

## Gewässer

### Ökosystemleistungen von Gewässern

Gewässer erbringen wesentliche Ökosystemdienstleistungen, die für das Überleben und Wohlergehen der Menschheit essenziell sind. Dazu zählen die Versorgung mit sauberem Trinkwasser, die Regulierung des Klimas und der Atmosphäre sowie die Bereitstellung von Nahrung und Erholungsräumen. Aquatische Ökosysteme unterstützen zudem die biologische Vielfalt, regulieren den Wasserhaushalt und tragen zur Bodenbildung bei. Diese Dienstleistungen sind besonders wichtig, da sie helfen, natürliche Schwankungen und Störungen abzufedern und die Resilienz gegenüber Umweltveränderungen zu erhöhen.

### Auswirkungen des Klimawandels auf Gewässer

Die Erwärmung der Atmosphäre hat direkte Auswirkungen auf den Wasserkreislauf, was zu veränderten Niederschlagsmustern, erhöhter Verdunstung und einer Intensivierung von Wetterextremen führt. In der Folge erleben wir häufigere und intensivere Hochwasser sowie verlängerte Dürreperioden, die den Wasserstand und die Wasserqualität beeinträchtigen. Diese Veränderungen bedrohen die Fähigkeit der Gewässer, ihre essenziellen Dienstleistungen zu erbringen, und erhöhen das Risiko von Schadstoffausbreitung und Eutrophierung. Der Anstieg der Gewässertemperatur kann ebenfalls die Lebensbedingungen für aquatische Arten verschlechtern und die biologische Vielfalt sowie die ökologische Funktionalität von Gewässerökosystemen verringern. Die Überwachung und das Monitoring ermöglichen es, Veränderungen frühzeitig zu erkennen und geeignete Maßnahmen zur Erhaltung der Biodiversität und zur Förderung der Resilienz gegenüber dem Klimawandel einzuleiten. Dies trägt zur langfristigen Sicherung der Ökosystemdienstleistungen bei und unterstützt die Anpassung an veränderte klimatische Bedingungen.

### Überblick über die Auswirkungen des Klimawandels auf Gewässer:

- **Veränderte Niederschlagsmuster:** Verschiebungen in der zeitlichen und räumlichen Verteilung von Niederschlägen können zu mehr Trockenheit im Sommer und erhöhtem Hochwasserrisiko im Winter führen.
- **Erhöhte Verdunstung:** Höhere Temperaturen führen zu einer erhöhten Verdunstungsrate, was den Wasserhaushalt beeinträchtigt.
- **Intensivierung des hydrologischen Kreislaufs:** Eine wärmere Atmosphäre kann mehr Wasserdampf aufnehmen, was zu intensiveren Niederschlägen und stärkeren hydrologischen Prozessen führt.
- **Hochwassergefahr steigt:** Veränderte Niederschlagsmuster und menschliche Eingriffe in die Landschaft erhöhen die Häufigkeit und Intensität von Hochwasserereignissen.
- **Niedrigwasser:** Längere Trockenperioden und höhere Verdunstungsraten führen zu häufigeren und intensiveren Niedrigwasserphasen.

- **Sinkender Grundwasserspiegel:** Trockenheit und längere Vegetationsperioden beeinträchtigen die Grundwasserneubildung, was zu sinkenden Grundwasserständen führt.
- **Steigende Gewässertemperaturen:** Erhöhte Lufttemperaturen führen zu einem Anstieg der Wassertemperaturen, was die Lebensbedingungen für viele aquatische Arten beeinträchtigt.
- **Treibhausgasemissionen:** Trockengefallene Gewässerbereiche und eine intensiviertere mikrobielle Aktivität im Sediment können zu erhöhten Emissionen von Kohlendioxid und Methan führen.
- **Eutrophierung:** Erhöhte Nährstoffeinträge durch intensivere Landwirtschaft und höhere Temperaturen fördern das Algenwachstum und können zu Sauerstoffmangel und der Verschlechterung der Wasserqualität führen.
- **Sinkende Biodiversität:** Veränderte Lebensbedingungen in Gewässern, wie steigende Temperaturen und veränderte Wasserstände, führen zu einer Abnahme der biologischen Vielfalt in aquatischen Systemen.

