

Josef Aschbacher

Klimawandel aus der Satellitenperspektive

erschienen 06/2014 in der Broschüre „Nachhaltiger Klimaschutz“ des ÖBMV



Das Verständnis des Klimawandels ist eine der größten Herausforderungen für die Menschheit in diesem Jahrhundert. Auch wenn es Unsicherheiten über das Ausmaß der Klimaänderungen gibt, ist eindeutig erwiesen, dass unsere Welt sich erwärmt und dass dies schneller geschieht als jede andere Erwärmung in der Erdgeschichte. Dies könnte drastische Auswirkungen zur Folge haben, wie das Abschmelzen des Polareises, den Anstieg des Meeresspiegels, einen Mangel an Süßwasser und häufigere und stärkere Extremwetterereignisse, die beispielsweise zu Hochwasser oder Dürren führen können. Dies wird wiederum schwerwiegende Folgen für die Gesellschaft, die Umwelt und die Wirtschaft haben. Effektive Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen müssen ergriffen werden, um die Gefahren für Umwelt und Menschheit zu verringern. Allerdings beinhalten die Prognosen zum Klimawandel noch Unsicherheiten, und die Analyse der aktuellen Trends wird durch den Mangel an geeigneten Informationen beeinträchtigt.

Copernicus-Klimawandel-Service

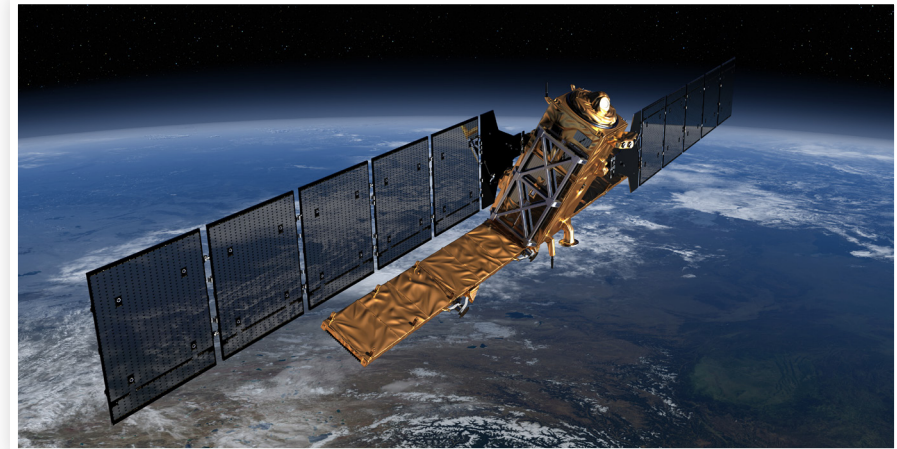
Das Copernicus-Programm der Europäischen Weltraumorganisation ESA stellt den europäischen Bürgern die weltweit anspruchsvollsten weltraumgestützten Dienste für Umwelt- und Sicherheitsanwendungen zur Verfügung. Copernicus liefert Angaben zu Landflächen, Ozeanen und der Atmosphäre, um die Gestaltung der Umwelt- und Sicherheitspolitik sowie den Bedarf einzelner Bürger und Diensteanbieter zu unterstützen. Der Klimawandel-Service

des Copernicus-Programms ist die Antwort auf die ökologischen und gesellschaftlichen Herausforderungen der vom Menschen verursachten Klimaänderungen. Der Dienst verschafft Zugang zu Informationen über die Überwachung und Vorhersagen des Klimawandels und soll damit helfen, den Klimaschutz zu unterstützen. Der Service wird von einem Netzwerk aus satellitengestützten Beobachtungen und Messungen unmittelbar vor Ort unterstützt. Weiters fließen darin Re-Analysen von Modellszenarien zum Weltklima, die auf einer Reihe von Klimaprognosen basieren, mit ein.

Das globale Klimabeobachtungssystem (GCOS) hat 50 Parameter, die als wesentliche Klimavariablen bekannt sind, identifiziert. Etwa die Hälfte dieser Parameter beruhen auf Satellitenbeobachtungen. Die Aufnahme zukünftiger Klimadaten hängt entscheidend von weltraumgestützten Beobachtungen ab.

Die Sentinel-Satelliten des Copernicus-Programms befassen sich mit der Mehrheit der satellitengestützten Parameter, einschließlich zum Beispiel:

- Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Meereseis, Eisschilde, Gletscher und Bodenfeuchte (Sentinel-1)
- Bodenbedeckung, Schneebedeckung, Flüsse und Seen, Gletscher und Eiskappen (Sentinel-2)
- Oberflächentemperatur von Meer, Land und Meeresspiegel, Farbe des Ozeans, der Wolkenoberhöhe und der Wolkendecken (Sentinel-3)



© ESA

Der Satellit Sentinel-1 misst Windgeschwindigkeit, Meereseis, Eisdecken, Gletscher und Bodenfeuchte.

