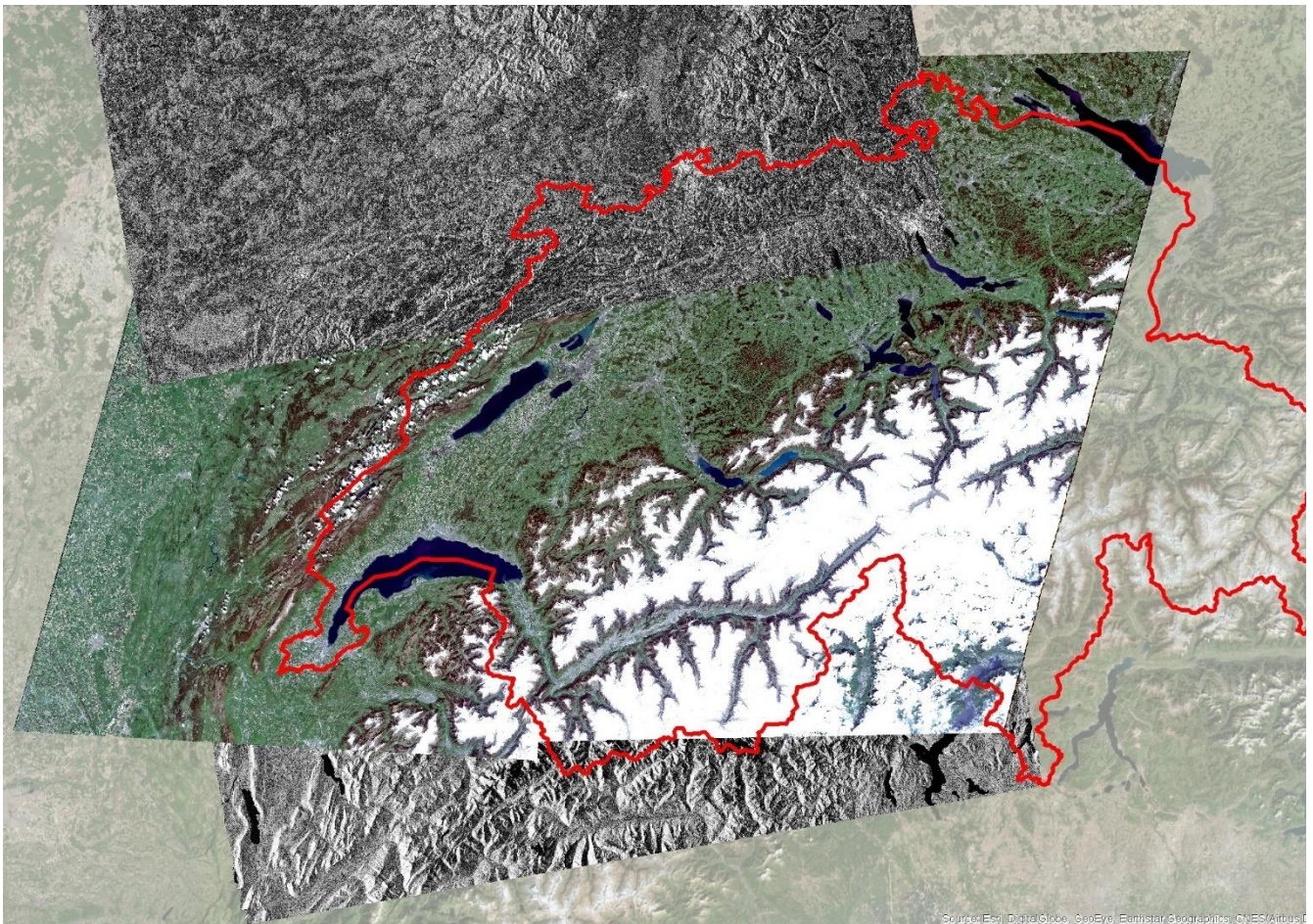


Einsatz satellitenbasierter Erdbeobachtung für Behördenaufgaben

Leitfaden

Version "Freigabe zur Publikation" vom 28.08.2017



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus
Satellitenbildmosaik der Schweiz, basierend auf Esri World Imagery, modifizierten Copernicus Sentinel-Daten (Farbe: S2a vom 10.05.2017; Graustufen: S1a vom 03.07.2017) und Gemeindegrenzen (G2L17, Bundesamt für Statistik (BFS), GEOSTAT), prozessiert durch EBP

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:

EBP Schweiz AG
Zollikerstrasse 65
8702 Zollikon
Telefon +41 44 395 11 11
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Autoren:

Tamara Dousse
Christina Dübendorfer
Ivo Leiss
Risch Tratschin

Begleitung BAFU: Markus Wüest, Sektionschef,
Sektion Umweltbeobachtung

Hinweis: Diese Studie/dieser Bericht wurde im
Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)
verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer
verantwortlich.

Titelbild:

Satellitenbildmosaik der Schweiz, basierend auf:

- Gemeindegrenzen G2L17, Bundesamt für Statistik (BFS), GEOSTAT
- in Farbe: Copernicus Sentinel-2a vom 10.05.2017, prozessiert durch EBP
- in Graustufen: Copernicus Sentinel-1a-Daten vom 03.07.2017, prozessiert durch EBP
- als Hintergrund: Esri World Imagery (Esri, DigitalGlobe, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, GeoEye, USDA FSA, USGS, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP und die GIS User Community)

Inhaltsverzeichnis

1.	Willkommen bei diesem Leitfaden	1
2.	Satellitenbasierte Erdbeobachtung kurz erklärt	3
2.1	Plattformen und Umlaufbahnen	3
2.2	Instrumente	4
2.3	Auflösung	6
2.4	Prozessierung und Datenformate	7
2.5	Weiterführende Informationen	8
3.	Praktische Anwendungsbeispiele	9
3.1	Weltweite Anwendungsbeispiele	9
3.2	Anwendungsbeispiele von Behörden in Europa	10
3.3	Potenzielle Anwendungsbeispiele in der Schweiz	11
4.	Fragebogen/Selbst-Check	15
4.1	Angaben zum System	16
4.2	Teil 1: Heutiges System	17
4.3	Teil 2: Randbedingungen	20
4.4	Teil 3: Ein optimales System	22
5.	Initialisierung eines Projekts	24
5.1	Ist-Zustand beschreiben	24
5.2	Soll-Zustand beschreiben	28
5.3	Lösungsvarianten erarbeiten und bewerten	32

1. Willkommen bei diesem Leitfaden

Erheben Sie räumliche Daten über die Schweiz? Zum Beispiel über Prozesse an Land, in Gewässern oder in der Atmosphäre? Beschreiben Sie mittels Erhebungen einen Zustand auf der Erdoberfläche (Inventar)? Oder beobachten Sie räumliche Veränderungen (Monitoring). Oder nutzen Sie vielleicht Daten, um Vorhersagen (Forecast) zu machen?

Bis vor Kurzem war der operationelle Einsatz von satellitenbasierter Erdbeobachtung auf wenige spezielle Anwendungen beschränkt. Durch die zunehmende Anzahl von Erdbeobachtungssatelliten – insbesondere auch durch das neue europäische Satellitenprogramm Copernicus¹ – stehen aber immer mehr Daten, zunehmend sogar kostenlos, zur Verfügung. Ausserdem erlauben höhere Datenübermittlungsgeschwindigkeiten und Rechenleistungen die Auswertung grosser Datenmengen (Big Data) mit stark automatisierten Methoden (z.B. durch maschinelles Lernen). Daraus ergeben sich plötzlich neue Einsatzmöglichkeiten.

Ablösung, Ergänzung oder Neuerhebung?

Aber kann eine lokale Erhebung (z.B. von Stau auf Schweizer Strassen) durch Satelliten abgelöst werden? Wahrscheinlich nicht. Aber satellitenbasierte Erdbeobachtungsdaten können Ihre **heutige Erhebung ergänzen**. Beispielsweise, um

- Informationen zwischen Erhebungszeitpunkten zu erhalten,
- Informationen über schwer zugängliche Gebiete zu sammeln,
- Vergleiche mit benachbarten Gebieten anzustellen,
- Punktmessungen auf Flächen auszuweiten,
- bestehende Modelle mit zusätzlichen Inputdaten zu verbessern.

Satellitenbasierte Erdbeobachtung in der heutigen Form eröffnen aber auch ganz neue Möglichkeiten, weshalb wir glauben, dass auch **neue Anwendungen** entstehen können. So wird ein Gebiet in der Schweiz mittlerweile fast täglich in hoher Auflösung aufgenommen, womit Prozesse überwacht werden können, die bisher nicht oder nur mit unverhältnismässigem Aufwand erfasst werden konnten. Ausserdem bieten die hohen Aufnahme-raten auch neue Möglichkeiten für Quasi-Echtzeitanwendungen (z.B. für die Alarmierung).

Dieser Leitfaden richtet sich an Entscheidungsträger mit raumbezogenen Aufgaben und Datenerhebungsspezialisten von Schweizer Behörden (Bund, Kantone, grössere Städte) sowie deren Dienstleister bei der Datenerhebung. Er ist modular aufgebaut und möchte damit Ihren Vorkenntnissen und Interessen besser Rechnung tragen. Ob Sie ein Modul lesen sollten, können Sie anhand der folgenden Fragen herausfinden.

1 <http://www.copernicus.eu/>

Was ist satellitenbasierte Erdbeobachtung und welche Daten werden aufgenommen?