## Gewässermonitoring

Laut einem EU-Bericht von 2023 kann für jeden investierte Euro in Klimafrühwarnsystem einen Rückfluss von ca. 131 Euro durchschnittlich kalkuliert werden, durch vermiedene Schäden und verbesserte Reaktionsfähigkeit. Für das Gewässermonitoring setzten wir auf unterschiedliche Technologien, zum einem auf die APP **EyeOnWater-Australia**, wobei Nutzer\*innen anhand der Forel-Ule-Skala die Wasserfarbe bestimmen und so Rückschlüsse auf den ökologischen Zustand eines Gewässers ziehen können. Ergänzend dazu haben wir einen **Wassersensor** entwickelt, der ein dauerhaftes und stationäres Monitoring von Gewässern ermöglicht, um fortlaufend Daten für die Langzeitbeobachtung der Wasserqualität bereitzustellen. Weiter wird durch einen **Ultraschallsensor** der Pegel von Gewässern überwacht und mit Daten des Deutschen Wetterdienstes gemeinsam dargestellt.

## Die EyeOnWater-App im Kontext von Klimafrühwarnsystemen

Die EyeOnWater-App ist ein Instrument, das speziell für die Überwachung der Wasserqualität durch die Analyse der Wasserfarbe entwickelt wurde. Dabei nutzt die App die Forel-Ule-Skala, eine Methode, welche die menschliche Farbwahrnehmung nutzt, um die Farbe des Wassers zu bestimmen, dadurch können Informationen über den ökologischen Zustand eines Gewässers geliefert werden. Im Rahmen des Citclops (Citizens' observatories for coast and ocean optical monitoring) wurde die EyeOnWater-App entwickelt und eine neue Kalibrierung der Forel-Ule-Skala vorgenommen, um die Genauigkeit der Farbmessung zu verbessern und die Nutzung moderner Technologie, insbesondere Smartphones, zu ermöglichen. Die erhobenen Daten werden öffentlich zugänglich gemacht auf der Plattform [EyeOnWater.org](https://www.eyeonwater.org) und können für weiterführende wissenschaftliche Analysen genutzt werden.

