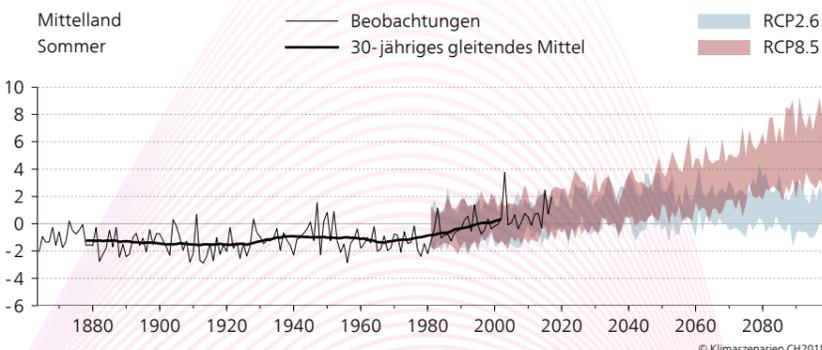


Lufttemperatur

Abweichung von der Normperiode 1981-2010



Fließgewässer und Klimaerwärmung – ein heisses Thema!

Die aktuellen Klimaszenarien zeigen, dass sich sowohl die Luft- als auch die Wassertemperaturen bis zum Ende dieses Jahrhunderts deutlich erwärmen werden. Ohne Klimaschutzmassnahmen (Szenarien RCP8.5) werden die sommerlichen Lufttemperaturen im Mittelland um 4 bis 7 Grad Celsius zunehmen (zum Vergleich: RCP2.6 = Temperaturveränderung mit Klimaschutzmassnahmen).

Diese Prognosen sind für die aquatischen Lebewesen fatal. Sofern keine Massnahmen zur Kühlung unserer Fließgewässer ergriffen werden, sind gravierende Veränderungen der Lebensbedingungen und Artenzusammensetzungen zu erwarten. Ohne Massnahmen werden Bachforelle und Äsche zumindest im Schweizer Mittelland mittelfristig aussterben.

Die Wassertemperaturen der Flüsse und Bäche werden im Sommer um 3 bis 9 Grad Celsius ansteigen. Gleichzeitig werden Trockenperioden und Hitzewellen deutlich zunehmen und länger dauern. Die Niedrigwasserabflüsse nehmen in Gebieten unter 1500 Meter Höhe um bis zu 50 Prozent ab, und es ist mit bis zu 37 zusätzlichen Hitzetagen pro Jahr zu rechnen.

Die Aussagen beziehen sich auf die Normperiode 1981 - 2010 für Lufttemperaturen resp. 1991 - 2000 für Fließgewässer und betrachten die Auswirkungen bis zum Ende des Jahrhunderts ohne Klimaschutzmassnahmen (RCP8.5).

Quellen:
NCCS (Hrsg.) 2018: CH2018 – Klimaszenarien für die Schweiz. National Centre for Climate Services, Zürich.

NCCS (Hrsg.) 2021: Schweizer Gewässer im Klimawandel. National Centre for Climate Services, Zürich.

Die Wassertemperatur als Schlüsselfaktor

Die Wassertemperatur ist ein Schlüsselfaktor für den ökologischen Zustand der Fließgewässer. Sie ist am stärksten beeinflusst von der Sonneneinstrahlung.

Besonders von Änderungen der Wassertemperatur betroffen sind die Wirbellosen und die Fische. Für Bachforellen gelten Temperaturen von über 19°C als kritisch. Ab diesen Temperaturen stellen die Fische die Nahrungsaufnahme ein, leiden Stress und werden anfälliger für Krankheiten. Temperaturen von über 25°C sind sowohl für die Äsche als auch die Bachforelle bereits bei kurzzeitiger Überschreitung tödlich. Der Klimawandel verstärkt diesen Hitzestress, da er nebst einer Erhöhung der Temperatur zu einer Verschärfung der Niedrigwassersituation infolge Trockenperioden führt.

