



GAFAG

 **esri** Deutschland
con•terra

Nutzung von GMES Diensten in der öffentlichen Verwaltung

Studie zur zukünftigen Nutzung der GMES-Daten und –Diensten in Bayern

- beauftragt vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur,
Verkehr und Technologie (StMWIVT) –

Dr. Uwe Voges
con terra GmbH

- GAF AG, Esri Deutschland und con terra haben Mitte 2012 eine Studie zur zukünftigen Nutzung von GMES-Daten und -Diensten im staatlichen Bereich in Bayern durchgeführt:
 - für das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT)
- Ausgangssituation war die Erkenntnis, dass GMES von möglichen Anwendern noch nicht angemessen wahrgenommen wird:
 - Bedeutung und Vorteile in Bay. Verwaltung nicht ausreichend bekannt
- Für GMES werden 3,2 Milliarden Euro in Infrastruktur investiert – aber nur 107 Millionen Euro in operative Dienste
- StMWIVT wollte mit dieser Studie stärker auf Nutzerbedürfnisse zielen

Konkrete Ziele der Studie:

- **GMES Nutzenpotenzial für staatliche Aufgaben** aufzeigen
- **Identifikation und Spezifikation von Verfahren auf Grundlage von zukünftigen GMES-Angeboten**
 - **Identifikation eingesetzter EO Verfahren** in bayerischen Behörden
 - Analyse und Bewertung der Verfahren hinsichtlich Verbesserungspotential durch GMES
 - **Identifikation konventioneller (nicht EO) Verfahren**, die sich durch GMES Verfahren ersetzen oder ergänzen lassen
 - Mehrwert gegenüber konventionellen Verfahren
 - **Definition von möglichen Pilotprojekten**
- Ergebnisse funktional umsetzbar

- **GMES (Global Monitoring for Environment and Security)**

- Europäische Initiative für Erdbeobachtung und Dienstleistungen der Geoinformation



- **GMES Infrastruktur:**

- Sentinel Satelliten (ab 2013)
- Contributing Missions (Satellitendaten)
- In-Situ Daten

