

# Heisse und trockene Sommer: Wassertemperaturen im Fokus

Riet Könz | Serafin Bieder | Severin Gassmann | Abteilung Landschaft und Gewässer | 062 835 34 50

**Die Schweiz hat 2022 den zweitwärmsten Sommer seit Beginn der Messungen 1864 erlebt, gefolgt vom Jahr 2023. Lediglich der Hitzesommer im Jahr 2003 verzeichnete noch höhere Temperaturen. Doch nicht nur die Lufttemperaturen waren betroffen, sondern auch die Temperaturen der Fließgewässer und Seen erreichten neue Höchstwerte. Bei rund einem Drittel der kantonalen hydrometrischen Messstationen wurden diesbezüglich neue Rekordwerte gemessen.**

So wird seit September 2022 auch die Temperatur im Hallwilersee überwacht. Um das Temperaturmessnetz zusätzlich zu verbessern, stehen aktuell weitere Arbeiten an, um an wichtigen Stationen wiederholte Temperaturmessungen zu gewährleisten.

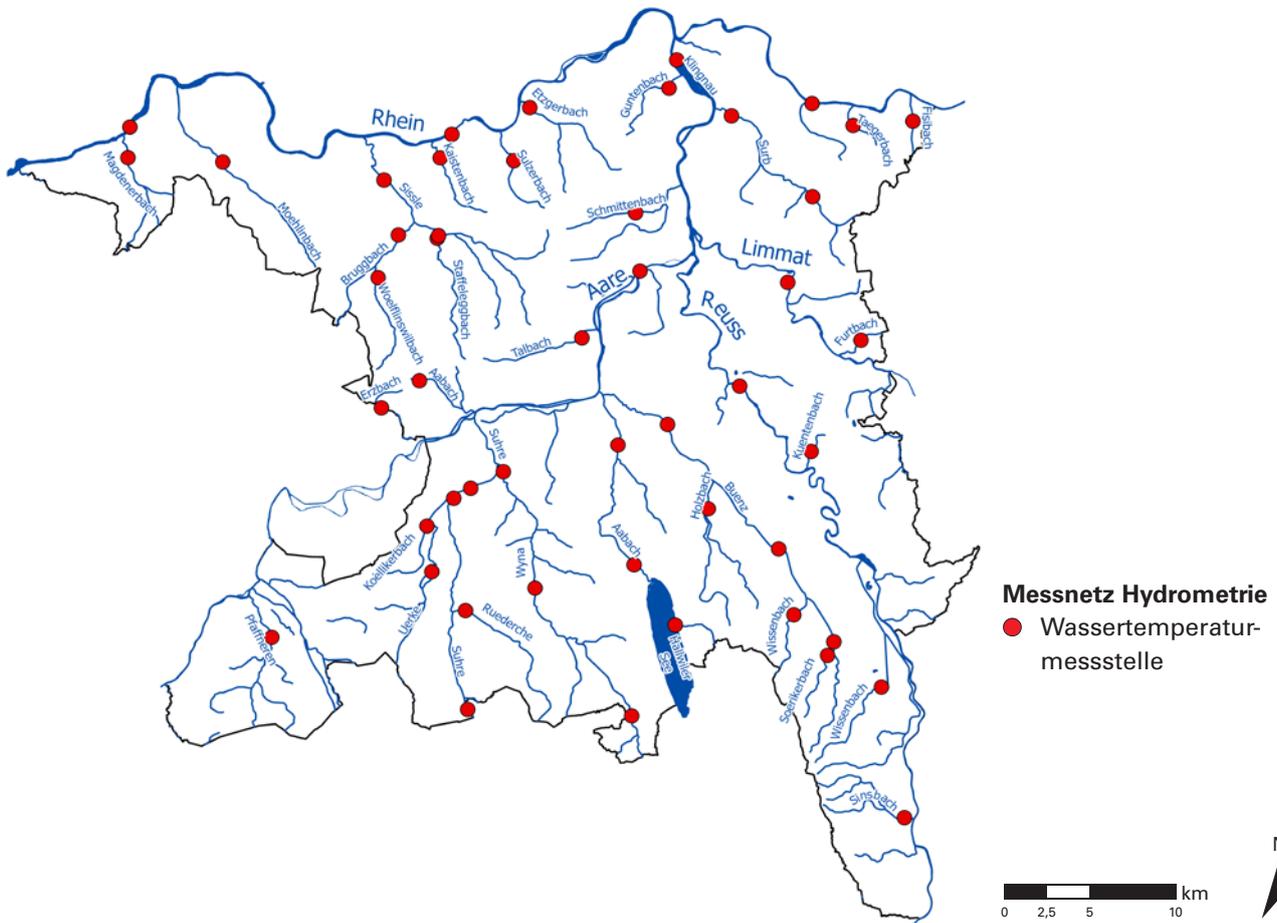
Die Wassertemperatur beeinflusst die chemischen und insbesondere die biologischen Prozesse in Gewässern massgeblich. Aufgrund der klimatischen Veränderungen der letzten Jahrzehnte gewinnt die Messung der Wassertemperatur zunehmend an Bedeutung. Um der Nachfrage gerecht

