



Landesanstalt für Umwelt  
Baden-Württemberg

# SAMOSEE-BW

## Satellitenbasierte Fernerkundung von Binnengewässern in Baden-Württemberg

### 22. eGovernment-Wettbewerb

Thomas Wolf<sup>(1)</sup> Kristina Popp<sup>(1)</sup> Nathalie Karle<sup>(1)</sup> Jennifer Krauß<sup>(2)</sup> Bastian Ellmenreich<sup>(2)</sup>  
Karin Schenk<sup>(3)</sup> Hendrik Bernert<sup>(3)</sup>

Berlin, den 3. – 4. Juli 2023

(1) ISF der LUBW (2) Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (3) EOMAP



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

digital\_LÄND

# Seen - die blauen Augen der Landschaft ... und wie unsere Augen im All sie beschützen

- **Seen: wichtige Naturräume – einzigartige Ökosysteme**

➔ Seen sind vielfältigen **Nutzungsdrücken** und anthropogenen und natürliche **Stressoren** unterworfen

- Tourismus, Freizeit, Industrie, Landwirtschaft, Fischerei, Einträge, ...
- Klimaimpakt, Neozoen, ...



MINISTER

von EOMAP



von SonyUser über Pixabay

# Institut für Seenforschung der LUBW

## Monitoringaufgaben

### Monitoringaufgaben der letzten 20 Jahre

- Bodensee und 50 natürliche kleine Seen und 20 Baggerseen

→ **Klassische Methodik Seemonitoring** : Probenahme monatlich, {CHEM, BIOL, PHYS} → ca. 4 - 6 Seen

### Erweiterung der Datenbasis durch satellitenbasierte Fernerkundung

- Wie kann eine **höhere zeitliche und räumliche Auflösung** der Information erhalten werden ?

→ **Unterstützung von landeseigenen und EU-Monitoringaufgaben für den Gewässerschutz**



# Satellitenbasiertes Monitoring Potential

- Erfassung **großer Flächen mit hoher räumlicher Auflösung** (30 .. 300m)
- Zunehmend **hohe Überflugfrequenz** (1d .. 5d)
- Synoptisch, **methodisch einheitlich**

**Ergänzung** von in situ Messprogrammen

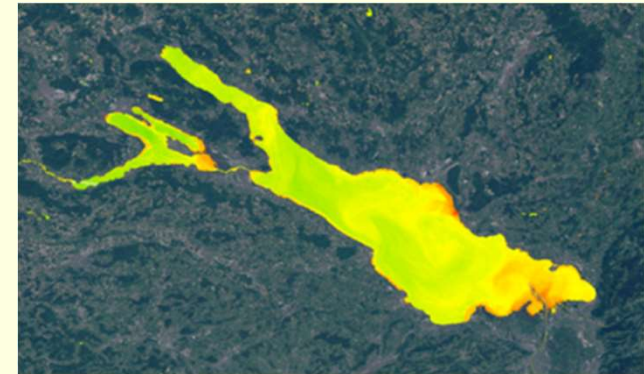
- **räumliche und zeitliche Verdichtung**

Überwachung einer **großen Anzahl kleinerer Seen**

- **Indikatives Gewässermonitoring**

## Seen in Baden-Württemberg

- 28 WRRL-Seen > 50 Hektar
- 260 Seen > 10 Hektar
- 1300 Seen > 1 Hektar



Landsat 8, (21.05.2016),  
prozessiert durch EOMAP, © NASA


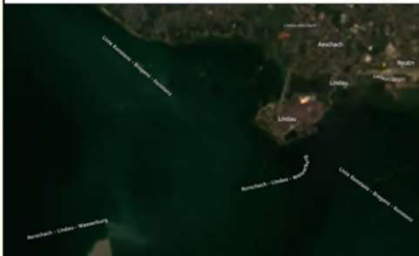




# Satelliten für behördliches Gewässermonitoring



## Sentinel-Satelliten der ESA und ergänzend Landsat-Satelliten (NASA)

- geeignet für **Binnengewässer**
- **open data policy**
- **langzeitstabil** Satelliten, Daten, Services