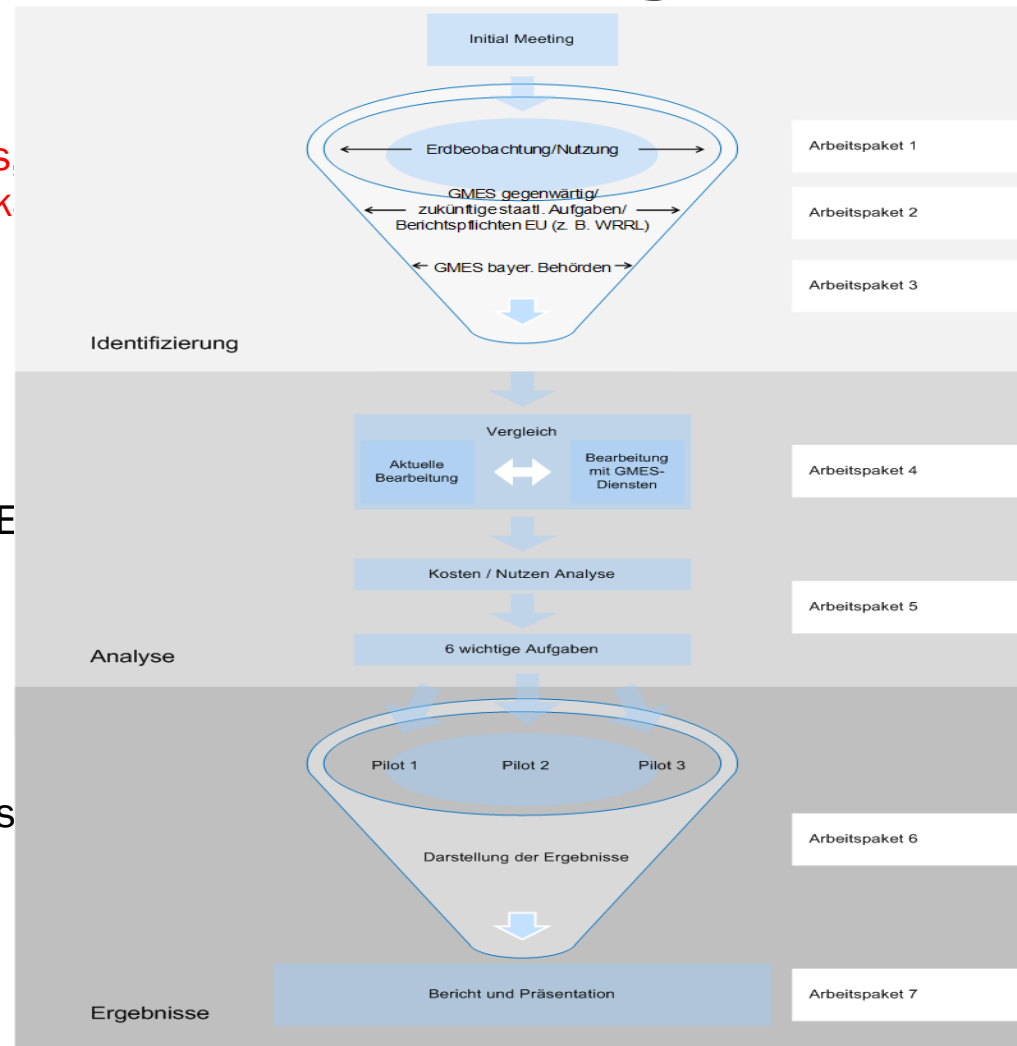
- **GMES Kerndienste:**

- Landüberwachung
- Überwachung der Meeresumwelt
- Überwachung der Atmosphäre
- Überwachung des Klimawandels
- Katastrophen- und Krisenmanagement
- Sicherheit

- 5 Weltraummissionen - „Sentinels“ (Wächter) – für GMES
 - **Sentinel-1 (ab 2013)**
 - Radar-Aufnahmen (SAR, C-Band (Kontinuität zu: ERS und Envisat).
 - Auflösung bis zu 5m x 5m bei 80 km Schwadbreite
 - **Sentinel-2 (“Superspectral”, ab 2013):**
 - Hochauflösende, multispektrale Aufnahmen im optischen Bereich und nahen IR (Kontinuität zu Landsat und SPOT)
 - ~~13 Spektralkanäle, bis zu 10m Auflösung, 290km Schwadbreite~~
 - **Sentinel-3 (“Ocean”, ab 2013):**
 - Meeresüberwachung
 - Multispektrale Aufnahmen mit 500 bis 1000 m Bodenauflösung
 - **Sentinel-4 (“Atmosphere”, ab 2017)**
 - Überwachung der Atmosphäre (Auflösung 8 km)
 - **Sentinel-5 (“Atmosphere”, ab 2019)**

- Die **Untersuchung erfolgte auf Basis bereits durchgeführter Studien:**
 - Geodatenbedarfserhebung des Bundes
 - Geodaten der Bundesverwaltung
- Identifikation von Fachexperten - fortlaufend
- Kommunikation mit internen und externen Experten mit Fokus auf die Entwicklung von GMES Verfahren und Pilotprojekten
- **Identifikation Bayerischer Staatsministerien**
 - **Identifikation von möglichst zahlreichen Verfahren** in Abstimmung mit Vertretern der jeweiligen Ministerien