zu werden, wurde das Temperaturmessnetz in Fließgewässern im Kanton Aargau in den letzten Jahren laufend ausgebaut. Zusätzlich weitet auch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) im Rahmen eines langfristigen Umwelt-Monitorings die Temperaturmessungen auf Schweizer Seen aus.

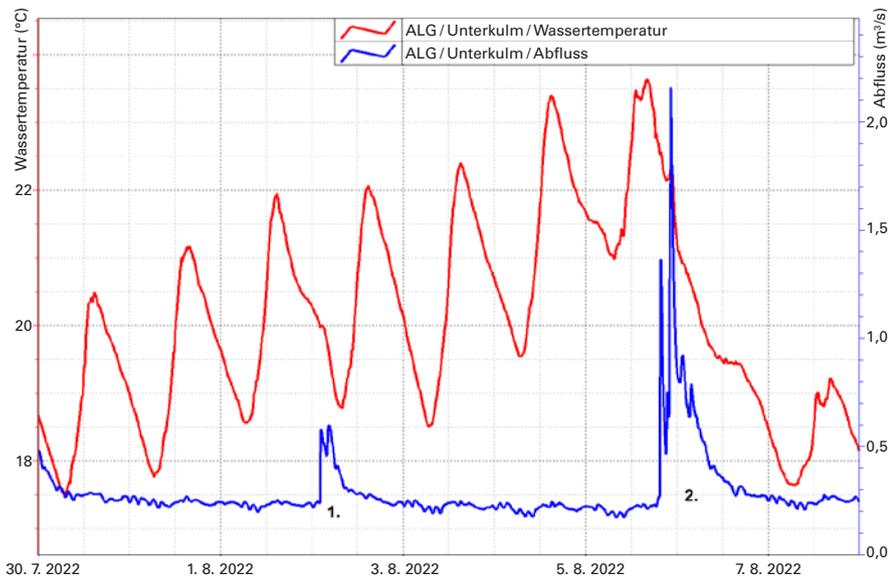
## Entwicklung des Wassertemperaturmessnetzes im Kanton Aargau

Früher wurden Wassertemperaturdaten lediglich als Nebenprodukt von Pegelmessungen erhoben. Heutzutage werden Zeitreihen von Wassertemperaturmessungen jedoch ebenso systematisch erfasst und sorgfältig ausgewertet wie die langjährigen Pegel­daten. Der Messbeginn der Wassertempe-

### Standorte des Wassertemperaturmessnetzes im Kanton Aargau (inklusive Stationen des BAFU)



Quelle: ALG, Swisstopo



Messungen der Wassertemperatur teilweise bis in die Siebzigerjahre zurück.

Um Veränderungen der Wassertemperatur festzustellen und deren Ursachen zu verstehen, sind die Temperaturdaten des Fachbereichs Hydrometrie gefragter denn je. Durch den Ausbau des Messnetzes können die Daten nun automatisch und zuverlässig in Nahezu-Echtzeit online eingesehen werden. Ebenso werden die Daten auf Jahrbuchseiten veröffentlicht sowie statistische Werte über die ganze Messperiode aufbereitet.