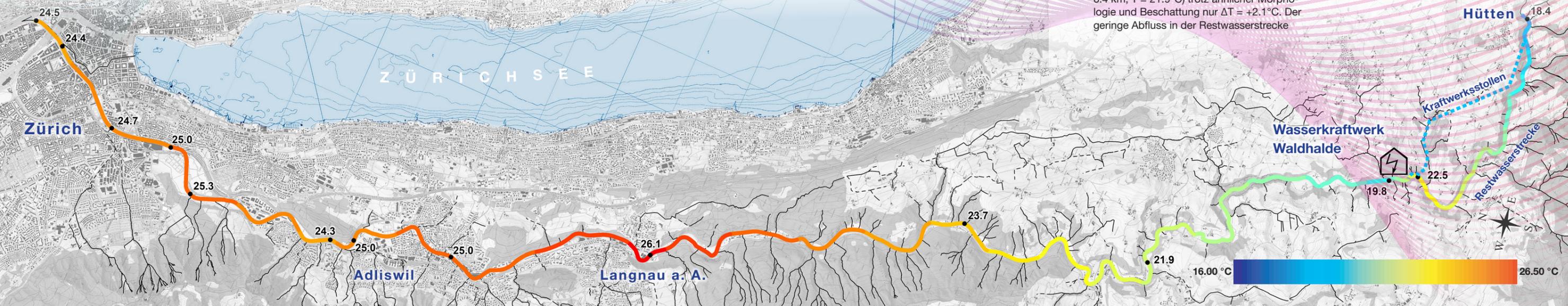
Untersuchung von vier Fließgewässern

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde der Frage nachgegangen, wie sich an Hitzetagen die Wassertemperatur in Fließgewässern im Längsverlauf verändert und welchen Einfluss Faktoren wie Beschattung, seitliche Zuflüsse, Wasserkraftanlagen und Eindolungen auf die Wassertemperatur haben.

Im Sommer 2019 wurden vier Fließgewässer in den Kantonen Aargau und Zürich in ihrem Längsverlauf analysiert: der Erusbach, die Wyna (beide AG), die Jona und die Sihl (beide ZH). Die Messungen wurden in der Hitzeperiode vom 20. Juli - 13. August durchgeführt.

Fließgewässer im Hitzestress

Wie können wir unsere Fließgewässer kühlen?
Erkenntnisse aus einer Feldstudie



Wassertemperaturen in der Sihl am 9. August 2019 um 18.00 Uhr

Die Sihl erwärmt sich auf der 4.5 km langen Restwasserstrecke des Wasserkraftwerks Waldhalde von 18.4 auf 22.5°C um $\Delta T = +4.1^\circ\text{C}$! Die Wasserrückgabe beim Kraftwerk ist durch eine deutliche Abkühlung um -2.7°C gekennzeichnet.

Unterhalb der Wasserrückgabe ist der Temperaturanstieg weniger ausgeprägt als in der Restwasserstrecke. Er beträgt bis zum nächsten Messpunkt (Abschnittslänge 6.4 km, $T = 21.9^\circ\text{C}$) trotz ähnlicher Morphologie und Beschattung nur $\Delta T = +2.1^\circ\text{C}$. Der geringe Abfluss in der Restwasserstrecke

und die damit verbundene kleine Wassertiefe haben somit einen erhöhenden Einfluss auf die Wassertemperatur.

Im weiteren Verlauf erwärmt sich die Sihl weiter auf bis zu 26°C !

Aufgrund der grossen Flussbreite ist der Beschattungseinfluss der Ufervegetation zu klein für eine Kühlung. Das Flusswasser erwärmt sich zudem infolge der geringen Abflusstiefe.

Empfehlungen zur Kühlung unserer Fließgewässer



Die Untersuchungen bestätigten insbesondere für kleinere und mittlere Fließgewässer: Mit einer genügenden Beschattung (40 – 60%) kann einer weiteren Erwärmung der Wassertemperatur vorgebeugt werden, eine starke Beschattung (60 – 100%) bewirkt eine Abkühlung.

Ist eine durchgehende Bestockung eines Gewässers nicht möglich, sollten zumindest die Süd- und Westufer bestockt werden, um einen verstärkten Schattenwurf auf die Wasserfläche zu erreichen.



Die Wassererwärmung wird wesentlich durch die Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe beeinflusst. In Hitzeperioden herrscht meist Niederwasserabfluss. Einem ausgeprägten und gut strukturierten Niederwassergerinne, in dem auch bei geringen Abflüssen vergleichsweise grosse Fließtiefen und -geschwindigkeiten auftreten, kommt daher für die Gewährleistung sommerkühler Wassertemperaturen eine grosse Bedeutung zu.