- **Strukturierte Prozessanalyse** für besonders umsetzungsrelevante Verfahren mit folgenden Inhalten:
 - Kurze **Beschreibung des Problems**
 - Darstellung der **Kerncharakteristik**
 - Genaue **Spezifikation des Ziels** sowie etwaiger Teil-Ziele
 - **Konventionelles Vorgehen** zur Erreichung der (Teil-)Ziele
 - **Spezifikation GMES Verfahren**
 - Kurze Beschreibung der GME basierten Lösung
 - Datengrundlage
- **Wirtschaftlichkeitsanalyse** durch Identifikation von Kenngrößen (**Key Performance Indicators (KPI)**), die das **qualitative Leistungsspektrum** der Anwendungen beschreiben
 - KPIs lassen sich gruppieren zu:
 - Qualität
 - Strategie
 - Externer Nutzen



- Ergebnisse
 - **23 GMES-relevante Verfahren** innerhalb der bayerischen Behörden
 - Davon **17 Kurzbeschreibungen**
 - **6 Detailanalysen**
 - **Selektionskriterien** für die Verfahren:
 - **Datenqualität** der GMES Dienste
 - **Relevanz** innerhalb der Behörde
 - Unterstützung durch Fachexperten
 - **Operative Umsetzbarkeit**
 - Jeweils **aus folgenden Ministerien**
 - StMWIVT: Drei Verfahren, davon zwei Detailanalysen
 - StMUG: Drei Verfahren, davon eine Detailanalyse
 - StMELF: 15 Verfahren, davon zwei Detailanalysen
 - StMI: Zwei Verfahren

Verfahrensübersicht

#	Verfahren	Analysetiefe	Pilotprojekt
<u>StMWIVT</u>			
1	<u>Subsidenzmonitoring im Altbergbau</u>	Detailanalyse (KPI)	x
2	Georisiken (Muren/Felsstürze)	Detailanalyse (KPI)	x
3	<u>Subsidenzmonitoring infolge von Geothermieprojekten</u>	Kurzbeschreibung	
<u>StMUG</u>			
4	Futtermittelsicherheit	Detailanalyse (KPI)	
5	Landnutzungsänderung	Kurzbeschreibung	
6	Luftqualität	Kurzbeschreibung	
<u>StMELF</u>			
7	Grünfuttermittelertragsabschätzung	Detailanalyse (KPI)	x
8	Unterstützung der Waldzustandserhebung durch die flächenhafte Erfassung von Vitalitätsveränderungen	Detailanalyse (KPI)	x
9	<u>Erosionsmonitoring</u>	Detailanalyse	
10	Monitoring Gewässerschutz	Kurzbeschreibung	
11	Bundeswaldinventur	Kurzbeschreibung	
12	Waldtypen	Kurzbeschreibung	
13	Monitoring der Binnengewässer	Kurzbeschreibung	
14	Identifikation von Moorflächen	Kurzbeschreibung	
15	Fruchtfolgeüberprüfung	Kurzbeschreibung	
16	Pflanzenschutz	Kurzbeschreibung	
17	Agrarstrukturen	Kurzbeschreibung	
18	Düngung (Stickstoff)	Kurzbeschreibung	
19	<u>Güllemonitoring</u>	Kurzbeschreibung	
20	Bewässerte Flächen	Kurzbeschreibung	
21	Solarflächen	Kurzbeschreibung	
<u>StMI</u>			
22	Großveranstaltungen	Kurzbeschreibung	
23	GMES Unterstützung für BOS Funk	Kurzbeschreibung	

KPI / Bewertung für das Verfahren
Qualitativer und organisatorischer Nutzen
Relevanz häufiger Datenaktualisierung ?
Ergebnisbereitstellung verbessert?
Ergibt sich auf Basis von GMES eine neue Anwendung ?
Nutzen durch Automation bestehender Anwendungen ?
Ergeben sich Kostenreduktionen ?
Flächendeckendes Monitoring relevant?
Synergieeffekte mit anderen Anwendungsfällen ?
Entscheidungsunterstützung verbessert ?
Strategischer Nutzen
Neue e-Government Dienstleistung ?
Werden zukünftige Vorschriften, Gesetze und EU-Verordnungen erfüllt ?
Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Bundesländern und im europäischen Vergleich?
Externer Nutzen
Ist ein Datenaustausch für externe Nutzer relevant ?
Einheitlicher Raumbezug ?
Geringere Aufbereitungszeit für das Verfahren ?
Nachvollziehbarkeit / Transparenz verbessert ?