- Kohlendioxid, Methan, Ozon und andere langlebige Treibhausgase sowie Aerosole (Sentinel-4, -5 und -5P)

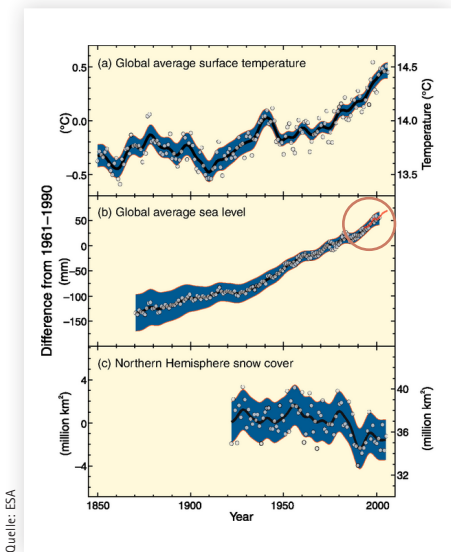
Satellitendaten bestätigen konventionelle Messungen

Der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change = IPCC), der von Tausenden von Wissenschaftlern aus der ganzen Welt auf freiwilliger Basis unterstützt wird, bietet in seinem Weltklimabericht eine regelmäßige Bewertung der neuesten Klimaerkenntnisse.

Abb. 1. aus dem Weltklimabericht zeigt die beobachteten Veränderungen (a) der globalen durchschnittlichen Oberflächentemperatur, (b) des globalen durchschnittlichen Meeresspiegels und (c) der Schneedecke der Nordhalbkugel von März bis April. Alle Werte sind von konventionellen Daten abgeleitet – bis auf die Messungen der Meeresoberfläche während der vergangenen 30 Jahre, die auf Satellitendaten basieren (roter Bereich im Kreis). Obwohl die relativ kurzen Aufzeichnungen von nur 30 Jahren immer noch ihre umfassende Verwendung in Klimamodellen verhindern, werden Satellitenbeobachtungen

gen angesichts ihrer Wirksamkeit mehr und mehr von Klimatologen hinzugezogen.

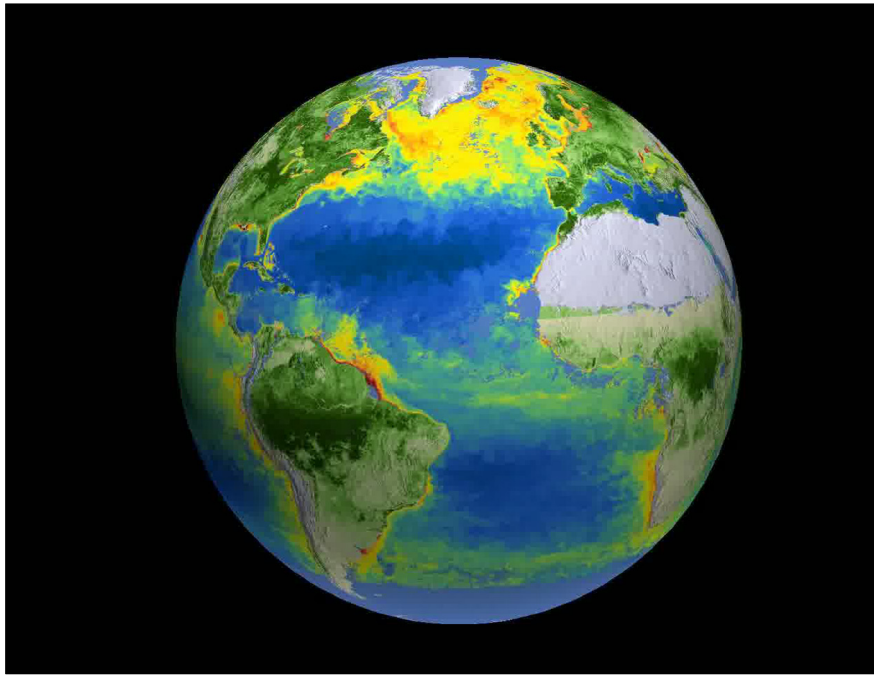
Dr. Josef Aschbacher
Leiter Koordinierungsbüro für Erdbeobachtungen, European Space Agency – ESA,
josef.aschbacher@esa.int



Quelle: ESA

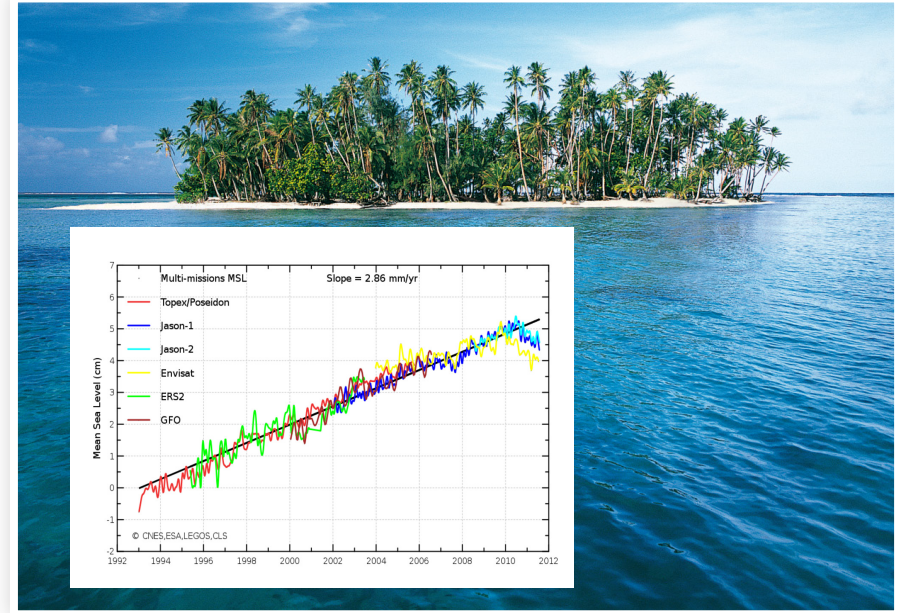
Abb. 1: Die Satellitenbeobachtungen (roter Bereich im Kreis) bestätigen den Trend der konventionellen Messdaten beim weltweiten Anstieg des Meeresspiegels.





