 1: Abrufformular ZKI-DE; ZKI-DE (Teil 1)

Abrufformular

Seite 2 von 2

Erstellungszeitraum

Bei gewünschter Erstellung innerhalb von weniger als 15 Werktagen bitte unbedingt das ZKI telefonisch unter 0173 / 53 43 453 informieren.

Produktauslieferung bis spätestens

Ggf. weitere zeitliche Vorgaben

Geographische Eingrenzung des kartierenden Gebiets

Name des Ortes, Region, Land

Fläche wird als Shapefile / KML / KMZ zur Verfügung gestellt

oder: Mittelpunkt und Radius (alle Angaben in Grad, Minute, Sekunde)

Geographische Breite

Geographische Länge

Radius um Mittelpunkt in km

Weitere Angaben (weitere Regionen, Ortsbezeichnungen, Eckkoordinaten bei Rechteckfläche, etc.)

Vertraulichkeitsstufe

Keine Einschränkungen (Standard)

VS-NfD

Veröffentlichung auf

ZKI Website (www.zki.dlr.de)

Zeitlich befristet bis

GeoPortal.BUND (www.geoportal.de)

Unbefristet

Weitere Absprachen / Anforderungen / Ansprechpartner / Kommentare

Falls Sie vorab Fragen haben, können Sie sich jeder Zeit vom ZKI beraten lassen. Die Beratungsleistung ist kostenfrei. Die Kosten für Anfragen von Geschäftsbereichsbehörden des BMI trägt das BMI bis zur Ausschöpfung des dafür vorgesehenen Gesamtbudgets. Es ist keine Budgetfreigabe Ihrer Einrichtung nötig.

Bitte senden Sie das Formular per Email an zki@dlr.de (mit HIIS@bmi.bund.de in CC) oder per Fax: +49 8153 28 44 33 88. Sie erreichen das ZKI telefonisch unter 0173 / 53 43 453.



Stand: August 2018

Anlage 2: Abrufformular ZKI-DE; ZKI-DE (Teil 2)



Formular zur Anforderung von fernerkundungsbasierten Informationen

Das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) im Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) ist die nationale autorisierte Stelle, um fernerkundungsbasierte Informationen internationaler Verfahren anzufordern. Aus Fernerkundungsdaten erzeugte Karten und Analysen können sowohl bei der Vorbereitung auf oder der Bewältigung von Krisenlagen verwendet werden. Mit diesem Formular können Sie über das GMLZ in drei Schritten fernerkundungsbasierte Karten und Analysen anfordern.

