

Kanton St.Gallen



Wattwil

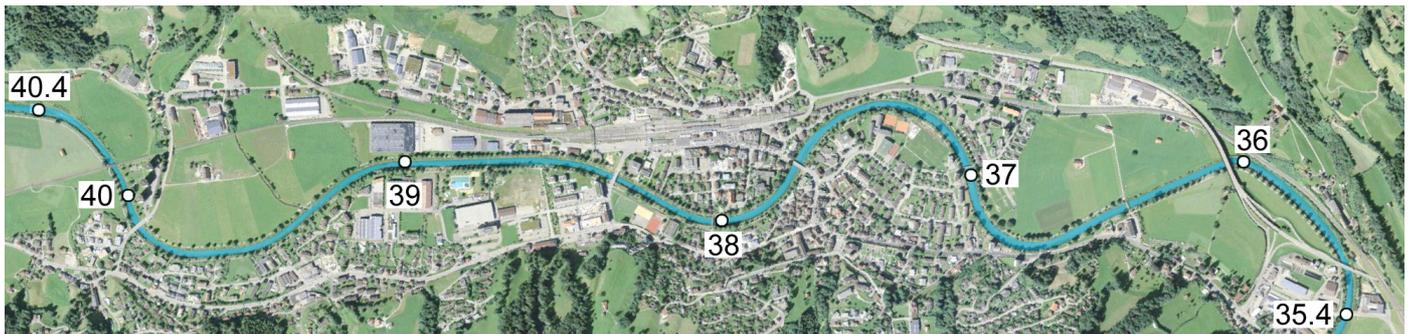
Thursanierung Wattwil

Abschnitt km 40.4 – km 35.4

Teil A: Wasserbauprojekt

Prüfbericht Nr. 3: Auswirkungen auf Klima und Wassertemperatur

Zur Mitwirkung 12. Mai bis 30. Juni 2023



Auflagevermerke:

öffentlich aufgelegt in Wattwil vom

bis

Gemeindepräsident

Ratsschreiber (in)

Genehmigungsvermerke:

Vom Baudepartement des Kantons St.Gallen genehmigt am



Ausfertigung: Für Regierungsrat

Projekt Nr.

45.005

Einlage Nr.

PB 02

Studie

Vorprojekt

Auflageprojekt

Ausführungsprojekt

Abschlussakten

Projektverfasser

Sieber & Liechti GmbH

Baumpflege Signer AG

Flussbau AG SAH, Zürich

Schällibaum AG, Wattwil

Entw.

pr

Gez.

pr

Gepr.

ud

Datum

18.03.2024

Dateiname: TW-Arbeitspapier-Klimawandel.doc

Format

A4

Versionsänderungen / Historie			
Nr.	Datum	Inhalt / Betreff	Autor (Name / Kürzel)
E01	18.03.2024	Entwurf zuhanden Auftraggeber	P. Rey /pr

Verteiler						
Nr.	Firma / Name	Version Anzahl dig/ana				
1	SG, AWE, Wasserbau / Philipp Gyr	E01 1/1				

Impressum

Bauherrschaft

Kanton St. Gallen
Baudepartement
Amt für Wasser und Energie (AWE)
Lämmli brunnenstrasse 54
9001 St. Gallen

Projektleiter:
Philipp Gyr
Tel.: 058 229 30 77
Email: philipp.gyr@sg.ch

Projektkoordination

DÜNNENBERGER Projektentwicklung
Zürcherstrasse 105
8500 Frauenfeld

Urs Dünnenberger
Tel.: 052 223 27 27
Email: ud@d-ing.ch

Projektverfasser

INGE Flussbau

Flussbau AG SAH
Holbeinstrasse 34
8008 Zürich

Projektleiter:
Ueli Schälchli
Tel.: 044 251 51 74
Email: ueli.schaelchli@flussbau.ch

Schällibaum AG
Ebnaterstrasse 143
9630 Wattwil

Ueli Schällibaum
Tel.: 071 987 60 93
Email: u.schaellibaum@schaellibaum.ch

Lienert & Haering AG
Schoretshuebstrasse 23
9015 St. Gallen

Susanne Scheiwiler
Tel.: 071 371 17 33
Email: susanne.scheiwiler@haering-geo.ch

Hydra AG
Lukasstrasse 29
9008 St. Gallen

Peter Rey
Tel.: 071 244 22 80
Email: p.rey@hydra-institute.com

Prüfbericht

Hydra AG
Lukasstrasse 29
9008 St. Gallen

Peter Rey
Tel.: 071 244 22 80
Email: p.rey@hydra-institute.com

Prüfbericht Nr. 3:

Auswirkungen des Klimawandels bei Umsetzung des Thurprojekts im Vergleich zum Bestand

Stand 17.06.2024 / TW-Arbeitspapier-Klimawandel-20240318.docx

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Klimarelevante Prüfaufträge des Thurprojekts
 - 2.1 Siedlungsklima
 - 2.2 Gewässer- und uferökologische Verhältnisse
 - 2.2.1 Sohle, Ufer, Bestockung
 - 2.2.2 Wassertemperatur
 - 2.2.3 Zusammenfassende Bewertung
- 3 Fazit

1 Einleitung

Klimawandel verändert unter anderem die Verfügbarkeit von Wasser im Jahresverlauf stark. Die hydrologischen Szenarien Hydro-CH2018 zeigen, dass diese wichtige Ressource zeitweise und regional so knapp oder so warm wird, dass der Mensch sich einschränken muss und die Natur leidet. Ausserdem häufen sich Episoden extremer Wetterverhältnisse mit Stürmen und Starkniederschlägen. Mit der Erwärmung zieht sich auch der Permafrost – der "Kitt der Berge" – in die Tiefe zurück, Bergstürze werden immer häufiger.