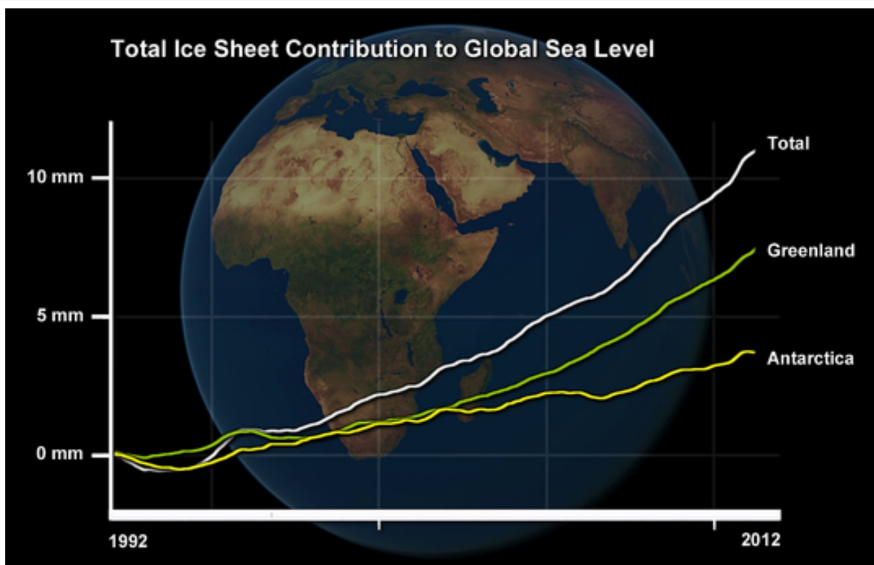
© ESA

CO₂-Konzentration im Land und in den Meeren, dunkle Bereiche weisen eine hohe CO₂-Konzentration auf.



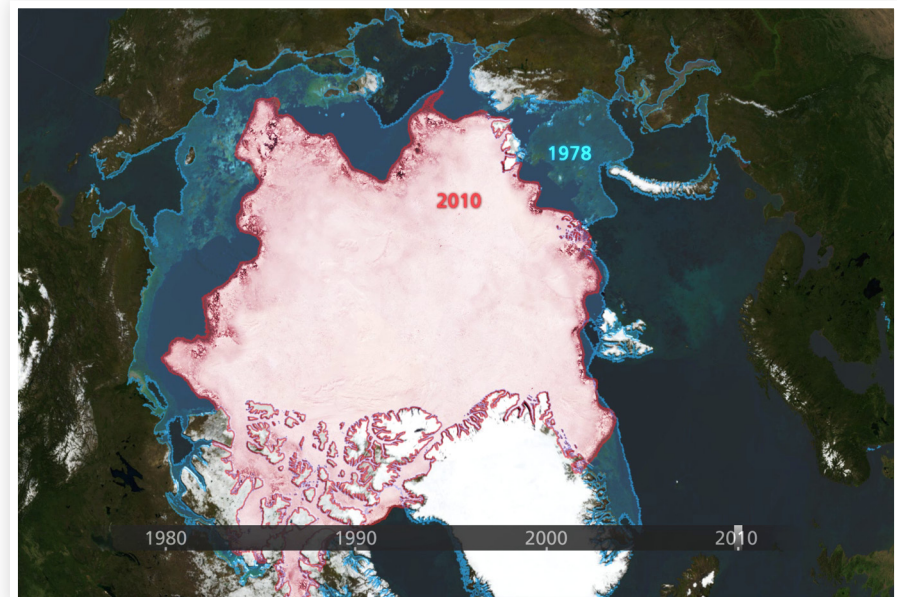
© ESA

Der globale Anstieg des Meeresspiegels ist einer der wichtigsten Indikatoren für den Klimawandel – präzise Satelliten-Messungen sind auch für die sozio-ökonomischen Folgen dieses Phänomens von entscheidender Bedeutung.