Das Modul 1 «Satellitenbasierte Erdbeobachtung kurz erklärt» (Kapitel 2) erläutert die wichtigsten Grundlagen und zeigt beispielsweise, welche Plattformen und Aufnahmeinstrumente es gibt.

Welche praktischen Anwendungen gibt es heute in anderen Ländern, und welche Anwendungen wären in der Schweiz denkbar?

Das Modul 2 «Praktische Anwendungsbeispiele» (Kapitel 3) zeigt beispielhaft auf, wie satellitenbasierte Erdbeobachtung in anderen Ländern eingesetzt wird. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf Anwendungen von Behörden sowie potenzielle Einsatzgebiete in der Schweiz.

Können Sie die Datenerhebung für Ihre Aufgabe mit Hilfe der satellitenbasierten Erdbeobachtung besser oder günstiger erfüllen?

Das Modul 3 «Fragebogen/Selbst-Check» (Kapitel 4) ermöglicht Ihnen, anhand von 25 Fragen das Potenzial für die Anwendung von satellitenbasierter Erdbeobachtung für die eigene Aufgabenstellung auszuloten.

Sehen Sie das Potenzial satellitenbasierter Erdbeobachtung und möchten Sie den Einsatz dieser Technologie genauer abklären, die Machbarkeit analysieren?

Das Modul 4 «Initialisierung eines Projekts» (Kapitel 5) zeigt Ihnen, wie Sie in strukturierter Form den Ist-Zustand (die heutige Datenerhebung) beschreiben, die Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen und den Einsatz der satellitenbasierter Erdbeobachtung (sei es als Ablösung, Ergänzung oder Neuerhebung) bewerten können.

2. Satellitenbasierte Erdbeobachtung kurz erklärt

Die Inhalte dieses Kapitels basieren auf dem Lexikon der Fernerkundung².

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

Erdbeobachtungssysteme können nach verschiedenen Gesichtspunkten eingeteilt werden. Nach der Quelle der empfangenen Strahlung unterscheidet man passive Systeme und aktive Systeme (Abbildung 1).

- **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.

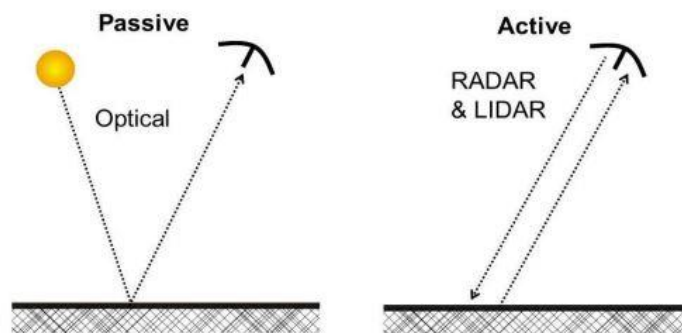


Abbildung 1: Passive und Aktive Systeme

Für Beobachtungen aus dem Weltall werden u.a. Satelliten, Raketen, Raumschiffe oder Raumstationen als **Plattformen** verwendet. Für Beobachtungen innerhalb der Atmosphäre werden luftbasierte Plattformen, wie Flugzeuge, Helikopter, Ballone und Drohnen verwendet.

In der Folge beschränkt sich diese Einführung auf satellitenbasierte Erdbeobachtungssysteme.

2.1 Plattformen und Umlaufbahnen

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

2 <http://www.fe-lexikon.info/lexikon-e.htm>

- *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.

2.2 Instrumente

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

- *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 objektogene thermale Ausstrahlung der Objekte von 3-14 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 Schwarzweis-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 Erd-

oberfläche oder von Schwebeteilchen in der Atmosphäre) reflektierten Strahlung im Mikrowellenbereich.

- *Radiometer* sind passive Mikrowellensysteme zur Erfassung der von der Erdoberfläche ausgesandten natürlichen Mikrowellenstrahlung.
- *Altimeter* sind Geräte zur Messung der Höhe über einer bestimmten Oberfläche. Satellitenbasierte 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 Rückstreukoeffizienten 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.

Die Wiedergabe der Erdoberfläche wird einerseits durch die Eigenschaften des Sensors und andererseits von der elektromagnetischen Strahlung bestimmt, die bei der Aufnahme auf den Sensor einwirkt. Die Intensität der Strahlung und ihre spektrale Zusammensetzung sind von der Geländebeleuchtung und den Reflexionseigenschaften der Objekte abhängig. Sensoren nehmen nur einen kleinen Teil des elektromagnetischen Spektrums (siehe Abbildung 2) auf.

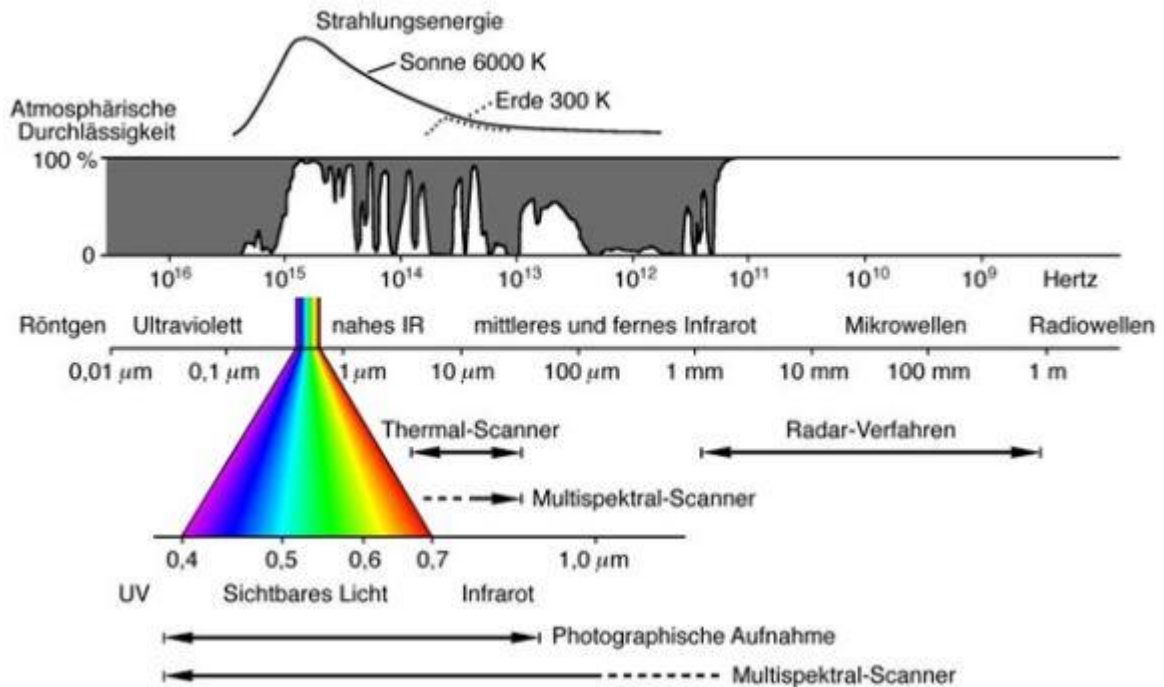


Abbildung 2: Das elektromagnetische Spektrum und die Bereiche verschiedener Sensoren

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

2.3 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.

2.4 Prozessierung und Datenformate

Satellitendaten werden in mehreren Stufen verarbeitet, um höherwertige Datenprodukte zu erzeugen. Diese sogenannten Bearbeitungsstufen (auch Levels genannt) unterscheiden sich je nach Instrument.

Bei optischen Instrumenten können die Bearbeitungsstufen wie folgt aussehen (am Beispiel Sentinel-2 MSI):

- Level-0: Komprimierte Rohdaten, als Basis für die Level-1-Prozessierung
- Level-1A: Dekomprimierte Rohdaten
- Level 1B: Radiometrisch korrigierte Bilddaten (z.B. Entfernung des Bildrauschens oder defekter Pixelwerte); die Geometrie entspricht immer noch der Aufnahmegeometrie (mit Verzerrungen zum Bildrand), und die Strahlung dem gemessenen Wert an der Obergrenze der Atmosphäre (Top-Of-Atmosphere).
- Level 1C: Mittels eines digitalen Höhenmodells geometrisch korrigiertes Bild (Orthobild) in einem vorgegebenen Koordinatensystem, mit einheitlicher Bodenauflösung (z.B. 10 m); diese Daten können damit direkt in einem GIS verwendet werden.
- Level-2A: Radiometrisch verbessertes Orthobild, in welchem der Einfluss des Sonnenstands, der Geländeexposition sowie der Atmosphäre korrigiert wurde; diese Strahlung entspricht dem gemessenen Wert am Boden (Bottom-Of-Atmosphere), die Aufnahmen sind dadurch räumlich und zeitlich vergleichbar.

Bei Radarsystemen können die Bearbeitungsstufen wie folgt aussehen (am Beispiel Sentinel 1 SAR).

- Level-0: Komprimierte und unfokussierte Rohdaten, als Basis für die Level-1-Prozessierung
- Level-1: Hier gibt es zwei vorprozessierter Produkttypen: Single Look Complex (SLC) und Ground Range Detected (GRD).
- Level-2: Ocean (OCN): Wind, Wellen und Strömungen werden von den SAR Daten abgeleitet.

Für die Bilddaten werden Formate wie Raw, (Geo)Tiff, HDF, NetCDF, NITF (Militär) oder Jpeg2000 verwendet. (Geo)Tiff und Jpeg2000 können dabei direkt mit herkömmlichen Bildbearbeitungsprogrammen oder in einem GIS dargestellt werden.