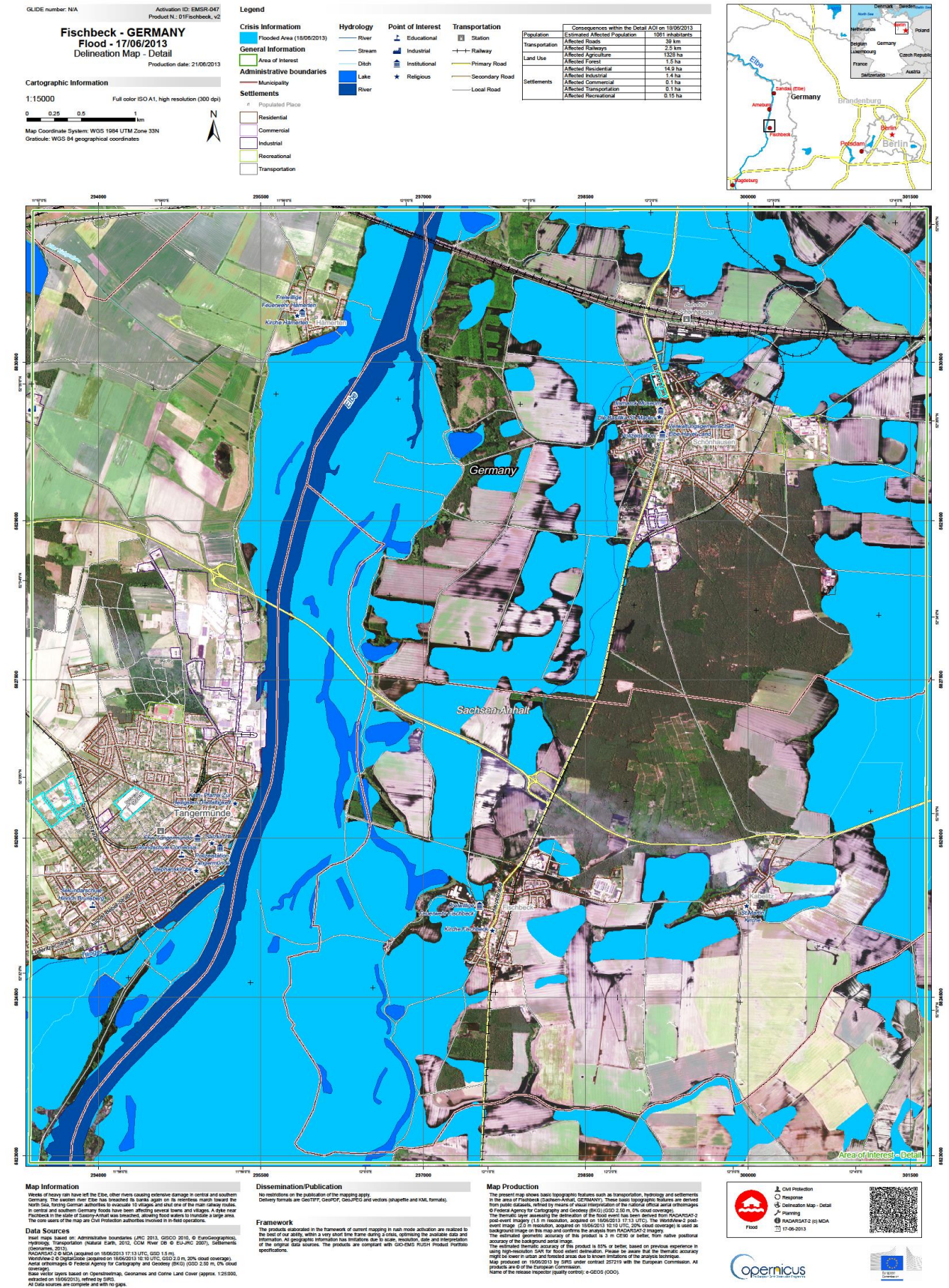
1	Anforderungsformular ausfüllen
2	Anforderungsformular über Lagezentrum / Krisenstab Land an das GMLZ schicken E-Mail: gmlz@bbk.bund.de
3	Zusätzliche Information über Anforderung und ggf. Klärung weiterer Details: Telefon: 0228 – 99 550 2199