Landsat-8	Sentinel-2	Sentinel-3
30x30 m	10x10 m; 30x30 m; 60x60 m	300x300 m
Überflüge 16 Tage Rhythmus	Überflüge 5 Tage Rhythmus	Überflüge täglich
Operational Land Imager (OLI) und Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Multispectral imager (MSI)	Ocean and Land Colour Instrument (OLCI), Sea and Land Surface Temperature Radiometer (SLSTR)
9 Bänder für OLI und 2 Bänder für TIRS 	13 Bänder	21 Bänder für OLCI und 9 Bänder für SLSTR
 Landsat: 14.05.2022	 Sentinel-2: 11.05.2022	 Sentinel-3: 11.05.2022



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

**LU:W**

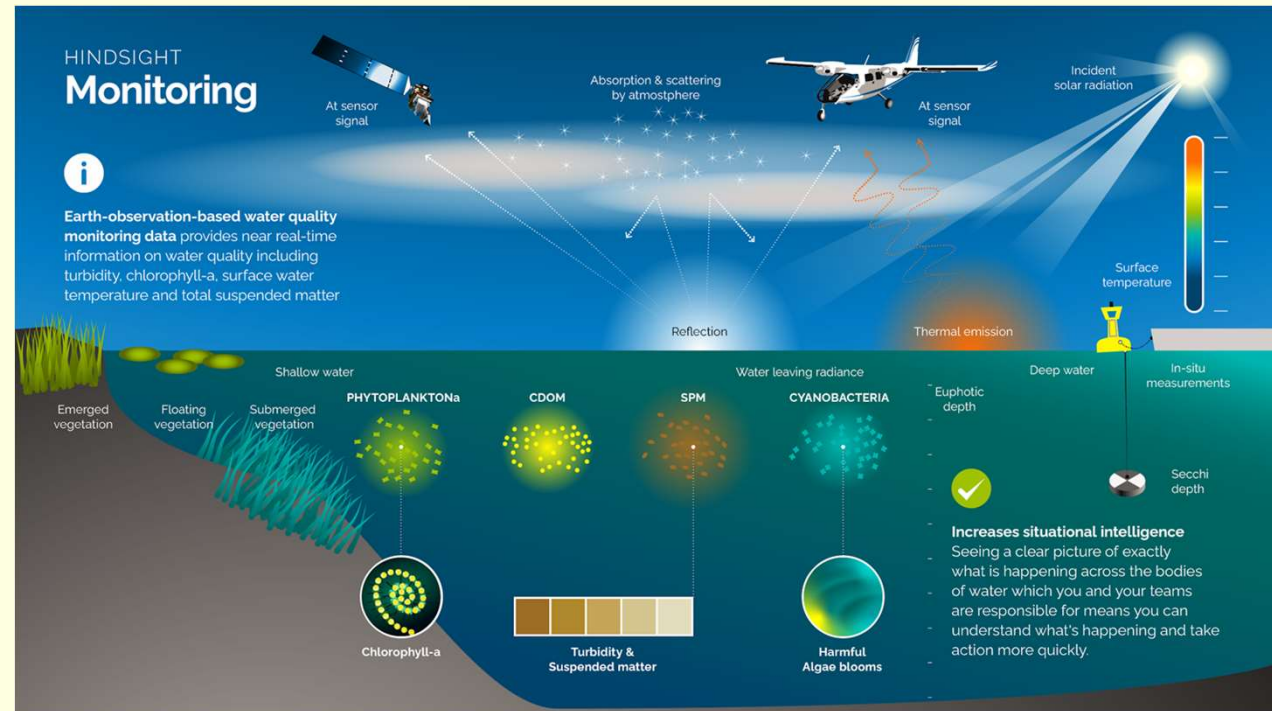
# Farbe des Gewässers = Inhaltsstoffe des Sees

## Passive optische Satellitensensoren

2 – 6 % des Signals → Wasserqualitätsparameter

**Parameter:** Chlorophyll-a, Trübung, CDOM, Cyanobakterien, Sichttiefe, Temperatur, ... etc.pp.

1. Wie gut stimmen in situ und FE-Messung überein ? → **Validation**
2. Wie können die Wasserqualitätsparameter im See ermittelt werden ? → **Workflow**
3. Wie kommen die Fernerkundungsdaten zu den Nutzern ? → **Informationsprodukte**



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



PROGRAMME OF THE  
EUROPEAN UNION

Copernicus  
Europe's eyes on Earth

digitalLÄND

Folie 6

LU:W

# Digitalisierungsstrategie des Landes Baden-Württemberg

## Projekt SAMOSEE-BW

**SAMOSEE-BW** „Satellitenbasiertes Monitoring von Seen in Baden-Württemberg“

- Digitalisierungsstrategie des Landes Baden-Württemberg
- Themenfeld „Smarte Umweltdaten“
- Laufzeit: 2 Jahre
- **Kernziel:** Raum für innovative, neue, unerprobten Ideen und Technologien in konkrete Verwaltungsabläufe zu integrieren