Diese Prognosen basieren auf Modellrechnungen der führenden Forschungsinstitutionen der Schweiz und berücksichtigen die neuesten Klimaszenarien internationaler Klimaforschung. (<https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-hydroszenarien.html>). In vielen Fällen sind solche Prognosen bereits eingetreten, wo dies bisher noch nicht der Fall ist, erhöht sich zumindest ihre Eintretenswahrscheinlichkeit. Heute ist es in der Schweiz eine unverzichtbare Voraussetzung im Umgang mit Mensch und Natur die in Hydro-CH2018 vorgestellten Zusammenhänge verstanden zu haben. Das betrifft den Katastrophenschutz und den Wasserbau ebenso wie die Ressourcennutzung, die Landwirtschaft, die Freizeit- und Freiraumgestaltung, den Prozess- und Naturschutz und damit generell das politische Handeln. Dass auf die Entwicklungen und neuen Herausforderungen proaktiv reagiert werden muss ist zwischenzeitlich konsens, wo und mit welchen Massnahmen, wird noch diskutiert. Viele vor allem regionale Szenarien sind noch mit Unsicherheiten behaftet und hängen vor allem auch davon ab, welche global wirksamen Massnahmen ergriffen werden. Zwischenzeitlich ist klar, dass das ursprüngliche Ziel globaler Erwärmung von 1,5° C bis 2100 nicht gehalten werden kann. Aktuelle Prognosen liegen nun je nach berücksichtigtem Szenario zwischen ca. 2,5° C und über 8,0° C, dies mit steigender Tendenz der unteren Grenze. Regional können die Veränderungen geringer, aber auch noch stärker sein. In kürzeren Zeitintervallen werden dabei immer häufiger Hitze- aber auch Kälterekorde zu verzeichnen sein.

Was für die Temperatur gilt, gilt auch für die Hydrologie. Die auf Basis der vergangenen Jahrzehnte ermittelten Häufigkeiten verschiedener Hochwasserereignisse (z.B. dreissig-jähriges, hundertjähriges Hochwasser bzw. Niedrigwasser) werden sich mit zunehmenden Niederschlags- und Abflussextremen verändern. Die Auftretenswahrscheinlichkeit eines nach bisherigen Abflüssen berechneten hundertjährigen Hochwassers kann sich also in verschiedenen Flüssen erhöhen. Berücksichtigt werden müssen nun auch Extremhochwasser-Ereignisse, welche die Grenzen historischer Aufzeichnungen um ein mehrfaches überschreiten können, aber nun für bestimmte Bauwerkklassen relevant sind (<https://www.schutzvor-naturgefahren.ch/spezialist/naturgefahren/hochwasser.html>).

Was bedeutet dies für das Toggenburg und die Gemeinde Wattwil? Auch bei der Planung von Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten wie der "Thursanierung Wattwil" gewinnt der bereits begonnene und weiter fortschreitende Klimawandel immer mehr an Bedeutung. Dies betrifft einerseits die Bevölkerung in ihrem Anspruch auf Hochwasser- und Ressourcenschutz, andererseits die Natur in ihrer zunehmenden Sensibilität. So wenig, wie es möglich ist, die bestehenden Schutzwasserbauten entlang der Thur durch intensivierten Unterhalt für die Hochwasserereignisse der nächsten hundert Jahre fit zu machen.

2 Klimarelevante Prüfaufträge des Thurprojekts

Im vorliegenden Arbeitspapier werden Aspekte aufgegriffen, die in direktem Bezug zum Projekt "Thursanierung Wattwil" einem Prüfungsauftrag unterzogen werden sollen. Dabei handelt es sich um die mögliche Veränderung des Siedlungsklimas (2.1) und die Veränderungen der gewässer- und uferökologischen Verhältnisse (2.2 ff). Die Behandlung anderer wichtiger Aspekte im gleichen Kontext – allen voran die ausgewählten Massnahmen zugunsten des Hochwasserschutzes – sind den entsprechenden Fachberichten des Dossiers zu entnehmen.

In den Aktionsplänen des Bundes 2014-2019 und 2020-2025 sind Anpassungsmassnahmen der Bundesämter zusammengefasst, mit welchen die Chancen des Klimawandels genutzt, die Risiken minimiert und die Anpassungsfähigkeit von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt gesteigert werden sollen. Beim aktuellen Aktionsplan handelt es sich um den zweiten Teil der bundesrätlichen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. 54 der insgesamt 63 Massnahmen sind Aktivitäten in den Sektoren Wasserwirtschaft, Umgang mit Naturgefahren, Landwirtschaft, Waldwirtschaft, Energie, Tourismus, Biodiversitätsmanagement, Gesundheit und Raumentwicklung. (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/anpassung-klimawandel-schweiz-aktionsplan-2020-2025.html>).

2.1 Siedlungsklima

Beim Thurprojekt (Stand 2019) führt die Aufweitung des Thurgerinnes zu einer umfangreichen Bildung von Kiesbänken bei Mittel- und Niederwasserabflüssen. In den grösseren Aufweitungsstrecken (Rickenbach und Schomatten) wird es bei starker Globalstrahlung (ungefiltertes Sonnenlicht) und Windstille auch zu einer Erhöhung der Rückstrahlung von den Kiesflächen im langwelligen Bereich und damit höchstwahrscheinlich zu einem messbaren Temperaturanstieg der sie umgebenden Luft kommen. Bei einer gleichzeitigen relativen Abnahme der kühlenden Wasserfläche kommt es zwangsläufig zu einer Veränderung der mikroklimatischen Verhältnisse – die durchschnittliche Lufttemperatur wird über den Kiesflächen ansteigen, die Luftfeuchtigkeit abnehmen. Bei hohen Temperaturen ohne direkte Sonneneinstrahlung (diesiges und bewölktetes Wetter) werden die Kiesflächen lediglich die Temperatur der sie umgebenden Luft annehmen. Im Siedlungsbereich mit geringeren Gerinnebreiten wird sich die Fläche der Kiesbänke relativ zur Wasserfläche weniger stark verändern. Der Temperatureffekt bei direkter Einstrahlung wird dort geringer sein.

An den Ufern der Aufweigungsabschnitte wird sich schon innerhalb weniger Jahre ein starker Gebüsch- und Baumbewuchs entwickeln können. Dies führt zu höherer Transpiration und Beschattung. Daher werden sich kühlende mikroklimatische Prozesse einstellen, welche zudem die Luftzirkulation erhöhen und die Vermischung der Luftmassen unterschiedlicher Temperatur in grössere Höhe verlagern.

Mit dem Projekt müssen viele der Alleebäume gefällt und durch rückversetzte kleinere Bäume ersetzt werden. Dies ist für den Siedlungsbereich von Bedeutung. Hier wird über einen längeren Zeitraum (Entwicklungszeit der neuen Bäume bis zum Kronenschluss) die bisher temperaturregulierende Funktion der Alleebäume reduziert. Objektiv und vor allem subjektiv (fehlende direkte Beschattung) wird sich die Temperatur im Uferwegbereich gegenüber dem Bestand erhöhen. Die Temperatur im Siedlungsbereich wird dadurch nicht in relevantem

Masse verändert, da sie primär von den Rückstrahlungseffekten der Bauten und der geringeren Luftzirkulation zwischen den Häusern und über den Versiegelungsflächen gesteuert wird.