Basisdaten Antragsteller

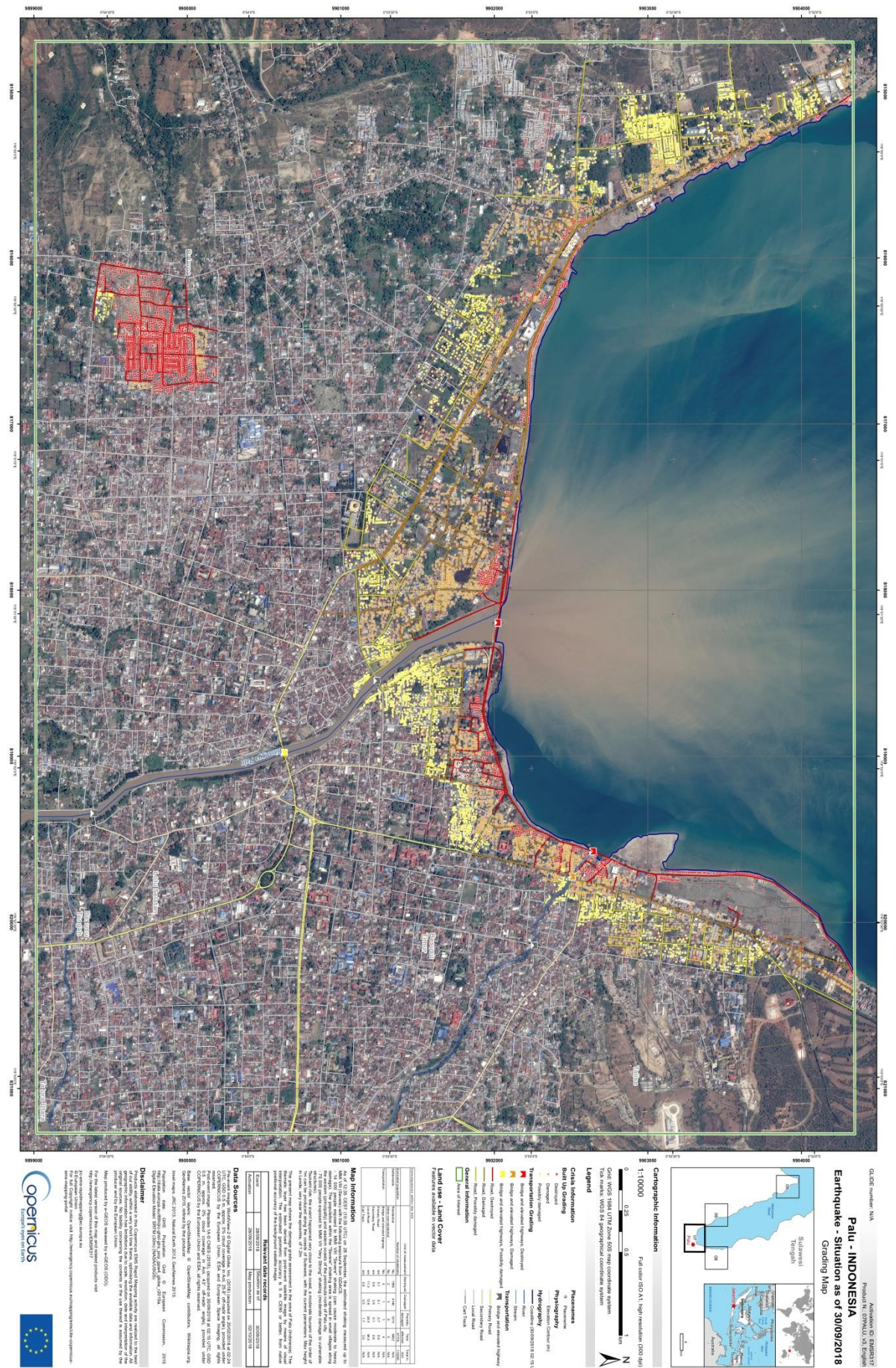
Behörde/Organisation: (Name, Adresse)	
Ansprechpartner: (Name, Telefon, Email)	