- Problemstellung:
 - **Bergämter** in Bayern für **Gefahrenabwehr im Altbergbau** zuständig
 - Schätzungsweise ca. **4000 Altbergwerke** in Bayern
 - gelegentlich **Probleme durch Absenkungen der Tages-**
m pro Jahr) im Bereich aufgelasse-
 - **flächendeckende Überwachung aus personellen und Kostengründen nicht möglich**
 - **Laserscanning** (Digitales Gelände-Modell, 1m Auflösung, des LVG) kosten **80 € / qkm**
 - **Daten** in den letzten Jahren **einmal gewonnen**, keine **Aktualisierung** in absehbarer Zeit
 - **manuelle Auswertung** der aus 1 erzeugten Schummerungs- dauert ca 1h



Bergschaden auf dem Sportplatz von Kupferberg (Ofr.) - Der Bruch auf dem St. Veits-Schacht ist rund 30 Meter tief
Quelle: StMWIVT



Orthophoto Auerbach Oberpfalz

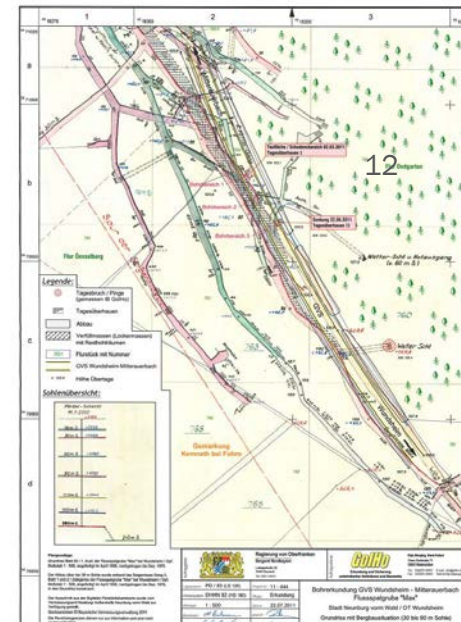
Quelle: Auszug aus dem BayernViewer (LVG)



- Ziel:
 - flächendeckendes Monitoring von Höhenveränderungen für ganz Bayern
 - besonders im Bereich Verkehrswege / Siedlungsgebiete
 - Erfassung der **Richtungen** (hoch/runter) und der **Höhen der Bewegungen** in den betroffenen Gebieten
 - Erfassung der **Geschwindigkeiten von Höhenänderungen** (in mm bis m / Jahr)
- Konventionelles Vorgehen:
 - **Bergschäden** werden i. d. R. durch **andere Behörden oder Bürger** zur Kenntnis gebracht
 - Gebiete werden zur **Gefahrenerkundung** begangen
 - **Schadensbeurteilung**: durch aufwendige Vermessungen
 - Anschließend: **geotechnisch-geologische Bewertung**.
 - Ergebnisse in Form von Berichten (z.B. **geotechnisch-markscheiderische Bewertung** (Abb.) und Karten
 - Anschließend werden Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit getroffen

