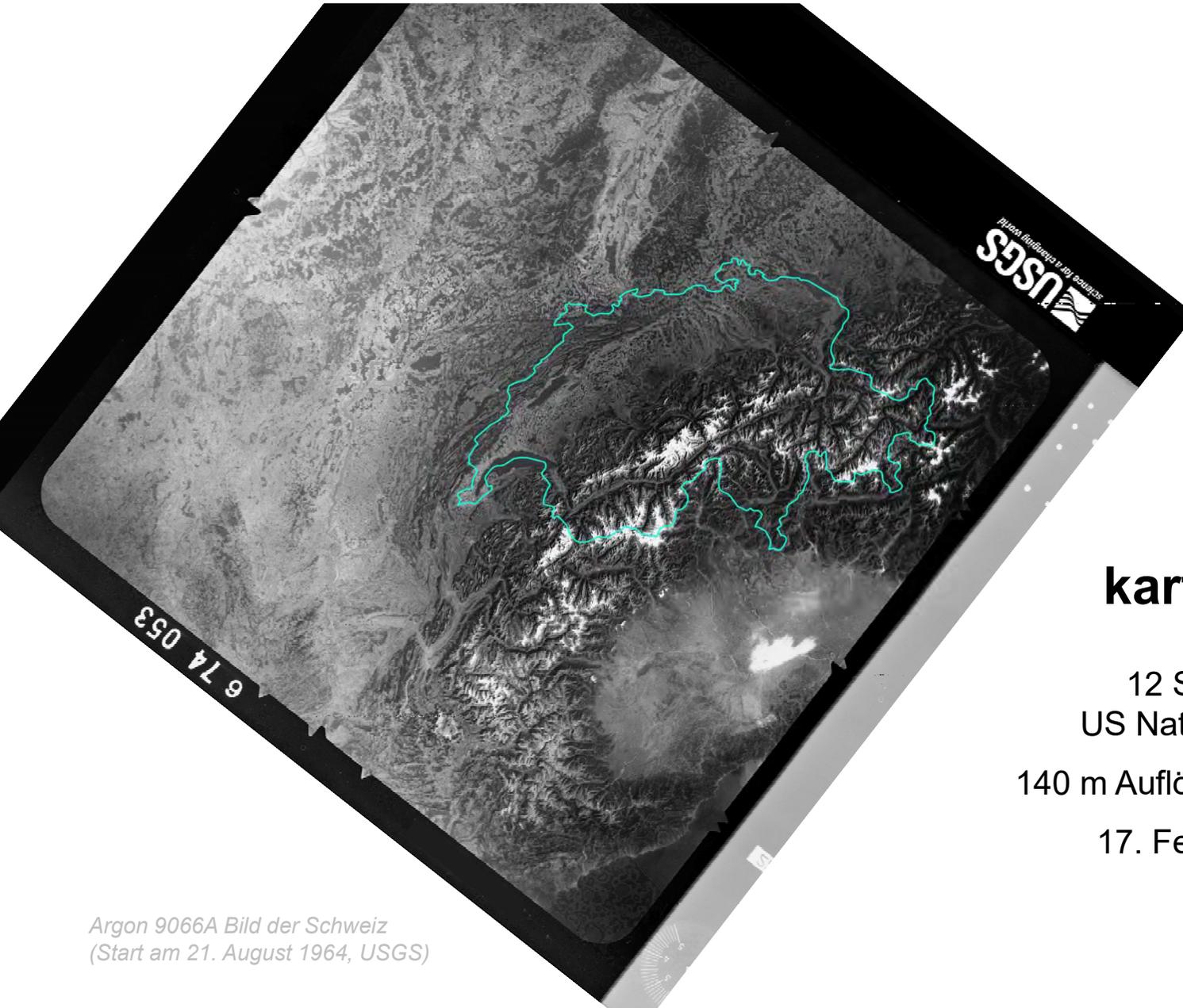


Satellitenbeobachtungen für die Seenforschung

Daniel Odermatt, Abteilung Oberflächengewässer

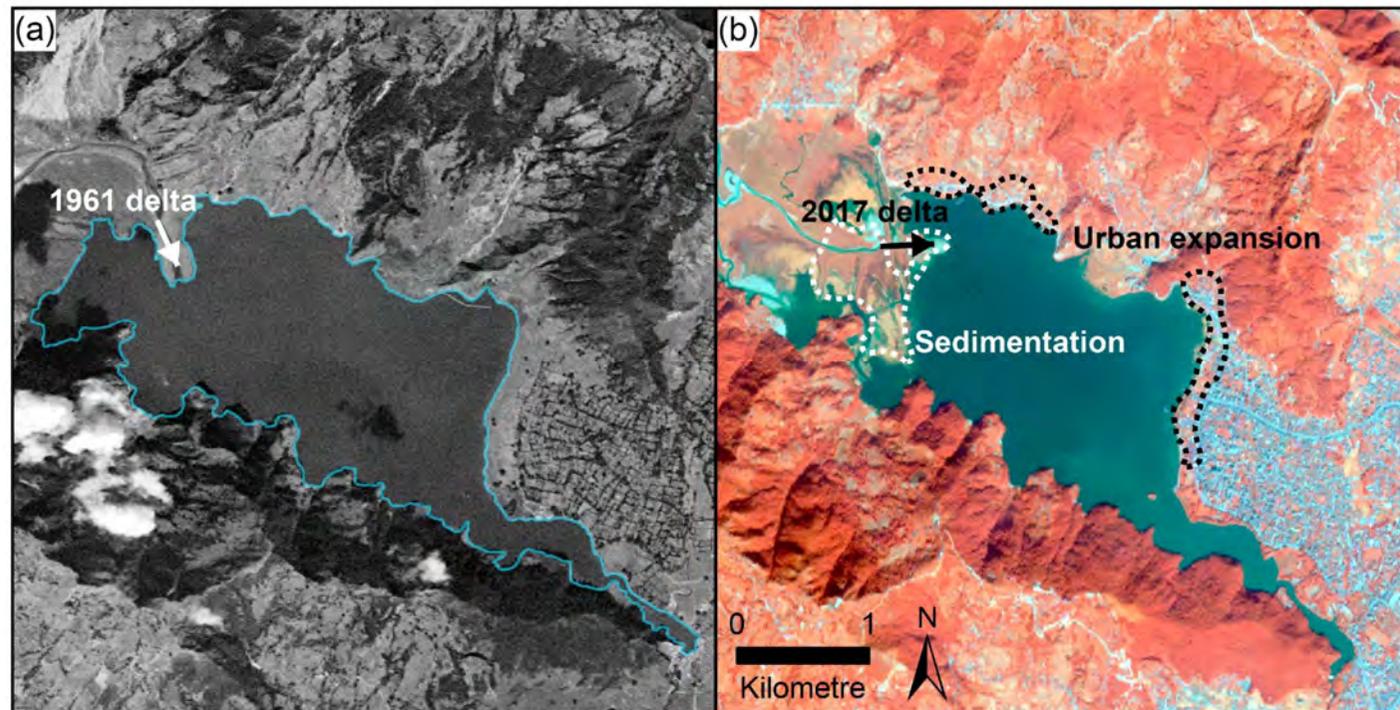


*Argon 9066A Bild der Schweiz
(Start am 21. August 1964, USGS)*

Erste globale kartographische Mission

12 Starts von KH-5 *Argon* Satelliten des
US National Reconnaissance Office (NRO)
140 m Auflösung, Speicherung auf 127 cm Film
17. Februar 1961 bis 20. September 1964

Seenforschung mit *Corona*-Satelliten der CIA



Watson, C.S., Kargel, J.S., Regmi, D., Rupper, S., Maurer, J.M., and Karki, A. (2019). Shrinkage of Nepal's second largest lake (Phewa Tal) due to watershed degradation and increased sediment influx. *Remote Sens.* 11.