Gegenüber dem Projektstand 2019 wurde geprüft, ob und wieviele Bäume der bestehenden Allee erhalten werden können. . Zudem ist geplant, gefällte Alleebäume durch grössere Jungbäume mit einer Kronenbreite zu ersetzen, die bereits schon eine (zunächst noch lückige) Beschattungswirkung zeigen. Zudem rückt die Bestockung durch ufernahes Auen-Weiden-Gebüsch (im Bestand am Mittelwuh) näher zum Uferweg heran. Auch dieses Gebüsch erreicht Wuchshöhen von drei und mehr Metern und führt damit bei schräger Sonneneinstrahlung ebenfalls zu einer Beschattung des Uferwegs (siehe auch Prüfbericht Nr. 2 „Erhalt der Allee-Bäume“).

Die mittel- und hochstämmige Bestockung der Thurufer wird in der Nettobilanz mit dem Projekt zunehmen, dies mit entsprechend positiver Auswirkung auf das Mikroklima entlang der Thur. Vor dem Hintergrund weiterhin ansteigender Temperaturen kann nur mit einer grösserflächigen Bestockung der Uferflächen eine langfristige Resilienz des flussbegleitenden Mikroklimas erwartet werden. Die erhaltenen und nachwachsenden Alleebäume werden diesen Effekt verstärken.

2.2 Gewässer- und uferökologische Verhältnisse

In Flüssen wie der Thur führt die Klimaerwärmung zu einem Anstieg der Wassertemperaturen und zu stärkeren Abflussschwankungen durch längere Trockenperioden und häufigere Starkregenereignisse (Austrocknung <--> Extremhochwasser). Höhere Wassertemperaturen können unter anderem die Bestände temperatursensibler Fischarten wie die Forelle und die Äsche gefährden oder gar auslöschen (vgl. Fischsterben in Hitzesommern an mehreren Schweizer Fliessgewässern). Fische sind deshalb – stellvertretend für eine Vielzahl anderer Gewässer- und Uferorganismen – ein guter Indikator für die Frage, ob die Wassererwärmung bereits zu ökologischen Schäden geführt hat, diese erst zu erwarten sind oder vermieden oder verzögert werden können (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/dossiers/magazin2023-3-focus/artenvielfalt-unter-wasser-viele-fischarten-sind-in-gefahr.html>).

Fischbestände leiden auch unter extremen Hochwassereignissen. Je nachdem, ob sie strömungsberuhigte Bereiche aufsuchen und Deckung finden können oder nicht, überlebt ein grösserer oder nur ein geringerer Teil der Individuen eine solche Katastrophe.

Bei der Planung der Thursanierung Wattwil wurden Massnahmen gegen Klimawandelfolgen sowohl hinsichtlich des Hochwasserschutzes als auch hinsichtlich des Erhalts und der Reaktivierung ökologischer Werte berücksichtigt. Als Referenz für ökologische Funktionsfähigkeit und bestmöglich Resilienz wurden die Morphologien und der Bewuchs natürlicher Flüsse derselben Höhenstufe herangezogen.

Exkurs 1: Klimarelevante Gestalt und Funktionen natürlicher Flüsse im Bergland

Natürliche Bergflüsse besitzen einen Abflussquerschnitt, der bei einem mittleren Niederwasserabfluss zwischen ca. vier- bis über zwanzigmal breiter ist als der eigentliche Wasserlauf (benetztes Gerinne). Entsprechend grosse Flächen des Flussraums manifestieren sich dann in Form von Kies- und Schotterbänken, teilweise bewachsen mit mehrjähriger Vegetation und angereichert mit Schwemmholz. Das Gerinne ist abschnittsweise verzweigt

und bei niedrige Abflüssen zieht sich das meiste abfliessende Wasser in schmalere, aber dafür tiefere Rinnen zwischen Kiesbänken und entlang strukturreicher Ufer zurück. Dazwischen liegen Furten, Rauschen und tiefe Becken. Landseits der strukturreichen Uferlinie ist der Flussraum dicht mit Auen-Weidengebüsch und dahinter mit Uferwald bewachsen, der das Gerinne – je nach Breite – zu 10 % bis über 50 % abschattet und damit eine Wassererwärmung durch direkte Sonneneinstrahlung stark vermindert. Über die Wasserfläche reichende Gehölzvegetation verstärkt diesen Effekt und bietet zudem Fischen einen Sichtschutz gegenüber Fressfeinden. Diese Eigenschaften tragen dazu bei, dass eine Wassererwärmung über längere Zeiten hinweg abgepuffert wird und sich ein grosser Teil die Fische auch bei extremem Hochwasser an geschützte Stellen flüchten können.

In den weiteren Ausführungen werden die massgebenden Eigenschaften der Thur bei Wattwil im Istzustand und mit Projekt beschrieben. Anschliessend wird erläutert, wie sich der Klimawandel bei den zwei Zuständen auf die Wassertemperatur und die Resilienz der Fischfauna auswirkt.

2.2.1 Sohle, Ufer, Bestockung

2.2.1.1 Sohlenstruktur

Die Morphologie der Sohle und des direkt daran angrenzenden Ufers wird durch den zur Verfügung stehenden Raum, den Abfluss, die Strömungs- und die Geschiebedynamik bestimmt.

Im **Istzustand** ist die Thur in ein Abfluss-Korsett zwischen dem durchgehenden Längsverbau eingeeengt. Das Gerinne ist deutlich schmaler als das der ursprünglichen Thur (Abbildung 1). Mangels ausreichenden Abflussquerschnitts erodiert die Sohle bei Hochwasser über das gesamte Querprofil. Der Uferschutz wird unterspült und zerfällt. Die Sohle ist eingeebnet, weitgehend strukturlos, abgeplästert und auch bei niedriger Wasserführung fast über die ganze Breite benetzt. Das bewegte Geschiebe wird über lange Strecken weitertransportiert und sammelt sich u.a. im Rückstau der Kraftwerkstufen.

Mit dem **Projekt** ergeben sich folgende Veränderungen (Abbildung 2):

- Es bilden sich Bänke und Kolke. Je grösser die Gerinne-Breite, desto ausgeprägter sind diese Strukturelemente.
- Der Niederwasserabfluss konzentriert sich auf den tieferen Bereich (die Rinne) neben den Bänken. Es ist so nur ein Teil der Sohle, dieser aber mit grösseren Wassertiefen benetzt.
- Erst ab ca. Mittelwasserabfluss ist die gesamte Sohle (inkl. Bänke) benetzt.