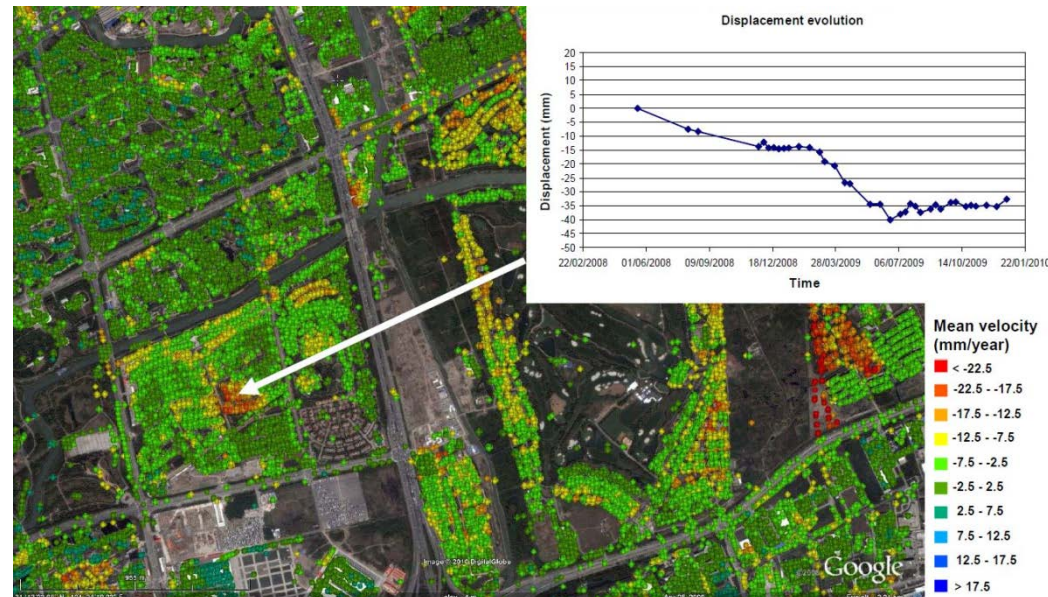


Vermessungsarbeiten an einem Altbergbau in Mainstockheim (Ufr.)
Quelle: StMWIVT



- GMES Verfahren

- Auf Basis **Radar Interferometrie**: Bestimmung geometrischer Änderungen der **Erdoberfläche zwischen Aufnahmepaaren** in zeitlicher Abfolge.
 - Über **längere Zeiträume** gemessen, lassen sich daraus **mittlere Beträge von Absenkungen/Ansteigen** und **Geschwindigkeiten** ermitteln.
 - **Bestimmt wird Deformationsbewegung an Punkten**, die als **stabile Reflektoren** wirken (z.B. Fels)
 - Grundsätzlich: zeitliche Abfolge der Radaraufnahmen an Dynamik der Phänomene anpassen
 - **mind. 2 Datensätze / Mon über Monate / Jahre**
 - **Methodenverifizierung** durch vermessene, statische **Radarreflektoren**
 - **hoher Automatisierungsgrad** des Prozesses durch **COTS** umsetzbar