### Warum ist das Monitoring der Gewässertemperaturen wichtig?

Die Wassertemperatur hat einen direkten Einfluss auf eine Vielzahl biologischer und physikalisch-chemischer Prozesse. Sie beeinflusst die Geschwindigkeit des Stoffwechsels von aquatischen Organismen. Insbesondere die Fische reagieren äusserst empfindlich auf Temperaturschwankungen in den Gewässern. Ausserdem fördern höhere Temperaturen das Algenwachstum, was die Gewässer als Lebensraum gefährdet. Doch nicht nur die Natur leidet unter steigenden Wassertemperaturen, auch die Wassernutzung zur Energiegewinnung oder als Kühlwasser ist betroffen.

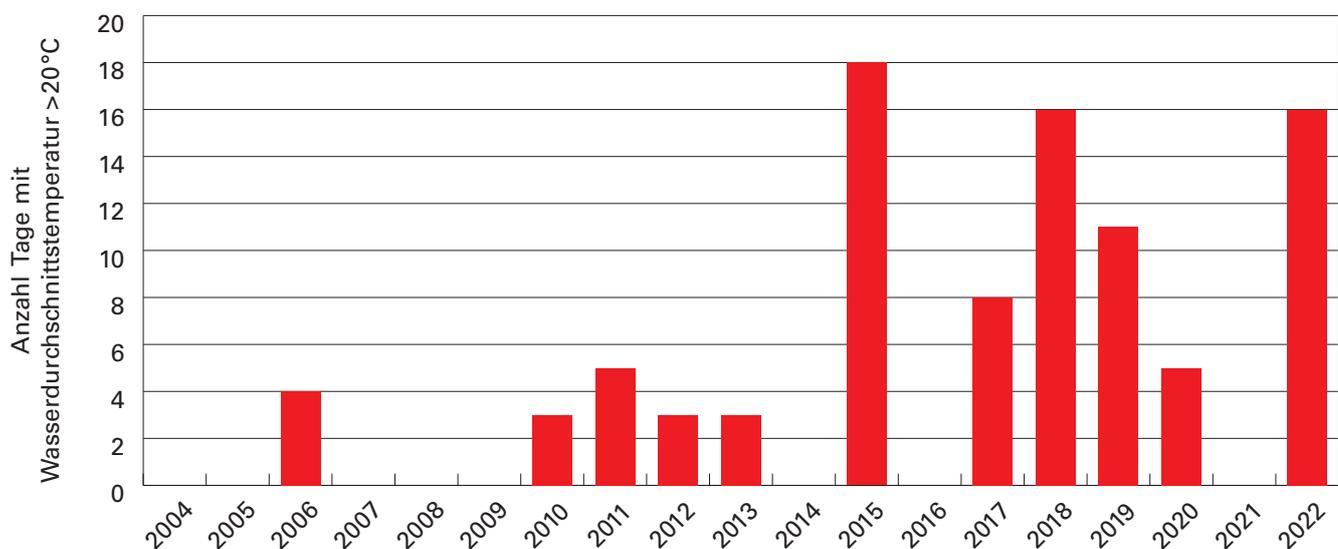
Wassertemperaturentwicklung (rot) und Abfluss (blau) der Wyna in Unterkulm während zehn Tagen, an denen 2022 die höchsten Wassertemperaturen gemessen wurden. Typisch ist der zyklische Temperaturverlauf zwischen Erwärmung tagsüber und Abkühlung nachts. Beim zweiten Niederschlagsereignis (2.) ist gut zu erkennen, wie die Zufuhr kühlerer Wassermassen zu einer Abkühlung des Gewässers führt.