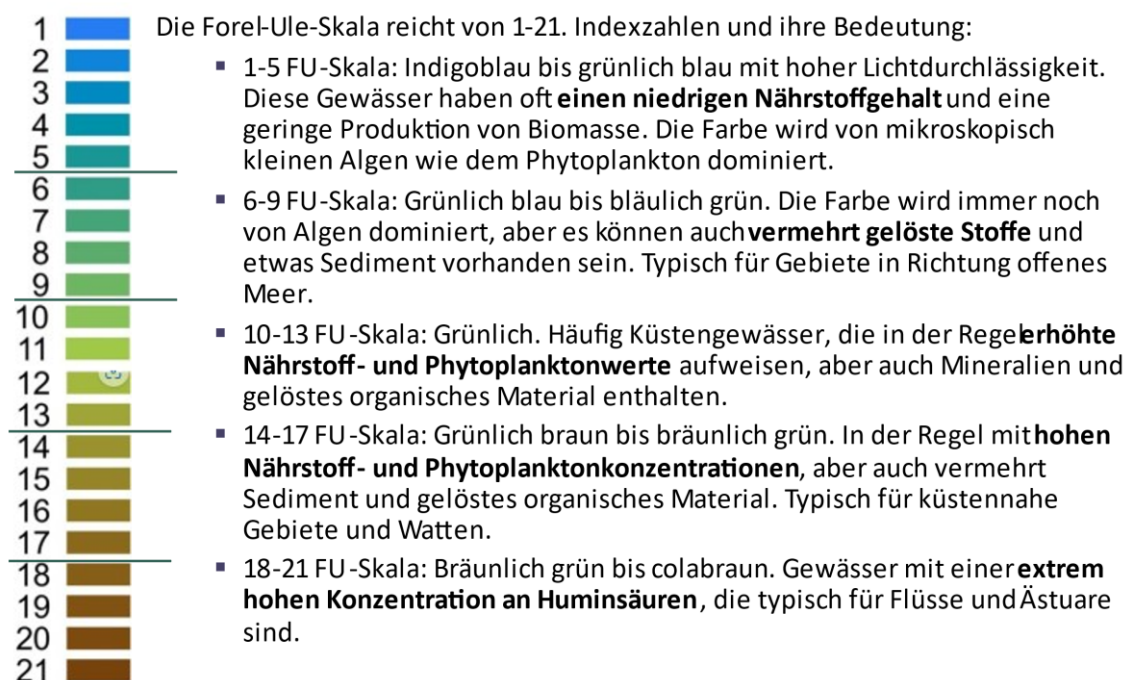
## Bedeutung der Wasserfarbe

Die Wasserfarbe ist als Essential Climate Variable von der World Meteorological Organization anerkannt und spielt eine entscheidende Rolle bei der Überwachung des Klimawandels. Veränderungen in der Wasserfarbe, beeinflusst durch natürliche und anthropogene Faktoren, können auf ökologische Verschiebungen hinweisen, wie die Zunahme von Algen oder die Folgen von Eutrophierung durch übermäßigen Nährstoffeintrag.

## Die Forel-Ule-Skala

Die Forel-Ule-Skala, die seit über einem Jahrhundert zur Bestimmung der Wasserfarbe eingesetzt wird, wurde im Rahmen des Citclops-Projekts modernisiert und neu kalibriert. Sie umfasst eine Skala von 1 bis 21, die von Indigoblau bis Cola-Braun reicht und die Wasserfarbe anhand der Farbintensität und -qualität klassifiziert, die durch gelöste und suspendierte Stoffe im Wasser beeinflusst wird. Die EyeOnWater-App hat diese für die breite Maße nutzbar gemacht, indem sie es ermöglicht, Wasserfarben mit Smartphone-Technologie zu erfassen und mit der Forel-Ule-Skala zu vergleichen.

## Wie hängt die Wasserqualität mit der Forel-Ule-Skala zusammen?



## Integration in ParKli

Im ParKli-Projekt wird die EyeOnWater-App eingesetzt, um Daten zur Wasserfarbe, zum pH-Wert und zur Sichttiefe mittels einer Secchi-Disk zu erfassen. Diese Daten können einen wichtigen Beitrag für die Bewertung des ökologischen Zustands von Gewässern und das

frühzeitige Erkennen von klimatischen Veränderungen sein. Die App ermöglicht es den Nutzern, durch ihre aktive Beteiligung ein dichtes Netzwerk an Datenpunkten zu erstellen, das wertvolle Einblicke in lokale und globale Wasserqualitätstrends bietet. Durch die systematische Sammlung und Analyse dieser Daten unterstützt die EyeOnWater-App die Entwicklung effektiver Klimafrühwarnsysteme. Indem sie den Bürgern ermöglicht, auf einfache und effiziente Weise Daten zu sammeln und zu teilen, fördert die App nicht nur das wissenschaftliche Verständnis und das öffentliche Engagement, sondern spielt auch eine entscheidende Rolle in der proaktiven Reaktion auf klimatische Herausforderungen.

### Messung des pH-Werts

Der pH-Wert, der den sauren oder basischen Charakter einer wässrigen Lösung anzeigt, ist ein entscheidender Indikator für die Wasserqualität und das ökologische Gleichgewicht in Gewässern. Natürliche Gewässer weisen typischerweise pH-Werte zwischen 6,5 und 8,5 auf, während Extremwerte sowohl für Kleinlebewesen als auch für Fische schädlich sein können. Im Rahmen des ParKli-Projekts wird der pH-Wert mithilfe von Teststreifen ermittelt und die Ergebnisse werden in die EyeOnWater-App eingegeben. Diese Messungen sind wesentlich, um den Zustand der Gewässer zu überwachen und umgehend auf schädliche Veränderungen reagieren zu können.



### Messung der Trübung mittels Secchi Disc

Die Secchi-Disc ist ein einfaches, jedoch effektives Instrument zur Messung der Sichttiefe in Gewässern. Sie besteht aus einer weißen Scheibe, die an einem Maßband befestigt ist und ins Wasser gelassen wird. Die Tiefe, bei der die Scheibe gerade noch sichtbar ist, bevor sie durch die Trübung des Wassers verdeckt wird, definiert die Sichttiefe. Diese Methode liefert wichtige Erkenntnisse über die Lichtdurchlässigkeit des Wassers, welche essenziell für Prozesse wie die Photosynthese ist, die stark von der Wasserklarheit abhängt.