Informationen zur Anforderung

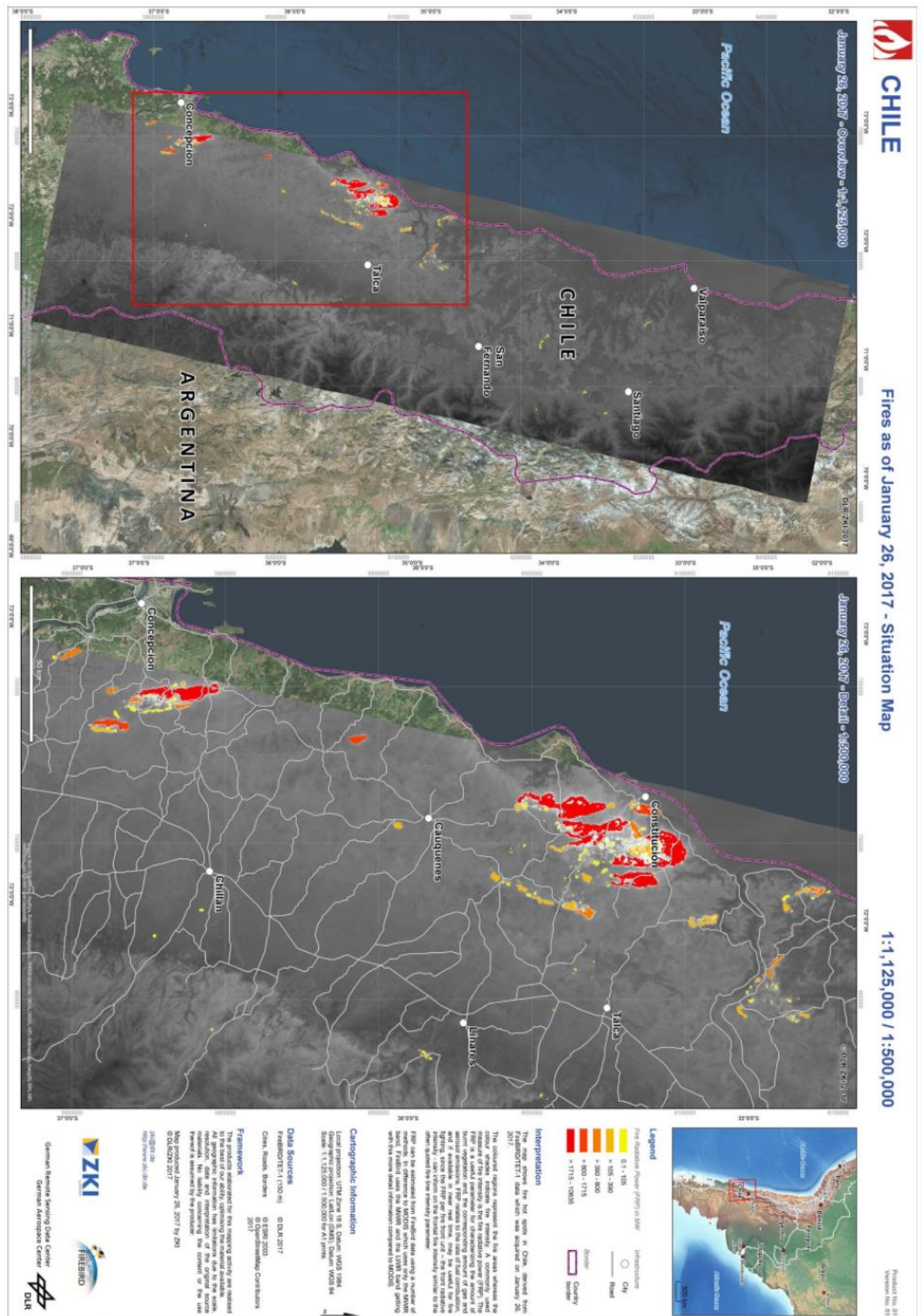
Dringlichkeit: Welche Dringlichkeit liegt vor? Bitte ankreuzen.	☐ Zeitkritische Anfrage (akute Krisensituation), die Produkte müssen so schnell wie möglich angefordert werden. ☐ Die Anfrage ist planbar (z.B. 2-3 Monate Bearbeitungszeit).
Anlass: Welches Ereignis liegt vor? Wann ist das Ereignis eingetreten oder seit wann besteht die Lage?	
Region: Für welche Region werden Informationen benötigt?	
Informationsbedarf: Welche Informationen werden benötigt? Welche Maßstäbe sind gewünscht?	



Anlage 4: Delination Map Hochwasser Region Simbach am Inn; Copernicus



Anlage 5: Satellitenbild von Palu



Anlage 6: Waldbrand in Chile; ZKI