Die Metadaten (z.B. Aufnahmedatum, Kalibrierungsparameter, Informationen zur Bewölkung) werden häufig in XML oder GML bereitgestellt und sind mit einem Texteditor oder mit einem GIS darstellbar.

2.5 Weiterführende Informationen

Weitere Quellen mit tiefer gehenden Informationen über satellitenbasierte Erdbeobachtung sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Titel	Herausgeber	Link
What is Remote Sensing? (nur in Englisch)	ESA eduspace	https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_EN/SEMF9R3Z2OF_0.html
Earth Observation from Space: the Optical View (kostenloser Online-Kurs, nur in Englisch)	European Space Agency (ESA)	https://www.mooc-list.com/course/earth-observation-space-optical-view-futurelearn
Copernicus training videos (nur in Englisch)	European Commission	http://copernicus.eu/news/wealth-copernicus-training-videos-your-disposal
Newcomers Earth Observation Guide (nur in Englisch)	European Space Agency (ESA)	https://business.esa.int/newcomers-earth-observation-guide
Tutorial: Fundamentals of Remote Sensing (Webseite, nur in Englisch)	The Canada Centre for Mapping and Earth Observation	http://www.nrcan.gc.ca/node/9309
An Introduction to Remote Sensing (Video-Training, nur in Englisch)	Hexagon Geospatial	https://www.youtube.com/watch?v=39nnjy5HLLw

Tabelle 1: Weitere Informationen über satellitenbasierte Erdbeobachtung

3. Praktische Anwendungsbeispiele

3.1 Weltweite Anwendungsbeispiele

Die Tabelle 2 beinhaltet verschiedene Quellen, in denen Anwendungsbeispiele satellitenbasierter Erdbeobachtung erklärt und illustriert werden – weltweit, von Behörden und privaten Unternehmen.








Bild	Beschreibung	Link
	Copernicus – Europas Blick auf die Erde: Anwendungsbeispiele des Europäischen Erdbeobachtungs-Programms Copernicus.	http://www.copernicus.eu/sites/default/files/documents/Brochure/Copernicus_Brochure_DE_WEB.pdf
	Eurisys Webseite: Zeigt Satellitenanwendungen weltweit und deren wirtschaftliche Bedeutung. (nur in Englisch)	http://www.eurisys.org/
	Landsat Science: Wie Landsat, die längste kontinuierliche Erdbeobachtungsmission, helfen kann. (nur in Englisch)	https://landsat.gsfc.nasa.gov/how_landsat_helps/
	DigitalGlobe: Anwendungsbeispiele des kommerziellen Anbieters DigitalGlobe (beitragende Mission von Copernicus) für dessen sehr hoch aufgelösten Satellitendaten. (nur in Englisch)	https://www.digitalglobe.com/resources/case-studies
	Space for Smarter Government Programme: Anwendungsbeispiele in Grossbritannien. (nur in Englisch)	http://www.spaceforsmartergovernment.uk/case-studies/
	Airbus Defence and Space: Anwendungsbeispiele des kommerziellen Anbieters Airbus Defence and Space (beitragende Mission von Copernicus) für SPOT, TerraSAR und Pleiades. (nur in Englisch)	http://www.intelligence-airbusds.com/en/6986-case-study-categorie
	Satellite Earth Observations: Serving Society, Science & Industry: Informationsbroschüre des Komitees für Erdbeobachtungssatelliten CEOS. (nur in Englisch)	http://ceos.org/document_management/Publications/Data_Applications_Report/DAR_Summary-Brochure_Digital-Version_Dec2015.pdf

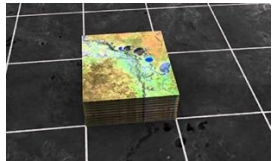
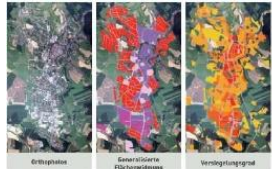
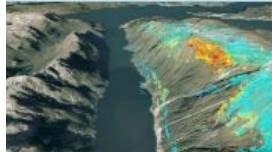


Bild	Beschreibung	Link
	Geoscience Australia: Anwendungsbeispiele aus Australien- (nur in Englisch) Data Cube Australia	http://www.ga.gov.au/scientific-topics/earth-obs/case-studies http://nci.org.au/research-news/nci-today-case-studies/

Tabelle 2: Generelle Anwendungsbeispiele satellitenbasierter Erdbeobachtung

3.2 Anwendungsbeispiele von Behörden in Europa

Die folgenden Anwendungsbeispiele in Tabelle 3 stammen aus dem Bericht «Anwendungsbeispiele satellitenbasierter Erdbeobachtung für Behördenaufgaben - Analyse der Anwendungen in Österreich, Norwegen und Grossbritannien»³.

Bild	Beschreibung	Link
	Österreich: Land Information System Austria (LISA)	https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/zustand/publikationen-zum-umweltzustand/studien.html , Kapitel 2.1.2
	Norwegen: Überwachung und Früherkennung von Naturgefahren	https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/zustand/publikationen-zum-umweltzustand/studien.html , Kapitel 2.2.2
	Norwegen: Überwachung kritischer Infrastruktur	https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/zustand/publikationen-zum-umweltzustand/studien.html , Kapitel 2.2.2
	Norwegen: Überwachung von Gletscheränderungen	https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/zustand/publikationen-zum-umweltzustand/studien.html , Kapitel 2.2.3

3 Dousse, T., C. Dübendorfer, I. Leiss, R. Tratschin, 2017: Anwendungsbeispiele satellitenbasierter Erdbeobachtung für Behördenaufgaben - Analyse der Anwendungen in Österreich, Norwegen und Grossbritannien. Bericht erstellt im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). In Vorbereitung.


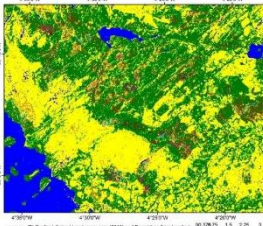

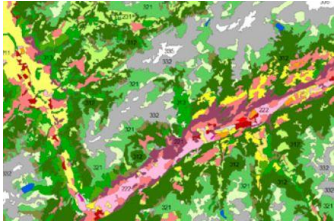
Bild	Beschreibung	Link
	Grossbritannien: Kulturpflanzen Kartierung (Crop Map UK)	https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/zustand/publikationen-zum-umweltzustand/studien.html , Kapitel 2.3.2
	Grossbritannien: Nationales Waldinventar (National Forest Inventory UK)	https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/zustand/publikationen-zum-umweltzustand/studien.html , Kapitel 2.3.3

Tabelle 3: Anwendungsbeispiele satellitenbasierter Erdbeobachtung für Behördenaufgaben in Europa

3.3 Potenzielle Anwendungsbeispiele in der Schweiz

Im Bericht «Anwendungsbeispiele satellitenbasierter Erdbeobachtung für Behördenaufgaben - Analyse der Anwendungen in Österreich, Norwegen und Grossbritannien»⁴ kommen die Autoren zum Schluss, dass in der Schweiz folgende Anwendungsbeispiele ein hohes oder mittleres Potenzial besitzen (Tabelle 4).

Bild	Beschreibung	Typ
	Arealstatistik Die Arealstatistik wird heute rund alle 12 Jahre erstellt. Zum einen könnten das Erhebungsintervall verkürzt oder die Kosten reduziert werden, in dem mit Hilfe von satellitenbasierter Erdbeobachtung diejenigen Gebiete ausgeschieden werden, in welchen tatsächlich Veränderungen stattgefunden haben (Change Detection). Zum anderen könnten gewisse Kategorien aus der bestehenden Erhebung verfeinert werden.	Ergänzung bestehender Anwendung
	CORINE Landcover: Die Erhebung als Beitrag zum europäischen Datensatz wird heute schon mit Hilfe satellitenbasierter Erdbeobachtung erstellt	Neue Anwendung

4 Dousse, T., C. Dübendorfer, I. Leiss, R. Tratschin, 2017: Anwendungsbeispiele satellitenbasierter Erdbeobachtung für Behördenaufgaben - Analyse der Anwendungen in Österreich, <<Norwegen und Grossbritannien. Bericht erstellt im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). In Vorbereitung.