### Ziele – Nutzung der satellitenbasierten Fernerkundung für Routine-Gewässermonitoring

- **Parameter:** Chlorophyll a, Trübung, HAB, Sichttiefe, Temperatur,...
- **Ergänzung** in situ Monitoringprogramm Bodensee und kleine Seen
- **Indikatives Gewässermonitoring** für kleine Seen
- → anwenderorientierte, intuitiv erfassbare Informationsprodukte



In situ Monitoring

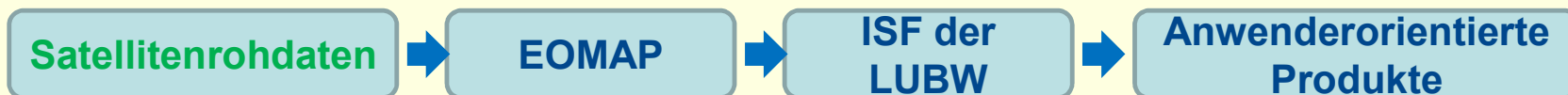
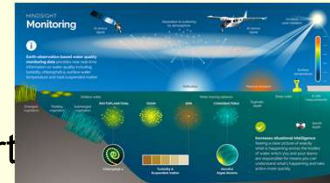


Satellitenbasiertes  
Monitoring

# Hybride Implementierung Fernerkundungsmethodik

## Kooperation zwischen KMU und öffentlicher Verwaltung

- Kombination von Fernerkundungs-Dienstleister/Serviceprovider (EOMAP) und LUBW-eigenen Prozessierungsalgorithmen
- **KMU - Serviceprovider EOMAP** (Earth Observation & Environmental Services)
  - Prozessierung von Wasserqualitätsparametern (georeferenziert, atmosphärenkorrigiert)
- **öffentliche Verwaltung - weitere Prozessierung durch das ISF der LUBW**
  - Aggregation der Daten (Basisunit Seejahr)
  - Visualisierung der Daten
  - Statistische Analysen
  - **Anwenderorientierte, intuitiv erfassbare Informationsprodukte**





# Anwenderorientierte, intuitiv erfassbare Informationsprodukte

## Ziele

- Zugriff auf Satellitendaten für Nicht-FE-Experten
- nutzbar mit Standard-IT-Arbeitsmitteln Gewässerschutz
- problemlose Verwendung für Routineaufgaben und -themen der Behörden

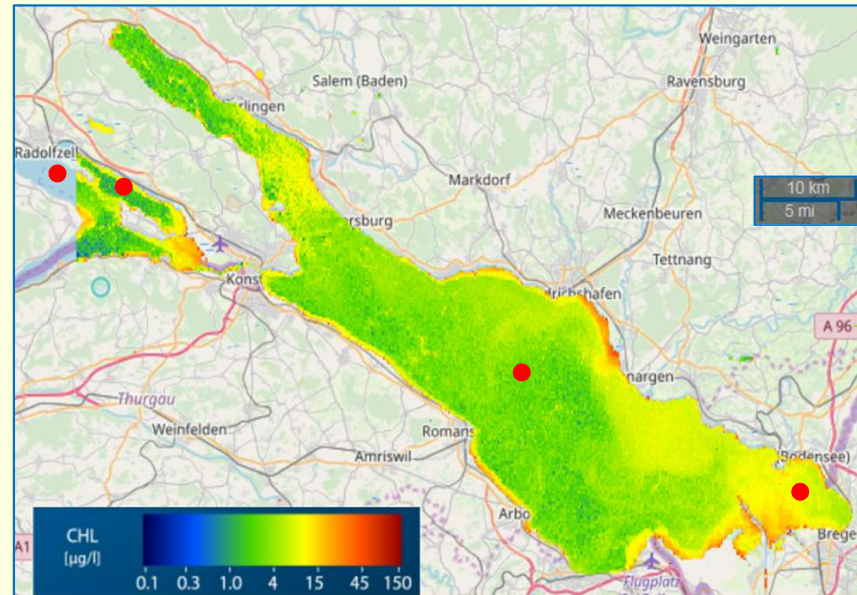
## Portfolio von Informationsprodukten

- **Zeitreihen** verschiedener Gewässerqualitätsparameter (z.B.: Chlorophyll a, Temperatur, Trübung)
- **Karten** mit seenspezifischen Informationen
- **Movies** für ausgewählte Parameter → zeitliche Entwicklung
- **Seenensembledarstellungen**
- ...