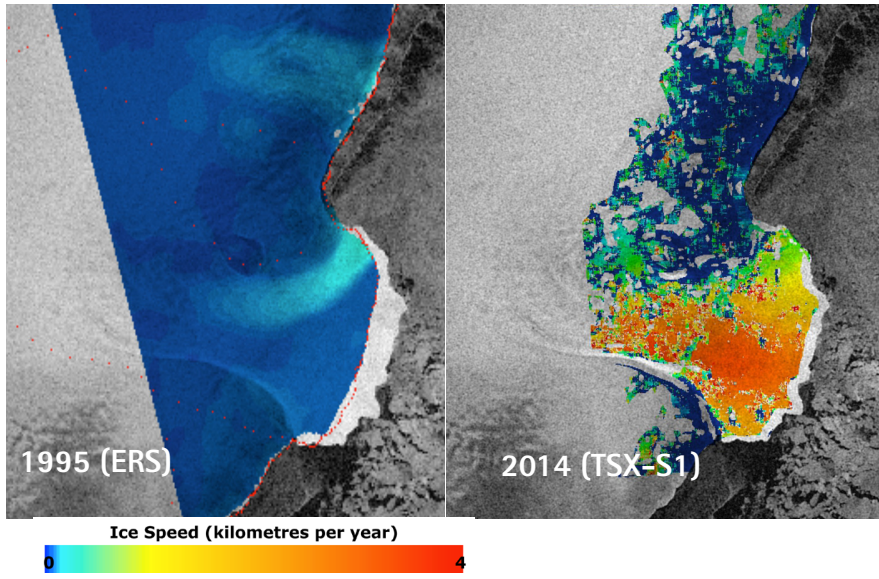
© ESA

Beitrag der Eisschmelze zum weltweiten Anstieg des Meeresspiegels.