Bewertung

Mit dem Projekt wird die Breiten- und Tiefenvariabilität der Sohle stark erhöht und damit die Morphologie naturnaher. Das Geschiebe wird vermehrt an den Aufweitungsabschnitten zurückgehalten, es verlagert sich auf Kiesbänke und bildet Kieslinsen (Laichsubstrat für Fische) auf der Sohle. Es werden eine Niedrigwasserrinne und Kolke entstehen, in denen sich das Wasser weniger schnell erwärmt. Durch die Ausbildung von Rinnen bleibt die Durchgängigkeit des Flusslaufs für grosse Fische auch bei sehr geringen Abflüssen erhalten. Mit den Kiesbänken wird zudem Lebensraum für eine spezialisierte Fauna und Flora zurückgewonnen.

2.2.1.2 Ufer

Die Natürlichkeit der Ufer wird vor allem durch die Art des Uferschutzes und die für den Flussraum zur Verfügung stehende Breite vorgegeben.

Im **Istzustand** sind die Ufer beidseits durch einen durchgehenden Längsverbau, durch ein Vorland und eine relativ steile Böschung bis zum Uferweg geprägt. Sie zeigen sich deshalb in ihrer Strukturvielfalt und ihrem Habitatangebot verarmt und monoton.

Mit dem **Projekt** werden die Ufer ausserhalb der Siedlung punktuell nur mit Bühnen gesichert. Dazwischen benötigt es keine Ufersicherung mehr, entsprechend bilden sich naturnahe variable Ufer aus, vor denen unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten herrschen. Bei stark eingeschränktem Raum (im Abschnitt Zentrum) wird ein rauer und lückiger Längsverbau erstellt.

Bewertung

Das Projekt führt zu einer starken Aufwertung der Ufer insbesondere in den Abschnitten mit Bühnen. Es kommt zu einer verbesserten Vernetzung zwischen den Wasser- und Uferlebensräumen. Die Habitatvielfalt erhöht sich deutlich. Mehrere angestammte Tier- und Pflanzenarten, für die seit über hundert Jahren kein Lebensraumangebot vorlag, können sich wieder ansiedeln. Selbst im Siedlungsbereich wird der Längsverbau so ausgeführt, dass er Unterschlupf für Fische bietet.

2.2.1.3 Bestockung

Die Bestockung führt zu Beschattung (Ufer, Wasser), am Ufer zu Deckungsstrukturen für Fische und Lebensraum für wassergebundene Landorganismen und Vögel. Die Verwurzelung des Bodens führt zu einer natürlichen Stabilisierung auch steilerer Ufer. In und im Umfeld grösserer Gehölzbestände entwickelt sich ein kühleres Mikroklima.

Im **Istzustand** wächst – parallel zur Baumallee – entlang der Grenze zwischen Vorland und Längsverbau ein Gehölzsaum. Wegen der bestehenden Hochwasserschutzdefizite wären diese Gehölzstreifen vollständig zu entfernen. Aus Rücksicht auf das Ortsbild und den Lebensraum wurde das Gehölz aber bisher bis zu einem gewissen Grad toleriert.

Mit dem **Projekt** kann in den aufgeweiteten Abschnitten viel bis beliebig viel Gehölz aufkommen (Abbildung 2). Durch Unterhalt soll dort ein möglichst vielfältiger Bewuchs, teilweise bis an die Wasserlinie, gefördert werden.

In den Abschnitten mit beidseitig angrenzendem Siedlungsgebiet muss zwar unter Berücksichtigung des Hochwasserschutzes das Abflussprofil im unteren Teil weitgehend gehölzfrei gehalten werden, oberhalb davon kann aber eine beschränkte Bestockung zugelassen werden.

Bewertung

Zur Reduktion der Hochwasserschutzdefizite müssten bisher die Gehölzstreifen beidseitig entfernt werden. Mit dem Projekt kann in den aufgeweiteten Abschnitten viel Gehölz, teilweise bis an die Wasserlinie, zugelassen werden. Dies bedeutet, dass mit dem Projekt die bestockten und beschatteten Flächen deutlich zunehmen und der Uferbewuchs zu einer flächenhaften Abkühlung führt. An Abschnitten mit ufernaher Beschattung von Wasserflächen kann einer Wassererwärmung entgegengewirkt werden.

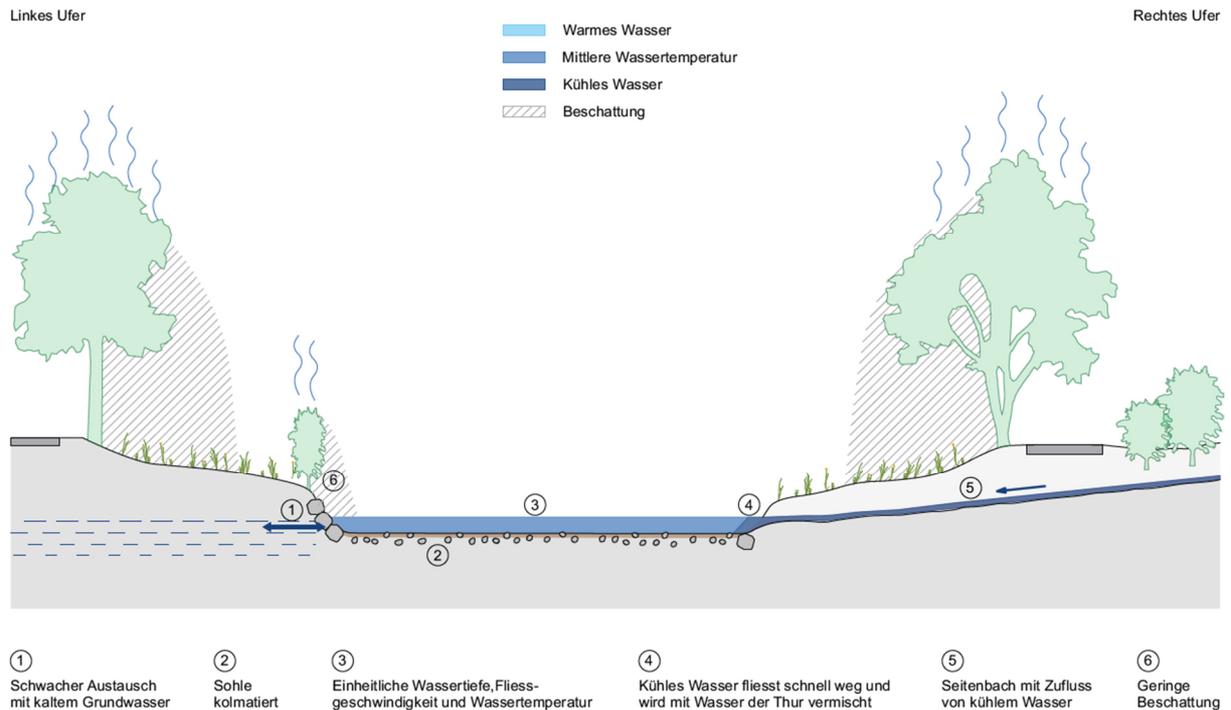


Abbildung 1: Prozesse der Wassererwärmung/-abkühlung in der Thur. Bestand, Bereich Einmündung Seitenbach. Grafik: Flussbau AG