Quelle: ALG

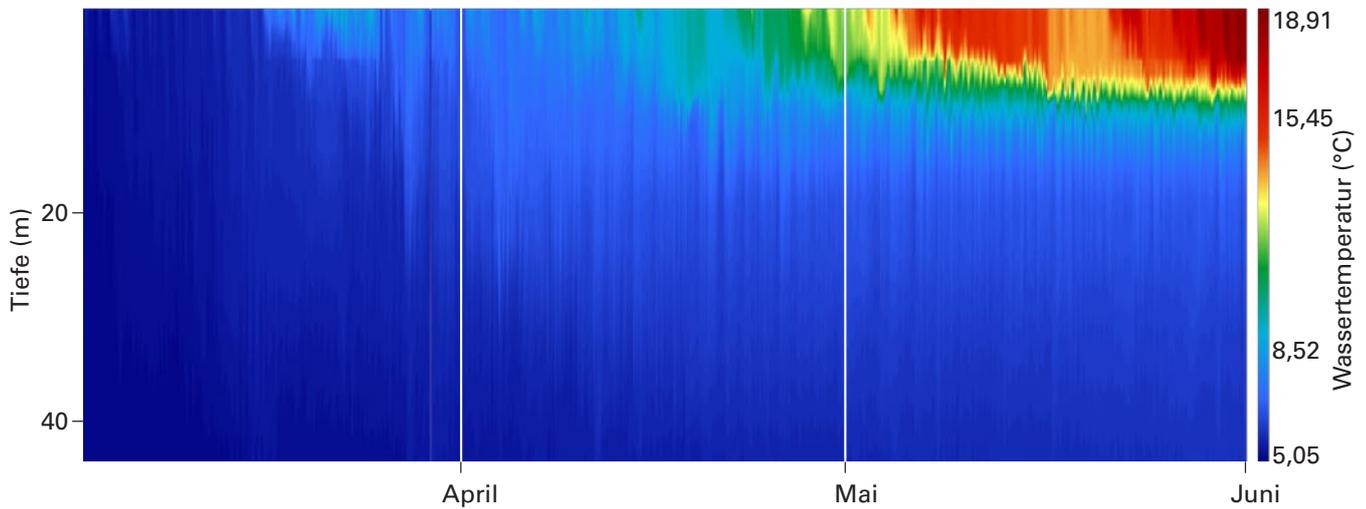
ratur reicht je nach Standort unterschiedlich weit zurück: Die ersten hydrometrischen Stationen des Kantons Aargau wurden ab 1999 mit Temperatursensoren ausgestattet. Seit dem Sommer 2020 sind nun alle Stationen ins Temperaturmessnetz integriert. Die Temperatursensoren werden dabei so im Gewässer ange-

bracht, dass sie auch bei niedrigen Abflüssen noch möglichst gut umströmt werden und somit über das gesamte Abflussspektrum hinweg eine repräsentative Messung der Wassertemperatur möglich ist. Bei insgesamt sieben Stationen des BAFU an den grösseren Fließgewässern (Aare, Limmat, Reuss, Rhein) gehen die

### Anzahl Tage mit Wasserdurchschnittstemperaturen über 20°C



Im Hitzesommer 2015 lag die Wassertemperatur der Wyna in Unterkulm an rund 18 Tagen über 20°C. 2018 und 2022 wurden ähnlich hohe Werte erreicht.



Temperaturprofil im Hallwilensee von März bis Juni 2023. Man erkennt, dass schon ab Mitte März fast keine Durchmischung des Sees mehr stattfindet. Die Erwärmung des Wassers in den vergangenen Jahrzehnten beeinträchtigt die Durchmischung von Seen negativ, insbesondere in milden Wintern, wenn das Oberflächenwasser nicht ausreichend abkühlen kann. Dies führt zu einem begrenzten Austausch mit dem kalten Tiefenwasser und könnte die Sauerstoffkonzentrationen im Tiefenwasser zukünftig deutlich reduzieren und potenziell «kritische Werte» erreichen lassen.