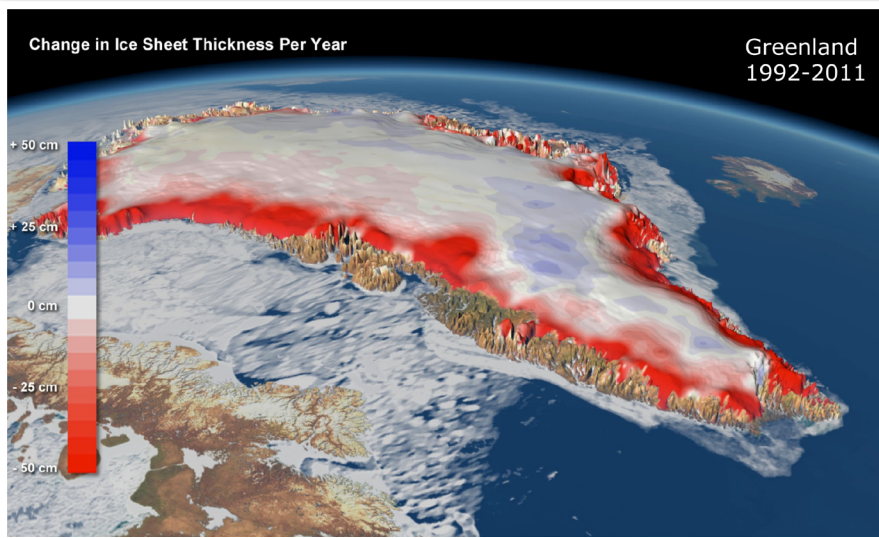
© ESA

Abnahme der arktischen Eisbedeckung zwischen 1978 und 2010



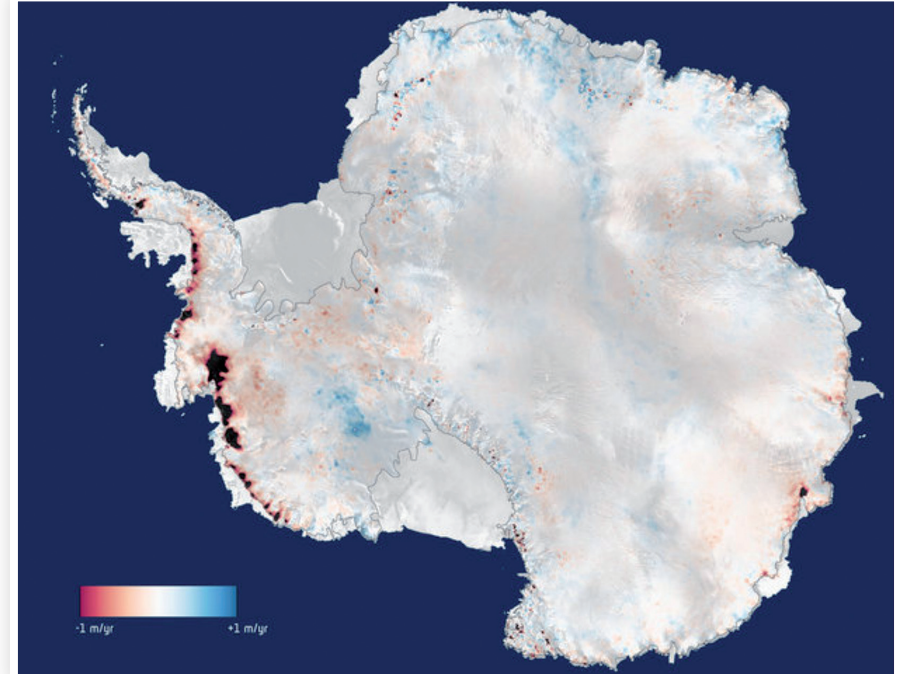
© ESA

Die erste jemals vorgenommene Kombination einer S1A-Stripmap und TerraSAR-X-Satellitendaten ermöglichte die Darstellung der starken Beschleunigung des Eisflusses dieses Gletschers am Cap Mohn (Svalbard-Archipel, nördlichster Teil Norwegens) auf dieser Karte. Während 1995 noch fast keine Eisbewegung auszumachen ist, sind im Jahr 2014 aufgrund der Klimaerwärmung Fließgeschwindigkeiten von bis zu 4 km pro Jahr messbar.



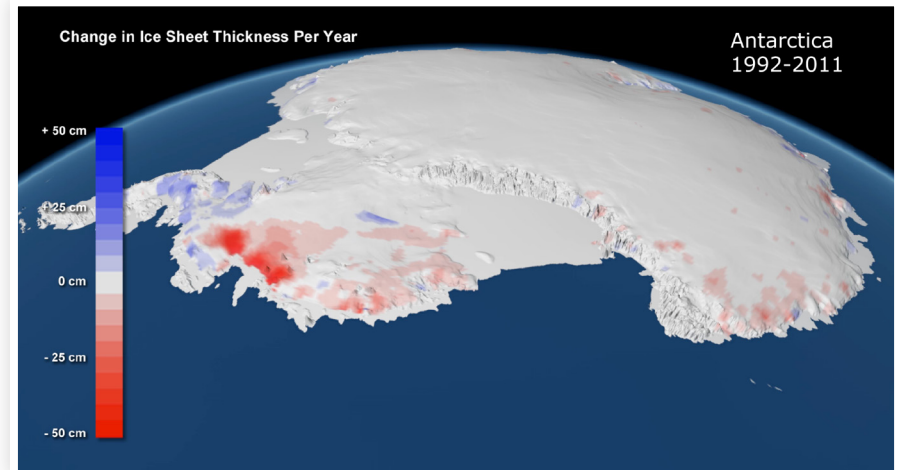
© ESA

Mittels Einsatz von zehn Satelliten konnte die ESA in Kooperation mit der NASA kürzlich nachweisen, dass die Eisbedeckung auf Grönland dramatisch abgenommen hat. Die Zunahme des Eises im Binnenteil der Insel aufgrund von Niederschlägen ist deutlich geringer als der drastische Schwund an den Rändern Grönlands. Zuvor hatte 20 Jahre lang Uneinigkeit zwischen Forschern geherrscht, ob das Grönlandeis zu- oder abnehme.



© ESA

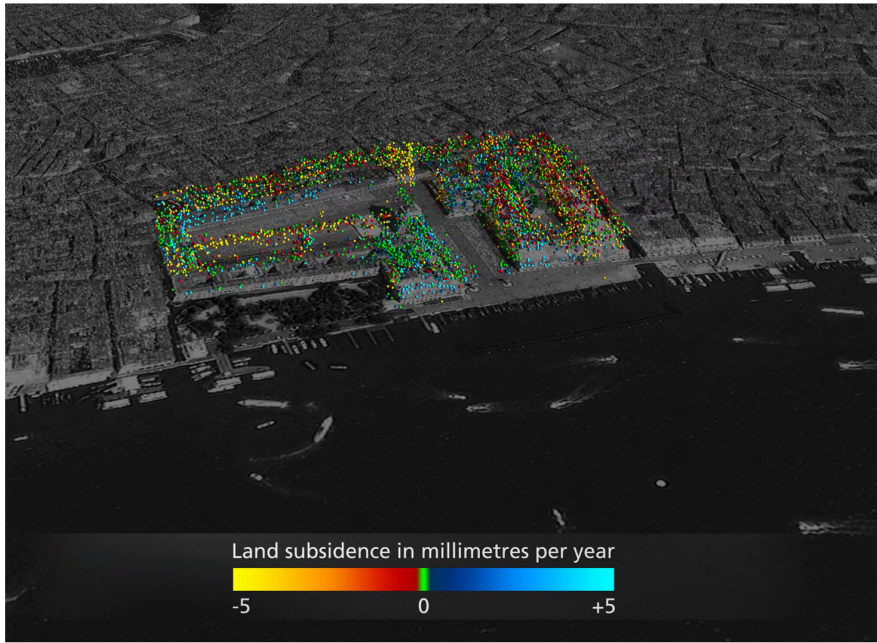
Drei Jahre Messungen von CryoSat zeigen, dass die Eisdecke in der Antarktis jährlich um 159 Milliarden Tonnen abnimmt. Dies lässt den Meeresspiegel jedes Jahr um etwa einen halben Millimeter ansteigen. Am stärksten ist das Ausdünnen der Gletscher in der Amundsen See in der Westantarktis. Der Eisverlust ist um ein Drittel höher als die Messungen vor Einsatz des CryoSat ergaben.