# Fernerkundung - Basisinformationen

Seename	Jahr	Parameter	Mittel_FE
Schluchsee	2016	CHL	3,55816
Federsee	2016	CHL	5,75662
Rohrsee	2016	CHL	16,7698
Schwarzenbach	2015	CHL	3,81791
Rohrsee	2014	CHL	12,3398
Bergsee	2014	CHL	14,3759
Titisee	2013	CHL	2,29599
BR1	2020	CHL	3,55816
FU	2020	CHL	5,75662
LAAR	2020	CHL	16,7698
ZE	2020	CHL	3,81791
GN	2020	CHL	12,3398

**Tabellarische Übersicht** über relevante Wasserqualitäts-Parameter für eine Vielzahl von Seen.



**Räumliche Verteilung** der Chl-a-Konzentration im Bodensee (S2). Zu sehen ist die räumliche Heterogenität der Algenverteilungen.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

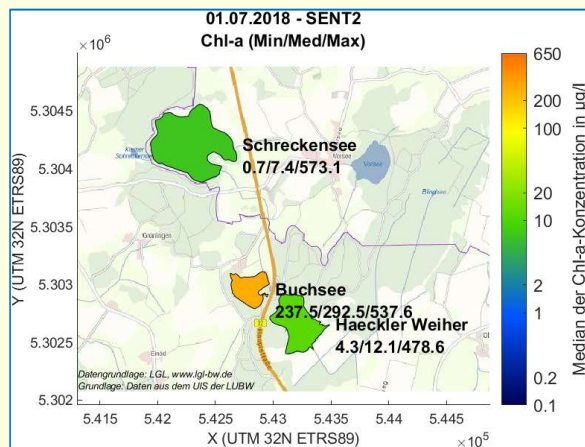
digitalLÄND

LU:W

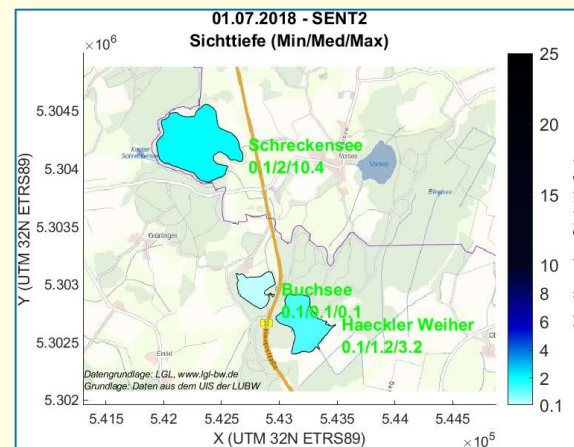
# Darstellung von Seengruppen

- Abbildungen von **Seenensembles** z.B. Blitzenreuther Seenplatte
- unterschiedliche **Gruppierungsparameter** möglich (z.B. geografisch oder administrativ - Regierungspräsidien, Landratsämter, ...)