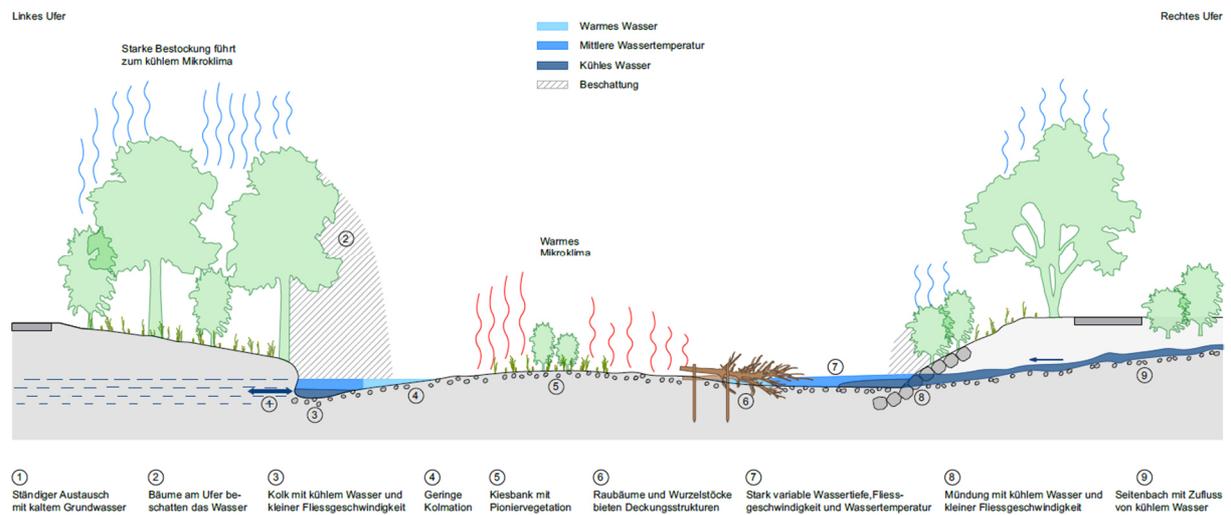


Abbildung 2: Prozesse der Wassererwärmung/-abkühlung in der Thur. Projekt, Bereich Einmündung Seitenbach Grafik: Flussbau AG

2.2.1.4 Strömungsverhältnisse

Die Energie der Strömung ist die formende Kraft in einem Fluss. Während der Strömungscharakter bereits durch das Gefälle und die Topografie des Flussraums vorgegeben ist, wird die Morphologie des Gerinnes von der Strömungsenergie während sogenannter "bettbildender" Abflüsse gestaltet. Jede Flusskuve und -vergabelung, aber auch jede Ablenkung/Störung der Strömung (Kiesbank, Blöcke, Schwemmholz u.a.) führt ihrerseits wieder zu einer Erhöhung der Strömungs- und Strukturvielfalt.

Im **Istzustand** sind die Strömungsverhältnisse weitgehend monoton. Die Sohle ist eben, Wassertiefen und Strömungscharakter variieren sowohl über die Breite, als auch im Fließrichtung nur wenig.

Bewertung

Das Projekt führt in Abhängigkeit der erreichten Sohlenbreite zu naturnahen, sehr variablen Strömungsverhältnissen. Naturnahe Uferabschnitte und zusätzlich eingebaute Störungsstrukturen (Buhnen, Totholzstrukturen) fördern die Strömungsvielfalt und das Habitatangebot für Fische.

2.2.2 Wassertemperatur

Bereits Wassertemperaturen von 20°C liegen deutlich über dem Lebensraumoptimum der temperatursensiblen Leitfischarten des Toggenburgs, allen voran Bachforelle und Äsche. Sie erzeugen bei den Tieren Stress, bedingen einen höheren Energieverbrauch, mindern vielfach die Reproduktionsleistung und fördern Krankheiten und Parasitierung. Auch wenn die Fische genügend Zeit haben, sich an einen Temperaturanstieg anzupassen, müssen sie sich aus Temperaturbereichen, die über der untersten Toleranzgrenze liegen, spätestens innerhalb eines bis weniger Tage in kühleres Wasser (< 20°C) zurückziehen können, um Schädigungen zu vermeiden und wieder mit dem Fressen zu beginnen. Infolge des Klimawandels sind in Zukunft aber Hitzeperioden mit für diese Fische kritischen Wassertemperaturen immer häufiger zu erwarten.

Im **bestehenden, monotonen Thurgerinne** trifft die Sonneneinstrahlung und die Umgebungstemperatur auf eine grosse Wasserfläche (Kontaktfläche), die bei Niedrigwasser relativ eintönig flach überströmt wird. Die Wassertemperatur steigt damit ausserhalb beschatteter Wasserflächen über eine längere Fließdistanz kontinuierlich an. Im Querprofil und über eine kürzere Strecke zeigt sie sich mehr oder weniger konstant. Auch das aus den Seitenbächen zuströmende kühlere Wasser mischt sich schnell mit demjenigen der Thur und senkt deren Temperatur nur unerheblich. Im bestehenden Gerinne führt die Klimaerwärmung somit zu einem generellen Anstieg der Wassertemperatur im gesamten Wasserkörper.

Der Verlauf der Wassertemperaturen in der Thur am oberen und am unteren Ende der Projektstrecke (Abbildung 3) zeigt, dass die Toleranzgrenzen temperatursensibler Leitfischarten im Hitzejahr 2018 zwischen Mitte Juni und Ende August bereits überschritten wurden. Ebenfalls gut erkennbar ist der Temperaturabfall, der bei jedem Anstieg der Abflussmenge eintritt.