■ Daten: Verwendbare satellitengestützte Radarsysteme

Mission	Beschreibung	Spezifikation	Aufnahmeintervall (<u>interferometrisch</u>)
Zielsystem im GMES-Rahmen			
Sentinel-1 (ESA)	Zwei-Satellitenkonstellation in finaler Ausbaustufe; Sentinel-1a Launch geplant 2013, Sentinel-1b Launch geplant 2014/2015 (TBD); Präzise Orbitpositionierung	Höchstaflösendes C-Band Radarsystem mit relevanten Aufnahmemodi: 1. <u>Stripmap</u> , 80km Aufnahmestreifen, 5m x 5m räumliche Auflösung 2. <u>Interferometric Wide Swath</u> , 250km Aufnahmestreifen, 5mx20m Auflösung	12 Tage ein Satellit 6 Tage zwei Satelliten
Contributing Missions:			
<u>CosmoSkymed</u> (Italien)	operationell verfügbar; 4-Satelliten Konstellation in Betrieb seit 2007; Konstellation wird fortgeführt im 4-Satellitenbetrieb über 2020 hinaus; sehr präzise <u>Orbitpositionierung</u>	höchstaflösendes X-Band Radarsystem mit relevanten Aufnahmemodi: 1. <u>Stripmap</u> , 40km Aufnahmestreifen, 3m x 3m räumliche Auflösung 2. <u>Spotlight</u> , 10km Aufnahmestreifen, 1m x 1m räumliche Auflösung 3. <u>Wide Region/ScanSAR</u> , 100km Aufnahmestreifen, 16mx16m Auflösung	variabel zwischen 1, 3, 4, 7, 8, 9, 11 Tagen
<u>TerraSAR-X</u> (Deutschland)	operationell verfügbar; Ein-Satelliten System; Höchste Präzision der Orbitpositionierung	höchstaflösendes X-Band Radarsystem mit relevanten Aufnahmemodi: 1. <u>Stripmap</u> , 30km Aufnahmestreifen, 3m x 3m räumliche Auflösung 2. <u>Spotlight</u> , 10km Aufnahmestreifen, 1m x 1m räumliche Auflösung 3. <u>ScanSAR</u> , 100km Aufnahmestreifen, 18mx18m Auflösung	fix bei 11 Tagen
<u>Radarsat-2</u> (Canada)	operationell verfügbar; Ein-Satelliten System; Präzise Orbitpositionierung	höchstaflösendes C-Band Radarsystem mit relevanten Aufnahmemodi: 1. <u>Fine</u> , 50km Aufnahmestreifen, 5.2m x 7.7m räumliche Auflösung 2. <u>Spotlight</u> , 18km Aufnahmestreifen, 1.6m x 0.8m räumliche Auflösung 3. <u>Standard</u> , 100km Aufnahmestreifen, 9m x 7.7m räumliche Auflösung 4. <u>Wide</u> , 150km Aufnahmestreifen, 13.5mx7.7m Auflösung	

- Aufnahmen im „Standardmodus“ der **Radarsysteme (3 – 5 m)**
- zeitliche Abfolge von **2 bis 4 pro Monat**, für ganz Bayern
- über einen **Zeitraum von mehreren Monaten oder Jahren**
- Kann im Falle von Extremereignissen zeitlich verdichtet werden (< 1Woche)

KPI / Bewertung für das Verfahren	Gering	Mittel	Hoch
Qualitativer und <u>organ.</u> Nutzen			
Relevanz häufiger Datenaktualisierung			X
Ergebnisbereitstellung verbessert?			X
Ergibt sich auf Basis von GMES eine neue Anwendung ?			X
Nutzen durch Automation bestehender Anwendungen?			X
Ergeben sich Kostenreduktionen ?			X
Flächendeckendes Monitoring relevant?			X
Synergieeffekte mit anderen Anwendungsfällen ?			X
Entscheidungsunterstützung verbessert?			X
Strategischer Nutzen			
Neue e- <u>Government</u> Dienstleistung ?	X		
Werden zukünftige Vorschriften, Gesetze und EU-Verordnungen erfüllt ?		<u>n.b.</u>	
Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Bundesländern und im europäischen Vergleich		X	
Externer Nutzen			
Ist ein Datenaustausch für externe Nutzer relevant ?			X
Einheitlicher Raumbezug ?			X
Geringere Aufbereitungszeit für das Verfahren ?			X
Nachvollziehbarkeit / Transparenz verbessert ?			X

- Problemstellung:
 - Eine Hauptaufgabe der für die Futtermittelüberwachung zuständigen Behörden in Bayern ist die Gewährleistung der **Futtermittelsicherheit**
 - Kontext: vorbeugender **Verbraucherschutz bei tierischen Lebensmittel**
 - Hierfür werden nach bestimmten risikoorientierten Kriterien Futtermittel (**Grünfutter**) **beprob**t und auf bestimmte **Kontaminanten untersucht**.
 - Für risiko- und zielorientierte Probenahme und Untersuchung stellt die **Identifizierung von durch Überschwemmungen oder durch atmosphärische Einträge (z.B. Staub) belastete Flächen** eine entscheidende Grundlage dar.
- Konventionelles Vorgehen:
 - Identifikation belasteter Flächen über **Erfahrungswerte und Daumenregeln**