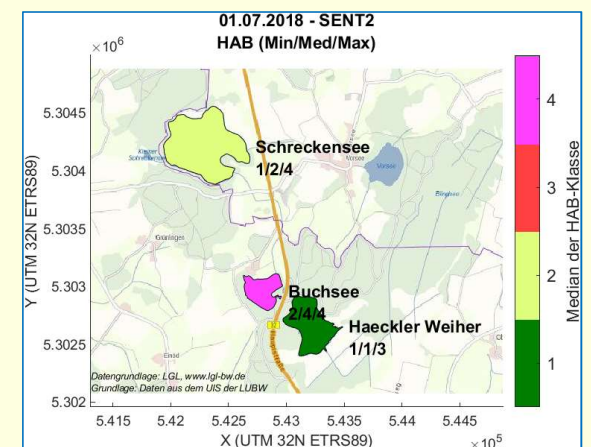
## Chlorophyll a



## Sichttiefe



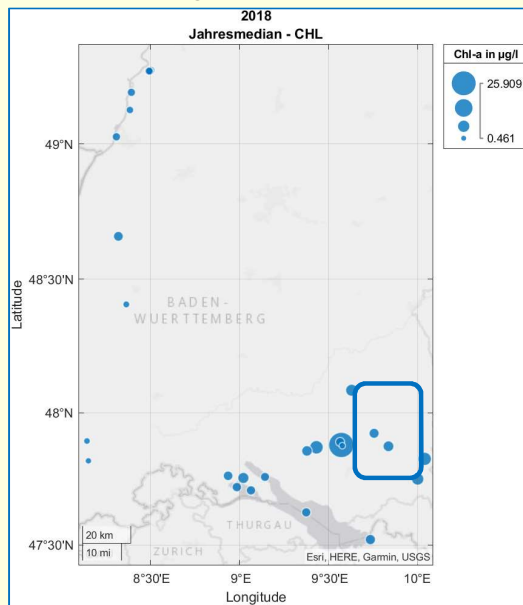
## Blaualgenindikator



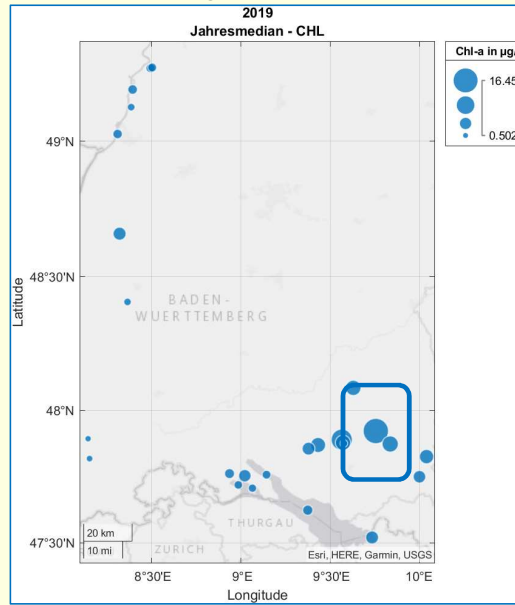
# Landesweite vergleichende Darstellungen

- Jahresmittel der Chlorophyll-a-Gehalte in 21 Seen in Baden-Württemberg
- ➔ **Veränderungsanalysen** und **regionale Vergleiche**