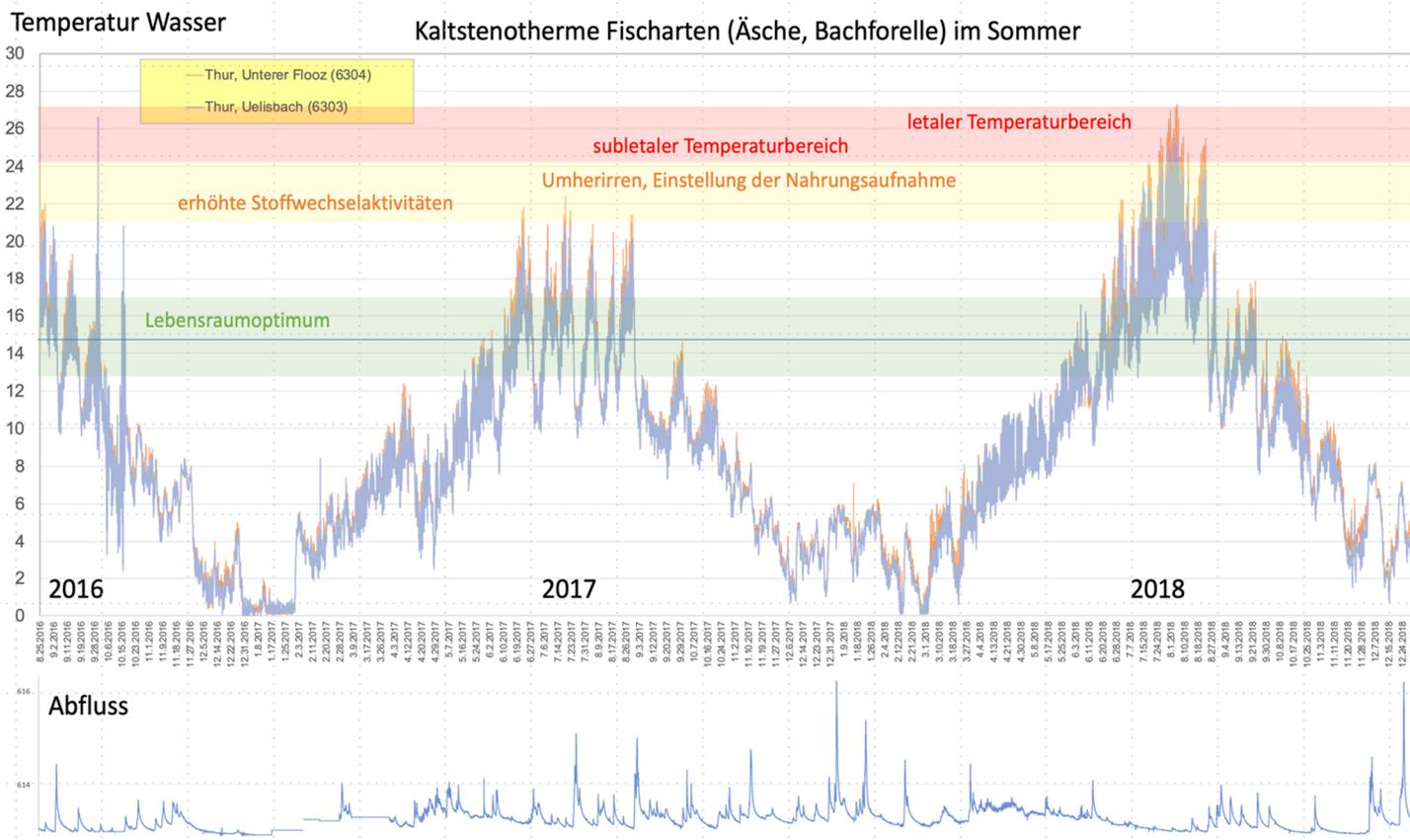


Abbildung 3: Entwicklung der Wassertemperaturen der Thur innerhalb des Projektperimeters 2016-2018. Untere Grafik: korrespondierende Pegelwerte. Eingezeichnet sind die Sensibilitätsbereiche und die damit verbundenen Verhaltens-/Zustandsveränderungen der temperatursensiblen (kaltstenothermen) Fischarten Bachforelle und Äsche (Achtung: Datumsangabe mm.tt.jj). Quelle: Druck- und Temperaturmesssonden Amt für Wasser und Energie Kanton St.Gallen, Abteilung Hydrometrie.

Mit dem Projekt variiert die Wassertemperatur im Längs- und Querverlauf und über eine kürzere Strecke in Abhängigkeit der Morphologie, der Zuflüsse, des Austausches mit dem Grundwasser und der Beschattung erheblich:

- (1) In Tiefstellen mit nur schwacher Strömung sammelt sich kühles Wasser über der Sohle an (kaltes Wasser ist dichter als warmes und schichtet sich in der Tiefe ein).
- (2) In den revitalisierten Mündungen der Seitenbäche sammelt sich kühles Wasser an.
- (3) Exfiltrierendes Grundwasser führt zur Abkühlung des Thurwassers. Der Austausch zwischen kaltem Grundwasser und warmem Thurwasser wird erhöht (geringere Kolmation und dadurch bessere Durchlässigkeit der Thursohle und im Bereich des Böschungsfusses).
- (4) Die bestockte Fläche wird in den aufgeweiteten Abschnitten vergrößert. Dies führt zu verbessertem Mikroklima und zu besserer Beschattung an tiefen Stellen. Beides wirkt sich positiv auf die Wassertemperatur aus.

Damit wird einem generellen Anstieg der Wassertemperatur entgegengewirkt.

Exkurs 2: Einfluss von Kiesflächen auf die Wassertemperatur

Die über die veränderte Morphologie entstehenden Kiesbänke heizen sich stärker auf als bewachsene Flächen und erzeugen ein trockenes Mikroklima mit spezieller Fauna und Flora (Abbildung 2). Trockene Kiesflächen besitzen aber einen deutlich geringeren Temperaturpuffer als Wasser: Kies heizt bei Sonneneinstrahlung schnell auf, kühlt bei Dunkelheit und Bewölkung aber auch schnell ab. Unter Wasser nimmt der Kies innerhalb kürzester Zeit die ihn umgebende Wassertemperatur auf und strahlt dann keine Wärme mehr aus. Wasser selbst erwärmt sich dagegen langsam, speichert die Wärme über längere Zeit und gibt sie auch langsam seine Umgebung wieder ab. Das Wasser im oft vollständig benetzten Gerinnes der Thur im Ist-Zustand wird durch Sonneneinstrahlung und Lufttemperatur auf einer grossen Wasseroberfläche aufgewärmt. Besitzt das Gerinne tiefere Fließrinnen und Kiesbänke, dann ist bei gleichen Abflüssen die Wasseroberfläche und damit die Kontaktfläche zur Luft und zur Einstrahlung kleiner. Nur bei erhöhten Abflüssen kommt es zur Überströmung zuvor freigelegener Kiesbänke. Erhöhte Abflüsse führen aber generell Wasser niedrigere Temperaturen mit sich (hohe Anteile an kaltem Schmelz- oder kühlem Regenwasser), siehe Abbildung 3. In Hitzephasen und Niedrigwasserständen treten die Kiesbänke hervor, das benetzte Gerinne wird wieder schmal und es kommt nur an der verringerten Kontaktfläche zum Temperaturabgleich.

