



---

**Nationales Forum für Fernerkundung und Copernicus 2021**

**Session: E.3 - Copernicus und die Binnengewässer**

**Überwachung von EU-Badegewässern  
mithilfe satellitengestützter  
Fernerkundungsmethoden**

März 2021

Dr. Christoph Deller

Landesamt für Umwelt, RLP, Referat 65  
„Allg. Wasserchemie, Anorg. Spurenanalytik und Badegewässerüberwachung“

---

## Motivation

Warum Badegewässerüberwachung?

„...Schutz der Umwelt und der Gesundheit des Menschen...“ (BadGewV RLP)

## Verbraucherschutzaspekt/Betriebssicherheit

- Fokus A: Pathogene Keime  
→ in RLP: Gesundheitsämter
- Fokus B: Massenentwicklung potentiell toxinbildender Cyanobakterien  
→ In RLP: Landesamt für Umwelt

1. (Früh)Erkennung
2. Quantifizierung
3. Risikobewertung
4. Verfolgung der Entwicklung
5. Bewirtschaftungsmaßnahmen



## Bisherige Maßnahmen:

### Badegewässerüberwachung in RLP

Während der Badesaison (1.5. – 31.8.):

- Probefahrten zu den 70 (!!!) EU-Badegewässern (Laborbus, Probennehmer...)
- Händische Ermittlung von Sichttiefen & Trübungen vor Ort
- Chlorophyllmessungen (z.T. mit Messsonden)
- Bestimmung der Chlorophyllgehalte UND mikroskopische Planktonanalyse im Labor zur Bestätigung/Absicherung der Messwerte

Situation

	Anzahl
Risikogewässer	38
Nicht-Risikogewässer	32
Probefahrten an Risikogewässer	220
Probefahrten an Nicht-Risikogewässer	80
Beprobungen an Risikogewässer	~ 5 - 6
Beprobungen an Nicht-Risikogewässer	~ 2 - 3
Chlorophyllmessungen/Jahr	Ca. 450

Statistik

- geringe Beprobungsfrequenzen – hoher Aufwand im Labor
- Restrisiko („Algenblüte übersehen“) bleibt bestehen...

Probleme



## Fernerkundung als zusätzlicher Baustein?

Erprobungsphase: Badesaison 2020

Während der Vegetationsperiode (1.4. – 30.9.):

- Überwachung von 20 Gewässern mit 10 x 10m und 30 x 30m Auflösungen (Sentinel 2A/B – 20 Gewässer, Landsat 8 – 12 Gewässer)
- Gewässer mit unterschiedlicher Größe, Ufer(vegetations)struktur, Trophiestufe, Blaualgen-Risikopotential
- Monitoring der Parameter **Trübung, Sichttiefe, Chlorophyll, Blaualgenindikator**
- Beobachtung des zeitlich „horizontalen Verlaufes“
- Postsaisonalen Abgleich der Messwerte mit den Werten der vor-Ort Messungen

Plan

- Statt bisher 5-6 Datensätze/Risikogewässer und 2-3 Datensätze/Nicht-Risikogewässer nun (je nach Wetterlage) bis zu 20 Datensätze. → Deutlich höhere Beprobungsfrequenz.

Vorteile?

- Ist eine **absolute Plausibilisierung** (keine Kalibration) der Satellitendaten (SAT) mit vor-Ort-Daten (LIVE) für eine (semi)quantitative Aussage **möglich oder nötig?**
- Genügen ggf. „**Relativdaten**“ (Betrachtung des zeitlichen Verlaufs) zumindest zur Erkennung und Verfolgung der Entwicklung von Algenblüte?
- Gibt es **Beschränkungen** (Seengröße, Uferstruktur)? Welche?
- Können SAT-Daten die **LIVE-Daten teilweise** ersetzen und die **Einsatzplanung verbessern?**

Fragen...