Quelle: AfU, Eawag

Kontinuierliche Wassertemperaturmessungen sind daher von entscheidender Bedeutung, um Temperaturveränderungen zu dokumentieren, die durch natürliche oder menschliche Einflüsse verursacht werden. Indem die Temperaturveränderungen überwacht werden, können potenzielle Auswirkungen auf die Gewässerqualität erkannt werden. Ausserdem können auch langfristige Entwicklungen beobachtet und analysiert werden. Dieses Verständnis ist von grosser Bedeutung, um mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässer und die ökologischen Prozesse besser einschätzen zu können und – wo möglich – Massnahmen zu treffen, um die Gewässer wieder natürlicher zu gestalten, zu beschatten oder Rückzugsorte für die hitzegeplagten Fische anzulegen.

**Einblick in die Daten:  
Wassertemperatur an der Wyna  
in Unterkulm**

Die Daten der hydrometrischen Messstation an der Wyna in Unterkulm geben einen Einblick in den Temperaturverlauf während zehn Tagen im Sommer 2022. Die wärmsten Temperaturen des Jahres 2022 wurden zwischen Ende Juli und Anfang August gemessen. Besonders augenfällig ist

der zyklische Temperaturverlauf zwischen der Erwärmung tagsüber und der nächtlichen Abkühlung. Die Maxima werden normalerweise am späteren Nachmittag erreicht, die Minima frühmorgens. Diese Schwankungen werden hauptsächlich durch die Einflüsse der Sonneneinstrahlung und der Umgebungstemperatur sowie des nächtlichen Energieverlusts (Abstrahlung) verursacht.

Zudem erlauben die Daten eine detaillierte Beobachtung verschiedener Einflussfaktoren auf die Wassertemperatur, wie zum Beispiel Niederschlag oder Bewölkung, aber auch anthropogene Einflüsse (Einleitungen, Stauhaltungen usw.). Niederschlagsereignisse sind in der Abflussganglinie gut zu erkennen. Durch die erhöhte Wasserzufuhr gelangen kühlere Wassermassen in das Gewässer, was vorübergehend zu einer Abkühlung führt. Bei einer bewölkten Nacht ist der Energieverlust durch Abstrahlung verlangsamt und somit findet auch die Abnahme der Wassertemperatur während der Nacht verzögert statt.

Die Temperaturspitzen während einer Schönwetterperiode erhöhen sich jeden Tag. Da länger anhaltende Hitzeperioden künftig sehr wahrscheinlich noch häufiger auftreten werden, muss

für die Zukunft also mit noch höheren Wassertemperaturen gerechnet werden.

Diese Tendenz zeigt sich auch, wenn wir die Anzahl der Tage, an denen die Wassertemperatur die 20°C-Marke überschreitet, betrachten. Schon in der kurzen Messperiode von 2004 bis 2022 wird die Tendenz zu längeren und häufigeren Hitzeperioden sichtbar. Die Überschreitung der 20°C-Marke führt vor allem bei vielen einheimischen Fischarten zu Stress. Gleichzeitig nimmt während heisser und trockener Sommermonate die Wassermenge kontinuierlich ab, was das Ansteigen der Wassertemperatur noch zusätzlich begünstigt. Die Trends bei der Wassertemperatur zeigen auch bei allen anderen beobachteten Gewässern nach oben.

Die Analyse der Daten liefert somit wertvolle Informationen über den Zusammenhang zwischen Wetter- und Klimabedingungen, Niederschlägen und der Wassertemperatur.

**Messung von Temperaturprofilen  
im Hallwilensee**

Seen haben eine grosse Bedeutung als Lebensraum für Tiere und Pflanzen, für die Fischerei, die Erholung und den Tourismus sowie für die Trinkwasserversorgung. Weil die Tempera-

tur einen grossen Einfluss auf diese Bereiche hat, ist es wichtig, langfristige Temperaturveränderungen auch in den Seen durch gezieltes Monitoring zu beobachten.