Im Rahmen des ParKli-Projekts nutzen wir die Methode der Sichttiefenmessung mit der Secchi-Disc, um die Wasserqualität und -klarheit zu überwachen. Für dieses Projekt haben wir eine Secchi-Disc entwickelt, die Nutzer mithilfe von 3D-Drucktechnologie selbst herstellen können. Als Basis für unsere Entwicklung nutzten wir die Druckdaten des [Projekts](#). Die Druckdaten zum Herstellen der Secchi-Disc sind [hier verfügbar](#).

### Erfassung der Sichttiefenmessung mit der EyeOnWater-App:

Die Ergebnisse der Sichttiefenmessungen werden in der EyeOnWater-App dokumentiert, wobei Werte von 0 bis 80 Metern erfasst werden können. Zum Beispiel muss für eine gemessene Sichttiefe von 50 cm der Wert 0,5 Meter in der App eingetragen werden. Diese effiziente Art der Datenerfassung ermöglicht es den Nutzern, wichtige Wasserqualitätsdaten leicht zu dokumentieren und zu analysieren.

### Anleitung für die Benutzung der EyeOnWater-Australia-App

Die EyeOnWater-Australia-App ist ein effektives Werkzeug, um die Wasserfarbe, den pH-Wert und die Sichttiefe zu dokumentieren. Hier ist eine schrittweise Anleitung zur Verwendung der App:

#### Schritt 1: App-Vorbereitung

- **App-Download:** Installiere die EyeOnWater Australia App aus dem Google Play Store oder Apple App Store.
- **Account erstellen:** Öffne das Menü mit dem Button oben links und lege einen Account an, um Messungen zu verwalten.
- **Einführung:** Unter "**How do I use this app?**" erhältst du eine kurze Anleitung zur App.

#### Schritt 2: Umgebung für die Messung vorbereiten

- **Richtige Positionierung:** Halte dein Smartphone waagrecht über die Wasseroberfläche, mit dem Rücken zur Sonne, sodass sie entweder über deine rechte oder linke Schulter scheint.



#### Schritt 3: Fotodokumentation

- **Qualitatives Foto:** Stelle sicher, dass die Farbe und Oberfläche des Wassers auf deinem Bild klar erkennbar sind, ohne dass der Gewässergrund oder Fremdoobjekte wie Ufer, Stege oder Boote im Bild sind. Vermeide Spiegelungen von Wolken oder dir selbst.



Take a good picture



Take a good picture

#### Schritt 4: Farbauswahl und Zusatzdaten

- **Farbgleich:** Wähle aus den vorgegebenen Farbbalken in der App denjenigen aus, der am nächsten mit der Farbe des Wassers auf deinem Foto übereinstimmt. Perfekte Übereinstimmungen sind selten; wähle den nächstliegenden Farbton.
- **Zusätzliche Angaben:** Als Experte kannst du weitere Messwerte wie die Sichttiefe mit der Secchi-Disk (in Metern, z.B. 0,2 für 20 cm) und den pH-Wert hinzufügen.



#### Schritt 5: Datenübermittlung

- **Upload:** Übertrage deine Daten, sobald du alle Informationen eingegeben hast.