Europäische Erdbeobachtungssatelliten für die Umweltforschung

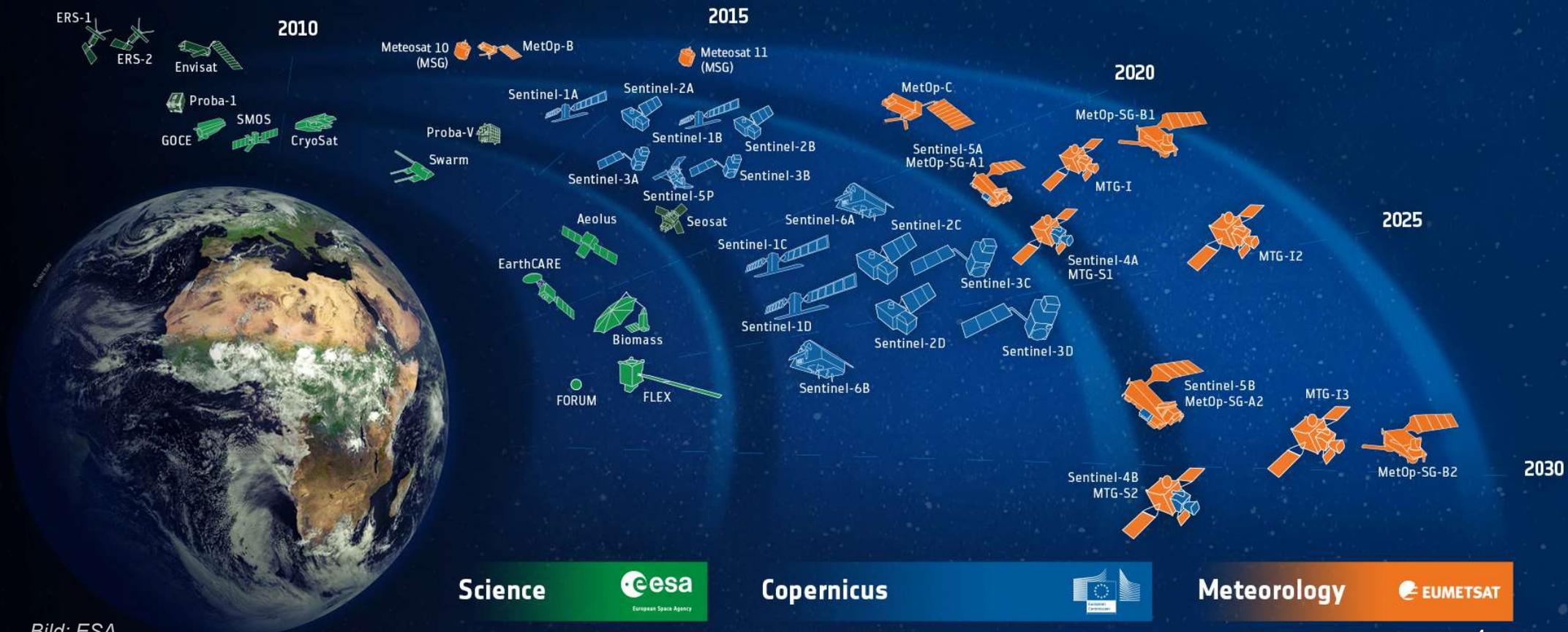


Bild: ESA

Dammbruch der Catoca-Mine, 2021



Weltweit frei verfügbare, räumlich hoch aufgelöste Satellitendaten ermöglichen

- die unabhängige Dokumentation von Umweltkatastrophen,
- und die Abschätzung ihres räumlichen und zeitlichen Ausmasses
- im Rahmen der Klärung von Widersprüchen und Verantwortung

Ruppen, D., Runnalls, J., Tshimanga, R., Wehrli, B., and Odermatt, D. (submitted). Optical remote sensing of large-scale water pollution caused by the Catoca Mine tailings spill. Rem. Sens. Environ.; Bild: Catoca Mine (Angola), 30.Juli 2021, Sentinel-2B.