Im Rahmen eines vom BAFU finanzierten Pilotprojekts «Wassertemperatur der Seen» wird in Zusammenarbeit mit dem Kanton Aargau und der Eawag, dem Wasserforschungsinstitut der ETH, seit September 2022 eine Temperaturüberwachungsstation im Hallwilersee betrieben. Diese Station besteht aus einer Boje und einer daran befestigten Temperaturmesskette, die kontinuierlich die Wassertemperatur in 18 verschiedenen Tiefen erfasst. Das Hauptziel dieser Messungen ist es, die thermische Struktur des Gewässers und die Auswirkungen des Klimawandels auf den See zu beobachten und zu analysieren. Zudem helfen die Temperaturprofile der Abteilung für Umwelt, die Mischungsprozesse im Jahresverlauf zu beobachten und damit die Seebelüftung besser darauf abzustimmen.

#### Fazit

Die Herausforderungen, welche die Hitzesommer der letzten Jahre für die Gewässer und die Wassernutzung mit sich bringen, verdeutlichen die Bedeutung eines sorgsamem Umgangs mit unseren aquatischen Ressourcen sowie einer flächendeckenden Erhebung nicht nur vom Abfluss, sondern auch von Wassertemperaturdaten. Eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung und ein bewusster Umgang mit der Ressource Wasser sind notwendig, um die ökologischen Funktionen der Gewässer zu erhalten und gleichzeitig eine sichere und effektive Nutzung zu gewährleisten. Mit der Ausrüstung aller unserer kantonalen hydrometrischen Stationen mit Wassertemperatursensoren sowie der Auswertung und Publikation dieser



Mittels Infrarotsensor kann die Wasseroberflächentemperatur berührungslos gemessen werden. Dieser Sensor ist an der Eichmessbrücke in Zeiningen montiert.

#### Sensorik Wassertemperatur

Die Wassertemperaturmessung erfordert genaue, robuste und zuverlässige Sensoren. Bei den Sensoren, die bei den Messstellen im Kanton Aargau eingesetzt werden, handelt es sich um PT100-Widerstandsthermometer, Infrarotsensoren und Offline-Mikro-Datenlogger, die jeweils auf unterschiedlichen Prinzipien basieren:

Der **PT100** verwendet ein Platinwiderstandselement, dessen Widerstand sich mit der Temperatur ändert. Durch die Messung des Widerstands kann die Wassertemperatur präzise ermittelt werden. Dieser Sensor wird bei allen kantonalen Stationen verwendet und liefert zuverlässig genaue Daten. Es können allerdings Probleme wie Verkalkung und Sedimentierung entstehen, die die Messungen beeinflussen und deshalb eine regelmässige Wartung und Kalibrierung erforderlich machen.

**Infrarotsensoren** erfassen die Oberflächentemperatur des Wassers mithilfe von Infrarotstrahlung. Dabei wird die Oberflächentemperatur des Wassers gemessen, indem die thermische Abstrahlung detektiert wird. Der Vorteil dieser Methode ist, dass die Messung berührungslos stattfindet und somit wenig Wartung benötigt.

**Mikro-Datenlogger** sind wasserdichte Geräte mit integrierten Temperatursensoren und einem integrierten Datenlogger. Da sie nur vor Ort und nicht online ausgelesen werden können, werden diese Logger nur für die Überprüfung der anderen Messmethoden oder zeitlich begrenzte Untersuchungen (zum Beispiel Vergleichsmessungen) verwendet.

Daten schaffen wir die Grundlage, um mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässer besser einordnen zu können und gezielt Mass-

nahmen zu treffen zur Anpassung an die neuen klimatischen Gegebenheiten.

#### Weitere Informationen

- Hydrometrie Kanton Aargau: [www.ag.ch/hydrometrie](http://www.ag.ch/hydrometrie) > Karte und Datenliste > Liste
- Monitoring Hallwilersee: [www.datalakes-eawag.ch](http://www.datalakes-eawag.ch) > Map Viewer
- Hydrologische Daten, Bundesamt für Umwelt BAFU: [www.hydrodaten.admin.ch](http://www.hydrodaten.admin.ch)
- Wassertemperaturen der Seen, Bundesamt für Umwelt BAFU: [www.bafu.admin.ch/seen](http://www.bafu.admin.ch/seen) > Wassertemperatur