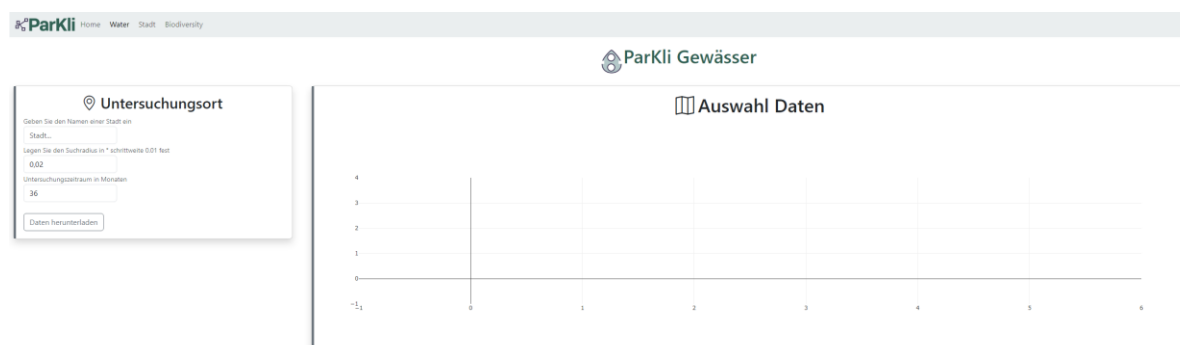
#### Weitere wichtige Hinweise

- **Sicherheit:** Sei vorsichtig mit deinem Smartphone am Wasser und achte auf sicheren Stand.
- **Datenübertragung:** Achte auf eine stabile Internetverbindung zum Hochladen deiner Daten. Sollte vor Ort kein gutes Internet verfügbar sein, überprüfe den Upload später und verwende die Schaltfläche "Beobachtungen hochladen", um deine Daten zu senden.

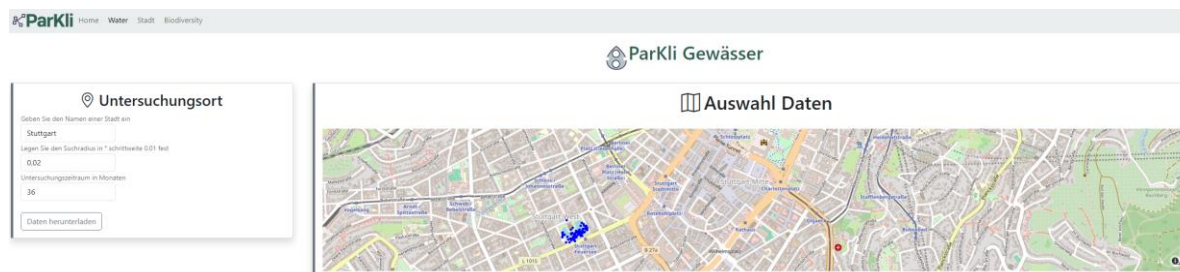
## Anleitung für die Dashboard-Analyse von EyeOnWater-Daten

Unsere Applikation ermöglicht es dir, deine gesammelten EyeOnWater-Daten interaktiv und detailliert zu analysieren. Wir nutzen Python in Kombination mit dem Dash-Framework, um benutzerfreundliche, webbasierte Dashboards zu erstellen. Du kannst deine Daten über die folgende URL analysieren: [Link zum Dashboard](#).

**Schritt 1: Dashboard öffnen:** Gehe auf [www.dash.parkli.de/water](http://www.dash.parkli.de/water) und gib den gewünschten Standort (z. B. Stuttgart) ein. Die Daten werden automatisch geladen und auf der Karte angezeigt.



**Schritt 2: Analysebereich auswählen:** Zoome auf der Karte in das gewünschte Gebiet und verwende die **Box-Select-Funktion**, um den genauen Bereich für die Analyse auszuwählen.