Bild	Beschreibung	Typ
	<p>Erkennungen und Überwachung von Gefahrenzonen:</p> <p>Bergsturz, Rutschungen, Permafrostveränderungen, Gletscherseeausbrüche und Gletscherabbruch sind relevante Gefährdungen in der Schweiz. Eine Anwendung zur Früherkennung könnte bestehende Instrumente des Naturgefahrenmanagements ergänzen.</p>	Ergänzung bestehender Anwendung
	<p>Automatisierte Erfassung von Förderanträgen in der Landwirtschaft:</p> <p>Die Einsatzmöglichkeiten von Satellitendaten sind aufgrund der Kleinparzellierung eingeschränkt. Doch könnte die satellitenbasierte Erdbeobachtung Landwirte beim Erfassen von Förderanträgen unterstützen, indem Kulturen automatisch vorgeschlagen werden. Ausserdem könnten sie den Kontrolleuren von Gemeinden und Kantonen Hinweise geben, welche Flächen prioritär mit genaueren Methoden kontrolliert werden sollten. Aktuell bestehen dazu aber keine Vorgaben seitens der EU oder des Bundes.</p>	Ergänzung bestehender Anwendung
	<p>Optimierung der Düngerbewirtschaftung in der Landwirtschaft:</p> <p>Die Überwachung der Ausbringung von Gülle bei schneebedeckten, durchnässten oder gefrorenen Böden ist heute nicht optimal gelöst. Satellitenbasierte Erdbeobachtung könnte die Grundlage bilden für ein Auskunftssystem für Landwirte zur ortsabhängigen Bestimmung des richtigen Zeitpunktes. Sie könnte auch den überwachenden Stellen zur zeitnahen Erkennung von Problemfällen dienen.</p>	Neue Anwendung
	<p>Wettervorhersagen</p> <p>Satellitenbasierte Daten werden heute schon genutzt. Die Methoden können aber noch verfeinert werden. Ebenso wird bereits Forschung in angewandter Satellitenklimatologie betrieben.</p>	Ergänzung bestehender Anwendung
	<p>Luftqualitätsmessung:</p> <p>Ein hochentwickeltes Beobachtungsnetz für Luftschadstoffe ist vorhanden, die Zusammenarbeit mit den Kantonen und Städten ist eingespielt. Grosses Potenzial, wenn Missionen von Sentinel-3 und 5 in vollem Betrieb sind.</p>	Ergänzung bestehender Anwendung
	<p>Ausmassanalyse von Überschwemmungen oder Sturmschäden:</p> <p>Satellitenbasiertes Rapid Mapping eignet sich in der Schweiz vor allem bei nationalen und daher seltenen Ereignissen (Sturmschäden, Grosslawinen, Waldbrände, Erdbeben). Rapid Mapping-Anwendungen im Ausland (Katastrophenhilfe) werden teilweise bereits heute eingesetzt, könnten aber in Zukunft noch bessere Dienste leisten.</p>	Ergänzung bestehender Anwendung


Bild	Beschreibung	Typ
	<p>Erneuerbare Energie</p> <p>Die satellitenbasierte Erdbeobachtung könnte bei Wahl geeigneter Standorte für Windenergieanlagen im Inland und Offshore dienen. Die Messung von Windaufkommen gehört zu den Kriterien für die Identifikation guter Standorte und kann mittels Erdbeobachtung durchgeführt werden.</p>	Ergänzung, Neu

Tabelle 4: Potentielle Anwendungen in der Schweiz

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit bieten sogenannte Data Cubes (Abbildung 3)⁵. Darin werden satellitengestützte Messungen über Raum und Zeit gesammelt. Anwender können für einen bestimmten Ort die Entwicklung eines Parameters abfragen. Damit unterscheiden sich Data Cubes von der herkömmlichen, bildbasierten Art, wie Benutzer auf Erdbeobachtungsdaten zugreifen und diese auswerten.

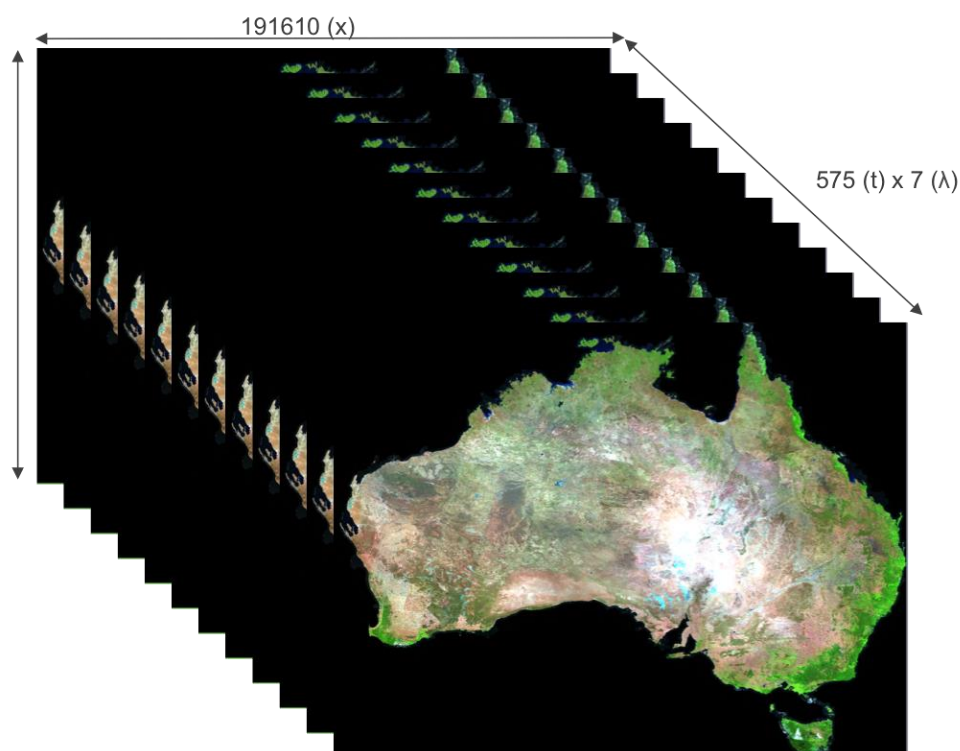


Abbildung 3 Der Data Cube von Australien wurde von Geoscience Australia erstellt. Er beinhaltet Landsat 5 und 7-Daten über einen Zeitraum von 15 Jahren (Bildquelle: <http://nci.org.au/2013/12/11/data-cube-future-earth-observation/>).

5 Video mit weiteren Informationen unter <https://www.youtube.com/watch?v=AYB5Sw80Vfs>

UN Environment/GRID-Geneva hat zusammen mit verschiedenen Partnern und unterstützenden Organisationen⁶ einen Prototypen eines Data Cubes auf Basis von Landsat-Daten für die Schweiz bereitgestellt⁷. Damit hat das Konsortium die Arbeiten von Geoscience Australia fortgeführt. Im Moment laufen Gespräche, wie ein solcher Schweizer Data Cube operationell betrieben werden kann.

6 Partnerorganisationen: Bundesamt für Umwelt BAFU, Universität Genf, UN Environment. Unterstützende Organisationen: Geoscience Australia, CEOS, Sekretariat der Group on Earth Observations (GEO)

7 <http://sdc.unepgrid.ch>

4. Fragebogen/Selbst-Check

Der vorliegende Selbst-Check dient der Identifikation des Potenzials für die Anwendung von satellitenbasierter Erdbeobachtung für behördliche Aufgaben anhand einer Selbsteinschätzung. Er setzt voraus, dass mindestens die Einführung (Kapitel 1, Willkommen bei diesem Leitfaden) sowie das Modul 1 (Kapitel 2, Satellitenbasierte Erdbeobachtung kurz erklärt) im Vorfeld studiert wurden.

Im Zentrum des Fragebogens steht die konkrete Aufgabenstellung, welche einen Raumbezug hat und heute bereits wahrgenommen wird. Dabei kann der heutige Lösungsweg sehr unterschiedlich sein, und auch die bisher benutzten Daten- und Informationsquellen können unterschiedlicher Natur sein.

Begriffe

Im Fragebogen wird einfachheitshalber für jegliche Arten der Datenerhebung der Begriff „System“ verwendet. Beispiele: Fragebogen, Beobachtungen im Feld, stationäre oder mobile Sensoren, Vermessung, Photogrammetrische Auswertung.

Die Datenerhebung dient direkt oder indirekt einem Datenprodukt, wofür einfachheitshalber der Begriff «Produkt» verwendet wird. Beispiel: Statistik, Karte, Simulation, Prognose.

Bevor Sie mit dem Ausfüllen des Selbst-Checks beginnen: Bitte vergegenwärtigen Sie sich Ihr heutiges «System» und Ihr heutiges «Produkt» gemäss obenstehender Beschreibung.

Die Fragen sind in drei Teile gegliedert: Teil 1 bezieht sich auf das heutige System, Teil 2 fragt nach verschiedenen Faktoren, die eine Optimierung des heutigen Systems auslösen könnten und Teil 3 bezieht sich auf ein optimales zukünftiges System.

Auswertung

In diesem Dokument sind nur die Fragen für den Selbst-Check dargestellt. Für eine Auswertung, d.h. die Beantwortung der Frage, wie hoch das Potenzial für die Anwendung von satellitenbasierter Erdbeobachtung für das «heutige System» ist, müssen die Fragen online beantwortet werden unter

<http://www.erdbeobachtung.ch/questionnaire>

4.1 Angaben zum System

Bitte wählen Sie aus der folgenden Auswahl das für Ihr Anwendungsbeispiel, also Ihr System, am besten passende Themengebiet aus:

- Verkehr und Transport
- Bau und Immobilien
- Sicherheit
- Klima und Energie
- Umweltschutz und -beobachtung (inkl. Naturgefahren)
- Landwirtschaftliche Erzeugnisse und Nahrungsmittel
- Handel
- Rohstoffe und industrielle Produktion
- Landesvermessung
- Zivilschutz und humanitäre Hilfe
- Öffentliches Gesundheitswesen
- Stadt- und Regionalplanung
- Anderes

4.2 Teil 1: Heutiges System

Die Fragen in diesem Teil beziehen sich auf das Produkt des **heutigen Systems**. Bei allen Fragen stehen fünf mögliche Antworten zur Auswahl. Diese haben keine direkte Bedeutung für die Bestimmung der Eignung für die Anwendung von satellitenbasierter Erdbeobachtung. Sie dienen jedoch als Basis für den Vergleich mit einem optimalen zukünftigen System und tragen damit indirekt zur Beurteilung bei.