# Beispiel: System Neuhofener Altrhein und Blaue Adria



## Kritische Parameter und Parameterumfang

Kritische LIVE-Parameter für die Badegewässerüberwachung:

- Sichttiefe: < 2m (erhöhte Aufmerksamkeit)..., < 1 m (Warnstufe)..., < 0,5 m (Alarmstufe)
- Chlorophyll-a: > 15 µg/l (Warnstufe), > 75 µg/l (Alarmstufe)
- Gesamtes-Chlorophyll-a: dominiert von Cyanobakterien-Chlorophyll-a

Chlorophyll-a | July 23, 2020



Secchi Depth | July 23, 2020



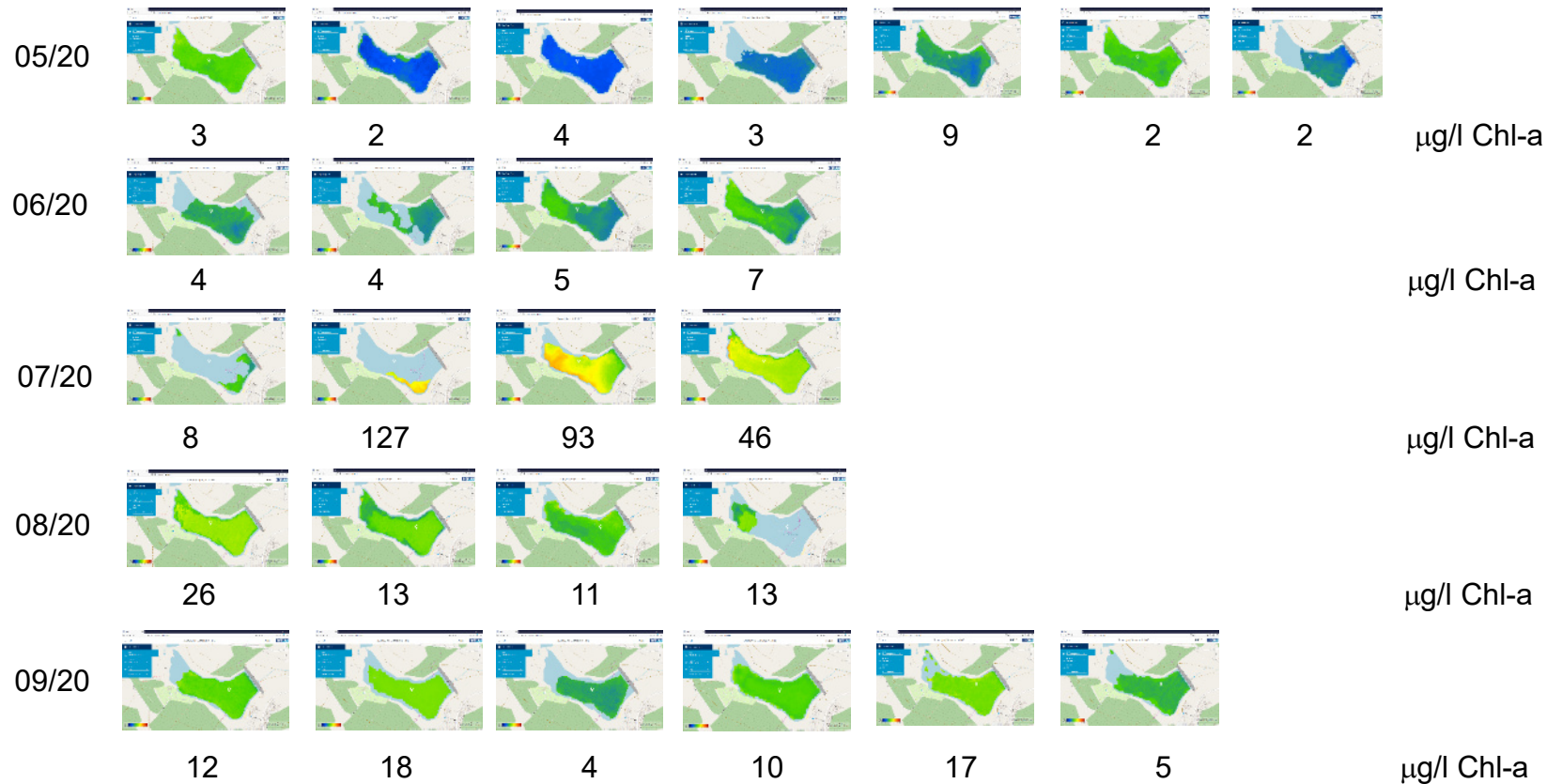
Hab Indicator | July 23, 2020





## Beispiel: Krombachtalsperre (91 ha)

### Saisonverlauf der Chl-a-Konz. (Mittelwerte)

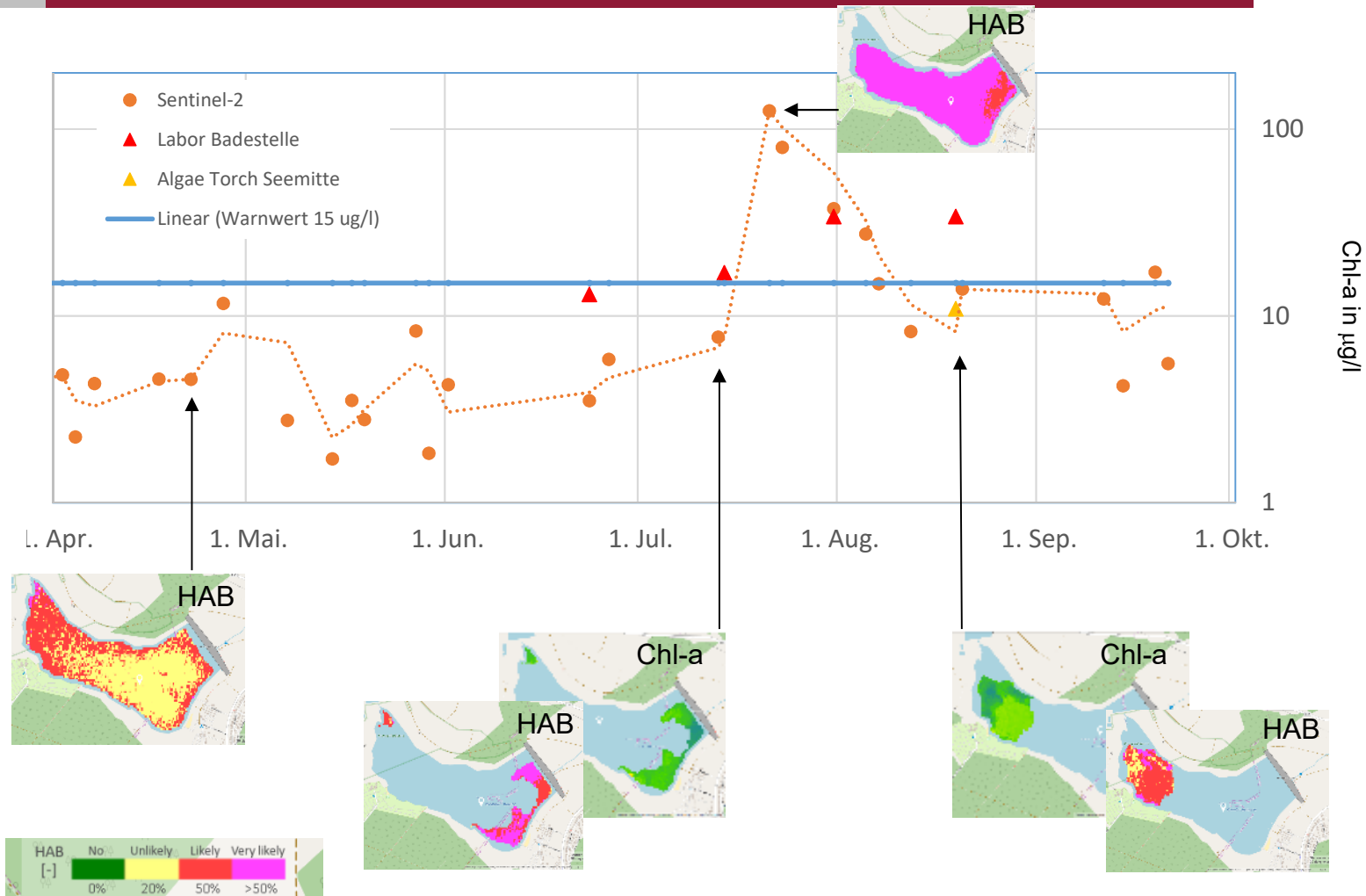


- Szenen mit geringer Pixelanzahl
- Größere Zeiträume ohne Daten (Wetter!): insbes. Juni/Juli (bis zu 3 Wochen...)