Wesentliche Voraussetzung zur Erreichung einer ausreichenden Beschattung und eines gut strukturierten Niederwassergerinnes ist die Sensibilisierung, Förderung und finanzielle Unterstützung der Gewässerunterhaltungsdienste.



Querbauwerke und Stauhaltungen vergrößern die Wasseroberfläche und erhöhen die Aufenthaltszeit des Wassers insbesondere in Niederwasserphasen. Sie führen daher zu einer starken Erwärmung und sollten wo immer möglich zurückgebaut werden. Mit dem Rückbau sind zahlreiche weitere positive Effekte verbunden (u. a. Wiederherstellung der freien Fischwanderung, des natürlichen Geschiebetriebs und gewässertypischer Fließgeschwindigkeiten).

In Restwasserstrecken ist aufgrund des geringen Abflusses ganz besonders auf die Ausbildung eines Niederwassergerinnes zu achten.



Kühlende, d.h. verdunstende Landschaftselemente sollten flächendeckend gefördert werden. Dies gilt sowohl für den Wald (z.B. Umwandlung von Nadel- in Laubwald), die offene Landschaft (z.B. Wiedervernässung von Feuchtgebieten, Agroforstsysteme) als auch für Siedlungsgebiete (z.B. Gehölzpflanzungen, Fassaden-/Dachbegrünungen).

Projekt und Kontakt

sieber & liechti

Sieber & Liechti GmbH | Limmatauweg 9
5408 Ennetbaden | 056 203 40 33

IUB Engineering

IUB Engineering AG | Belpstrasse 48
3000 Bern 14 | 031 357 11 11

Finanzierung

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Kanton Bern
Canton de Berne

Kanton Zürich

Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung Wald
Sektion Jagd und Fischerei