Lokale Wassererwärmungen wird es auch mit dem Projekt weiterhin innerhalb flach überströmter Bereiche geben. Deren Volumenanteil wird im Vergleich zum gesamten Wasserkörper jedoch geringer sein als zuvor. Die Erwärmung über dieselbe Laufstrecke wird sich deshalb gegenüber dem Ist-Zustand verringern.

2.2.3 Zusammenfassende Bewertung

Bei den monotonen Verhältnissen im Bestand sind die sensitiven Fischarten einer Erhöhung der Wassertemperatur infolge Klimawandel und extremen Hochwasserereignissen weitgehend schutzlos ausgeliefert. Eine künftige Entwicklung gesunder Populationen hängt von folgenden Faktoren ab:

- Vom Angebot an artspezifischen Lebensräumen, innerhalb derer sich der gesamte Lebenszyklus der Arten abspielen kann (Fischökotope); darin von der Zahl, Grösse und richtigen Lage von Reproduktionsräumen (v.a. Kieslaichflächen) und Deckungsstrukturen.
- Von der Fischdurchgängigkeit des Systems. Fische müssen sich innerhalb der Ökotope frei bewegen und sich auch mit anderen Teilpopulationen der Thur genetisch vermischen können.
- Vom Angebot an Refugien mit vergleichsweise kühlen Wassertemperaturen, die in räumlicher Nähe zum Standort der Fischindividuen liegen (Erreichbarkeit), ausreichend gross dimensioniert und in ausreichender Anzahl vorhanden sind.

Die Thursanierung Wattwil kann diese Kriterien prinzipiell in zwei Abschnitten (Rickenbach, Schomatten) erfüllen, wo eine Aufweitung möglich ist, die zur Entstehung einer naturnahen Gerinnemorphologie mit Niederwasserrinnen und Kolken sowie einem relativ dichten und ufernahen Gehölzaufkommen zulässt. Aufgrund unzureichender Länge und Breite der Aufweitungsstrecken können sich nicht alle strukturellen und funktionellen Verbesserungen von alleine entwickeln. Die Entwicklung wird deshalb durch umfangreiche Instream-Massnahmen unterstützt (Buhnenfelder, Holzbuhnen Totholzstrukturen Schwemmholtzrechen u.a.). Innerhalb des Siedlungsraums Wattwil lässt sich das Gerinne nur soweit verbreitern, dass ein gegenüber dem Vorzustand etwas tieferer Wasserweg entsteht. Vollständige Fischökotope werden sich nicht entwickeln können, aber durch gezielt eingesetzte Instream-Strukturierung werden auch hier Deckungsstrukturen und Standorte für Fische unterschiedlicher Grösse und unterschiedlichen Alters geschaffen. Der kühlende Einfluss zulaufender Hangbäche wird sich verstärken. Mit dem Projekt können die Fische die Hitzeperiode in den kühlen Refugien überstehen. Je mehr solche Refugien bestehen, desto besser.

Im Rahmen des Projekts wurde die Befürchtung geäussert, dass es gerade infolge der geplanten Verbreiterung der Flusssohle mit der Bildung von Kiesbänken zu einer übermässig starken Erwärmung des Wassers kommt (Argumente: grössere Wasserfläche mit kleiner Wassertiefe, sich aufheizende Steinwüste, etc.). Wie aus den Ausführungen hervorgeht, ist dies fachlich nicht begründbar.

Zusammengefasst können folgende projektbedingte Verbesserungen den Klimawandelfolgen an der Thur entgegenwirken:

- (1) Lebensräume und spezifische Habitate werden mit dem Projekt stark aufgewertet oder erst geschaffen/reaktiviert. Wasserseitig nehmen insbesondere die morphologische Vielfalt und die Strömungsvielfalt zu. Die Bestockung kann abschnittsweise bis ans Wasser reichen und die Wasserfläche zusätzlich beschatten. In bestockten Uferabschnitten oder unter Totholz (Raubäume, Wurzelstöcke, etc.) bestehen zudem vermehrt Deckungsstrukturen für Fische, Uferorganismen und Vögel.
- (2) Die Variabilität der Wassertemperatur nimmt stark zu. In Tiefstellen und in Mündungen von Seitenbächen kann sich kühleres Wasser ansammeln. Die Zahl und Verfügbarkeit solcher Refugien mit kühlem Wasser nimmt ebenfalls stark zu.
- (3) Im Verlauf des Projektperimeters kann mit einer gegenüber dem Bestand geringeren Wassererwärmung vor allem während der relevanten Hitzeperioden mit Niedrigabfluss gerechnet werden (Durchlässigkeit gegenüber Grundwasser, geringere Einstrahlungs- und Kontaktfläche).
- (4) Vor allem an häufiger sonnenexponierten Ufern werden zusätzliche Strukturen entstehen und auch eingebracht, die als Lebensraum für wärmeliebende Reptilien und Insektenarten dienen.

Insgesamt wird dadurch die Resilienz der Fischfauna gegenüber der Klimaerwärmung mit dem Projekt signifikant erhöht und auch deren Vorteile für wärmeliebende Organismen gefördert.

In Tabelle 1 sind die Lebensraumbedingungen (Morphologie, Ufer, Strömung, Mikroklima, Wassertemperatur), das resultierende Inventar von kühlen Refugien und die Resilienz von Fischen gegenüber Hitzeperioden für den Bestand und das Projekt aufgelistet.

Tabelle 1 Zusammenfassende Bewertung ausgewählter Parameter der Thur im Bestand und mit Projekt sowie Bewertung der Resilienz von Fischen gegenüber Hitzeperioden.