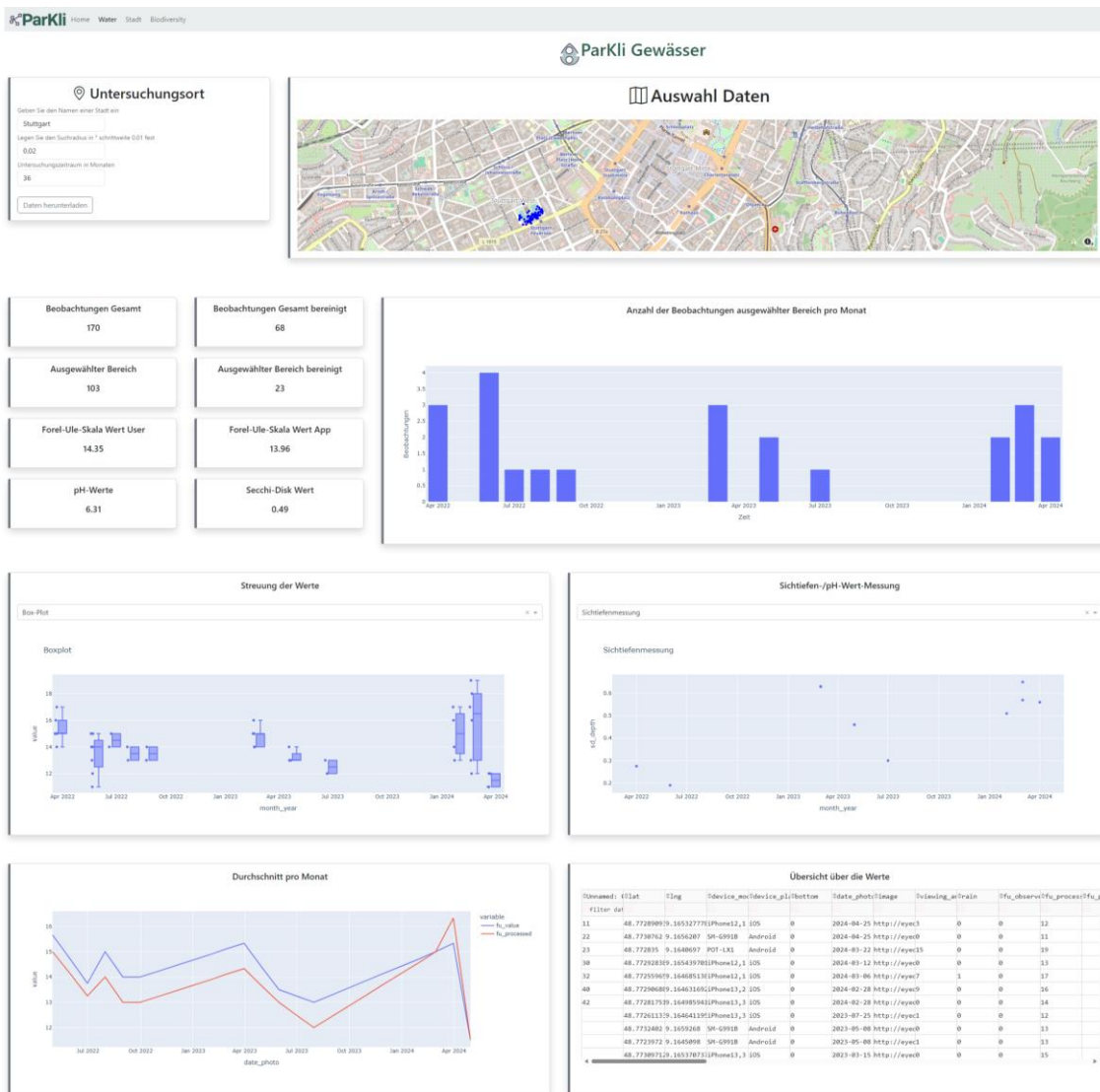


**Schritt 3: Diagramme für die Analyse generieren:** Nachdem der Bereich mit Box-Select definiert ist, erstellt das Dashboard automatisch die entsprechenden Diagramme zur detaillierten Analyse der ausgewählten Datenpunkte.

## Datenanalyse und Validierung im Dashboard

In unserem Dashboard finden sich Informationen zu den gesammelten Daten. Auf der rechten Seite des Dashboards findet sich eine Übersicht zu den Daten. „Beobachtungen Gesamt“ wird die Anzahl der in der CSV-Datei vorhandenen Beobachtungen aufgeführt. Um qualitativ hochwertige Analysen sicherzustellen, berücksichtigen wir ausschließlich Daten, die einen

Validierungsprozess durchlaufen haben. Dies gewährleistet zuverlässige und aussagekräftige Datensätze.



## Daten Validierungsprozess

- **Abstandsüberprüfung:** Datenpunkte, bei denen der Abstand auf der Florel-Ule-Skala zwischen beobachteten und berechneten Werten  $> 2$  ist, werden aus dem Datensatz entfernt.
- **Bereinigung der Daten:** Wir entfernen Einträge ohne Angaben zur Bewölkung sowie Duplikate, basierend auf der Pixelanzahl und dem Erstellungsdatum der Fotos.
- **Link-Überprüfung:** Datensätze ohne Bildverlinkung werden gelöscht.