Es soll die jeweils am besten passende Antwort ausgewählt werden.

Frage 1.1: Was bildet die Grundlage im Sinne einer Gesetzgebung, Vereinbarung oder eines Beschlusses für die Erstellung des heutigen Produkts?

1	2	3	4	5
Keine klare Grundlage	Kommunale Grundlage	Kantonale oder interkommunale Grundlage	Nationale oder interkantonale Grundlage	Internationales Abkommen oder Vereinbarung

Frage 1.2: Welchen Ursprung hat die wichtigste Datenquelle, aus der das Produkt erstellt wird?

1	2	3	4	5
keine Antwort möglich	Versand eines Fragebogens	Vor-Ort-Erhebung durch Beobachtung, Vermessung, Zählung	Analyse von Daten aus Messstellen	Messung aus der Distanz (Drohnen, Flugzeug, Satellit)

Frage 1.3: In welcher räumlichen Auflösung ist das Produkt verfügbar?

1	2	3	4	5
keine Antwort möglich	<=1 m	>1 m bis 10 m	>10 m bis 100 m	>100 m

Wählen Sie die Kategorie, welche Ihr heutiges System am besten beschreibt. Falls es sich nicht um eine flächendeckende Erhebung handelt, wählen Sie «keine Antwort möglich».

Frage 1.4: Welche räumliche Abdeckung hat das Produkt, bezogen auf das Hoheitsgebiet der Institution (Gemeinde-, Kantons- oder Bundesgebiet)?

1	2	3	4	5
Teilgebiete des Hoheitsgebietes	Das eigene Hoheitsgebiet	Das eigene sowie benachbarte Hoheitsgebiete der gleichen Staatsebene	Das eigene sowie weitere (auch nicht benachbarte) Hoheitsgebiete der gleichen Staatsebene	Das eigene Hoheitsgebiet sowie grössere Fremdgebiete, z.B. das komplette Hoheitsgebiet einer höheren Staatsebene

Frage 1.5: In welchem zeitlichen Abstand werden die wichtigsten Eingangsdaten des Produkts erhoben?

1	2	3	4	5
<= 1 Stunde	>1 Stunde bis <=1 Tag	>1 Tag bis <=1 Monat	>1 Monat bis <=3 Jahre	>3 Jahre

Frage 1.6: Wie zeitnah kann auf das Produkt zugegriffen werden (zeitliche Differenz zwischen Datenerhebung und Produktverfügbarkeit)?

1	2	3	4	5
<= 1 Stunde	>1 Stunde bis <=1 Tag	>1 Tag bis <=1 Monat	>1 Monat bis <=3 Jahre	>3 Jahre

Frage 1.7: Über welche Kanäle wird das Produkt den Benutzern zur Verfügung gestellt?

1	2	3	4	5
Internes Papier	Öffentliche Webseite	Datensatz auf Anfrage/Bestellung	Datensatz zum Download	Daten-Service, der von anderen Systemen konsumiert werden kann (z.B. Web-Service)

Wählen Sie die «höchste» Kategorie, welche für Ihr Produkt zutreffend ist.

Frage 1.8: Welchen Aktualisierungsrhythmus hat das Produkt?

1	2	3	4	5
<= 3 Stunden	>3 Stunden bis <=3 Tage	>3 Tage bis <=3 Monate	> 3 Monate bis <=10 Jahre	>10 Jahre

Frage 1.9: Wie beurteilen Sie die inhaltliche Genauigkeit der Eingangsdaten des Produkts?

1	2	3	4	5
Regulatorische Vorschriften nicht erfüllt	Regulatorische Vorschriften erfüllt, aber eigene Ziele nicht erfüllt	Ziele resp. regulatorische Vorschriften teilweise erfüllt	Ziele resp. regulatorische Vorschriften erfüllt	Ziele resp. regulatorische Vorschriften übertroffen

4.3 Teil 2: Randbedingungen

Die Fragen in diesem Teil beziehen sich auf mögliche Randbedingungen, welche eine Erneuerung oder Erweiterung des heutigen Systems auslösen oder beeinflussen können. Sie sind mit ja/nein zu beantworten, wobei ein ja eine bessere Eignung für die Anwendung von satellitenbasierter Erdbeobachtung anzeigt und nein eine geringere Eignung.

Frage 2.1: Wurden neue Bedürfnisse erkannt, die über die aktuellen Vorschriften hinausgehen und vorsorglich beobachtet werden müssen?

Ja Nein

Frage 2.2: Sind neue regulatorische Anforderungen in Kraft oder in Aussicht, die genauere Datenerhebungen erfordern?

Ja Nein

Frage 2.3: Gibt es (weitergehende) Bestrebungen oder Verpflichtungen zur international harmonisierten Datenerhebung und/oder Bedarf an Auswertungen?

Ja Nein

Frage 2.4: Ist die Verfügbarkeit von Zeitreihen, also die Wiederholung der Erhebung in gleichmässigen Abständen und mit der gleichen Methode, wichtig?

Ja Nein

Frage 2.5: Wäre eine gegenüber dem heutigen System flächendeckendere Erhebung wünschenswert? (z.B. Ergänzung von Punktmessungen mit flächigen Aussagen)

Ja Nein

Frage 2.6: Gibt es Anwendungen oder Forschungsarbeiten im Themengebiet, die satellitenbasierte Erdbeobachtungssysteme verwenden?

Ja Nein

Die Abgrenzung von satellitenbasierten Erdbeobachtungssysteme ist in Modul 1 (Kapitel 2) erklärt. Satellitensysteme zur Positionsbestimmung (GPS, GLONASS; Galileo) gehören demnach nicht in diese Kategorie.

Frage 2.7: Gibt es Anwendungen oder Forschungsarbeiten im Themengebiet, die mit empirischen Messdaten automatisierte oder selbstlernende Auswertungen oder Vorhersagenerstellen?

Ja Nein

Frage 2.8: Erreicht das heutige System in den nächsten Jahren das Ende des Lebenszyklus (z.B. aufgrund ausstehender Software-Updates, Alter der Hardware oder fehlendem Support)?

Ja Nein

Frage 2.9: Werden Kürzungen des verfügbaren Budgets erwartet oder besteht Kostendruck?

Ja Nein

Frage 2.10: Hätte eine Systemänderung keine negativen Effekte (z.B. weniger anspruchsvolle, unattraktivere Arbeit) für die personellen Ressourcen, welche für das heutige System eingesetzt werden?

Ja Nein

Frage 2.11: Wäre eine allfällige stärkere Überwachung oder Beobachtung menschlicher Aktivitäten, welche mit einer Systemänderung einhergehen könnten, akzeptiert?

Ja Nein

4.4 Teil 3: Ein optimales System

Die Fragen in diesem Teil beziehen sich auf das Produkt eines **optimalen zukünftigen Systems**. Bei allen Fragen stehen fünf mögliche Antworten zur Auswahl. Den Antworten ist jeweils Zahlenwert zwischen 1 und 5 zugewiesen, wobei 1 eine kleine Eignung für die Anwendung von satellitenbasierter Erdbeobachtung anzeigt und 5 eine grosse Eignung.

Es soll die jeweils am besten passende Antwort ausgewählt werden.

Frage 3.1: Über welche räumliche Auflösung verfügt das optimale Produkt idealerweise?

1	2	3	4	5
keine Antwort möglich	<=1 m	>1 m bis 10 m	>10 m bis 100 m	>100 m

Falls es sich nicht um eine flächendeckende Erhebung handelt, wählen Sie «keine Antwort möglich».

Frage 3.2: Über welche räumliche Abdeckung verfügt das optimale Produkt idealerweise, bezogen auf das Hoheitsgebiet der Institution (Gemeinde-, Kantons- oder Bundesgebiet)?

1	2	3	4	5
Teilgebiete des Hoheitsgebietes	Das eigene Hoheitsgebiet	Das eigene sowie benachbarte Hoheitsgebiete der gleichen Staatsebene	Das eigene sowie weitere (auch nicht benachbarte) Hoheitsgebiete der gleichen Staatsebene	Das eigene Hoheitsgebiet sowie grössere Fremdgebiete z.B. das komplette Hoheitsgebiet einer höheren Staatsebene

Frage 3.3: In welchem zeitlichen Abstand werden die Eingangsdaten des optimalen Produkts idealerweise erhoben?

1	2	3	4	5
<= 1 Stunde	>1 Stunde bis <=1 Tag	>1 Tag bis <=1 Monat	>1 Monat bis <=3 Jahre	>3 Jahre

Frage 3.4: Wie zeitnah kann auf das optimale Produkt idealerweise zugegriffen werden (zeitliche Differenz zwischen Datenerhebung und Produktverfügbarkeit)?

1	2	3	4	5
<= 1 Stunde	>1 Stunde bis <=1 Tag	>1 Tag bis <=1 Monat	>1 Monat bis <=3 Jahre	>3 Jahre

Frage 3.5: Über welche Kanäle wird das optimale Produkt idealerweise den Benutzern zur Verfügung gestellt?

1	2	3	4	5
Internes Papier	Öffentliche Webseite	Datensatz auf Anfrage/Bestellung	Datensatz zum Download	Daten-Service, der von anderen Systemen konsumiert werden kann (z.B. Web-Service)

Wählen Sie die «höchste» Kategorie, welche für Ihr Produkt zutreffend ist.

Frage 3.6: Welchen Aktualisierungsrhythmus hat das optimale Produkt idealerweise?