© ESA

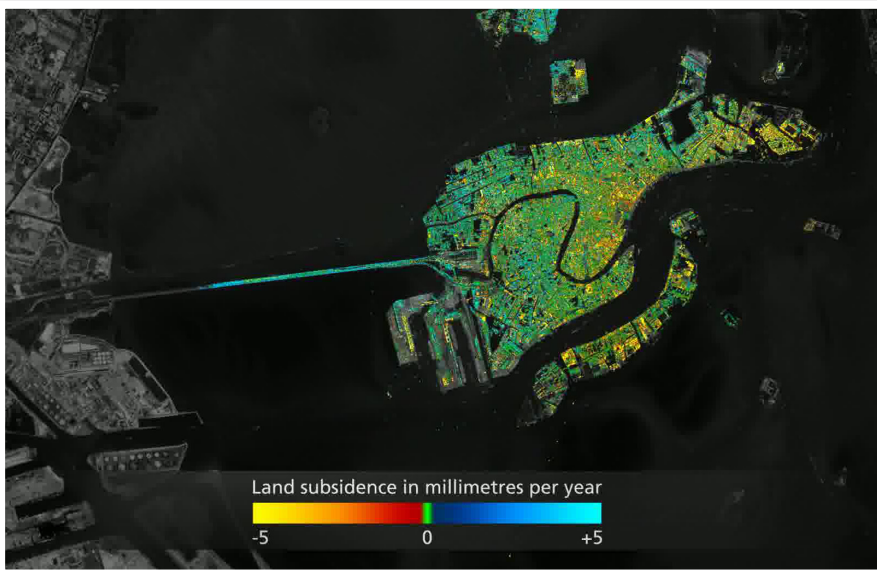
Jährliche Änderung der Eisbedeckung in der Antarktis von 1992 bis 2011. Die Schmelze hat seit 1992 zu einem Anstieg des Meeresspiegels um über 11 mm geführt. Der Eisverlust ist inzwischen dreimal so hoch wie in den 1990er-Jahren.





© ESA

Markusplatz in Venedig: Die farbigen Punkte zeigen die jährlichen Vertikalbewegungen der Landfläche im Mittelmeer an.



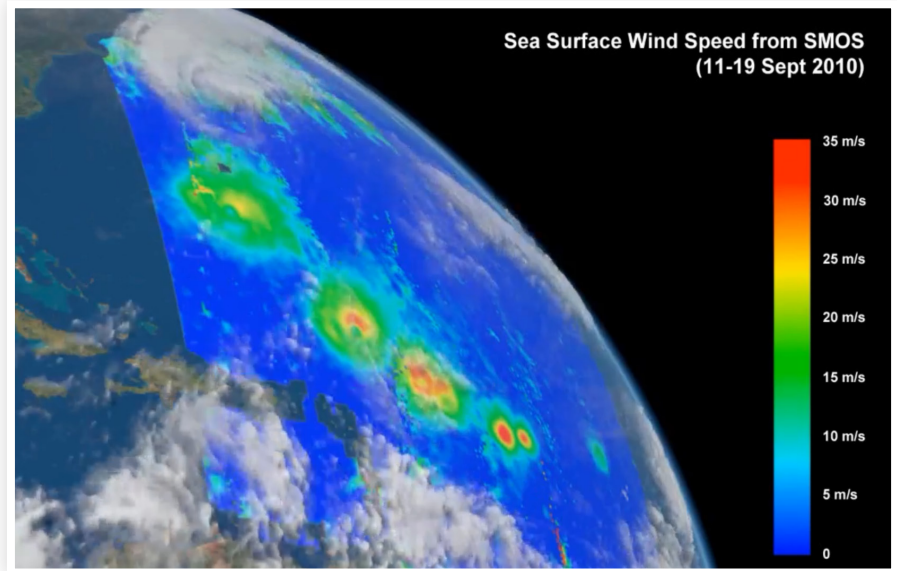
© ESA

Venedig mit dem deutlich erkennbaren Canale Grande; auch hier markieren die Farbpunkte die Bodensenkungen bzw. Bodenhebungen mit hoher Genauigkeit.



© ESA

Überflutungen in Charron an der französischen Atlantikküste als Folge des verheerenden Orkans Xynthia am 28. Februar 2010 – die Abbildung wurde aus Envisat-, Radarsat- und Spot-Daten erstellt.