Parameter	Thur Bestand	Thur Projekt
Morphologie, Ufer, Strömung	Monotone Verhältnisse	Grosse Vielfalt und Dynamik, vor allem in den stark verbreiterten Abschnitten
Mikroklima	Eher geringe Unterschiede	Grosse Unterschiede: Abkühlung über breiten bestockten Ufern Erwärmung über Kiesbänken
Wassertemperatur	Einheitlich, resp. sehr kleiner Gradient	Im Mittel keine generelle Veränderung (weder Abnahme noch Erhöhung) Aber vergleichsweise grosse Variabilität, resp. grosser Gradient
Kühle Refugien / Rückzugsgebiete	Wenige: Sehr lokal an der Mündung von Seitenbächen Exfiltration von Grundwasser ev. lokal spürbar Wegen generell hoher Fließgeschwindigkeit aber rasche Durchmischung	Viele: Tiefstellen, Mündungsbereiche von Seitenbächen, Grundwasseraustritte, unter Wurzelwerk bei unverbauten Ufern In Bereichen mit geringer Fließgeschwindigkeit nur langsame Durchmischung
Resilienz von Fischen gegenüber Hitzeperioden	Gering	Signifikant verbessert

3 Fazit

Der Klimawandel wird auch in Wattwil die Bevölkerung und die Natur – hier besprochen am Beispiel wärmesensibler Fischarten – vor eine grosse Belastungsprobe stellen.

Für die Menschen wird mit dem Projekt künftig ein besserer Hochwasserschutz gewährleistet sein. Dafür wird sich in einer Übergangszeit das Bild der Thur deutlich verändern. Die Strukturen des neuen Gerinnes und des Ufers werden zuerst wie ein Rohbau wirken, sich nach einer Entwicklungszeit von mehreren Jahren aber wieder harmonisch in die Landschaft und das Siedlungsbild eingliedern. Durch den vorübergehenden Verlust eines grossen Teils der Alleebäume werden die Spaziergänge entlang der Thur für einen Teil der Bevölkerung weniger erholsam sein, bis die Jungbäume wieder so gross sind, dass sie auf dem Uferweg durchgehend Schatten spenden können (siehe auch Prüfauftrag Nr. 2). Ein anderer Teil der Bevölkerung, der einer naturnahe Veränderung positiv entgegensieht, kann auf eine naturnahe Entwicklung der Thur und ihres Ufers freuen und schon früh die neuen Möglichkeiten eines erlebbaren Flusses geniessen. Durch das Projekt wird sich das Mikroklima im Siedlungsbereich objektiv nicht verändern. Für eine Verbesserung bräuchte es auch für die Siedlung selbst ein Entwicklungskonzept zur Klimaresilienz.

Die im Projekt verfolgte intensivere Bestockung des Flussraums der Thur führt schon mittelfristig zu einem ökologisch verbesserten Lebensraum, zu einer höheren Artendiversität, einem besseren Mikroklima und einem gesteigerten Erholungswert für all diejenigen, die sich auch ausserhalb der Siedlung in Flussnähe aufhalten.

Für die Organismen der Thur und seiner Ufer kann mit einer verbesserten Widerstandskraft gegenüber einer Klimaerwärmung gerechnet werden. Noch ist allerdings nicht gewiss, ob und wo in der Schweiz die heute noch hier lebenden wärmesensiblen Fischarten und andere Organismen überhaupt als gesunde, selbsterhaltende Populationen überleben können. Berg- und Gebirgsgewässer gelten deshalb in Fachkreisen als die wichtigsten Rückzugsräume solcher Arten, deren Bestände im Mittelland bereits zusammenbrechen. Damit liegt auf Projekten wie der Thursanierung Wattwil nicht nur eine lokale, sondern auch eine schweizweite ökologische Verantwortung. Das Bundesamt für Umwelt unterstützt unter anderem deshalb auch Hochwasserschutzprojekte grosszügig, wenn sie ökologisch fundierte Kriterien erfüllen, die in beispielhafter Weise zum Prozess-, Lebensraum- und Artenschutz in Zeiten des Klimawandels beitragen.

Im Speziellen hängt der Schutz und die Entwicklung gesunder Population der typischen Tierarten der Thur von folgenden Faktoren ab, die im Rahmen des Projekts auch schwerpunktmässig behandelt wurden:

- Vom Angebot an artspezifischen Lebensräumen, innerhalb derer sich der gesamte Lebenszyklus der Arten abspielen kann (Ökotope); darin von der Zahl, Grösse und richtigen Lage von Reproduktionsräumen (z.B Kieslaichflächen für Fische) und Deckungsstrukturen.
- Von der Durchgängigkeit des Systems. Fische müssen sich beispielsweise innerhalb ihrer Teilhabitate frei bewegen und sich auch mit anderen Teilpopulationen der Thur genetisch vermischen können. Landlebewesen brauchen einen Wander-/Flugkorridor, der nicht durch Strassen, Bauten, Zäune oder grosse Abschnitte ohne Deckung unterbrochen wird.
- Für die Fische vom Angebot an Refugien mit vergleichsweise kühlen Wassertemperaturen, die in räumlicher Nähe zum gewohnten Standort der Fischindividuen liegen (Erreichbarkeit), ausreichend gross dimensioniert und in ausreichender Anzahl vorhanden sind.

Die Thursanierung Wattwil kann diese Kriterien prinzipiell in zwei Abschnitten (Rickenbach, Schomatten) erfüllen, wo eine Aufweitung möglich ist, die zur Entstehung einer naturnahen Gerinnemorphologie mit Niederwasserrinnen und Kolken sowie einem relativ dichten und ufernahen Gehölzaufkommen zulässt. Aufgrund unzureichender Länge und Breite der Aufweitungsstrecken können sich nicht alle strukturellen und funktionellen Verbesserungen von alleine entwickeln. Die Entwicklung wird deshalb durch umfangreiche Instream-Massnahmen unterstützt (Buhnenfelder, Holzbuhnen Totholzstrukturen Schwemmholzrechen u.a.).

Innerhalb des Siedlungsraums Wattwil lässt sich das Gerinne nur soweit verbreitern, dass ein gegenüber dem Vorzustand etwas tieferer Wasserweg entsteht. Vollständige Fischökotope werden sich nicht entwickeln können, aber durch gezielt eingesetzte Instream-Strukturierung werden auch hier Deckungsstrukturen und Standorte für Fische unterschiedlicher Grösse und unterschiedlichen Alters geschaffen. Der kühlende Einfluss zulaufender Hangbäche wird sich verstärken.