1	2	3	4	5
<= 3 Stunden	>3 Stunden bis <=3 Tage	>3 Tage bis <=3 Monate	> 3 Monate bis <=10 Jahre	>10 Jahre

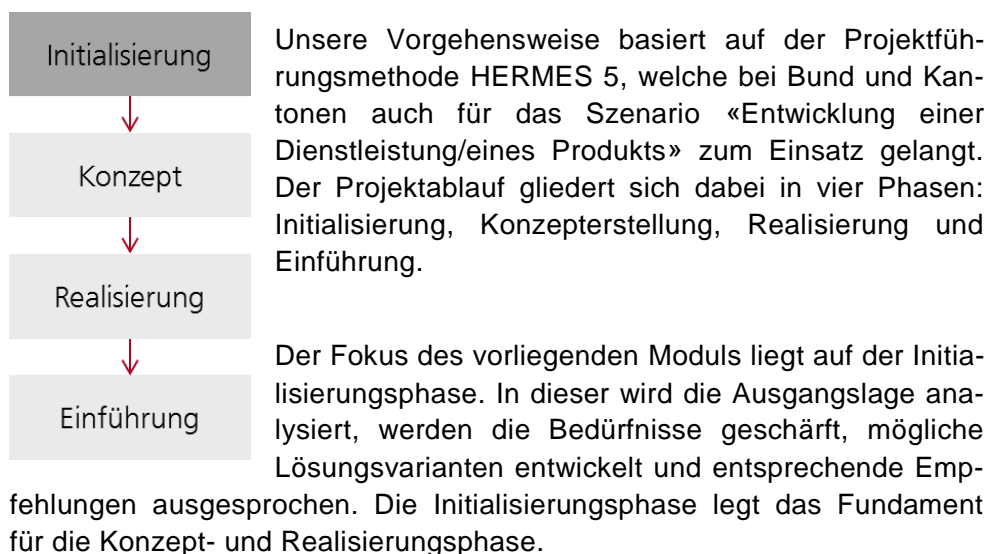
Frage 3.7: Welche inhaltliche Genauigkeit der Eingangsdaten des Produkts werden angestrebt?

1	2	3	4	5
Regulatorische Vorschriften nicht erfüllt	Regulatorische Vorschriften erfüllt, aber eigene Ziele nicht erfüllt	Ziele resp. regulatorische Vorschriften teilweise erfüllt	Ziele resp. regulatorische Vorschriften erfüllt	Ziele resp. regulatorische Vorschriften übertroffen

5. Initialisierung eines Projekts

Sehen Sie das Potenzial satellitenbasierter Erdbeobachtung und möchten Sie die Machbarkeit für den Einsatz dieser Technologie genauer analysieren? In diesem Modul wird beschrieben, welche Fragen Sie initial stellen sollten und wie Sie die Resultate in einer Studie zusammentragen können.

Das Kapitel setzt voraus, dass mindestens die Einführung (Kapitel 1, Willkommen bei diesem Leitfaden) und das Modul 1 (Kapitel 2, Satellitenbasierte Erdbeobachtung kurz erklärt) im Vorfeld studiert wurden. Ausserdem wird empfohlen, dass der Selbst-Check von Modul 3 (Kapitel 4, Fragebogen/Selbst-Check) durchgeführt wurde.



Die Initialisierungsphase kann in drei Teilschritte unterteilt werden:

- Ist-Zustand beschreiben
- Soll-Zustand beschreiben
- Lösungsvarianten erarbeiten und bewerten

Die folgenden Kapitel beleuchten diese Teilschritte jeweils anhand folgender Aspekte:

- Ziele
- Vorgehen und Schlüsselfragen
- Praktische Tipps für die Beantwortung der Schlüsselfragen

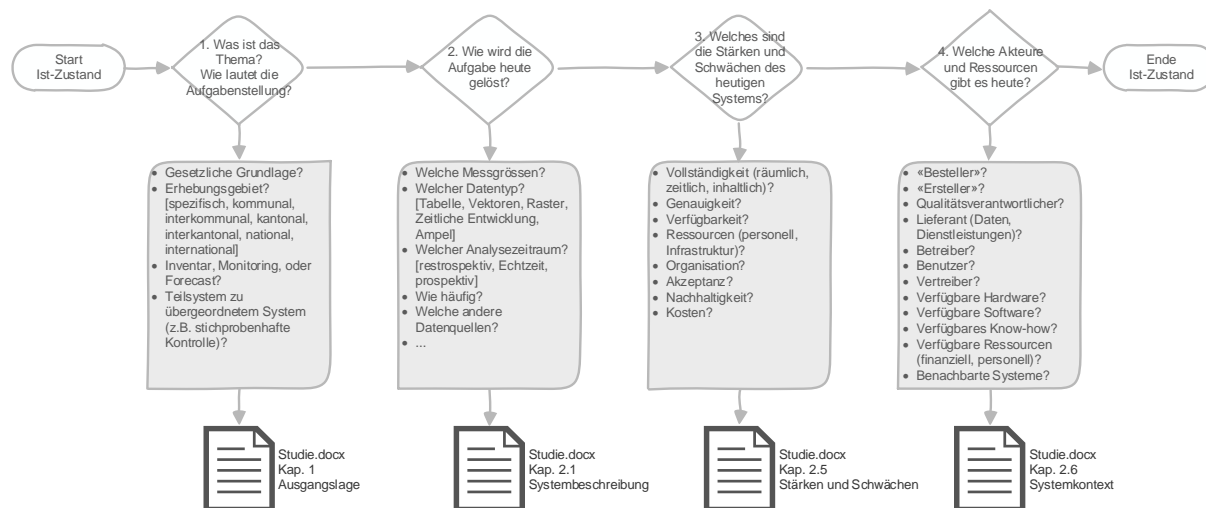
5.1 Ist-Zustand beschreiben

Ziele

Dieser Teilschritt beschreibt das bestehende System, für welches ein Interesse oder Potenzial für die Ablösung durch oder eine Ergänzung mit satellitenbasierter Erdbeobachtung besteht.

Vorgehen

Das Vorgehen richtet sich entlang von vier Schlüsselfragen. Die Antworten auf diese Fragen können in der HERMES-Vorlage «Studie» dokumentiert werden.



1. Was ist das Thema? Wie lautet die Aufgabenstellung?

Bei dieser Frage soll das Thema vorgestellt und die Aufgabenstellung beschrieben werden. Themen könnten sein: Verkehr, Energie, Stadt- und Regionalplanung, Umwelt etc. Es geht primär um die Beantwortung der Frage: Wer macht wo, was und warum?

Mögliche Aspekte, die adressiert werden können sind:

- Auf welcher gesetzlichen Grundlage oder Vereinbarung basiert das heutige System?
- Wie ist das Erhebungsgebiet definiert? Z.B. entlang einer administrativen Einheit (Gemeine, Kanton, gesamte Landesfläche)? Oder handelt es sich um ein spezifisches Untersuchungsgebiet (z.B. ein Naturschutzgebiet)?
- Handelt es sich um ein System zur Bestandaufnahme (Inventar), zur Überwachung (Monitoring) oder zur Vorhersage (Forecast)?
- Ist das bestehende System Teil eines Gesamtsystems? Z.B. wäre die «stichprobenhafte Überprüfung von Förderanträgen», welche mittels Formular durch Antragsteller eingereicht werden, ein Teilsystem zum Gesamtsystem «Auszahlung von Förderanträgen».

2. Wie wird die Aufgabe heute gelöst?

Bei dieser Frage sollen der Ablauf (organisatorisch) und die technische Umsetzung des bestehenden Systems beschrieben werden. Es geht primär um die Beantwortung der Frage: Wie wird es heute gemacht?

Mögliche Aspekte bei der organisatorischen Umsetzung sind:

- Wer ist für die Erhebung verantwortlich?
- Wer ist für die Verwaltung und Analyse der Erhebungsdaten verantwortlich?
- Wer ist für die Qualitätssicherung verantwortlich?
- Wer ist für die Publikation der Resultate verantwortlich?
- Wer liefert Daten, Dienstleistungen oder Infrastruktur?
- Wer ist für den Betrieb der Infrastruktur (Mess-, Datenverarbeitungs-, Vertriebs-Infrastruktur) verantwortlich?
- Wie ist der zeitliche Ablauf, von der Erhebung bis zur Publikation der Ergebnisse?

Mögliche Aspekte bei der technischen Umsetzung sind:

- Wie wird gemessen bzw. erhoben (z.B. Messstellen mit automatischer Übermittlung, Felderhebung, Fragebogen)?
- Welche Messgrößen werden erfasst?
- Welche Hilfsdaten (z.B. Kalibrierungsmessungen, Höhenmodell) werden verwendet?
- Handelt es sich um eine flächendeckende Erhebung (über das gesamte Erhebungsgebiet)? Um Einzelmessungen, welche anschliessend interpoliert werden? Um Einzelmessungen, welche spezifische Teilgebiete repräsentieren sollen? Um Stichproben (z.B. für die Kontrolle einer anderen Erhebungsmethode)?
- In welcher Form werden die Messdaten gehalten (tabellarisch, als Punkte/Linien/Flächen mit Attributen, als Rasterzellen, als Zeitreihe, als Ampelwerte)?
- Welcher Zeitraum wird analysiert? Z.B. Daten aus der Vergangenheit? Aktuelle Daten (z.B. vom heutigen Tag), mit dem Ziel, kurzfristig auf spezifische Sachverhalte zu reagieren? Aktuelle Daten mit dem Ziel, zukünftige Sachverhalte zu modellieren (Prognose)? Nur in gewissen Zeitperioden (z.B. Frühjahr)?
- Wie häufig wird heute gemessen? In regelmässigen Zeitabständen (sekündlich, stündlich, monatlich, ...)? Werden Zeitmittelwerte erfasst (z.B. Mittelwert über zehn-minütlich erfasste Daten)? An gewissen Tagen im Jahr? Oder «alle x Jahre»?