© ESA

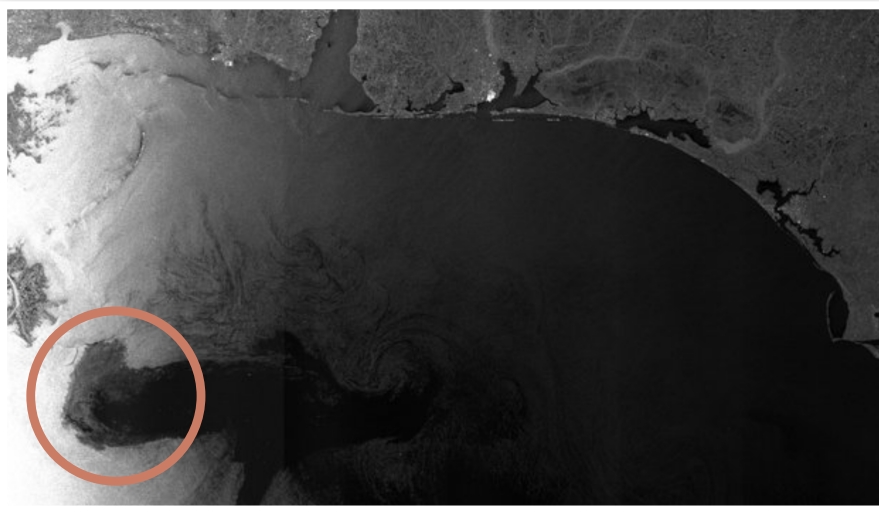
Der atlantische Hurrikan Igor im September 2010: Die Beobachtungen der Helligkeitstemperatur bieten eine völlig neue Informationsquelle für die Verfolgung von Wirbelstürmen. Starke Winde über den Ozeanen schüren Wellen und Schaumkronen, die wiederum Einfluss auf die von der Oberfläche emittierte Mikrowellenstrahlung haben. Aus den Veränderungen der emittierten Strahlung kann direkt auf die Stärke des Windes geschlossen werden.





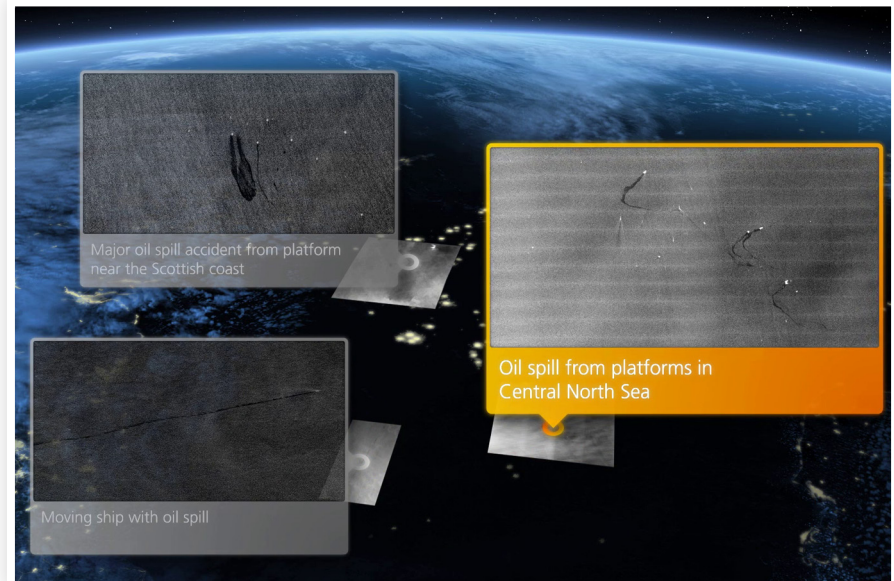
© ESA

Satellitenbilder des tropischen Zyklons Bejisa, der im Jänner 2014 mit Windgeschwindigkeiten von bis 150 km/h über die französische Insel La Réunion im Indischen Ozean fegte. Als Folge brach die Strom- und Wasserversorgung zusammen. Der Sturm zog Schäden von 63 Mio. Euro nach sich. Rote Punkte kennzeichnen beschädigte Gebäude.



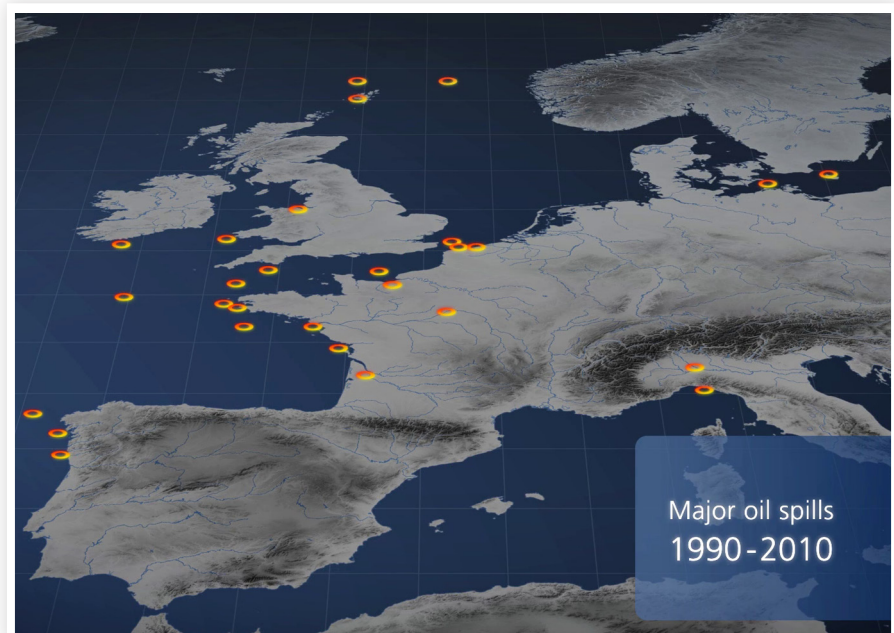
© ESA

Ölpest im Golf von Mexiko im April 2010 nach Explosion der BP-Ölbohrplattform Deepwater Horizon, die zu einer Umweltkatastrophe gigantischen Ausmaßes führte – im Bild ist der Ölteppich links als schwarzer Wirbel sichtbar.