The New York Times

Waste From Mine in Angola Kills 12 Downstream in Congo, Minister Says

Toxic metals from Angola's largest diamond mine spilled into the Kasai River in July, sickening thousands and causing an "environmental catastrophe," researchers said.

By **Gilberto Neto** and **Ruth Maclean**

Sept. 3, 2021

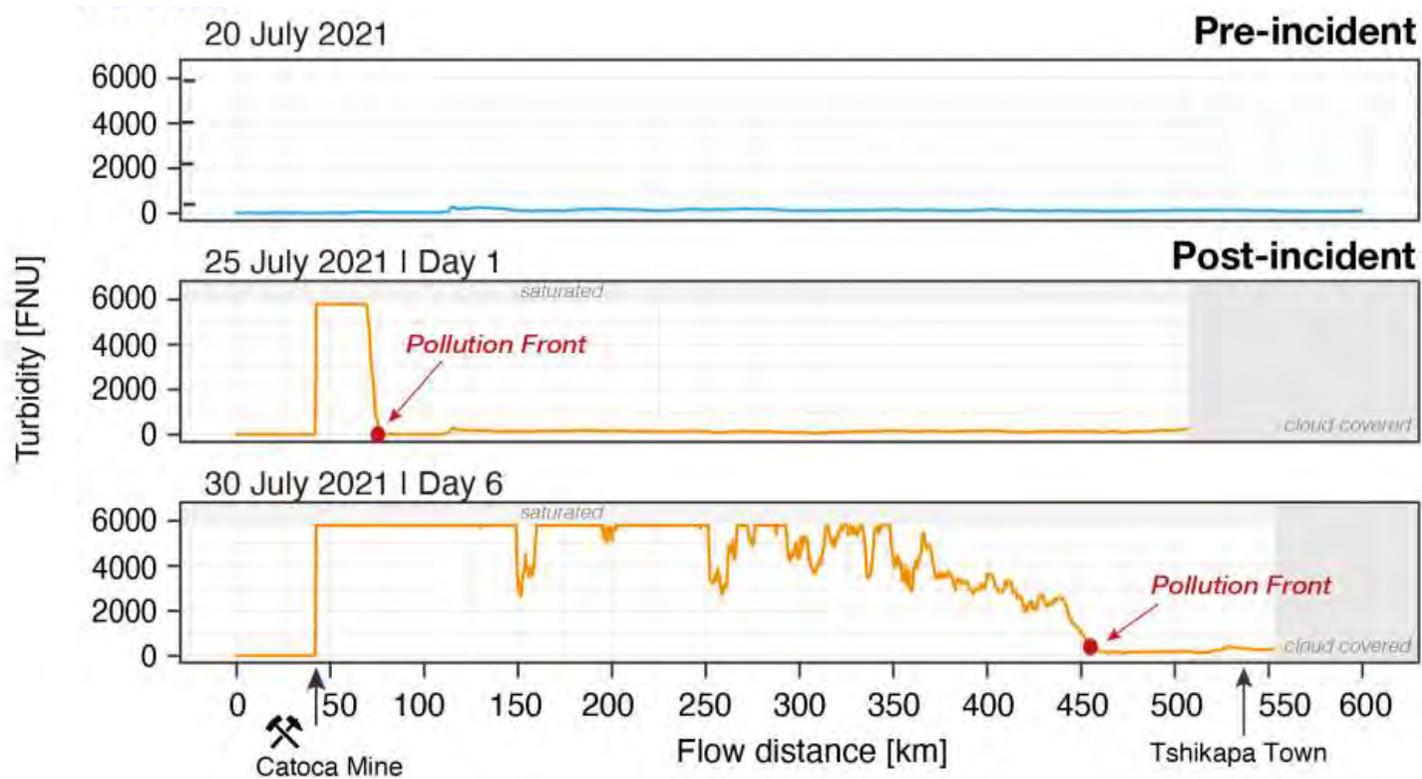
LUANDA, Angola — First, the river turned red. Then dead fish by the ton floated up to the surface. Then thousands of people started getting sick.

Now, 12 people have died in the Democratic Republic of Congo, in what researchers have called "an unprecedented environmental and human disaster" along the Kasai River, a southern tributary of the mighty Congo River.



<https://www.nytimes.com/2021/09/03/world/africa/mine-waste-angola-congo.html>
Fotos von Stany Frank, aus Ruppen et al. (eingereicht)

Verfolgung der Trübungsfront ab Catoca flussabwärts, Juli 2021



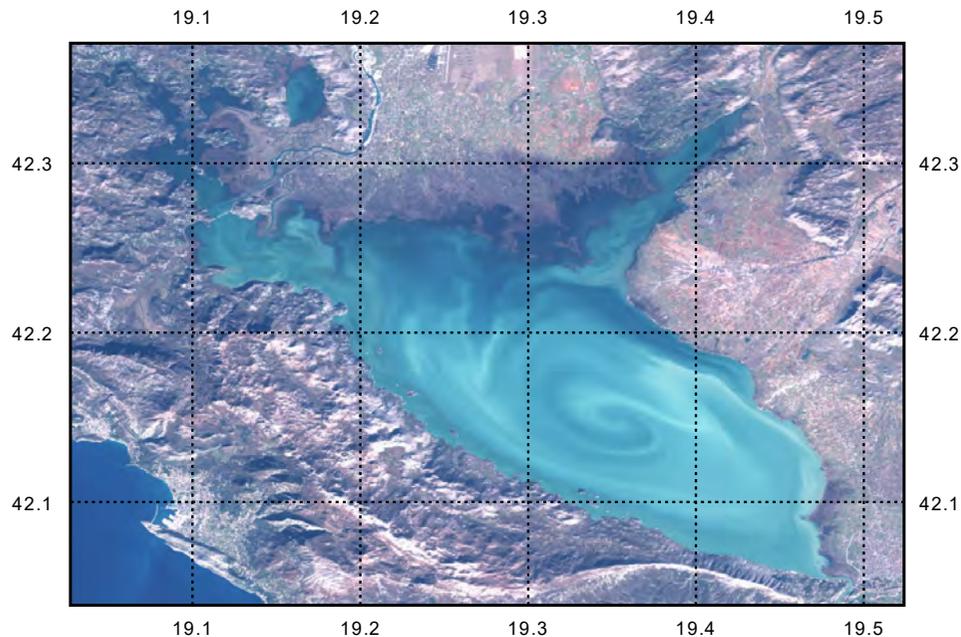
Catoca-Studie: Klärung von Ausmass und Widersprüchen