3. Welches sind die Stärken und Schwächen des heutigen Systems?

Mögliche Aspekte für Stärken oder Schwächen des aktuellen Systems könnten sein:

- Vollständigkeit: Kann mit dem heutigen System das gesamte Untersuchungsgebiet erfasst werden (z.B. auch entlegene Gebiete)? Kann die gesamte benötigte Zeitspanne für die Erhebung abgedeckt werden (z.B. auch im Winter)? Können sämtliche benötigten Parameter aufgenommen werden?
- Genauigkeit: Entspricht die Erhebungsgenauigkeit oder -differenzierung (inhaltlich) den Anforderungen? Genügt die räumliche Auflösung (Messdichte)? Genügt das Erhebungsintervall (zeitlich)?
- Verfügbarkeit: Stehen die Erhebungsergebnisse genügend schnell zur Verfügung?
- Ressourcen (personell, Infrastruktur): Sind die personellen Ressourcen (und das Know-how) vorhanden? Stehen Software und Hardware jetzt und zukünftig zur Verfügung?
- Organisation: Erlaubt die heutige Organisation eine effiziente Abwicklung der Erhebung?
- Akzeptanz: Sind die Erhebungsergebnisse akzeptiert? Ist die Weiterverwendung der Erhebungsergebnisse in der heutigen Form eingespielt? Ist die Vergleichbarkeit mit anderen Erhebungen gegeben?
- Nachhaltigkeit: Kann die Erhebungsmethode auch in 10 Jahren noch angewendet werden? Entspricht sie auch noch in 10 Jahren den Bedürfnissen?
- Kosten: Stehen die Kosten im Einklang mit dem Nutzen?

4. Welche Akteure und Ressourcen gibt es heute?

Folgende Akteure sind denkbar und sollten dokumentiert werden:

- Wer ist bei der Datenverarbeitung (von der Erhebung bis zur Publikation) involviert (siehe organisatorische Aspekte oben)?
- Wer ist der «Besteller» der Erhebung (mit finanzieller Verantwortung)?
- Wer sind die Nutzer der Daten und Informationen?

Weitere Ressourcen, die berücksichtigt werden müssen:

- Verfügbare Hardware (inkl. Messnetz)
- Verfügbare Software (z.B. für die Verwaltung und Analyse der Daten)
- Verfügbares Know-how
- Verfügbare Ressourcen (finanziell, personell)
- Benachbarte Systeme

5.2 Soll-Zustand beschreiben

Ziele

Dieser Teilschritt beschreibt das zukünftige (gewünschte) System.

Vorgehen

Das Vorgehen richtet sich entlang von vier Schlüsselfragen. Die Antworten auf diese Fragen können in der HERMES-Vorlage «Studie» dokumentiert werden.



1. Welcher Bereich des heutigen Prozesses soll verbessert werden?

Mögliche Aspekte, die verbessert werden sollen, ergeben sich üblicherweise aus den Schwächen der Ist-Analyse (siehe «3. Welches sind die Stärken und Schwächen des heutigen Systems?»). Denkbar sind:

- Räumliche Erweiterung einer Erhebung (z.B. in entlegenen Gebieten oder zum Füllen von Erhebungslücken).
- Zeitliche Verdichtung von bestehender Detailerhebungen (z.B. jährlich, statt nur alle sechs Jahre).
- Inhaltliche Verdichtung von bestehenden Detailerhebungen (z.B. Aufteilung der bisherigen Kategorien in Unterkategorien).
- Zusätzliche Information zur Erhöhung der Genauigkeit bestehender Erhebungen
- Schnellere Bereitstellung von Informationen (z.B. bei Ereignissen)
- Teilersatz von aufwändigen Felderhebungen.
- Plausibilisierung von anderen Erhebungen

2. Wie soll das System im Endzustand aussehen?

Bei dieser Frage sollen die inhaltlichen Ziele des (neuen) Systems definiert werden. Wichtig ist, dass dabei sämtliche Anspruchsgruppen berücksichtigt werden und diese die gestellten Ziele auch akzeptieren. In diesem Schritt ist deshalb eine Interaktion mit den verschiedenen Akteuren sehr empfehlenswert.

Die Ziele sollen nicht die Lösung beschreiben, sondern welche Wirkung mit der noch unbekanntem Lösung erreicht werden soll (z.B. Reduktion von ..., Erhöhung von ..., Verminderung ... usw.). Damit der Zielerreichungsgrad der verschiedenen Lösungen gemessen werden kann, sind die Ziele wenn immer möglich zu operationalisieren. Dazu gehören insbesondere folgende Elemente:

- Zielinhalt bzw. Zieleigenschaft: WAS soll erreicht werden?
- Zielausmass: WIEVIEL soll erreicht werden?
- Zeitbezug: WANN soll es erreicht werden?
- Ortsbezug: WO soll es wirksam werden?

3. Was sind terminliche, finanzielle oder organisatorische Rahmenbedingungen?

Bei dieser Frage sollen die Vorgehensziele des (neuen) Systems definiert werden. Es gelten grundsätzlich die gleichen Hinweise wie bei der Frage «2. Wie soll das System im Endzustand aussehen?». Die Vorgehensziele können folgende Aspekte adressieren:

Terminlich

- Bis wann sollen die Resultate aus dem neuen System vorliegen?

Finanziell

- Wie teuer dürfen die Erhebung der Daten bzw. die Entwicklung des Produkts sein (Investitionskosten)?
- Wie hoch dürfen die Kosten für die Aktualisierung des Produkts oder des Betriebs eines Systems (Betriebskosten) sein?

Organisatorisch

- Nach welcher Projektführungsmethode soll das Projekt abgewickelt / das Produkt entwickelt werden (z.B. Hermes 5)?
- In welchen Etappen soll das Projekt bzw. die Produktlieferung unterteilt werden? Z.B. Pilotgebiet, anschliessend Realisierungseinheiten.
- Wie soll der Auftraggeber oder andere Beteiligte (z.B. Hochschule, Betreiber) in den Entwicklungsprozess eingebunden werden?

Technisch

- Welche Rahmenbedingungen müssen für die Aufnahmen erfüllt werden (z.B. minimal zulässiger Sonnenstand, Anforderungen an Witterung, Zeitraum der Datenerhebung)?

4. Welche Anforderungen soll das System im Endzustand erfüllen?

Bei dieser Frage sollen die Anforderungen an das (neue) System erhoben werden. Wichtig ist, dass nur die Anforderungen an das Endprodukt und nicht an die verwendete Technologie definiert werden. Anforderungen können z.B. wie folgt gegliedert werden:

Anforderungen an die Geschäftsorganisation:

beschreiben die Funktionalität bzw. die Rolle des Systems aus Sicht der Geschäftsorganisation.

- Wie soll die Interaktion zwischen dem System und dem Nutzer ablaufen?
- Welche Schritte sind automatisiert?
- Wie soll die Überprüfung der Datenqualität erfolgen?
- Wie soll das Produkt den Nutzergruppen zugänglich gemacht werden?

Funktionale Anforderungen:

beschreiben das Datenprodukt.

- Welche inhaltliche Qualität des Produkts wird erwartet (Attribute, Klassen, Messgenauigkeit)?
- Welche räumliche Auflösung muss das Produkt haben (z.B. Rastergröße, Anzahl Messpunkte)?
- Welche geometrische Genauigkeit (Lage, Höhe) ist erforderlich?
- Welche Aktualisierungshäufigkeit wird erwartet?
- Auf welchem Perimeter soll sich das Produkt beziehen?
- In welchem Zeitraum (z.B. Jahreszeit, Tageszeit) soll die Erhebung durchgeführt werden?

Für funktionale Anforderungen kann auch die Strukturierung nach ISO 19113 herangezogen werden (Abbildung 4).

Qualitätselement	Qualitätsunterelement
Vollständigkeit	Untervollständigkeit
	Übervollständigkeit
Logische Konsistenz	Konsistenz auf konzeptioneller Ebene
	Einhaltung von Wertebereichen
	Formatkonsistenz
Lagegenauigkeit	Topologische Konsistenz
	Absolute Genauigkeit
	Relative Genauigkeit
	Genauigkeit von Gitter- und Rasterdaten
Zeitliche Genauigkeit	Genauigkeit einer Zeitmessung

	Konsistenz der Chronologie
	Gültigkeit von Zeitangaben
Thematische Genauigkeit	Richtigkeit der Klassifizierung
	Richtigkeit von nicht-quantitativen Attributen
	Genauigkeit von quantitativen Attributen

Abbildung 4: Strukturierung der funktionalen Anforderungen nach ISO 19113.

Nicht-funktionale Anforderungen:

beschreiben die Qualitätsanforderungen an das System und dessen Produkte (wie gut es sein muss) und die Rahmenbedingungen in denen das System funktionieren bzw. das Produkt Nutzen stiften soll.