© ESA

Ölverschmutzungen in der Nordsee: aus einer Bohrplattform an der schottischen Küste (oben links), verschiedenen Bohrplattformen der zentralen Nordsee (rechts) und aus einem fahrenden Schiff (unten links)



© ESA

Ölverschmutzungen in Europa im Zeitraum von 1990 bis 2010



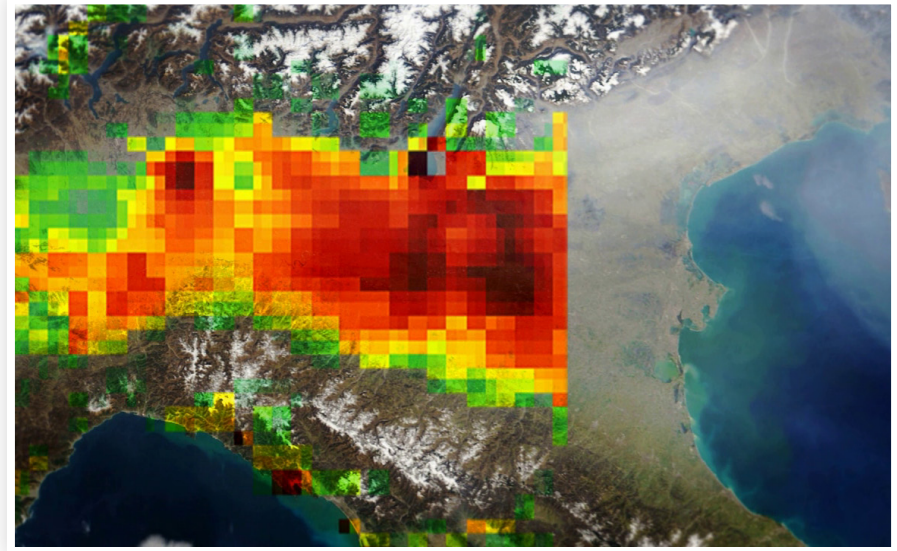
© ESA

Durch die anhaltende Hitze und Trockenheit, unterstützt von starken Winden, kam es in Griechenland, insbesondere auf dem Peloponnes, Ende August 2011 zu erheblichen Waldbränden – insgesamt brachen 90 Brände aus.



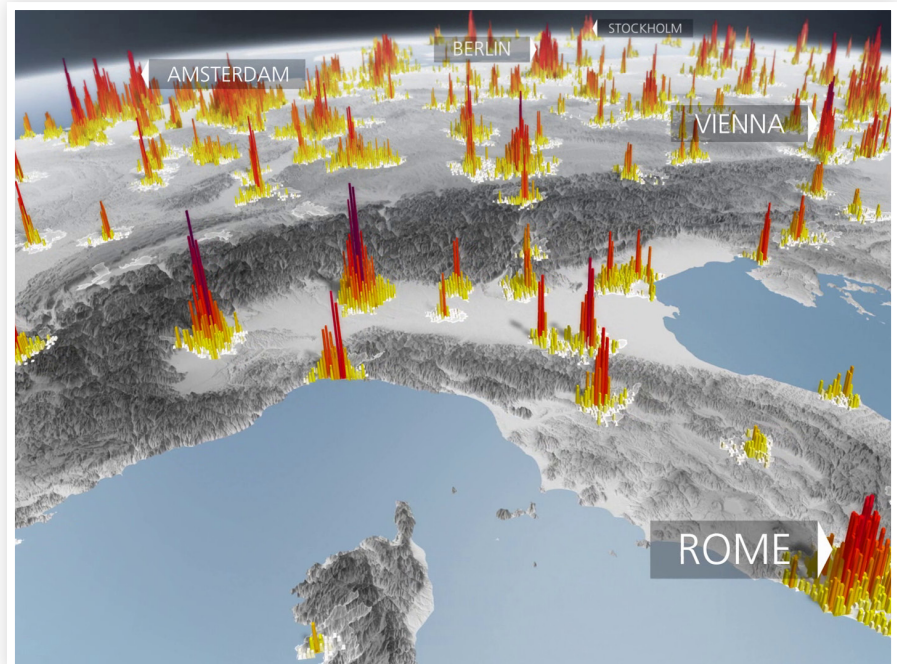
© ESA

Aus der Satellitenperspektive ist der Verlauf der Brände gut erkennbar.



© ESA

Luftverschmutzung in der Poebene, die nach dem Zweiten Weltkrieg zur am stärksten industrialisierten Großregion Italiens wurde (rot = hohe NO_x-Belastung, gelb = mittlere NO_x-Belastung, grün = niedrige NO_x-Belastung)



© ESA

Ballungsräume in Süd- und Mitteleuropa; Satellitenaufnahmen verschnitten mit statistischen Katasterdaten.