Die während zehn Tagen austretende Trübung übertraf jedes seit 2015 beobachtete Ereignis
Sie erstreckte sich über mindestens 1400 km, an deren Ende der Kasai in den Kongo mündet
Wir bestimmten Schwebstoffkonzentrationen, die um das 60 bis 80-fache über nationalen Grenzwerten liegen
Solche Schwebstoffkonzentrationen sind z.B. für Fische tödlich, unabhängig von der Zusammensetzung

Limitierungen:

- Keine Bestimmung der chemischen Zusammensetzung möglich
- Zunehmende Wolkenbedeckung mit einsetzender Regenzeit

Bestimmung von Seewasserqualität im Klimawandel



Ocean Color Radiometer ermöglichen

die physikalisch präzise Messung von Strahldichten,

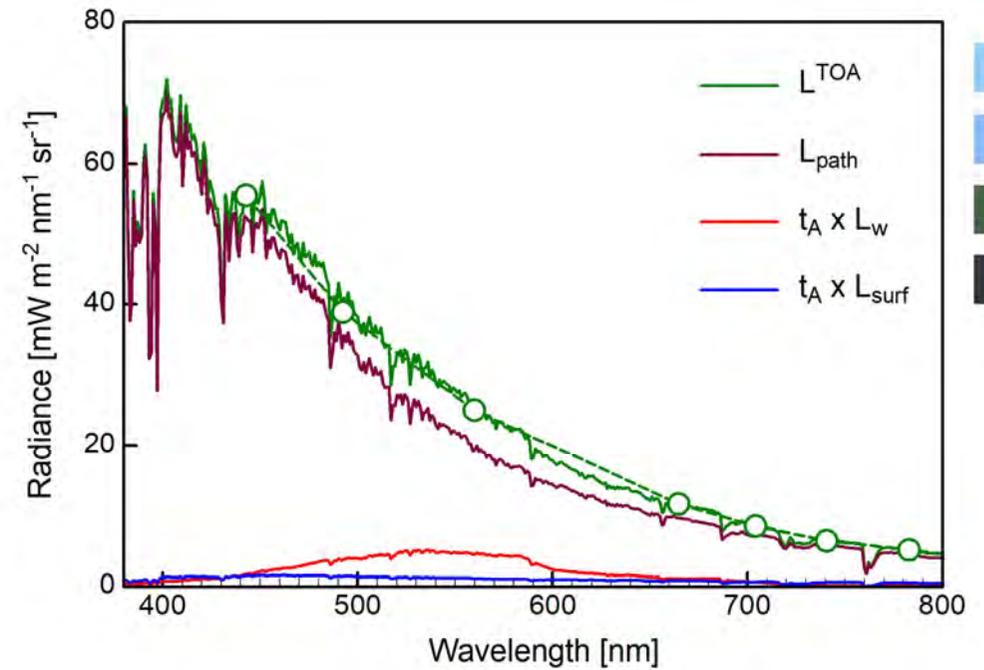
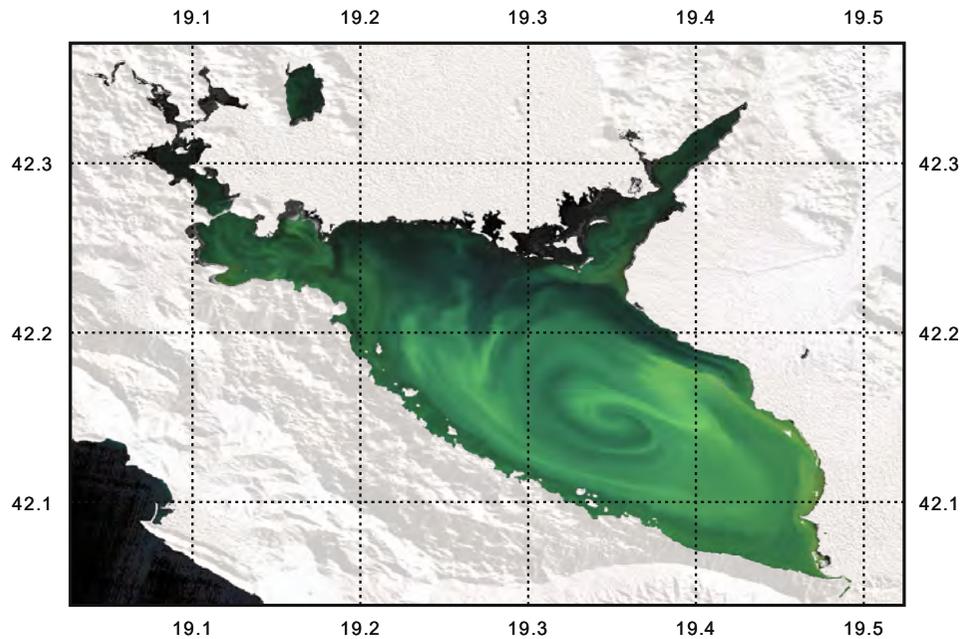
die Bestimmung von spektraler Absorption und Streuung im Wasser,

und die Erhebung von langfristig konsistenten Messreihen für die Klimafolgenforschung