- **EyeOnWater-Algorithmus:** Mit dem EyeOnWater-Algorithmus validieren wir, ob die Farben der Bilder mit der Forel-Ule-Skala übereinstimmen. Nicht übereinstimmende Datensätze werden für die weitere Analyse ausgeschlossen.
- **Effizientere Analyse:** Die schon einmal hochgeladenen Datensätze werden gespeichert und nur die neuen Beobachtungen analysiert.

### Übersicht über Daten

- **„Bereinigte Gesamtbeobachtungen“** zeigt die Anzahl der Beobachtungen an, die nach der Bereinigung zur Verfügung stehen.
- **„Ausgewählter Bereich“** reflektiert die Anzahl der Beobachtungen des zuvor unter Schritt 8 festgelegten Bereiches.
- **„Bereinigter ausgewählter Bereich“** repräsentiert die Anzahl der Beobachtungen, die in die Analyse einfließen.

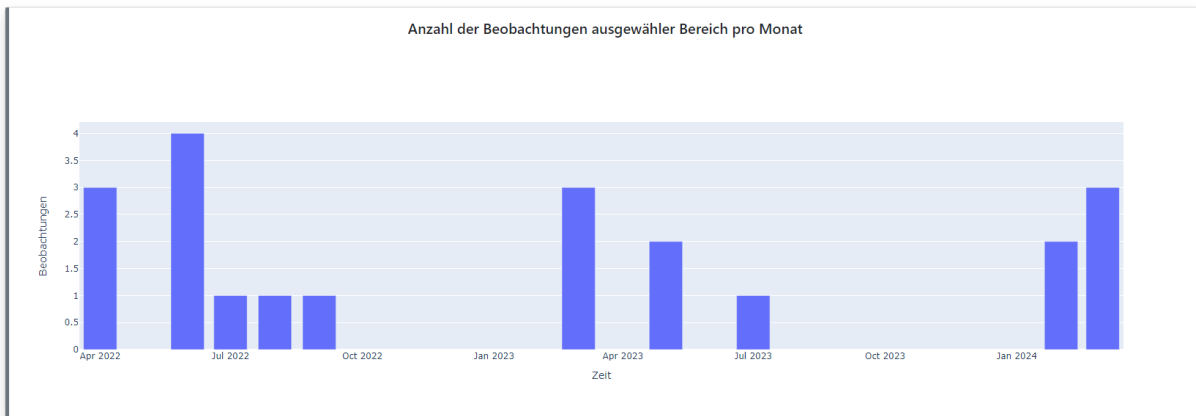
### Durchschnittswerte und Beobachtungen

- **„Forel-Ule-Skala Wert User“** und **„Forel-Ule-Skala Wert App“** repräsentieren die durchschnittlichen Werte für die Wasserfarbe, sowohl von Nutzern ausgewählt als auch vom Algorithmus berechnet.
- **„Durchschnittlicher pH-Wert“** und **„Secchi-Disk-Wert“** stellen den mittleren pH-Wert und die durchschnittliche Sichttiefe dar.

Beobachtungen Gesamt 311	Beobachtungen Gesamt bereinigt 60
Ausgewählter Bereich 89	Ausgewählter Bereich bereinigt 21
Forel-Ule-Skala Wert User 14.62	Forel-Ule-Skala Wert App 14.19
pH-Werte 6.25	Secchi-Disk Wert 0.48

### Zeitliche Verteilung der Beobachtungen

- **„Anzahl der Beobachtungen ausgewählter Bereich pro Monat“** liefert eine zeitliche Übersicht und zeigt die Häufigkeit der Datenerfassung auf.