Abb. 2: Beprobungsplan

Quelle: LGL

- Ziel:
 - Automatische Detektion von potentiell kontaminierten Flächen (z.B. staubgetragene Kontamination mit Rauchfahnen; Überschwemmungsgebiete)
- Verfahren
 - auf Basis GMES Daten automatisch Gebiete detektieren, die von atmosphärischen Einträgen oder durch Überschwemmung betroffen sind
 - Einbeziehung von Klimadaten (z.B. Niederschläge) um Grad der Kontamination festzulegen
 - Einbeziehung der aktuellen Flächennutzung
 - flächennutzungsspezifische Auswertung zur Festlegung des Zeitpunkts der Probenahme (z.B. Gras vs. Getreideaufwuchs)
 - Verschneidung mit Flurstücksdaten zur Definition der zu beprobenden Flurstücke
 - Ergebnisbereitstellung durch analoge Kartenform oder digitaler MapService

- Problemstellung:
 - **Energiewende** und **Eiweißoffensive** (Erhöhung des produzierten Eiweißanteils) in Bayern erfordern präzise **Kenntnis der erzielten Ernteerträge von Grünfuttermitteln**
 - bisherigen ungenauen Verfahren führen zu Schätzfehlern von bis zu 100%
- Ziel:
 - möglichst exakte, regionalisierte **Ertragsschätzung von Grünland**
 - Tagesgenaue **Ermittlung der Schnittzeitpunkte** von Grünland (Wiesen) sowie **Errechnung des Aufwuchses** zwischen zwei Schnitten mittels etablierter Modellrechnungen
 - Neue weiterführende Verfahren sollen sogar den **Aufwuchs** selbst per Radarsatelliten bestimmen oder Aussagen über den **Artenbestand** des Grünlandes ermöglichen.



Quelle: LfL

- Verfahren:
 - Ermittlung der **Schnittzeitpunkte** auf Basis von **GMES-Radardaten (Sentinel-1)**
 - Unterschiede der Oberflächeneigenschaften zwischen Radarbildern (vor und nach dem Schnitt) durch **Land Use Change Mapping** Verfahren bestimmen
 - **Aussage über eine Zustandsänderung** der speziellen Grünlandfläche treffen (**geschnitten** zwischen den beiden Aufnahmezeitpunkten)
 - Zuverlässige, wetterunabhängige Überwachung der Grünflächen
 - **Ermittlung von Ertrag und Qualität der Wuchsphasen zwischen den Schnitten durch Ertragsmodelle**
 - Vgl. z.B. Universität Kiel (Prof. Taube)
 - basierend auf Kombination von Witterungsdaten und Bestandsart
 - Mögliches Alternativverfahren (Forschung): Ermittlung der Biomasse zwischen den Schnitten über Radardaten
 - GMES-basierte Bestandserkennung zunächst optional
 - Hohe Komplexität
 - Entwicklung neuer Verfahren erforderlich (Forschung)

- Problemstellung:
 - **Waldzustandsbericht**
 - jährlich vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft herausgegeben
 - **Ergebnisse des forstlichen Monitorings** des Zustandes d Waldbäume in D
 - **„Vor-Ort“ Untersuchungen zur Vitalität (zum Zustand) einzelner Bäume**
 - geschehen auf Basis von **Stichproben**, deren Aussagen auf die Grundgesamtheit hochgerechnet werden
 - **Nachteil:**
 - **keine konkreten Aussagen über die Vitalität bestimmter Waldgebiete**
 - es fehlen Untersuchungen, die „in die Fläche gehen“
 - ist aber **notwendig, um auf Vegetationsstress möglichst schnell reagieren zu können.**



- Ziel:

- Mit **GMES-Daten** sind **Änderungen von Flächen über längere Zeitreihen der Aufnahmen** erfaßbar
 - Methodik: **Detektion der relativen Unterschiede** gleicher Objekte über die Zeit.
- Mit einem entspr Verfahren könnte man für Flächen z.B. eine Art **Frühwarnsystem** etablieren:
 - **Zustandsverschlechterung** bestimmter Gebiete
- Flächenhafte Änderungen könnten auch **zur Waldzustandserhebung beitragen**.
 - **Vor-Ort-Begehungen** können mit derartigen Ergebnissen als Input **gezielter** durchgeführt werden.