- In welchem Bezugssystem, in welchen Liefereinheiten und in welchem Format soll das Produkt abgegeben werden?
- Welche Anforderungen bestehen bezüglich der Dokumentation der Erhebungsmethode bzw. des Produkts?
- Welche Anforderungen bestehen bezüglich der Kompatibilität des Produkts zu anderen Erhebungen?

Für nicht-funktionale Anforderungen kann auch die Strukturierung nach ISO 25000 herangezogen werden (Abbildung 5).

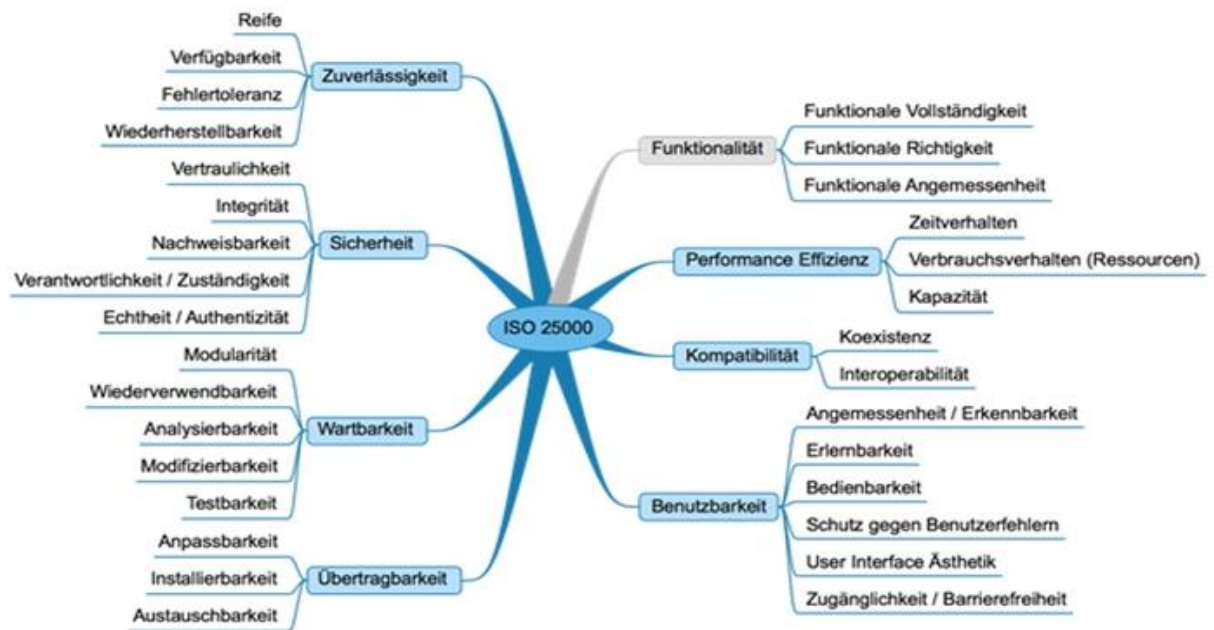


Abbildung 5: Strukturierung der nicht-funktionalen Anforderungen nach ISO 25000.

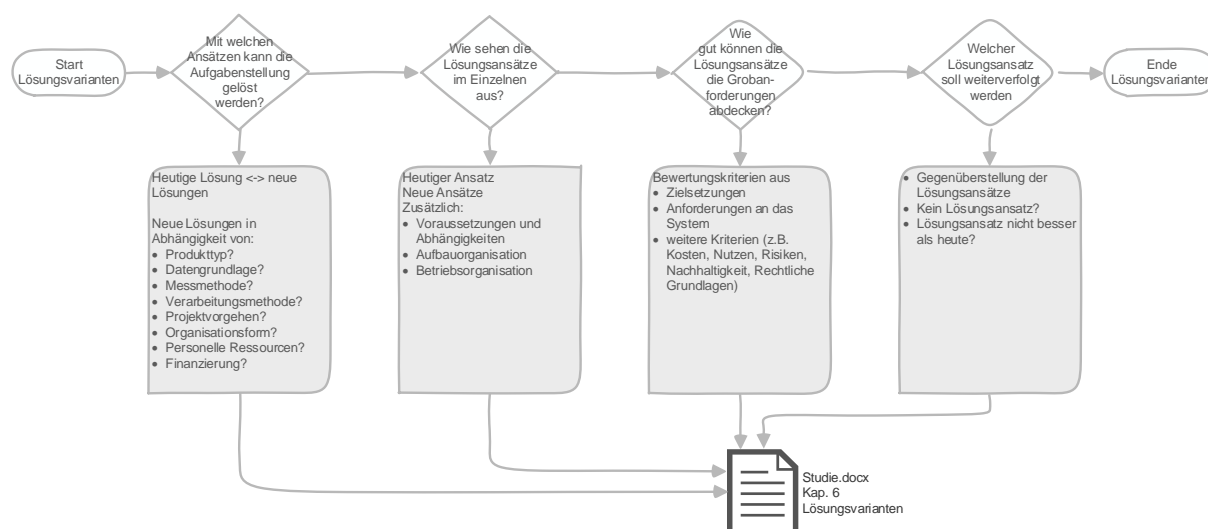
5.3 Lösungsvarianten erarbeiten und bewerten

Ziele

Dieser Teilschritt identifiziert verschiedene Lösungsmöglichkeiten, mit welchen die Grobanforderungen erfüllt werden können. Die Lösungsmöglichkeiten werden kurz beschrieben und einander gegenübergestellt. Schliesslich wird eine Empfehlung ausgesprochen, welche Lösungsvariante im Rahmen der Konzeptphase vertieft werden sollte.

Vorgehen

Das Vorgehen richtet sich entlang von vier Schlüsselfragen. Die Antworten auf diese Fragen können in der HERMES-Vorlage «Studie» dokumentiert werden.



1. Mit welchen Ansätzen kann die Aufgabenstellung gelöst werden?

Bei dieser Frage sollen Lösungsansätze identifiziert werden, welche in der Lage sind, die Aufgabenstellung (gemäss Grobanforderungen) zu erfüllen.

Der heutige Lösungsansatz wird häufig als Variante 0 in die Überlegungen mit aufgenommen und kann als «Benchmark» verwendet werden. Die Lösungsansätze können sich in verschiedenen Bereichen unterscheiden:

- Produkttyp (Voll- oder Teilablösung eines bestehenden Systems, Ergänzung eines bestehenden Systems, Neuentwicklung)
- Datengrundlage (z.B. Befragung, Beobachtung, Messung)
- Messmethode (z.B. stichprobenhaft oder flächendeckend; terrestrisch, flugzeuggestützt oder satellitengestützt)
- Verarbeitungsmethode (z.B. manuell, semi-automatisch, vollautomatisch)
- Projektvorgehen (z.B. Proof-of-Concept, Pilotprojekt, Teilgebiete)

- Organisationsform (Verantwortlichkeiten für Erhebung, Verwaltung und Analyse, Qualitätssicherung, Publikation der Resultate; Betrieb der Infrastruktur)
- Personelle Ressourcen (z.B. mit Spezialisten der eigenen Organisationseinheit, mit Spezialisten anderer Organisationseinheiten, mit einer Hochschule, mit externen Dienstleistern oder in Partnerschaft)
- Finanzierungsmöglichkeiten oder –strategien

Die grosse Anzahl Bereiche, welche variiert werden kann, kann schnell zu einer sehr (zu) grossen Anzahl Lösungsvarianten führen. Die ausgewählten Lösungsvarianten sollen sich eher grundlegend unterscheiden und den Lösungsraum möglichst breit abdecken. Mehr als fünf Varianten haben sich in der Praxis selten bewährt.

2. Wie sehen die Lösungsansätze im Einzelnen aus?

Bei dieser Frage sollen die identifizierten Lösungsansätze beschrieben werden.

Die Beschreibung adressiert in der Regel die in Frage 1 aufgeführten Punkte, entsprechend der Dimension, in welchen sich die Lösungsvarianten unterscheiden. Zusätzlich sollten folgende Aspekte beschrieben werden (weil sie häufig vergessen gehen):

- Voraussetzungen und Abhängigkeiten
- Aufbauorganisation
- Betriebsorganisation

3. Wie gut können die Lösungsansätze die Grobanforderungen abdecken?

Bei dieser Frage werden die einzelnen Lösungsansätze bewertet und einander gegenübergestellt.

Mögliche Bewertungskriterien ergeben sich aus

- den Zielsetzungen (gemäss Soll-Zustand)
- den Anforderungen an das System (gemäss Soll-Zustand)
- weitere Kriterien, sofern diese nicht in den Zielsetzungen und Anforderungen ohnehin berücksichtigt sind (z.B. Kosten, Nutzen, Risiken, Nachhaltigkeit, Rechtliche Grundlagen)

4. Welcher Lösungsansatz soll weiterverfolgt werden

Die Antwort aus dieser Frage ergibt sich aus der Gegenüberstellung der einzelnen Lösungsansätze.

Natürlich ist es auch denkbar, dass kein Lösungsansatz die Ziele erreichen oder die Anforderungen erfüllen kann. In diesem Fall muss geprüft werden,

ob einzelne Ziele oder Anforderungen gelockert werden können. Wenn nicht, ist die Machbarkeit nicht gegeben.

Es kann auch sein, dass kein Lösungsansatz besser bewertet wird als das heutige System. In diesen Fall lautet die Empfehlung, das Projekt nicht weiterzuverfolgen und gegebenenfalls in einigen Jahren wieder neu zu beurteilen.