## Beispiel: Krombachtalsperre

### Plausibilisierung der Chl-a Konzentrationen und der Cyanobakterienblüte

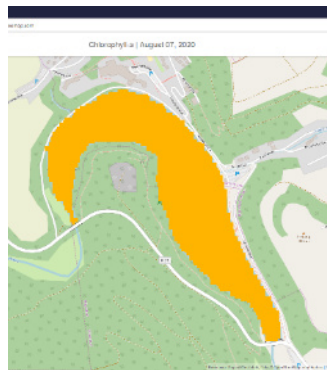


# Beispiele: Dateninterpretationshilfen

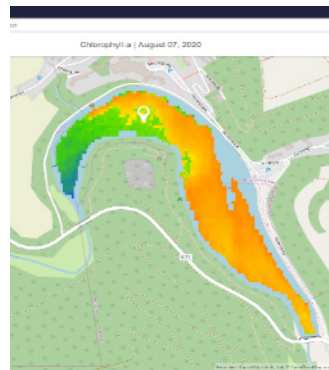
## Heterogenität von Chl-a-Verteilung// Plausibilisierung durch Parameterkorrelationen

### Stausee Bitburg

#### Mittelwert



#### Einzelpixel



Heterogenität messbar über Standardabweichung der Einzelwerte

Einzelpixelbetrachtung kann (und muss) zur Klärung von Unterschieden zwischen Satellitendaten und Live-Daten herangezogen werden...

### Waldsee Rieden (0,5 ha) / Seehof Erlenbach (15 ha)

Sichttiefen	
Satellit	LfU
stets	5 Messungen
>2m	~ 1m

Sichttiefen	
Satellit	LfU
stets	6 Messungen
~ 1m	~ 1m

Chl-a in ug/l	
Satellit	LfU
12.08.2020	13.08.2020
8	55

Chl-a in ug/l	
Satellit	LfU
23.07.2020	30.07.2020
11	18
12.08.2020	20.08.2020
27	35

Hypothese: Übereinstimmung von LIVE/SAT-Sichttiefendaten führt zu guter Übereinstimmung von LIVE/SAT-Chl-a-Daten: Sichttiefen als wertvolle Indikatoren für Verwertbarkeit von Chl-a-Daten:

Chlorophyllmessungen sind „teuer“, daher: LIVE oftmals nur Sichttiefenmessungen, SAT-Chl-a-Daten werden zusätzlich nutzbar.

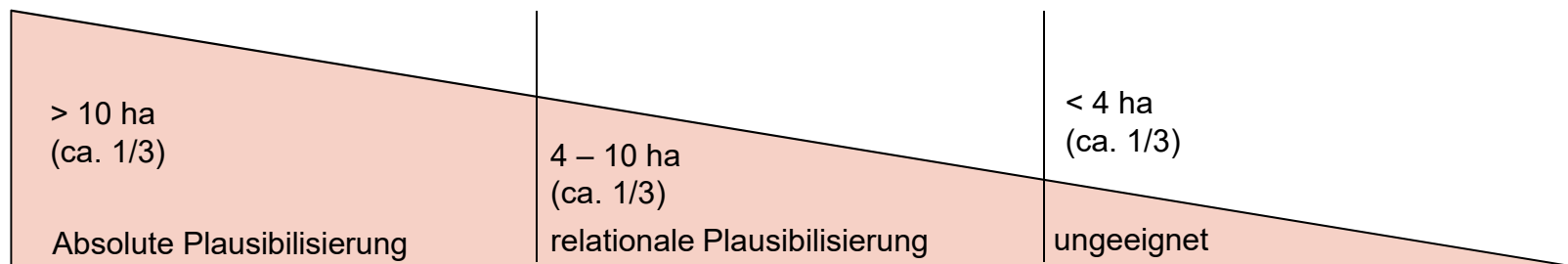




Nach der ersten Erprobungsphase 2020:

## Erste Beobachtungen, „Hypothesen“ & Limits

- I. „Beobachtungsgüte“ skaliert mit Anzahl der auswertbaren Pixel und somit mit der Gewässergröße



- II. Sichttiefe sind gute Indikatoren für die mögliche SAT/LIVE-Plausibilisierungen von Chlorophyllwerten
- III. Standardabweichungen der Chlorophyllwerte aus Einzelpixelbetrachtungen können zur Interpretation vom Unterschieden zwischen SAT- und LIVE-Daten herangezogen werden.
- IV. Auswertungen und Interpretationen zeitaufwändig, gewässerspezifische Betrachtungen nötig, zahlreiche Faktoren müssen beachtet werden, weitere Studien nötig...
- V. Einschränkungen im operativen Bereich durch wetterabhängige Unterbrechungen in Zeitreihen
- VI. Einsatz der SAT-Daten zur Einsatzplanung und zur Unterstützung der Vor-Ort Überwachung für ca. 60 % der Badegewässer möglich

---

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

---