Borkenkäfernest

Quelle: Waldwissen.net, Autor Gerhard
Waas, Redaktion LWF Bayern

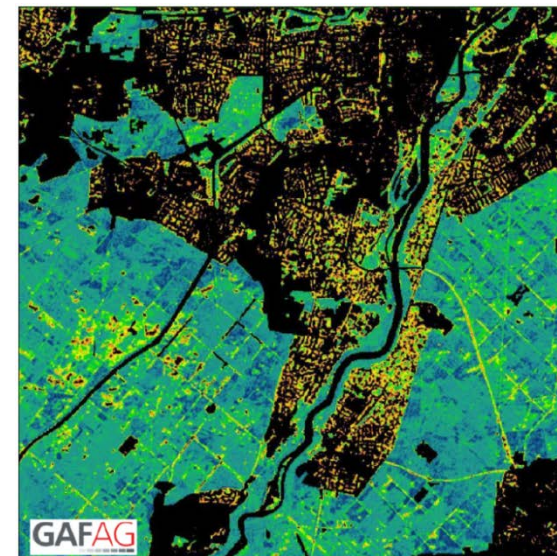
- Verfahren

- **auf Basis der GMES Kerndienste** sowie zusätzlicher sehr hoch und hochauflösender **Satellitendaten** werden **Veränderungen der Vitalität** im Rahmen von **Zeitreihen** detektiert

- **Abb.:** %-Anteil der baumbedeckten Fläche je Pixel
- Kerndienste basieren primär auf **IRS LISS** (20m Auflösung) Daten
- Abdeckungslücken: ergänzt mit **SPOT Daten oder RapidEye (5m)**
- für alle Kerndienste gibt es **mehrere Abdeckungen pro Jahr**

- **zukünftige Kerndienste** basieren primär auf **Sentinel 2** Daten
- Ihre weitere Veredelung zu Vitalitätsprodukten erfordert **Akquisition zusätzlicher EO Daten**

- Daraus werden **Kartenprodukte** erzeugt, die tendenzielle **Verbesserungen / Verschlechterungen der Vitalität** von Einzelbäumen oder Baumgruppen mit **Zeit- und Flächenbezug** anzeigen.



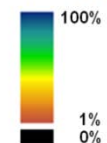
Tree Cover Density

Share of trees per pixel [0-100%]

Spatial Resolution: 20m

No Minimum Mapping Unit applied

Tree Cover Density



Produced using products © Antrix Corporation Limited
2009. Distribution by Euromap GmbH, Germany, all rights reserved. Provided under EC/ESA GSC-DA.

GMES Forstdienst „Tree Cover Density (Quelle: GAF AG)

- Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Ergebnisse müssen **verschiedenste Einflussfaktoren** (z.B. Einfluss der Atmosphäre, jahreszeitliche phänologische Veränderungen, Topographie, Schattenanteile) in der Prozesskette **berücksichtigt** werden

- Engagierte Unterstützung der Studie in bayerischen Behörden
- Großes Potential - 23 Verfahren mit GMES Relevanz identifiziert
 - davon 4 kurzfristig operativ umsetzbar
 - Vorteile gegenüber etablierten Verfahren (Qualität, Kosten)
 - Contributing Missions und In-Situ Daten derzeit bereits verfügbar
- Anwender erwarten nächste Schritte
- Kurzfristige Umsetzung der Pilotverfahren möglich:
 - Experten der bay. Behörden sind „im Thema“
 - > Zunächst detaillierte Projektspezifikation (Technologie, Kosten, Zeitplan)
 - Entwicklung / Anpassung der verwendeten Verfahren
 - Umsetzung für Testgebiete
 - Anschließend Operationalisierung