für die grössten 4000 Seen weltweit

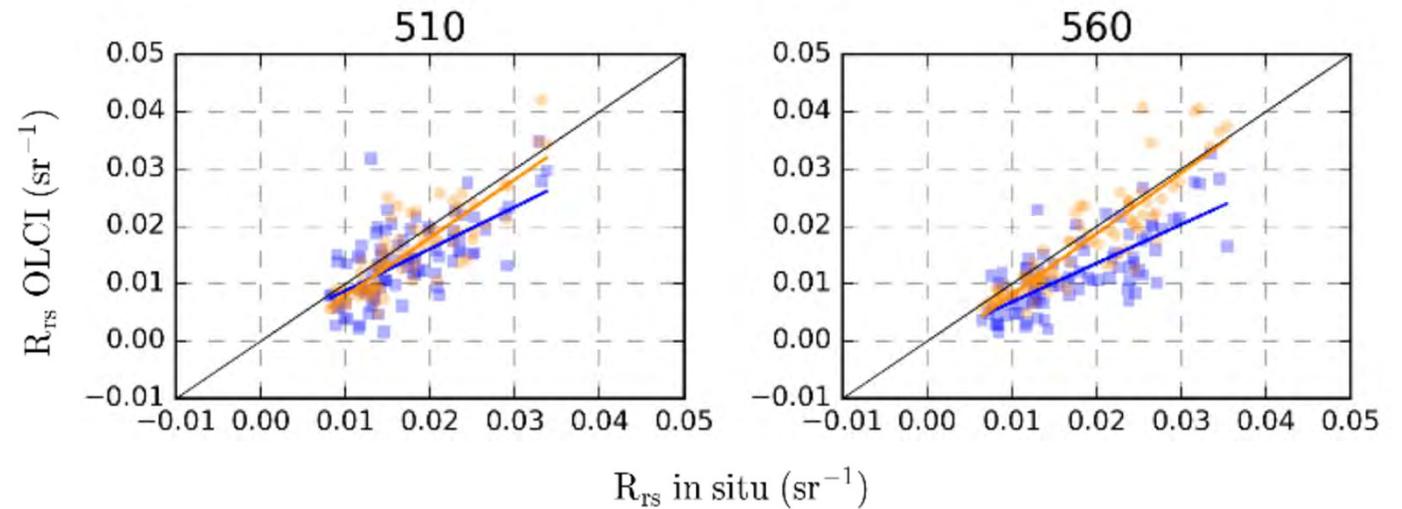
Odermatt, D., and Gege, P. (2021). Lake colors: Interpreting apparent optical properties. In Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier; Bild: Skutarisee (Albanien/Montenegro), 21. Februar 2020, ESA Sentinel-2B.

Bestimmung von Seewasserqualität im Klimawandel



Odermatt, D., and Gege, P. (2021). Lake colors: Interpreting apparent optical properties. In Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier; Bild: Skutarisee (Albanien/Montenegro), 21. Februar 2020, ESA Sentinel-2B.

Bodengestützte Kalibration mit dem LéXPLORE-Thetis Profiler

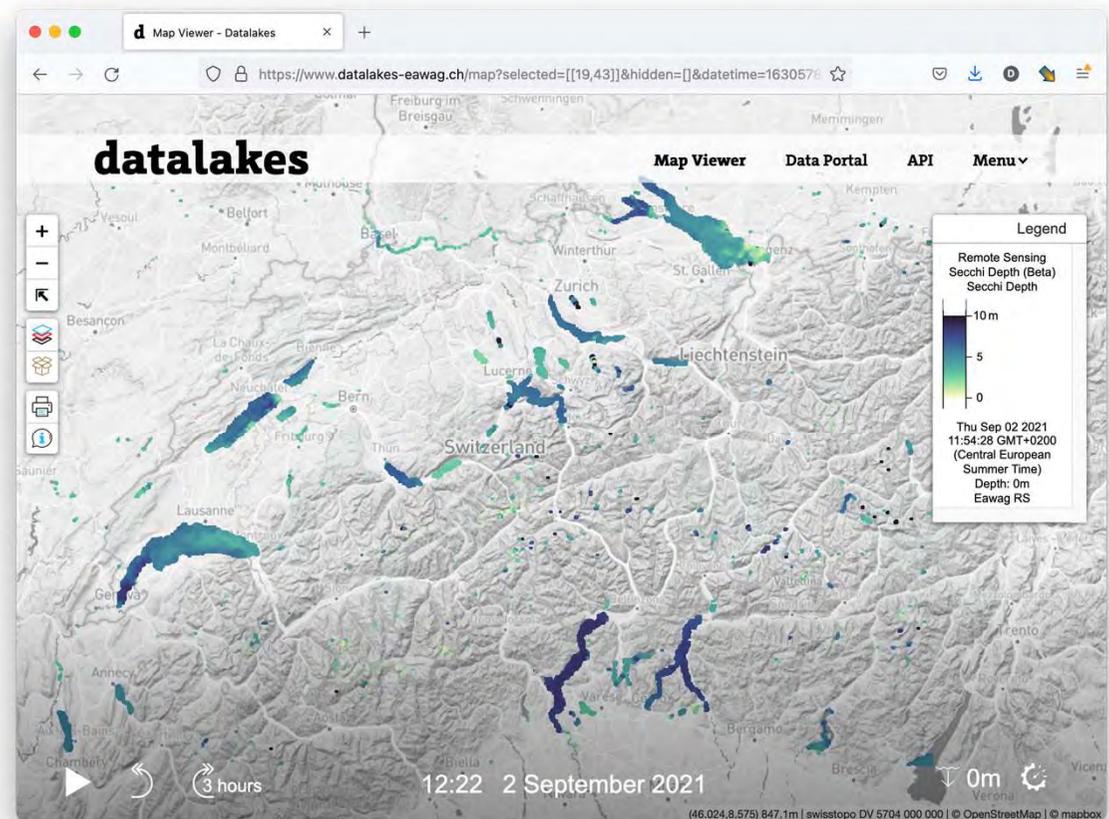


Werther, M., Odermatt, D., Simis, S.G.H., Gurlin, D., Lehmann, M., Kutser, T., Gupana, R.S., Varley, A., Hunter, P., Tyler, A., et al. (revised). A Bayesian approach for remote sensing of chlorophyll-a in oligotrophic and mesotrophic lakes. *Remote Sens. Environ.*; Foto: Camille Minaudo