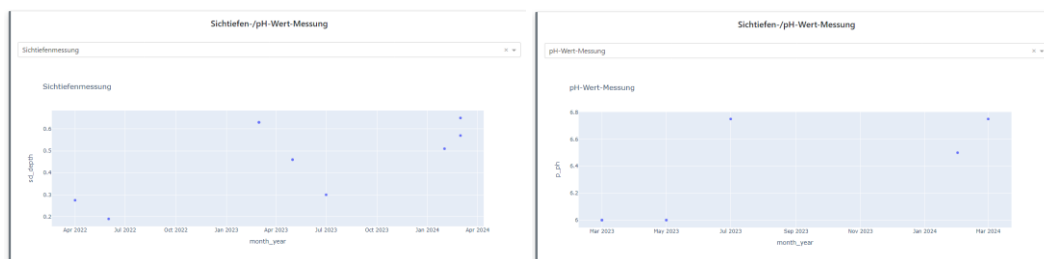
### Visualisierung der Streuung

- „**Streuung der Werte**“ ermöglicht eine grafische Auswertung der Forel-Ule-Skala-Werte mittels Boxplots oder Scatter-Plots, die über ein Dropdown-Menü ausgewählt werden können.
- Der Boxplot stellt die Werte, die von Nutzern und durch den Algorithmus ermittelt wurden in einem Diagramm pro Monat dar, während der Scatter-Plot eine Separation der Werte ermöglicht.



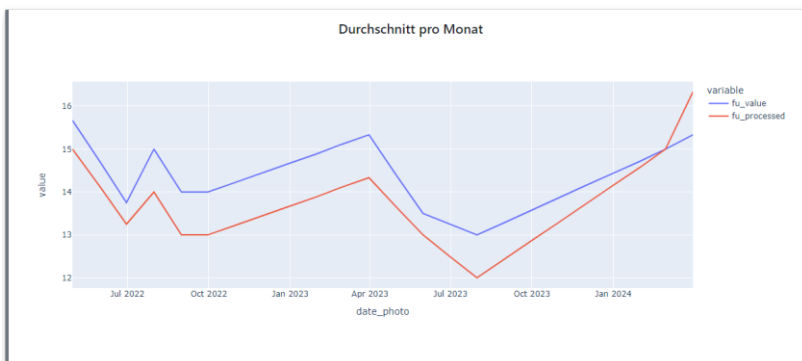
### Sichtiefen-/pH-Wert-Messung

- Für die Visualisierung der Sichttiefen- und pH-Wert-Messungen steht jeweils ein Scatter-Plot zur Verfügung.



### Durchschnitt pro Monat

- Ein Liniendiagramm stellt den durchschnittlichen Verlauf der Forel-Ule-Skala-Werte über die Zeit dar, mit linear interpolierten Werten für Monate ohne Datenerhebung.



## Übersicht über die Werte

- In einer Tabelle sind alle für die Analyse relevanten Werte dargestellt. Diese kann gefiltert werden, um einzelne Messungen genauer zu analysieren.

Übersicht über die Werte

Unnamed: 0	n_code	lat	lng	x_900913	y_900913	points	extension	date_photo	device_platform	device_model	device_unique_id	view
2	24203	48.7732402	9.1659268	1020346	6236472	10	png	2023-05-08	Android	SM-G991B	4c6e7ed38150	
3	24202	48.7723972	9.1645098	1020188	6236329	10	png	2023-05-08	Android	SM-G991B	4c6e7ed38151	
11	23816	48.7730247	9.1652761	1020273	6236435	10	png	2023-03-15	iOS	iPhone13,3	D43B3807-2E8	
12	23815	48.7730971	9.1653707	1020284	6236448	10	png	2023-03-15	iOS	iPhone13,3	D43B3807-2E0	
16	23802	48.7729563	9.1650901	1020253	6236424	10	png	2023-03-15	iOS	iPhone13,3	D43B3807-2E1	
36	21475	48.7728986	9.1654913	1020297	6236414	10	png	2022-09-02	iOS	iPhone13,3	D43B3807-2E-2	
38	21250	48.7728297	9.1654042	1020288	6236402	10	png	2022-08-02	iOS	iPhone13,3	D43B3807-2E2	
39	21212	48.7729809	9.1654896	1020297	6236428	10	png	2022-07-26	iOS	iPhone13,3	D43B3807-2E-4	
49	20672	48.773346	9.1659523	1020349	6236490	0	png	2022-06-25	Android	SM-A528B	417466d7d022	
50	20671	48.7729956	9.1658289	1020335	6236430	10	png	2022-06-25	Android	SM-G991B	4c6e7ed3815-1	
53	20668	48.7729930	9.1656788	1020318	6236430	0	png	2022-06-25	iOS	iPhone11,8	68C35859-2E0	