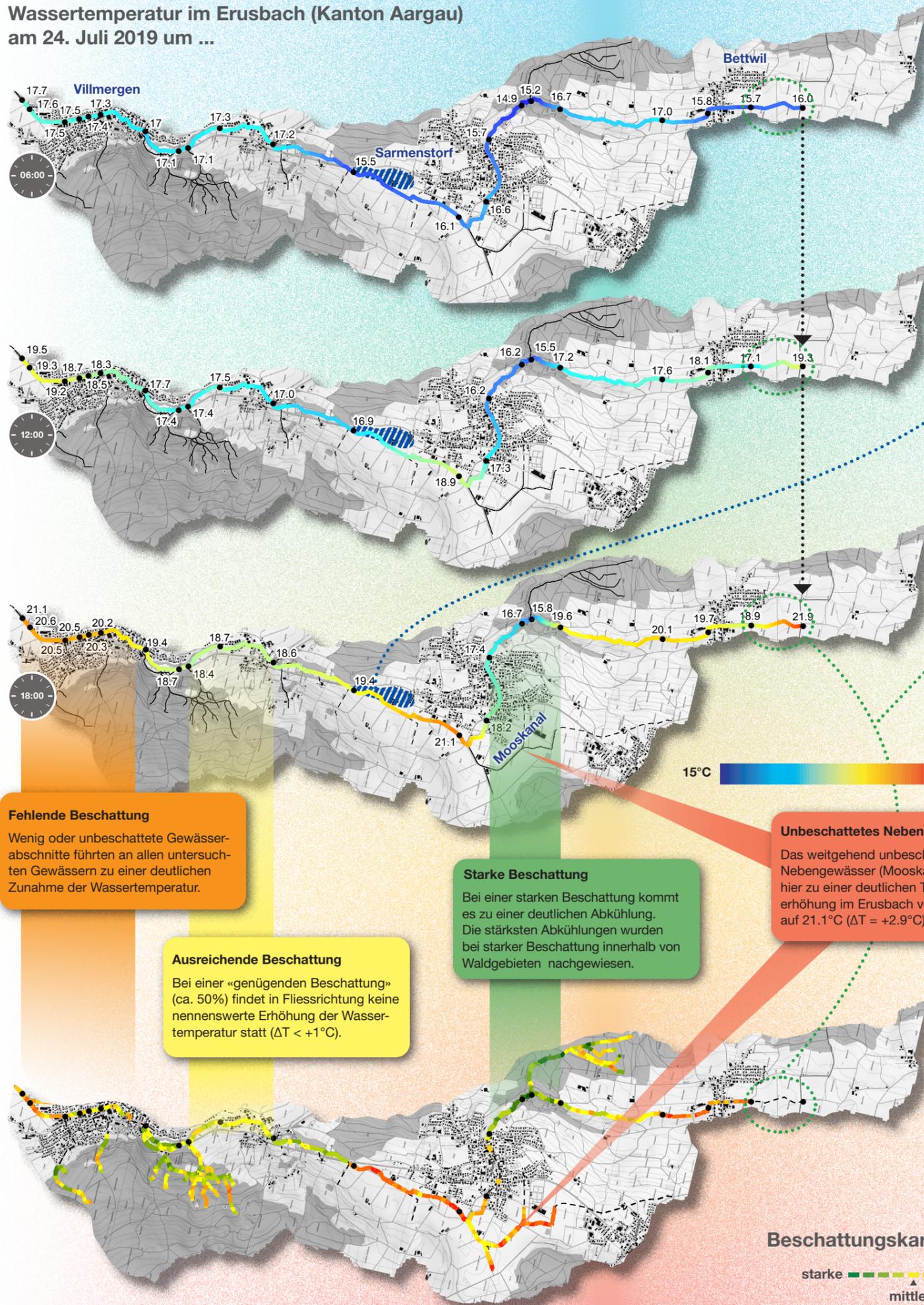


Impressum

Redaktion: P. Sieber (Sieber & Liechti GmbH, Ennetbaden)
M. Mende (IUB Engineering AG, Bern)
Gestaltung: Fry & Partner GmbH, Zürich
Fotos: Querwerke und Restwasserstrecken: F. Elber, AquaPlus, Zug
Massnahmen in der Fläche: Stiftung Industriedenkmalpflege und Geschichtskultur, Dortmund.
Übrige: P. Sieber, Sieber & Liechti
Kartengrundlagen: Bundesamt für Landestopographie
Daten des Kantons Aargau (AGIS)
Geographisches Informationssystem des Kantons Zürich (GIS-ZH)

Ein ausführlicher Projektbericht und eine Kurzfassung können bei der Autorenschaft bezogen werden.
Mai 2021

Wassertemperatur im Erusbach (Kanton Aargau) am 24. Juli 2019 um ...



Tagesverlauf der Wassertemperatur
Minimalwerte treten in den frühen Morgenstunden kurz nach Sonnenaufgang auf (ca. 6:00 bis 8:00).
Maximalwerte treten am späten Nachmittag bis frühen Abend auf (ca. 16:00 – 20:00).

Generell: Heterogener Temperaturverlauf

Der Erusbach und auch die anderen kleinen und mittelgrossen untersuchten Fließgewässer Jona und Wyna zeigen einen sehr heterogenen Temperaturverlauf. Die Temperatur steigt und fällt relativ kleinräumig in Abhängigkeit von lokalen Einflussfaktoren.

Möglicher Grundwassereinfluss

Für die deutliche Abkühlung des Erusbachs unterhalb von Sarmenstorf sind exfiltrierende Grundwasserhältnisse eine plausible Erklärung, wie die Grundwasserkarte zeigt. Trotz weitgehend fehlender Beschattung auf einer Länge von 1400 m nimmt die maximale Wassertemperatur (Messung um 18:00 Uhr) um $\Delta T = -1.7^\circ C$ ab.

Abkühlung in Eindolungen

Die Wassertemperatur wird bei langen Eindolungen stark von der Temperatur des angrenzenden Erdbereichs dominiert.

Fehlende Beschattung
Wenig oder unbeschattete Gewässerabschnitte führten an allen untersuchten Gewässern zu einer deutlichen Zunahme der Wassertemperatur.

Ausreichende Beschattung
Bei einer «genügenden Beschattung» (ca. 50%) findet in Fließrichtung keine nennenswerte Erhöhung der Wassertemperatur statt ($\Delta T < +1^\circ C$).

Starke Beschattung
Bei einer starken Beschattung kommt es zu einer deutlichen Abkühlung. Die stärksten Abkühlungen wurden bei starker Beschattung innerhalb von Waldgebieten nachgewiesen.

Unbeschattetes Nebengewässer
Das weitgehend unbeschattete Nebengewässer (Mooskanal) führt hier zu einer deutlichen Temperaturerhöhung im Erusbach von $18.2^\circ C$ auf $21.1^\circ C$ ($\Delta T = +2.9^\circ C$).



0 500 1'000 m
1:50'000

Beschattungskarte des Kantons Aargau

starke Beschattung
mittlere Beschattung
keine Beschattung