Fernerkundungsdaten im Datalakes Portal

Sentinel-3 Produkte für die Schweiz:

- Chlorophyll-*a*
- Secchi Tiefe
- Schwebstoffe (Trübung)
- Identifikation von Kalzitausfällungen



Ableitung der Phytoplankton-Phänologie aus Copernicus-Daten

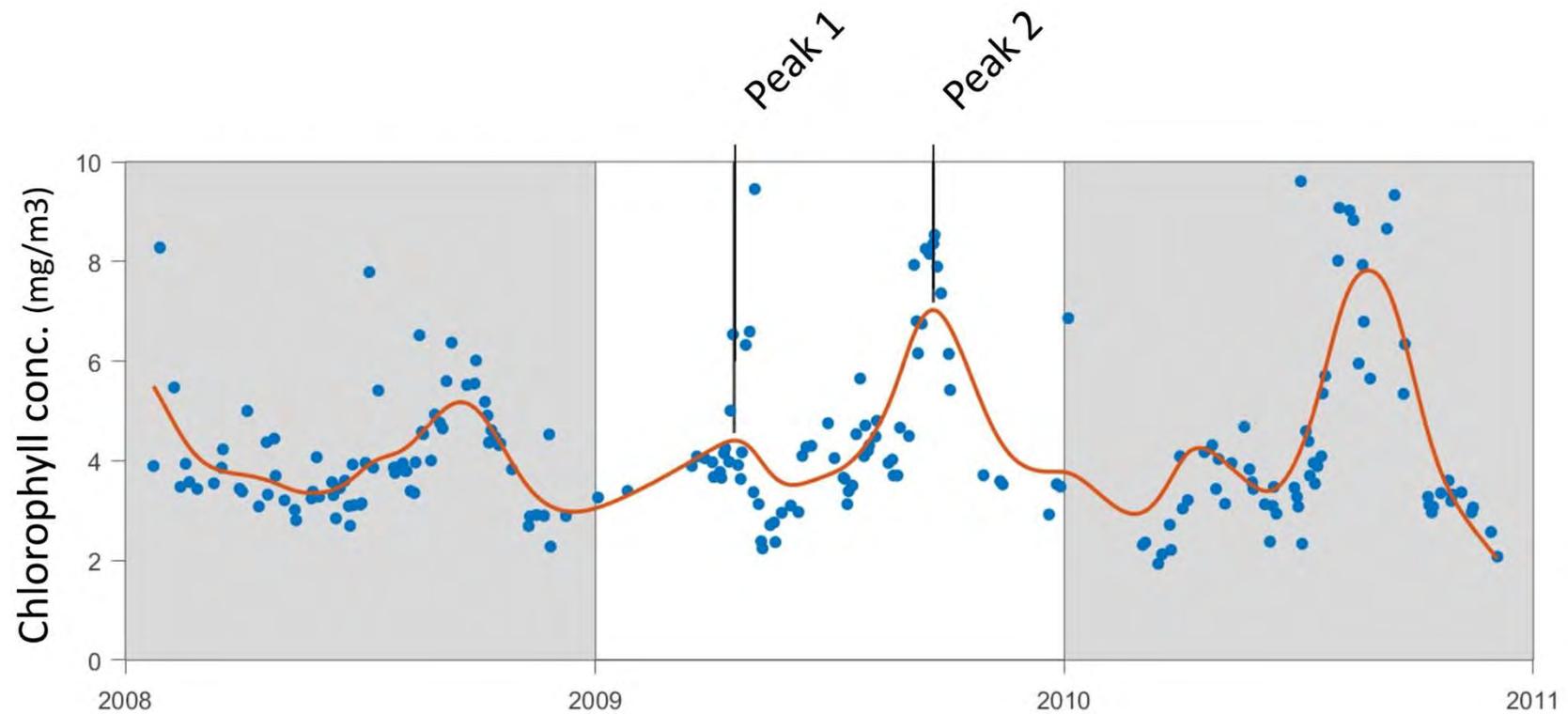


Abbildung von Dr. Jelle Lever, Eawag

Ableitung der Phytoplankton-Phänologie aus Copernicus-Daten

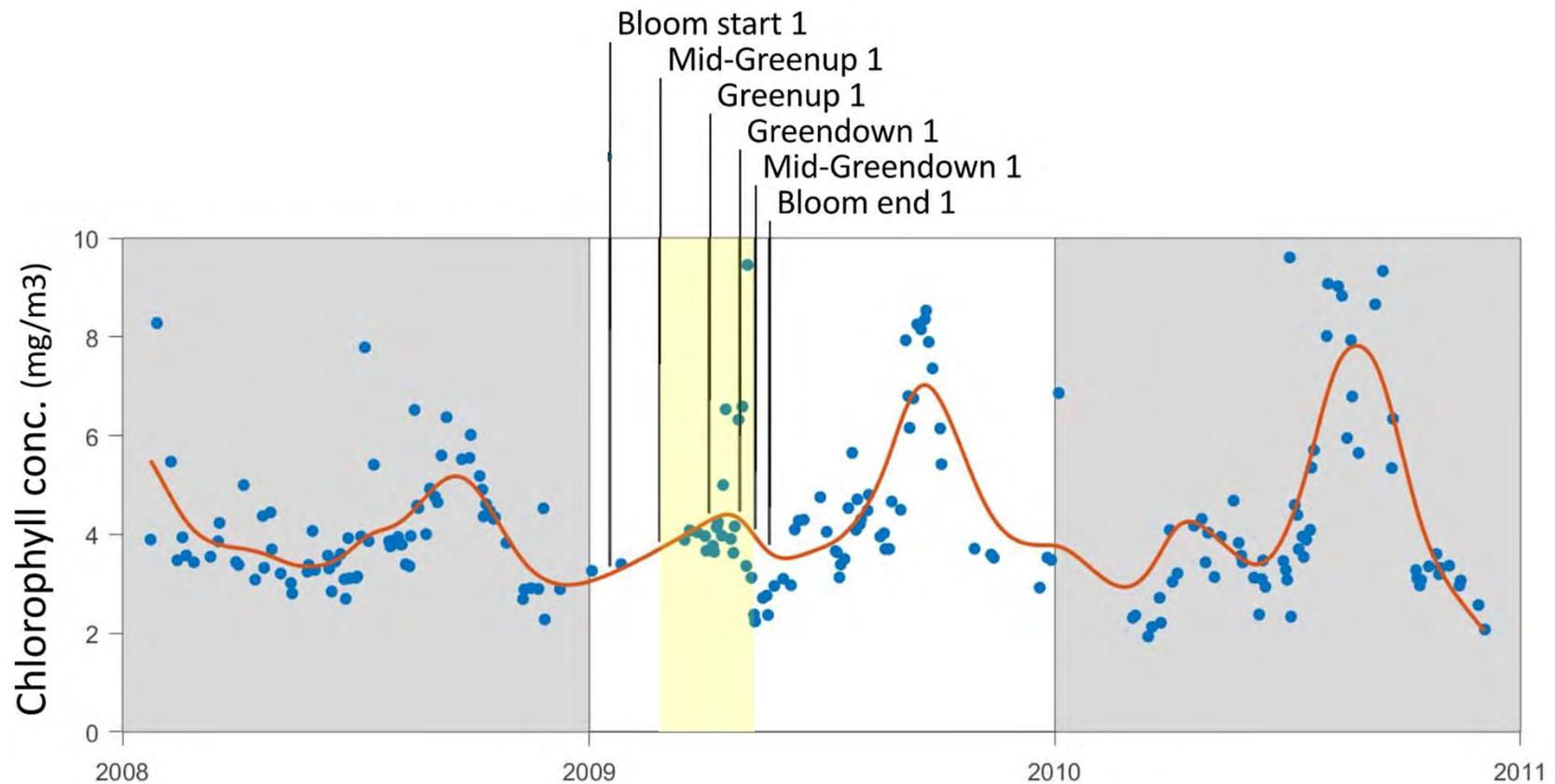


Abbildung von Dr. Jelle Lever, Eawag

Langfristige Änderungen der Phytoplankton-Phänologie

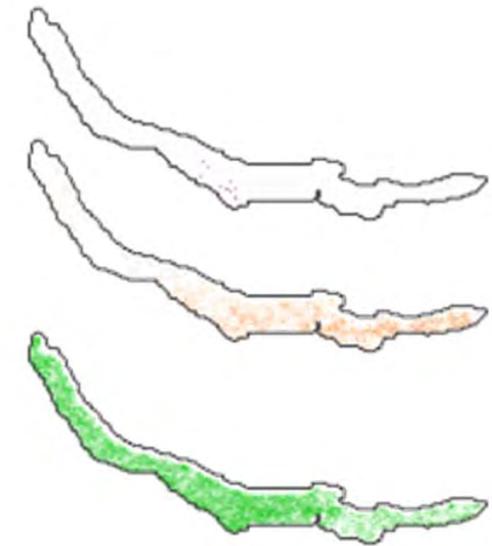
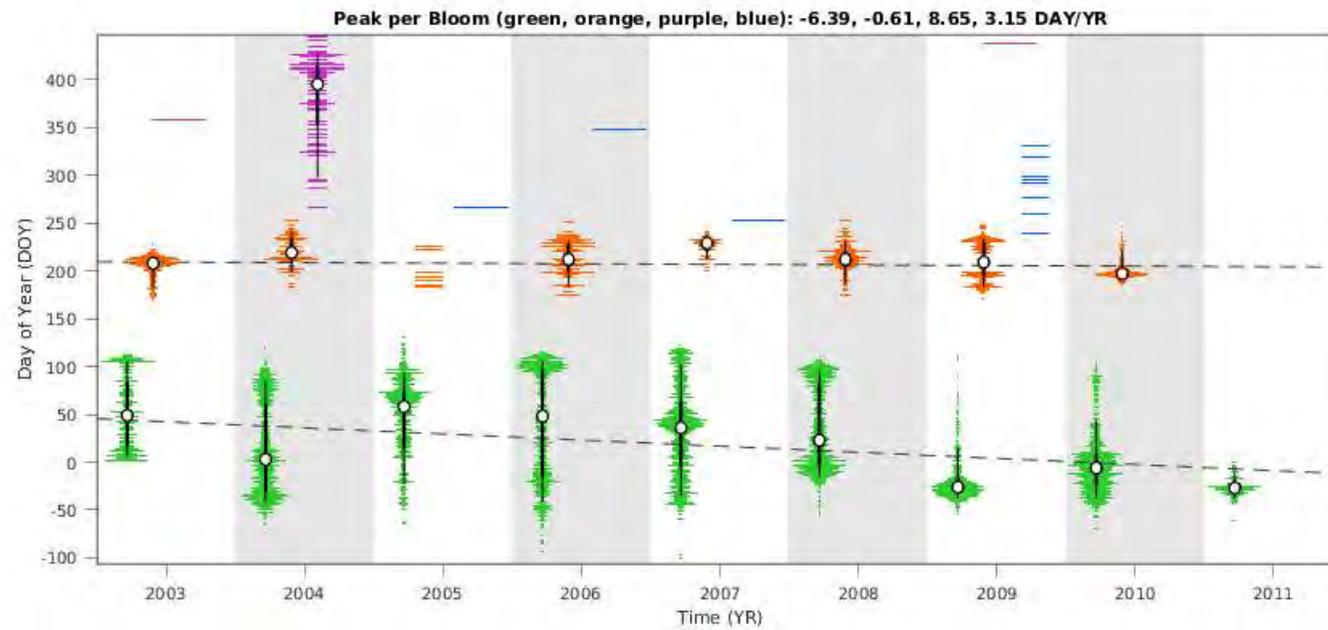


Abbildung von Dr. Jelle Lever, Eawag

Phänologie-Datenportal für 4000 Seen weltweit

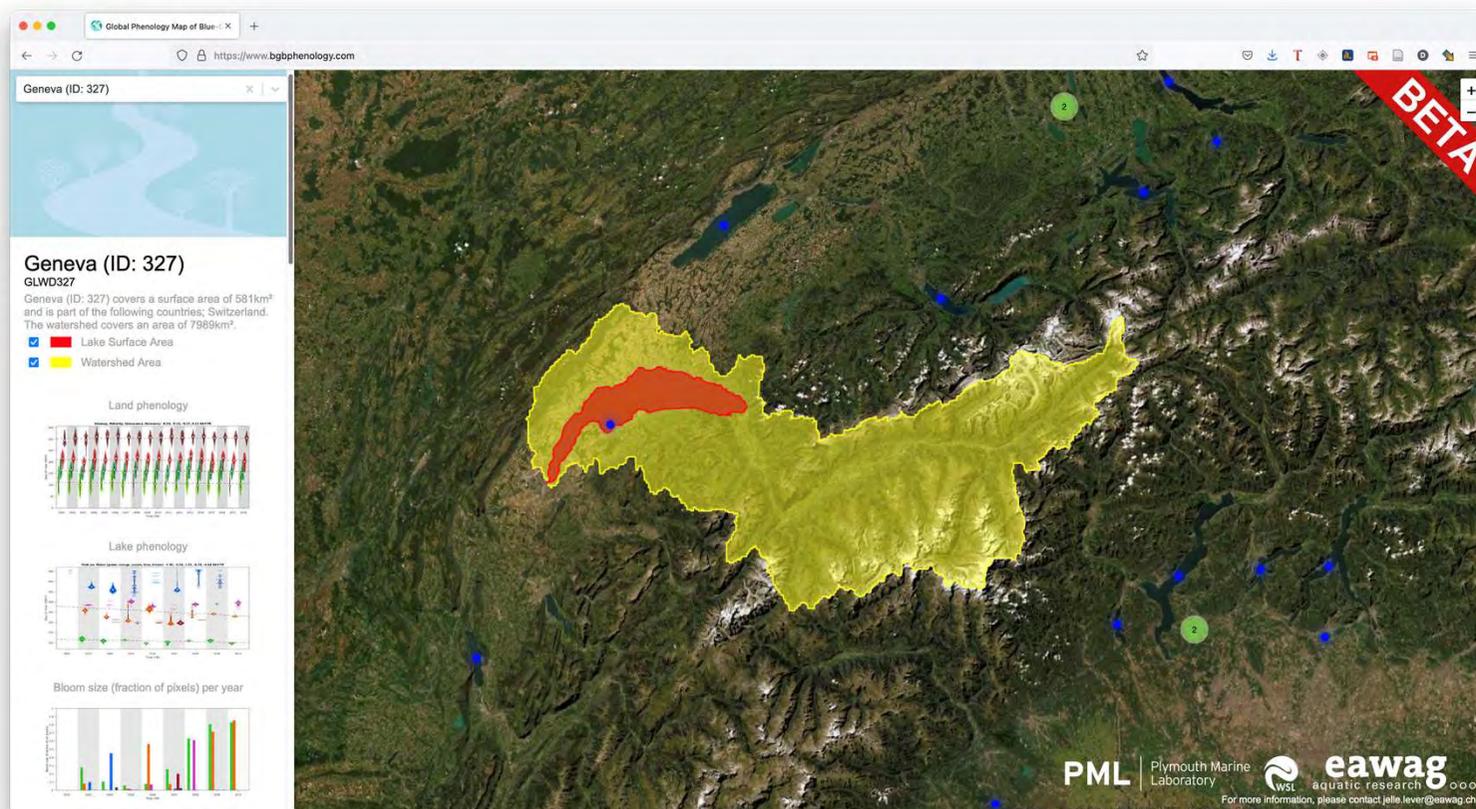


Abbildung von Dr. Jelle Lever, Eawag

Wasserqualität und Phytoplankton-Phänologie

Daten und Methoden haben relativ grosse Unsicherheiten, die mit Referenzmessungen charakterisiert werden

Tägliche, räumlich aufgelöste Daten ermöglichen differenzierte Trendanalysen über kleinere Zeiträume

Die Verschiebung der aquatischen Phänologie ist viel weniger konsistent als im Fall der Primärproduktion an Land, was regional zu Asynchronitäten im Nahrungsangebot für amphibische Konsumenten führen kann

Limitierungen:

- *Ocean color* Radiometer Daten sind nur für grössere Seen nutzbar (wenige km²)
- In grösserer Tiefe lebende Algen bleiben unbeachtet

Schlussfolgerungen

- Erdbeobachtungssatelliten bieten eine global konsistente, frei zugängliche Datengrundlage für die kurz- und langfristige Umweltbeobachtung
- Für globale Fragen und die Wirkungskontrolle internationaler Programme wie die 2030 Nachhaltigkeitsagenda der UNO ist die raum-zeitliche Abdeckung von Erdbeobachtungssatelliten alternativlos
- Die geringe Anzahl messbarer Parameter und die Abdeckung durch Wolken gehören zu den fundamentalsten Einschränkungen der Fernerkundung
- Bodenmessungen sind deshalb für die umfassende Interpretation von Fernerkundungsdaten unverzichtbar, zudem ermöglichen sie deren Kalibration und Validierung

Verdankung

Blue-Green Biodiversity Initiative des ETH-Bereichs, Bundesamt für Umwelt,
Europäische Raumfahrtorganisation ESA