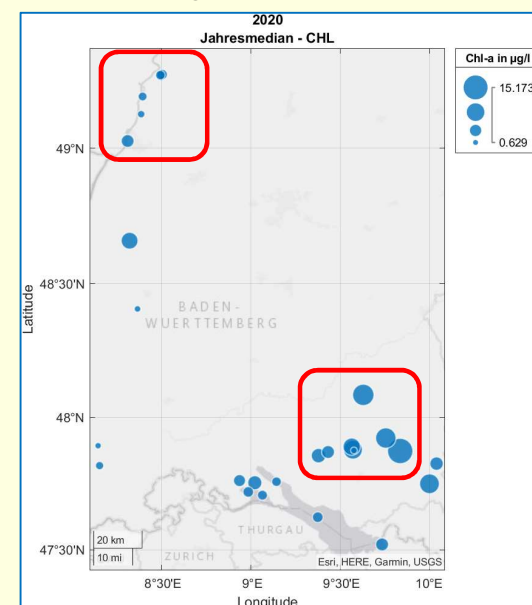
Chlorophyll a in 2018



Chlorophyll a in 2019



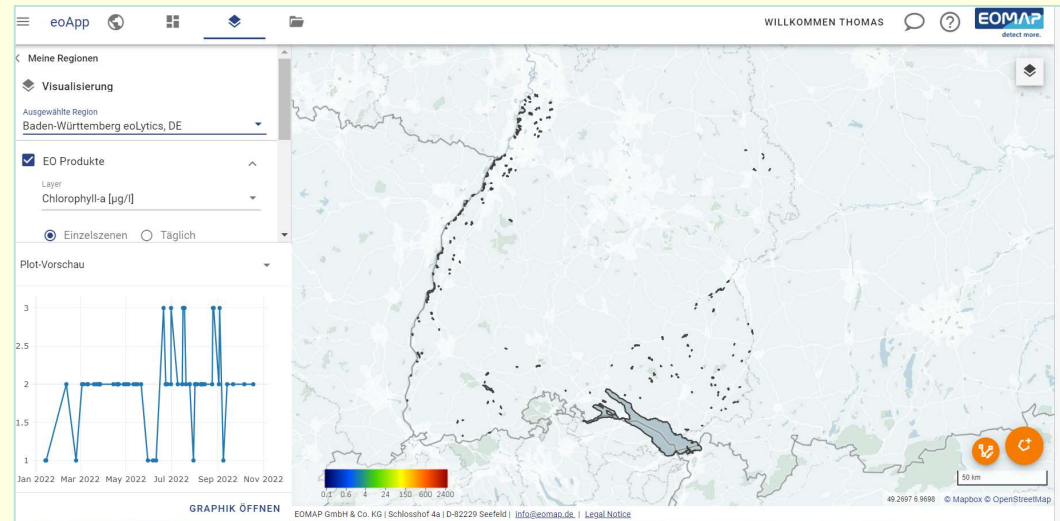
Chlorophyll a in 2020



# Aktueller Stand - Weiteres Vorgehen

## Übergang zu operationellen Systemen

- abgeschlossen eigenständige Prozessierung der WAQ-Daten mit **eoLytics**
  - retrospektiv für 2022 rund 40 Seen im Satellitenmonitoring (klassisch 6 bis 8 Seen)
- in 2023 und 2024 → Übergang zu operativen „real time“ Fernerkundungssystemen **eoApp**
  - zeitnahe operative Prozessierung der Satellitendaten
  - Rollout → ≈ 260 Seen (> 10 Hektar)
  - inkl. Visualisierung
  - inkl. Alarmsystemen
- **Leuchtturmprojekt BIGFE (BMVI, DLR)**
  - länderübergreifende Harmonisierung
  - Partner aus 12 Bundesländern
  - Input - Erfahrungen von **SAMOSEE-BW**



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

digitalLÄND

Folie 13

LU:BW

# Fazit

## Satellitenbasierte Fernerkundung von Seen

- **digital@bw Verstetigung von wissenschaftlichen Methoden für behördliches Gewässermonitoring**
- **Erstmalig Nutzung der Satellitendaten für ein landesweites, harmonisiertes Gewässermonitoring**
  - hohe zeitliche und räumliche Informationsdichte
  - landesweite methodisch einheitliche Erfassung der Gewässer
- **Grundlage enge fachliche Kooperation** - KMU und Landesverwaltung
- **Wichtig** einfache intuitiv nutzbare, anwenderorientierte Informationen
- **Synthese** vor Ort Seenmonitoring ↔ satellitenbasiertes Monitoring

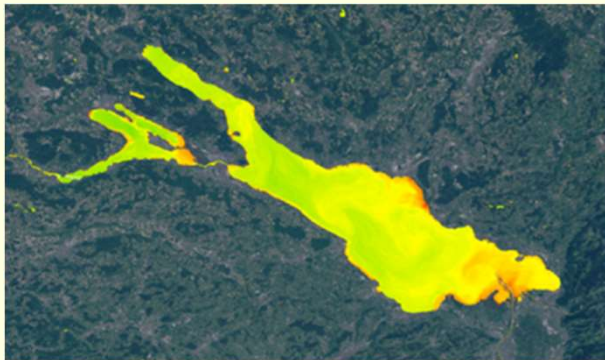


- **„Man kann nur schützen, was man kennt“ ... 40 Seen in 2022 → ≈260 Seen in 2023/2024**  
**„Gewässerschutz - Schutz und Erhalt der blauen Augen der Landschaft“**

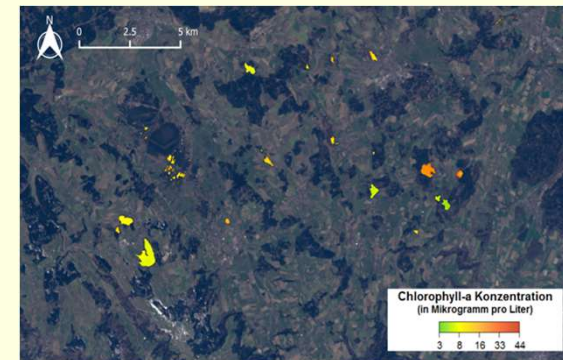


# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

- Nathalie Karle und Kristina Popp und Rebecca Kutzner (ISF der LUBW)
- Bastian Ellmenreich, Jan Tomaschek, Albrecht Schultze, Jennifer Krauß (Koordinierungskreis Digitalisierung KoDi im UM)
- Kolleginnen und Kollegen des ISF der LUBW
- Thomas Heege, Karin Schenk, Philipp Bauer, Hendrik Bernert (EOMAP)



von SonyUser über Pixabay



digitalLÄND

LUBW



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT