

# Thur<sup>+</sup> Das Hochwasserschutz- und Revitalisierungskonzept für das Thurtal

## Technischer Bericht



# Impressum

Herausgeberin:	Kanton Thurgau
Verfasser:	INGE Hunzler Betatech AG   bhateam Ingenieure AG Hunziker, Zarn und Partner Simultec AG Kaden & Partner AG CSD Ingenieure AG
Version:	Stand 23. Februar 2022
Bezug:	<a href="https://thur.tg.ch">https://thur.tg.ch</a>





# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Zusammenfassung</b>	1.1	Überblick	11
	1.2	Gewässerraum	11
	1.3	Ertüchtigung der Dämme	12
	1.4	Generelle Aufweitung des Flussbetts	12
	1.5	Entwicklungsraum Auenschutzgebiete	12
	1.6	Integrales Risikomanagement	12
	1.7	Auswirkungen	13
	1.8	Umsetzungshorizont	13
	<b>2 Einleitung</b>	2.1	Betrachtungsraum
2.2		Auftrag	14
2.3		Übergeordnete Ziele	14
2.4		Planungsziele	15
<b>3 Methodische Grundsteine</b>	3.1	Perspektiven des Richtplanungsprozesses	18
	3.2	Perspektiven der baulichen Umsetzung	20
<b>4 Begriffsdefinitionen</b>			23
<b>5 Geschichte der Thurkorrekturen</b>	5.1	Die natürliche Thur beherrscht das Thurtal	28
	5.2	Erstes Thurrichtprojekt	29
	5.3	Auslöser der 2. Thurkorrektur	29
	5.4	Zweites Thurrichtprojekt	31
<b>6 Historische Hochwasserereignisse</b>	6.1	Hochwasserereignisse vor und während dem ersten Thurrichtprojekt	36
	6.2	Hochwasserereignisse nach dem ersten Thurrichtprojekt	37
<b>7 Abschätzungen des Schadenpotenzials</b>	7.1	Abschätzungen der schweizerischen Mobiliar Versicherung (Stand 2013)	40
	7.2	Abschätzung mit Werten der GVTG (Stand 2013)	41
	7.3	Abschätzung Kanton Thurgau (Stand 2017)	43
	7.4	Bemerkungen	43
	7.5	Zusammenfassung	43
<b>8 Hochwasserschutz</b>	8.1	Einleitung	44
	8.2	Schutzziele	44
	8.3	Aktuelle hydraulische Defizite (Istzustand)	46
	8.4	Bemessungskonzept	47
	8.5	Geschiebehauhalt und Projektsohle	50
	8.6	Interventionen	56

<b>9 Grundwasser</b>	9.1	Einleitung	57
	9.2	Hydrogeologie	58
	9.3	Grundwassermodell	59
<b>10 Ökologie</b>	10.1	Grundlagen	63
	10.2	Natur- und Referenzzustand	63
	10.3	Istzustand Flussmorphologie	64
	10.4	Istzustand: Inventare	67
	10.5	Istzustand: Arten und Lebensräume	71
	10.6	Istzustand: Vernetzung	74
	10.7	Defizite der Flussmorphologie	76
	10.8	Ökologische Defizite	76
	10.9	Weitere Defizite	77
	10.10	Invasive Neophyten	78
	10.11	Entwicklungsziele	79
	10.12	Ziel- und Leitarten	79
<b>11 Massnahme Gewässerraum</b>	11.1	Ziele	81
	11.2	Allgemeines	81
	11.3	Vorgehen bei der Thur	82
	11.4	Grundlagen	85
	11.5	Herleitung des behördenverbindlichen Raumbedarfs	85
<b>12 Massnahme Ertüchtigung Dammsystem</b>	12.1	Erkenntnisse aus vergangenen Ereignissen	93
	12.2	Ziele	93
	12.3	Risiko von Dammbrüchen und Unsicherheiten	93
	12.4	Geotechnische Beurteilung der Dammabschnitte	95
<b>13 Massnahme generelle Aufweitung des Flussbettes</b>	13.1	Ziele	98
	13.2	Prinzip der Aufweitung auf eine naturnahe Flussbreite	98
	13.3	Erosionsschutzmassnahmen	101
	13.4	Prozesse und Abschätzung der möglichen Dynamik im morphologisch aktiven Raum	103
	13.5	Abschätzung der Materialflüsse der mechanischen Aufweitung	107

<b>14 Massnahme Entwicklungsraum Auenschutzgebiete</b>	14.1	Ziele	109
	14.2	Rechtliche Grundlagen und planerische Vorgaben	109
	14.3	Allgemeines	111
	14.4	Defizite der Auenschutzgebiete	111
	14.5	Umsetzung	113
	14.6	Grundsätze	114
	14.7	Zielkonflikte	115
<b>15 Massnahme Integrales Risikomanagement</b>	15.1	Ziele	117
	15.2	Grundlagen	117
	15.3	Hochwasserdienst	118
	15.4	Umgang Überlastfall	119
<b>16 Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern</b>	16.1	Hochwasserschutz	122
	16.2	Dammstabilität	126
	16.3	Wasserspiegellagen des Grundwassers	126
	16.4	Raumwirksame Veränderung	149
<b>17 Trink- und Brauchwasserversorgung</b>	17.1	Grundlagen	150
	17.2	Auswirkungen	151
	17.3	Schlussfolgerungen	172
<b>18 Landwirtschaft</b>	18.1	Ausgangslage	174
	18.2	Auswirkungen des zukünftigen Gewässerraums auf die Bewirtschaftungsmöglichkeiten	174
	18.3	Minimierung der negativen Auswirkungen auf Landwirtschaftsbetriebe	175
<b>19 Wald</b>	19.1	Grundlagen	176
	19.2	Bedeutung des Konzepts Thur <sup>+</sup> für den Wald	177
<b>20 Biodiversität, Fischerei und Jagd</b>	20.1	Aquatische Lebensräume	179
	20.2	Lebensräume im Einflussbereich des Fluss- und Grundwassers	180
	20.3	Lebensräume ausserhalb des Einflussbereiches des Fluss und Grundwassers	182
	20.4	Jagd und Fischerei im zukünftigen Gewässerraum der Thur	182

<b>21 Wasserkraft</b>	21.1	Bestehende Anlagen	183
	21.2	Interaktionen mit dem Konzept Thur <sup>+</sup>	183
<b>22 Verkehr und Infrastruktur</b>	22.1	Grundlagen und Optimierungsprozesse	187
	22.2	Auswirkungen der generellen Aufweitung des Flussbetts	188
<b>23 Grundstücke und Anlagen der öffentlichen Hand</b>	23.1	Grundlagen	189
<b>24 Raumordnung</b>	24.1	Ausgangslage	191
	24.2	Planungsgrundsätze des Kantonalen Richtplans 2010/2018	191
	24.3	Gewässerraum gemäss eidgenössischem Gewässerschutzgesetz	191
<b>25 Naherholung</b>	25.1	Grundlagen	192
	25.2	Auswirkungen des Konzeptes Thur <sup>+</sup>	192
	25.3	Potenziale des konzepts Thur <sup>+</sup>	193
	25.4	Beurteilung der betroffenen Interessen	195
<b>26 Nachbarkantone</b>	26.1	Kanton Zürich	198
	26.2	Kanton St. Gallen	199
<b>27 Etappierung</b>	27.1	Pragmatische Festlegung der Abschnitte	200
	27.2	Umsetzung	201
<b>28 Kosten</b>	28.1	Grobkostenschätzung	202
	28.2	Kosten nach Etappe und Baukostenart	202
	28.3	Vergleich zu anderen Projekten	202
<b>29 Finanzierung</b>	29.1	Grundlagen	203
	29.2	Einzelprojekt und Revitalisierung	203
	29.3	Erhöhter Gewässerraum	204
<b>30 Verbleibende Gefahren und Risiken</b>	30.1	Qualitative Bewertung	206
	30.2	Schwemmholz	206
	30.3	Auflandungen	208
	30.4	Seitenerosion	208
	30.5	Hangrutschungen	208
	30.6	Dammbrüche	209
	30.7	Klimawandel	209
	30.8	Hochwasserereignisse im Überlastfall	209



<b>31 Materialbilanz</b>	31.1	Gesamtübersicht Materialbilanz	210
	31.2	Materialbilanz pro Bauabschnitt	212
<b>32 Betrieb und Unterhalt</b>	32.1	Auftrag und Zuständigkeit	216
	32.2	Unterhaltskosten	216
<b>33 Begleitung und Umweltgesetzgebung</b>	33.1	UVP	217
	33.2	Wirkungskontrolle	217
<b>34 Interessenabwägung</b>	34.1	Grundlagen	219
	34.2	Methodisches Vorgehen	219

# Inhaltsverzeichnis

<b>Literaturverzeichnis</b>		224
<b>Bildverzeichnis</b>		237
<b>Anhang</b>	A1 Längenprofile Hydraulik	245
	A2 Grundwasser	250
	A2.1 Methodik/Modellannahmen	250
	Auswertungsmethode	250
	Modellzeitraum	251
	Annahmen zur zukünftigen Sohlendurchlässigkeit	253
	Modellannahmen	255
	A2.2 Sensitivitätsanalyse	258
	Vorgehen	258
	Verlauf der Thur	258
	Sohlendurchlässigkeit	263
	Binnenkanal im Abschnitt Murgmündung–Tägelbach	265

# 1 Zusammenfassung

## 1.1 Überblick

Der Schutz des Thurtals vor Hochwasser basiert seit mehr als hundert Jahren massgeblich auf einem System von Dämmen. Dennoch führten bislang grössere Hochwasser der Thur regelmässig wegen Dammbürchen zu Überschwemmungen. Mit dem Konzept Thur<sup>+</sup> wird der Hochwasserschutz weiter entwickelt und die bestehenden Defizite behoben. Dazu stehen überlastbare Verbesserungen im Vordergrund. Der Hochwasserschutz definiert sich durch eine Absenkung des Wasserspiegels, einem grosszügigen Freibord, eine Reduktion des Wasserdrucks auf das bestehende Dammsystem sowie die Anbindung der Auenschutzgebiete. Die Umsetzung erfolgt über eine generelle Aufweitung des Flussbetts. Dadurch wird auch die natürliche, morphologische Dynamik wiederhergestellt und ein ausgeglichener Geschiebehalt erzielt. Weiter erfolgen eine Entlastung und Sanierung des mehr als hundert Jahre alten Dammschutzsystems.

Das Konzept Thur<sup>+</sup> leitet den Gewässerraum gemäss Gewässerschutzgesetz (GSchG, 814.20) [1] her und hat somit einen starken Raumbezug und beeinflusst Aspekte wie Landwirtschaft, Wasserkraft, Forstwirtschaft, Trink- und Brauchwasserversorgung oder Erholungsnutzung direkt. Die Auswirkungen des Konzepts Thur<sup>+</sup> auf all diese Wirkungsfelder wurden sorgfältig geprüft und die entsprechenden Erfordernisse in die weitere Planung eingegliedert.

Bei einem Extremhochwasser entsteht ein Schaden von bis zu 573 Mio. CHF, demgegenüber stehen Investitionskosten von rund 325 Mio. CHF für Hochwasserschutz und Förderung der Ökologie.

## 1.2 Gewässerraum

Der seit der 1. Thurkorrektur zur Verfügung stehende Raum zwischen den Schutzdämmen ermöglicht mit den heutigen baulichen Möglichkeiten in den Rahmenbedingungen entsprechendes natürliches, dynamisches Verhalten der Thur. Zusammen mit dem Raumbedarf für den Hochwasserschutz sowie der Anbindung von bestehenden, ökologisch wertvollen Lebensräumen wie Auenwäldern und der Wassernutzung, ergibt sich somit eine natürliche und hochwassersichere Flusslandschaft. Die Sicherung dieses Raumbedarfs wird in mehreren Phasen erreicht. Die Massnahmen wurden hydraulisch überprüft und die bestehenden Einschränkungen wie Grundwasserschutz zonen, Infrastrukturanlagen usw. wurden berücksichtigt. Das Konzept Thur<sup>+</sup> legt den behördenverbindlichen Raumbedarf fest. Die Festlegung des grundeigentümergebundenen Gewässerraums erfolgt über den minimalen Gewässerraum und wird sukzessive auf den behördenverbindlichen Raumbedarf aufgeweitet.

### 1.3 Ertüchtigung der Dämme

Das über hundertjährige Dammsystem muss saniert und erneuert werden. Neben einer technischen Sanierung geschieht dies mit einem Unterhaltskonzept, das heisst, Bäume und Sträucher werden unter Berücksichtigung des Waldareals so weit als möglich unterhalten oder entfernt und die Dammböschungen gemäss Unterhaltskonzept gepflegt. Mit dieser Massnahme wird künftig die Unsicherheit bezüglich der Versagenswahrscheinlichkeit verringert und der Wert der Dämme bleibt erhalten. Eine Dammerhöhung ist nur an Stellen notwendig, wo das Freibord nicht eingehalten werden kann. Die Kombination einer generellen Aufweitung des Flussbetts und dem Erhalt der Dämme führt dazu, dass mehrheitlich eine grosse Reserve in Bezug auf eine Überströmung der Dammkronen vorhanden ist.

### 1.4 Generelle Aufweitung des Flussbetts

Die grösste bauliche Anpassung im Konzept Thur+ besteht in einer generellen Aufweitung des Flussbetts über rund 36 km zwischen Niederneunforn und Kradolf-Schönenberg und von heute ca. 45 m auf rund 100 m. Dadurch können die Hochwasserspiegellagen markant gesenkt, die Dämme entsprechend entlastet und das Risiko von Damnbrüchen von Grund auf verringert werden. Wie sich heute zeigt, war der Bau des Mittelgerinnes mit einer Breite von 45 m in Kombination mit einem Buhnensystem zu optimistisch. Dies führte im Laufe der letzten 150 Jahre zu diversen Problemen: Sohlenerosion, Auflandungen und Auffüllung der Buhnenfelder im Vorland. Die Folgen sind eine Reduktion der Hochwassersicherheit und der Verlust der Artenvielfalt. Den Platzbedarf des Thurhochwassers, also inklusive eines überschwemmbar Vorlandes zwischen den Dämmen, hatten die Erbauer der 1. Thurkorrektur aber grundsätzlich richtig eingeschätzt.

### 1.5 Entwicklungsraum Auenschutzgebiete

Die Auenschutzgebiete von nationaler Bedeutung sollen an die Thur angebunden werden. Dabei stehen mitunter gegenläufige Interessen entgegen. Im Konzept Thur+ wird aufgezeigt, wie im Entwicklungsraum Auenschutzgebiete in der weiteren Planung herangegangen werden soll, insbesondere im Umgang mit den unterschiedlichen Interessen. Im Vordergrund steht die Wiederherstellung der natürlichen Gewässerdynamik sowie die Aufwertung und Erhaltung der Naturlandschaft und ihrer vielfältigen Lebensräume. Dabei werden die Strukturvielfalt und der Grundwasserstand erhöht, die auentypischen einheimischen Tier- und Pflanzenwelt gefördert sowie die Bevölkerung über die Ziele und Werte des Auenschutzes informiert.

### 1.6 Integrales Risikomanagement

Der Hochwasserschutz leitet ein Hochwasser, welches statistisch alle 100 Jahre einmal auftritt ( $HQ_{100}$ ), mit Freibord gefahrlos ab. Seltenerere Ereignisse werden je nach Ausbildung des dynamischen Flussbetts bis zu einem  $1.5 \times HQ_{100}$  ohne Freibord und ohne Austritte durchgeleitet, ein Überschwappen ist möglich. Der Überlastfall wird mit einem  $1.8 \times HQ_{100}$  dargestellt. Dieses Ereignis tritt ca. alle 5'000-10'000 Jahre auf und die Darstellung

sollen aufzeigen, welche Gebiete bei einem solchen unwahrscheinlichen Ereignis betroffen sind.

Die Eintretenswahrscheinlichkeit des Überströmen der Dämme entspricht einem Restrisiko. Es ergeben sich keine Schutzzielverletzungen und deshalb keine raumplanerischen oder baulichen Einschränkungen in den betroffenen Überflutungsflächen.

### 1.7 Auswirkungen

Die Landwirtschaft ist von den Massnahmen stark betroffen. Im Konzept Thur+ werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie die betroffenen Betriebe längerfristig ihre Lebensgrundlage sichern können.

Die Sicherstellung der Trinkwasser- und Brauchwasserversorgung ist ein wichtiger Bestandteil des Konzepts Thur+. Das Grundwasser gewinnt mit dem Konzept an Volumen, Auswirkungen auf die Trink- und Brauchwassernutzung werden aufgezeigt. Bei einigen Grundwasserschutz-zonen entstehen Konflikte, die voraussichtlich zur Aufgabe der Gewinnung und Förderungen von Grundwasser für die öffentliche Wasserversorgung am bestehenden Standort führen werden.

Die nachhaltige Wasserkraftnutzung wird erhalten, die Nutzung der Wälder aufgezeigt und die Auswirkungen auf die Raumordnung und die Nachbarkantone untersucht. Dabei wird die Biodiversität gefördert und die Jagd und Fischerei berücksichtigt. Ziel ist eine natürliche Flusslandschaft.

Natur und Landschaft sprechen heute – so facettenreich wie nie zuvor – gesellschaftliche Bedürfnisse an. Sport, Erholung, Gesundheit, Erleben, Kunst und vieles mehr werden in die Natur und die Erholungsnutzung Landschaft hinein getragen und mit diesen in Verbindung gebracht. Die Thur und ihre Umgebung sind bereits heute beliebte Naherholungsräume. Die entstehende Flusslandschaft wird den Erholungsdruck auf die Thur verstärken.

### 1.8 Umsetzungshorizont

Mit dem Konzept Thur+ werden enorme Materialmengen verschoben (ungefähr 5 Mio. m<sup>3</sup>). Zudem wird ein komplexes Ökosystem in ein neues Gleichgewicht gebracht. Der Umsetzungshorizont beträgt aus diesen Gründen 30 Jahre.

## 2 Einleitung

### 2.1 Betrachtungsraum

#### Formale Bedeutung des Konzepts Thur+

Der Betrachtungsraum umfasst die Thur im Kanton Thurgau. Der Projektperimeter entspricht generell dem behördenverbindlichen Raumbedarf gemäss Gewässerschutzgesetz (GSchG, 814.20) [1], wobei die Binnenkanäle, die Dämme und deren allfälligen Verschiebung mitberücksichtigt werden. Das Konzept Thur+ hat einen starken Raumbezug und beeinflusst Aspekte wie Siedlungsgebiete, Infrastrukturbauten, Wasserkraft, Land- und Forstwirtschaft, Trink- und Brauchwasserversorgung oder Erholungsnutzung direkt. Es wurde deshalb sorgfältig auf diese Aspekte abgestimmt. Die resultierende Optimalvariante ist in einem Gewässerentwicklungsplan dargestellt, welcher behördenverbindlich festgelegt werden soll. Der Massnahmenplan hat diesbezüglich informativen Charakter.

### 2.2 Auftrag

#### Weiterentwicklung der Grundkonzeption

Auftrag des Konzepts Thur+ ist es, die Grundkonzeption des Hochwasserschutzes weiterzuentwickeln und die bestehenden Defizite zu beheben. Durch eine Gesamtbetrachtung sollen Erkenntnisse, Projekte und Defizite auf ihre Aktualität hin geprüft und in einen Gesamtzusammenhang gestellt werden. Das Konzept Thur+ umfasst eine Betrachtung des Hochwasserschutzes im Thurtal von der Grenze zum Kanton St. Gallen bis nach Niedereunforn an der Grenze zum Kanton Zürich. Bereits umgesetzte Massnahmen sollen optimiert, geplante Massnahmen berücksichtigt und neue Massnahmen zusätzlich definiert werden. So wird aus den umfangreichen Arbeiten seit dem zweiten Thurrichtprojekt (TRP 1979, 2. Thurkorrektur ab 1993) [2] das Konzept Thur+.

#### Robustes System

Im Zentrum der Betrachtungen stehen robuste Anpassungen. Dazu gehört die generelle Aufweitung des Flussbettes und die weitmögliche Wiederherstellung der natürlichen Dynamik sowie die Entlastung und Sanierung des mehr als hundert Jahre alten Dammschutzsystems über grosse Strecken. Zudem werden die Extremereignisse berücksichtigt. Dazu muss das Schutzsystem auf eine höhere Belastung ausgelegt werden und es ist sicher zu stellen, dass die Thurdämme nicht stark beschädigt oder zerstört werden, wenn die Dimensionierungswassermenge überschritten wird.

### 2.3 Übergeordnete Ziele

#### Grundsatzpapier der Thurkantone

Das Konzept Thur+ folgt dem Grundsatzpapier zur nachhaltigen Entwicklung der Thur («Säntis-Charta» [3]), welches die zuständigen Regierungsvertreter der fünf Thurkantone und das damalige Bundesamt für Wasser

und Geologie, heute Bundesamt für Umwelt (BAFU) im September 2001 genehmigt haben. Nachhaltige Entwicklung ist keine freiwillige Aufgabe. Art. 2 («Zweck») der Bundesverfassung erklärt die Nachhaltige Entwicklung zu einem Staatsziel und Art. 73 («Nachhaltigkeit») fordert Bund und Kantone dazu auf, «ein auf Dauer ausgewogenes Verhältnis zwischen der Natur und ihrer Erneuerungsfähigkeit einerseits und ihrer Beanspruchung durch den Menschen andererseits» anzustreben. Nachhaltige Entwicklung wird oft mit drei Kreisen für die Zieldimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft dargestellt.

## «Vision 2100» des Bundes

Im Kontext der grossen Änderung des GSchG im Jahr 2011, welches zuletzt am 1. Januar 2021 aktualisiert wurde, definierte der Bund qualitative Entwicklungsziele für die Schweizer Gewässer. Auf die Thur übertragen sind dies:

- Die Thur soll als natürliches Fliessgewässer mit gewässertyp-spezifischer Eigendynamik (Morphologie, Vernetzung, Abflussregime, Geschieberegime) und Heterogenität wiederhergestellt werden. Damit wird gewährleistet, dass die Thur von standorttypischen Organismen in sich selbst reproduzierenden Populationen besiedelt werden kann.
- Die Tier- und Pflanzengemeinschaft der Thur soll sich selbst regulieren und gegenüber Veränderungen reaktionsfähig sein (Resilienz). Schlüsselfaktor hierfür ist der Erhalt und die Wiederherstellung einer reichhaltigen Biodiversität (Vielfalt von Ökosystemen, Arten und Genen). Damit können für den Menschen existentielle Ökosystem-Dienstleistungen wie Trinkwasserqualität, Bodenbildung, Klima, Nahrung, Raum und Erholung langfristig aufrechterhalten und verbessert werden.
- Die Thur soll ein prägendes, natürliches Element der Landschaft bilden. Bei Revitalisierungen wird den Auenschutzgebiete und einen natürlichen ausgebildeten Uferbereich besondere Bedeutung zugemessen. Diese sind eine Voraussetzung für die Förderung prioritärer Arten.

## 2.4 Planungsziele

Dank den umfangreichen Untersuchungen seit dem TRP 1979 [2] sind die massgeblichen Defizite und Probleme der Thur im Kanton Thurgau gut bekannt. Deren Behebung ist deshalb das Ziel des Konzepts Thur<sup>+</sup> und beschreibt dessen Planungsgrundsätze:

### Hochwasserschutz sicherstellen

Die Dämme wurden teilweise vor mehr als hundert Jahren mit den damals vorhandenen Mitteln gebaut. Dass sie der Belastung des Wassers nicht standhalten, haben die Hochwasser im letzten Jahrhundert gezeigt (1965, 1977, 1978). Ein modernes Hochwasserschutzsystem muss heute höhere Anforderungen bezüglich Qualität des Baumaterials und Geometrie des Systems erfüllen. Ein Hochwasser, das statistisch gesehen alle 100 Jahre auftritt (HQ<sub>100</sub>) muss innerhalb der Dämme mit einem Freibord abgeleitet werden können.

### Auflandungen vermeiden

Mit jedem Hochwasser wird Geschiebe und vor allem Sand auf den Thurvorländern abgelagert. Pro Jahr werden lokal 1–2 cm Sand abgelagert. Seit der 1. Thurkorrektur (1867–1893) ergab sich eine Auflandung von 1 m bis über 2 m. Dadurch wurde das Abflussprofil der Thur weiter eingeeengt und kann seine ursprüngliche Funktion nicht mehr vollumfänglich erfüllen.

### Generelle Aufweitung ausführen

Die generelle Aufweitung des Flussbetts ist kein Problem, sondern ein Lösungsansatz zur Behebung der Defizite. Mit einer generellen Aufweitung wird die Schleppkraft des Wassers reduziert, da eine grössere Breite eine kleinere Fließgeschwindigkeit bewirkt. Dadurch kann die heutige Erosionstendenz gestoppt werden. Wegen der grösseren Breite entstehen Kiesbänke und dynamische Sohlenstrukturen.

### Sohlenerosion stoppen

Sohlenerosion entsteht aufgrund des Abtrags des vorhandenen Sohlenmaterials (Geschiebe, Sand, Kies) durch die Transportkraft des Wassers. Durch die Verbauungen der Ufer kommt nur wenig Geschiebe in das Gewässer und wegen der Verengung und Kanalisierung durch die 1. Thurkorrektur hat die Thur heute zu viel Kraft und Energie. Die Thur nimmt sich das Geschiebe aus ihrer Sohle und transportiert es weiter. Dadurch sinkt die Höhenlage der Sohle immer tiefer. Mit fortschreitender Sohlenerosion werden die Uferverbauungen unterspült und fallen zusammen. Die Brückenfundamente werden beeinträchtigt und der Grundwasserspiegel wird beeinflusst.

### Grund- und Trinkwasser schützen

Die Trinkwasserqualität der Thurgauer Grundwässer steht zunehmend, im speziellen durch Nitrat, Pflanzenschutzmittel und halogenierte und polyzyklische Kohlenwasserstoffe unter Druck [4]. Bachrevitalisierungen haben, wenn die Gewässer eine natürliche Qualität aufweisen, einen positiven Einfluss auf das Grundwasser.

### Landwirtschaftliche Nutzung anpassen

Die ackerbauliche Nutzung im Thurraum ist nicht mehr standortgerecht. Zum einen können Pflanzenschutzmittel bereits in kleinsten Mengen das biologische Gleichgewicht in Gewässern schädigen. Zum anderen ist auf den Einsatz von Dünger im Vorland wegen der Nutzung des Thurgrundwassers als Trinkwasser zu verzichten.

### Ökosystem stabilisieren

Das Ökosystem im Flussraum der Thur ist infolge der 1. Thurkorrektur nicht mehr natürlich und stark eingeschränkt. Dies führte zu einem Artenschwund bei Flora und Fauna. Soweit möglich wird dies wiederhergestellt.



### Wasserkraft optimal und umweltverträglich nutzen

Die bestehenden Wasserkraftanlagen sorgen weiterhin für erneuerbare Energie und bleiben erhalten. Sie werden allerdings ausgebaut und modernisiert, vor allem hinsichtlich Geschiebe- und Fischdurchgängigkeit. Die wenigen noch unbeeinflussten Gewässerabschnitte werden nicht mehr von der Wasserkraft in Anspruch genommen.

# 3 Methodische Grundsteine

## 3.1 Perspektiven des Richtplanungsprozesses

### Grundgedanke

Die Thurlandschaft ist mehr als das, was mit blossem Auge gesehen werden kann. Sie hat eine kulturelle Bedeutung, ermöglicht Identifikation und Erholung. Die Thurlandschaft und ihre natürlichen Ressourcen sind zudem ein Wirtschaftsfaktor; sie prägen die gesellschaftlichen Verhältnisse. Das Konzept Thur<sup>+</sup> basiert deshalb auf einem systemischen, landschaftsökologischen Ansatz. Es werden Schlüsselfaktoren identifiziert und so weit untersucht, wie sie auf das System wirken und wie sie dessen Wirkungsfeld ausgesetzt sind. Der Fokus der Betrachtung liegt somit auf dem Ursachen-Wirkungsgefüge zwischen technisch-naturwissenschaftlichen Faktoren einerseits und dem Menschen als Gestalter und Nutzer des Landschaftselementes andererseits.

### Arbeitshypothese

Die Arbeitshypothese für die Ausarbeitung des Konzepts Thur<sup>+</sup> beinhaltet, dass die gestellte Aufgabe dem Zusammensetzen eines Puzzles entspricht. Rund um die Thur liegen zahlreiche Grundlagen, Variantenstudien, Problemfassungen oder konkrete Projekte vor. Die Grundlagen unterscheiden sich in ihrer Bearbeitungstiefe und in ihrer Gewichtung. Die Puzzlesteine der Landkarte der modernen Thur liegen aber weitgehend vor, sie haben verschiedene Formen und verschiedene Farbzusammensetzungen; und teilweise liegen sie auch bereits «vorsortiert» auf einem Haufen.

### Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden vier Handlungsfelder definiert, basierend auf ihrer Lage im Raum («Horizontale Themen», Abbildung 1). Mit zwei Workshops im Jahr 2013 konnten so sachliche Rückkopplungen sichtbar gemacht, aufgearbeitet und aufeinander abgestimmt werden. Nach diesem Prozess lag die erste Reihe des Puzzles, die Bestvariante, im Entwurf vor.

Werden Massnahmen umgesetzt, entstehen grundsätzlich Betroffenheiten. Neben den Handlungsfeldern existieren demnach Wirkungsfelder («Vertikale Themen», Abbildung 1). Die Identifikation möglicher Konfliktpotenziale wurden erarbeitet und die entsprechenden Herausforderungen in die Erarbeitung des Konzepts Thur<sup>+</sup> eingegliedert.

Um den Hauptteil des Puzzles zusammenzusetzen, wählen geübte Puzzler eine Farbe oder ein Muster von einem Teil des Motives (Abbildung 1). Dadurch, dass die Puzzler alle Teile, die auch nur den kleinsten Anteil der Farbe oder des Musters enthalten herausuchen, sind sie in der Lage, dieses Teil des Motives zusammenzusetzen. Dann ist es meist leicht, eine Verbindung zu den anderen Teilen herzustellen, respektive Konflikte zu erkennen. In einem abschliessenden Optimierungsprozess wurden die eigenen «Farben» der Puzzlesteine, welche in ihrer Gesamtheit das eigentliche Motiv

ergeben, nochmals analysiert, Konflikte und Differenzen bereinigt und (Teil-) Lösungen aufeinander abgeglichen (Abbildung 2).

Das Konzept Thur+ wurde dem BAFU zur Vorprüfung eingereicht. Die Rückmeldungen wurden so weit als möglich berücksichtigt. Um der breiten Bevölkerung Einblicke in das Konzept Thur+ zu geben und ihre Meinung abzuholen, wurde das Konzept Thur+ in Form einer Vernehmlassung öffentlich präsentiert und auf der kantonalen Webseite des Amtes für Umwelt allen Interessierten zugänglich gemacht. Die Rückmeldungen wurden aufgenommen, analysiert und so weit wie möglich bei der Überarbeitung des Konzepts Thur+ berücksichtigt und in einem Mitwirkungsbericht dokumentiert.

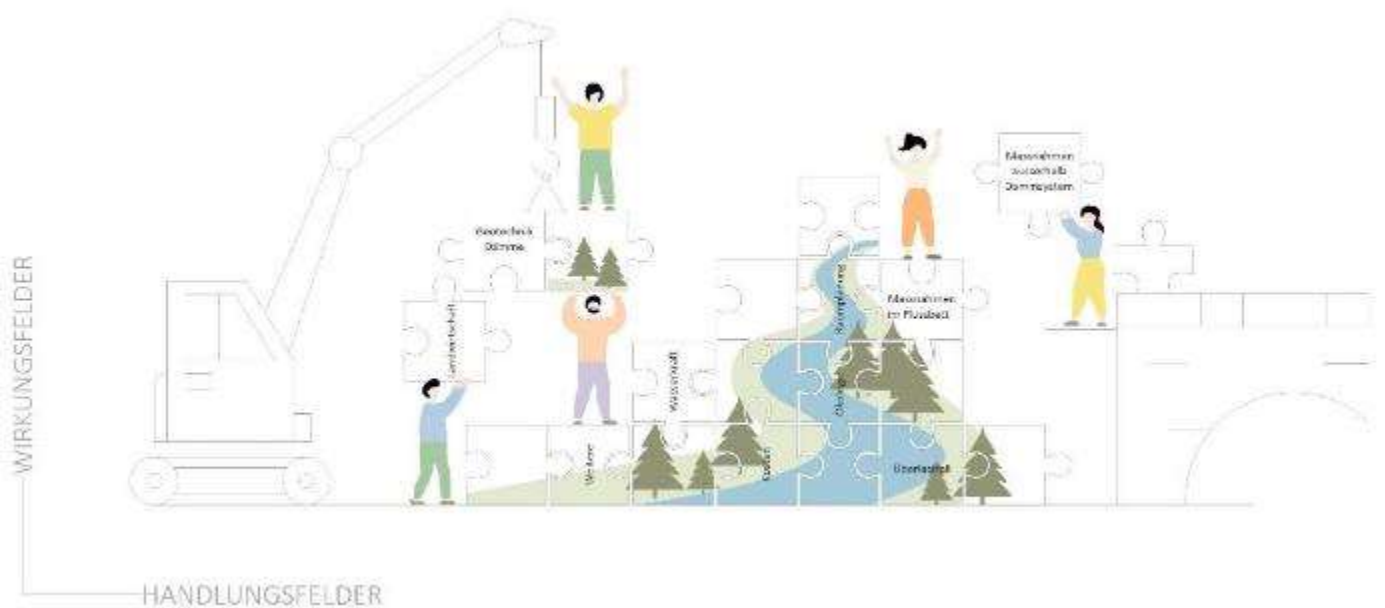


Abbildung 1: Herangehensweise des Konzepts Thur+; In einem ersten Schritt wurden die Handlungs- und Wirkungsfelder definiert, um diese in weiteren Schritten zu verfeinern. [5]

# Methodische Grundsteine

## Erkannte Handlungsfelder

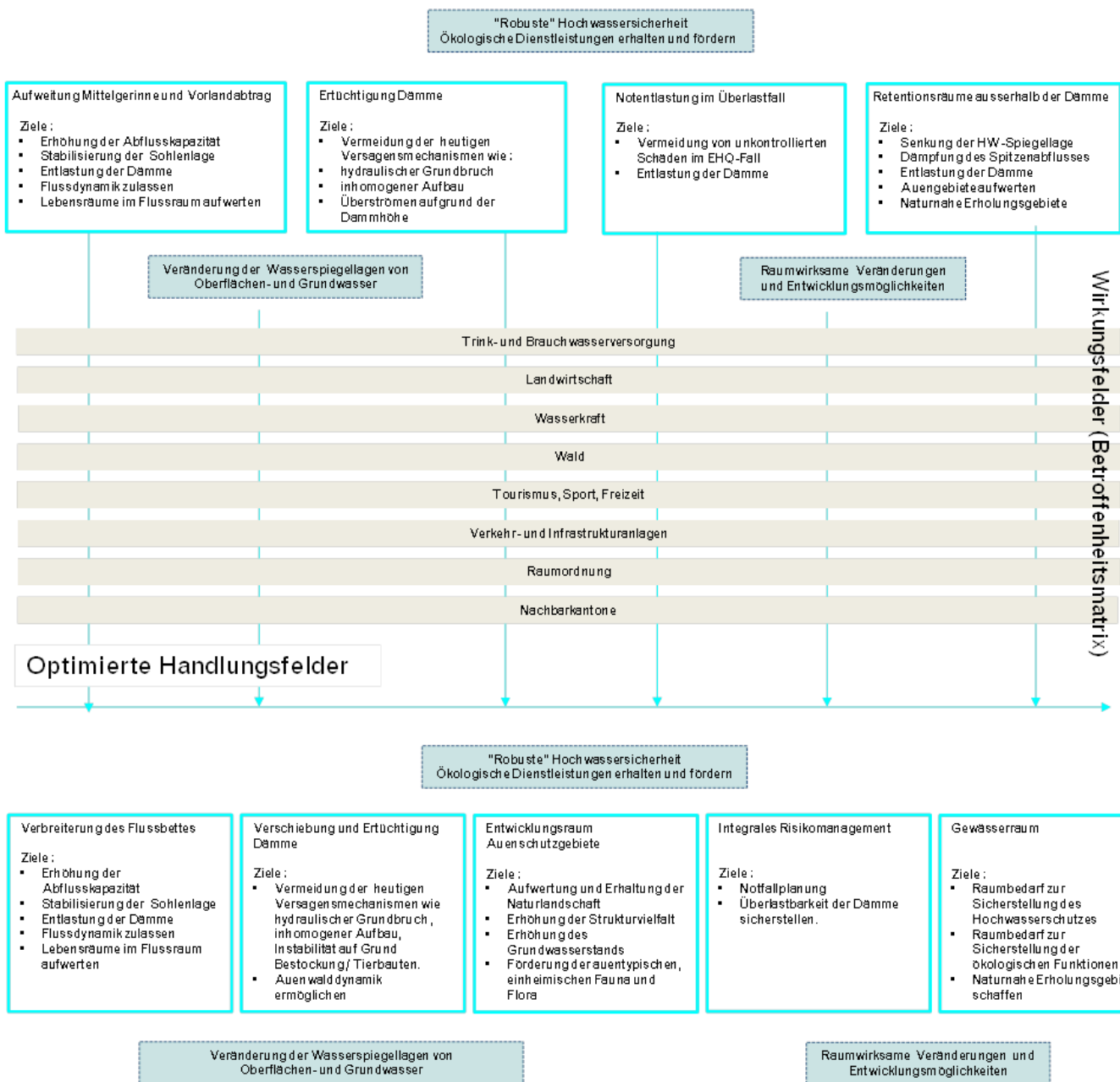


Abbildung 2: Iterative Ausarbeitung des Konzepts Thur+; von der Ausgangslage resultiert Lösungsfindung für das Konzept Thur+ [5]

## 3.2 Perspektiven der baulichen Umsetzung

### Philosophiewechsel im Wasserbau

Seit dem frühen 19. Jahrhundert orientierte sich der schweizerische Wasserbau an der «Flusskorrektur», das heisst der technischen Verbauung, Kanalisierung oder Überdeckung der Fliessgewässer. Damit konnte neues Kulturland gewonnen werden. Gut hundert Jahre später traten gravierende Nachteile dieses technischen Hochwasserschutzes zutage. Von negativen

Folgen für die Ökosysteme, bis hin zum Aussterben vieler Tier- und Pflanzenarten, entstand an den korrigierten Fließgewässersystemen ein bedeutendes Risiko- und Schadenpotenzial. In der Folge führten Hochwasserereignisse in den 1970er und 1980er Jahren schweizweit zu einer Schadenssumme von insgesamt über einer Milliarde CHF [6]. Die sichtbar gewordenen Defizite des technischen Hochwasserschutzes zwangen in den letzten Jahrzehnten zu einem Philosophiewechsel im Wasserbau [7].

### Gewässerentwicklung

Die konsequente Umsetzung dieser neuen Wasserbauphilosophie hat Auswirkungen auf die Bauabläufe: Weg von der Erstellung eines «fertigen Bauwerks» und hin zu einer Gewässerentwicklung über viele Jahre.

### Adaptives Management

Der Wechsel der Wasserbauphilosophie bedingt somit auch ein neues Verständnis der Planung und der Ausführung. Das Konzept Thur<sup>+</sup> basiert auf einem adaptiven Management [8]. Die Abläufe basieren auf der Einsicht, dass unsere Fähigkeiten limitiert sind, künftige Schlüsselfaktoren, welche das Ökosystem massgeblich beeinflussen, aber auch das künftige Verhalten des natürlichen Systems und seine Reaktionen auf unsere Handlungen, vollumfänglich vorausszusehen. «Flussbauende» lernen deshalb aktiv von durchgeführten Massnahmen und dessen Resultaten und passen die weiteren Schritte in einer rollenden Planung den neuen Erkenntnissen an. So entsteht ein nachhaltiges und robustes Fließgewässersystem (Abbildung 3).

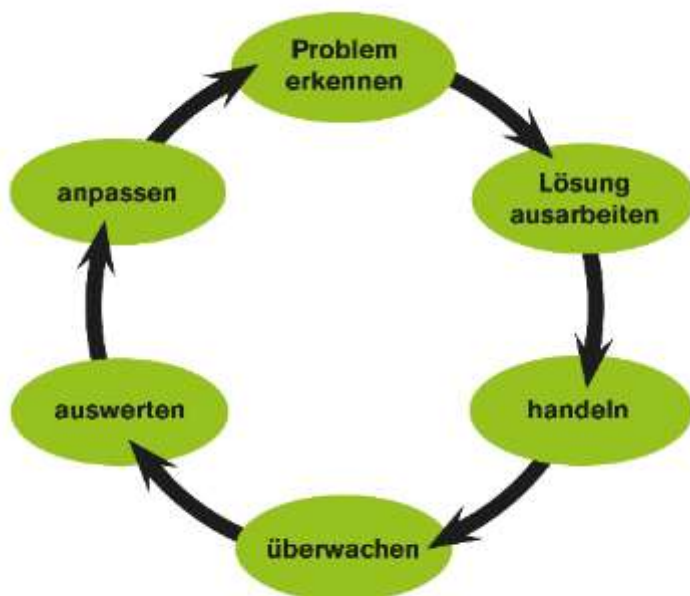


Abbildung 3: Schematischer Kreislauf des adaptiven Managements [5]

### Kombination von mechanischen und natürlichen Bauabläufen

Die Schlüsselmaßnahme des Konzepts Thur<sup>+</sup> ist eine generelle Gerinneaufweitung der Thur. Um die Hochwasserschutzziele mit der Aufweitung in planbarer Zeit zu erreichen, wird das Flussbett teilweise mechanisch verbreitert (Projektzustand). Die Aufweitung auf die natürliche Flussbreite wird demgegenüber dem Fluss überlassen (Sollzustand). Bereits bei der 1. Thurkorrektur wurde diese Kombination von mechanischen und natürlichen Prozessen gewählt, indem damals ein 10 m breiter Durchstich angelegt wurde. Die Thur hat sich anschliessend aus eigener Kraft auf die projektierte Weite verbreitert.

### Paradigmenwechsel beim Erosionsschutz

Mit dem Konzept Thur<sup>+</sup> werden nicht die Ufer, sondern Objekte (Dämme, Brückenpfeiler, Grundwasserfassungen) zielgerichtet vor hydraulischen Einwirkungen der Thur geschützt. Dazu dienen hart verbaute Interventionslinien. Der Bereich innerhalb dieser wird dadurch zum eigendynamischen, morphologisch aktiven Raum der Thur. Der Sollzustand wird somit erst nach mehreren Jahren oder sogar Jahrzehnten der eigendynamischen Gewässerentwicklung erreicht sein.

## 4 Begriffsdefinitionen

### *Behördenverbindlicher Raumbedarf*

Der behördenverbindliche Raumbedarf sichert den Raum, damit keine neuen Nutzungen respektive Bauten und Anlagen erstellt werden. Die behördenverbindliche Festlegung des Raumbedarfs wirkt sich nicht direkt auf einzelne Personen oder Betriebe aus. So bleiben die bestehenden Gewässerabstände nach dem Planungs- und Baugesetz (PBG, RB 700) [9] und die bestehende Nutzung wird nicht eingeschränkt.

### *Beobachtungslinie*

Bis zu dieser Linie wird die Dynamik der Thur zugelassen. Sobald diese Linie erreicht ist, wird über die Weiterentwicklung der Dynamik beziehungsweise über allfällige wasserbauliche Massnahmen entschieden.

### *Bezugszustand*

Rechnerischer Zustand des Grundwassers, welcher den Istzustand darstellt, unter Berücksichtigung des realisierten Bauprojekts 2014 Weinfeld-Bürglen.

### *Binnenkanal*

Während dem Bau des Hochwasserschutzdamms wurde ein künstlich geschaffener Kanal für die Aufnahme der Seitengewässer, die nicht direkt zur Thur gelangen können, zur Ableitung von Sickerwasser und zur Regulierung des Grundwasserspiegels im Hochwasserfall erstellt.

### *Damm*

Schutzsystem, zur Abwehr von Hochwassern. Die Höhe der Dämme und die Breite der Fläche zwischen den Dämmen sind ausgerichtet auf das schadlose Ableiten von Hochwassern (Dimensionierungswassermenge,  $HQ_{100}$  bei Siedlungen, inklusive Freibordhöhe).

### *Dammüberströmung*

Im Überlastfall werden die Dämme je nach Dammhöhe und sich einstellende Sohlenlage überströmt.

### *Differenzierte Schutzzielmatrix*

Die Schutzzielmatrix des Kantons Thurgau erfasst die Differenzierung der Schutzziele je nach Objektkategorie [10].

### *Differenzierte Schutzziele*

Differenzierte Schutzziele weichen vom generellen Schutzziel ab. An wenigen Standorten lassen die lokalen Gegebenheiten eine Ausnahme zum generellen Schutzziel zu.

### *Entwicklungsraum Auenschutzgebiete*

Für die Auenschutzgebiete werden Ziele formuliert, die in den kommenden Projekten erfüllt werden müssen. Dabei wird der Entwicklungsraum definiert, in welchem diese Ziele zur Anwendung kommen.

### *Extremhochwasser (EHQ)*

Extremes Hochwasserereignis mit einer Jährlichkeit von grösser als 300 Jahren.

### *Fliesskorridore*

Im Überlastfall tritt Wasser über die Dämme. Die betroffenen Räume ausserhalb des Dammsystems werden als Fliesskorridore bezeichnet.

### *Flussbett*

Das Flussbett ist die vegetationsfreie Vertiefung der Landoberfläche, die regelmässig von Wasser durchflossen wird und entspricht derjenigen Breite des Flussbettes, welche sich ohne menschliche Lenkung (harte Verbauungen) einstellt und entspricht der natürlichen Sohlenbreite.

### *Freibord*

Das erforderliche Freibord setzt sich aus mehreren Teilfreiborden zusammen. Diese berücksichtigen einerseits Unschärfen, die bei der Berechnung einer Wasserspiegellage auftreten, und andererseits hydraulische Prozesse wie die Wellenbildung, den Rückstau an Hindernissen oder den Platz, welcher unter Brücken für das Abführen von Treibgut benötigt wird [11].

### *Gewässerraum*

Gemäss dem GSchG [1] umfasst der Gewässerraum den Raum, der zur Gewährleistung der natürlichen Funktionen der Gewässer, des Schutzes vor Hochwasser und der Gewässernutzung erforderlich ist.

Die Ausscheidung des Gewässerraums an der Thur erfolgt in verschiedenen Phasen. Mit der Genehmigung des Konzepts Thur<sup>+</sup> wird der behördenverbindliche Raumbedarf für die gesamte Thur auf Thurgauer Boden festgelegt. Die grundeigentümergebundene Festlegung erfolgt anschliessend gestaffelt durch die Gemeinden und in den kommenden Projekten.

### *GEWISS-Adresse*

Das Gewässerinformationssystem Schweiz (GEWISS) ist ein Informationssystem über Wasser und Gewässer vom Bund. Die GEWISS-Adresse entspricht der Kilometrierung der Fliessgewässer auf Bundesebene.

### *Grundeigentümergebundener Gewässerraum*

In der Phase 2 wird durch die Gemeinden oder im Rahmen der kommenden Projekte der grundeigentümergebundene Gewässerraum festgelegt.



### *Hochwasser-Abfluss-Korridor*

Teil einer Vorlandfläche, die aufgrund vorhandener Restriktionen (zum Beispiel bestehende Werkleitungen, die nicht entfernt werden können; Schutzzone für eine Grundwasserfassung; bestehende öffentliche Infrastrukturanlage wie Verteilwerk EKT) in ihrer Geometrie nicht verändert werden soll (im Sinne von Bestandesgarantie), die aber im Hochwasserereignis überflutet wird.

### *Interventionslinie*

Mit dieser Linie wird «gehalten», das heisst die Dynamik der Thur wird mit wasserbaulichen Massnahmen unterbunden (zum Beispiel mit Buhnen, Längsverbauungen, ingenieurbioologischen Massnahmen, versteckten Blocksatz etc.).

### *Istzustand*

Der Istzustand beschreibt die Thur im Jahr 2021. Dieser Zustand wird abgebildet.

### *km TG*

«km TG» ist die Bezeichnung für die Fliessgewässerkilometrierung bezogen auf die Gewässerachse der Thur im Kanton Thurgau.

### *Mäander*

Der Mäander ist eine Flussschlinge in einer Abfolge weiterer Flussschlingen, wie sie sich in unbefestigten Abschnitten mit geringem Gefälle und gleichzeitig transportiertem, feinkörnigem Geschiebe auf natürliche Weise bildet.

### *Minimaler Gewässerraum nach GSchV*

Der minimale Gewässerraum nach Art. 36a GSchG und Art. 41a der Gewässerschutzverordnung (GSchV, 814.201) [12] definiert die gesetzlich vorgeschriebene Mindestgrösse des Gewässerraumes. Diese Breite muss bei der Gewässerraumfestlegung als Mindestmass eingehalten werden. In dicht überbauten Gebieten kann der Gewässerraum den baulichen Gegebenheiten angepasst werden, sofern der Schutz vor Hochwasser gewährleistet ist.

### *Mittelgerinne*

Das Mittelgerinne entspricht dem seit Ende des 19. Jahrhunderts kanalartigen Thurgerinne. Das linke und rechte Ufer ist mehrheitlich mit Hartverbau gesichert (Blocksteine, Betonblöcke).

### *Morphologisch aktiver Raum*

Der morphologisch aktive Raum beschreibt den Raum (beziehungsweise die Breite), den das Gewässer mit den eigendynamischen Prozessen (Erosion und Auflandung) einnimmt.

### *Natürliche Uferlinien*

Die Thur wird im Hochwasserfall nicht nur von Dämmen eingegrenzt, sondern auch von natürlichen Hängen und Felsen. Die rechnerische Übergangslinie Wasser-Luft eines  $HQ_{100}$  ( $HQ_{100}$ -See) definiert die natürliche Uferlinie, wenn kein Damm vorhanden ist.

### *Naturzustand*

Der Naturzustand beschreibt die vom Menschen unbeeinflusste Flusslandschaft der Thur. Der Naturzustand ist im gleichen Zeitrahmen wie der Referenzzustand einzuordnen.

### *Pendelband*

Das Pendelband umfasst den Raum, der durch das Mäandrieren des Gewässers beansprucht werden kann. Im Konzept Thur<sup>+</sup> entspricht dies dem morphologisch aktiven Raum.

### *Pendelbandbreite*

Die Pendelbandbreite beträgt gemäss dem Faltblatt «Raum den Fließgewässern» 5–6-mal die natürliche Sohlenbreite [13].

### *Projektzustand*

Der Projektzustand beschreibt die Flusslandschaft der Thur nach der Ausführung der baulichen Massnahmen gemäss Konzept Thur<sup>+</sup>.

### *Referenzzustand*

Der Referenzzustand beschreibt die ursprüngliche, natürliche Flusslandschaft der Thur vor der 1. Thurkorrektur. Der Referenzzustand wird als Vergleichsbasis für den Projekt- und Sollzustand verwendet.

### *Resilienz*

Die Resilienz beschreibt in den Ingenieurwissenschaften die Fähigkeit von Systemen, bei Störungen oder Teilausfällen nicht vollständig zu versagen, sondern wesentliche Funktionen aufrechtzuerhalten. Beispielsweise ein robustes System weist eine hohe Resilienz auf.

### *Rückstaubereiche*

Die Rückstaubereiche sind definiert als Überschwemmungszonen bei einem  $HQ_{100}$  aufgrund des Rückflusses der Thur in die Binnenkanäle. Hier gelten differenzierte Schutzziele.

### *Sollzustand*

Der Sollzustand beschreibt die Flusslandschaft der Thur, wie sie sich durch eigendynamische Prozesse der Thur zwischen den Interventionslinien selbst einstellt.

### *Thurraum*

Raum zwischen Binnenkanal rechts und Binnenkanal links. Dort wo keine Dämme (und Binnenkanal) vorhanden sind, wird der Thurraum von der Überflutungsfläche der Dimensionierungswassermenge  $HQ_{100}$  begrenzt.

### *Überlastfall*

Der Überlastfall dient dazu, die möglichen Prozesse bei Abflüssen grösser als ein EQ aufzuzeigen.

### *Verklauserung*

Unter Verklauserung wird der teilweise oder vollständige Verschluss eines Flussgewässerquerschnittes aufgrund von angeschwemmtem Treibgut oder Totholz verstanden.

### *Vorland*

Das Vorland umfasst die Fläche zwischen dem Flussbett und den Dämmen oder natürlichen Uferlinien.

# 5 Geschichte der Thurkorrekturen

## 5.1 Die natürliche Thur beherrscht das Thurtal

### Thurdynamik

Die Thur ist mit rund 125 km Länge und einem Einzugsgebiet von rund 1'700 km<sup>2</sup> einer der längsten Flüsse der Ostschweiz. Auf ihrem Weg in den Rhein durchströmt sie keinerlei Seen, die als Ausgleichsbecken dienen könnten. Deshalb kann sich die Thur in kurzer Zeit von einem ruhigen in einen reisenden Fluss verwandeln. Mit ihrer Kraft änderte sie in den vergangenen Jahrtausenden dynamisch ihren Verlauf und schuf damit ein breites Tal: das Thurtal (Abbildung 4). Die Flusslandschaft war geprägt durch grosse Geschiebeumlagerungen, Mäander, Altarme und Auewälder.

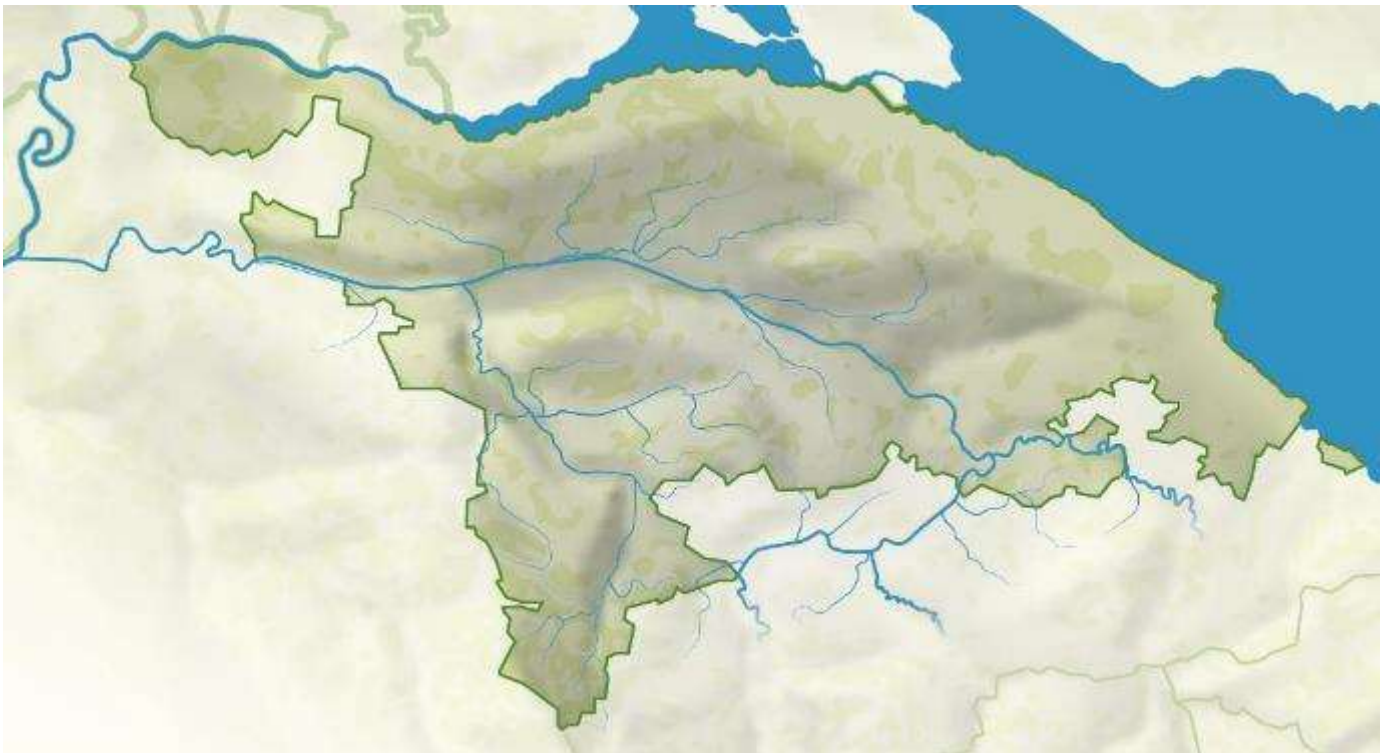


Abbildung 4: Thurtal mit der Thur, welches den Kanton Thurgau entscheidend prägt [5]

Die jährlichen Hochwasser der unverbauten Thur verhinderten eine Besiedlung der Talufer. So schrieb zum Beispiel der Weinfelder Obervogt nach dem verheerenden Hochwasser vom 28. April 1768, dass die Verwüstungen der Thur unmöglich wieder gut zu machen seien. Unmittelbar darauf, am 10. und 11. Juni des gleichen Jahres, verwüstete die Thur erneut das ganze Gebiet. Tapfer wurde das weggeschwemmte Wehr in Weinfelden dennoch neu gebaut und im folgenden Mai 1769 eingeweiht. Bereits wenige Wochen später wurde es durch ein erneutes Hochwasser zerstört. Das ganze Tal sei ein trüber See, berichtete abermals der Weinfelder Obervogt.



Abbildung 5: Die unverbaute Thur bei Niederbüren um 1920 [14]

### 5.2 Erstes Thurrchtprojekt

#### Fehlende Zusammenarbeit

An Anstrengungen, die Überschwemmungen des Kulturlandes zu steuern und den Fluss dauernd in Schranken zu halten, hat es nie gefehlt; aber es mangelte an der Zusammenarbeit der verschiedenen Gemeinden. Seit 1803 ist der Gewässerunterhalt Aufgabe des Kantons woraufhin im Jahre 1811 erste Pläne zur Korrektur der Thur erarbeitet wurden. Das erste Thurrchtprojekt wird geboren. Das entsprechende Gesetz konnte aber erst im Jahre 1862 im Grossen Rat verabschiedet werden: «Unter staatlicher Aufsicht und Leitung ist vorab eine durchgreifende Korrektur der Thur, auf Grundlage eines rationellen Wuhrsystems, vorzunehmen». Im Jahre 1890, rund 80 Jahre nach der Erstellung der ersten Pläne, war die 1. Thurkorrektur abgeschlossen [15].

#### Mittelgerinne

Zur Begradigung der Thur wurden an den engsten Stellen der Mäander Durchbrüche gemacht. Um den «wildem Bergfluss zu bändigen» wurde festgelegt, dass es zweierlei Flussbettbreiten braucht: Ein Mittelgerinne für den mittleren Wasserstand und ein überschwemmbares oder mittels Bühnen durchzogenes Vorland, welches durch die Schutzdämme abgeschlossen wird (Abbildung 6).

# Geschichte der Thurkorrekturen

Mit Binnenkanälen längs der Dämme wurde in der Folge das Wasser der Seitengewässer gesammelt und erst an geeigneten Stellen in die Thur geleitet. Mit der Begradigung und Verlegung der Thur wurden zwei Ziele verfolgt: Schutz vor der zerstörerischen Kraft der Thurhochwasser und Landgewinn. Der Erfolg dieser 1. Thurkorrektion prägt die Entwicklung des Thurtals bis in unsere Zeit. Heute ist die Thurlandschaft vom Menschen geprägt. Die ehemaligen Auen wurden zu Ackerland oder sogar Bauland. Das Thurtal wird landwirtschaftlich genutzt, ist besiedelt und es wird Industrie und Gewerbe betrieben.

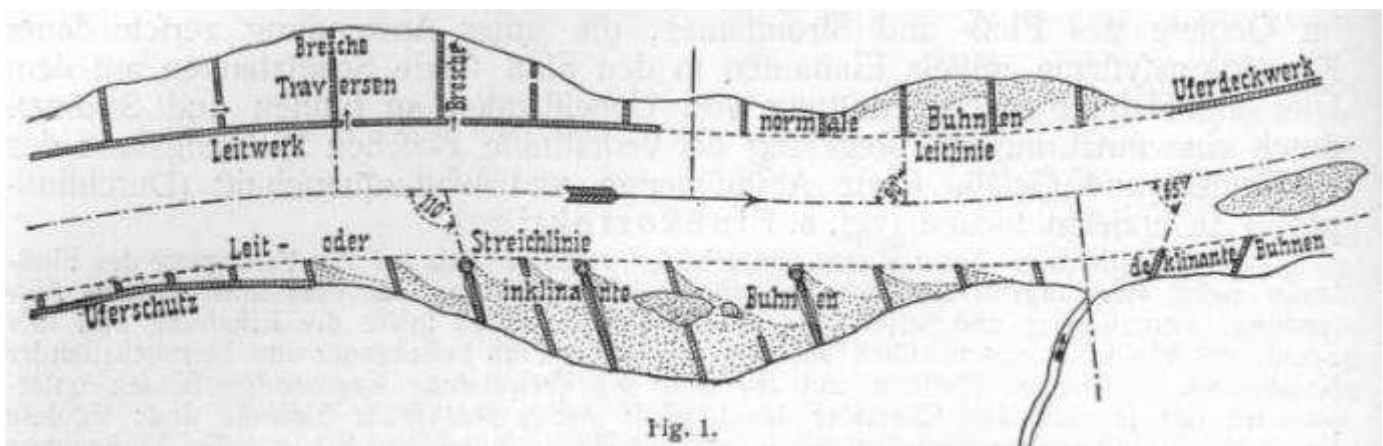
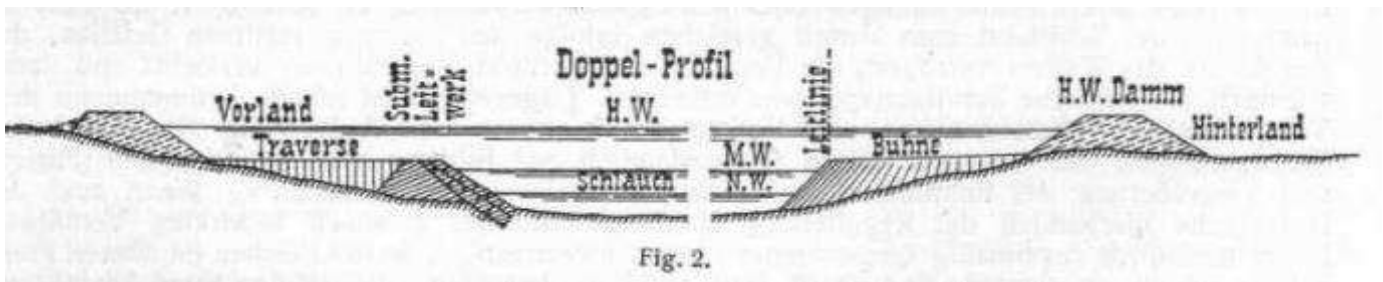


Abbildung 6: Typisches, schematisches Profil des Flussbaus zur Zeit der 1. Thurkorrektion [16]

Während der letzten 120 Jahre erhöhten sich an der Thur die Vorländer aufgrund von Auflandungen und die teilweisen Buhnenfelder wurden verfüllt. Dadurch verringerte sich der Hochwasserschutz und die Dämme werden stärker belastet. Im Gegenzug konnten die Vorländer landwirtschaftlich bewirtschaftet werden.

## 5.3 Auslöser der 2. Thurkorrektion

### Dammbrüche

Auch wenn die Thur seit dem 19. Jahrhundert ihren natürlichen Lauf einbüßte, so arbeitet die Kraft des Wassers unvermindert auch in ihrem neuen Flussbett. Seit der 1. Thurkorrektion haben die grossen Hochwasser der Thur regelmässig zu Dammbrüchen geführt. Besondere Erwähnung verdient das Hochwasser im Jahr 1910, das in Folge von Dammbrüchen zu weitreichenden Überschwemmungen im Thurtal führte.

## Eintiefung der Mittelgerinne

Im Verlauf der ersten hundert Jahre nach der 1. Thurkorrektur veränderte sich auch das Flussbett massgeblich. Zwischen Bürglen und dem Wehr Weinfeld, sowie unterhalb des Wehrs bis in die Gegend der Pfynerbrücke hat sich die Fusssohle zwischen 1926 und 2011 bis zu 2 m eingetieft. Ausserdem lagert der Fluss laufend Material auf den Vorländern ab. Dadurch verringert sich das Durchflussprofil der Thur und am Fuss der Dämme bilden sich Rinnen, in denen die Erosion bei Hochwasserereignissen umso mehr Kraft entfalten kann und so die Dämme gefährdet.

## Hochwasser 1977 /78

Als Reaktion auf die verheerenden Hochwasser von 1977 und 1978 erarbeitete der Kanton Thurgau schliesslich das TRP 1979. Es wurde am 29. März 1982 vom Parlament des Kantons Thurgau angenommen. Sein Kernsatz lautete: «Das Thurvorland gehört der Thur». Auch dies war eine Rückbesinnung auf die 1. Thurkorrektur. Das TRP 1979 sollte im Wesentlichen folgende Ziele erreichen:

- Wiederherstellung der Durchflusskapazität, sodass sie gross genug ist, ein Hochwasser zu fassen, wie es alle hundert Jahre einmal zu erwarten ist.
- Gewährleistung der Standfestigkeit der Hochwasserschutzdämme.
- Erhalt und Förderung der Grundwasservorkommen und Wasserkraftanlagen.
- Förderung der Überschwemmungsgebiete und Berücksichtigung der Thur als Erholungsraum.

## 5.4 Zweites Thurrichtprojekt

### Frauenfeld–Niederneunforn

Das erste und dringendste Projekt, Frauenfeld–Niederneunforn, wurde ab 1993 realisiert und 2002 vollendet. Nach Abschluss der Arbeiten an der Thur ab Frauenfeld bis zur Zürcher Grenze präsentiert sich die Thurlandschaft abwechslungsreich und dynamisch. Hochwasser haben weder am Fluss noch im Umland bemerkenswerte Schäden verursacht. Der vergleichsweise junge Auenwald am tiefsten Punkt des Kantons Thurgau schliesst die Lücke, die vorher von der alten Aue zum Fluss hin bestand. Die Artenvielfalt hat sich erhöht, auch verschiedenen Fischarten haben den Weg zu neuen Laichplätzen gefunden (Abbildung 7).

### Gesellschaftlicher Wertewandel

Unmittelbar nach der Festlegung des TRP 1979 rückten umweltpolitische Themen vermehrt in den Mittelpunkt der politischen Diskussion. Verschiedene Umweltkatastrophen führten zu einem tiefgreifenden Wandel der gesellschaftlichen Wertvorstellungen. Der Brundtland-Bericht «Our Common Future» [17] und der Welt-Umweltgipfel in Rio de Janeiro 1992 bezeichneten schliesslich einen globalen Wendepunkt und ein Bekenntnis zur nachhaltigen Entwicklung.

## Geschichte der Thurkorrekturen

### Abgeänderte Teilumsetzung

Der umweltpolitische Wertewandel beeinflusste auch die Umsetzung des TRP 1979. Dieses legte den Fokus ausschliesslich auf den Hochwasserschutz mit den üblichen harten Verbauungen. Es dauerte deshalb bis in das Jahr 1993, bis die Umsetzung der dringlichsten Hochwasserschutzmassnahmen neu gedacht und nach Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung in einem Abschnitt, von Niederneunforn–Frauenfeld, umgesetzt wurden (Abbildung 7). Mit der Realisierung dieses Abschnitts konnten erste, richtungsweisende Erfahrungen gesammelt werden. Die Bauzeit betrug 9 Jahre, von 1993–2002.



Abbildung 7: Die zusammen mit den Massnahmen für den Hochwasserschutz bereits revitalisierte Thur im Abschnitt Schaffäuli zwischen Frauenfeld und Niederneunforn im Jahr 2016 [5]

### Klimawandel

Die Hochwasserschutzmassnahmen an der Thur sind heute grundsätzlich auf die schadlose Ableitung eines Hochwassers mit einer Wiederkehrperiode von 100 Jahren ausgelegt. Mit dem prognostizierten Klimawandel verändert sich aber auch die Bedrohungslage von Thurhochwasser. Ein Effekt des Klimawandels ist die Zunahme von Extremwetterereignissen. Der Klimawandel führt unter anderem zu einem extremeren Verhalten im Winter; sodass sowohl hohe als auch extrem geringe Niederschläge auf Kosten mittlerer Ereignisse wahrscheinlicher werden. Bereits 1997 initialisierte der Kanton deshalb eine Studie, die den Einfluss von Extremereignissen auf die Hochwassergefahr der Thur untersucht. Die Extremereignisstudie [18] zeigt, was passiert, falls mehr Wasser fliesst, als bei einem  $HQ_{100}$  angenommen wird. Die dafür benutzten Rechenmodelle bauen darauf auf, dass die Massnahmen des TRP 1979 umgesetzt wurden: Im Extremfall würde das Thurtal zwischen Kradolf-Schönenberg und Uesslingen weitgehend überflutet, inklusive grossen Teilen des heutigen Siedlungsgebietes von Bürglen, Weinfeldern und Müllheim bis zum Rande von Pfyn.



## Wechsel der Wasserbauphilosophie

Extremereignisanalyse, Wechsel der Wasserbauphilosophie, gesellschaftlicher Wertewandel: All diese Änderungen und neuen Erkenntnisse führten dazu, dass grundlegende, konzeptionelle Überlegungen zum Hochwasserschutz an der Thur konsolidiert werden mussten. Im September 2001 unterzeichneten dazu die zuständigen Regierungsräte aller Thurkantone ein Grundsatzpapier «Säntis-Charta» [3] zur nachhaltigen Entwicklung der Thur. Damit gelten nachfolgende Leitsätze zur Weiterentwicklung des Lebensraumes Thur:

- Schutz für Menschen und erhebliche Sachwerte
- Schutz von Kulturland
- kontrollierte Ableitung der Hochwasser

Genügend Platz ermöglicht schadlosen Abtransport von Wasser und Geschiebe und gleicht Hochwasser aus:

- Flusssynamik zulassen
- Lebensräume im Flussraum aufwerten
- Auengebiete aufwerten
- ökologisch verträgliche Naherholungsgebiete an der Thur

## Konzept 2002 für den Abschnitt Frauenfeld–Bischofszell

Diese Grundsätze und die ersten praktischen Erfahrungen aus einzelnen Abschnitten unterhalb der Murgmündung wurden mit dem «Konzept 2002» aufgearbeitet. Das Konzept wurde am 23. November 2004 vom Regierungsrat genehmigt. Zur Behebung der vorhandenen Defizite wurden für die Massnahmen folgende Grundsätze abgeleitet:

- Sanierung innerhalb der bestehenden Hochwasserschutz-Strukturen
- Wasserbauliche Massnahmen wie Dammerhöhungen, Dammverbreiterungen, Vorlandabtrag, Aufweitung des Mittelgerinnes und Schaffung von Retentionsräumen
- Miteinbezug der kantonalen Fachstellen bei den einzelnen Projekten
- Aufwertung der Flusslandschaft durch Nutzungsanpassung und Aktivierung ökologischer Potenziale

Das «Konzept 2002» [19] etappiert die 36.6 km lange Thurstrecke von Frauenfeld bis zur Kantonsgrenze St. Gallen, um die unterschiedlichen Rahmenbedingungen wie zum Beispiel Eigentumsverhältnisse und Nutzungen berücksichtigen zu können (Abbildung 8). Die Etappierung erlaubte es, die Konzeptziele und eine grobe Finanz- und Terminplanung adäquat für eine Flussstrecke darzustellen. Im Konzept 2002 ist zudem für jede Etappe ein Leitbild definiert. Diese Leitbilder zeigen auf, wo welche Massnahmen ergriffen werden sollen. Daneben sind ein Terminplan, eine grobe Kostenschätzung und weitere wichtige Aspekte, die es unter Umständen zu berücksichtigen gilt, aufgeführt. Zu jedem Leitbild gehört eine Kartendarstellung.

# Geschichte der Thurkorrekturen

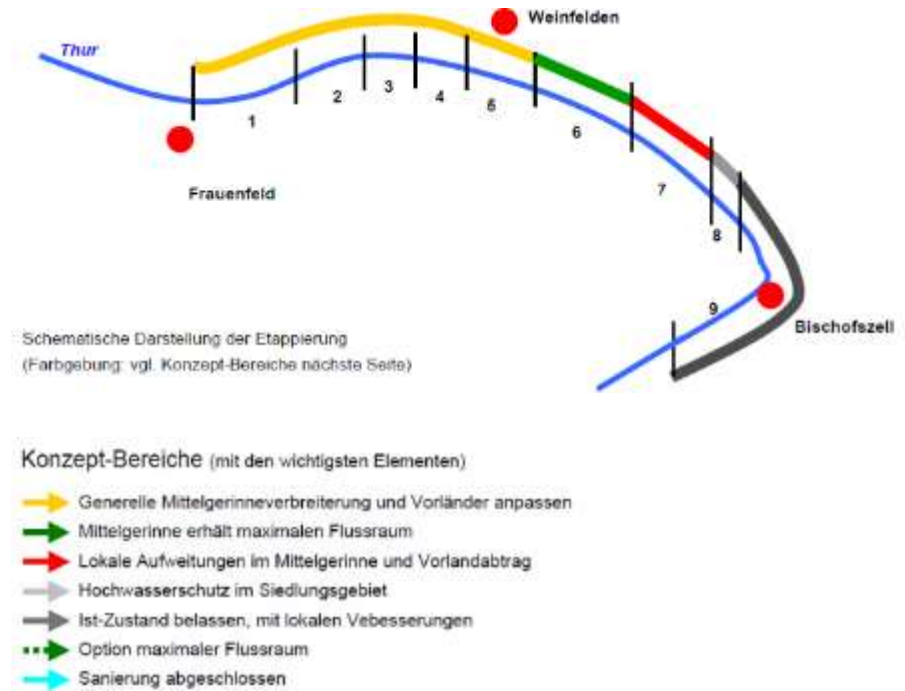


Abbildung 8: Etappierung und Konzeptbereich des «Konzept 2002» [19]

## Abschnitt Kradolf-Schönenberg

Unter Berücksichtigung des «Konzepts 2002» konnte in der Folge der Abschnitt Kradolf-Schönenberg in Angriff genommen werden. Dieser Abschnitt umfasst weitgehend Siedlungsgebiet, womit der Schwerpunkt auf Objektschutzmassnahmen lag. Während der Bauzeit von 2005–2008 wurde mit der Erhöhung der Dammkronen und dem Schliessen vorhandener Dammlücken die Gefahr einer Überschwemmung des Siedlungsgebietes gebannt. Der bestehende Uferschutz wurde lokal verstärkt, um Unterspülungen zu vermeiden. Zudem wurden zahlreiche kleinere, ökologische Aufwertungen realisiert.

## Abschnitt Weinfeld-Bürglen

Für den rund 3.7 km langen Abschnitt zwischen Weinfeld und Bürglen wurde das Bauprojekt 2014 ausgearbeitet. Südlich wird das Gebiet durch eine markante Geländekante, nördlich durch den Hochwasserschutzdamm begrenzt. Mit den vorgesehenen Massnahmen können die gesteckten Ziele weitgehend erreicht werden: Der Wasserspiegel sinkt im EQ-Fall, das Freibord erhöht sich und die Belastung der Hochwasserschutzdämme nimmt ab. Das Schadenpotenzial wird markant reduziert. Im aufgeweiteten Mittelgerinne wird weitgehend auf Ufersicherungen verzichtet. Alle schutzwürdigen Objekte werden durch entsprechende Sicherungsmassnahmen geschützt. Es entsteht ein dynamischer Flussraum, indem Auflandungen und Erosion erwünscht sind und die Sohle längerfristig stabilisiert werden kann. Dadurch können auch im Hinblick auf die Lebensräume eine bedeutende Aufwertung für die aquatische Flora und Fauna erreicht werden.

Das Bauprojekt 2014 ist das Ergebnis eines mehrjährigen, iterativen Planungsprozesses, aus dem eine zweckmässige und sachdienliche Konsenslösung zur Erreichung der Projektziele entstand. Es wurden mehrere Varianten untersucht und Fachspezialisten hinzugezogen. Die Entscheidung über die weiter zu verfolgende Variante erfolgte jeweils durch die Lenkungsgruppe auf Antrag des Projektteams unter Beteiligung der Regionalen Arbeitsgruppe und der Begleitgruppe. In diesen Gremien sind alle im Projektgebiet relevanten Nutzer- und Interessensgruppen vertreten.

# 6 Historische Hochwasserereignisse

## 6.1 Hochwasserereignisse vor und während des ersten Thurrichtprojekts

### Historisches Extremereignis

Am 29./30. Juni 1789 erreichte der Wasserstand bei der Andelfinger Brücke eine Höhe von 10 m. Dieses Hochwasser gilt als grösstes, überliefertes Ereignis. Die Höhe ist umso bemerkenswerter, als die Thur damals noch nicht korrigiert war und viel breiter floss.

### Ereignisse der frei mäandrierenden Thur

Die «Kleine Weinfelder Chronik» [20] berichtet zudem von zahlreichen weiteren Hochwasserereignissen vor dem ersten Thurrichtprojekt; und damit vom Kampf der Menschen mit der ursprünglichen Thur: 1511, 1570, 1651, 1661, 1662, 1664, 1675, 1710, 1755, 1764, 1765, 1768, 1765, 1778, 1789, 1802, 1804, 1851, 1852.

### Ereignisse zur Zeit der 1. Thurkorrektur

Zwischen 1867 und 1893 wurde die Thur begradigt und in Dämme gelegt. Auch in dieser Zeit traten häufige Hochwasserabflüsse auf: 1874, 1876, 1877, 1881 und 1883. Die beiden grössten Ereignisse – 1876 und 1881 – verdienen besondere Beachtung:

Um den 10. Juni 1876 erreichte die Thur bei der Brücke Güttinghausen eine Höhe von 7.4 m. Vom damaligen Hochwasser sind ausführliche Schilderungen vorhanden [20]: *«Gegen Abend öffnete der Himmel seine Schleusen. Fast ununterbrochen strömte der Regen nieder. Alle Bäche und Flüsse schwollen an. In den folgenden Tagen und Nächten brach über die Bewohner der Flussgebiete Sitter, Thur und Murg eine unvorstellbare Katastrophe herein. [...] Mit furchtbarer Gewalt hatten die Fluten unter anderem den Damm zwischen Amlikon und Hasli zerrissen. Eine riesige Flut wälzte sich auch durch die Gegend von Altikon. Der damalige Schaden in der Region wurde auf 4 Millionen geschätzt, so dass der Kanton eine Staatsanleihe aufnehmen musste, um die zerstörten Brücken, Strassen und Dämme wiederherzustellen.»*

Anfang September 1881 durchbrach die Thur abermals den neuen Hochwasserdamm auf der linken Talseite. Das Thur-Wasser ergoss sich über das Gemeindegebiet von Eschlikon. Auch von Frauenfeld bis Thalheim war die ganze Talsohle überflutet. Bei Andelfingen betrug der Wasserstand bei diesem Ereignis 9.5 m.

## 6.2 Hochwasserereignisse nach dem ersten Thurrichtprojekt

### Ereignis 1910

Über das Hochwasser vom 15. Juni 1910 berichtete die Thurgauer Zeitung tags darauf wie folgt: *«Das gestrige Hochwasser der Thur stellt sich nach den Berichten, die im Laufe des Tages eingingen, als eine gewaltige Katastrophe dar, die unberechenbaren Schaden gestiftet hat und zu einem Landesunglück geworden ist. An fünf Stellen hat die Thur auf unserem Gebiete die Hochwasserdämme durchbrochen und das ganze Thurtal überflutet. Schon früh am Nachmittag kam die Meldung, dass die Thurbrücke bei Amlikon von den Fluten weggerissen worden ist, und die Brücken von Eschikofen, Pfyn, Rohr und Uesslingen sehr gefährdet seien. Sie haben aber dem Ansturm des Wassers standgehalten. Schon um 2 Uhr war die Allmend in Frauenfeld bis zu Kantine herauf in einen gewaltigen See verwandelt worden. Ganz böhs sah es aber in Bürglen aus. Dort hat mittags 12 Uhr ebenfalls ein Dammbbruch stattgefunden und mit rasender Gewalt hat der Thurstrom sein Bett verlassen und hat die Mulde zwischen Thur und Bahnlinie bis zur Strasse nach Istighofen unter Wasser gesetzt. Zwei Häuser, die von dem Bahnwärter Geiler und dem Pächter Knoll bewohnt sind, konnten nur mit grosser Mühe noch geräumt werden. Die Bewohner wurden mit dem Floss gerettet. Der Verkehr über die Uesslinger Brücke war ebenfalls unmöglich geworden, die Strasse wurde überschwemmt und das Wasser reichte zum Teil bis zu den Häusergruppen von Horgenbach und Erzenholz. [...] Die Überschwemmung von Felben ist durch einen Bruch des Hochwasserdammes in der Nähe der Pfyner-Brücke verursacht worden. Einen grandiosen Anblick boten dann aber die Müllheimer-Brücke und ihre Umgebung. Tösend und mit überwältigender Wucht raste die gewaltige gelbe Wassermasse unter der Eisenbahnbrücke durch und flutete dann über das Bett hinweg links und rechts in das Weideland hinein bis zum Hasli.»*

### Katastrophenlücke

Nach dieser Zeitspanne mit vielen Hochwasserereignissen vor, aber auch um die Zeit des ersten Thurrichtprojekts (1874, 1876, 1877, 1881, 1883, 1910), folgte an der Thur eine Zeitspanne mit «relativer Ruhe» [21]. Heute wird diese relative Ruhe als «Katastrophenlücke des 20. Jahrhunderts» bezeichnet [22]. Tatsächlich blieben auch im Rest der Schweiz zwischen den Jahren 1882 und 1976 Hochwasserabflüsse und andere Naturkatastrophen mehrheitlich aus. Dies trug dazu bei, dass Naturrisiken landesweit unterschätzt wurden.

### Ereignis 1965

Unter dem Eindruck dieser Zeitspanne ohne grössere Hochwasserabflüsse stand man deshalb *«umso erschreckter den Schäden des Hochwassers 1965 gegenüber und musste feststellen, dass zwar Normen für Unterhaltsarbeiten bestanden, nicht aber für die Wiederherstellung von hektometerlangen Dammb Brüchen und Uferanrissen»* [21]. Auch diese Dammb Brüche führten zu enormen Schäden im gesamten Thurtal.

### Ereignisse 1977 und 1978

In den Jahren 1977 und 1978 fanden zwei Hochwasserereignisse statt, welche wiederum zu grossen Schäden im Thurtal führten (Abbildung 9). Beim Vergleich ältester, alter und neuer Berichte über Hochwasserereignisse an der Thur stellen in der Folge [18] für das Hochwasserereignis vom 7./8. August 1978 *«frappierende Ähnlichkeiten sowohl im Ereignisverlauf als auch bei den unmittelbaren Auswirkungen»* fest, wie unten zusammengefasst. Die Wassermenge erreichte beim Pegel Thur Halden ein Maximum von 1185 m<sup>3</sup>/s. Mit einer zeitlichen Verschiebung von 1–2 Stunden auf das Pegelmaximum in Halden traten folgende Ereignisse thurabwärts auf:

- Überfluten der Hochwasserdämme im Bereich Weinfeld–Bürglen, Dambruch bei Bürglen.
- Überflutung der Thurdämme im Bereich der Eschikoferbrücke.
- Überschwemmung grosser Kulturlandflächen im Bereich der Gemeinde Bonau und in Richtung Hasli–Wigoltingen.
- Bruch des Hochwasserdammes bei Felben.
- Überschwemmung grosser Teile der Allmend Frauenfeld.
- Dambruch zwischen Rorer- und Uesslingerbrücke. Die Wassermassen ergiessen sich in die Thurebene, Richtung Siedlungen Horgenbach und weiter abwärts.
- Ab diesem Zeitpunkt Überflutung des Murgdammes bei der Rorerbrücke, als Folge des Rückstaus der Murg wegen der hochwasserführenden Thur und infolge der überschwemmten Grossen Allmend.
- Murgdamm bei der Rorerbrücke bricht. Das bisher gestaute Wasser ergiesst sich zusätzlich in die besiedelte Thurebene westlich von Frauenfeld und weiter westwärts.
- Eintreffen der Meldung über einen weiteren Dambruch oberhalb der Pfynerbrücke, rechtsseitig der Thur. Möglicherweise erfolgte der Bruch schon am frühen Morgen, blieb aber infolge der Überschwemmung unentdeckt. Die Folge dieses Dambruches war neben dem Überschwemmen von Kulturland eine totale Überflutung der Vigogne-Spinnerei.
- Im Kanton Zürich waren etwa 4 km<sup>2</sup> im Kanton Thurgau rund 16 km<sup>2</sup> Kulturland überschwemmt worden.
- An 7 Stellen war der Hochwasserdamm zerstört, insgesamt auf einer Länge von 960 m.
- Durch das Hochwasser war in verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben die Futterversorgung zusammengebrochen, weil das überschwemmte Gras derart verschmutzt war, dass es sich für Futterzwecke nicht mehr eignete. Flurstrassen waren unpassierbar geworden und das Einbringen der bevorstehenden Ernte in Frage gestellt.
- Längs der Sitter und der Thur lagen überall und zum Teil recht bedeutende Ansammlungen von Schwemmholz, Unrat, Wurzelstöcken etc., die bei einem neuen Anschwellen zu neuem Unheil beitragen könnten.

- Wie bereits bei früheren Damnbrüchen wirkte es sich sehr erschwerend aus, dass die Dämme für Lastwagen nicht befahrbar sind. Um jedoch bei Hochwassersituationen die Dämme zu überwachen und um bei drohender Gefahr wirksam eingreifen zu können, müssen sie mit schweren Lastwagen befahren werden können, sei es, um Schüttmaterial, Verbauungssteine, Sand oder Sandsäcke herbeizuschaffen oder um entstandenen Schaden rasch zu beheben.



Abbildung 9: Überflutung durch die Thur in Uesslingen-Buch 1. August 1978 [23]

### Ereignis 1999

Die schweizweiten Jahrhundertunwetter im Mai 1999 führten an der Thur zum Bruch eines Thurdamms im Bereich Pfyn. Der Spitzenabfluss beim Pegel Thur Halden lag um  $920 \text{ m}^3/\text{s}$  (ca.  $\text{HQ}_{14}$ ).

### Ereignis 2006

Ein ähnliches Ereignis wie im Mai 1999 fand im Spätsommer 2006 statt. Der Spitzenabfluss beim Pegel Thur Halden lag um  $940 \text{ m}^3/\text{s}$  (ca.  $\text{HQ}_{16}$ ).

### Ereignis 2013

Das in jüngster Zeit grösste Ereignis fand am 1. Juni 2013 statt. An diesem Tag erreichte der Spitzenabfluss beim Pegel Thur Halden  $974 \text{ m}^3/\text{s}$  (ca.  $\text{HQ}_{25}$ ) [24]. Die Feuerwehren im Kanton Thurgau standen im Dauereinsatz. Entlang der Thur stellten sie Dammwachen auf und kontrollieren das überschwemmte Thurvorland [25]. Dabei wurde unter anderem die Badi Weinfeldern überschwemmt. Es entstand ein Schaden von rund 115'000 CHF. Die Objektschutzmassnahmen der Badi Weinfeldern sind Teil des Bauprojekts 2014 Weinfeldern–Bürglen. Auf Wunsch der Gemeinde Weinfeldern und in Absprache mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) wurde das Teilprojekt vorgezogen und konnte vor der Badesaison 2014 realisiert werden [26].

## 7 Abschätzungen des Schadenspotenzials

### 7.1 Abschätzung der schweizerischen Mobiliar Versicherung (Stand 2013)

Für die Ermittlung des Schadenspotenzials standen 2013 im Vergleich zu früheren Möglichkeiten verschiedene verfeinerte Berechnungsmethoden zur Verfügung. Eine wesentliche Grundlage dazu bildeten die vorliegenden Angaben der Gefahrenkarte Thur [27], die eine differenzierte Beurteilung der Gefahrenbereiche ermöglichten.

Basierend auf diesen Grundlagen hatte die Schweizerische Mobiliar Versicherungsgesellschaft (Mobiliar) das Schadenspotenzial für die Lastfälle HQ<sub>100</sub> und EHQ berechnet [28]. Das Schadenspotenzial wurde in die folgenden Kriterien gegliedert: Fahrhabe Privatpersonen, Fahrhabe Betriebe, Betriebsunterbruch und Gebäude.

Aufgrund ihrer Marktlage konnte die Mobiliar die Versicherungssumme von Gebäuden via Gebäudewasserversicherung und via Fahrhabe berechnen. Die Mobiliar wies darauf hin, dass die Schadensempfindlichkeit im ganzen Überflutungsgebiet identisch, das heisst unabhängig von der Intensität ist. Die Schadensempfindlichkeit und der Marktanteil der Mobiliar ist jedoch abhängig von der Objektart. In Tabelle 1 und Tabelle 2 sind die berechneten Schadensdaten dargestellt.

Tabelle 1: Schadensdaten Mobiliar für ein HQ<sub>100</sub> in Mio. CHF [28]

Variante Gebäudewasser HQ <sub>100</sub>	Fahrhabe	Ge-bäude	Betriebsunterbruch	Total
Privatpersonen	4	15	0	<b>19</b>
Betriebe	68	6	11	<b>85</b>
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>104</b>
Variante Fahrhabe HQ <sub>100</sub>	Fahrhabe	Ge-bäude	Betriebsunterbruch	Total
Privatpersonen	4	10	0	<b>14</b>
Betriebe	68	22	11	<b>101</b>
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>115</b>

Tabelle 2: Schadensdaten Mobiliar, für ein EHQ in Mio. CHF [28]

Variante Gebäudewasser EHQ	Fahrhabe	Ge-bäude	Betriebsunterbruch	Total
Privatpersonen	26	72	0	<b>98</b>
Betriebe	104	106	31	<b>241</b>
<b>Total</b>	<b>130</b>	<b>178</b>	<b>31</b>	<b>339</b>
Variante Fahrhabe EHQ	Fahrhabe	Ge-bäude	Betriebsunterbruch	Total
Privatpersonen	26	73	0	<b>99</b>
Betriebe	104	121	31	<b>256</b>
<b>Total</b>	<b>130</b>	<b>194</b>	<b>31</b>	<b>355</b>



Das Schadenspotenzial eines Thurhochwassers im Thurgau beträgt gemäss Berechnungen der Mobiliar aus dem Jahr 2013:

- zwischen 104 und 115 Mio. CHF für ein HQ<sub>100</sub>
- zwischen 339 und 355 Mio. CHF für ein EHQ

In den obigen Schadenszahlen sind Schäden an Personen, Infrastruktur, Fahrzeugen, Agrarland sowie die übrigen nicht versicherten Schäden nicht eingerechnet.

### 7.2 Abschätzung mit Werten der GVTG (Stand 2013)

Durch die Erfahrungswerte der Thurgauer Gebäudeversicherung (GVTG<sup>1</sup>) wurde unter Verwendung der Überflutungsflächen aus den Gefahrenkarten [27] die folgenden, betroffenen Objekte und Flächen identifiziert (Tabelle 3).

Tabelle 3: Betroffene Objekte und Flächen gemäss Gefahrenkarte [29]

Szenario	Intensität	I+G	Wohnen	Total Gebäude	LN in m <sup>2</sup>
HQ <sub>100</sub>	gering	123	141	264	4'576'149
	mittel	163	105	268	4'606'444
	gross	33	15	48	2'171'966
<b>Total</b>		<b>319</b>	<b>261</b>	<b>580</b>	<b>11'354'559</b>
HQ <sub>100</sub>	gering	487	695	1'182	8'232'477
	mittel	510	389	899	11'098'889
	gross	117	36	153	4'131'330
<b>Total</b>		<b>1'114</b>	<b>1'120</b>	<b>2'234</b>	<b>23'462'696</b>

I+G = Industrie und Gewerbe

LN = Landwirtschaftliche Nutzfläche

Für die Ansätze der GVTG-Schadenssummen werden die Schadenssummen für ein HQ<sub>100</sub> und ein EHQ berechnet. In Tabelle 4 sind die ermittelten Werte aufgelistet.

---

<sup>1</sup> Erfahrungswerte GVTG für Schadenssumme pro Gebäude (Aufräumen und Instandstellung Gebäude):  
24'000 CHF für Seehochwasser  
12'000–15'000 CHF für Bach-/Fluss-Hochwasser

## Abschätzungen des Schadenspotenzials

Tabelle 4: Schadenssummen nach den Ansätzen der Erfahrungswerte der GVTG für die Berechnung des Schadenspotenzials (Gesamtschadenssumme)

	Wohnen		I+G		Betriebsunterbruch		Schaden CHF	Schaden CHF	Schaden CHF			
	Anzahl	Ansatz CHF	Schaden CHF	Ansatz CHF	LN-Fläche m <sup>2</sup>	Ansatz CHF						
<b>HQ<sub>100</sub></b>	gering	141	30'000	4'230'000	123	100'000	12'300'000	50'000	6'150'000	4'576'149	0.25	1'144'037
	mittel	105	50'000	5'250'000	163	200'000	32'600'000	100'000	16'300'000	4'606'444	0.25	1'151'611
	gross	15	100'000	1'500'000	33	500'000	16'500'000	500'000	16'500'000	2'171'966	0.25	542'992
	<b>Total</b>	261		<b>10'980'000</b>		319		<b>61'400'000</b>		<b>38'950'000</b>		
<b>Gesamtschadenssumme HQ<sub>100</sub></b>												
<b>EHQ</b>	gering	695	30'000	20'850'000	487	100'000	48'700'000	50'000	24'350'000	8'232'477	0.25	2'058'119
	mittel	389	50'000	19'450'000	510	200'000	102'000'000	100'000	51'000'000	11'098'889	0.25	2'774'722
	gross	36	100'000	3'600'000	117	500'000	58'500'000	500'000	58'500'000	4'131'330	0.25	1'032'833
	<b>Total</b>	1'120		<b>43'900'000</b>		1'114		<b>209'200'000</b>		<b>133'850'000</b>		
<b>Gesamtschadenssumme EHQ</b>												
<b>114'168'640</b>												
<b>392'815'674</b>												

I+G = Industrie und Gewerbe  
LN = Landwirtschaftliche Nutzfläche

Das Schadenspotenzial eines Thurhochwassers im Thurgau beträgt nach GVTG demnach:

- 115 Mio. CHF für ein HQ<sub>100</sub>
- 400 Mio. CHF für ein EHQ

### 7.3 Abschätzung Kanton Thurgau (Stand 2017)

Für die Untersuchung 2017 wurden durch die Meier und Partner AG [30] folgende Annahmen und Daten genutzt:

- Als Grundlage für das Schadenspotenzial Gebäude wurden die aktuellen Daten der Gebäudeversicherung Thurgau (GVTG) verwendet, mit total 28'603 Objekten. Die Verletzlichkeiten wurden gemäss dem Bericht der Risikoanalyse Naturgefahren Thurgau berechnet [31]. Sie unterscheiden sich massgeblich von den in im BAFU-Tool EconoMe verwendeten Verletzlichkeiten.
- Als Grundlage für das Schadenpotenzial Infrastruktur/Landwirtschafts- und Waldflächen wurde das Schadenpotenzial in Anlehnung an die Methodik des BAFU (EconoMe) erhoben. Die Daten wurden mittels Erhebungen bei den Eigentümern und Betreibern der Infrastrukturobjekte beschafft.
- Auf die Kategorie Personenschäden wurde verzichtet, da davon ausgegangen wurde, dass diese Verletzlichkeiten gering sind.

Mit diesen Annahmen geht diese Abschätzung von einem folgenden Schadensausmass aus:

- 219 Mio. CHF für ein HQ<sub>100</sub>
- 573 Mio. CHF für ein EHQ

### 7.4 Bemerkungen

Für die Ermittlung der Schadenssummen können verschiedene Methoden angewendet werden. Ebenso weisen Hochwasserereignisse ihre eigenen Charakteristiken auf. Im Rahmen der kommenden Projekte ist die Schadenssumme gemäss Vorgaben BAFU (EconoMe) zu ermitteln.

### 7.5 Zusammenfassung

Die ermittelten Werte in neuerer Zeit zeigen eine steigende Tendenz des Schadenspotenzials. Im Ereignisfall ist mit Schadenssummen in folgender Grössenordnung zu rechnen:

- 104–219 Mio. CHF für ein HQ<sub>100</sub>
- 339–573 Mio. CHF für ein EHQ

Zukünftige Siedlungsgebiete werden nicht berücksichtigt. Im Rahmen kommender Projekte werden aktuelle Kosten-Nutzen-Rechnungen mit EconoMe vorgenommen. Es gilt zu beachten, dass jedes Ereignis seine eigenen Charakteristiken aufweist.

# 8 Hochwasserschutz

## 8.1 Einleitung

Weil sich die Strategien im Hochwasserschutz seit der Ausarbeitung des TRP 1979 geändert haben, wird der Hochwasserschutz im Thurtal neu überdacht. Das Ingenieurbüro Hunziker, Zarn und Partner untersuchte im Jahre 2008 die hydraulischen Verhältnisse und analysierte verschiedene Massnahmen zur Erhöhung der Hochwassersicherheit [32]. Die Untersuchungen zeigten, dass die zuerst favorisierte Variante mit Rückhalteräumen zur Dämpfung der Hochwasserabflüsse nicht machbar ist, weil die potenziellen Räume in der Thur zu klein sind. In der Folge wurden verschiedene Varianten mit Entlastungskorridoren geprüft, jedoch auch diese erwiesen sich schliesslich als zu wenig effizient zur Erhöhung der Hochwassersicherheit [33]. Alle Studien zeigten aber, dass durch eine generelle Aufweitung des Mittelgerinnes die Wasserspiegel gesenkt werden können, wodurch die Ausuferungsgefahr abnimmt und die Dämme aus geotechnischer Sicht entlastet werden. Als Bestvariante wird darum im Rahmen des Konzeptes Thur+ eine generelle Aufweitung des Hauptgerinnes zwischen der Zürcher Schwelle (km TG 0.5) und Kradolf-Schönenberg (km TG 36.0) vorgeschlagen.

## 8.2 Schutzziele

Ziel der Hochwasserschutzmassnahmen an der Thur sind die schadlose Ableitung der Hochwasser bis zum Bemessungsabfluss innerhalb der Hochwasserschutzdämme sowie eine Differenzierung der Schutzziele. Diese Ziele entsprechen den vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) formulierten Grundsätzen an den heutigen Hochwasserschutz.

In der Richtplanung des Kantons Thurgau (Juni 2020) werden die Schutzziele in Abbildung 10 vorgegeben.

Die Schutzzielmatrix erfasst die vom Bund angestrebte Differenzierung der Schutzziele je nach Objektkategorie. An der Thur sind durch Ausuferungen Landwirtschaftsland, Strassen verschiedener Klassen, die Bahn, Weiler, Wohngebiete sowie Gewerbe- und Industrieanlagen betroffen. Für die Objektkategorie geschlossene Siedlungen und Industrieanlagen sowie Infrastrukturanlagen von nationaler Bedeutung wird bis zu einem Ereignis HQ<sub>100</sub> ein vollständiger Schutz (keine Intensität zulässig, minimaler Schaden) verlangt.

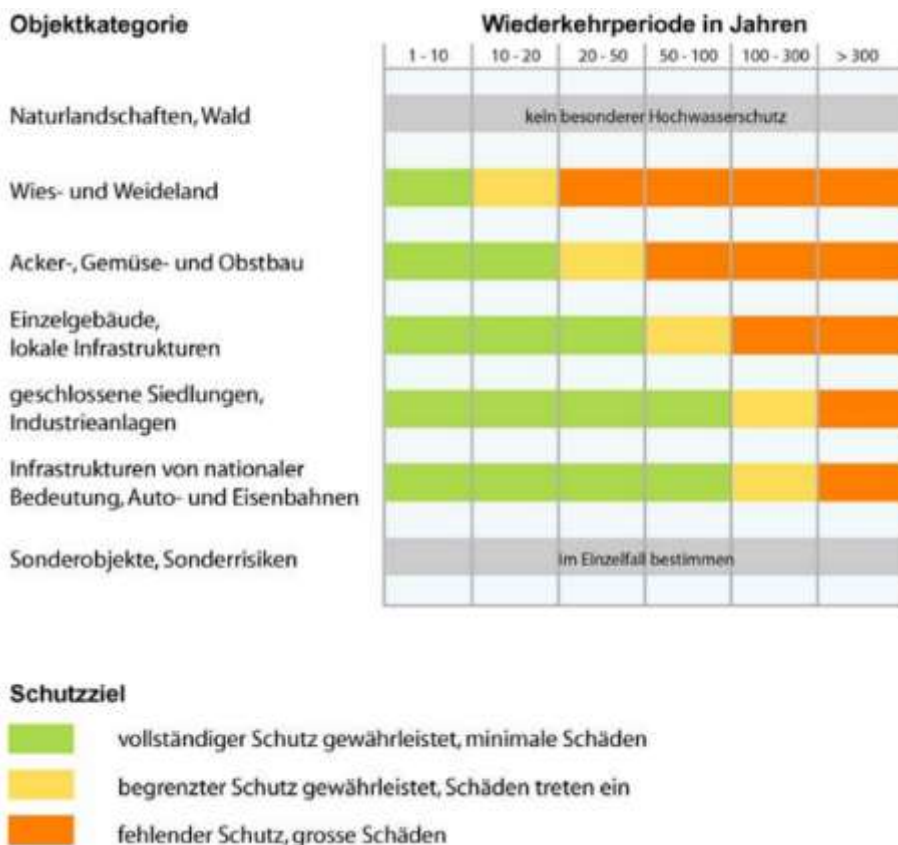


Abbildung 10: Schutzzielmatrix des Kantons Thurgau gemäss Richtplanung [10]

Die Schutzzielmatrix erfasst die vom Bund angestrebte Differenzierung der Schutzziele je nach Objektkategorie. An der Thur sind durch Ausuferungen Landwirtschaftsland, Strassen verschiedener Klassen, die Bahn, Weiler, Wohngebiete sowie Gewerbe- und Industrieanlagen betroffen. Für die Objektkategorie geschlossene Siedlungen und Industrieanlagen sowie Infrastrukturanlagen von nationaler Bedeutung wird bis zu einem Ereignis HQ<sub>100</sub> ein vollständiger Schutz (keine Intensität zulässig, minimaler Schaden) verlangt.

### Begründung der Schutzziele im Konzept Thur+

Im Fall der Thur muss der Ausbaugrad fast durchgehend auf ein HQ<sub>100</sub> erfolgen und auf eine Differenzierung der Schutzziele mehrheitlich verzichtet werden, weil der Fluss auf weiten Strecken eingedämmt ist (Abbildung 11) und bei einer Ausuferung über die Dämme immer auch Siedlungsgebiet betroffen wäre. Ausserhalb der Thurdämme befinden sich gemäss der Richtplanung 2020 [10] zudem festgesetzte Entwicklungsräume. Eine differenzierte Betrachtung der Schutzziele kommt darum nur in den wenigen Abschnitten zur Anwendung, bei welchen ein Hang die Ausuferungen begrenzt oder dort, wo Gebiete durch den Rückstau der Thur in die Binnenkanälen überflutet werden.



Abbildung 11: Aktuelle Dammstrecken an der Thur [5]

## 8.3 Aktuelle hydraulische Defizite (Istzustand)

### Gefahrenkarte

Die Gefahrenkarte [27] zeigt, dass an der Thur erhebliche Defizite bestehen. Bei einem Ereignis  $HQ_{30}$  ist zwischen Eschikofen und Frauenfeld beidseitig mit Ausuferungen und flächigen Überflutungen bis ins Siedlungsgebiet zu rechnen. Betroffen sind die Gemeinden Eschikofen, Hüttlingen, Felben, Frauenfeld Müllheim und Pfy. Die Defizite entstehen nicht aufgrund zu geringer Dammhöhen, sondern weil auf diesem Abschnitt bereits bei  $HQ_{30}$  mit Dambrüchen zu rechnen ist. Bei  $HQ_{100}$  treten weitere Defizite<sup>2</sup> in Kradolf-Schönenberg, in Hasli und in Grüneck auf. Da durch die Überflutungen auch Siedlungsgebiet betroffen ist, werden die Schutzziele verletzt. Bei  $HQ_{300}$  ist die Zunahme der Überflutungsfläche verhältnismässig gering, erst im  $EHQ$ -Fall nimmt diese nochmals deutlich zu, vor allem unterhalb Weinfeld und unterhalb der Murgmündung. Bei  $EHQ$  ist die ganze Thurebene betroffen.

### Freibord

Um die Hochwassersicherheit eines Gewässers gewährleisten zu können, muss beim Bemessungsabfluss ein Freibord vorhanden sein. Von der kantonalen Fachstelle wird ein solches von 1.2 m angestrebt (Konzept 2002). Das Freibord bezüglich des linken und rechten Dammes bei  $HQ_{100}$  im Istzustand ist in Abbildung 12 dargestellt.

---

<sup>2</sup> In der Gefahrenkarte des Istzustandes stellt auch der Abschnitt Weinfeld-Bürglen ein Defizit dar. Im Konzept Thur<sup>+</sup> werden aber die Massnahmen des Bauprojekts 2014 Weinfeld-Bürglen als realisiert angenommen, darum ist dort kein Defizit mehr vorhanden.

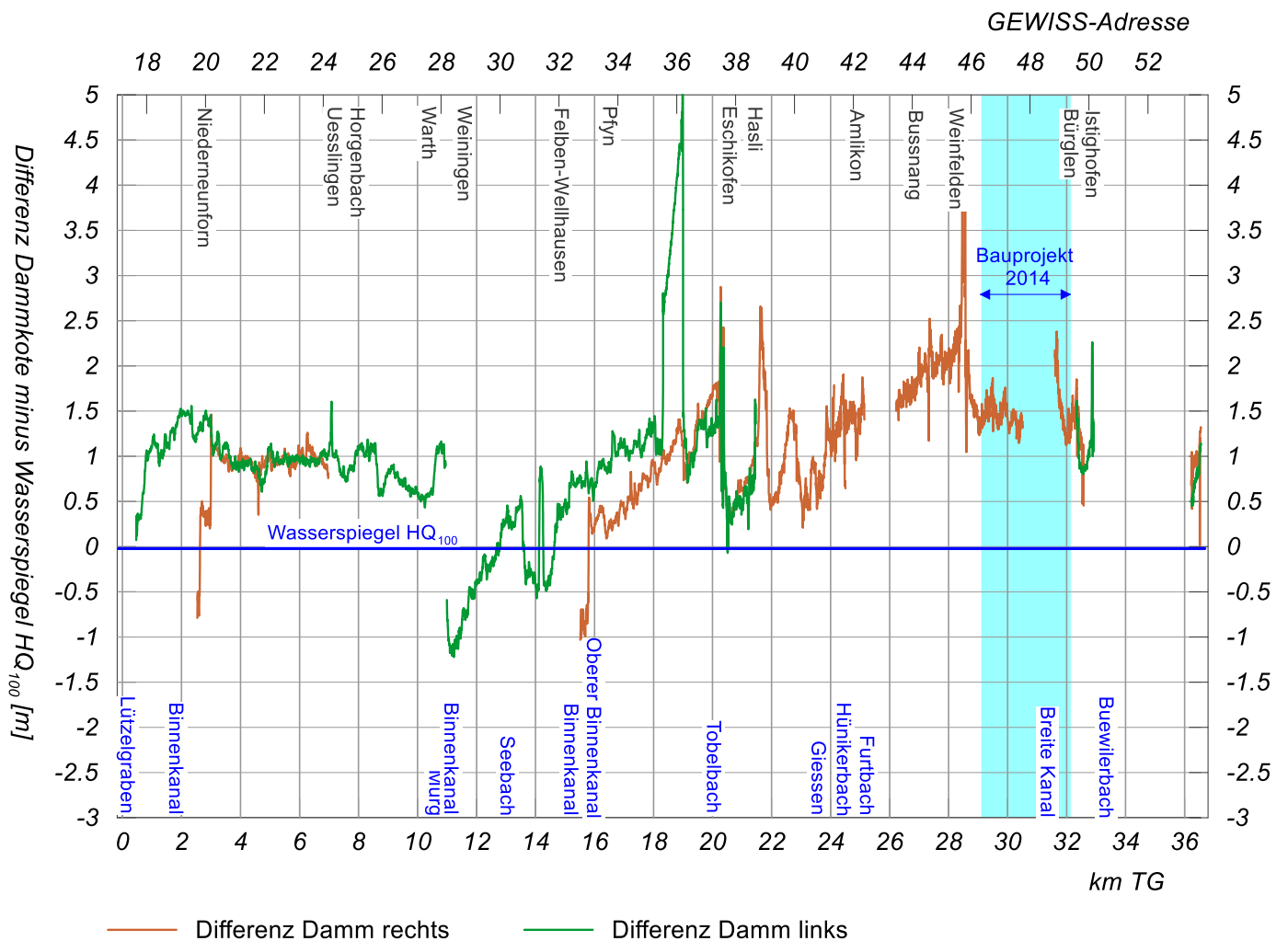


Abbildung 12: Freibord der Dämme bei HQ<sub>100</sub> im Istzustand (Resultat einer 2D-Simulation, Abfluss HQ<sub>100</sub> vgl. Tabelle 5) [34]

## 8.4 Bemessungskonzept

### Grundsatz

Das Bemessungskonzept beschreibt, auf welchen Grundsätzen das Hochwasserschutzsystem der Thur basiert. Es wird zwischen einem vollständigen und einem begrenzten Schutz unterschieden. Ein vollständiger Schutz bedeutet, dass der Bemessungsabfluss ohne Ausuferungen bewältigt werden kann. Dazu muss ein Freibord vorhanden sein. Beim begrenzten Schutz wird das Freibord unterschritten und Ausuferungen werden akzeptiert. Je nach Objektkategorie (Abbildung 10) dürfen die Intensitäten jedoch nicht zu gross sein.

### Freibord

Für den vollständigen Schutz wird ein Freibord eingeführt, welches Unschärfen in der Abflussberechnung und der Sohlenlage berücksichtigt. Im Fall der Thur soll dem Fluss wieder ein grosser Teil seiner ursprünglichen Freiheit zurückgegeben werden und morphologische Prozesse wie Seitenerosionen, Gerinneverlagerungen oder das Einwachsen von Kiesflächen

werden akzeptiert respektive sogar gefördert. In Bezug auf die Sohlenlagen und die Wasserspiegel bedeutet dies, dass mit vielen Unsicherheiten gerechnet werden muss, welche bei der Freibordberechnung berücksichtigt werden.

Gemäss der Kommission Hochwasserschutz KOHS [11] ergibt sich mit folgenden Annahmen<sup>3</sup> ein Freibord von 1.2 m:

Unschärfen in der Bestimmung der Wasserspiegellage

$$f_w = \sqrt{(\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2)} = \sqrt{(1.2^2 + 0.4^2)} = 1.2 \text{ m}$$

Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen

$$f_v = v^2 / (2 \cdot g) = 1.5^2 / (2 \cdot 9.81) = 0.1 \text{ m}$$

Erforderliches Freibord

$$f_e = \sqrt{(f_w^2 + f_v^2)} = \sqrt{(1.2^2 + 0.1^2)} = 1.2\text{--}1.3 \text{ m}$$

Für das Mittelgerinne mit Vorländern wird das Freibord auf mindestens 1.2 m festgelegt. An Engstellen, falls der Damm nahe am Mittelgerinne verläuft, muss das Freibord mindestens 1.2 m, jedoch grösser als die Geschwindigkeitshöhe im Mittelgerinne (mittlere Abflussgeschwindigkeit) betragen. Das Freibord von 1.2 m stellt ein Standardwert dar. Auf Basis dessen werden die Überflutungsflächen ausgewiesen. Im Rahmen der kommenden Projekte ist unter Berücksichtigung des Schadenausmasses zu entscheiden, ob lokal von diesem Standardwert abgewichen und ein grösseres Freibord gewählt werden muss.

### Bemessungsabflüsse

Die in der EHQ-Studie [35] vorgeschlagenen Abflusswerte werden auch für die vorliegende Studie verwendet<sup>4</sup>. Als Bemessungsabfluss (= Dimensionierungsabfluss) für den vollständigen Schutz wird ein HQ<sub>100</sub> definiert.

### Bemessungsganglinien

Bei der Untersuchung von Überflutungsflächen wird nicht nur der Spitzenabfluss (stationärer Abfluss), sondern eine Hochwasserganglinie (instationärer Abfluss) berücksichtigt. Je nach Ganglinie resultieren unterschiedlich grosse Überflutungsflächen. Als Bemessungsganglinie wurde für das Ereignis HQ<sub>100</sub> die in der Gefahrenkarte verwendete Hochwasserganglinie gewählt, für Extremereignisse und den Überlastfall die Extremereignisganglinie aus [35]. Die Basisganglinien wurden je nach Spitzenabfluss vertikal gestreckt (Abbildung 13).

---

<sup>3</sup> Unschärfe Sohlenlage  $\sigma_{wz} = 1.2$  m, Unschärfe Abflusstiefe  $\sigma_{wh} = 0.4$  m, Fließgeschwindigkeit  $v = 1.5$  m/s

<sup>4</sup> Im Rahmen der weiteren Planung ist eine Verifikation des Bemessungsabflusses vorgesehen.



Tabelle 5: Bemessungsabflüsse an der Thur aufgrund der Extremereignisstudie [35] sowie die für die Darstellung des Überlastfalls verwendeten Abflüsse

Wiederkehrperiode der Gefahrenkarte	Bischofszell oberhalb Sittermündung m <sup>3</sup> /s	Halden m <sup>3</sup> /s	Amlikon m <sup>3</sup> /s	Pfyn m <sup>3</sup> /s	Unterhalb Murgmündung m <sup>3</sup> /s
10	620	860	915	1'010	1'030
20	680	975	1'025	1'110	1'130
30	710	1'050	1'105	1'175	1'190
50	755	1'120	1'175	1'250	1'260
<b>100</b>	<b>810</b>	<b>1'240</b>	<b>1'290</b>	<b>1'345</b>	<b>1'360</b>
200	870	1'355	1'395	1'450	1'465
300	900	1'415	1'460	1'510	1'520
EHQ Gefahrenkarte	1'100	1'600	1'690	1'750	1'800
EHQ Thur <sup>+</sup> (1.5 x HQ <sub>100</sub> )	1'200	1'900	1'950	2'000	2'025
Überlastfall (1.8 x HQ <sub>100</sub> )	1'500	2'200	2'300	2'400	2'450

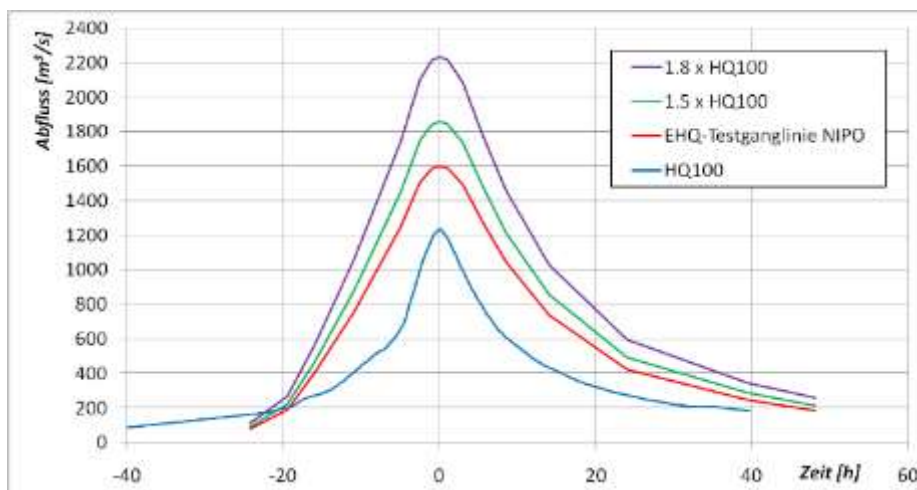


Abbildung 13: Bemessungsganglinien HQ<sub>100</sub>, EHQ (alt), EHQ (neu) und Überlastfall in Halden [34]

## Überlastfall

Mit einem Freibord von 1.2 m ist bei einem Abfluss HQ<sub>100</sub> eine Reserve gegen Ausuferungen vorhanden. Rechnerisch beträgt der bordvolle Abfluss in diesem Fall 1.5 x HQ<sub>100</sub>, was gemäss Gefahrenkarte einem grossen EHQ-Ereignis entspricht. Zahlreiche Prozesse können jedoch dazu führen, dass schon vor 1.5 x HQ<sub>100</sub> Wasser über die Dämme strömt. Es sind dies Auflandungen über die Projektsohle hinaus, Wellenschlag, Verklausungen, Verengungen infolge Einwachsens des Mittelgerinnes und/oder Unschärfen bei der Wasserspiegelberechnung. Solche Ausuferungen werden akzeptiert, da gemäss dem an der Thur definierten Schutzziel ein vollständiger Schutz nur bis zu einem HQ<sub>100</sub> vorgesehen ist, sie dürfen aber keine Gefahr

für das Siedlungsgebiet bedeuten. Darum ist der Einbau von Damm-Überströmsicherungen vorgesehen. Wo diese notwendig sind, wird im Rahmen der weiteren Planung definiert.

### Sohlenlagen

Die Dimensionierung der Hochwasserschutzmassnahmen erfolgt auf Basis einer Projektsohle, welche die erwarteten morphologischen Veränderungen berücksichtigt (siehe Kapitel 8.5).

## 8.5 Geschiebehaushalt und Projektsohle

### Projektsohle

Das Konzept Thur<sup>+</sup> sieht vor, die Thur von Kradolf-Schönenberg–Niederneunforn aufzuweiten. Aufgrund der Aufweitung ist mit einer Abnahme der Transportkapazität und einer Anpassung der Sohlenlage zu rechnen, bis sich ein dynamisches Gleichgewicht einstellt. Die sich einstellende Sohle wird als Projektsohle bezeichnet. Für viele projektrelevanten Aspekte (Wasserspiegel, Geschiebetransport, Grundwasser, Werkleitungen, Ökologie, etc.) spielt sie eine zentrale Rolle. Der nachfolgende Absatz beschreibt die Herleitung der Projektsohle.

### Geschiebehaushalt im Istzustand

Aktuell befindet sich die Thur zwischen Kradolf-Schönenberg und der Murgmündung in einem Erosionszustand. Die Analyse der Querprofilvermessungen aus den Jahren 1975, 1987/88, 1998/99 und 2011 ergibt, dass sich die Thur flussabwärts von Bürglen bis zur Murgmündung in der Periode 1975–2011 eingetieft hat und dass der Erosionstrend in der Periode 1998/99–2011 gegenüber 1975–1998 im Abschnitt Grüneck bis Murgmündung sogar ausgeprägter war. Die maximale Eintiefung beträgt in Pfyen bis zu 1.4 m (Abbildung 14). Flussabwärts der Murgmündung landete die Sohle auf (Aufnahmen 2011–2017). Die Frachten betragen infolge der Mobilisierung des Geschiebes aus der Sohle bis zu 20'000 m<sup>3</sup>/Jahr, dies bei einer angenommenen Geschiebezufuhr aus dem Einzugsgebiet von rund 6'000 m<sup>3</sup>/Jahr<sup>5</sup> (Abbildung 15).

---

<sup>5</sup> Die Annahme einer Geschiebezufuhr von 6'000 m<sup>3</sup>/Jahr basiert auf der Untersuchung des Geschiebehaushaltes in der Periode 1975–2011 und der Nachrechnung der Sohlenveränderungen in dieser Periode [36]. Je nach Abflussgeschehen kann der Eintrag aber auch grösser oder geringer sein, dies gilt auch für die Periode 1975–2011. Im Rahmen der weiteren Planung ist eine Überprüfung der Annahmen vorgesehen, sobald neue Erkenntnisse aus den geplanten Sohlvermessungen oder über die Geschiebezufuhr aus dem Einzugsgebiet vorliegen.

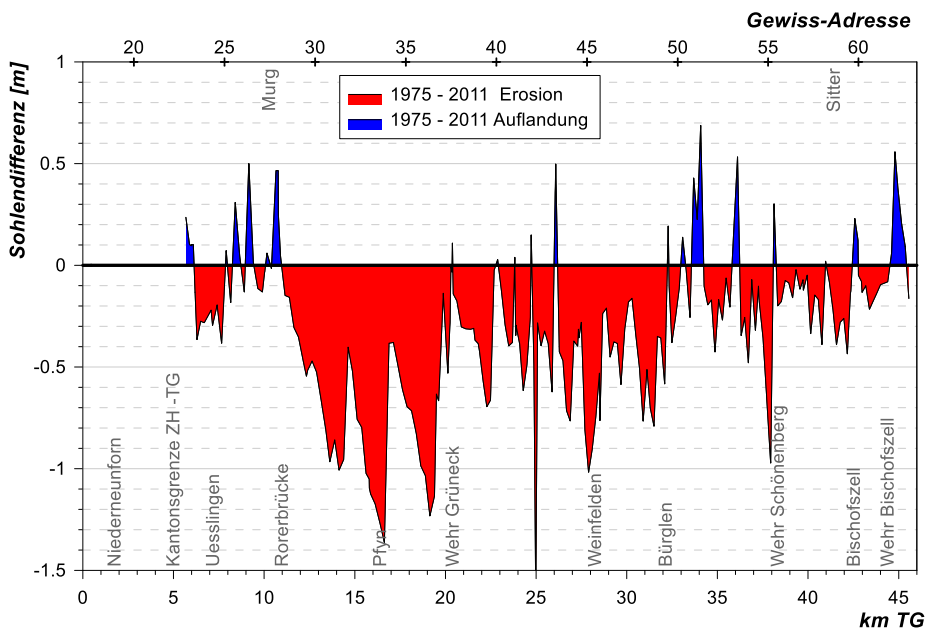


Abbildung 14: Gemessene Sohlenveränderungen in der Periode 1975–2011 [34]

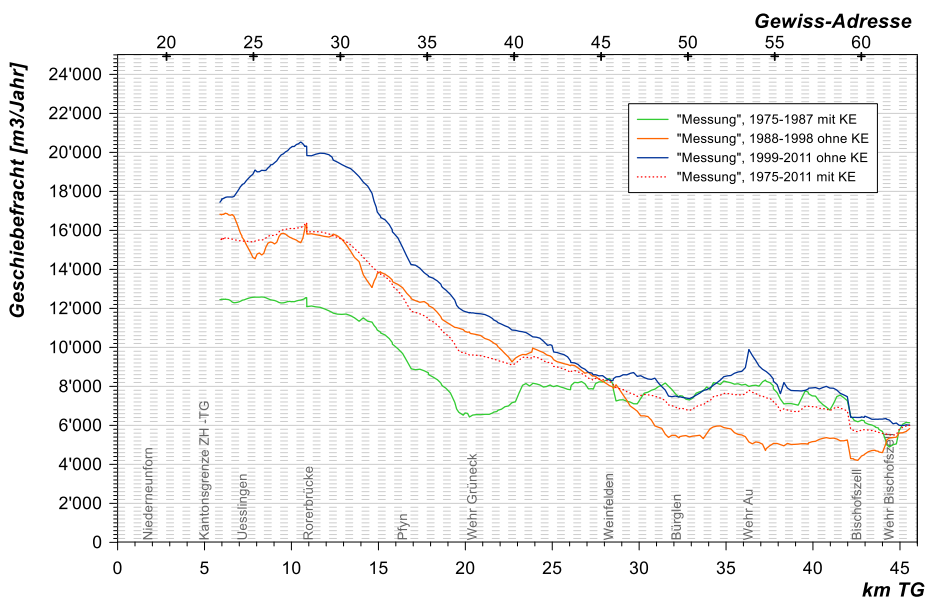


Abbildung 15: «Gemessene» Frachten in der Periode 1975 bis 2011, 1975 bis 1987 mit Kiesentnahmen, nach 1987 wurden die Kiesentnahmen eingestellt [34]

Eine Extrapolationsberechnung mit dem Geschiebemodell ergibt, dass der Erosionstrend auch in den nächsten Jahrzehnten noch anhalten wird und sich die Sohle vor allem im Abschnitt Pfy bis zur Rorerbrücke noch weiter eintiefen wird [36].

## Projektzustand

Da im Projektzustand zwischen den Dämmen viel Platz vorhanden ist und in Zukunft kein Vorland mehr geschützt werden muss, kann sich der Fluss sein Bett innerhalb der durch die Interventionslinien definierten Breite eisdynamisch gestalten. Analog zur Sohlen- und Gerinnebreite wird sich

auch das Längenprofil an die neuen Verhältnisse anpassen. Für die weitere Planung der Hochwasserschutzmassnahmen und Dammkoten musste darum eine Prognose, der sich einstellenden Sohlenlage gemacht werden. Diese sogenannte Projektsohle ist nebst anderen Parametern vor allem von der Sohlenbreite und von der Geschiebezufuhr abhängig.

**Sohlenbreite:** Aufgrund der Analysen des historischen Geschiebehaushaltes<sup>6</sup> [37], den natürlichen Sohlenbreiten im Abschnitt Uesslingen–Niederneunforn<sup>7</sup> [34] sowie den Erfahrungen in der Aufweitung Niederneunforn<sup>8</sup> wird davon ausgegangen, dass sich bei einem Abbruch der heutigen Uferverbauungen und einer Verschiebung derselben an den Dammfuss eine durchschnittliche Sohlenbreite in der Grössenordnung von 100 m einstellen wird. Lokale Verengungen oder grössere Aufweitungen bis zu 150 m sind nicht ausgeschlossen, wie die Aufweitung Niederneunforn zeigt. Eine Verbreiterung auf über 150 m über eine längere Strecke, wie sie für den historischen Zustand dokumentiert ist [34], wird aber als nicht wahrscheinlich beurteilt. Solch grosse Breiten würden ein steileres Gefälle und eine Anhebung der Sohle auf das Niveau wie vor der Korrektur im 19. Jahrhundert voraussetzen, was zu etlichen Konflikten mit bestehenden Infrastrukturen führen würde. Auch der damals vorhandene Auflandungszustand wäre nicht akzeptierbar. Die erwarteten 100 m entsprechen einer naturnahen Breite, welche sich bei flacherem Gefälle und einem morphologischen Gleichgewichtszustand, unter Berücksichtigung der aktuellen Randbedingungen<sup>9</sup>, einstellen wird.

**Geschiebezufuhr:** Im Rahmen der Untersuchungen zum Geschiebehaushalt im Istzustand [36] wird von einer aktuellen Geschiebezufuhr in Bischofszell von 6'000 m<sup>3</sup>/Jahr ausgegangen. Diese Menge wurde auch für den Projektzustand und die Herleitung der Projektsohle verwendet.

Falls weiterhin 6'000 m<sup>3</sup>/Jahr in den Kanton Thurgau eingetragen werden, muss das Gefälle im Abschnitt Grüneck etwas steiler sein als heute. Es ist mit einer Zunahme des Längsgefälles zu rechnen. Die grössten Auswirkungen auf die Sohlenlage werden die Gerinneverengungen durch die beiden

---

<sup>6</sup> Die Untersuchungen gehen von einem latenten Auflandungszustand im mittleren Abschnitt der Thurgauer Thur im natürlichen Zustand aus

<sup>7</sup> Der Abschnitt Uesslingen–Niederneunforn wird aufgrund des Gefälles und seiner Position am unteren Rand der Abschnitte mit Auflandungstendenzen als wichtiger Indikator für die zukünftige Sohlenbreite betrachtet. Die historischen Karten von Sulzberg (1802) und Breitingen (1811, Karte gibt sehr präzises Bild zur Sohlenbreite) zeigen in diesem Abschnitt eine Sohlenbreite von ca. 100–140 m.

<sup>8</sup> Renaturierte Abschnitte wuchsen nach der initialen Aufweitung wieder zu

<sup>9</sup> Vor allem die Wehre Weinfeld und Grüneck sowie Brücken

Wehre Weinfelden und Grüneck haben<sup>10</sup> (Abbildung 16). Diese führen zu einer Anhebung der Sohle beim Übergang zwischen den breiten aufgeweiteten und den engen Abschnitten bei den Wehren (sogenannter Versatz). Insgesamt resultiert eine Auflandung der in der Vergangenheit eingetieften Sohle. Wegen diesen Anpassungen kann davon ausgegangen werden, dass zahlreiche Rampen eingeschottert respektive überflüssig werden und dass auch die Unterwassersohle der Wehre, vor allem in Weinfelden, angehoben werden.

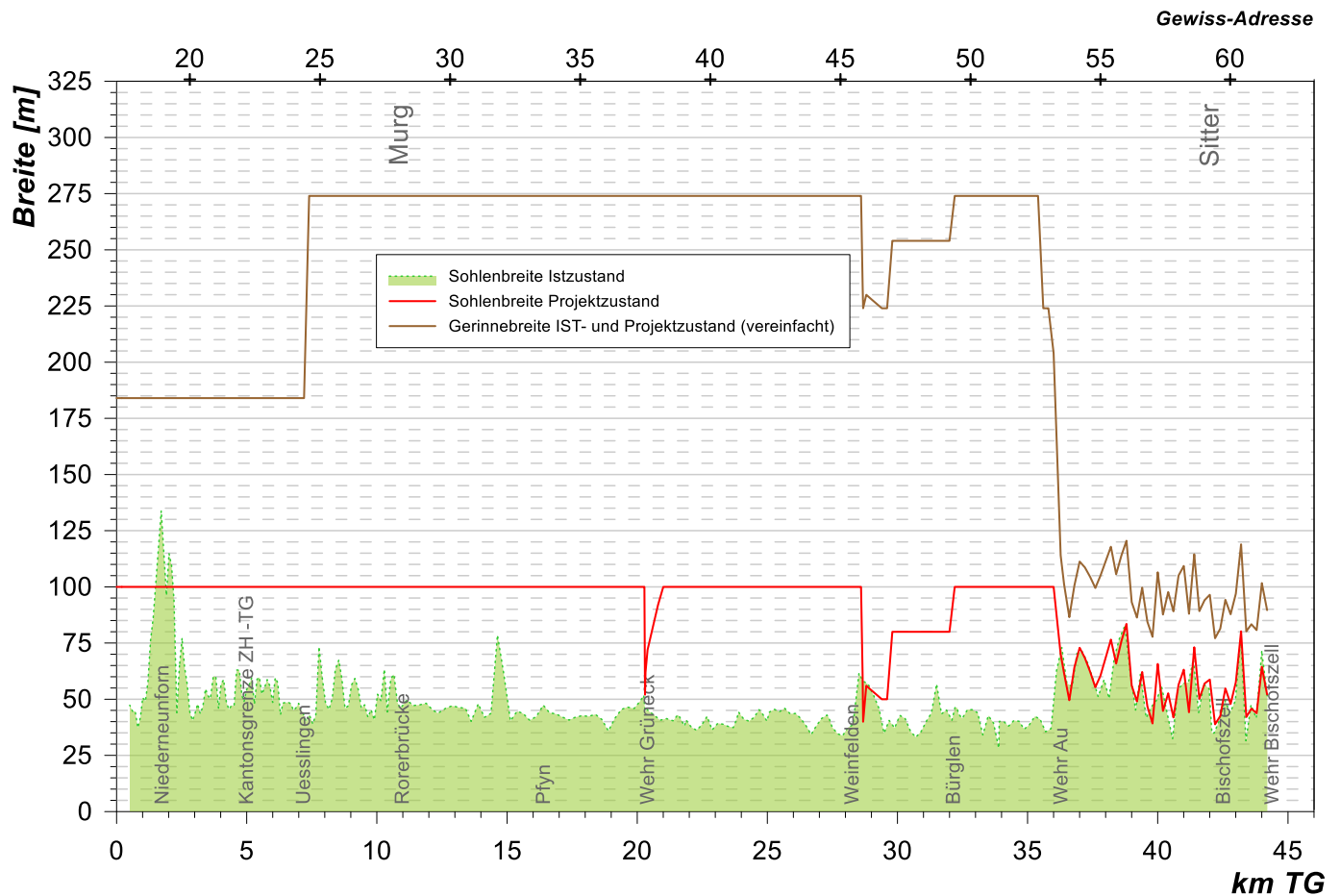


Abbildung 16: Angenommene Sohlen- und Gerinnebreiten, inkl. Verengungen bei den Wehren Grüneck und Weinfelden [34]

Auf Basis dieser Überlegungen wurde gutachterlich eine Projektsohle definiert und diese in das Geschiebemodell eingebaut<sup>11</sup>. Anschliessen wurde

<sup>10</sup> Es wird davon ausgegangen, dass die Wehre vorläufig im heutigen Zustand (Jahr 2021) bestehen bleiben

<sup>11</sup> Das Geschiebemodell für den Projektzustand beinhaltet eine Sohlenbreite von 100 m sowie vereinfachte Vorländer, die Korndurchmesser entsprechen derjenigen der Modelleichung, der Geschiebeeintrag am oberen Modellrand beträgt ca. 6'000 m<sup>3</sup>/Jahr, von der Sitter 1'000 m<sup>3</sup>/Jahr und der Murg 500 m<sup>3</sup>/Jahr. Die Verengungen bei den Brücken und die daraus resultierenden Sohleneintiefungen wurden im Geschiebemodell nicht berücksichtigt.

die eingebaute Sohle mit den Abflüssen der Periode 1975–2011 (37 Jahre) so lange belastet, bis ein Gleichgewichtszustand resultierte, das heisst bis keine Sohlenveränderungen mehr festgestellt werden konnten [37].

Die Simulationen zeigen, dass durch die Aufweitung des Gerinnes auf 100 m die Sohle stabilisiert (keine Erosion mehr) werden kann<sup>12</sup> und einer Anhebung der Thursohle auf die in Abbildung 17 respektive Abbildung 18 dargestellte Sohlenlage ein Gleichgewichtstransport (Abbildung 19) möglich ist und die Mündungen der Binnen- und Kraftwerkskanäle durch die Sohlenanhebung nur wenig betroffen sind<sup>13</sup>. Diese Sohle wurde als Projektsohle definiert.

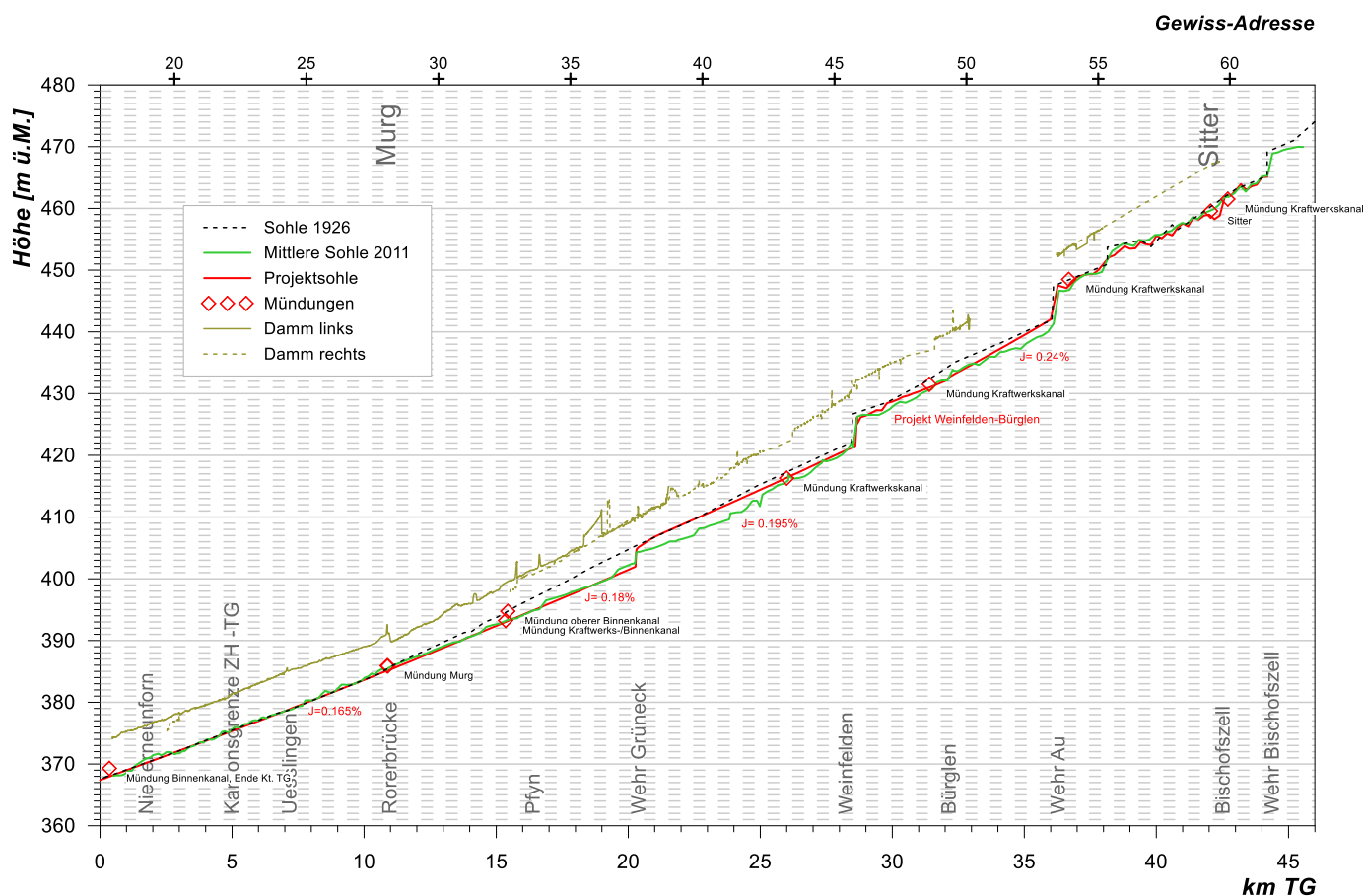


Abbildung 17: Projektsohle und gemessene Sohlenlagen 1926 sowie 2011 [34]

<sup>12</sup> Sollte sich eine grössere Sohlenbreite einstellen, ist die Stabilität gewährleistet (höhere Sohlenlage erwartet). Die Wahrscheinlichkeit, dass sich auf längeren Abschnitten eine geringere Sohlenbreite einstellt, wird als gering beurteilt.

<sup>13</sup> Es wurden nur die grösseren Ausleitungen der Binnen- und Kraftwerkskanäle erfasst, weitere Abklärungen sind nötig.

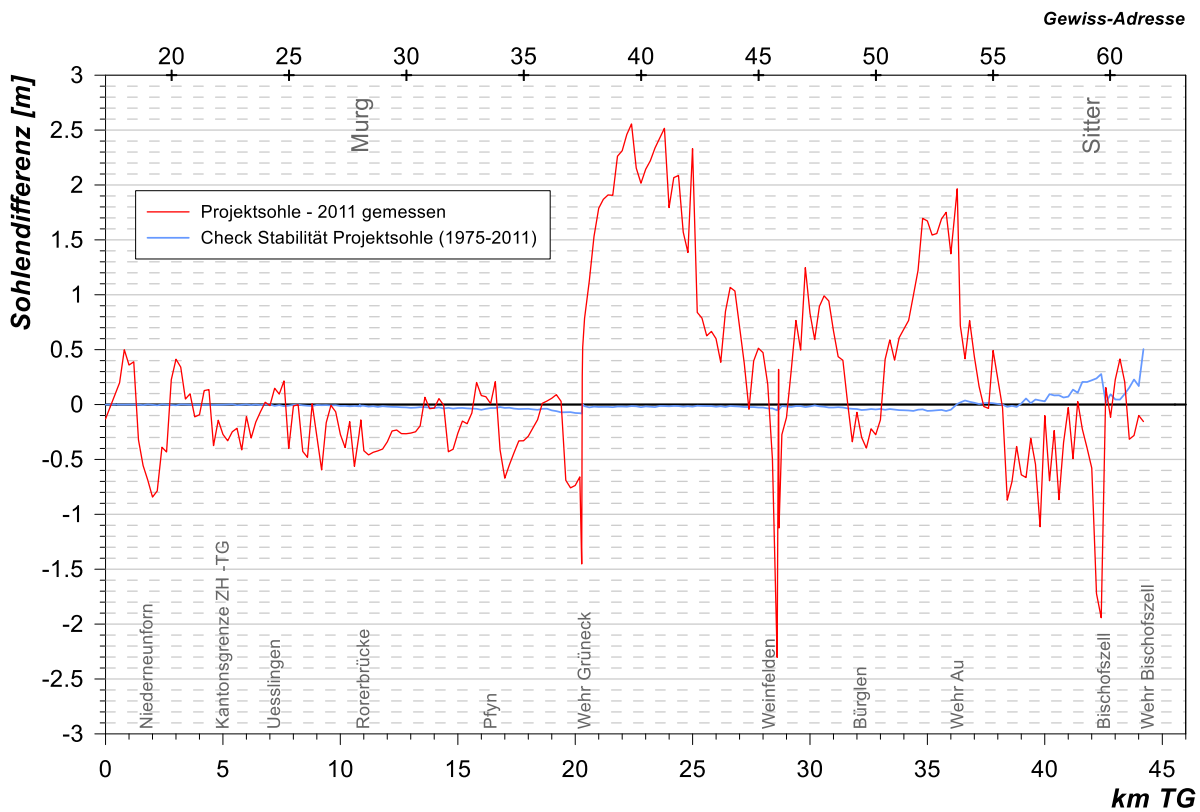


Abbildung 18: Unterschied zwischen der Projektsohle und der Sohlenlage 2011 (rote Linie). Überprüfung der Stabilität der Projektsohle (blaue Linie) mit einer Simulation über 37 Jahre (Abflussperiode 1975 – 2011). Die Sohleneintiefung flussabwärts vom Wehr Grüneck ist eine Folge der Aufgabe der Rampen und muss in der weiteren Planung noch genauer abgeklärt werden (siehe auch Kapitel 16.3). [34]

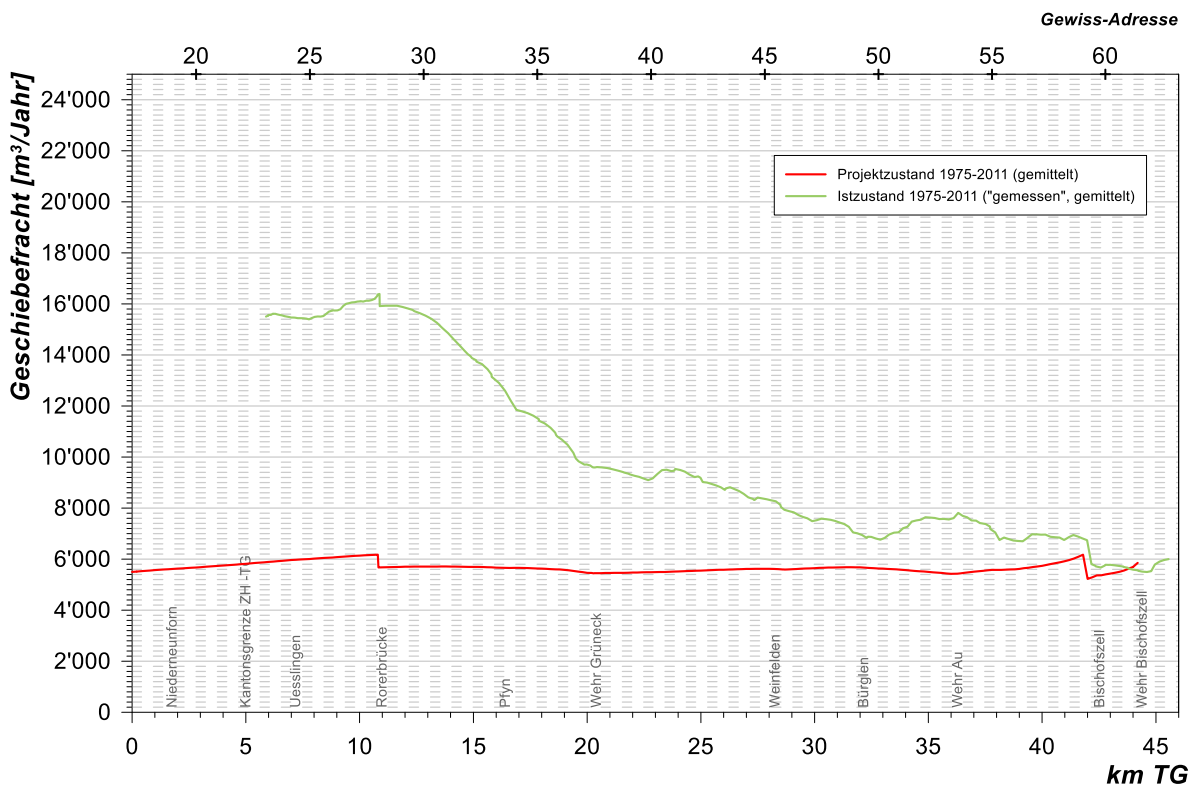


Abbildung 19: Geschiebefrachten im Ist- und im Projektzustand. Simulation über 37 Jahre (Abflussperiode 1975 – 2011) [34]

## 8.6 Interventionen

Die Untersuchungen zeigen, dass die morphologischen Prozesse (Längenprofilbildung) sehr langsam ablaufen werden und darum Massnahmen erst bei Bedarf, auf Basis der sich effektiv einstellenden Sohlenlagen und Gerinneform, ergriffen werden müssen. Es besteht Zeit für die Planung von Massnahmen, weil im Hinblick auf die Hochwassersicherheit eine Reserve besteht. Wichtig sind aber nicht nur die zukünftigen Wasserspiegel, sondern auch die zahlreichen Randbedingungen wie die Wehre, die Mündung der Binnenkanäle, die Murgmündung sowie das Grundwasser. Die Sohlenlage, die Gerinneform, der Lauf der Thur und die daraus resultierenden Wasserspiegel müssen darum im Rahmen eines morphologischen und hydraulischen Monitorings überwacht werden.

Falls im Rahmen des Monitorings wesentliche Auflandungen festgestellt werden oder sich eine Gerinneform ausbildet, welche zu hydraulischen Aufstauten führen könnte, muss die hydraulische Berechnung nachgeführt werden. Falls das verbleibende Freibord bei  $HQ_{100}$  weniger als 0.4 m beträgt<sup>14</sup>, muss eine weitere Veränderung mit Massnahmen verhindert werden. Als Massnahmen kommen aus heutiger Sicht folgende Varianten oder auch Kombinationen in Frage:

- Einschränkung der Breitenentwicklung
- Anpassung der Zürcher Schwelle
- Anpassung der Wehre (tiefere Überfallkoten), sobald eine Konzessionserneuerung oder Sanierung ansteht
- Geschiebemanagement
- Lokale Sohlenabsenkung

Falls trotz der generellen Aufweitung des Flussbetts eine weitere Eintiefung eintritt, ist eine Grobmaterialzugabe zu prüfen.

---

<sup>14</sup> Gemäss KOHS beträgt das Freibord zur Abdeckung der hydraulische Unschärfen an der Thur 0.4 m. Die Unsicherheiten bezüglich der Sohlenlage müssen nicht mehr einberechnet werden, weil die Sohlenlage bekannt ist und die Veränderungen während eines Hochwassers gering sein dürften (kleine Frachten im Verhältnis zum Sohlenspeicher).



## 9 Grundwasser

### 9.1 Einleitung

#### Konzept Thur+

Das Konzept Thur+ bildet die Grundlage für künftige wasserbauliche Massnahmen an der Thur. Das Konzept umfasst den gesamten Thurabschnitt zwischen Niederneunforn und Bischofszell. Ausgenommen ist der Abschnitt Weinfeld–Bürglen, von dem bereits das sogenannte Bauprojekt 2014 vorliegt. Aus Grundwassersicht besteht das Konzept im Wesentlichen aus einer generellen Aufweitung des Flussbettes, sowie einer, durch Interventionslinien begrenzten, Ausbildung eines verzweigten Gerinnes. In Folge der Aufweitung werden sich auch der Geschiebetransport und damit die Sohlenlage des Gerinnes verändern. Es ist davon auszugehen, dass die kommenden Projekte einen Einfluss auf den Grundwasserspiegel sowie die Anströmung der einzelnen, thurnahen Fassungen haben.

#### Dammverschiebung

An drei Thurabschnitten liegen besonders wertvolle Auenwälder hinter den heutigen Dämmen (Abschnitte unterhalb Murgmündung, Frauenfelder Allmend und Pfy). Im Abschnitt unterhalb der Murgmündung und in der Frauenfelder Allmend ist deshalb eine mögliche Dammverschiebung hinter die Auenwälder angedacht. Die Lage der Binnenkanäle wird im Rahmen des Konzepts Thur+ in den Auenschutzgebieten von nationaler Bedeutung nicht festgelegt, sondern erst in den kommenden Projekten erarbeitet (Entwicklungsraum Auenschutzgebiete).

#### Ziele

Das Konzept Thur+ soll im Hinblick auf eine Beeinflussung des Grundwassers untersucht werden. Dabei stehen folgende Fragen im Vordergrund:

- Beeinflusst die generelle Aufweitung des Flussbetts die Lage des minimalen und maximalen Grundwasserspiegels?
- Beeinflusst die veränderte Sohlenlage die Lage des minimalen und maximalen Grundwasserspiegels?
- Werden die Einzugsbereiche der in Thurnähe betriebenen Grundwasserpumpwerke durch die Aufweitung beeinflusst?
- Werden die Verweilzeiten vom Thurinfiltrat zu den Pumpwerken verkürzt?

## 9.2 Hydrogeologie

### Situation

Zwischen Niederneunforn und Bürglen erstreckt sich ein zusammenhängender, in sich mehr oder weniger geschlossener Grundwasserleiter, der als Thurtalschotter bezeichnet wird [38]. Durch eine schmale Rinne verbunden setzt sich dieser Schotter oberhalb von Bürglen bis nach Kradolf-Schönenberg fort. Die locker gelagerten Kiese wurden als junge, frühholozäne Ablagerung in ein bestehendes Thurtal geschüttet, dessen Talboden 10–25 m tiefer lag als heute. Als jüngste Schichten folgten feinkörnige Schlammablagerungen, welche den Grundwasserleiter in unterschiedlicher Mächtigkeiten überdecken.

### Begrenzung

Nach unten und an den Talrändern werden die Thurtalschotter durch Molassefels, Moränenmaterial oder spätglaziale Seesedimente begrenzt. Besonders hervorzuheben ist der Molasseriegel bei Bürglen, welcher nur durch eine schmale Schotterrinne durchbrochen wird. Die heutige Thur verläuft dort stellenweise im Molassefels.

### Thurtalschotter

Der Thurtalschotter besteht aus gut bis sehr gut durchlässigen, ziemlich homogenen alluvialen Kiesen und Kiessanden [38]. Ihre Durchlässigkeit erreicht Werte bis über  $10^{-2}$  m/s. In randlichen Lagen und besonders im Bereich der seitlichen, mit dem Thurtalschotter verzahnten Bachschuttkegel sind die Abfolgen uneinheitlicher und können von siltreichen, weniger durchlässigen Kiessanden geprägt sein.

### Grundwasser

Das Grundwasser speist sich hauptsächlich durch die Infiltration von Thurgauer Wasser oder wird in der Talebene durch Versickerung von Niederschlag gebildet. Aufgrund der schlechten Durchlässigkeit der seitlich anschließenden Moränen und Molassefelsen ist der seitliche Zufluss gering.

Mit einem Anteil von 40 % an der geförderten Trinkwassermenge im Thurgau und einem Versorgungsgebiet, welches bis in benachbarte Kantone reicht, hat das Grundwasservorkommen im Thurtal eine überregionale Bedeutung. Im Weiteren ist das Thurtalgrundwasser das zweite Standbein für einige Wasserversorgungen, die das Trinkwasser aus dem Bodensee beziehen. Diese Funktionen gilt es zu schützen und für die Zukunft zu erhalten.

Das Grundwasser wird in etwa 30 Grundwasserbrunnen gefördert und als Trinkwasser genutzt. Daneben existieren noch diverse Brauchwasserbrunnen und zahlreiche kleinere Brunnen zur landwirtschaftlichen Bewässerung.

### 9.3 Grundwassermodell

#### Modellumfang

Die Simultec AG erstellte in den Jahren 2006–2008 im Auftrag des Kantons Thurgau ein regionales Grundwassermodell, welches den Grundwasserleiter zwischen Bürglen und Niederneunforn umfasst. Im Jahr 2019 wurde das Modell gegen Osten bis Kradolf-Schönenberg erweitert. Da das Modell im Rahmen des Bauprojekts 2014 Abschnitt Weinfelden–Bürglen entstand, wurde ein besonderes Augenmerk auf die Interaktion der Thur mit dem Grundwasser gelegt. Mit fünf Nachführungen wurde das Modell nachkalibriert und bis zum August 2021 aktualisiert. Das Modell umfasst den Zeitraum von 1995–2021.

#### Bezugszustand

Zur Charakterisierung des Bezugszustandes (Istzustand mit realisiertem Bauprojekt 2014 Abschnitt Weinfelden–Bürglen) wurde eine Modellrechnung über die Jahre 2017–2018 ausgeführt. Abbildung 20 zeigt die Höhenkurven des mittleren Grundwasserstandes. Das Fliessgefälle ist über den gesamten Talabschnitt zwischen Niederneunforn und Weinfelden praktisch konstant. Westlich von Frauenfeld, sowie an der Engstelle bei Bürglen sind die Fliessgefälle etwas steiler. Das Thurtal wird vorwiegend in Längsrichtung durchströmt. Bei Frauenfeld mündet quer dazu der Grundwasserstrom des Murgfächers ein.

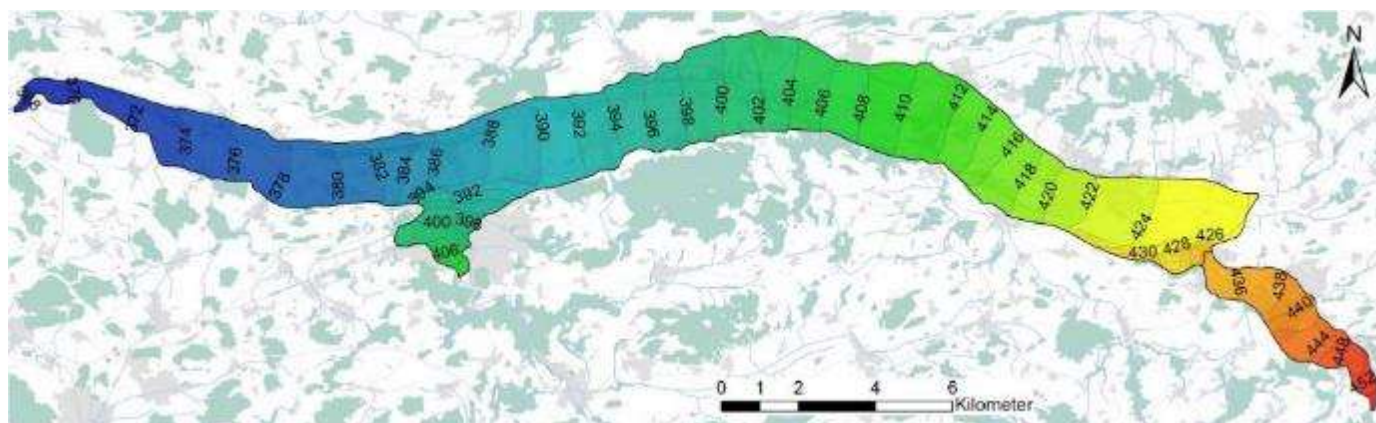


Abbildung 20: Höhenkurven des mittleren Grundwasserstandes (21. September 2017) [39]

## Grundwasser

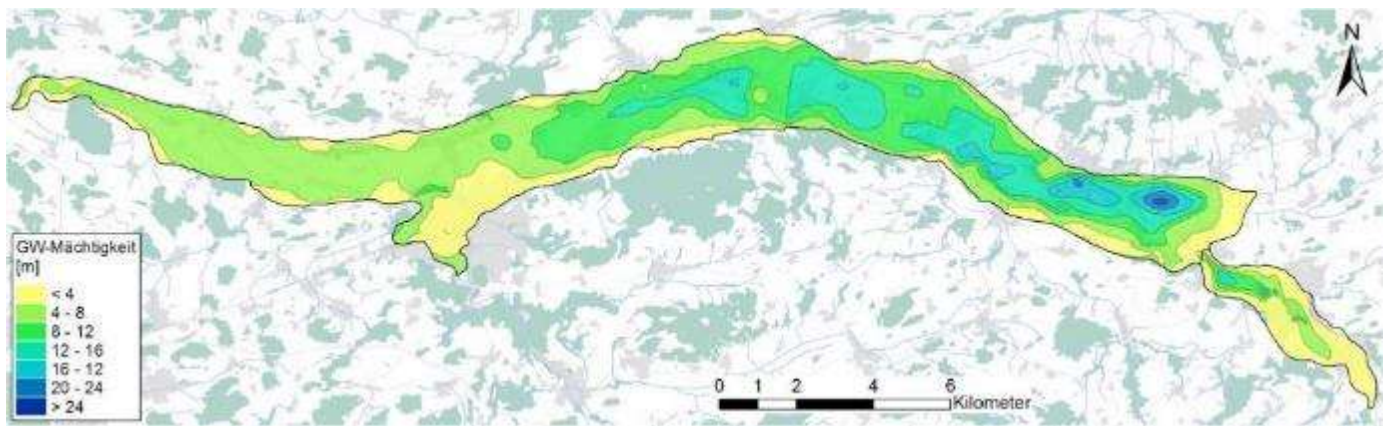


Abbildung 21: Mächtigkeit des Grundwasserleiters bei Mittelwasserstand [39]

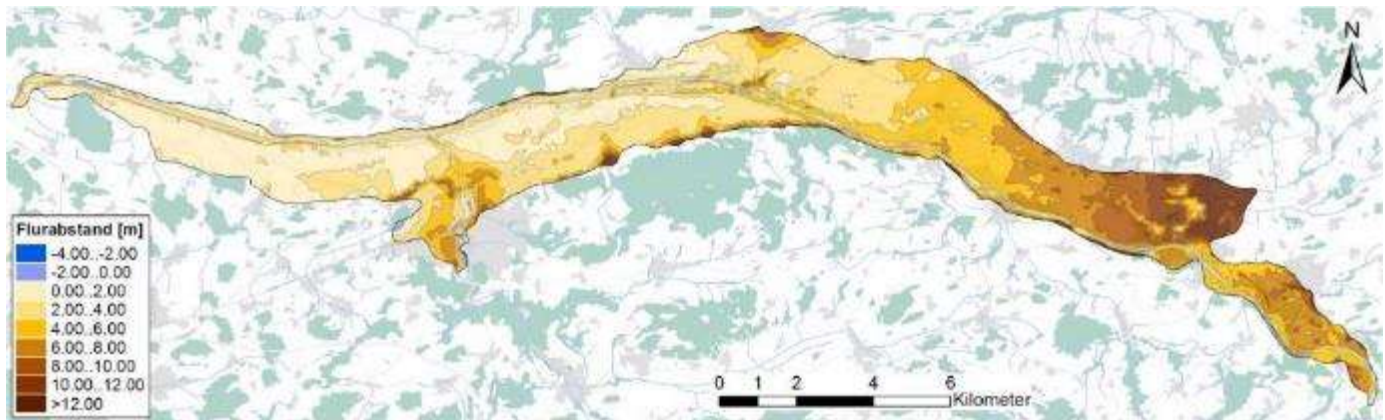


Abbildung 22: Flurabstand des Grundwassers bei Mittelwasserstand [39]

### Mächtigkeit, Flurabstand

Abbildung 21 zeigt die Mächtigkeit des gesättigten Grundwasserleiters. Die grösste Mächtigkeit, stellenweise mehr als 30 m erreicht er östlich im Raum Weinfelden. Die Mächtigkeit nimmt gegen Westen ab, westlich von Frauenfeld beträgt sie lediglich 4–8 m. Der Flurabstand des Grundwassers nimmt ebenfalls von Osten nach Westen ab (Abbildung 22). Westlich von Pfyng beträgt der Flurabstand in grossen Teilbereichen weniger als 2 m. Dies dürfte auch der Grund für die Anordnung der Binnenkanäle sein, mit welchen das Grundwasser drainiert und die Talebene für die Landwirtschaft nutzbar gemacht wurde.

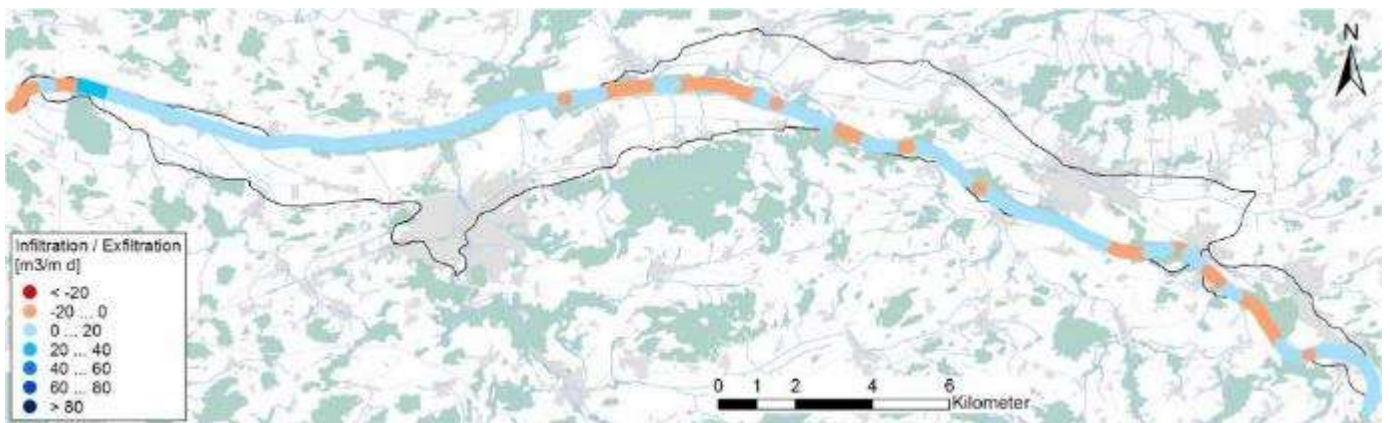


Abbildung 23: Infiltration (rot) und Exfiltration (blau) der Thur bei Niederwasser und Grundwasser-Niedrigstand in m<sup>3</sup>/m' und Tag [39]

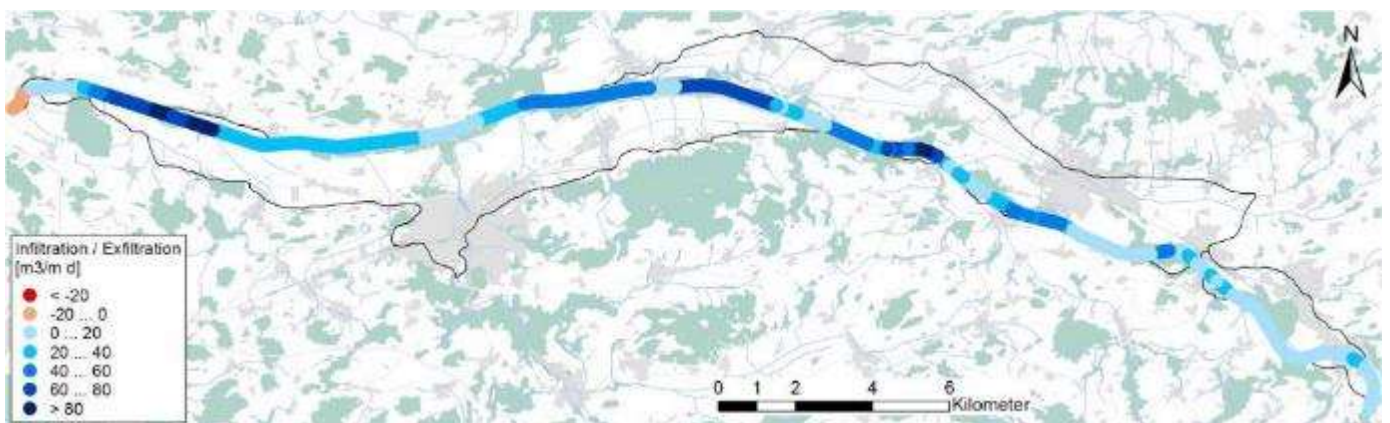


Abbildung 24: Infiltration (blau) und Exfiltration (rot) der Thur bei Hochwasser in m<sup>3</sup>/m' und Tag [39]

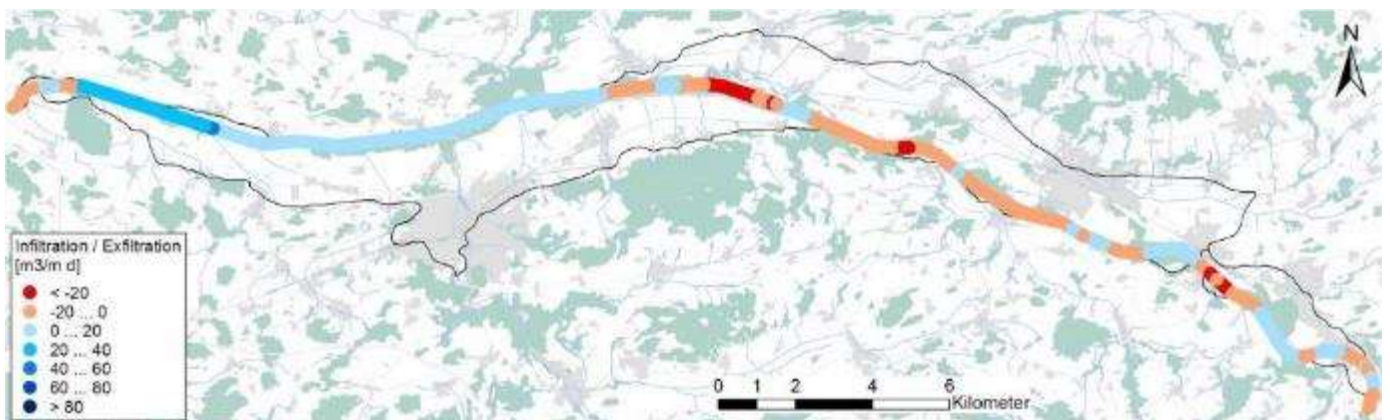


Abbildung 25: Infiltration (blau) und Exfiltration (rot) der Thur nach dem Hochwasserdurchgang in m<sup>3</sup>/m' und Tag [39]

## Austausch mit der Thur

Von den Gewässern des Thurtals üben die Thur und die beidseitig der Thur angeordneten Binnenkanäle den grössten Einfluss auf die Grundwasserstände auf. Ob dabei eine Infiltration oder eine Exfiltration stattfindet, hängt von der relativen Lage des Thurwasserstandes zum Grundwasserstand ab. Bei Niederwasser in der Thur und niedrigem Grundwasserstand ist der Austausch gering (Abbildung 23) und beträgt über grosse Strecken weniger als  $10 \text{ m}^3/\text{m}'$  und Tag. Bei einem Hochwasserdurchgang kann, durch ein Aufreissen der Kolmationsschicht, die Infiltration das Zehnfache betragen (Abbildung 24) und der Grundwasserstand steigt insbesondere in Thurnähe rasch an. Dies führt dazu, dass nach dem Hochwasserdurchgang wieder eine Exfiltration stattfindet und ein Teil des Wassers zurück in die Thur strömt (Abbildung 25).

Westlich von Pfyng infiltriert praktisch immer Wasser von der Thur ins Grundwasser. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Binnenkanäle tiefer angeordnet sind als die Thur und das Grundwasser zur Exfiltration zwingen. Östlich von Pfyng wechseln sich Infiltrations- und Exfiltrationsstrecken ab. Jeweils oberhalb von Staustufen oder Schwellen infiltriert die Thur, unterhalb der Staustufen findet eine Exfiltration statt.

## Zeitliche Entwicklung

Seit ca. 2011 steigt der Grundwasserstand östlich von Pfyng generell an [40]. Der Anstieg ist teilweise auf die Ausserbetriebnahme von Pumpwerken zurückzuführen. Zusätzlich findet insbesondere seit dem Hochwasser im Jahr 2013 eine verstärkte Infiltration aus der Thur statt (Abbildung 26).

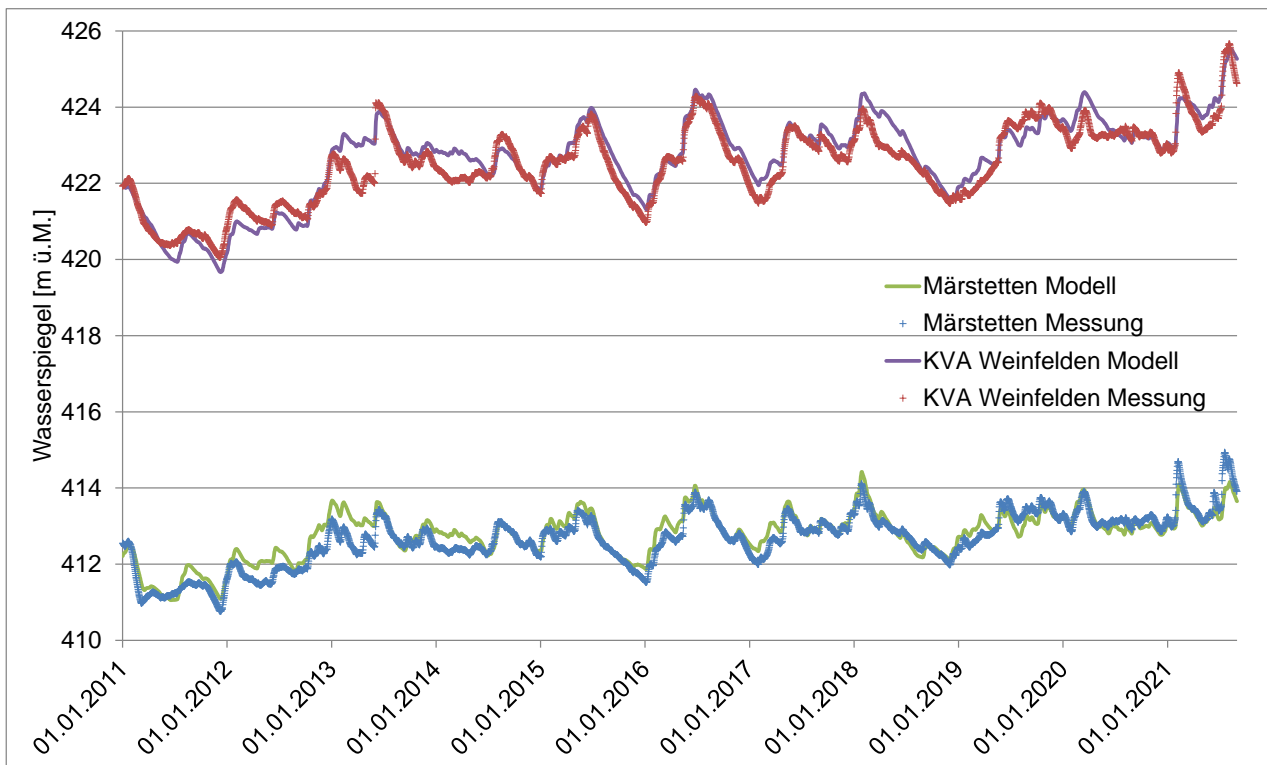


Abbildung 26: Entwicklung der Grundwasserstände seit dem Jahr 2011 [39]

# 10 Ökologie

## 10.1 Grundlagen

### Ökologische Wechselwirkungen

Ökosysteme sind Gemeinschaften aus Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen, die als funktionale Einheiten miteinander und mit ihrer nicht belebten Welt in Wechselwirkungen stehen. Die Art und die Stabilität von Ökosystemen werden massgeblich durch gesellschaftliche Faktoren beeinflusst, beispielsweise durch raumplanerische Entscheide oder die Art der Bewirtschaftung.

### Ökosystem Fließgewässer

Der Schlüsselfaktor des Fließgewässerökosystems ist die Dynamik. Die Motoren dieser Dynamik sind Hochwasser und Trockenzeiten sowie Geschiebe- und Geschwemmseltrieb. Die hohen Stoff- und Energiedurchflüsse und die ständigen Auf- und Abbauvorgänge im Auen- und Gewässerbereich schaffen vielfältige, auf kleinstem Raum wechselnde Lebensbedingungen, sodass hier besonders artenreiche Lebensgemeinschaften existieren können.

### Biodiversitätsstrategie

Der Erhalt und die Förderung der Biodiversität sind gleichbedeutend mit dem Erhalt der menschlichen Lebensgrundlagen. Deshalb hat der Bundesrat am 25. April 2012 eine nationale Biodiversitätsstrategie verabschiedet. Das Konzept Thur+ wurde auf die Wirkungsfelder dieser Biodiversitätsstrategie abgestimmt. Biodiversität bezieht sich auf alle Aspekte der Vielfalt der belebten Welt und umfasst folgende Ebenen:

- Die Vielfalt der Ökosysteme (Lebensräume wie Wasser, Wald, Wiesen)
- Die Vielfalt der Arten (Tiere, Pflanzen, Pilze, Mikroorganismen)
- Die Vielfalt der Gene (Rassen oder Sorten von wildlebenden und genutzten Arten)
- Die Vielfalt der Wechselwirkungen innerhalb und zwischen diesen Ebenen (zum Beispiel Bestäubung)

Eine Biodiversitätsstrategie für den Kanton Thurgau befindet sich aktuell in Erarbeitung. Ziel ist, dass bis Ende 2022 eine breit abgestützte Biodiversitätsstrategie Thurgau mit konkretem Massnahmenplan vorliegt.

## 10.2 Natur- und Referenzzustand

Im Naturzustand, welcher bis etwa Mitte des 19. Jahrhunderts bestand, wies der Thurraum auf Grund der kaum eingeschränkten Dynamik eine ausserordentlich hohe Vielfalt an Lebensräumen auf, welche durch die Hochwasserereignisse und der damit einhergehenden Erosion und Geschiebeumlagerung ständigen Veränderungen unterworfen war. Der Grundwasserspiegel war hoch, grundwassergespeiste Nebengewässer, Auen und Riede prägten das Umland. Alle Lebensräume waren eng miteinander verzahnt.

Eine übergeordnete Bearbeitung der natürlichen Sohlenbreite der Thur findet sich im Kapitel 8.

## 10.3 Istzustand Flussmorphologie

### Ökomorphologie Stufe F

Unter Ökomorphologie versteht man die strukturelle Ausprägung eines Gewässers und dessen Uferbereiches. Verbauungen unterbinden die Dynamik und Strukturvielfalt weitgehend.

Im Untersuchungsperimeter von rund 45.1 km Flusslänge sind 32.1 km morphologisch als naturfern beziehungsweise stark beeinträchtigt ausgewiesen (70 %). Diese Thurabschnitte weisen massive Lebensraumdefizite auf. In erster Linie fehlen dynamische Strukturen im Flussbett sowie vielfältige und abwechslungsreiche Uferhabitate. Rund 14.2 km sind aufgrund von Restwasserabflüssen beeinträchtigt. Die Restwasserstrecken befinden sich unterhalb der Wehre Unteres Ghögg Papiéri, Au, KW Weinfelden und Müllheim. Nur 2.0 km Flusslauf der Thur konnten bisher im Thurgau revitalisiert werden.

Tabelle 6: Übersicht des Natürlichkeitsgrads der Thur (Ökomorphologie Stufe F [41]), Zustand im Jahr 2021

Morphologie und Hydrologie der Thur im Kanton Thurgau				
30.8 %	100 %	13.9 km	45.1 km	Naturferne Morphologie
40.4 %		18.2 km		Stark beeinträchtigte Morphologie
20.8 %		9.4 km		Wenig beeinträchtigte Morphologie
3.5 %		1.6 km		Naturnahe Morphologie
4.4 %		2.0 km		Revitalisierte Strecken (Schäffäuli, Biberäuli)
31.5 %		14.2 km		Aufgrund von Restwassereinflüssen beeinträchtigt

### Uferverbau

Die Thurufer im Kanton Thurgau sind mehrheitlich mit Blocksteinen verbaut. Lediglich 20 % der Thurufer im Kanton Thurgau sind Naturufer. 18 Sohlschwelen sollten eine übermässige Tiefenerosion verhindern und 5 Wehre ermöglichen eine Nutzung der Wasserkraft.



Tabelle 2: Übersicht der Thurverbauungen [42]

	Zustand	Länge km	Anzahl Abschnitte	Anzahl
<b>Uferlänge (jede Uferseite einzeln, nur TG)</b>		85.4		
<b>Naturufer</b>		16.5	42	
<b>Blocksteine</b>	gut	29.7	65	
	mittel	28.5	28	
	schlecht	3.8	16	
<b>Mauern</b>		3.4	26	
<b>Betonblöcke</b>		2.4	8	
<b>Buhnenufer*</b>			11	
<b>Buhnenfelder**</b>			17	
<b>Vorlagesteine***</b>		5.2	14	3
<b>Sohlschwellen</b>				18
<b>Stauwehre</b>				5
<b>Dämme (nur TG)</b>		42.5		

\* oberhalb Rorerbrücke, z.T. mit Blocksteinverbau

\*\* unterhalb Rorerbrücke (inkl. Zürcher Seite)

\*\*\*Vorlagesteine: unterhalb Rorerbrücke liegen diese in Längsausdehnung vor dem Längsverbau (inkl. eine Strecke auf der Zürcher Seite; bei der Zürcher Schwelle). Oberhalb Rorerbrücke sind es nur 3 punktuelle Steinverbauungen bei Bischofszell

### Querbauwerke

Die Schwellen im Flussbett der Thur wurden zwischen 1966–1992 zur Verhinderung der Eintiefung der Flusssohle des kanalisierten Flusses errichtet [43]. Für die Fischwanderungen sind solche Schwellen aber je nach Höhe und Ausgestaltung unüberwindbare Hindernisse. Auf der Flussstrecke im Kanton Thurgau liegen 18 Schwellen, welche sich auf der Strecke zwischen Schönenberg und Pfyn verdichten (Abbildung 27).



Abbildung 27: Übersicht bestehende Schwellen (rot) in der Thur [5]

Zur Abklärung der Sanierungsbedürftigkeit bezüglich Fischgängigkeit werden die Schwellen in der Thur aktuell durch IUB Engineering untersucht [43]. Es handelt sich bei den 18 Schwellen ausschliesslich um gesetzte Rampen (ohne Beckenstrukturen), die teilweise mit Schienen oder Spundwänden versetzt sind und zum Teil Abstürze beinhalten. In Tabelle 7 sind die Schwellen aufgelistet mit ihren Verortungen, Höhendifferenzen und der Angabe, ob sie sich in einer Restwasserstrecke unterhalb eines Kraftwerkwehres befinden. Aufgrund einer visuellen Beurteilung sind die Schwellen einer von drei Kategorien der Fischgängigkeit zugeteilt worden: fischgängig, nicht fischgängig oder selektiv. Selektiv bedeutet, dass nur ein Teil der vorkommenden Fische die Schwelle überwinden können. Aufgrund der Fischgängigkeit und der Beschaffenheit der Schwellen wurde ihnen eine Priorität für bauliche Verbesserungen zugeteilt. Die Priorität 1 bedeutet, dass an dieser Schwelle das Potenzial für Verbesserungen am grössten ist und entsprechend vor den anderen Schwellen ein baulicher Eingriff umgesetzt werden soll. Von allen Schwellen in der Thur im Kanton Thurgau sind 3 Schwellen als nicht fischgängig beurteilt und entsprechend mit der Priorität 1 versehen worden [43].

Auch die 5 Wehre der Wasserkraftwerke im Thurlauf haben einen grossen Einfluss auf die Flussmorphologie. Die Kraftwerke werden im Kapitel 21 vertiefter behandelt. Über die Ausleitkanalsysteme der Thur (Bischofszell, Bürglen, Weinfeld, Müllheim) wird dem Hauptgewässer Thur durch die Wasserkraftnutzungen bei Normalabfluss der Grossteil der Abflussmenge entnommen. Daraus resultieren ökologisch beeinträchtigte Restwasserstrecken. Die Kanäle haben daher aus ökologischer Sicht für Fische und Wassertiere eine grosse Bedeutung erlangt.

Tabelle 7: Schwellen in der Thur, ihre Fischgängigkeit und Priorität für bauliche Verbesserung [43]

Anlage Nr.	km TG	Ort	$\Delta h$ m	RW-Strecke?	Fischgängigkeit	Prio.
1	0.500	Thalheim	0.60	Nein	Selektiv	1–2
2	15.050	Pfyn–Felben–Wellhausen	1.15	Nein	Selektiv	2
3	16.990	Pfyn–Hüttlingen	2.26	Ja	Nein	1
4	19.600	Müllheim–Hüttlingen	1.95	Ja	Nein	1
5	22.700	Wigoltingen–Amlikon–Bissegg	1.66	Nein	Ja	2
6	23.970	Wigoltingen–Amlikon–Bissegg	1.93	Nein	Selektiv	1–2
7	25.143	Amlikon–Bissegg	1.77	Nein	Selektiv	1–2
8	26.200	Weinfeld–Bussnang	1.08	Nein	Selektiv	2
9	27.465	Weinfeld–Bussnang	1.31	Ja	Selektiv	2
10	28.570	Weinfeld–Bussnang	n.a.	Ja	Ja	3
11	30.350	Weinfeld–Bussnang	0.23	Ja	Ja	3
12	31.685	Bürglen	1.61	Ja	Selektiv	2
13	32.300	Bürglen	1.52	Ja	Selektiv	1–2
14	32.935	Bürglen	1.13	Ja	Ja	2–3
15	33.750	Bürglen–Kradolf–Schönenberg	1.36	Ja	Selektiv	1–2
16	35.300	Bürglen–Kradolf–Schönenberg	1.14	Ja	Nein	1
17	37.250	Kradolf–Schönenberg	0.97	Nein	Selektiv	2
18	42.550	Bischofszell	1.41	Ja	Selektiv	2

## 10.4 Istzustand: Inventare

### Bundesinventare

Inventare sind wichtige Instrumente im Natur-, Landschafts- und Heimatschutz. Der Bund erstellt die Inventare mit Objekten von nationaler Bedeutung (Biotope, Landschaften, Naturdenkmäler) nach Anhören der Kantone. Im Projektperimeter liegen einige Objekte von nationaler Bedeutung (Tabelle 8). Dabei handelt es sich um Auengebiete und Amphibienlaichgebiete sowie um die Glaziallandschaft zwischen Thur und Rhein.

Der Schutz und die Pflege der sechs Auengebiete von nationaler Bedeutung werden durch kantonale Schutzanordnungen samt Schutz- und Pflegepläne geregelt. Die sechs Auengebiete sind in Abbildung 28 dargestellt.

# Ökologie

## Schäffäuli



Objektnummer 6  
Gemeinde Neunforn  
Fläche 36 ha  
Schutzgebiet seit 2002

## Wyden



Objektnummer 9  
Gemeinde Pfy, Felben-Wellhausen  
Fläche 109 ha  
Schutzgebiet seit 2002

## Wuer



Objektnummer 7  
Gemeinde Neunforn  
Fläche 130 ha  
Schutzgebiet seit 2004

## Unteres Ghögg und Ghöggerhütte



Objektnummer 11, 12  
Gemeinde Neunforn  
Fläche 14 und 17 ha  
Schutzgebiet seit 2004

## Hau-Äuli



Objektnummer 8  
Gemeinde Neunforn  
Fläche 104 ha  
Schutzgebiet seit 2002


Abbildung 28: Übersichtpläne der sechs Auengebiete von nationaler Bedeutung [44]

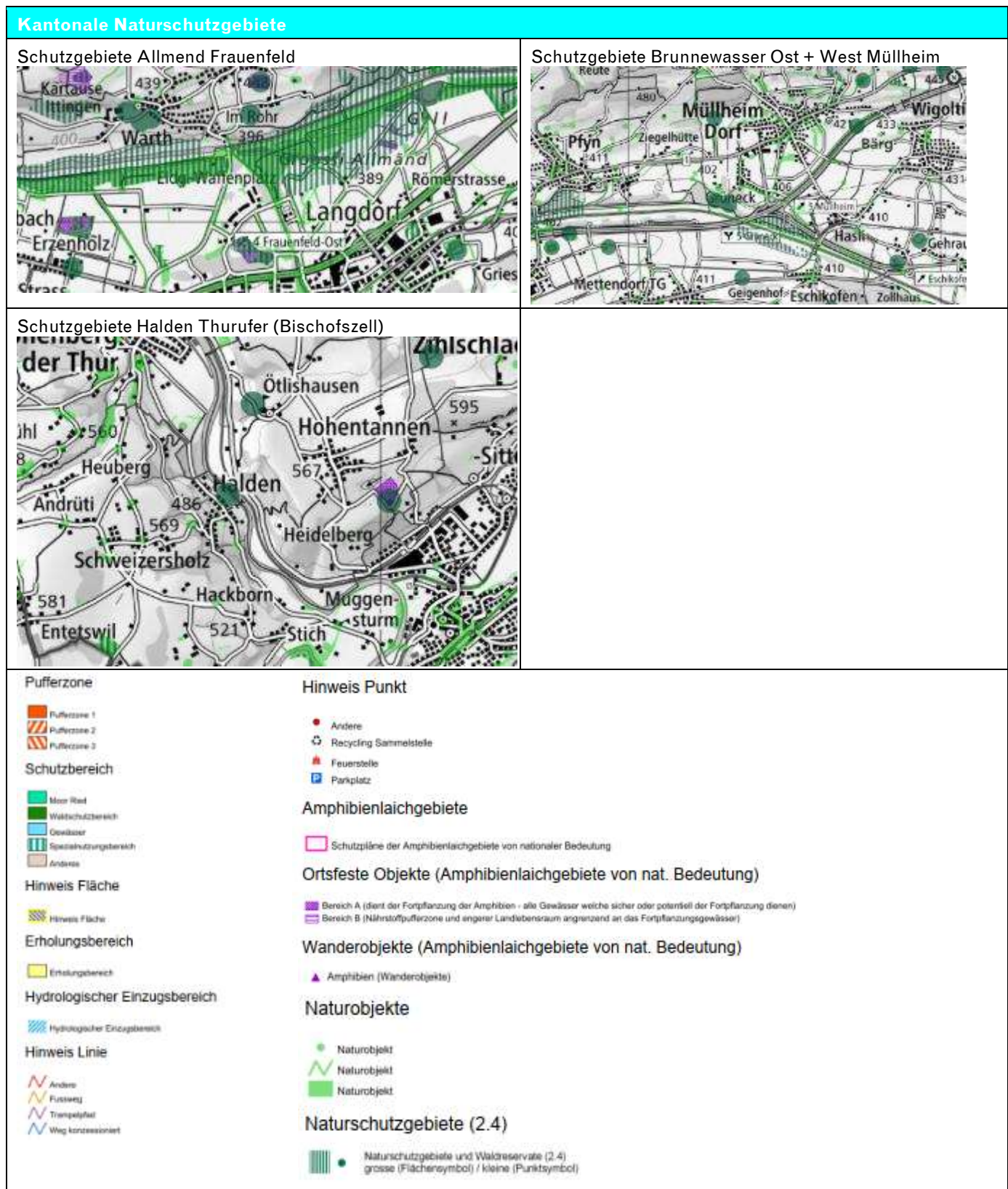
Tabelle 8: Zusammenstellung der Objekte von nationaler Bedeutung im Projektperimeter

Bezeichnung	Betroffene Objekte
Auengebiete von nationaler Bedeutung	Objekte 6, 7, 8, 9, 11 und 12
Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung	Objekte TG 127 (Allmend Frauenfeld) und TG 466 (Sangen-Mülfang)
Nasenlaichplätze von nationaler Bedeutung	Thur Schaffäuli und Biberäuli, Unterlauf der Murg-Murgauenpark
Bundesinventar der Landschaften von nationaler Bedeutung (BLN)	Glaziallandschaft zw. Thur und Rhein mit Nussbamerseen u. Andelfinger Seenplatte Obj. 1403
Flachmoore von nat. Bedeutung	Im Perimeter keine betroffen
Hochmoore von nat. Bedeutung	Im Perimeter keine betroffen
Trockenwiesen von nat. Bedeutung	Im Perimeter keine betroffen
Zugvogelreservate	Im Perimeter keine betroffen

### Kantonale Schutzobjekte

Neben den Objekten der Bundesinventare liegen im Thurraum auch weitere Naturschutzgebiete und Waldreservate, welche auf dem kantonalen Richtplan vermerkt sind.

Kantonale Waldreservate
Grundlagenkarte mit kantonalen Waldreservaten (grün gepunktet)
Schwarzmeerli, Ochsenfurt/Zielhang, Underwide/Chuesteli




<p><b>Pufferzone</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: orange; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Pufferzone 1</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, orange 2px, orange 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Pufferzone 2</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, orange 2px, orange 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Pufferzone 3</li> </ul> <p><b>Schutzbereich</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Moor-Ried</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #008000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Waldschutzbereich</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Gewässer</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, #00FF00 2px, #00FF00 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Spezialschutzbereich</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #D2B48C; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Andere</li> </ul> <p><b>Hinweis Fläche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, yellow 2px, yellow 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Hinweis Fläche</li> </ul> <p><b>Erholungsbereich</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Erholungsbereich</li> </ul> <p><b>Hydrologischer Einzugsbereich</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, blue 2px, blue 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Hydrologischer Einzugsbereich</li> </ul> <p><b>Hinweis Linie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px dashed orange; margin-right: 5px;"></span> Andere</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px dashed yellow; margin-right: 5px;"></span> Fussweg</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px dashed purple; margin-right: 5px;"></span> Transpalyfat</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 2px dashed blue; margin-right: 5px;"></span> Weg kontroversiert</li> </ul>	<p><b>Hinweis Punkt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border-radius: 50%; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Andere</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #ADD8E6; border-radius: 50%; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Recycling-Sammelstelle</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #FF0000; border-radius: 50%; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Feuerstelle</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Parkplatz</li> </ul> <p><b>Amphibienlaichgebiete</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 2px solid pink; margin-right: 5px;"></span> Schutzpläne der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung</li> </ul> <p><b>Ortsfeste Objekte (Amphibienlaichgebiete von nat. Bedeutung)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Bereich A (dient der Fortpflanzung der Amphibien - alle Gewässer welche sicher oder potentiell der Fortpflanzung dienen)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: pink; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Bereich B (Nährstoffpufferzone und angereicherter Lebensraum angrenzend an das Fortpflanzungsgewässer)</li> </ul> <p><b>Wanderobjekte (Amphibienlaichgebiete von nat. Bedeutung)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 0; height: 0; border-left: 5px solid transparent, border-right: 5px solid transparent, border-bottom: 10px solid purple; margin-right: 5px;"></span> Amphibien (Wanderobjekte)</li> </ul> <p><b>Naturobjekte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90EE90; border-radius: 50%; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Naturobjekt</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Naturobjekt</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Naturobjekt</li> </ul> <p><b>Naturschutzgebiete (2.4)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, #00FF00 2px, #00FF00 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #00FF00; border-radius: 50%; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Naturschutzgebiete und Waldreservate (2.4) grosse (Flächensymbol) / kleine (Punktsymbol)</li> </ul>
---	---

## Kommunale Schutzobjekte

Im Thurraum befinden sich neben den bereits in den Bundesinventaren und im kantonalen Richtplan vermerkten Objekten nur wenige zusätzliche und ausnahmslos kleinräumige kommunale Naturschutzzonen. Explizit erwähnenswert ist hier einzig das kommunale Sonderwaldreservat Rietgraben (Gemeinde Bussnang). Daneben existieren zahlreiche kommunale Schutzobjekte wie Hecken, Ufergehölze, Einzelbäume, Wiesen und Tümpel.

## 10.5 Istzustand: Arten und Lebensräume

Der Istzustand der Arten und Lebensräume wird im Konzept Thur+ exemplarisch anhand der Fischfauna beschrieben, einem guten Indikator für den ökologischen Zustand von Gewässern.

### Fischfauna

Nicht nur an der Thur haben die harten Verbauungen der vergangenen 150 Jahre die Flussökosysteme mit zum Teil irreparablen Konsequenzen geschwächt. So sind in der Schweiz von den ursprünglich 55 einheimischen Fischarten deren acht ausgestorben und sechs sind vom Aussterben bedroht [45]. Bei den ausgestorbenen Arten handelt es sich ausnahmslos um Wanderfische, deren Wanderrouten unterbrochen worden sind. Das bekannteste Beispiel ist der Lachs, der früher mindestens bis Bischofszell aufgestiegen ist und sich auch in der Thur fortgepflanzt hat.

Die Thur im Kanton Thurgau wird der Fischregion Äschenregion zugerechnet und weist heute nach wie vor ein relativ hohes Artenspektrum auf. Verglichen mit 1892 sind 2 Arten ausgestorben: Der Lachs und das Flussneunauge. Von den 26 im Jahr 2005 [46] nachgewiesenen Arten sind 2 vom Aussterben bedroht, 2 als stark gefährdet, 2 als verletzlich und 5 als potenziell gefährdet eingestuft. 6 sind europäisch geschützt (Tabelle 9). Infolge der morphologischen Defizite hat sich die Fischbiomasse bei vielen Arten jedoch drastisch reduziert [46]. Mit der Thur mehr oder weniger vergleichbare naturnahe Fliessgewässer (zum Beispiel Pielach/Österreich) weisen deutlich höhere Fischbiomassen auf [46]. In den bereits aufgeweiteten Abschnitten der Thur ist die Fischbiomasse höher als in den kanalisierten Bereichen [47].

# Ökologie

Tabelle 9: Auflistung der in der Thur gefundenen Arten und Vergleich der Dichte der Arten mit früher [46]. Die grau markierten Arten sind bedrohte strömungsliebende, karpfenartige Fische, welche die Thur besonders auszeichnen.

Deutscher Name	wissenschaftlicher Name	Gefährdungstatus [48]	Prioritätsstufen CH [48]	Dichte in der Thur heute (2005) verglichen mit früher (1879 und 1892) [46]
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	CR	4	Unverändert, mittlere Dichte
Alet	<i>Squalius cephalus</i>	LC	-	Unverändert, hohe Dichte
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	EN, E	2	Abnahme
Bachforelle	<i>Salmo trutta s.l.</i>	NT	4	Abnahme
Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>	EN, E	2	Abnahme
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	NT	4	Abnahme
Bitterling*	<i>Rhodeus amarus</i>	EN	3	Neu nachgewiesen
Blaubandbärbling	<i>Pseudorasbora parva</i>	NA, Neo	-	Neu nachgewiesen
Egli	<i>Perca fluviatilis</i>	LC	-	Unverändert, geringe Dichte
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus aggr.</i>	LC	-	Abnahme
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	NT	4	Abnahme
Gründling	<i>Gobio</i>	LC	-	Abnahme
Hasel	<i>Leuciscus</i>	LC	-	Unverändert, geringe Dichte
Hecht	<i>Esox lucius</i>	LC	-	Abnahme
Karausche	<i>Carassius carassius</i>	NA, Neo	-	Neu nachgewiesen
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	NT	-	Unverändert, geringe Dichte
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	LC	-	Neu nachgewiesen
Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	LC	-	Unverändert, geringe Dichte
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	CR, E	1	Abnahme
Regenbogenforelle	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	NA, Neo	-	Neu nachgewiesen
Rotauge	<i>Rutilus rutilus</i>	LC	-	k.A.
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	LC	-	Unverändert, geringe Dichte
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	LC	-	Unverändert, geringe Dichte
Schmerle	<i>Barbatula barbatula aggr.</i>	NT	-	Unverändert, mittlere Dichte
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	VU, E	4	Unverändert, hohe Dichte
Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus aggr.</i>	-	-	Neu nachgewiesen
Strömer	<i>Telestes souffia</i>	VU, E	4	Abnahme
Total 27				

RE = in der CH ausgestorben  
 CR = vom Aussterben bedroht  
 EN = stark gefährdet  
 VU = verletzlich  
 NT = potenziell gefährdet  
 LC = nicht gefährdet

NA = nicht beurteilt  
 k.A. = keine Angaben  
 E = europäisch geschützt nach Berner Konvention  
 Neo = Neozoen  
 \* der Bitterling wurde im Jahr 2016 neu nachgewiesen [47]



Die Thur ist der natürliche Lebensraum insbesondere der bedrohten strömungsliebenden, karpfenartigen Fische Nase, Strömer, Barbe und Schneider (grau markiert in Tabelle 9). Die verbaute, strukturarme und fragmentierte Thur kann die unterschiedlichen Ansprüche dieser Arten heute nicht mehr erfüllen. Die Auswirkungen auf die Flussfischpopulationen sind gravierend [46].

Nasenlaichplätze von nationaler Bedeutung [49] liegen in Abschnitten mit Kiessohle im Thurlauf bis Höhe Weinfelden und in der Murg bis zum Murgauenpark. Seit der Erhebung in den Jahren 1995–2004 haben die Bestände an grossen Individuen von Nasen im Bereich der untersuchten Thur im Jahr 2016 mit den revitalisierten Thurabschnitten (Schaffäuli, Biberäuli) und Murg erfreulich zugenommen. Ebenfalls wurden Strömer beobachtet, die klar die Aufweitungen der revitalisierten Strecken bevorzugen. Sie finden dort Areale mit geringer Fliessgeschwindigkeit, welche sie ausserhalb der Reproduktionszeit bevorzugt aufsuchen [47].

Auch der Langdistanzwanderer Aal (*Anguilla anguilla*, Rote Liste: vom Aussterben bedroht) und die Äsche (*Thymallus thymallus*, Rote Liste: stark gefährdet) kommen an der Thur im Kanton Thurgau vor. Nationale Kernzonen für die Äsche sind aber keine ausgeschieden [50]. Ihr bereitet neben der Monotonisierung des Gerinnes vor allem die starke Erwärmung des Wassers in den Sommermonaten am Thur Mittel- und Unterlauf Mühe [46]. Für die Thur im Kanton Thurgau waren bisher nur lückenhafte Kenntnisse über die natürliche Fortpflanzung der Äsche vorhanden. Um die längerfristige Entwicklung der Äschenpopulation in der Thur im Kanton Thurgau zu verfolgen, findet seit 2016 ein Äschenlarvenmonitoring Thur TG statt [51]. Seit 2008 nahm aber die Population der zuvor praktisch verschwundenen Äschen in der Thur deutlich zu [47]. Die beobachtete Äschenpopulation war noch relativ klein, aber grössere und kleinere Individuen waren jeweils vorhanden. Der Binnenkanal ist als Temperaturrefugium von höchster Bedeutung. Im Sommer finden die typischen Kaltwasserarten (Bachforelle und Äsche) im deutlich kälteren Binnenkanal geeignetere Habitate. Es kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass diese Entwicklung durch die wasserbaulichen Aktivitäten der letzten 15 Jahre eingeleitet wurde, welche zu einem grossen Teil ökologische Aspekte berücksichtigten und förderten [47].

#### Weitere Artengruppen

Während die Fischfauna ein guter Indikator, insbesondere für das Hauptgewässer ist, haben auch im ehemaligen Gewässerbereich der Thur beziehungsweise in deren Umland viele Arten und Lebensräume drastische Bestandeseinbussen erlitten. Grundwassergespeiste Nebengewässer, Auen und Riede sind bis auf einige Relikte verschwunden – und mit ihnen ihre typischen Bewohner wie Amphibien und Libellen.

## 10.6 Istzustand: Vernetzung

### Überregionale Wildtierkorridore

Die festen Routen, auf denen sich Wildtiere grossräumig bewegen, werden Wildtierkorridore genannt. Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung verbinden fragmentierte Ökosysteme oder günstige Lebensräume und ermöglichen den Transit von Wildtieren zwischen den verschiedenen biogeografischen Regionen des Landes. Im Thurraum sind zwei überregionale Wildtierkorridore ausgeschieden (TG-04\_06\_ZH-50: Altikon und TG-08 Pfyn) [52], welche bei Uesslingen aneinandergrenzen und deren Zustand als beeinträchtigt eingestuft ist.

### Vernetzungsprojekt und -korridore Kanton Thurgau

Um die Biodiversität insbesondere der terrestrischen Tiere und Pflanzen zu erhalten und zu fördern, unterstützt der Bund Biodiversitätsförderflächen (BFF) der Landwirtschaft mit Beiträgen. Im Gegenzug müssen Landwirtschaftsbetriebe 7 % ihrer landwirtschaftlichen Nutzfläche als ökologische Ausgleichsflächen ausweisen (Direktzahlungsverordnung, Art. 14 Absatz 1) [53]. Den Betrieben werden zusätzliche Beiträge an die Vernetzung gewährt, wenn deren BFF nach den Vorgaben eines Vernetzungsprojekts angelegt und bewirtschaftet werden. Hier setzt das Vernetzungsprojekt Thurgau an. Es ist ein Vernetzungsprojekt nach der Direktzahlungsverordnung des Bundes und ein wichtiger Teil des Landschaftsentwicklungskonzeptes (LEK) Thurgau [54]. Das Vernetzungsprojekt definiert Vernetzungskorridore, welche den gesamten Kanton durchziehen (Abbildung 29). Dabei kommt dem Thurraum eine herausragende Rolle zu. Im Oktober 2015 hat das Bundesamt für Landwirtschaft die Fortführung des Thurgauer Vernetzungsprojektes für weitere 7 Jahre genehmigt. In der dritten Bewilligungsperiode (2016–2022) bleiben die Ziele unverändert. In jedem Vernetzungskorridor in der Talzone muss ein Anteil von 12 % BFF an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche erreicht werden. Weiterhin gilt, dass in jedem Vernetzungskorridor die Hälfte als ökologisch besonders wertvolle BFF vorliegen müssen. In einem Objektblatt pro Vernetzungskorridor werden diese beschrieben und sind Probleme und Entwicklungsziele genannt.

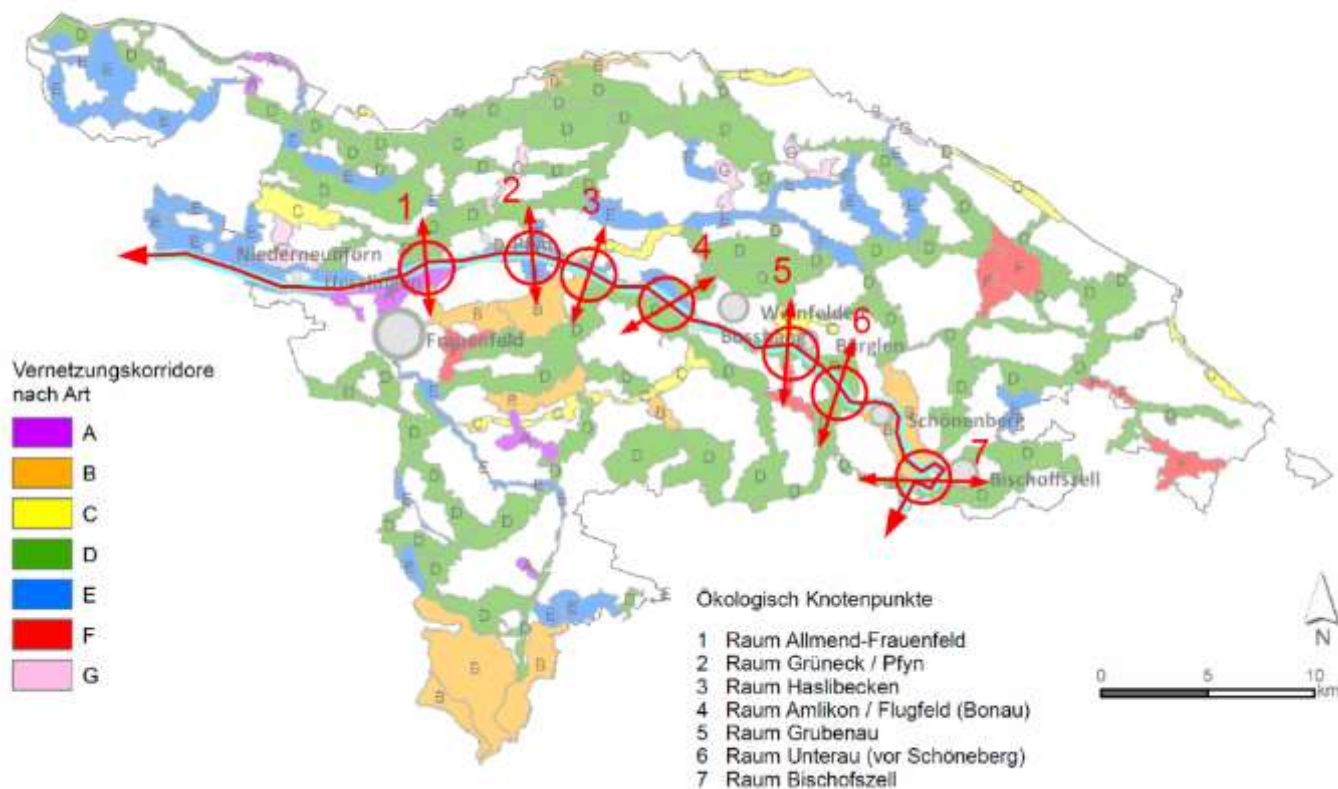


Abbildung 29: Übersichtsplan der Vernetzungskorridore im Kanton Thurgau [54]. Rote Pfeile zeigen den Thurraum und seine übergeordnete Vernetzungswirkung an (Knotenpunkte). Die Art der Vernetzungskorridore (Farbgebung) bezieht sich auf die beitragsberechtigten BFF-Typen

### Ausbreitungshindernisse gemäss Richtplan TG

Auf dem kantonalen Richtplan sind betreffend der Thur zwei Arten von Ausbreitungshindernissen ausgeschieden. Einerseits Fischwanderungs-Hindernisse in der Längsvernetzung und Wildtier-Querungshindernisse. Bei den Wildtier-Querungshindernissen soll die Querung der Thur für die Wildtiere prioritär durch Uferabflachungen und geeignete Sohlenstrukturen erleichtert werden.

5 Fischwanderungs-Hindernisse: Wehr KW Pfyn (VSP) (Objekt-Nr. 836), Müllheim Wehr (838), Wehr KW Weinfelden (951), Wehr Unteres Ghögg Papieri Bischofszell (919), Fischeaufstiegshindernis Rütibach (912).

3 Wildtier-Querungshindernisse: Wanderhindernis A7 bei Mettendorf (Objekt-Nr. 835), Thur Amlikon–Bussnang (903), Thur oberhalb Bürglen (911).

## 10.7 Defizite der Flussmorphologie

### Strukturarmut

Die Folgen des harten Verbaus und der wenigen natürlichen Uferbereiche sind Fragmentierung, Monotonisierung und Strukturarmut des Gewässer- und Uferlebensraumes.

### Fehlende Fischgängigkeit der Querbauwerke

Insbesondere die Kraftwerkanlagen in der Thur und den Ausleitkanälen sind gewichtige Hindernisse in der Längsvernetzung. Die Strategische Planungen des Kantons Thurgau zur Sanierung der Fischwanderung sieht eine Umsetzung der Massnahmen bis 2025 vor [55].

Von den 18 Schwellen weisen 3 eine weitgehend fehlende Fischgängigkeit auf, 11 wirken zumindest selektiv auf die vorkommenden Fischarten. Durch bauliche Anpassungen sollen prioritär die Schwellen mit fehlender Fischgängigkeit fischgängig gemacht werden.

### Anbindung der Seitengewässer

Viele Fischarten suchen zum Laichen, zum Schutz vor Hochwasser und zum Überwintern kleinere Seitengewässer auf. Mit dem Bau der Binnenkanäle und durch die auf Grund der Eintiefung der Thursohle entstandenen Abstürze ging die Anbindung der Seitengewässer an die Thur für die Fische über weite Strecken verloren. Die für das Jugendstadium vieler Fische wertvollen Seitengewässer sind für die Fische nicht erreichbar. Während die grösseren Individuen der sprungstarken Bachforelle Hindernisse bis ca. 70 cm Höhe in der Regel gut überwinden können, scheitern viele Kleinfischarten und Jungfische schon bei Abstürzen von 20 cm Höhe. Für Barben und Nasen sind die überwindbaren Absturzhöhen grundsätzlich sehr gering. Abstürze von maximal 30 cm konnten von Barben lediglich bei entsprechender Wasserführung noch überwunden werden [56].

## 10.8 Ökologische Defizite

### Fehlende Dynamik

Wie eingangs des Kapitels beschrieben, ist die Dynamik der Schlüsselfaktor des Fliessgewässerökosystems. An der Thur ist die gestaltende Kraft der Dynamik durch die morphologischen Defizite (Querverbauungen, hart verbaute Ufer und Dämme) weitgehend unterbunden.

### Aquatische Lebensräume, Arten

Viele Lebensräume natürlicher Fliessgewässer und ihrer Auenbereiche sind durch den Verbau und die eingeschränkte Dynamik an der Thur nur noch sehr kleinflächig und punktuell vorhanden. Aquatische Lebensräume wie Rinnen, Schnellen, Kolke, Kehrwasser finden sich nur in den wenigen, morphologisch besser klassierten Abschnitten. Lebensraumstrukturen wie Totholz und Unterspülungen sind selten. Entsprechend ist die Verbreitung der auf diese Lebensräume angewiesenen Arten stark eingeschränkt.

## Lebensräume im Einflussbereich des Thur Fluss- und Grundwassers

Ufer- und Auenlebensräume sind vom Wechsel zwischen niedriger und hoher Wasserführung geprägt. Eine typische Lebensraumzonierung einer Aue ist im Kapitel 20 beschrieben und dargestellt. Diese wird aber durch die dynamischen Veränderungen in einem natürlichen Flusssystem meist zu einem vielfältigen Mosaik aus Lebensräumen mit hoher Biodiversität umgestaltet. An der Thur fehlen insbesondere die durch ständige Veränderung geprägten, also flussnahen Ufer- und Auenlebensräume weitgehend. Dies sind selten überschwemmte, offene Kiesflächen, Flusskies-Pionierflur, Auen-Weidengebüsch, Weichholzaunenwald, Prallufer und dynamische Stillgewässer. Hartholzaunenwälder und Altläufe kommen entlang der Thur noch verbreitet vor, häufig liegen sie aber hinter den Hochwasserschutzdämmen und sind dadurch von der Hochwasserdynamik abgeschnitten. Zudem hat sich der Grundwasserspiegel durch die Sohlenerosion in der Thur abgesenkt und die Binnenkanäle entlang der Dämme führen tendenziell zu einer Entwässerung der Umgebung. Dadurch können viele Auenwaldstandorte zu Buchenwaldstandorten degradieren.

## Vernetzung

Neben der aquatischen Längsvernetzung, welche bereits bei der Fischgängigkeit erwähnt wurde und der terrestrischen Längsvernetzung als Wildtierkorridor, spielt auch die Quervernetzung eine wichtige Rolle. Diese ist durch die Uferverbauungen stark eingeschränkt. Durch die schmalen und steilen Uferbereiche ist die Quervernetzung für den aquatischen wie den amphibischen Lebensraum stark beschnitten. Für terrestrische Wildtiere wird die Querung der Thur stark erschwert und dadurch die grossräumige Vernetzung stark gehemmt.

## Wasserqualität, Wassertemperatur

Die Thur weist gemäss chemischen Analysen eine gute bis sehr gute Wasserqualität auf [57]. Die Wassertemperatur steigt gemäss Aussage Fischereiverwaltung stetig in den letzten Jahren an und führt zu vermehrtem Stress bei den sensiblen Fischen.

## 10.9 Weitere Defizite

### Restwasserstrecken

Über die Ausleitkanalsysteme der Thur (Bischofszell, Bürglen, Weinfeld, Müllheim) werden dem Hauptgewässer Thur durch die Wasserkraftnutzungen sehr grosse Mengen an Wasser entnommen. Daraus resultieren die ökologisch beeinträchtigten Restwasserstrecken mit einem Anteil von fast einem Drittel am ganzen Thurlauf im Kanton Thurgau.

### Geschiebehalt

Mit dem Konzept Thur<sup>+</sup> wird die Sohle in einen Gleichgewichtszustand gebracht und der Geschiebehalt ausgeglichen. Mit der Verbreiterung der Thur ist mit einer Sohlenveränderungen zu rechnen. Dabei handelt es sich

mehrheitlich um Auflandungen. Um den Geschiebetrieb nicht zu unterbrechen, wird das aus der Aufweitung zur Verfügung stehende Material grösstenteils zur Sohlenanhebung verwendet.

## Wasserführung/Schwall-Sunk

An der Thur besteht nur ab der Einmündung der Sitter durch das Kraftwerk Kubel bei St. Gallen eine leichte Beeinträchtigung der natürlichen Wasserführung. Die SAK (St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG) wird das Wasserkraftwerk sanieren. Ein Ausgleichsweiher im Sittertal wird künftig die Schwankungen des Wasserabflusses vermindern. Mit der Umsetzung wird frühestens 2023 begonnen.

Beim Ausleitkraftwerk Müllheim und der Papieri Bischofszell besteht zudem bei geringen Thurabflüssen ein Defizit in der Restwasserführung [58].

## Landschaftsbild

Dynamische Flusslandschaften gehören durch die Vielfältigkeit und den ständigen Wandel zu den spannendsten Landschaften für Erholungssuchende. Durch den hohen Verbauungsgrad an der Thur ist dieser landschaftliche Wert auf langen Abschnitten stark vermindert. Die Thur ist auf diesen Abschnitten kaum zugänglich.

## 10.10 Invasive Neophyten

### Gestörte Habitate

Neophyten sind in der Neuzeit (nach 1500) aus fremdem Gebiet eingeführte Pflanzen. Zwei Gründe scheinen für das invasive Verhalten eine wichtige Rolle zu spielen: Das Fehlen artspezifischer Schädlinge und Krankheiten sowie das Vorhandensein gestörter Habitate mit fehlenden Konkurrenzpflanzen [59]. Aus ökologischen Gründen braucht es nur dann einen Unterhalt, wenn Neophyten Überhand nehmen und andere Arten übermässig verdrängen.

### Arten

Im Rahmen der Datenerhebung für ein Pflegemanagement [60] konnte für den Abschnitt Rorerbrücke–Zürcher Schwelle festgestellt werden, dass an der Thur die Spätblühende Goldrute, das Drüsige Springkraut und der japanische Stauden-Knöterich flächenmässig den grössten Teil ausmachen. Die Arten und Dichten dürften im Uferbereich in etwa für die ganze Thurstrecke ähnlich sein. Wo dichtere Ufergehölze stehen, sind meist nur geringe Dichten von Neophyten anzutreffen. Bei offeneren Uferabschnitten können diese Arten sehr dichte Bestände bilden.

### Bekämpfung im Thurraum

Im Raum Weinfeld-Bürglen wurde 2010–2019 versuchsweise eine Neophytenbekämpfungsaktion durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass bei der Bekämpfung der Neophyten zwar sichtbare Erfolge erzielt werden können, eine nachhaltige Eindämmung jedoch nur mit steten und intensiven Massnahmen erzielt werden kann [61] [62].

## Kantonale Neophytenstrategie

Der Kanton Thurgau verfügt über ein Strategie- und Umsetzungskonzept zu invasiven gebietsfremden Organismen [63]. Ziel der Massnahmen ist es, Menschen und Tiere vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch invasive gebietsfremde Organismen zu schützen, die heimische Artenvielfalt zu erhalten, Schäden an Infrastrukturen und Bauten zu verhindern sowie unumgängliche Kosten zur Bekämpfung möglichst effektiv einzusetzen. Für den Gewässerraum, die Landwirtschaftliche Nutzfläche, Naturschutzgebiete, Strassenränder und Wald werden unterschiedliche Prioritäten in der Bekämpfung festgelegt.

## 10.11 Entwicklungsziele

Übergeordnete Ziele und Planungsziele für das Konzept Thur+ werden in Kapitel 2.3 und Kapitel 2.4 genannt.

Die in Kapitel 10.7 und Kapitel 10.8 beschriebenen Defizite sollen durch die kommenden Projekte möglichst behoben werden. Abschliessende Entwicklungsziele für den Bereich Ökologie wurden auf Stufe Konzept Thur+ nicht erarbeitet. Die Entwicklungsziele werden spezifisch für jedes kommende Projekt ausgehend von einer vertieften Erhebung und Analyse des Istzustands ausformuliert. Wichtige Leitschnur für Erarbeitung ist die Vollzugshilfe Anforderungen an Wasserbauprojekte gemäss Art. 4 des Bundesgesetzes über den Wasserbau (WBG, 721.100) [64] beziehungsweise Art. 37 GSchG [1] (in Erarbeitung BAFU, Entwurf in Konsultation).

## 10.12 Ziel- und Leitarten

Für das Konzept Thur+ steht der behördenverbindliche Raumbedarf der Thur im Vordergrund, damit das Hochwasser schadlos abfliessen kann und sich standortgerechte Lebensräume einstellen können. Ziel- und Leitarten werden im Konzept Thur+ nicht abschliessend definiert. Die folgenden Grundlagen sind bei der Auswahl der Ziel- und Leitarten beziehungsweise Lebensräume bei den kommenden Projekten an der Thur zu berücksichtigen.

## National prioritäre Arten und Lebensräume

Mit dem Konzept Artenförderung Schweiz [65] hat das BAFU eine Grundlage für die Umsetzung des Aktionsplans «Strategie Biodiversität Schweiz» im Bereich Erhaltung der einheimischen, wildlebenden Arten geschaffen. Das Konzept Artenförderung soll die Lebensgrundlagen für alle einheimischen Arten verbessern, es hat aber vor allem die National Prioritären Arten und Lebensräume im Fokus. Die Einstufung der Priorität basiert auf dem Gefährdungsgrad der Arten und auf der internationalen Verantwortung für diejenigen Arten, deren Verbreitungsgebiet vorwiegend in der Schweiz liegt. In der digitalen Liste der Vollzugshilfe «Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume – In der Schweiz zu fördernde prioritäre Arten und Lebensräume» [66] können die im Thurgau vorkommenden national prioritären Arten für jeden Lebensraum eingegrenzt werden.

## Ziel- und Leitarten Vernetzungskorridore Vernetzungsprojekt Thurgau

Im Vernetzungsprojekt Thurgau wurden für jeden Vernetzungskorridor Ziel- und Leitarten definiert [54]. Diese sollen, soweit für den eigentlichen Gewässerraum relevant und zielführend, auch bei den kommenden Projekten an der Thur berücksichtigt werden.

## Biodiversitätsstrategie Thurgau

Die sich in Erarbeitung befindliche Biodiversitätsstrategie Thurgau [67] und den sich daraus ergebenden Prioritäten und Förderkonzepte können wichtige Hinweise für die Auswahl der Ziel- und Leitarten für die kommenden Projekte liefern.

## Strategische Planung Sanierung Wasserkraft

Fischaufstiegs- und Fischabstiegshilfen müssen in ihrer Ausgestaltung, an die sie durchwandernden Fischarten angepasst werden [68]. Um auf planerischer Ebene Vorgaben machen zu können, wurden die Zielfischarten für die Thur bestimmt: Äsche, Bachforelle, Lachs, Barbe, Nase, Groppe, Strömer, Schneider [55].

Der Lachs gilt als in der Schweiz ausgestorben (RE) [45]. Der Lachs laicht auf zügig überströmten Kiesbänken mit einer mindestens 30 cm mächtigen Kiesschicht, in der er seine Eier vergräbt. Die Thur weist solche geeigneten Lachshabitate auf. Der Lachs stieg früher mindestens bis Bischofszell auf - darum gilt der ganze Unterlauf der Thur als Wiederbesiedlungsgebiet für diesen Fisch [69].



# 11 Massnahme Gewässerraum

## 11.1 Ziele

Mit der Festlegung des Gewässerraums werden folgende Ziele erreicht:

- Sicherstellung Hochwasserschutz
- Sicherstellung der natürlichen Funktionen
- Sicherstellung Gewässernutzung

Die Erholungsnutzung wird diesen Funktionen überlagert, in Analogie zu den Waldplänen des Kantons.

## 11.2 Allgemeines

### Gesetzliche Grundlagen

Am 1. Januar 2011 trat das revidierte GSchG [1] in Kraft. Darin werden die Kantone verpflichtet, den Raumbedarf der oberirdischen Gewässer bis zum 31. Dezember 2018 festzulegen und diesen bei der Richt- und Nutzungsplanung zu berücksichtigen (Art. 36a GSchG). Mit der Änderung der GSchV vom 1. Mai 2011 [12] hat der Bundesrat den Grundsatz von Art. 36a GSchG konkretisiert und weitreichende Vorschriften zur Festlegung des Gewässerraums erlassen.

### Gewässerraumausscheidung im Kanton Thurgau

Im Kanton Thurgau werden die Vorschriften des Bundes zu den Fließgewässern, mit Ausnahme der Thur, in zwei Phasen umgesetzt:

#### a) behördenverbindlicher Raumbedarf

In einem ersten Schritt wurde der Raumbedarf durch den Kanton als behördenverbindliche Grundlage für alle im Gewässerkataster enthaltenen Fließgewässer und stehende Gewässer festgelegt. Die behördenverbindliche Festlegung des Raumbedarfs der Gewässer hat keine unmittelbare Wirkung auf den Einzelnen. Insbesondere bleiben die Abstandsvorschriften des PBG [9] und der dazugehörigen Planungs- und Bauverordnung (PBV) [70] bis zur grundeigentümerverbindlichen Festlegung der Gewässerraumlinien anwendbar.

#### b) grundeigentümerverbindlicher Gewässerraum

In einem zweiten Schritt legen die Gemeinden gemäss Regierungsratsbeschluss Nr. 1074 vom 18. Dezember 2018 [71] auf Basis des behördenverbindlichen Raumbedarfs entweder den grundeigentümerverbindlichen Gewässerraum fest oder begründen den Verzicht. Dies erfolgt im Rahmen einer Sondernutzungsplanung in Form von Gewässerraumlinien.

### 11.3 Vorgehen bei der Thur

Bei der Thur handelt es sich in der Gewässerraumausscheidung um einen Sonderfall. Aufgrund der einzigartigen Ausgangslage an der Thur, mit den teilweise sehr grossen Vorländern von bis zu 300 m Breite zwischen den bestehenden Dämmen, soll der grundeigentümergebundene Gewässerraum auf der gesamten Länge der Thur gemäss dem Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020–2024 (Kapitel A3-2, Handbuch PV) [72] vorgeschlagenen Vorgehen sukzessive festgelegt werden. Bei der Festlegung des grundeigentümergebundenen Gewässerraums soll zu den beiden heute im Vordergrund stehenden Aspekten «Sicherheit» und «Nutzung» der Aspekt «Ökologie» schrittweise hinzugefügt werden. Im Handbuch PV schlägt das BAFU ein Vorgehen für die Gewässerraumausscheidung bei Revitalisierungen vor, die durch eine selbsttätige Gewässerdynamik erfolgen sollen. Die Arbeitshilfe der Schweizerischen Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren-Konferenz (BPUK) enthält im Modul 3.1 den Grundsatz, dass entsprechend die natürliche Erosion zu tolerieren ist [73].

#### Phase 1 – Behördenverbindlicher Raumbedarf

Im Rahmen des Konzepts Thur+ wird der behördenverbindliche Raumbedarf ausgedehnt. Dieser umfasst den Abflusskorridor der Thur, die Dämme, die Binnenkanäle sowie Flächen mit ökologischem Potenzial (Abbildung 30). In Abschnitten ohne Dämme definiert sich der behördenverbindliche Raumbedarf durch die Fläche, welche rechnerisch bei einem  $HQ_{100}$  benetzt wird ( $HQ_{100}$ -See) oder durch Flächen mit ökologischem Potenzial. Übergeordnet wird in jedem Fall der voraussichtliche minimale grundeigentümergebundene Gewässerraum eingehalten.



Abbildung 30: Schema des behördenverbindlichen Raumbedarfs, als Summe der Teilbereiche des Thursystems (Phase 1) [74]

#### Phase 2 – Grundeigentümergebundener Gewässerraum

Die grundeigentümergebundene Festlegung des minimalen Gewässerraumes für die Thur, bei der die Nutzungsbeschränkungen gemäss GSchG und GSchV zur Anwendung kommen, erfolgt, basierend auf dem Regierungsratsbeschluss des Kantons Thurgau Nr. 1074 bis Ende 2026 durch die Gemeinden [71].

Die Breite des voraussichtlichen minimalen grundeigentümergebundenen Gewässerraums berechnet sich gestützt auf Art. 41a Abs. 1 GSchV wie folgt:

«Art. 41a Abs. 1 Bst. c. GSchV für Fliessgewässer mit einer Gerinnesohle von mehr als 5 m natürlicher Breite: die Breite der Gerinnesohle plus 30 m.»

In kommenden Projekten kann der Gewässerraum grösser als die minimalen Anforderungen ausgeschieden werden (Abbildung 31). Es handelt sich dabei um einen erhöhten Gewässerraum, der ausschlaggebend für die Gestaltungs- und Entwicklungsmöglichkeiten eines Gewässers ist. Gemäss Art. 54a GSchV richtet sich die Höhe von Abgeltungen für die Durchführung von Massnahmen zur Revitalisierung daher auch nach der Breite des Gewässerraums. Im Kapitel 29 wird vertieft auf die Subventionierung des erhöhten Gewässerraums eingegangen.

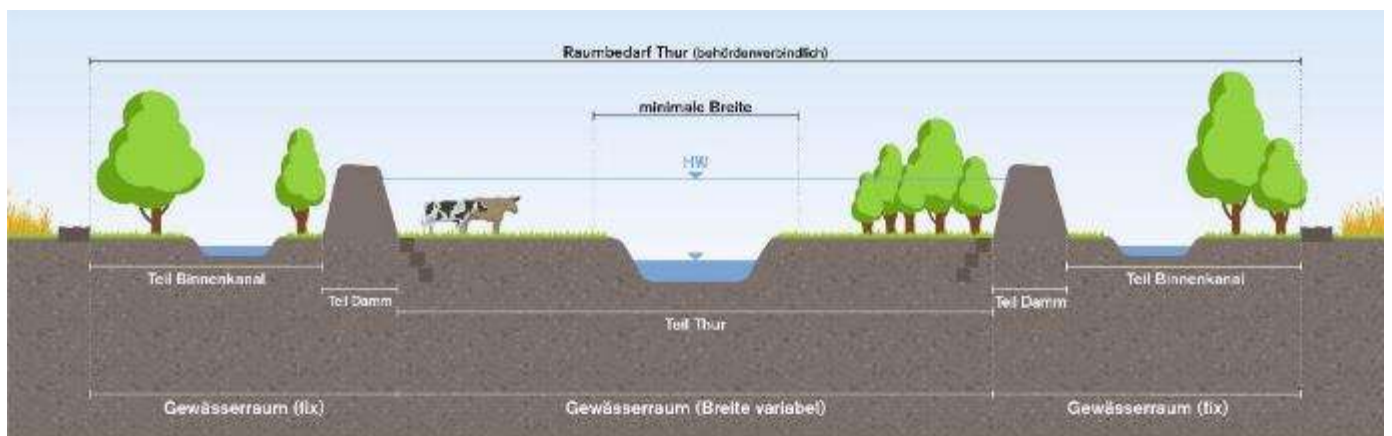


Abbildung 31: Schema des grundeigentümergebundenen Gewässerraums der bis Ende 2026 festgelegt wird (Phase 2) [74]

### Phase 3 – Gewässerraum bei Projektgenehmigung

Im jeweiligen Abschnitt, der mittels eigendynamischer Entwicklung revitalisiert werden soll, werden Interventionslinien erarbeitet und im Rahmen des kommenden Projektes festgelegt. Der minimale grundeigentümergebundene Gewässerraum bleibt weiterhin in Kraft oder wird in Anlehnung an die Interventionslinien angepasst. Hierfür sind der Kanton und die Gemeinden zuständig.

### Phase 4 – Anpassung Gewässerraum mit eigendynamischer Entwicklung

Der Raum, den die Thur im Laufe der Gewässerentwicklung bis zur Interventionslinie in Anspruch nimmt, wird beobachtet. Der grundeigentümergebundene Gewässerraum wird, wo notwendig nochmals angepasst.

Mit dem phasenweisen Vorgehen werden nicht alle landwirtschaftlich genutzten Flächen, die im Vorland liegen, von einem Tag auf den anderen aus

## Massnahme Gewässerraum

der landwirtschaftlichen Produktion genommen. Vielmehr wird eine schrittweise Verlagerung der Grenze (Gewässerraumlinie) zwischen «normal» nutzbarem Vorland und «von der Thur in Besitz genommenem Raum» erreicht. Zusammen mit den für die Gewährleistung des Hochwasserschutzes unabdingbaren Dämme (terrestrischer Raum) und Binnenkanäle (terrestrisch-aquatischer Raum) ist der maximal mögliche grundeigentümergebundene Gewässerraum mit dem behördenverbindlichen Raumbedarf gesichert.

### Zeitliche Entwicklung

Das Vorgehen ermöglicht eine schrittweise Umgestaltung und Umnutzung des Thurvorlands. Mit der eigendynamischen Entwicklung der Thur vergrössert sich der dynamische Entwicklungsraum zwischen den Dämmen schrittweise und entsprechend dieser Entwicklung wird die grundeigentümergebundene Gewässerraumlinie angepasst (Abbildung 32). Die Grundlage für die notwendigen Anpassungen liefert die regelmässige Dokumentation dieser Entwicklung, mittels Orthofotos und Vermessung. Das Verfahren zur Anpassung des grundeigentümergebundenen Gewässerraums stützt sich auf die Abs. 2–5 PBG sowie die Art. 6 und 29–31 PBG. und erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen Wasserbauingenieuren und Planern, der Gemeinde, des Kantons und den Grundeigentümern.

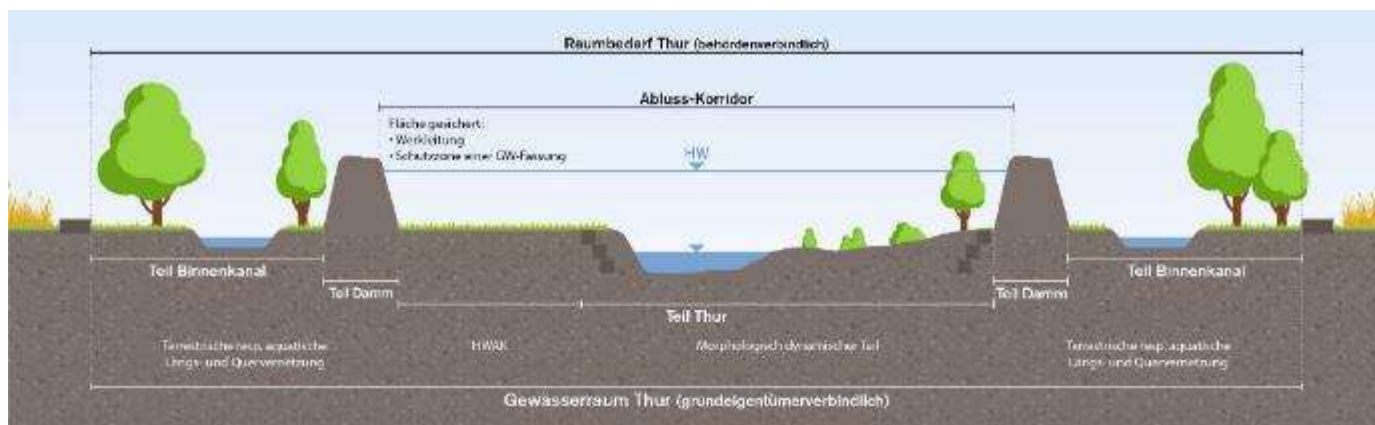


Abbildung 32: Schema des Endzustands (>20 Jahre) des grundeigentümergebundenen Gewässerraums für die Thur, mit geschützten Bereichen im Thurvorland [74]

### Interessenabwägung

Mit diesem Vorgehen sind viele Grundstücke mit unterschiedlicher Nutzung betroffen. Die heutige Nutzung der Vorlandflächen erfolgt entweder landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich, respektive land- und forstwirtschaftlich, in wenigen Fällen sind auch Bauzonen betroffen. Im Konzept Thur+ wird noch keine Interessensabwägung vorgenommen, sondern vorerst der behördenverbindliche Raumbedarf für die Thur ausgeschieden. Im Kapitel 34 werden die methodischen Grundlagen für die in den kommenden Projekten durchzuführenden Interessensabwägungen aufgearbeitet.

## 11.4 Grundlagen

### Natürliche Sohlenbreite

Die natürliche Sohlenbreite entspricht der natürlichen mittleren Breite der Gewässersohle innerhalb eines ausgewählten Gewässerabschnittes. Die Sohle ist der Anteil an der Breite eines Gerinnes, der von mehrjähriger terrestrischer Vegetation frei ist (gehölzfrei), abzüglich der Böschungsbreite. Verbaute und eingetieftete Gewässer weisen in der Regel schmalere Sohlenbreiten und eine geringe, eingeschränkte oder fehlende Wasserspiegelbreitenvariabilität auf [34].

### Minimaler Gewässerraum

Bei Revitalisierungen, die eine selbsttätige Gewässerdynamik umfassen, ist der minimale Gewässerraum gemäss dem Handbuch PV zu ermitteln. Der minimale Gewässerraum der Thur ist demzufolge in Anlehnung an Art. 41a Abs. 1 GSchV zu bestimmen.

Gemäss dem Handbuch PV ist vorgesehen, dass Fliessgewässer wie die Thur durch ihre natürliche Dynamik den umliegenden Raum allmählich in Anspruch nehmen. Dieser kann dann sukzessive in Gewässerraum überführt werden. Schutzbauten und schützenswerte Bereiche im Vorland der Thur mit entsprechenden baulichen Sicherungselementen werden vor der Erosion geschützt. In der Zwischenzeit soll der endgültige Raum, der für die Gewässerentwicklung benötigt wird, mittels raumplanerischer Massnahmen gesichert werden. Damit der Gewässerraum hinsichtlich der Biodiversität als ökologisch qualitativ hochstehender Lebensraum für die Vernetzung und als Übergangselement vom Wasser zum Land (Ökoton) dienen kann, darf er nur extensiv bewirtschaftet werden (siehe Kapitel 18).

## 11.5 Herleitung des behördenverbindlicher Raumbedarfs

### 1. Schritt zur Ermittlung des behördenverbindlichen Raumbedarfs

In einem ersten Schritt wird der voraussichtliche minimale grundeigentü-merverbindliche Gewässerraum ermittelt. Dieser setzt sich zusammen aus der natürlichen Sohlenbreite der Thur + 30 m (Abbildung 33). Die Ermittlung der natürlichen Sohlenbreite folgt aus dem Bericht «Natürliche Sohlenbreite grosser Fliessgewässer im Kanton Thurgau» [34].

Die natürliche Sohlenbreite der Thur wird mit 80–220 m bestimmt. Somit beträgt der minimale Gewässerraum der Thur 110–250 m. Es wird angenommen, dass aufgrund der schrittweisen Ausdehnung des Gewässers, alle 5–10 Jahre eine Anpassung des Gewässerraums erfolgen wird und dass die betroffenen Grundeigentümer diese Anpassungen akzeptieren, respektive langfristig betrachtet die Vorlandflächen in Zukunft im Eigentum des Kantons Thurgaus sein werden.

# Massnahme Gewässerraum

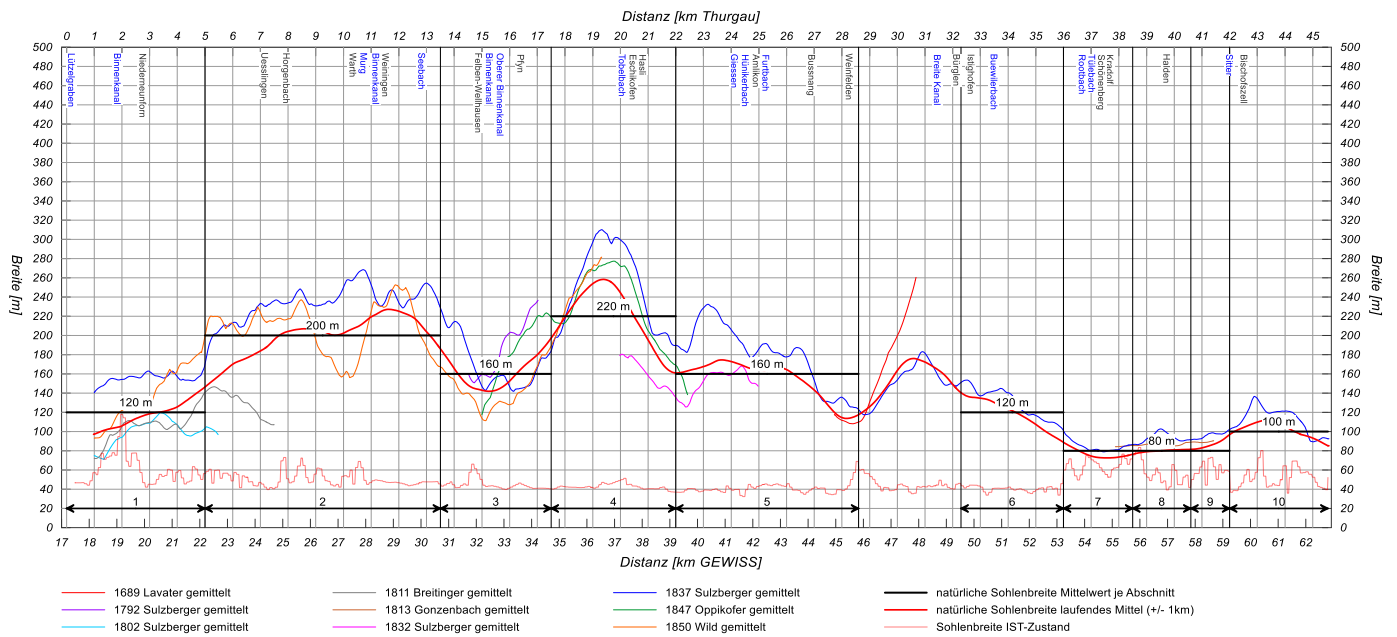


Abbildung 33: Auswertung der Längenprofil-Breiten aus den historischen Karten geglättet und in Abschnitte unterteilt [75]

## 2. Schritt zur Ermittlung des behördenverbindlichen Raumbedarfs

In einem zweiten Schritt wird der behördenverbindlichen Raumbedarfs (gemäss Phase 1) der Thur nach folgenden Ansätzen ausgeschieden:

### a) Voraussichtlicher minimaler grundeigentümergebundener Gewässerraum

Die Breite des behördenverbindlichen Raumbedarfs entspricht mindestens derjenigen des voraussichtlichen minimalen grundeigentümergebundenen Gewässerraums.

### b) Hochwasserschutz (Abflusskorridor)

Gemäss GSchG hat der Gewässerraum unter anderem die Aufgabe, den Hochwasserschutz sicherzustellen. Der Raum für den Schutz vor Hochwasser wurde als derjenige Raum modelliert, welcher heute im Falle eines  $HQ_{100}$  ohne Dammbüche überflutet würde, der Abflusskorridor, der sogenannte  $HQ_{100}$ -See. Dieser Abflusskorridor entspricht den historisch gewachsenen, gesellschaftlichen Vorstellungen zum Ziel-Raubedarf der Thur zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes. Sie entspricht grundsätzlich der Fläche zwischen den bestehenden Hochwasserschutzdämmen. Die Dämme mit ihren Binnenkanälen sind wesentliche Elemente des Hochwasserschutzes der Thur. Der behördenverbindliche Raumbedarf umfasst demzufolge die Flächen des  $HQ_{100}$ -Sees, die rechts und linksseitig liegenden Dämme sowie den behördenverbindlichen Raumbedarf der Binnenkanäle, der durch den Kanton Thurgau schon ausgeschieden wurde.

### c) Ökologisches Potenzial

Neben dem Abflusskorridor innerhalb der bestehenden Dämme blieb in der Landschaft das Wissen weitgehend erhalten, welcher Raum zeitweise von der Dynamik der Thur geprägt ist. Trotz Thurkorrektion sind diese Zonen

auch heute kaum besiedelt, in der Zonenplanung oft als Forst- und Landschaftsschutzzonen ausgewiesen oder sie tragen eindeutige Ortsbezeichnungen. Soweit diese Landschaftselemente naturnah ausgeprägt sind, bilden sie das heute zur Verfügung stehende Potenzial zur Sicherstellung der ökologischen Vernetzungsfunktion «Land –Wasser».

### Umsetzung der oben genannten Ansätze

Die Seitenbäche der Thur werden zunächst in Binnenkanälen gesammelt, entlang der Dämme geführt und an hydraulisch geeigneten Stellen der Thur zugeführt. Dadurch werden Lücken im Dammsystem vermieden. Die Binnenkanäle werden deshalb durch die hydraulischen Gegebenheiten und die Lage der Thurdämme bestimmt. Die Lage der Thurdämme wird wiederum durch verschiedene, natürliche Faktoren und auf je unterschiedliche Arten bestimmt:

- Die Topografie
- Einschränkende Objekte wie Grundwasserschutzzonen
- Ökologische Überlegungen wie Auenwalddynamik
- Die topographisch mögliche Lage der Binnenkanäle

Aus diesen Gründen können Dämme und Binnenkanäle nicht beliebig in der Landschaft platziert werden.

Der schon durch den Kanton Thurgau ausgeschiedene behördenverbindliche Raumbedarf der Bäche kann sich mit dem behördenverbindlichen Raumbedarf der Thur überlagern. Die Kraftwerkskanäle werden grundsätzlich nicht in den behördenverbindlichen Raumbedarf der Thur miteinbezogen, können sich aber überlagern. Als Sonderfall wird der Kraftwerkskanal oberhalb von Bischofszell behandelt, da er als Vorfluter vieler natürlicher Fliessgewässer dient. Er wird wie die Binnenkanäle in den behördenverbindlichen Raumbedarf der Thur integriert.

In Zonen ohne Dämme wird der HQ<sub>100</sub>-See zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes verwendet. Rückstaubereiche hinter den Dämmen oder Überflutungen von Flächen mit überwiegenden landwirtschaftlichen Interessen sind nicht Teil des behördenverbindlichen Raumbedarfs. Sie werden bei Bedarf durch Objektschutzmassnahmen geschützt.

Bei einseitigen Siedlungszonen wird der behördenverbindliche Raumbedarf asymmetrisch zugunsten der Bauzone ausgeschieden. Dieser Ansatz basiert auf der Schutzzielmatrix des Kantons Thurgau, bei der aufgrund des erhöhten Schadenspotenzials für Siedlungszonen ein höheres Schutzziel angestrebt wird. Bei beidseitig liegenden Bauzonen muss der voraussichtliche minimale grundeigentümergebundene Gewässerraum eingehalten werden. In diesem Fall ergeben sich Überlagerungen von Siedlungszonen mit dem behördenverbindlichen Raumbedarf.

Auenschutzgebiete von nationaler Bedeutung werden in den behördenverbindlichen Raumbedarf integriert. Wo Dämme und Binnenkanäle für den

Hochwasserschutz benötigt werden, wird der dafür benötigte Raum als Pufferzone ausserhalb der Auenschutzgebiete im behördenverbindlichen Raumbedarf gesichert.

Gebiete, die aufgrund ihrer eindeutigen Ortsbezeichnung eine vergangene Prägung durch die Thur aufweisen, jedoch durch landschaftszerschneidende anthropogene Elemente zerschnitten werden, wie beispielsweise das Auholz bei Sulgen oder überwiegende landwirtschaftliche Interessen aufweisen (FFF gemäss Sachplan), werden nicht in den behördenverbindlichen Raumbedarf integriert.

Bei markanten Geländesprüngen, wie dem «Chatzestaager Felse», wird der behördenverbindliche Raumbedarf asymmetrisch ausgeschieden, so dass die eine Begrenzungslinie 15 m hinter der oben liegenden Geländekante zu liegen kommt. Der voraussichtliche minimale grundeigentümergebundene Gewässerraum bildet die minimal mögliche Breite für die asymmetrische Ausscheidung.

### Ausscheidung

Der so festgelegte behördenverbindliche Raumbedarf der Thur beschreibt die heute machbare und ökologisch sinnvolle Gewässerraumbreite. Sie ist keine durchgehend feste Grösse und hängt vom aktuellen, geologisch-geographischen und ökologischen Kontext ab. Die Linien des behördenverbindlichen Raumbedarfs werden nicht geglättet und sind deckungsgleich mit den umhüllenden Gebieten.

### Beispiel für die Ausscheidung des behördenverbindlichen Raumbedarfs

Für die bessere Nachvollziehbarkeit der Ausscheidung des behördenverbindlichen Raumbedarfs dient folgendes Beispiel im Gebiet Kradolf-Schönenberg-Bürglen:

#### a) Voraussichtlicher minimaler grundeigentümergebundener Gewässerraum

Für die Bestimmung des minimalen grundeigentümergebundenen Gewässerraums wird die Thur in Abschnitte unterteilt und die natürlichen Sohlenbreiten der Thur ausgewertet. Obwohl bereits kanalisiert, lassen sich diese in alten Karten Thur erkennen (Abbildung 34). Die Daten aus den alten Karten werden gemittelt und geglättet und so die natürlichen Sohlenbreiten der Thur über einen bestimmten Abschnitt bestimmt (Abbildung 33, Abschnitte 6 und 7). Im betrachteten Abschnitt 6 führt dies zu einer natürlichen Sohlenbreite von 120 m was mit den gemäss GSchV vorgegebenen zusätzlichen 15 m links- und rechtsseitigen Uferstreifen einen voraussichtlichen minimalen grundeigentümergebundenen Gewässerraum mit einer Breite von 150 m ( $120\text{ m} + 2 \cdot 15\text{ m}$ ) ergibt und im Abschnitt 7 bei Kradolf-Schönenberg mit einer gemittelten Breite von 80 m einen von 110 m ( $120 + 2 \cdot 15\text{ m}$ ) (Abbildung 35).





Abbildung 34: Sulzbergerkarte 1834-1837 [76]



Abbildung 35: Voraussichtlicher minimaler behördenverbindlicher Gewässerraum (hellgrün) [5]

### b) Überschwemmungsflächen eines HQ<sub>100</sub>

Durch 2D-Simulationen in einem digitalen 3D-Modell der Thur wurde der HQ<sub>100</sub>-See der Thur ermittelt. Im Bereich der Chisgruebe, welche keine Dämme aufweist, wird ein Teil des HQ<sub>100</sub>-Sees nicht in den behördenverbindlichen Raumbedarf miteinbezogen. Es handelt sich bei dem ausgegrenzten Gebiet um einen Rückstaubereich mit Fruchtfolgeflächen (FFF). (Abbildung 36 und Abbildung 37).

Beim Abschnitt 7 Kradolf-Schönenberg handelt es sich um eine Engstelle aufgrund der beidseitigen Siedlungszonen. In diesem Bereich muss der behördenverbindliche Raumbedarf mindestens dem voraussichtlichen minimalen grundeigentümergeverbindlichen Gewässerraum entsprechen und die Hochwassersicherheit, ermittelt durch den HQ<sub>100</sub>-See, muss gewährleistet werden (Abbildung 38 und Abbildung 39).

## Massnahme Gewässerraum



Abbildung 36: Bereich Chisgrube mit voraussichtlich minimalen grundeigentümerverbindlichen Gewässerraum (hellgrün), HQ<sub>100</sub>-See (blau) und FFF (rosa) [5]

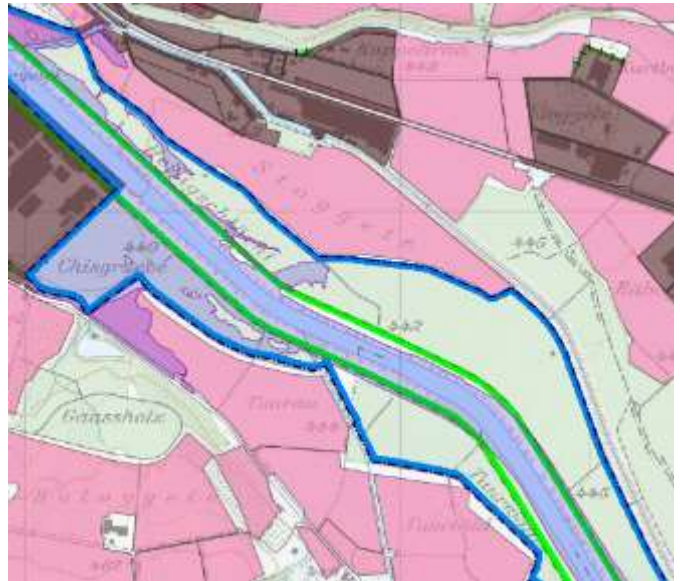


Abbildung 37: Bereich Chisgrube mit voraussichtlich minimalen grundeigentümerverbindlichen Gewässerraum (hellgrün), HQ<sub>100</sub>-See (blau) und FFF (rosa) als Grundlage für den behördenverbindlichen Raumbedarf (dunkelblau) [5]

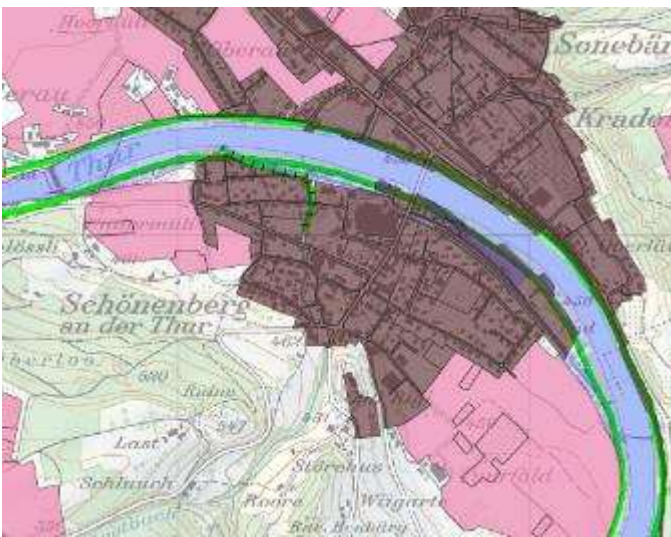


Abbildung 38: Bereich Kradolf-Schönenberg mit voraussichtlich minimalen grundeigentümerverbindlichen Gewässerraum (hellgrün), HQ<sub>100</sub>-See (blau) und Siedlungszonen (braun) [5]

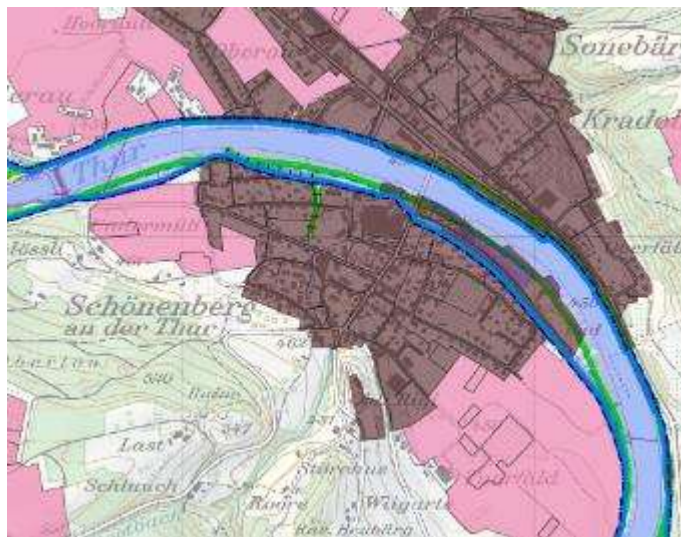


Abbildung 39: Bereich Kradolf-Schönenberg mit voraussichtlich minimalen grundeigentümerverbindlichen Gewässerraum (hellgrün), HQ<sub>100</sub>-See (blau) und Siedlungszonen (braun) als Grundlage für den behördenverbindlichen Raumbedarf (dunkelblau) [5]

## c) Ökologisches Potenzial

In aktuellem Kartenmaterial [77] finden sich anhand der Ortsnamen diverse Hinweise auf Landschaftselemente, die zwar nicht mehr mit der Thur vernetzt sind, aber in manchen Abschnitten weitgehend erhalten blieben. Im betrachteten Beispiel handelt es sich beim Tuurau, Tuurwald und dem Auholz um alte Auengebiete (Abbildung 40). Der Begriff Tuurwald weist auf eine von der Thur geprägte Vergangenheit hin und beim Tuurau und Auholz ist die Vergangenheit als Aue aus der Ortsbezeichnung abzuleiten. Zwischenzeitlich wurden diese Gebiete zu Nutzwald oder Landwirtschaftsfläche umgenutzt, sind jedoch im Waldentwicklungsplan als «weitere für die Biodiversität wertvolle Flächen» ausgewiesen [78] und werden grundsätzlich in den behördenverbindlichen Raumbedarf der Thur miteinbezogen. Das Tuurau wird landwirtschaftlich als FFF genutzt und liegt ausserhalb des HQ<sub>100</sub>-Sees. Es wird vom behördenverbindlichen Raumbedarf ausgeschlossen. Ein grosser Teil des Auholz wird durch einen für die Wasserkraft genutzten Kanaldamm «Obere Kanal» von der Thur abgetrennt. Dieses landschaftszerschneidende, anthropogene Element von übergeordnetem Interesse führt dazu, dass dieser Bereich in Zukunft von der Thur nicht beeinflusst werden wird. Aus diesem Grund umfassen die Grenzen des behördenverbindlichen Raumbedarfs nicht das gesamte Auholz, sondern werden entlang des Kraftwerkkanals gezogen (Abbildung 41).

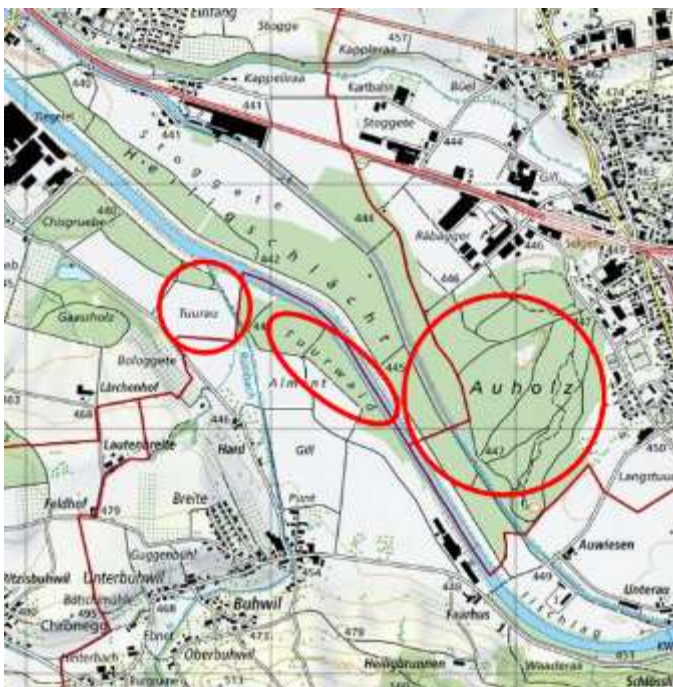


Abbildung 40: Aktuelle Karte mit von der Thur beeinflussten Gebieten zwischen Kradolf-Schönenberg und Bürglen (rot umkreist) [77] [5]

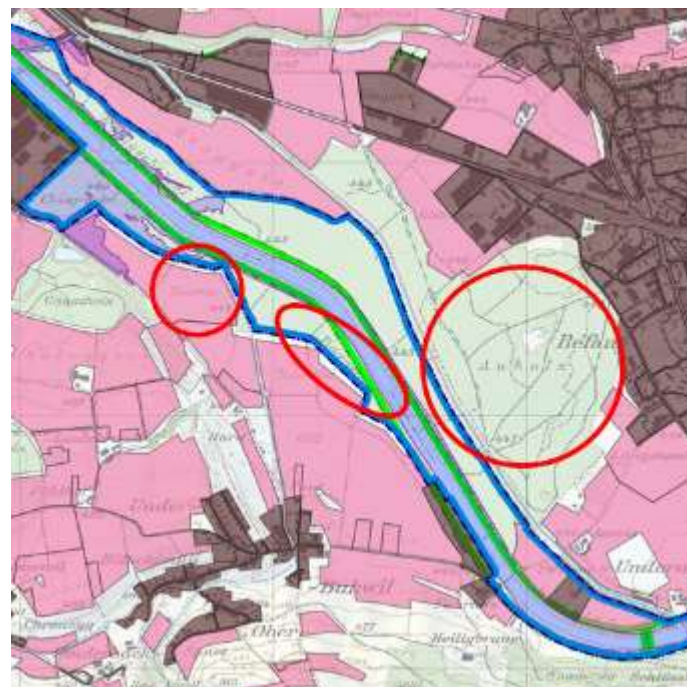


Abbildung 41: Von der Thur beeinflusste Gebiete zwischen Kradolf-Schönenberg und Bürglen (rot umkreist) mit voraussichtlichem minimalen grundeigentümergebundenen Gewässerraum (hellgrün), HQ<sub>100</sub>-See (blau), FFF (rosa), Siedlungszonen (braun) als Grundlage für den behördenverbindlichen Raumbedarf (dunkelblau) [5]

### Spezialfall Abschnitt Bonau

Das Vorgehen für die dynamische Eigenentwicklung der Thur ist für die gesamte Thur zwischen Niederneunforn und Bischofszell gültig. Im Abschnitt Bonau bestehen besonders breite Vorländer, weshalb die bestehenden Dämme mit dem vorstehend aufgeführten Lösungsansatz wohl zu einem ökologisch betrachtet grosszügigem behördenverbindlichen Raumbedarf führen, aber die zeitliche Eigenentwicklung des morphologisch dynamischen Gewässerraumes sehr lange dauern würde. Zudem ist der Grundsatz, dass mit den heute vorhandenen Kulturlandflächen sorgfältig umgegangen werden soll, anzuwenden.

Folgende Kriterien unterscheiden den Spezialfall vom allgemeinen Fall:

Tabelle 10: Kriterien für den Spezialfall

Kriterium	Messgrösse
Abgrenzung des Hinterlandes mit Damm	Bestehender Damm
Breite Vorlandparzelle (einseitig)	(klein, gross) ganz gross > 150 m
Nutzung	Intensive Landwirtschaft
Fruchtfolgefäche (FFF)	Ausgeschieden, zusammenhängende Fläche > 15 ha
Überflutungshäufigkeit	Gering $Q > 600 \text{ m}^3/\text{s}$
Akzeptanz Überflutung	Der Bereich wird als Hochwasserabflusskorridor fallweise und ungesteuert überflutet; es gibt keine Entschädigung.

## 12 Massnahme Ertüchtigung Dammsystem

### 12.1 Erkenntnisse aus vergangenen Ereignissen

#### Zugänglichkeit

Im Hochwasserfall wird das Dammsystem engmaschig überwacht, das heisst der Dammkörper und insbesondere der luftseitige Dammfuss werden optisch kontrolliert. Bei lokalen Vernässungen werden umgehend Massnahmen ergriffen.

Bei früheren Damnbrüchen wirkte es sich sehr erschwerend aus, wenn die Dämme für Lastwagen nicht befahrbar waren. Um bei Hochwassersituationen die Dämme zu überwachen und um bei drohender Gefahr wirksam eingreifen zu können, müssen sie deshalb mit schweren Lastwagen befahren werden können. Sei es, um Schüttmaterial, Verbauungssteine, Sand oder Sandsäcke herbeizuschaffen oder um entstandene Schäden rasch zu beheben [18].

### 12.2 Ziele

#### Reduktion der Versagenswahrscheinlichkeit

Mit der Ertüchtigung des Dammsystems werden folgende Ziele erreicht:

- Vermeidung der heutigen Versagensmechanismen wie: Hydraulischer Grundbruch, inhomogener Aufbau, Instabilität auf Grund der Bestockung, Werkleitungen oder Tierbauten, Instabilität auf Grund von geometrisch ungünstiger Ausbildung des Dammkörpers.
- Sicherstellung Freibordhöhen
- Sicherstellung Zugänglichkeit für den Unterhalt mindestens auf der Dammkrone und am luftseitigen Dammfuss

### 12.3 Risiko von Damnbrüchen und Unsicherheiten

#### Aktuell hohes Risiko

Der Schutz des Thurtals vor Hochwasser basiert massgeblich auf einem System von Dämmen (Abbildung 42). Dennoch führten bislang grössere Hochwasser der Thur regelmässig zu Damnbrüchen. Sowohl das 1965er als auch das 1999er Hochwasser entsprach hierbei lediglich einem ca. 10–20-jährlichen Ereignis. Die in den letzten 50 Jahren erlebte Eintretenswahrscheinlichkeit eines Dambruches ist also weit grösser als die eines HQ<sub>100</sub>. Auch in der Bearbeitung der Gefahrenkarte [27] zeigte sich im Modell, dass gewisse Dammabschnitte rechnerisch bereits bei einem HQ<sub>30</sub> versagen, so zwischen Eschikofen und Frauenfeld mit beidseitigen Ausuferungen und flächigen Überflutungen bis ins Siedlungsgebiet. Betroffen sind die Orte Eschikofen, Hüttlingen, Felben, Frauenfeld und Pfyn. Bei einem HQ<sub>100</sub> treten weitere Defizite in Weinfeld, Hasli und in Grüneck auf.

## Massnahme Ertüchtigung Dammsystem

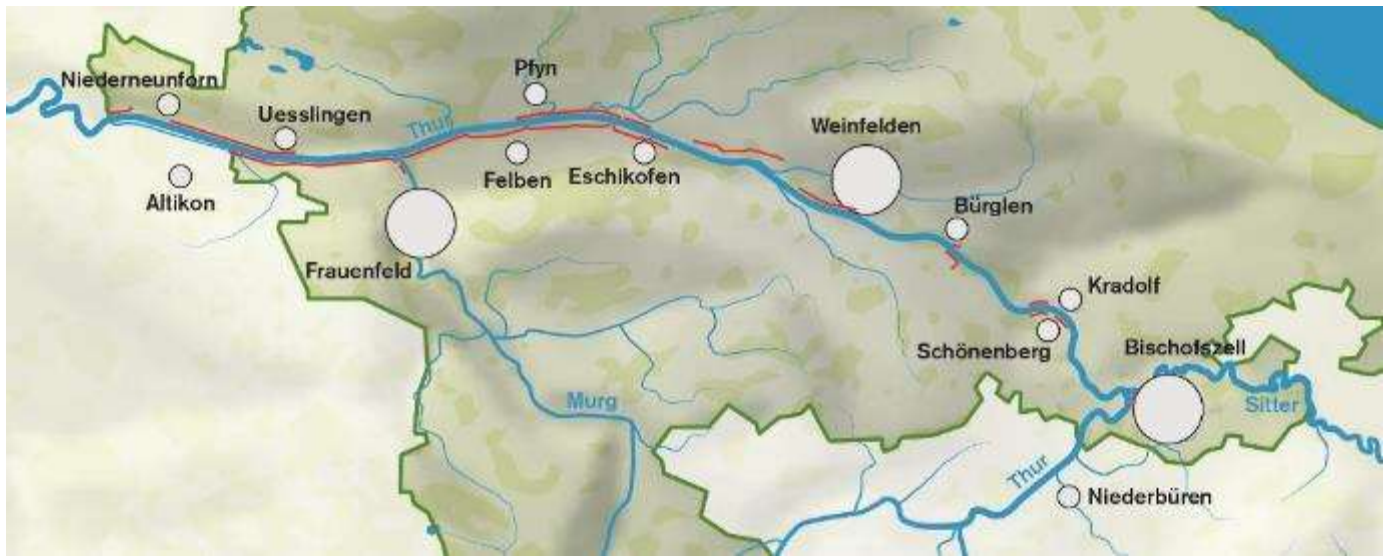


Abbildung 42: Aktuelle Dammsrecken der Thur [5]

### Baumaterial

Die Beurteilung der Stabilität der Dammschnitte ist mit bedeutenden Unsicherheiten behaftet. So ist es ungewiss, welche Materialien beim Dammbau zum Einsatz kamen. Es kann davon ausgegangen werden, dass im ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhundert ausschliesslich lokales Material (Deckschichten, Überschwemmungssedimente) verbaut wurde. Damals waren die technischen Hilfsmittel bescheiden und es ist davon auszugehen, dass das Dammmaterial nicht optimal verdichtet, das heisst, relativ locker eingebaut wurde. Im Rahmen der 2. Thurkorrektur (ab 1979) wurde lokales Material, aber auch zugeführtes (lehmiges) Material verbaut. Die Reparatur der Hochwasserschäden an den Dämmen erfolgte oft unter Zeitdruck. Solche nicht nachbearbeiteten Flickstellen müssen als spätere Schwachstellen angesehen werden.

### Bestockung

Die Hochwasserdämme der Thur weisen über weite Strecken Bestockungen (Bäume und Sträucher) auf. Diese Bestockungen beeinträchtigen zum Teil die Stabilität der Dämme und verstärken die Unsicherheit zur Beurteilung der Dammsstabilität im Ereignisfall:

- Aufgrund von durch Windwurf entwurzelte Bäume können Hohlräume im Damm entstehen. Dies kann zu einer Schwächung des Dammquerschnittes führen.
- Durch das Wurzelwachstum der Bäume wird das Dammmaterial aufgelockert. Abgestorbene Wurzeln bieten Sickerwege, was zu gefährlichen inneren Dammerosionen führen kann.
- Gehölzgruppen auf und am Damm bieten einen Lebensraum für grabaktive Tiere wie Dachs oder Fuchs. Die entstehenden Gänge führen zu erheblichen Schwächungen des Damms.

- Mögliche Austritte von Sickerwasser im Hochwasserfall sind bei einer dichten Bestockung nicht erkennbar. Die Einsehbarkeit des Hochwasserdamms ist nicht gewährleistet.

### Werkleitungen

Werkleitungen sind analog zu Bestockungen und Tierbauten zu werten. Sie beeinträchtigen zum Teil die Stabilität der Dämme und verstärken die Unsicherheit zur Beurteilung der Dammsstabilität im Ereignisfall.

### Infiltrationen

Auf Teilstrecken ist ein Unterhaltsweg auf dem Dammkörper vorhanden. Bei ungenügendem Unterhalt des Weges (lokale Tiefpunkte, Wasserlachen) infiltriert Oberflächenwasser in den Dammkörper. Hieraus können Instabilitäten entstehen. Eine Oberfläche mit den notwendigen Anforderungen kann durch intensiven Unterhalt und eine Nutzungsbeschränkung (keine schweren landwirtschaftlichen Fahrzeuge) sichergestellt werden.

### Geometrie

Ein Hochwasserschutzdamm muss gewissen geometrischen Anforderungen genügen. Bei Überschreiten der optimalen Böschungsneigung oder zu schlankem Dammkörper resultieren Bereiche, die bei starker Durchnässung zu Rutschungen neigen. Aufgrund von setzungsempfindlichem Untergrund oder ungenügender Verdichtung bei der Realisierung kann es zu Setzungsproblemen kommen. Um dem entgegenzuwirken, werden Damme überhöht ausgeführt.

### Binnenkanäle

Auf Teilstrecken verlaufen die Binnenkanäle unmittelbar neben dem landseitigen Dammfuss. Dies kann durch Durchnässung oder auch direkte Erosion zu Instabilitäten am Dammfuss führen. Ausserdem besteht bei zu grosser Neigung des Dammfusses nah am Binnenkanal die Gefahr, dass Biberbauten errichtet werden.

## 12.4 Geotechnische Beurteilung der Dammschnitte

### Datengrundlage

Grundlage der geologisch-geotechnischen Beurteilung der Thurdämme bildeten die Gutachten von Büchi und Müller AG, 1979 [79] sowie 1982 [80]. Die Analyse dieser Berichte wurden mit umfangreichen Archivrecherchen ergänzt. Zudem wurden die Dämme an sechs Begehungen visuell beurteilt.

### Synoptische Darstellung

Die Resultate der Untersuchungen hinsichtlich der Dammsstabilität im Falle eines HQ<sub>100</sub> wurden in einer vergleichenden Übersicht aus Daten und Texten dargestellt (Abbildung 43).

# Massnahme Ertüchtigung Dammsystem

km TG	Linke Seite		Rechte Seite		Bemerkung
	Istzu-stand	Sollzu-stand	Istzu-stand	Sollzu-stand	
0 – 7.27	(+) 22	(+) 22	-(+) 32	+(+) 12	<b>Linke Seite:</b> Ufererosion Binnenkanal ab Ellikerbach ist dauernd zu überprüfen. <b>Beide Seiten:</b> Bestockung auf dem Damm (Dammflanke, Dammfuss) ist unerwünscht und könnte lokal Probleme verursachen.
7.27 – 10.84	- 33	- 33	Kein Damm	Kein Damm	<b>Linke Seite:</b> unterhalb km 10 ungenügende rechnerische Sicherheiten; ganze Strecke wegen Bestockung mit z.T. Grossbäumen Dammmstabilität in Frage gestellt. Ufererosion im Binnenkanal ab Einmündung Tägelsbach ist kritisch und dauernd zu überprüfen.
10.84 – 15.5	- 33	(+)/(-) 24	Kein Damm	Kein Damm	<b>Linke Seite:</b> SOLL-Zustand führt zur Entlastung der alten, bisher nie erneuerten Dämme; mehrere Dammbüche sind bekannt und Dammqualität ist schlecht; sanierte Abschnitte bei Allmend (sehr breiter Damm, ca. km 13.25 – 13.6) und sanierter Durchbruch bei km 14.25. Bestockung ist generell sehr kritisch.
15.5 – 19.1	+ 11	+ 11	- 33	- 33	<b>Linke Seite:</b> Die Thurdämme wurden während der Bauphase A7 erneuert resp. z.T. neu erstellt; die Dämme haben die Hochwasser 1977 und 1978 überstanden; Schwachstellen konnten saniert werden; Variante SOLL-Zustand wird die Dämme zusätzlich entlasten. <b>Rechte Seite:</b> Es handelt sich um Originaldämme aus der Zeit 1885 – 1900; Dammbüche 1978 und 1999; kritisch beurteilt man die Bestockung und im Abschnitt km 15.5 – 18.25 die ausgeprägt erosiven Binnenkanalufer in Dammfussnähe.
19.1 – 21.82	- 33	(+) 22	(+)/(-) 24	(+) 22	<b>Linke Seite:</b> Es handelt sich um Originaldämme aus der Zeit vor 1885 (km 19.25 – 21.4), die Dämme haben zwar bisher gehalten; für den Istzustand werden sie aber als ungenügend angesehen; Bestockung und Tierbauten werden hinsichtlich Stabilität kritisch beurteilt. <b>Rechte Seite:</b> Dieser Thurdammabschnitt wurde im Zuge des Autobahn- und T14-Baus erneuert, daher geht man von einer genügenden Sicherheit der Dämme aus. Die Bestockung ist unerwünscht und stellt aber die Dammmqualität in Frage.

km TG	Linke Seite		Rechte Seite		Bemerkung
	Istzu-stand	Sollzu-stand	Istzu-stand	Sollzu-stand	
21.82 – 22.92	Kein Damm	Kein Damm	+ 11	+ 11	<b>Rechte Seite:</b> Neubau der Thurdämme Mitte 1980er Jahre.
22.92 – 28.6	Kein Damm	Kein Damm	- 33	-(+) 32	<b>Rechte Seite:</b> Dieser Abschnitt weist mehrere Dammäste auf. Der Zustand der Dämme wird als ungenügend betrachtet zumal diese über weite Strecken bestockt sind oder lokal auch Tierbauten aufweisen. Je nach Flutungshöhe könnten die Dämme für den Lastfall SOLL-Zustand genügen.
32.29 – 36.2	+ 11	+ 11	Kein Damm	Kein Damm	<b>Linke Seite:</b> Ziegeleiareal wurde im Nachgang der Hochwasser 1977/78 saniert (Spundwand, seitliche Betonelementmauer).
36.2 – 38.3	(+)/(-) 24	(+)/(-) 24	+ 11	+ 11	<b>Rechte Seite:</b> Erdamm von km 36.3 – 37.0 wurde untersucht und ist rechnerisch nachweislich stabil. Weitere Schutzbauten wie Schutzmauern in Ufernähe wurden nicht beurteilt. <b>Linke Seite:</b> Erdamm von km 36.3 – 37.0 wurde untersucht und ist rechnerisch nachweislich stabil; Ausführung ist übersteil ausgefallen, erosive Stellen; steil geböschter Unterwasserkanal (ca.36.8 – 37.0) kann HW-Damm fatal beeinträchtigen. Schutzdämme km 37.4 – 38.4 wurden anfangs 2000er Jahre realisiert, und dürften daher eine ausreichende Qualität aufweisen.
38.3 – 42.1	Kein Damm	Kein Damm	Kein Damm	Kein Damm	Rutschgebiet Halden
42.1 – 42.8	Kein Damm	Kein Damm	(+) 22	(+) 22	<b>Rechte Seite:</b> Im Bereich ARA und Mündungsbereich Sitter kleinere HW-Schutzdämme, die Mitte 1980er Jahre erstellt wurden.
42.8 – 45.6	Kein Damm	Kein Damm	Kein Damm	Kein Damm	

Legende: GIS-Codes 11, 22, 33, 44	+11	Dammstabilität mit grösster Wahrscheinlichkeit gewährleistet
	(+) 22	Dito, aber z.B. wegen einzelner Bestockung/Tiefbauten, Tendenz zu Ufererosion im Binnenkanal lokal in Frage gestellt; bei geringer Benetzungshöhe (Massnahme Sollzustand) evtl. trotzdem noch stabil
	- 33	Dammstabilität ist nicht gewährleistet
	(-) 44	Tendenz zu Instabilität
GIS-Codes, all-gemein	AB	A = 1, 2, 3, 4; B = 1, 2, 3, 4 AB = Kombination der reinen Dammbewertungen 11, 22, 33 und 44

Abbildung 43: Aufbau der Synopse zur Beurteilung der Dammmstabilität. Farbteilungen sind Mischformen (siehe Legende)



## Verknüpfung mit den weiteren Massnahmenmodulen

Die geotechnische Beurteilung der Dammstabilität und die Optimierung der weiteren Handlungsfelder führt zu drei verschiedenen Massnahmentypen zur Ertüchtigung des Dammsystems:

- Neubau an neuer Lage
- Dammsanierung und -erhöhung durch bauliche Massnahmen
- Dammsanierung durch baulichen Unterhalt
- Dammsanierung durch betrieblichen Unterhalt

## Überlastfall

Die Massnahmen und Anforderungen zur Bewältigung des Überlastfalles sind in Kapitel 15 beschrieben. Im Rahmen der weiteren Planung wird definiert, wie mit dem Überlastfall bei den Dämmen umgegangen wird. (zum Beispiel akzeptiertes Restrisiko, überströmbare Dammbereiche, ...).

## Abschnitte mit baulichen und hydraulischen Defiziten

Die Beurteilung der Dammabschnitte erfolgte mittels einer Analyse von vorliegenden Berichten sowie intensiven Archivrecherchen und Feldbegehungen. Damit konnten die Abschnitte, in welchen technische Dammsanierungen nötig sind, bestimmt werden. Die detaillierten Massnahmen und Varianten der Dammsanierungen und -ertüchtigungen erfolgen in den kommenden Projekten. Dank den neuen Wasserspiegellagen müssen kaum Dämme erhöht werden. In den kommenden Projekten werden bei einer Freibordverletzung die Dämme erhöht. Die heutigen Dammerhöhungen werden bei Überschreitung des Freibords nicht reduziert, obwohl damit das System im Sollzustand lokal über grosse Abflusskapazitäten respektive ein grosses Freibord verfügt. Der Sollzustand wird aber erst nach vielen Jahrzehnten der eigendynamischen Gewässerentwicklung innerhalb dieser klar definierten Systemgrenzen erreicht sein. Das Konzept Thur+ sieht deshalb keine Reduktion der Dammhöhen vor.

## Zusammenfassung

Entlang der Thur hat es insgesamt rund 36 km Dammlänge. Obwohl die Dämme nicht symmetrisch entlang der Thur verlaufen, befinden sich rund die Hälfte der Dämme auf der linken und die andere Hälfte auf der rechten Seite. Gut 7 km befinden sich in guten Zustand, bei rund 6 km ist der Zustand in Frage gestellt oder weist eine Tendenz zur Instabilität auf und bei fast 23 km ist die Dammstabilität nicht gewährleistet.

# 13 Massnahme generelle Aufweitung des Flussbettes

### 13.1 Ziele

Mit der generellen Aufweitung des Flussbetts (km TG 0.4 bis km TG 36.2) werden folgende Ziele erreicht:

- Entlastung der Dämme durch eine Absenkung der Wasserspiegellagen
- Erhöhung der Abflusskapazität
- Stabilisierung der Sohlenlage
- Ermöglichung der Flusssdynamik mit einem verzweigten Flusslauf
- Geschiebehalt im Gleichgewichtszustand
- Erhöhung der Strukturvielfalt als Grundlage natürlicher Lebensräume



Abbildung 44: bestehende Aufweitung Schaffäuli westlich der Altikerbrücke [5]

### 13.2 Prinzip der Aufweitung auf eine naturnahe Flussbettbreite

#### Kombination von mechanischen und natürlichen Prozessen

Aufgrund der Analyse der Morphologie und des Geschiebehaltendes der Thur im Zustand vor der 1. Thurkorrektur (Referenzzustand) wird von einer naturnahen<sup>15</sup> Flussbreite von ca. 100 m ausgegangen. Sowohl geringere als auch grössere Breiten werden aber nicht ausgeschlossen und variable Flussbettbreiten sind aus ökologischer Sicht erwünscht. Um diese Breite in – bezüglich des Hochwasserschutzes – nützlicher Zeit zu erreichen und um Material für die Dämme und die Sohlenanhebung zu beschaffen, respektive

---

<sup>15</sup> Die naturnahe Breite entspricht der natürlichen Flussbettbreite im Gleichgewichtszustand unter Berücksichtigung der heutigen Randbedingungen wie Längsgefälle, Zwangspunkten im Gerinne (z.B. Wehre und Brücken) sowie des Geschiebehaltendes

wiederzuverwerten, soll das Flussbett (km TG 0.4 bis km TG 36.2) bis auf eine Breite von 80 m mechanisch verbreitert werden, und die weitere Aufweitung dem Fluss überlassen werden. Dabei wird sich eigendynamisch und unter den heutigen Randbedingungen eine möglichst natürliche Sohlenbreite einstellen, welche streckenweise sowohl enger als auch breiter als 100 m sein kann. Die hydraulischen Berechnungen wurden mit einer Breite von 80 m durchgeführt, um bezüglich Wasserspiegellagen auf der «sicheren Seite» zu dimensionieren und den Projektzustand sowie eventuell Verengungen oder Verklausungen zu berücksichtigen. Bei einer Verbreiterung auf 80–100 m ist lokal mit der Bildung von bis zu 1 m hohen Bänken (in Bezug auf die mittlere Sohle) und von bis zu 2.5 m tiefen Kolken zu rechnen (95 %-Fraktile). Je nach Ausbildung der Morphologie sind lokal auch tiefere Kolke möglich. Die Erfahrungen in der Aufweitung Niederneunforn (Schafäuli) zeigen, dass sich lokal eine ausgeprägte Morphologie einstellen kann, in welcher mit starken Querströmungen und als Folge davon mit tieferen Kolken (> 4m) gerechnet werden muss. Eine solch strukturreiche Flussmorphologie ist erwünscht, darum muss ein Verbauungssystem gefunden werden, welches das Risiko von grösseren Kolk-tiefen berücksichtigt und welches auf die unterschiedlichen Kolk-tiefen optimal angepasst ist. Da die Verbauungsmassnahmen kostenrelevant sind, werden sie im Rahmen der weiteren Planung noch genauer untersucht.

### Prinzip der generellen Aufweitung

Mit der generellen Aufweitung des Flussbettes (km TG 0.4–36.2) wird durch die Senkung der Wasserspiegellagen nicht nur die Hochwassersicherheit von Grund auf verbessert. Ebenso werden wichtige natürliche Prozesse der Thur wiederhergestellt. Dies betrifft zunächst die Flussmorphologie und den Geschiebehalt, die ein neues Gleichgewicht finden müssen. Dieser dynamische, natürliche Prozess dauert Jahrzehnte, ist komplex und der Verlauf im Detail nicht exakt voraussehbar.

Um die natürlichen Prozesse ablaufen zu lassen und die durch den Menschen zu bewältigenden Materialbewegungen ausführen zu können, geht das Konzept Thur<sup>+</sup> von einer Umsetzungsdauer von 30 Jahren aus. Beim Bau der initialen Aufweitung wird nicht alles vorhandene Bodenmaterial entfernt. Soweit möglich, soll das Aushubmaterial durch den Fluss abtransportiert werden. Damit wird der Geschiebehalt und die natürliche Ausgestaltung des Flussbetts kontinuierlich verbessert. Rund 50 % des Aushubmaterials (Sand, Silt, Kies) bleibt im System Thur. Das Material der Ufer wird bis auf die Projektsohle abgetragen. Die Sohle im Istzustand wird auf die Projektsohle angehoben und wird mit Kies strukturiert. Von der mittleren Projektsohlenhöhe darf dabei um maximal 20 cm abgewichen werden. Teile des aufgelockerten Feinsediment (Sand, Silt, Ton) werden als Sedimentsdepots auf der Sohle wieder ausgebracht und bei einem Hochwasser mitgeschwemmt (Abbildung 45).

## Massnahme generelle Aufweitung des Flussbettes

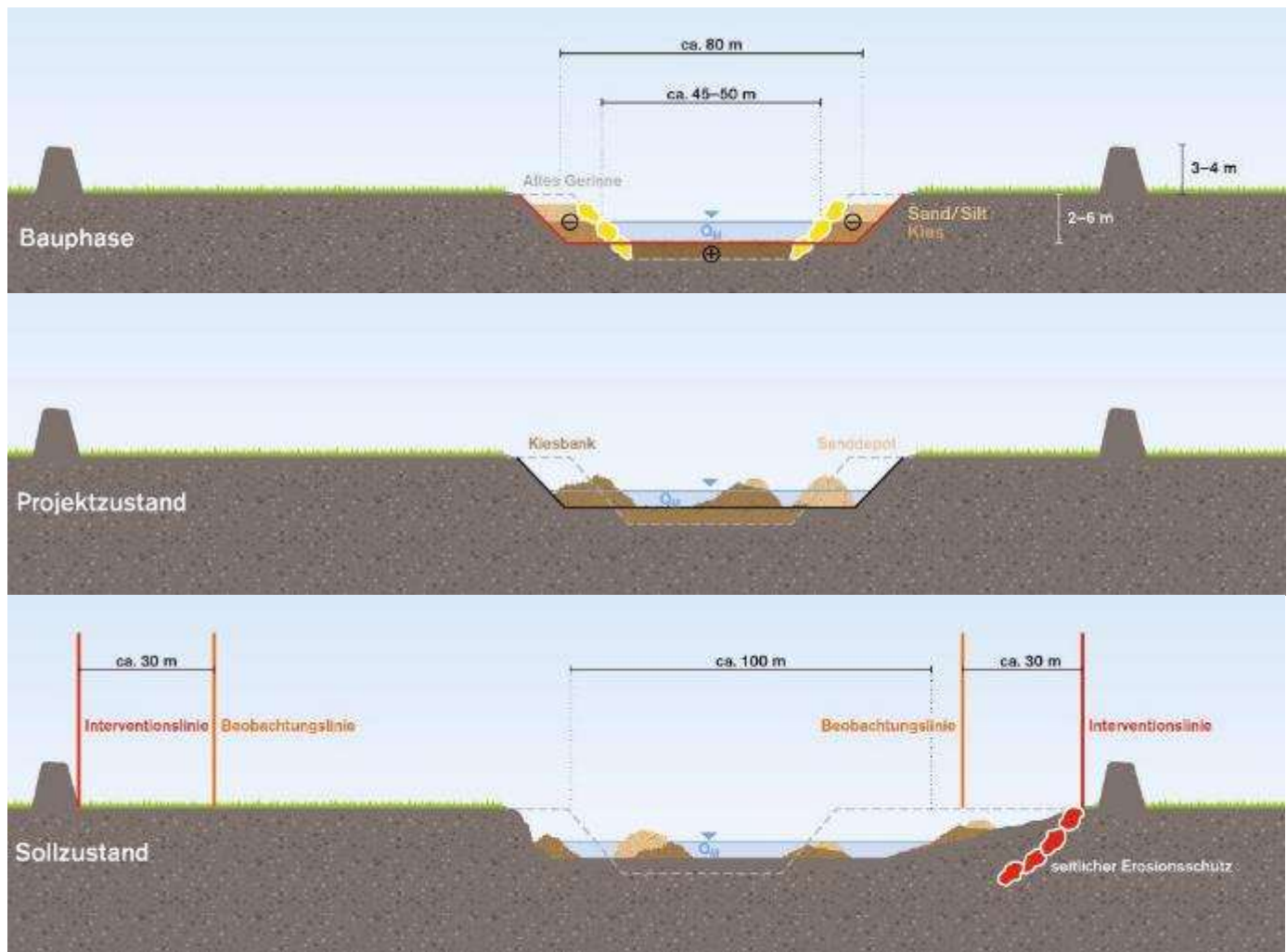


Abbildung 45: Schema Lösungsansatz der generellen Aufweitung mit der Platzierung eines Teils des Materials im Flussbett auf der Zeitachse Projektzustand – Sollzustand (Die Interventionslinie ist nicht zwingend am Dammfuss anzuordnen). [5]

### Sohlenfixpunkte

Das Konzept Thur+ sieht vor, die bestehenden Sohlenfixpunkte aufzuheben, weil sich mit der Aufweitung und Sohlenerhöhung ein stabiler Gleichgewichtszustand einstellt. Somit wird die Eigendynamik nicht eingeschränkt. Bei den kommenden Projekten sollen die Rahmenbedingungen bei den Sohlenfixpunkten beachtet werden und punktuell entschieden werden, ob der Sohlenfixpunkt als Strukturelement in der Sohle verbleibt.



Abbildung 46: Bauarbeiten Etappe 2 für die Thurauen im Kanton Zürich [10]

### 13.3 Erosionsschutzmassnahmen

#### Differenzierter Erosionsschutz

An der Thur bestehen heute fast ausschliesslich harte Längsverbauungen als Uferschutz. Dieser Längsverbau wurde in den letzten zwei Jahrzehnten an kurzen, lokalen Strecken durch einen punktuellen Verbau, zum Teil aber auch durch Bühnen abgelöst, insbesondere im Abschnitt der in den 1990er Jahren revitalisierten Thur zwischen Frauenfeld und Niederneunforn. Bühnen sind hydraulisch komplexe Regulierungsbauwerke. Sie dienen der Fixierung, vor allem aber der künstlichen Lenkung des Flusslaufs, indem sie sehr effizient Strömungen und Mäanderbewegungen auslösen und damit als Uferschutz dienen. Zur Erreichung des Projektzustandes, sicher aber im Sollzustand verliert dieses anspruchsvolle Bauwerk an Bedeutung, da die Thur mit ihrer Eigendynamik ihre Morphologie selbst vorgibt. Mit dem Konzept Thur<sup>+</sup> werden nicht die Ufer, sondern Objekte (Dämme, Brückenpfeiler, Grundwasserfassungen) zielgerichtet vor Seitenerosionen der Thur geschützt. Dazu dienen Interventionslinien (Abbildung 47). Der Raum innerhalb dieser Interventionslinien wird somit zum eigendynamischen, morphologisch aktiven Raum der Thur.

#### Entscheidungsdispositiv

Unter der Annahme, dass sich die aufgeweitete Thur in einem Ereignisfall an gewissen Stellen mit sekundärer Erosion um bis zu 25 m verschieben kann (siehe Kapitel 13.4), ergibt sich mit einem Abstand von 30 m zwischen

## Massnahme generelle Aufweitung des Flussbettes

der aktuellen Uferlinie und der Interventionslinie ein praktikabler Richtwert, die sogenannte Beobachtungslinie, aus dem mit genügender Reaktionszeit Massnahmen zur Ufersicherung abgeleitet, geplant und ausgeführt werden können (Abbildung 47). Das Amt für Umwelt des Kanton Thurgau führt bereits heute jährlich Unterhaltsbegehungen mit den Gemeinden durch, um die Situation vor Ort zu beurteilen. Ebenfalls werden schon heute die morphologisch Untiefen Abschnitte mit Drohnenaufnahmen und Orthofotos überwacht. Im Rahmen dieser Überwachungen wird der Flussraum kontrolliert und es wird gemeinsam festgelegt, welche Unterhaltsmassnahmen in den kommenden Monaten getätigt werden sollen. Ebenfalls werden nach Hochwasserereignissen Begehungen durchgeführt, um die Auswirkungen des Hochwassers erkennen und allfällige Massnahmen festlegen zu können. Mit den oben dargestellten Grundlagen und Zielen ergibt sich das in Abbildung 48.

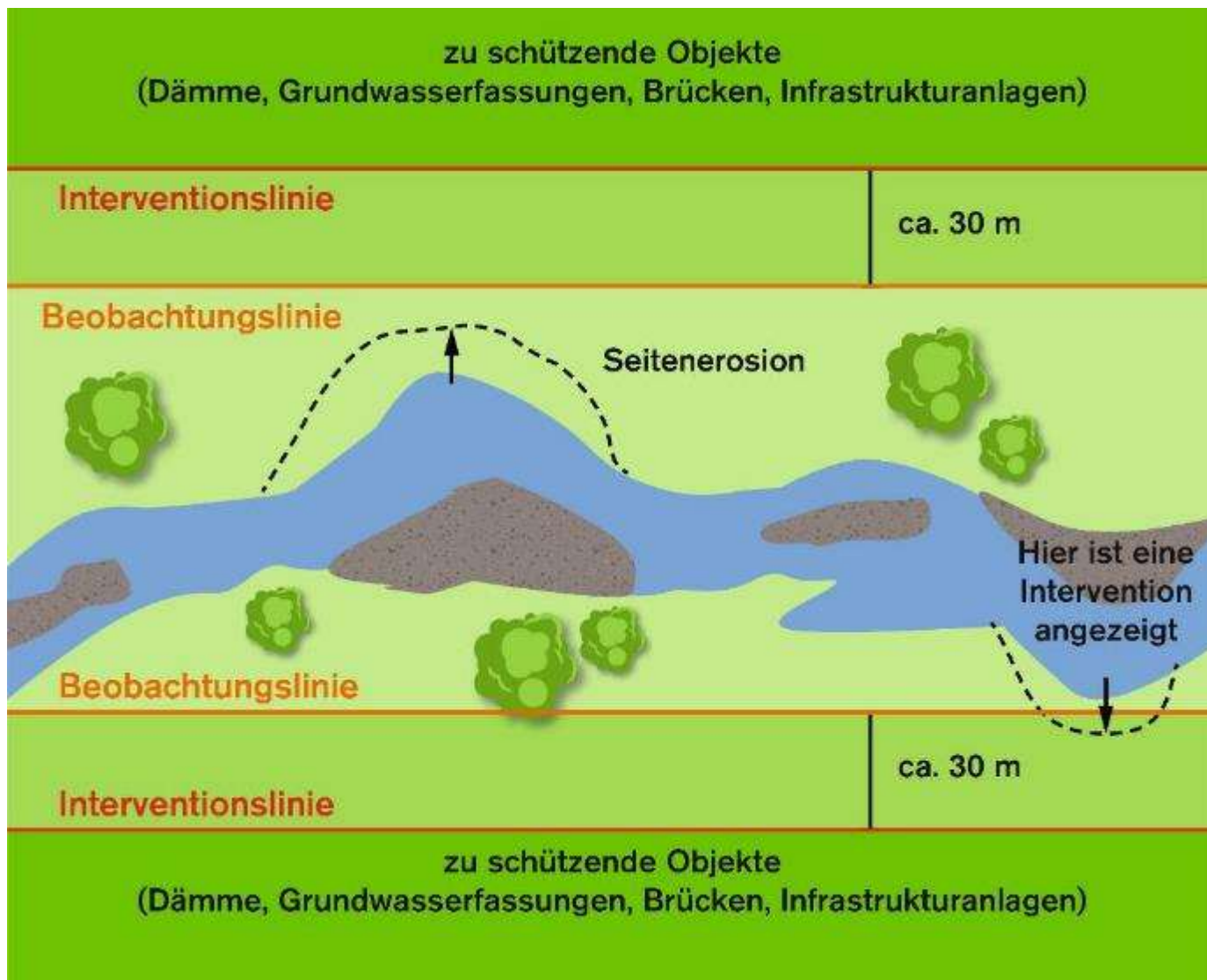


Abbildung 47: Visualisierung des Umgangs mit der eigendynamischen Aufweitung und Erosionsschutzmassnahmen [5]

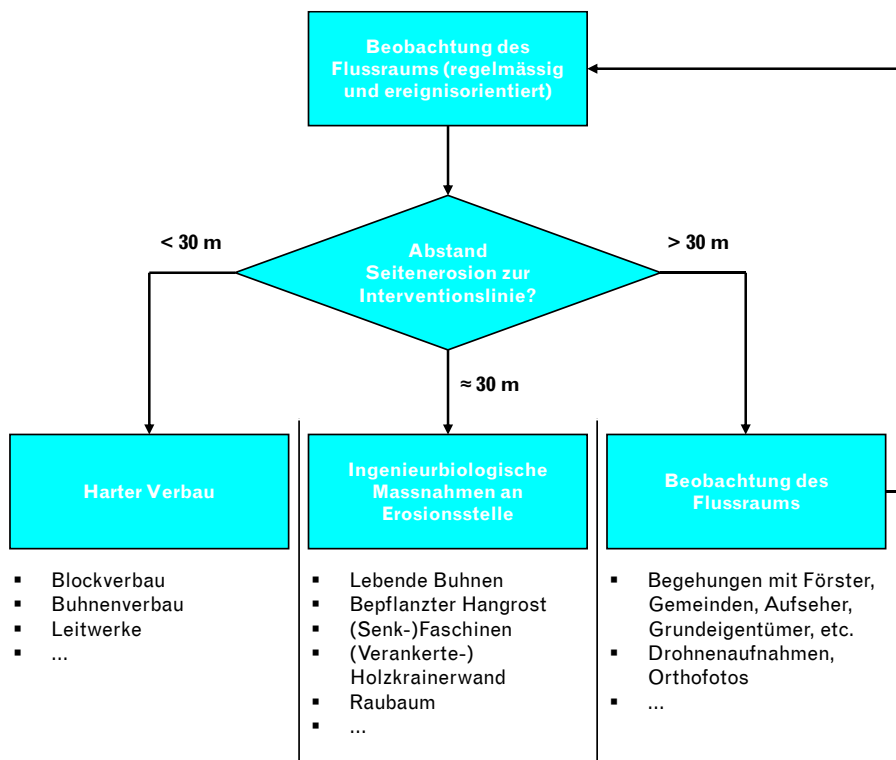


Abbildung 48: Entscheidungsdispositiv zur Auslösung von Erosionsschutzmassnahmen an der Thur [5]

## 13.4 Prozesse und Abschätzung der möglichen Dynamik im morphologisch aktiven Raum

Im Hinblick auf die sich einstellende Sohlenbreite und die Seitenerosionsprozessen ist gemäss Requena [81] zwischen einer primären und einer sekundären Seitenerosion zu unterscheiden:

Die primäre Seitenerosion ist die Folge einer gleichmässigen hydraulischen Belastung auf die Ufer. Dabei weitet sich das Gerinne rasch auf, wobei der gestreckte Flusslauf mehr oder weniger beibehalten wird. Wie schnell dieser Zustand erreicht wird, hängt von der Differenz zwischen der Gleichgewichtsbreite und der aktuellen Breite, vom Erosionswiderstand des Ufers und von den Abflüssen ab. Berechnungen mit einem 2D-Modell [33] zeigen, dass die primäre Seitenerosion auch an der Thur wesentlich vom Material im Vorland und von der Grösse des Ereignisses abhängig ist.

Wegen der vergrösserten Flussbettbreite infolge der primären Seitenerosion können Sohlformen entstehen, welche zu Querströmungen führen. Diese sind eine Voraussetzung für die anschliessend stattfindende sekundäre Seitenerosion. Der während der primären Erosion noch gestreckte Lauf wird sich verlagern. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei ausgeprägteren Sohlenstrukturen die Belastung auf die Ufer grösser ist und damit auch die Seitenerosionsprozesse intensiver ablaufen. Die Seitenerosionsprozesse weisen hinsichtlich Lage, Ausdehnung und zeitlichem Auftreten eine hohe Dynamik und Variabilität auf.

## Massnahme generelle Aufweitung des Flussbettes

Die im Abschnitt Niederneunforn beobachteten Aufweitungsprozesse (Abbildung 49) geben gute Hinweise darauf, mit welchen Prozessen in Zukunft zu rechnen ist: Im unteren Teil der grossen Aufweitung (km TG 1.3–2.8) wurde in den letzten Jahren, ausgehend vom im Jahre 2003 maschinell auf ca. 100 m aufgeweiteten Gerinne, eine massive Seitenerosion bis zu einer Sohlenbreite von 150–180 m festgestellt. Innerhalb eines Jahres weitete sich das Gerinne teilweise um bis zu 30 m auf<sup>16</sup>. Diese Seitenerosionsprozesse wurden jeweils nicht durch ein grosses Abflussereignis ausgelöst, sondern weil die Hauptströmung bei kleineren Abflüssen direkt auf das Ufer prallte. Die andauernde Unterspülung des Steilufers und der Abbruch desselben führten zu den massiven Erosionsraten. Diese Prozesse passen sehr gut mit der Beschreibung von Requena zur sekundären Seitenerosion zusammen. Bemerkenswert ist aber auch, dass die grosse Bank in der Aufweitung aktuell wieder einwächst. Auch diese Erfahrung passt zur angestrebten Dynamik.



Abbildung 49: Fortschreitende sekundäre Seitenerosion im Gebiet Schaffäuli (2012). Diese sekundäre Seitenerosion ist die Folge der Aufweitung des Flussbettes – nicht der Entfernung der Ufersicherungen – was zu einer stark strukturierten Sohlenform führte, welche wiederum eine natürliche Querströmung bewirkte. [5]

---

<sup>16</sup> Auch die Analyse von altem Kartenmaterial zeigt beispielhaft, dass die sekundäre Seitenerosion lokal bis zu 25 m/Jahr betragen kann.



Eine andere Beobachtung konnte im oberen Teil der Aufweitung gemacht werden. Dort wurde das Flussbett im Zuge der Bauarbeiten ebenfalls auf ca. 100 m aufgeweitet. Die früher vorhandene Bank am rechten Ufer wächst nun langsam wieder ein. Aktuell beträgt die Sohlenbreite teilweise weniger als 80 m.

Die Auswertung der historischen Karten in diesem Abschnitt (Abbildung 53) sowie die Erfahrungen in den Aufweitungen Schaffäuli und Biberäuli (Abbildung 50 bis Abbildung 52) werden als wichtige Grundlagen zur Beurteilung der zu erwartenden morphologischen Prozesse und Sohlenbreiten beurteilt. Dies, weil die Gefällsverhältnisse in der zukünftigen Thur flussabwärts von Weinfeld in etwa denjenigen in diesem Abschnitt entsprechen werden. Aufgrund der Analyse wird davon ausgegangen, dass sich in der aufgeweiteten Thur auf vielen Strecken eine Morphologie mit langgezogenen Bänken und einer Sohlenbreite von ca. 100 m ausbilden wird. Lokal werden aber auch starke Querströmungen und grössere Aufweitungen, wie im unteren Schaffäuli, auftreten. Da die zu erwartenden Prozesse aber nicht eindeutig quantifiziert werden können, werden diese in der weiteren Planung noch vertieft analysiert und die aktuellen Annahmen zur Seitenerosion (25 m) und zur erwarteten Sohlenbreite (100 m) sollen verifiziert werden, zum Beispiel mit einem physikalischen Modellversuch.

## Massnahme generelle Aufweitung des Flussbettes



Abbildung 50: Aufweitung Schaffäuli im Jahre 2013. Gut sichtbar sind die Strukturen (Bänke und Fliesswege) im unteren und im oberen Bereich der Aufweitung. Fliessrichtung von rechts nach links.

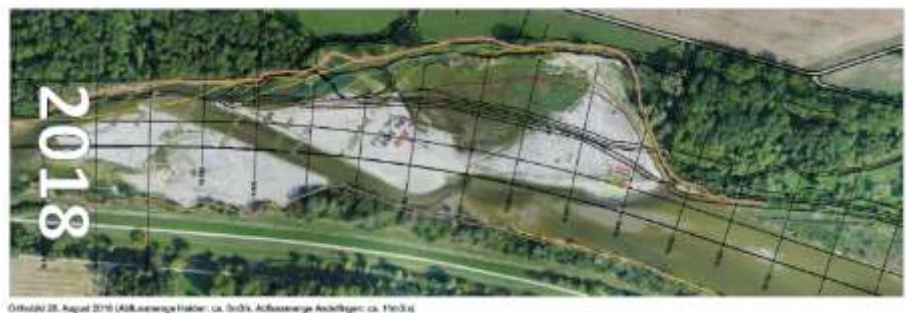


Abbildung 51: Aufweitungen Schaffäuli Jahre 2018. Im unteren Bereich der Aufweitung ist eine Verlagerung des Strömungsangriffs flussabwärts festzustellen. Im oberen Abschnitt ist die Bank komplett eingewachsen.

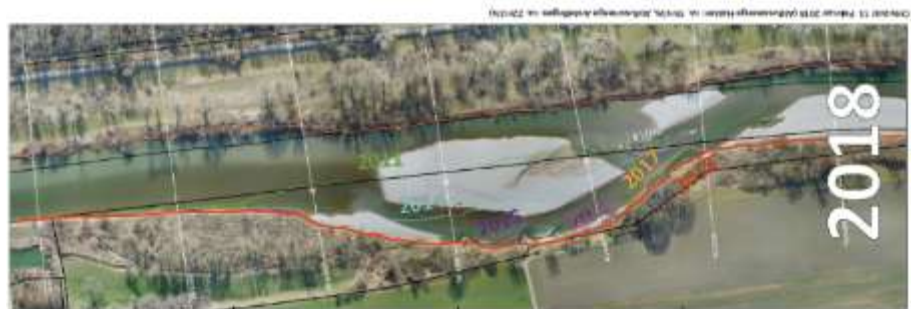


Abbildung 52: Entwicklung der Aufweitungen Biberäuli bis ins Jahre 2018. Die max. aktuelle Sohlenbreite beträgt ca. 125 m. Das rechte Ufer ist mit Buhnen stabilisiert. Fliessrichtung von links nach rechts.



Abbildung 53: Karte von Breitingen 1811, die Sohlenbreiten betragen zwischen 100 m und 140 m (Abbildung 33) Fliessrichtung von rechts nach links

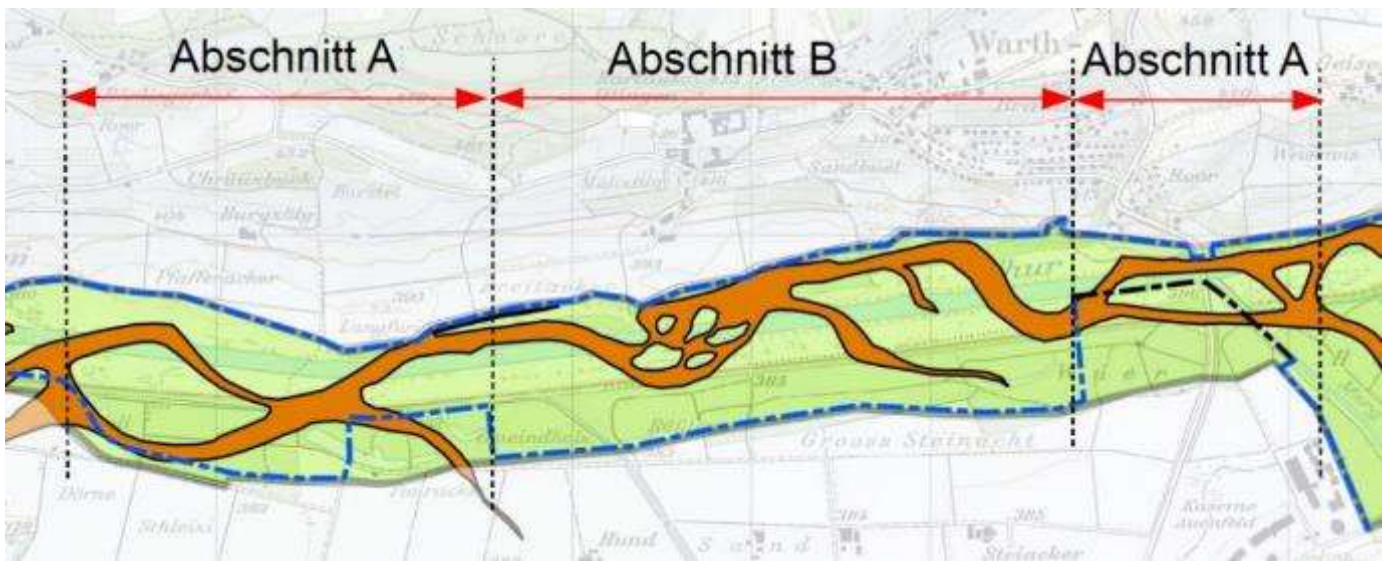


Abbildung 54: Möglicher Sollzustand am Beispiel des Flussbettes von 1830: In Abschnitt A würde die ausufernde Dynamik an der Interventionslinien (blaue Linie) mittels harten Massnahmen gestoppt werden. In Abschnitt B bewegt sich der Flusslauf innerhalb der Interventionslinien. Bereits im Rahmen der kommenden Projekte bleiben zum Schutz von bestehenden Infrastrukturanlagen harte Uferverbauungen bestehen (schwarze Linien). Diese Abbildung dient als Beispiel und impliziert keine Interventionslinien [5]

### 13.5 Abschätzung der Materialflüsse der mechanischen Aufweitung

#### Konzept

Mit dem Konzept Thur+ ergibt sich insgesamt eine zu umlagernde Materialmenge von rund 5.1 Mio. m<sup>3</sup>. Das Material stammt vor allem aus der generellen Aufweitung des Flussbetts (Abbildung 55). Ebenfalls fällt Material durch Rückbauten an, beispielsweise der Ufersicherungen und der Dämme. Je nach Art und Qualität wird das anfallende Material soweit möglich durch die Thur als Geschiebe abgeführt oder vor Ort für Sanierungen und Neubauten wieder verwendet. Kies wird in die Sohle eingebracht, Sand und Feinsedimente für Dammsanierungen und als Sedimentdepots wiederverwendet. Vom Überschüssigen Material soll das Bodenmaterial für gezielte Bodenaufwertungen landwirtschaftlicher Flächen, verwendet werden. Überschüssiger, qualitativ hochwertiger Kies und Sand wird verkauft. Qualitativ minderwertiges Material (Kies, Sand, Silt) wird deponiert oder es kann je nach Bedarf für verschiedenste Geländeanpassungen verwendet werden. Im Kapitel 31 ist eine detaillierte Materialbilanz aufgestellt.

## Massnahme generelle Aufweitung des Flussbettes

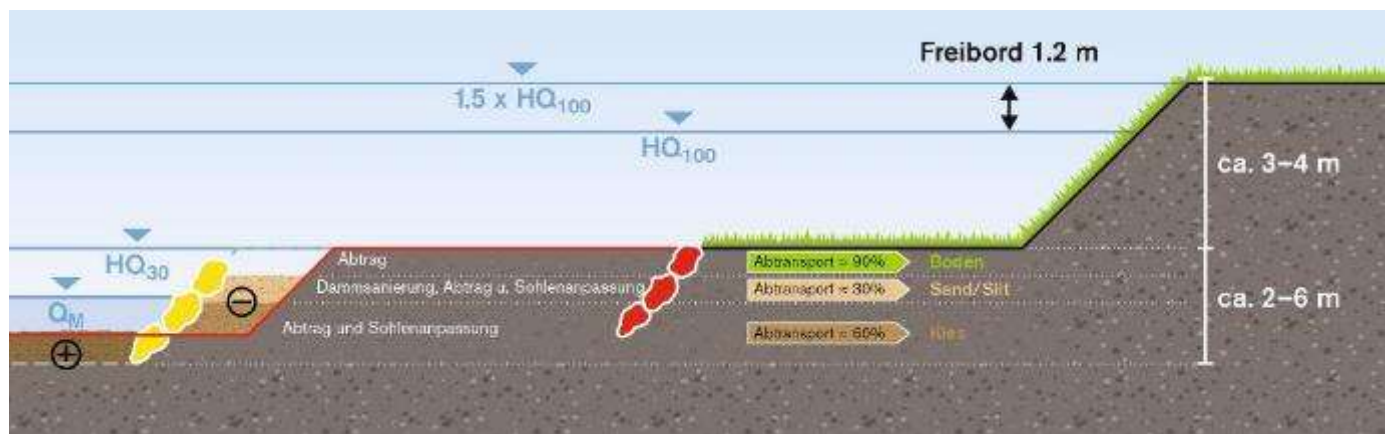


Abbildung 55: Materialflüsse bei der generellen Aufweitung des Flussbettes [5]

# 14 Massnahme Entwicklungsraum Auenschutzgebiete

## 14.1 Ziele

In den Entwicklungsräumen Auenschutzgebiete sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Wiederherstellung der natürlichen Gewässerdynamik (Revitalisierung)
- Aufwertung und Erhaltung der Naturlandschaft und ihrer vielfältigen Lebensräume
- Erhöhung der Strukturvielfalt als Grundlage möglichst natürlicher Lebensräume
- Erhöhung des Grundwasserstands
- Förderung der auentypischen einheimischen Tier- und Pflanzenwelt
- Information der Bevölkerung über die Ziele und Werte des Auenschutzes

## 14.2 Rechtliche Grundlagen und planerische Vorgaben

### Auenverordnung

Auf der Grundlage des Natur- und Heimatschutzgesetzes (NHG, 451) [82] wurde 1992 die Verordnung über den Schutz der Auengebiete von nationaler Bedeutung Auenverordnung (451.31) [83] und damit das Bundesinventar der Auen von nationaler Bedeutung in Kraft gesetzt. Dieses bezweckt den Schutz und die Aufwertung der wertvollsten Auen der Schweiz.

Die Auenverordnung von 1992 verpflichtet die Kantone:

- die Auen von nationaler Bedeutung zu schützen,
- die Pflanzen und Tiere der Auen zu erhalten und zu fördern,
- die Dynamik der Auen zu erhalten beziehungsweise wiederherzustellen,
- Nutzungen im Einklang mit den Schutzzielen zu regeln.

In Bezug auf die Revitalisierung der Auengebiete sind folgende Artikel der Auenverordnung grundlegend:

#### «Art. 4 Schutzziel

*Die Objekte sollen ungeschmälert erhalten werden. Zum Schutzziel gehören insbesondere:*

- *die Erhaltung und Förderung der auentypischen einheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer ökologischen Voraussetzungen;*
- *die Erhaltung und, soweit es sinnvoll und machbar ist, die Wiederherstellung der natürlichen Dynamik des Gewässer- und Geschiebehaushalts;*
- *die Erhaltung der geomorphologischen Eigenart.*

## Massnahme Entwicklungsraum Auenschutzgebiete

*Ein Abweichen vom Schutzziel ist nur zulässig für unmittelbar standortgebundene Vorhaben, die dem Schutz des Menschen vor schädlichen Auswirkungen des Wassers oder einem anderen überwiegenden öffentlichen Interesse von ebenfalls nationaler Bedeutung dienen. Ihr Verursacher ist zu bestmöglichen Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonsten angemessenen Ersatzmassnahmen zu verpflichten.*

### *Art. 8 Beseitigung von Beeinträchtigungen*

*Die Kantone sorgen dafür, dass bestehende Beeinträchtigungen, insbesondere der natürlichen Dynamik des Gewässer- und Geschiebehauhalts von Objekten, bei jeder sich bietenden Gelegenheit so weit als möglich beseitigt werden.»*

### Kantonale Schutzanordnungen

Der Schutz und die Pflege der sechs Auengebiete von nationaler Bedeutung werden durch kantonale Schutzanordnungen samt Schutz- und Pflegepläne geregelt. In allen Schutzanordnungen der Auenschutzgebiete ist in Art. 2 das Schutzziel folgendermassen definiert:

*«Schutzziel ist die ungeschmälerete Erhaltung des Objektes. Dazu gehören insbesondere die Erhaltung und Förderung der autotypischen, einheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer ökologischen Voraussetzungen. Im Weiteren ist, soweit sinnvoll und machbar, die natürliche Dynamik des Gewässer- und Geschiebehauhalts wiederherzustellen.»*

### Weitere rechtliche und planerische Vorgaben

Im Rahmen der kommenden Projekte sind hinsichtlich der Entwicklungsräume Auenschutzgebiete unter anderem folgende planerische Vorgaben und Wegleitungen zu beachten:

- Richtplan Kanton Thurgau [10]
- Waldentwicklungsplan Thurgau [84]
- Strategie Biodiversität Schweiz und Aktionsplan [85] [86]
- Biodiversitätsstrategie Thurgau [87]
- Landschaftsentwicklungskonzept (LEK) Thurgau [54].
- Liste der Nationalen Prioritären Arten und Lebensräume (Vollzugshilfe) [66]
- Rote Listen [88]
- Vollzugshilfe zur Auenverordnung [89]
- Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer, insbesondere das Modul Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte (in Erarbeitung) [90]
- Faktenblätter Auen [91]
- Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen [92]
- Wegleitung Grundwasserschutz [93]
- Grundwasserschutz TG [94]
- Koordinierte Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung [95]
- Brauchwasserversorgungsplanung (in Arbeit)

## 14.3 Allgemeines

Auen gehören zu den Lebensräumen mit der höchsten Biodiversität. Sie bilden zusammen mit dem übrigen Gewässernetz einen wichtigen Teil der ökologischen Infrastruktur. Die Auengebiete von nationaler Bedeutung machen heute jedoch nur rund 0.7 % der Landesfläche aus. Im Vergleich zu 1850 ist dies ein Rückgang von rund 90 %. [96] Der Flächenrückgang in den Auengebieten von nationaler Bedeutung konnte zwar gestoppt werden, doch der Rückgang der auentypischen Biodiversität setzt sich fort (Banalisierung) [97].

Die Dynamik der Auen besteht in erster Linie aus der periodischen oder episodischen Überflutung der flussnahen Gebiete. Hochwasser führen zu einer zyklischen Verjüngung der Lebensgemeinschaften und verhindern die Dominanz einer kleinen Anzahl von Arten. Diese wechselnde Abfolge von Erosion und Ablagerung gestaltet eine komplexe Topografie und Textur der Sedimente. Ein Mosaik verschiedenster, an die speziellen Gegebenheiten angepasster Pflanzen kann sich entwickeln [91].

### Strategie Biodiversität Schweiz

Der Bundesrat hat 2017 den Aktionsplan zur Strategie Biodiversität Schweiz verabschiedet, mit dem er über ein Bündel von Massnahmen und finanzielle Unterstützung ein Zeichen für die Biodiversität setzt. Eine der Massnahmen legt fest, dass die nationalen Biotope, darunter die Auengebiete, rasch saniert werden müssen. *«Nur intakte Auen können ihre bedeutenden Ökosystemleistungen wie zum Beispiel Sicherheit durch Pufferung von Hochwassern und Geschiebmassen, Biodiversität und Erholungsraum für den Menschen erfüllen»* [86].

## 14.4 Defizite der Auenschutzgebiete

In der Publikation «Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung – Stand und Handlungsbedarf 2020» [97] werden den sechs im Kanton Thurgau ausgeschiedenen Auengebieten zwar ein natürlicher Geschiebetrieb in der Thur und ein natürliches Abflussregime sowie eine nur geringe Einwirkung von Schwall-Sunk attestiert, aber auf Grund der fehlenden dynamischen Auenlebensräumen nur ein mittlerer ökologischer Zustand zugewiesen. Die Priorität einer Revitalisierung aus Sicht Auenschutz wird in die höchste Kategorie (sehr hoch) eingestuft, da sowohl das Potenzial als auch der Nutzen sowie die Realisierbarkeit der Revitalisierung als gross beurteilt wird. Einzig beim Auengebiet Schafftäli wird durch die bereits erfolgte Revitalisierung der ökologische Zustand als gut beurteilt und kein Bedarf für eine weitergehende Revitalisierung ausgemacht.

Die sechs an der Thur im Kanton Thurgau ausgeschiedenen Auengebiete von nationaler Bedeutung (siehe Kapitel 10) sind insbesondere durch die noch vorhandenen Hartholz-Auenwälder und Altlaufstrukturen begründet. Doch grosse Teile dieser Auenwälder liegen heute hinter dem Hochwas-

## Massnahme Entwicklungsraum Auenschutzgebiete

serdamm, abgeschnitten von der Wasserführung der Thur. Die Hochwasserdynamik, der wichtigste ökologische Schlüsselprozess der Auen, ist deshalb in diesen Wäldern nicht existent. Nur das Auengebiet Schaffäuli konnte diesbezüglich bisher revitalisiert werden. Zudem sind die Standortbedingungen in den Auenwäldern durch den tendenziell gesunkenen Grundwasserspiegel auf Grund der Eintiefung der Thursohle eher trockener geworden.

Typisch für die Auen sind die Umgestaltung durch die mechanische Kraft des Wassers und die periodischen Zerstörungen durch Hochwasser. Die Uferböschungen der Thur aber sind in den Auengebieten auf langen Abschnitten verbaut und so vor der Erosion geschützt. Nur im Auengebiet Schaffäuli und auf sehr kurzen Flussstrecken in den übrigen Auengebieten darf die Thur den Uferbereich dynamisch umgestalten. Typische Auenarten brauchen ständig neue Pionierflächen, in die sie immer wieder einwandern können. Damit bestehen auch in den Auenschutzgebieten auf längeren Strecken dieselben ökologischen und morphologischen Defizite wie für die gesamte Thur in Kapitel 10.7 und Kapitel 10.8 beschrieben.

Auenlebensräume sind vom Wechsel zwischen niedriger und hoher Wasserführung geprägt. Eine schematische Lebensraumzonierung einer Aue ist im Kapitel 20 beschrieben und dargestellt. Diese wird aber in der Realität durch die dynamischen Veränderungen in einem natürlichen Flusssystem meist zu einem vielfältigen Mosaik aus Lebensräumen mit hoher Biodiversität umgestaltet. In den Thurgauer Auenschutzgebieten fehlen insbesondere die durch ständige Veränderung geprägten, also flussnahen Auenlebensräume gemäss schematischer Lebensraumzonierung weitgehend. Dies sind selten überschwemmte, offene Kiesflächen, Flusskies-Pionierflur, Auen-Weidengebüsch, Weichholzauenwald, Prallufer und periodisch austrocknende Stillgewässer (zum Beispiel Tümpel).





Abbildung 56: Überblick über das Auengebiet Wyden mit zumeist stark verbauten Uferböschungen, strukturarmem Vorland und wenig dynamischem Hartholzauenwald im Jahr 2013. Der Hochwasserdamm verläuft entlang der Autobahn und etwa im selben Flussabstand weiter durch den Auenwald [98]

Durch das Anlegen von Flutmulden, Weiher, Giessen und Sandhaufen im Vorland in den Auenschutzgebieten Wuer, Hau-Äuli und Wyden konnte dieser zuvor sehr monotone und noch landwirtschaftlich genutzte Bereich stellenweise aufgewertet werden. Diese Massnahme ist aber nur ein zeitweiliger Ersatz für die wiederherzustellende, selbstgestaltende Dynamik der Thur, denn die Strukturen verfüllen sich bei Hochwasser laufend und müssen für einen langfristigen hohen ökologischen Wert periodisch maschinell wieder neu ausgehoben werden.

### 14.5 Umsetzung

Der Entwicklungsraum Auenschutzgebiete wurde für alle Auengebiete von nationaler Bedeutung ausser dem bereits revitalisierten Objekt Schaffäuli ausgeschieden. Der Perimeter der Entwicklungsräume ist deckungsgleich mit dem jeweiligen Schutzperimeter. Im Rahmen der kommenden Projekte sollen die Auenschutzgebiete an das dynamische Thursystem angebunden und die weiteren Ziele für den Entwicklungsraum Auenschutzgebiete angestrebt werden. In diesem Zusammenhang sind auch der Hochwasserschutz

und die weiteren Massnahmen und Wirkungsfelder des Konzepts Thur+ zu berücksichtigen.

Bei der Erarbeitung der kommenden Projekte bietet die Vollzugshilfe «Renaturierung der Gewässer» und insbesondere das sich in Erarbeitung befindliche Modul «Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte» eine wichtige Leitschnur [90]. In diesem Modul wird eine Vorgehensweise in drei Etappen empfohlen:

- Situationsanalyse (Istzustand, Naturzustand, Referenzzustand, Defizitanalyse)
- Zieldefinition (Sollzustand, ökologische Entwicklungsziele)
- Massnahmenplanung (Variantenstudium und Entwicklung Bestvariante)

Der Istzustand der Auengebiete ist bisher nur strukturell und pflanzensoziologisch (Lebensräume) systematisch erfasst worden (Auenberatungsstelle, Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS), Pflegepläne), auf dem Niveau der Arten liegen nur punktuelle Daten vor. Daher ist die Situationsanalyse inklusive Erfassung des Istzustands zu Beginn der kommenden Projekte gründlich durchzuführen. Diese liefert – gemeinsam mit einer Potenzialabschätzung für noch nicht vorkommende Arten – die Basis, um die Zieldefinition inklusive Ziel- und Leitarten vorzunehmen und die Massnahmen zu planen. Wichtig ist die Erfassung des Istzustands auch, um den Umgang mit den bestehenden hohen Naturwerten in den Auenschutzgebieten abwägen zu können.

Die konkreten wasserbaulichen Massnahmen werden in Übereinstimmung mit den ökologischen Entwicklungszielen geplant. Unter Berücksichtigung dieser Zielsetzungen werden Lösungsvarianten entwickelt und bewertet (Variantenstudium); daraus soll die Bestvariante ermittelt werden (siehe Kapitel 34).

### 14.6 Grundsätze

#### Eigendynamische Revitalisierung

*«Unter den verschiedenen Revitalisierungsmassnahmen werden jene bevorzugt, bei denen der Fluss, ohne den Einsatz grosser mechanischer Mittel, selbst zur Dynamik zurückfindet. In den meisten Fällen ist das Fliessgewässer in der Lage, sein dynamisches Gleichgewicht selbst wiederzufinden. Zum Beispiel ist eine Erweiterung des Flussbettes durch natürliche Erosion oder das Belassen des Zustandes nach einem Hochwasser einer künstlichen Absenkung der Umgebung vorzuziehen. Ein ausserordentliches Hochwasser kann die gleiche Wirkung erzeugen wie eine Revitalisierung. Der Verzicht auf die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes ist eine kostengünstige und für das Auengebiet nützliche Lösung.» [91]*

### Dammverschiebung, Beanspruchung von Waldareal und Landwirtschaftlicher Nutzfläche

Ein wichtiger Ansatz für die Revitalisierung der Auenschutzgebiete ist das Zurückversetzen der Dämme an den Rand des Auengebiets, so dass die Auenwälder wieder an die Flussdynamik angeschlossen werden können. Bei einer Dammverschiebung sind die folgenden Aspekte zu berücksichtigen: Walderhaltung, Kulturland (FFF), Binnenkanäle und Biodiversität (unter anderem ökologisch wertvolle Waldränder sowie geschützte Waldgesellschaften). Diese Interessen gilt es bei der Positionierung der Dämme zu berücksichtigen. Die Last der neu zu erstellenden Dämme soll im Grundsatz gleichmässig zwischen den Interessen aufgeteilt werden.

### Interessenabwägung

Im Rahmen einer Interessenabwägung müssen die verschiedenen Interessen als erstes ermittelt, anschliessend gegeneinander abgewogen und schliesslich möglichst umfassend berücksichtigt werden (siehe Kapitel 34).

## 14.7 Zielkonflikte

### Naturschutzinteressen

Mit den bestehenden hohen Naturwerten in den Auengebieten (Hartholzauenwald, Altläufe, Giessen, Binnenkanäle, Flachmoore, etc.) kann ein Zielkonflikt innerhalb des Biotop- und Artenschutzes bestehen. Mit bestehenden Naturwerten ist sorgsam umzugehen (ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte). Die erwünschte Revitalisierung der Auen und die damit einhergehende Dynamik kann kurzfristig zur Beeinträchtigung bis hin zur Erosion der bestehenden Lebensräume führen. In einer Interessenabwägung ist insbesondere die nationale Priorität der bestehenden Lebensräume und der darin vorkommenden Arten zu berücksichtigen [66]. Für die von der Dynamik bedrohten Lebensräume ist nach Möglichkeit im Rahmen der kommenden Projekte einen Ersatz zu schaffen. Zudem ist so weit sinnvoll und tragbar eine zeitliche Etappierung vorzusehen, so dass die Möglichkeit besteht, dass sich die entsprechenden Arten in den neu geschaffenen Lebensräumen etablieren können, bevor die bestehenden Lebensräume durch die Dynamisierung beeinträchtigt werden. Der ökologische Nutzen durch die Wiederherstellung der Gewässerdynamik (Revitalisierung) überwiegt allfällige kurzfristige ökologische Beeinträchtigungen jedoch klar.

### Freizeitaktivitäten

Ein erhöhter Nutzungsdruck durch Freizeitaktivitäten kann an revitalisierten Auen zu Konflikten mit dem Biotop- und Artenschutz führen. Grundsätzlich sollen die Auen für die Allgemeinheit zugänglich sein und die Bevölkerung beim Besuch der Auen über die Ziele und Werte des Auenschutzes informiert werden. Mit dem Schutzziel des Erhalts der auentypischen Flora und Fauna muss die Erholungsnutzung in den Auengebieten von nationaler Bedeutung in Einklang stehen (Art. 5 Abs. 2 Auenverordnung) [83]. Ein Konzept zur Besucherlenkung (Einführung eines Wegegebots denkbar) ist in den kommenden Projekten jeweils für den entsprechenden Perimeter zu erarbeiten.

## Massnahme Entwicklungsraum Auenschutzgebiete

### Hochwasserschutz

Auenrevitalisierungen müssen den Anforderungen des Hochwasserschutzes entsprechen und der Hochwasserschutz darf durch Revitalisierungsprojekte nicht verschlechtert werden.

### Waldbewirtschaftung

Die Auengebiete weisen einen bedeutenden Waldanteil auf. In den Pflegeplänen der Schutzanordnung sind grössere Bereiche, insbesondere der hinter dem Damm gelegenen Hartholzauenwälder, als naturnahe Wirtschaftswälder bezeichnet. Durch eine Dynamisierung wird die Waldbewirtschaftung weitergehend eingeschränkt (Kapitel 19).

### Grundwasserfassungen

In den neu an die Thurodynamik anzuschliessenden Auenschutzgebiete Wuer, Hau-Äuli und Wyden bestehen Grundwasserfassungen, welche zu einem Zielkonflikt mit der Auenrevitalisierung führen.

*«Die Kantone haben dafür zu sorgen, dass die Grundwassernutzung mit den Auenschutzzielen zu vereinbaren ist (Art. 5 Abs. 2 Bst. c Auenverordnung). Zum Auenschutzziel gehören sowohl die Erhaltung wie auch die Verbesserung des Istzustandes der auentypischen einheimischen Pflanzen- und Tierwelt sowie die Wiederherstellung der natürlichen Dynamik des Gewässer- und Geschiebehaushaltes. Ein Abweichen vom Schutzziel ist möglich, wenn das Vorhaben unmittelbar standortgebunden und von überwiegendem öffentlichem Interesse von ebenfalls nationaler Bedeutung ist (Art. 4 Abs. 2 Auenverordnung). Die Sicherstellung des Trink- und Brauchwassers ist von nationaler Bedeutung (Art. 1 Bst. b GSchG). Daher ist bei einem Vorhaben die unmittelbare Standortgebundenheit zu prüfen und in der Interessensabwägung zu klären, welches der beiden Anliegen im überwiegenden öffentlichen Interesse steht.» [91]*

### Neophyten

Neophyten können sich in dynamischen Flussauen durch den Eintrag aus oberliegenden Flussabschnitten stark ausbreiten. Ausgehend von der kantonalen Neophytenstrategie [99] ist für die Auenschutzgebiete im Rahmen der kommenden Projekte der Umgang mit den Neophyten zu definieren.

# 15 Massnahme Integrales Risikomanagement

## 15.1 Ziele

- Vermeidung von unkontrollierten Schäden im Hochwasserfall
- Überlastbarkeit der Dämme sicherstellen
- Verknüpfung mit weiteren Massnahmen der Notfallplanung

## 15.2 Grundlagen

### Kreislauf des Risikomanagements

Umfassender Hochwasserschutz berücksichtigt alle drei Mechanismen des Risikokreislaufs gleichwertig (Vorbeugung, Bewältigung, Regeneration; Abbildung 57). Neben dem Verhindern von ausserordentlichen und katastrophalen Lagen durch bauliche und raumplanerische Hochwasserschutzmassnahmen kommt deshalb den organisatorischen Massnahmen und Mitteln zur Intervention im Falle von aussergewöhnlichen Lagen und Katastrophen eine wichtige Bedeutung zu.

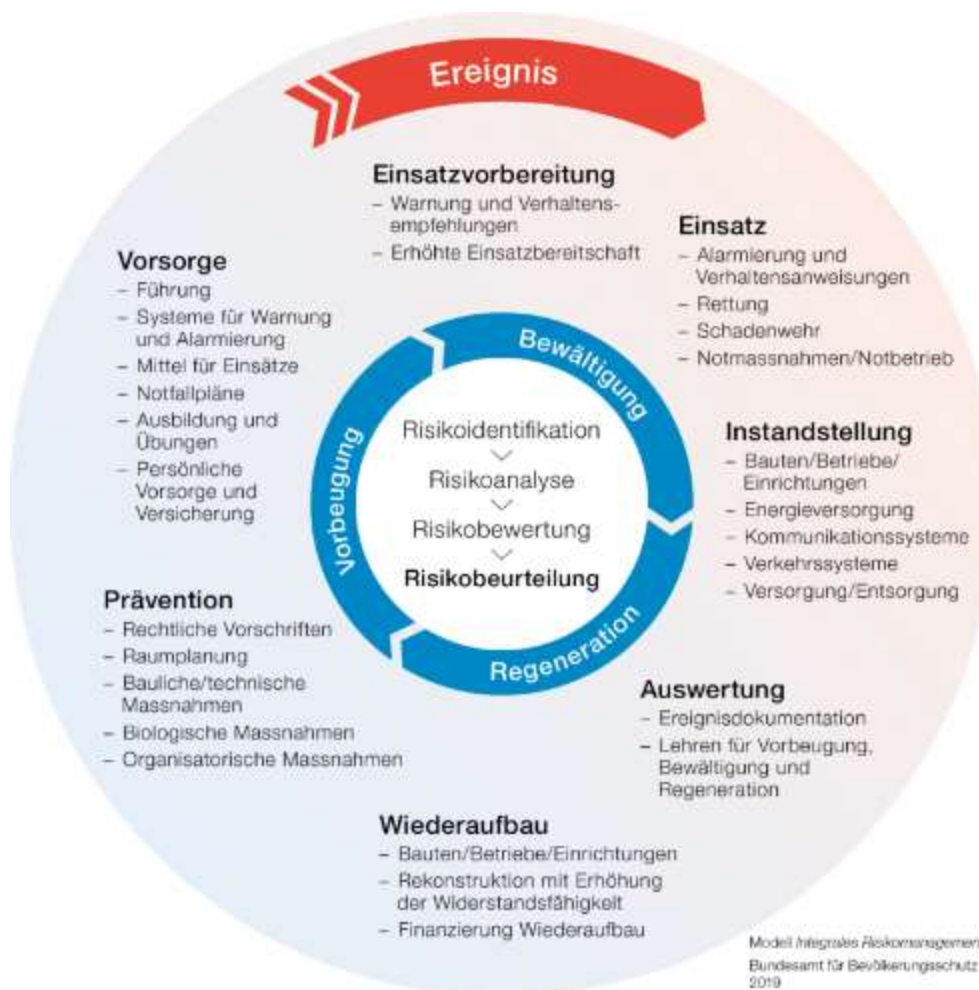


Abbildung 57: Modell integrales Risikomanagement [100]

## 15.3 Hochwasserdienst

Die Thur ist ein Wildbach. Kein See gleicht die Wasserführung aus. Meist bringt die Thur etwa 30–40 m<sup>3</sup>/s, sie kann aber innert wenigen Stunden auf 400–600 m<sup>3</sup>/s ansteigen und, wie zum Beispiel im August 1978, einen Abfluss von ca. 1200 m<sup>3</sup>/s erreichen [101].

### Ziele Hochwasserdienst

- Schäden frühzeitig erkennen
- präventiv baulich eingreifen
- Risiken einschätzen, Einsatzorgane informieren
- verlustfreie Anbindung an Alarmorganisationen und kantonalem Führungsstab

### Organisation

Der Hochwasserdienst für die Thur ist ein Fachstab des Amtes für Umwelt sowie des Amtes für Bevölkerungsschutz und Armee.

### Überwachung

Drei Überwachungsstationen messen und registrieren automatisch den Wasserstand. An der Sitter geschieht dies bei St. Gallen, an der Thur bei Jonschwil und Halden. Die Überwachung wurde von den drei Anrainerkantonen St. Gallen, Thurgau und Zürich in Zusammenarbeit mit dem Bund aufgebaut.

### Alarmierung

Hat der Abfluss der Thur in Halden die Gefahrenstufe 2 erreicht, wird automatisch bei der Alarmzentrale der Certas AG, Zürich ein Alarm ausgelöst und von dort an weitere Stellen übermittelt. Dies ist die «Hochwassermeldung», beziehungsweise die Hochwasservorwarnung. Steigt der Wasserspiegel weiter, wird bei Erreichen der Gefahrenstufe 3, der sogenannte «Wasser-Alarm», ausgelöst. Bei der «Hochwassermeldung» führt die Thur in Halden ca. 430 m<sup>3</sup>/s, beim «Wasser-Alarm» ca. 630 m<sup>3</sup>/s.

### Ablauf

Die Certas AG gibt die Alarmmeldungen gemäss Alarmierungsliste weiter: Als erste wird die Einsatz- und Meldezentrale der Kantonspolizei alarmiert und danach die Betreiber von Wasserkraftanlagen an der Thur. Die Kantonspolizei alarmiert via SMT-Anlage (System für Mannschaftsalarm per Telefon):

- den Fachstab Hochwasserdienst Thur
- die Feuerwehren der Gemeinden entlang der Thur

Die Alarmierung löst die folgenden Reaktionen aus:

a) Der Fachstab Hochwasserdienst Thur nimmt seine Arbeit auf und arbeitet gemäss einem vordefinierten Prozess und Checklisten

- Kontinuierliche Beobachtung und Beurteilung der Abflussentwicklung

- Auskunft an Alarmorganisationen über Wasserstand und Tendenzen (aufgrund einer Lagebeurteilung gemäss Witterungsentwicklung)
- Überwachung der Hochwasserschutzanlagen der Thur
- Bauliche Intervention bei Schäden an Hochwasserschutzanlagen der Thur
- Fachliche Beratung des kantonalen Führungsstabes

b) Die Feuerwehren alarmieren gegebenenfalls gefährdete Anwohner und betroffene Landwirte über die herannahende Gefahr. Ebenfalls kontrollieren und veranlassen sie, dass die Vorländer frei sind.

c) Die Betreiber der Wasserkraftwerke schliessen die Einläufe zu ihren Kanälen, damit kein Geschiebe eingetragen wird, und sie stellen die Maschinen ab (Selbstverantwortung).

### 15.4 Umgang Überlastfall

#### Ausgangslage

Bis zu einem Abfluss  $HQ_{100}$  werden nach der erfolgten Umsetzung des Konzepts Thur+ Überflutungen nur innerhalb des behördenverbindlichen Raumbedarfs erfolgen. Ausgenommen davon sind eng begrenzte Räume mit geringem Schadenpotenzial (siehe Kapitel 7). Sofern nötig, werden in diesen Räumen Objektschutzmassnahmen ausgeführt. Es sind dies einerseits Bereiche bei Pfyn, Altikon und Niederneunforn. Hier handelt sich um Rückstaubereiche, bei welchen Binnenkanäle in die Thur münden. Zudem sind in der Innenkurve bei Bischofszell Ausuferungen akzeptiert. In der Frauenfelder «Allmend» wird Wasser in der Ebene retentiert.

#### Kritischer Abfluss

Bei einem Abfluss von rund  $1.5 \times HQ_{100}$  ist die Thur bordvoll, das heisst, der rechnerische Wasserspiegel hat die Höhe der Dämme erreicht. Wasser schwappt über die Dämme ohne, dass grössere Schäden entstehen. Die Binnenkanäle sind mehr eingestaut und der Retentionssee bei der Frauenfelder «Allmend» ist angewachsen, ohne Schäden zu verursachen.

#### Überlastfall

Für den Überlastfall wurde ein Ereignis von  $1.8 \times HQ_{100}$  angenommen, um die Auswirkungen aufzeigen zu können. Dieses Hochwasser entspricht einem Ereignis, welches alle 5'000–10'000 Jahre auftreten kann. Im Überlastfall ab dem EHQ überströmen die Dämme an der Thur. Das System hat auf praktisch der gesamten Länge seine Kapazitätsgrenze erreicht. In diesem Fall wird ein Ausströmen über das Dammsystem hinaus akzeptiert, weil keine Schutzziele verletzt werden. Die sich einstellenden Fließkorridore sind in Abbildung 58 bis Abbildung 60 ersichtlich. Die Fließkorridore sind in das Dispositiv zur Bewältigung einer ausserordentlichen Lage zu integrieren. Je nach Bedarf sind im Rahmen der kommenden Projekte im Zusammenhang mit dem Überströmen der Dämme wasserbauliche Schutzmassnahmen bei den Dämmen vorzusehen.

## Massnahme Integrales Risikomanagement

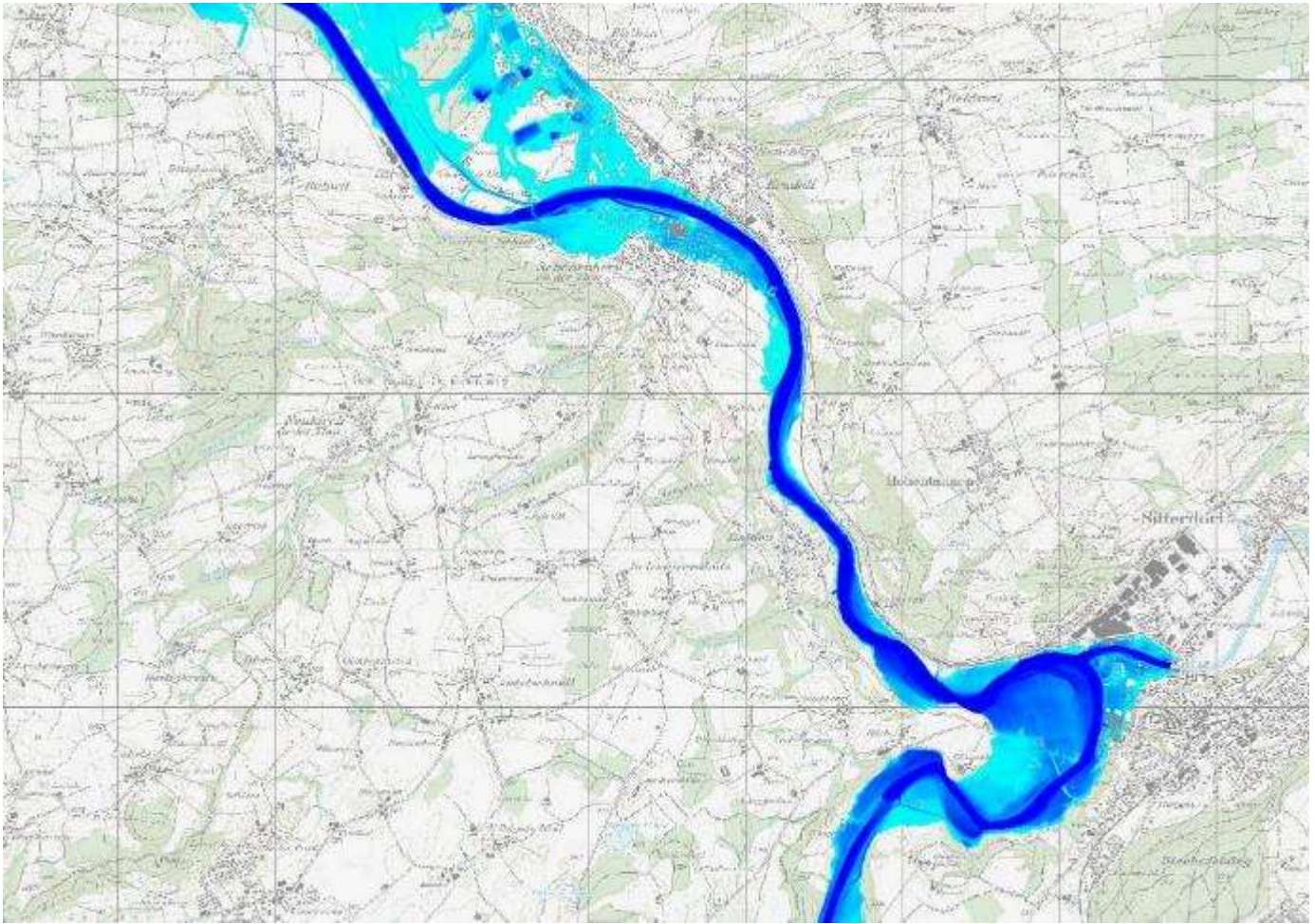


Abbildung 58: Überflutungsfläche Projektzustand 1.8 x HQ<sub>100</sub> mit Ganglinie gerechnet (km TG 34.0–45.6) [75]

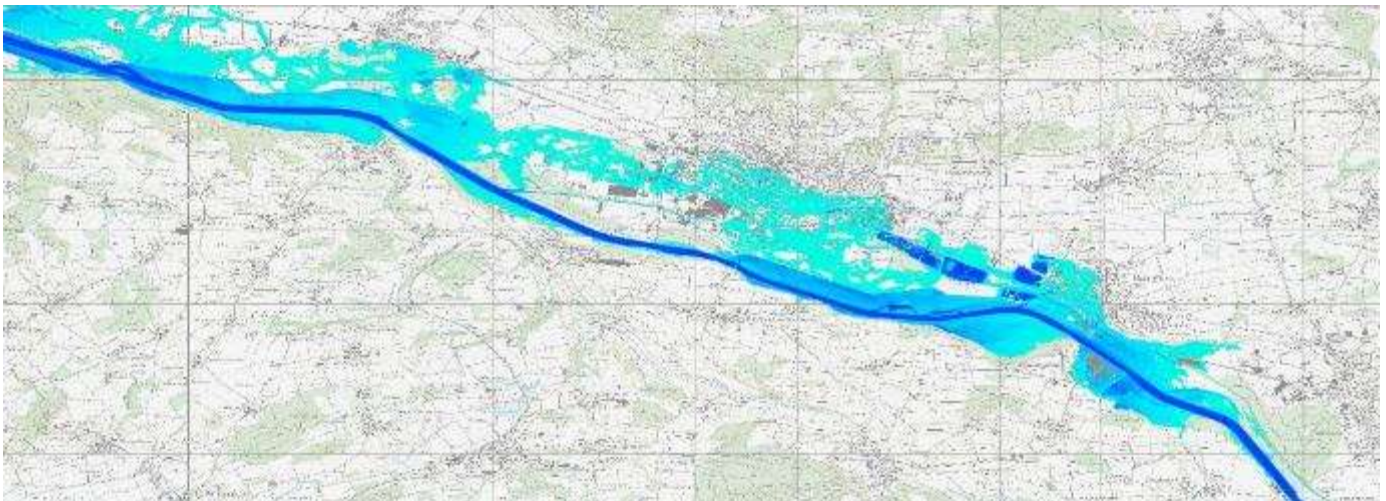


Abbildung 59: Überflutungsfläche Projektzustand 1.8 x HQ<sub>100</sub> mit Ganglinie gerechnet (km TG 21.0–35.0) [75]



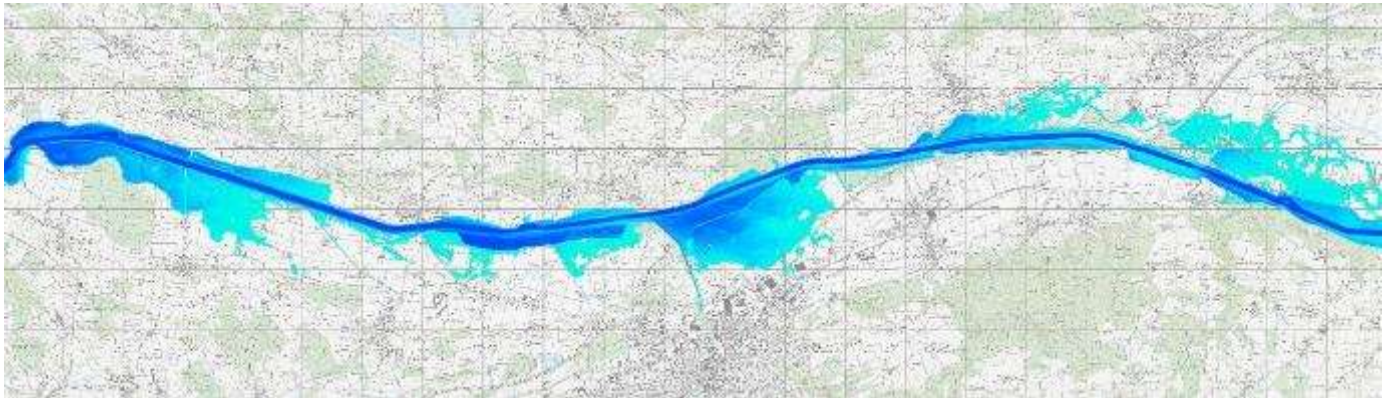


Abbildung 60: Überflutungsfläche Projektzustand 1.8 x HQ<sub>100</sub> mit Ganglinie gerechnet (km TG 0.0–23.0) [75]

# 16 Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

## 16.1 Hochwasserschutz

### Wasserspiegellagen und Überflutungsflächen

Um den Projektzustand oder Verengungen im Gerinne und Verklausungen<sup>17</sup> zu berücksichtigen, wurde für die hydraulischen Berechnungen generell von einer reduzierten Sohlenbreite von 80 m (statt 100 m Breite für die morphologischen Untersuchungen) ausgegangen. Das tendenziell schmale Gerinne kombiniert mit der etwas höheren Sohlenlage<sup>18</sup> ergibt so eine konservative Ermittlung der Wasserspiegellagen und damit der Dammkoten. Die Wasserspiegellagen im Projektzustand sind in den Längenprofilen im Anhang dargestellt. Abbildung 61 bis Abbildung 63 zeigen die Überflutung bei einem  $HQ_{100}$ .

Um die Wirkung des Konzept Thur+ im Überlastfall darzustellen und diejenigen Abschnitte zu kennen, wo das Wasser rein rechnerisch zuerst ausuft, wurden als Prüfergebnisse die beiden Abflüsse  $1.5 \times HQ_{100}$  und  $1.8 \times HQ_{100}$  simuliert und damit die Überflutungsflächen ausserhalb der Schutzdämme aufgezeigt.

---

<sup>17</sup> Im Hochwasserfall ist davon auszugehen, dass die Thur viel Holz mitschwemmt, welches zu einer Verklausung führen kann. In diesem Fall ist mit lokal höheren Wasserspiegeln zu rechnen. Die lokalen Auswirkungen der Verklausungen werden im Rahmen der weiteren Planung untersucht.

<sup>18</sup> Die Sohlenlage im Modell entspricht jener bei einer Sohlenbreite von 100 m, welche leicht höher liegt als jene mit einer 80 m Sohlenbreite.

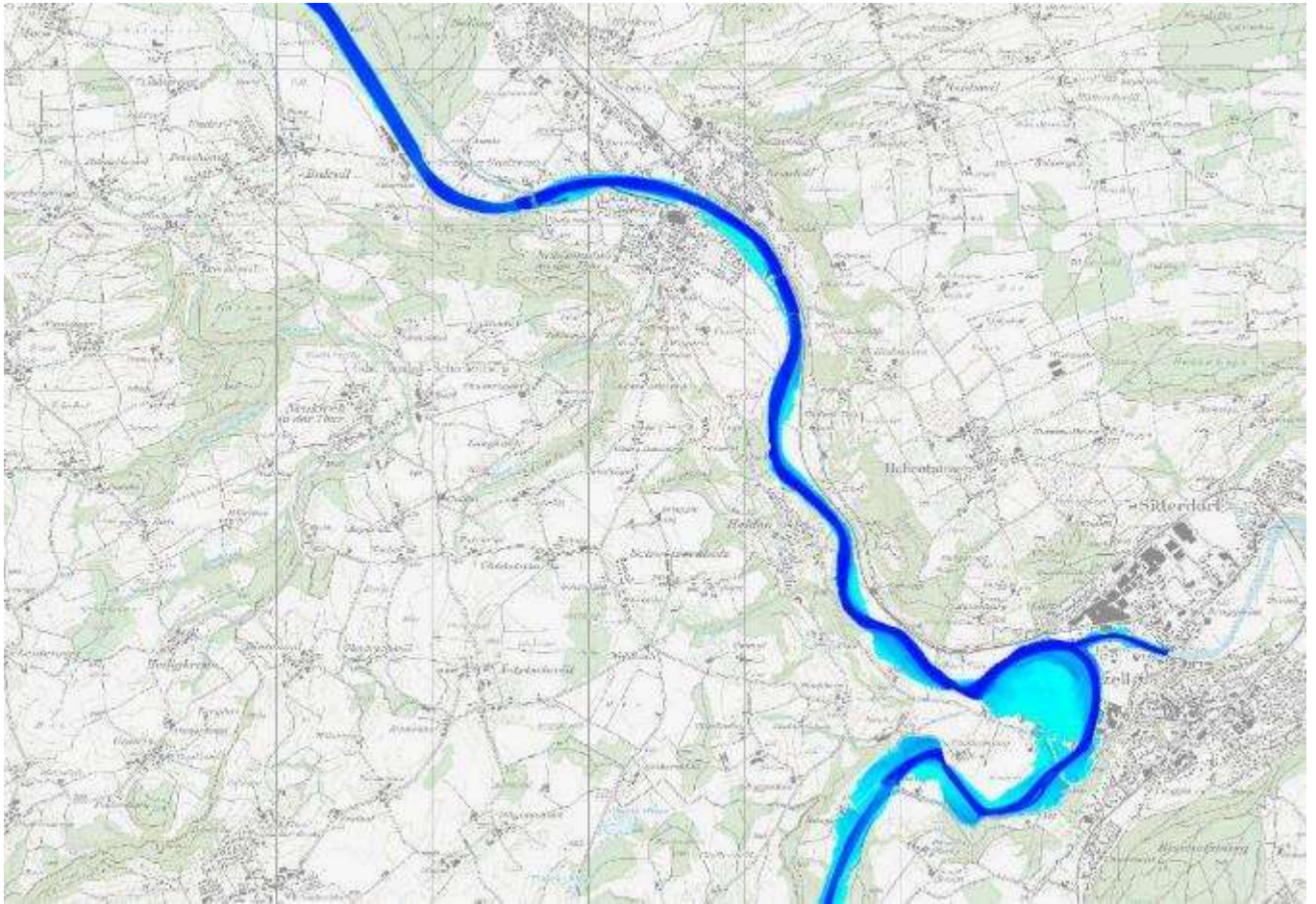


Abbildung 61: Überflutungsfläche Projektzustand HQ<sub>100</sub> stationärer Abfluss (km TG 34.0–45.6) [75]



Abbildung 62: Überflutungsfläche Projektzustand HQ<sub>100</sub> stationärer Abfluss (km TG 21.0–35.0) [75]

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

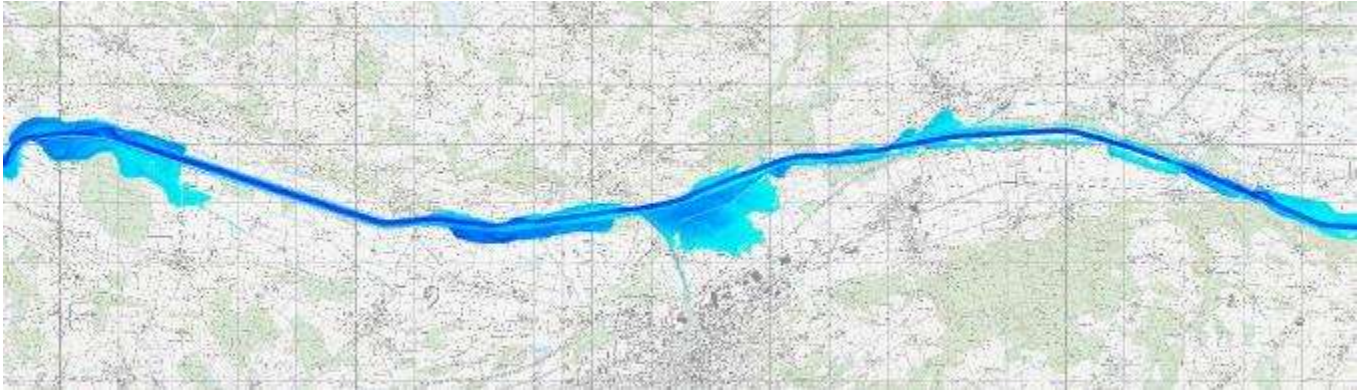


Abbildung 63: Überflutungsfläche Projektzustand HQ<sub>100</sub> stationärer Abfluss (km TG 0.0–23.0) [75]

### Auswirkungen Geschiebehaushalt, unterschiedliche Parameter

Die Projektsohle kann im Sinne eines «best guess»-Ansatzes als das Ergebnis der wahrscheinlichsten Parameterkonfiguration verstanden werden. Mehrere Parameter, welche einen Einfluss auf den Geschiebehaushalt und auf die Projektsohle haben, sind aber nicht eindeutig zu bestimmen, sondern sie weisen eine Bandbreite auf. Die Auswirkungen dieser Unsicherheiten auf die Projektsohle und damit auf die Wasserspiegel respektive die Dimensionierung der Dämme wurden darum ebenfalls mit einem Geschiebemodell untersucht [36]. Aus dieser Sensitivitätsanalyse resultiert eine Bandbreite von möglichen Sohlenlagen um die Projektsohle.

Falls sich in Zukunft eine grössere Sohlenbreite als die erwarteten 100 m einstellen wird oder falls der Geschiebeeintrag aus dem Einzugsgebiet zunehmen sollte, wird die Sohle über die Projektsohle auflanden. Dabei sind vor allem die Auflandungen infolge einer Verbreiterung der Thur über 100 m hinaus wesentlich. Diese betragen bei einer Verbreiterung auf 150 m ca. 0.8 m, wobei nicht definiert werden kann, wo diese auftreten werden. In Bezug auf Verengungen wird davon ausgegangen, dass diese nur lokal, nicht über längere Abschnitte, auftreten werden. Die Simulationen zeigen, dass dann mit einer lokalen Sohleneintiefung zu rechnen ist. Die Auflandungen infolge einer grösseren Geschiebezufuhr sind vor allem im Abschnitt Bischofszell bis Kradolf-Schönenberg relevant (bis 1.2 m). In den flussabwärts liegenden Abschnitten sind die Auswirkungen erst nach sehr langer Zeit (über 100 Jahre) feststellbar. Die Auswirkungen eines variierenden Korndurchmessers sind hingegen gering (Abbildung 64 und Abbildung 65).

Die verschiedenen Szenarien, welche nach der maschinellen Verbreiterung möglich sind, werden im Rahmen der weiteren Planung noch detaillierter untersucht. Mögliche Reaktion auf die entsprechenden Sohlenveränderungen sind in Kapitel 8.6 beschrieben.

# Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

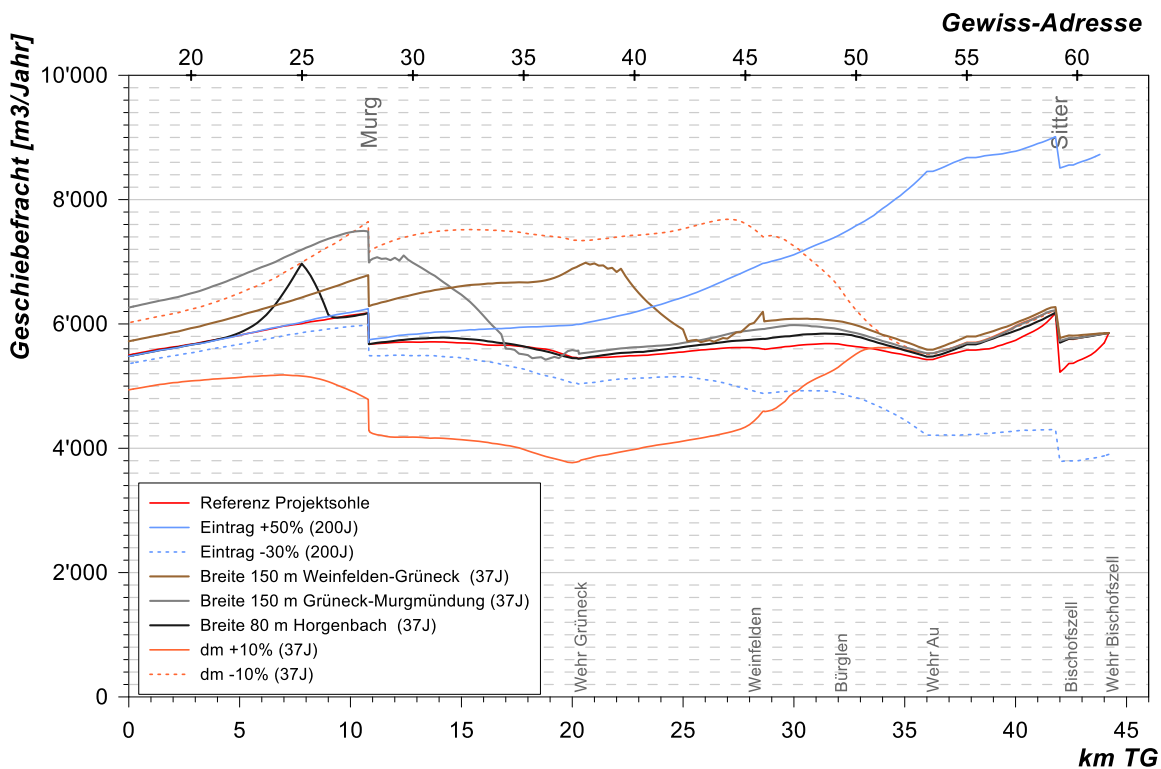


Abbildung 64: Auswirkungen einer langen Verbreiterung resp. einer kurzen Verengung, einer grösseren resp. reduzierten Geschiebezufuhr sowie von unterschiedlichen Annahmen bezüglich des Korndurchmesser des Sohlenmaterials auf die Sohlenlagen der Thur [75]

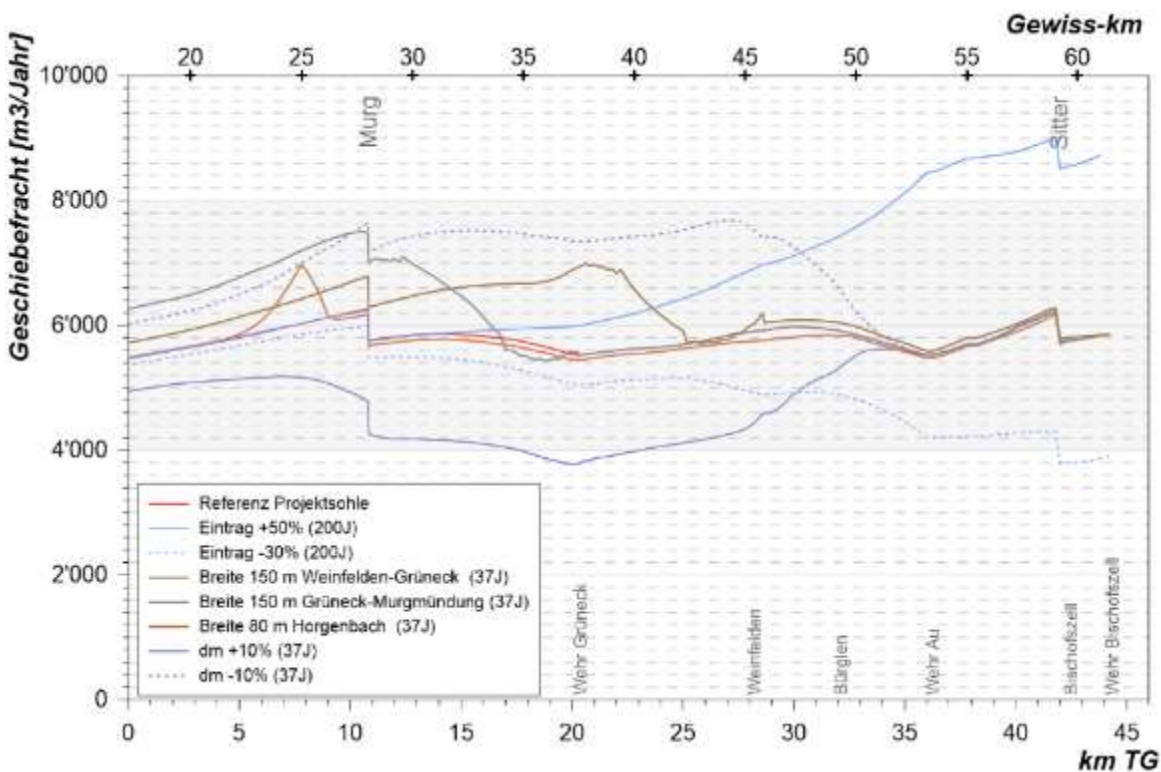


Abbildung 65: Auswirkungen einer Verbreiterung resp. einer Verengung, einer grösseren resp. reduzierten Geschiebezufuhr sowie von unterschiedlichen Annahmen bezüglich des Korndurchmesser des Sohlenmaterials auf die Geschiebefrachten der Thur [75]

### 16.2 Dammstabilität

#### Grundsätzliche Entlastung

Die generelle Aufweitung des Flussbetts reduziert die Unsicherheiten und das Versagensrisiko, das jedes Dammsystem mit sich bringt. Oberhalb der Rorerbrücke führt die generelle Aufweitung zu einer deutlichen hydraulischen Entlastung der Hochwasserschutzdämme, da sich der Hochwasserspiegel gegenüber dem heutigen Zustand senkt. Davon profitieren ebenfalls die luftseitigen Dammfüße, weil der von unten nach oben wirkende Grundwasserdruck gegenüber heute deutlich abnimmt. Dadurch wird auch das Risiko eines hydraulischen Grundbruchs verringert. Unterhalb der Rorerbrücke profitieren die Hochwasserschutzdämme nicht in dem Masse von der generellen Aufweitung, die Reduktion der Hochwasserstände in der Thur liegt nur noch im tiefen Dezimeterbereich. Die Dämme unterhalb Ueslingen (km TG 6.0) und rechts der Thur profitieren wieder deutlich mehr.

#### Werterhalt der Schutzbauten

Die Hälfte der sanierungsbedürftigen Dämme können mit einem Pflege- und Unterhaltskonzept saniert werden, also ohne bauliche Massnahmen. Die Pflege- und Unterhaltsmassnahmen bedingen zwar einen aufwändigen, initialisierenden Aufwand (insbesondere das Entfernen der Bäume und Sträucher). Die darauffolgende, regelmässige und fachgerechte Pflege der Dämme mittels Unterhaltskonzept bewirkt aber einen grundsätzlichen Werterhalt und vermindert weitere Unsicherheiten bezüglich der Einschätzung der Versagenswahrscheinlichkeit. Bezüglich der Tier- und Pflanzenwelt ist der Dammunterhalt eher negativ zu beurteilen.

### 16.3 Wasserspiegellagen des Grundwassers

#### Methodik, Modellannahmen und Sensitivitätsanalyse

Das Modell mit dessen Annahmen sowie eine Analyse der Sensitivitäten befinden sich im Anhang. Bei den Fördermengen ist die Zusammenfassung [95] der koordinierten Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung berücksichtigt.

#### Bürglen–Bischofszell

Sohle und Wasserspiegel der Thur: Das Konzept Thur+ sieht im Abschnitt Bürglen–Bischofszell eine Verbreiterung des Flussbetts ab Kradolf–Schönenberg (km TG 36.2) vor. Die Sohle wird zwischen der Mündung Rütibach (km TG 33.5) und KW Au (km TG 36.2) um bis zu 2 m angehoben. Dies führt bei niedrigen und mittleren Abflüssen zu einem höheren Wasserspiegel der Thur. Bei hohen Abflüssen liegt der Wasserspiegel der Thur im Vergleich zum Bezugszustand hingegen tiefer (Abbildung 66 und Abbildung 67).

Geologische Situation: Zwischen der Mündung Rütibach und dem KW Au ist die Thur tief in Moränematerial eingeschnitten. Die Thursohle verläuft einige Meter unter der Schotterunterkante. Die Thur und das Grundwasser stehen hier also nicht in Kontakt. Einzig bei Hochwasser kann die Thur infiltrieren (Abbildung 68).

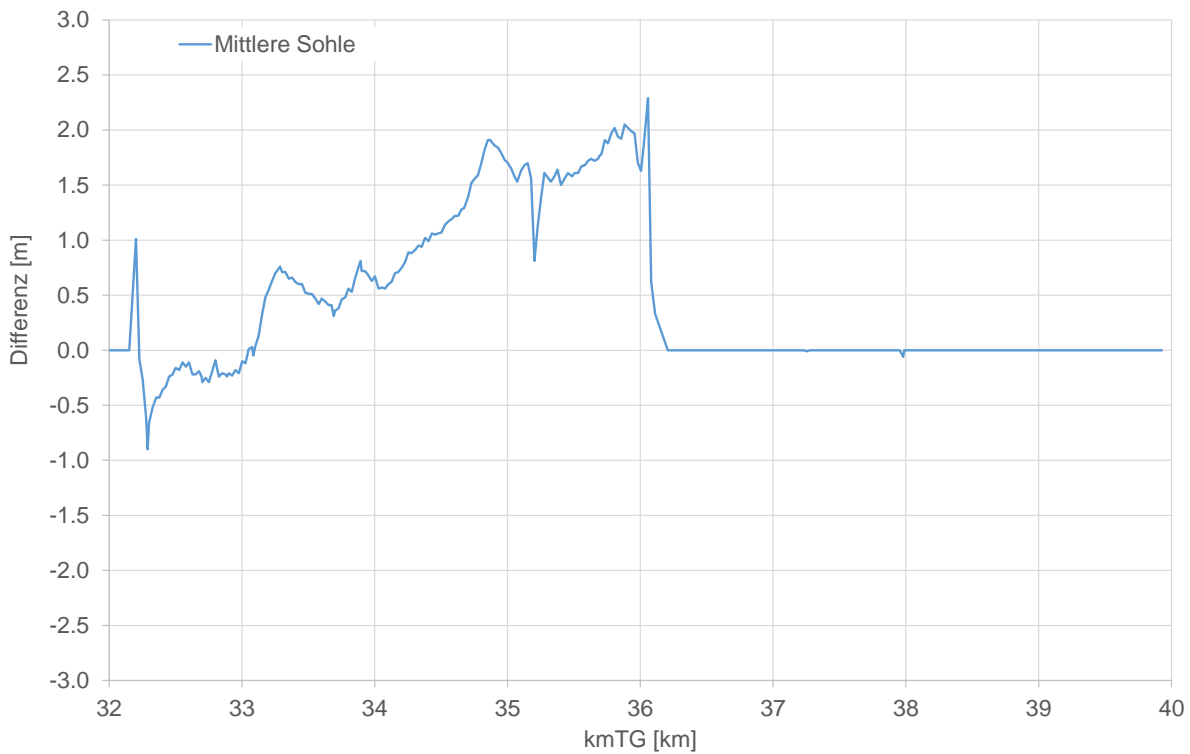


Abbildung 66: Differenz der mittleren Sohle zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [39]

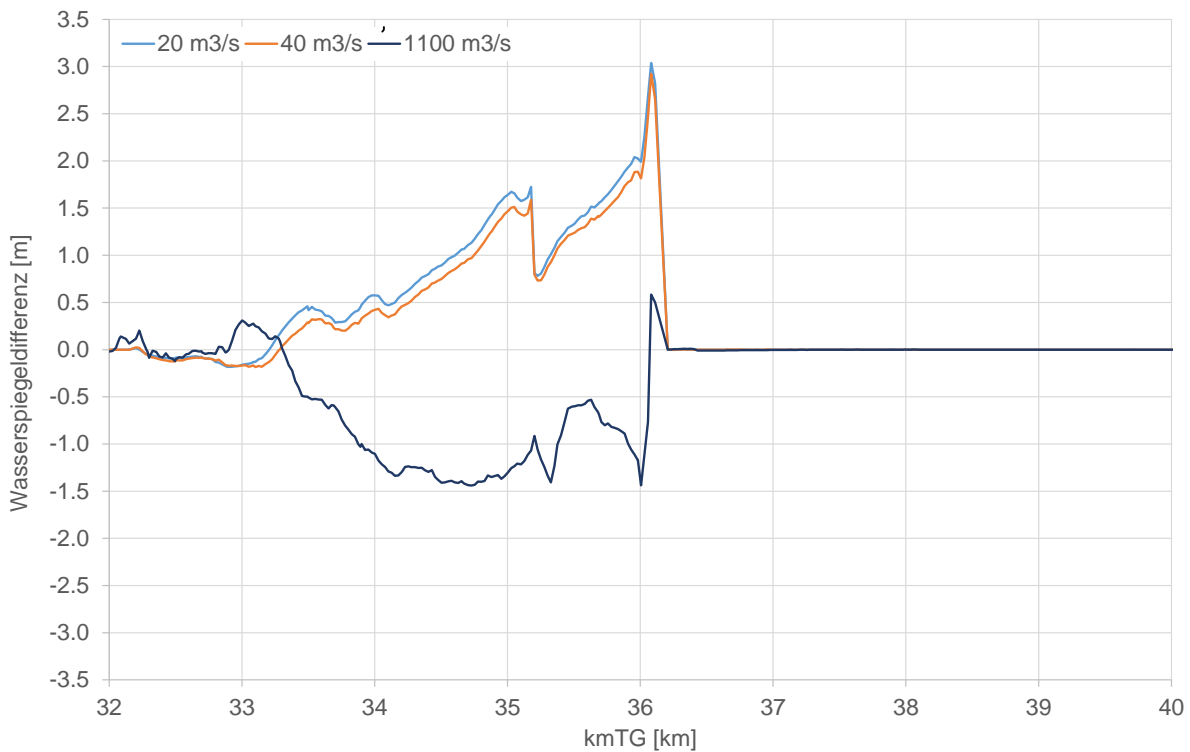


Abbildung 67: Differenz des Thurwasserspiegels zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand für drei Thurabflüsse im Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [39]

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

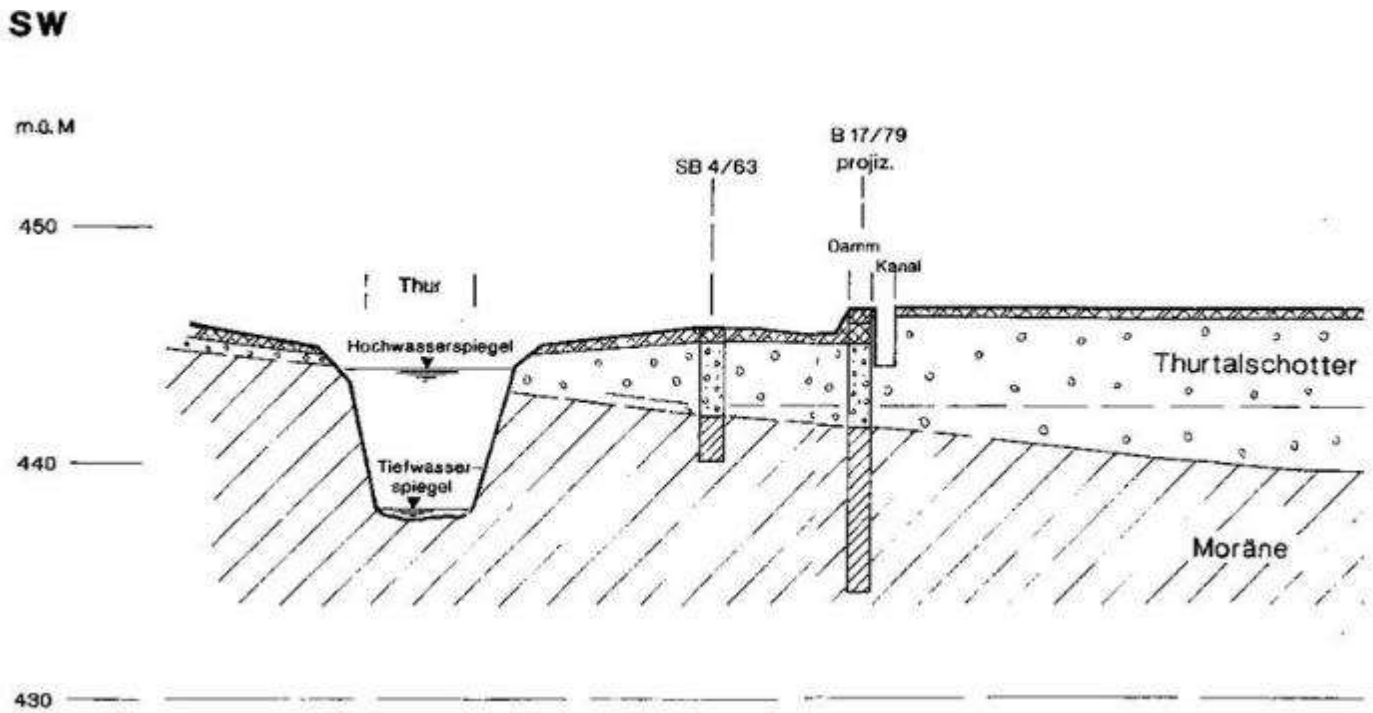


Abbildung 68: Geologischer Profilschnitt auf Höhe Auholz bei Sulgen [102]

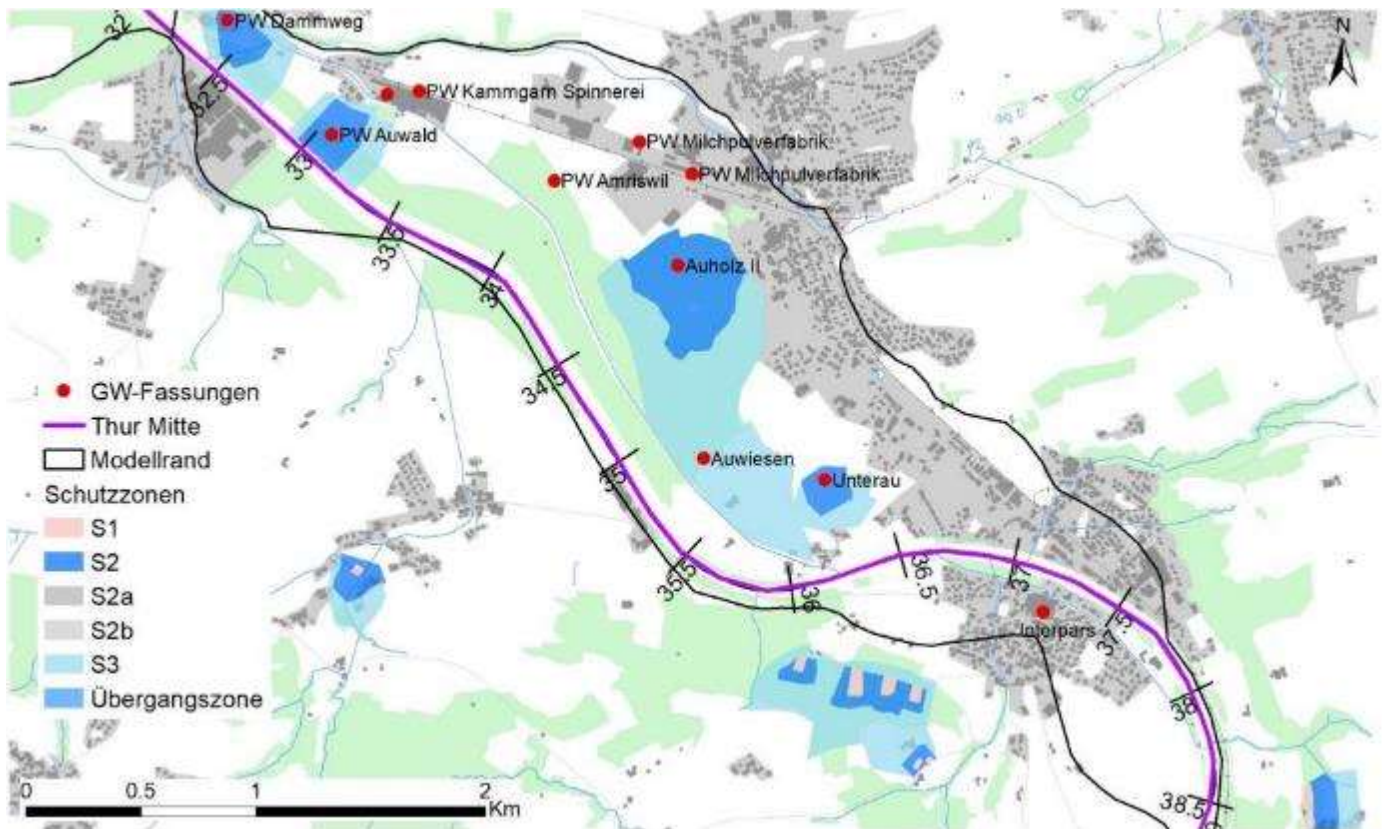


Abbildung 69: Thur Kilometrierung (km TG) [39]



Räumliche Verteilung: Abbildung 70 bis Abbildung 72 zeigen die räumliche Verteilung der Differenzen zwischen den prognostizierten Grundwasserständen im Sollzustand und dem Bezugszustand bei maximalem Wasserstand, Mittelwasser respektive Niederwasser.

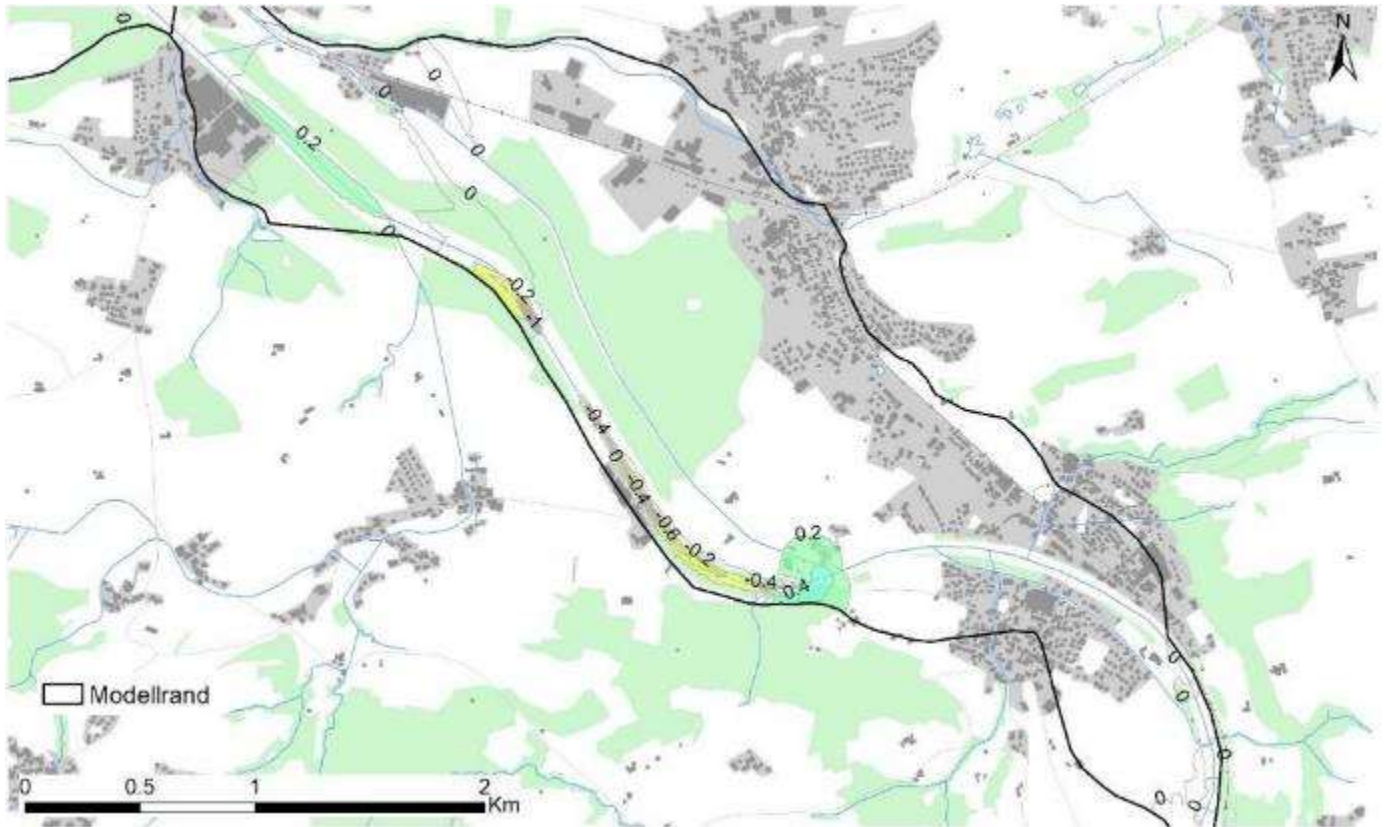


Abbildung 70: Differenz [m] zwischen dem prognostizierten maximalen Grundwasserspiegel für den Sollzustand und den Bezugszustand im Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [39]

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

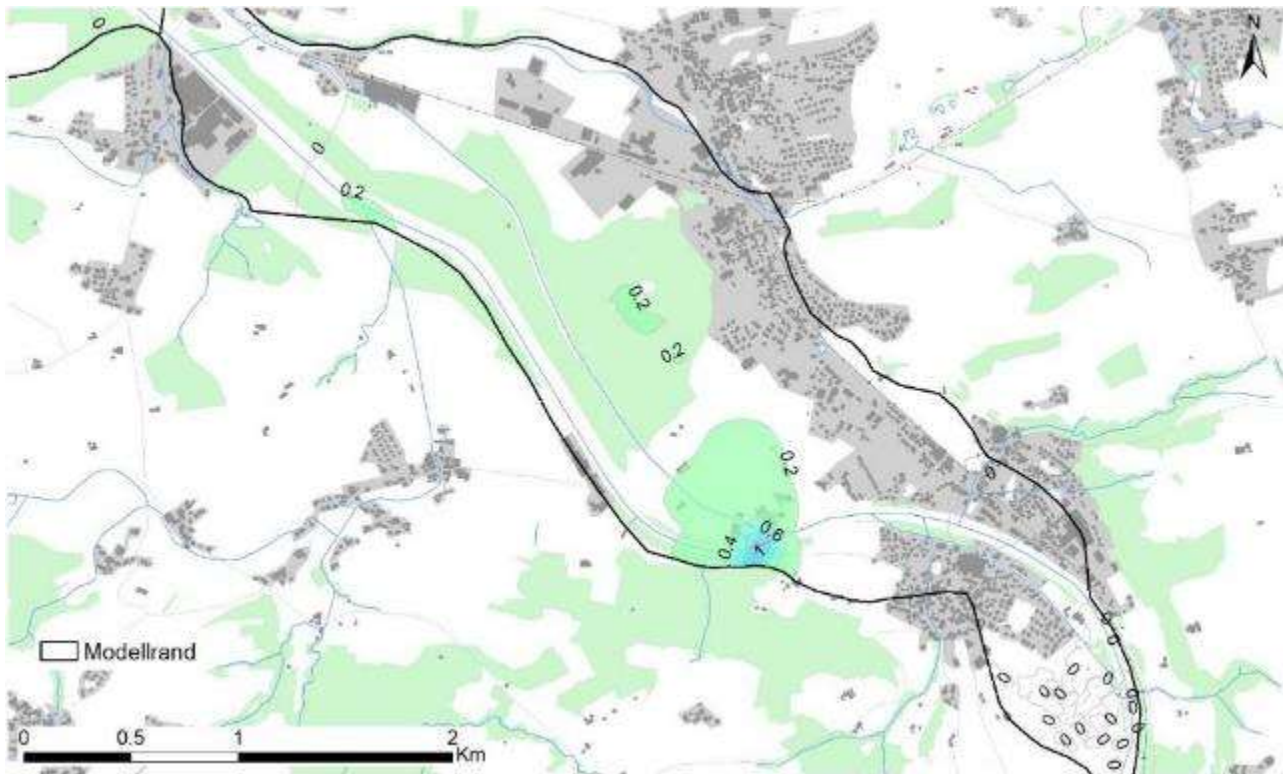


Abbildung 71: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Mittelwasser zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [39]

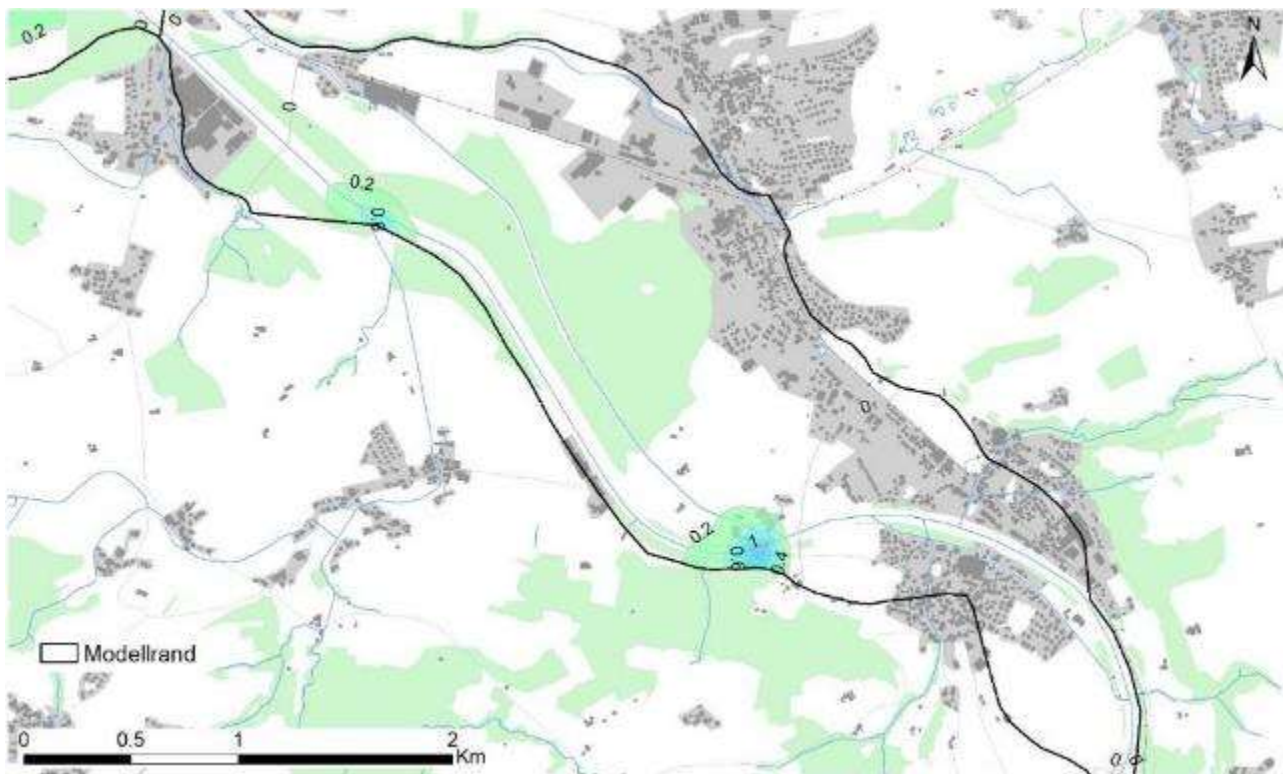


Abbildung 72: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Niederwasser zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [39]

Wie oben beschrieben, stehen die Thur und das Grundwasser in diesem Abschnitt nicht in direktem Kontakt. Daher sind die Auswirkungen auf den Grundwasserstand in diesem Talabschnitt gering.

Veränderungen der Wasserbilanz: Tabelle 11 zeigt die Grundwasserbilanz für den Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg. Die Komponenten der Wasserbilanz werden durch das Konzept Thur+ nur geringfügig beeinflusst. Die Infiltration und Exfiltration der Thur erhöhen sich um ca. 10 %.

Tabelle 11: Grundwasserbilanz für den Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [103]

Bilanzgrösse	Bezugszustand		Sollzustand	
	Zufluss	Abfluss	Zufluss	Abfluss
Mio. m <sup>3</sup> /Jahr				
Seitenzuflüsse und Neubildung aus Niederschlag (ohne Berücksichtigung des Klimawandels)	1.90		1.90	
Austausch mit der Thur	1.75	2.42	1.97	2.67
Austausch mit übrigen Gewässern	1.43		1.42	
Fördermenge		2.52		2.55
Fluss über Abschnittsgrenzen		0.55		0.52
Veränderung des Speichervolumens	0.41		0.45	

### Pfyn–Weinfeldern

Sohle und Wasserspiegel der Thur: Das Konzept Thur+ sieht im Abschnitt Pfyn–Weinfeldern eine Aufweitung des Flussbettes vor. Die Staustufen bei Weinfeldern und bei Müllheim bleiben bestehen. Die Sohle wird sich auf der Strecke Weinfeldern–Eschikofen um bis zu 2.5 m anheben. Dies führt bei niedrigen und mittleren Abflüssen zu höheren Thurwasserspiegeln. Bei hohen Abflüssen bleibt der Thurwasserspiegel unverändert (Abbildung 73 und Abbildung 74). Unterhalb von Eschikofen (km TG 20.3) wird sich die Thursohle um bis zu 1 m absenken. Dies führt sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Abflüssen zu niedrigeren Thurwasserspiegeln.

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

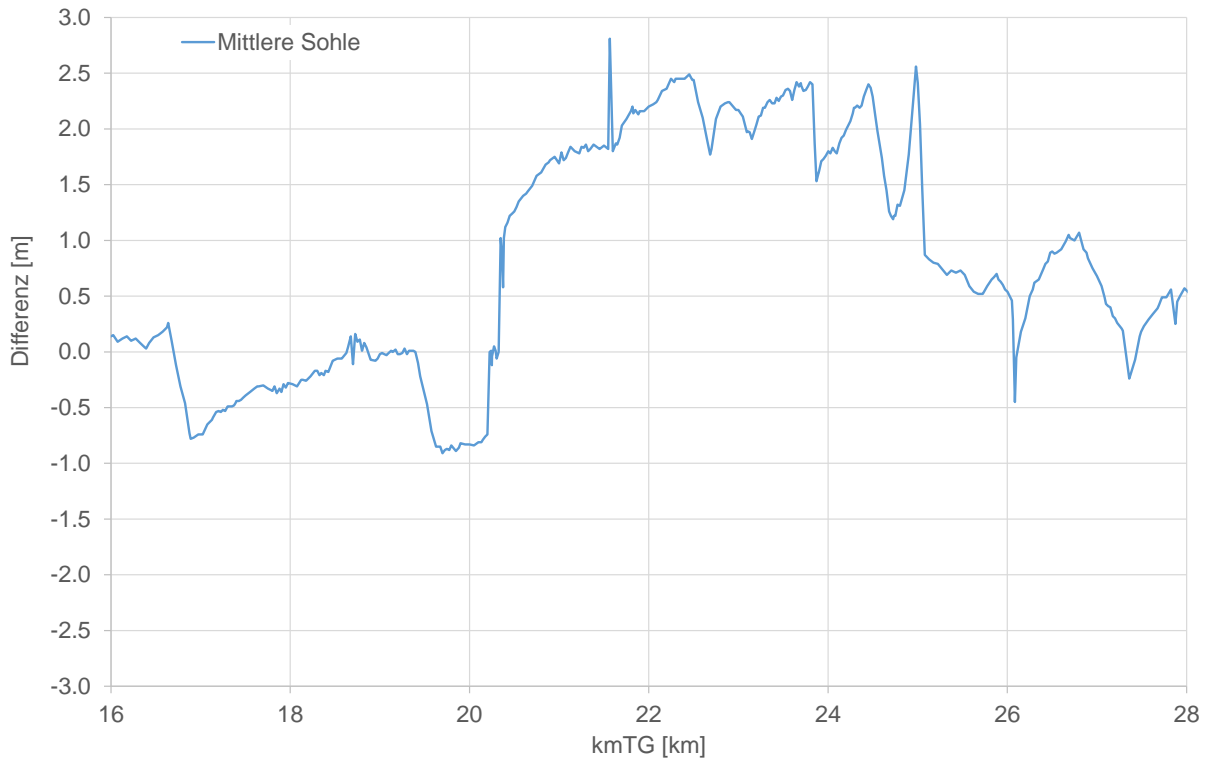


Abbildung 73: Differenz der mittleren Sohle zwischen dem Sollzustand und dem Bezugzustand im Abschnitt Pfy–Weinfeldern [39]

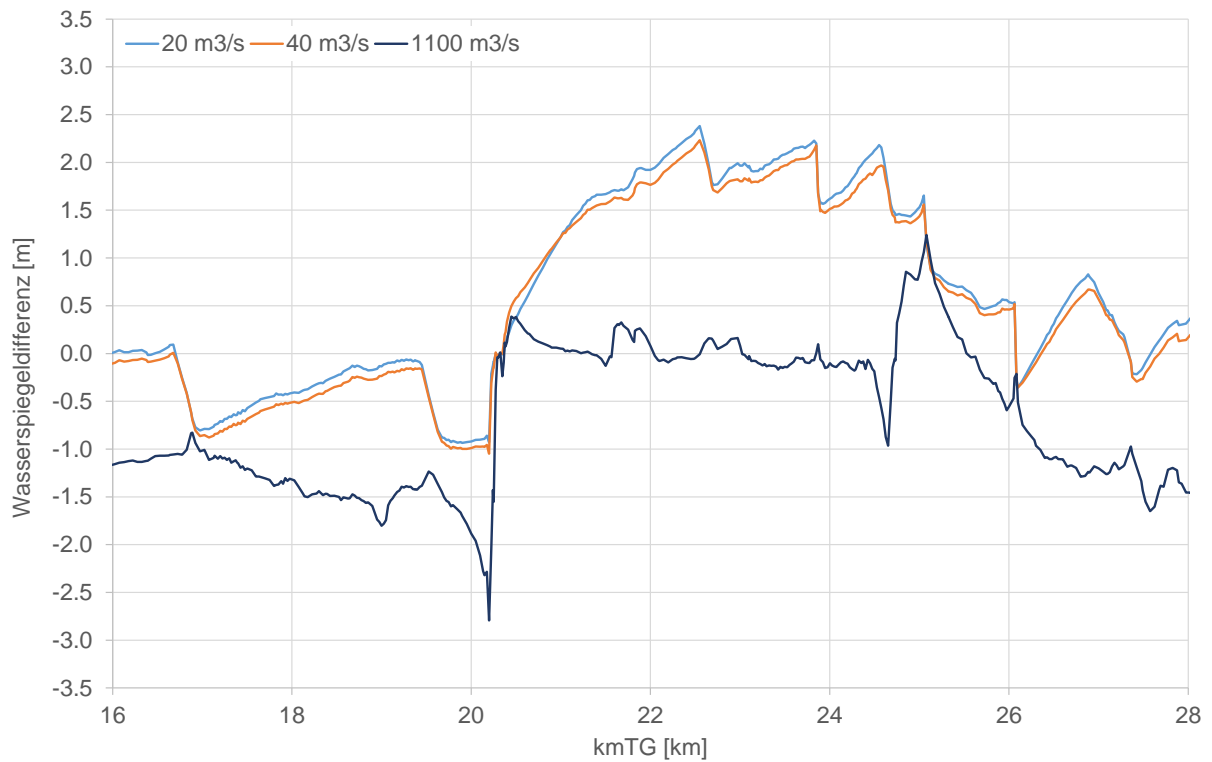


Abbildung 74: Differenz des Thurwasserspiegels zwischen dem Sollzustand und dem Bezugzustand für drei Thurabflüsse im Abschnitt Pfy–Weinfeldern [39]

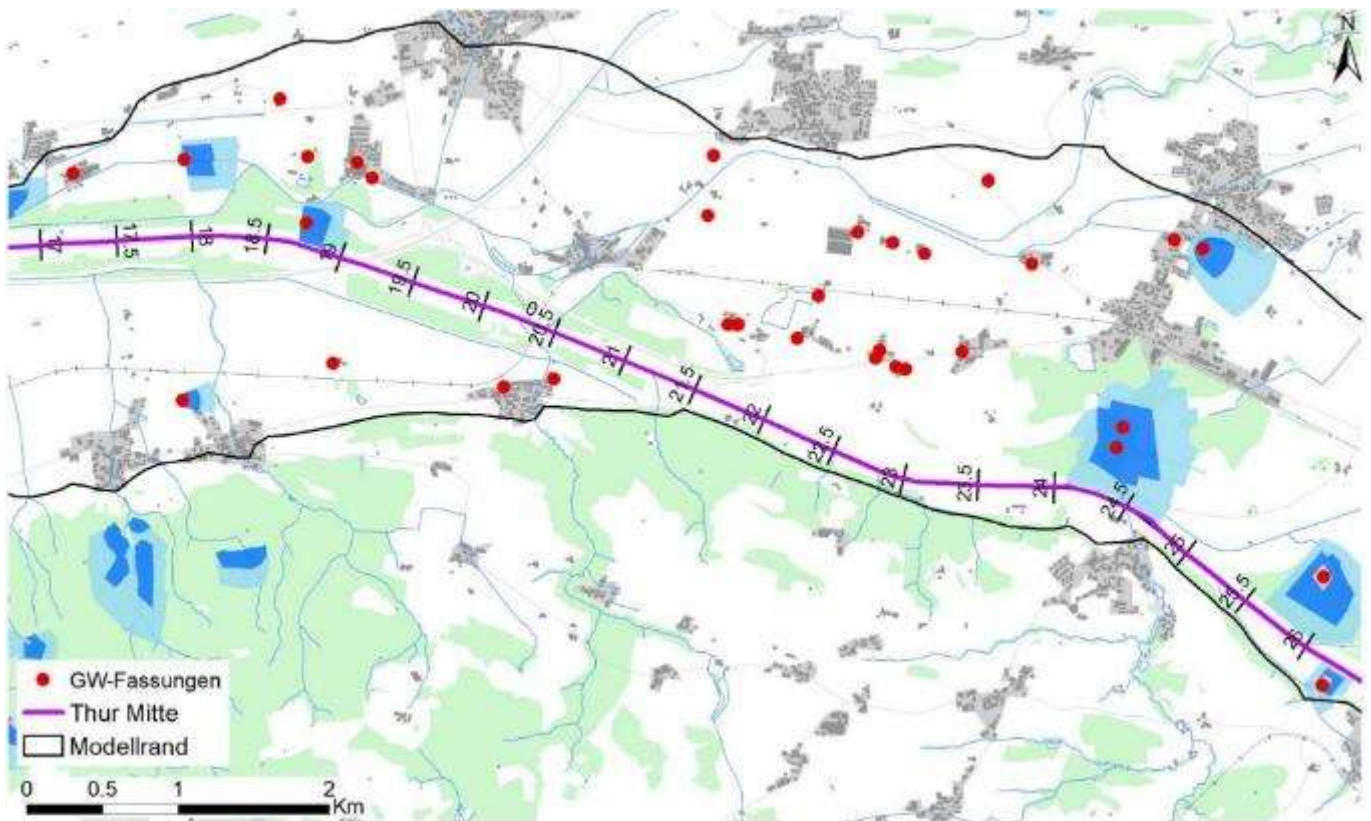


Abbildung 75: Thur Kilometrierung (km TG) im Abschnitt Pfyn–Weinfeldern [39]

**Zeitlicher Verlauf:** Abbildung 76 zeigt den zeitlichen Verlauf der Grundwasserspiegelschwankungen im Gebiet von Märstetten für den Bezugs- und Sollzustand. Der Grundwasserspiegel wird sowohl bei Niedrigständen wie auch bei Hochständen des Grundwassers angehoben. Zu Beginn der Hochwasserwelle ist der Ausgangswasserspiegel im Sollzustand bereits etwa so hoch wie im Bezugszustand während der Hochwasserwelle. Trotz der im Sollzustand weniger ausgeprägten Hochwasserwelle ist in der Folge der Maximalstand des Grundwassers höher als im Bezugszustand.

**Räumliche Verteilung:** Abbildung 77 bis Abbildung 79 zeigen die räumliche Verteilung der Differenzen zwischen den prognostizierten Grundwasserständen im Sollzustand und dem Bezugszustand bei maximalem Wasserstand, Mittelwasser und Niederwasser. Zwischen Märstetten und Wigoltingen ist der Grundwasseranstieg mit bis zu 2 m am grössten. Gegen Westen reduziert sich der Grundwasseranstieg schnell und geht bei Müllheim/Eschikofen in eine Grundwasserabsenkung über. Massgebend bei Grundwasserabsenkungen ist sowohl aus ökologischer wie auch aus geotechnischer Sicht der Grundwasser-Tiefstzustand. Dieser nimmt infolge des Konzepts Thur+ kaum ab (Abbildung 79).

**Flurabstand:** Bei Hochwasser beträgt der Flurabstand bei Realisierung des Konzepts Thur+ zwischen Märstetten und Wigoltingen weniger als 1 m. Massgebend für die Landwirtschaft ist der Flurabstand bei Mittelwasser.

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

Dieser ist auch im Sollzustand noch grösser als 2 m. Bei den in den Abbildung 80 und Abbildung 81 erkennbaren dunkelblauen Flecken handelt es sich um Weiher in ehemaligen Kiesgruben, welche mit dem Grundwasser verbunden sind. In Märstetten ist bei Hochwasser, wie sich Ereignisse im Jahr 2021 zeigten, Grundwasser in Tiefgaragen und Kellern aufgestossen. Diese Ereignisse werden mit dem Konzept Thur+ häufiger auftreten. Insbesondere wird auch der Auftrieb auf Bauten und Anlagen verstärkt womit das Schadenspotential steigt. Die Regenabwasserentsorgung über Versickerungsanlagen verliert an Leistungsfähigkeit mit Folgen Siedlungsentwässerungsinfrastruktur. Ebenso besteht die Gefahr, dass belastete Standorte und Deponien im Projektzustand vermehrt oder neu ins Grundwasser zu liegen kommen und dadurch Schadstoffe verstärkt mobilisiert werden können. Auch hat der höhere Grundwasserspiegel folgen für bestehende Materialausbeutungen (Rohstoffe). Die Möglichkeit der zukünftigen Materialausbeutung wird reduziert. In den weiteren Planungen sind diese Aspekte vertieft zu analysieren, basierend darauf sind Massnahmen zu entwickeln.

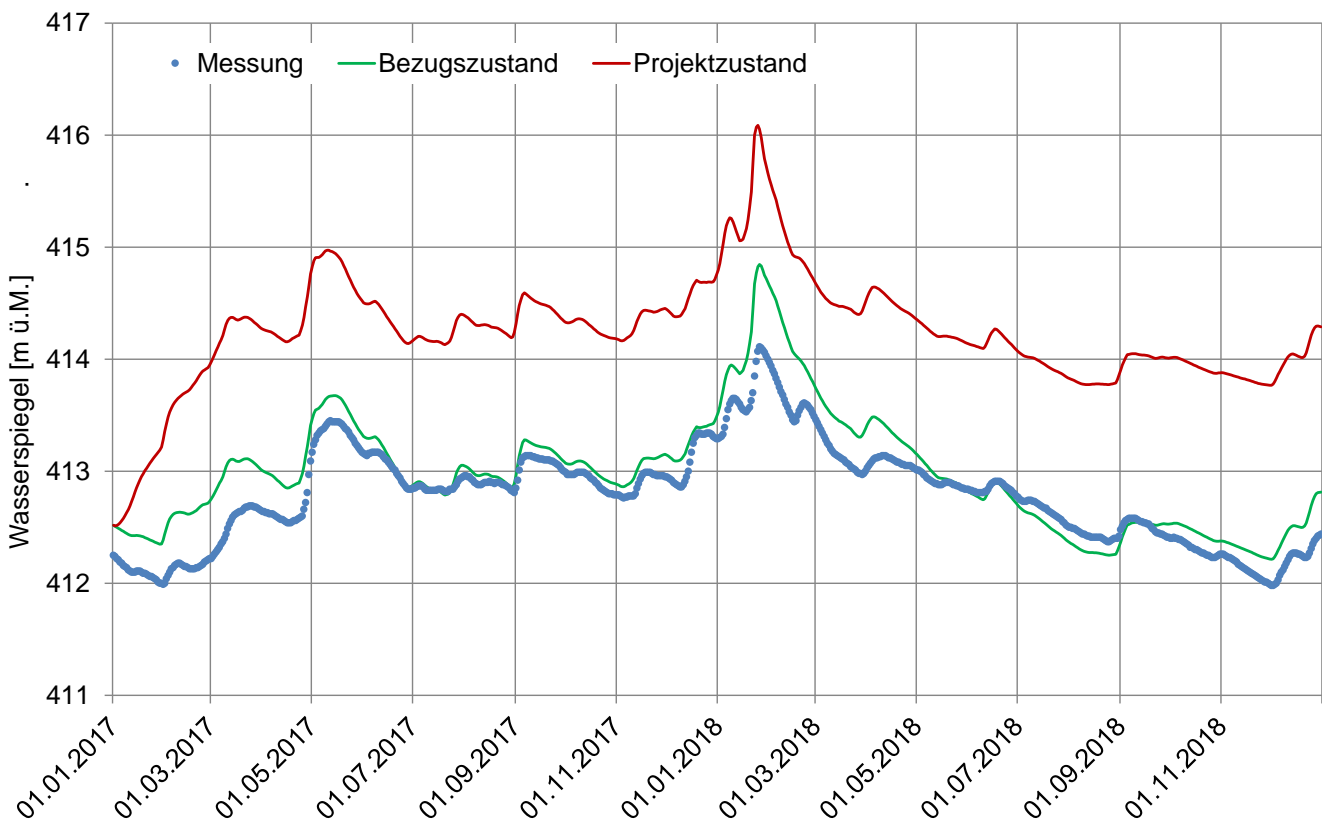


Abbildung 76: Vergleich der Ganglinien des Grundwasserspiegels bei der Messstelle Märstetten für den Sollzustand (rote Linie) und den Bezugszustand (grüne Linie). Blaue Symbole stellen Messwerte dar [39]

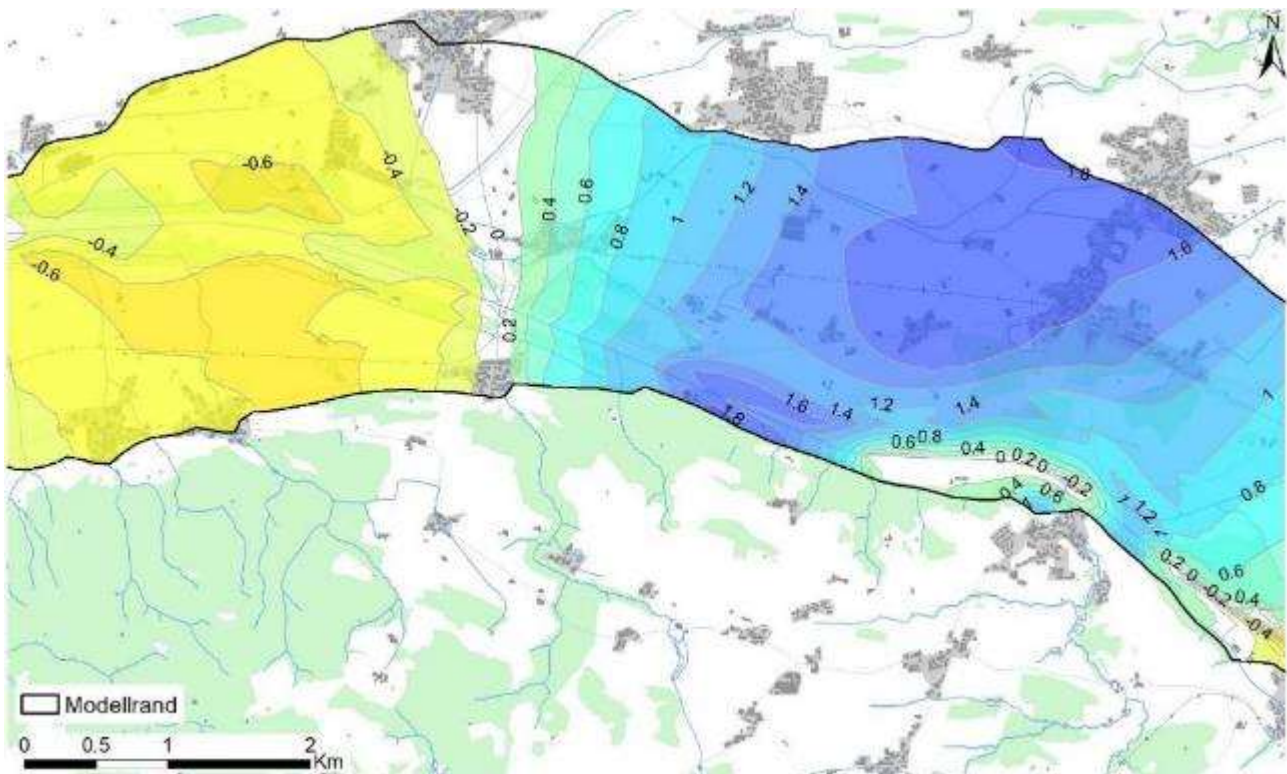


Abbildung 77: Differenz [m] zwischen dem prognostizierten maximalen Grundwasserspiegel für den Sollzustand und den Bezugszustand im Abschnitt Pfy–Weinfeldern [39]

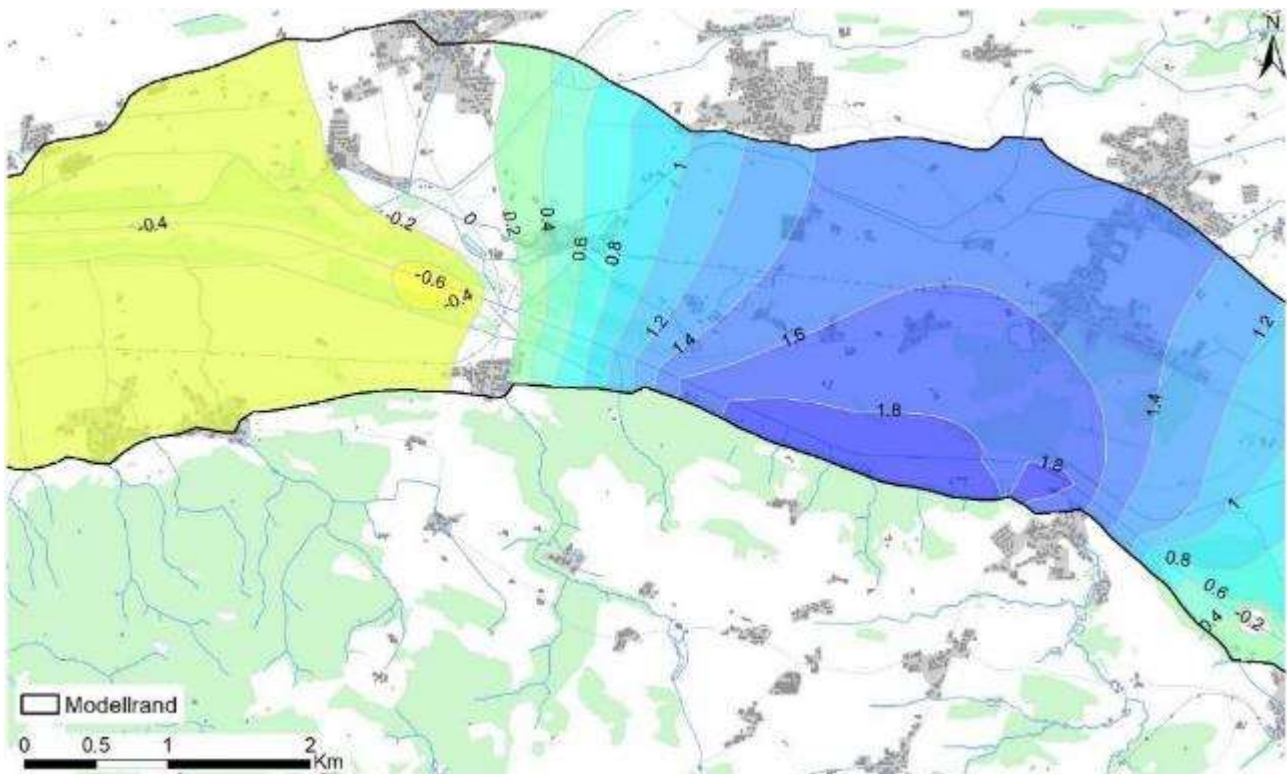


Abbildung 78: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Mittelwasser zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Pfy–Weinfeldern [39]

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

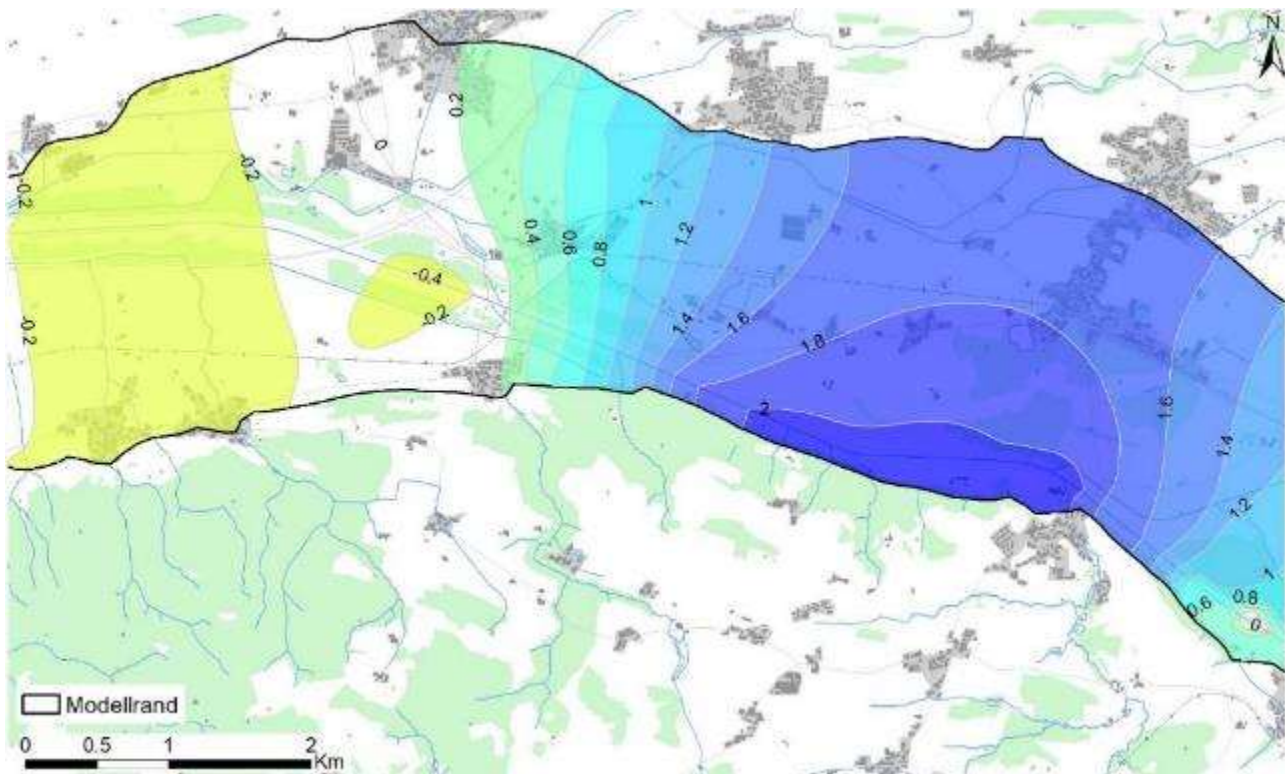


Abbildung 79: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Niederwasser zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Pfyn-Weinfeld [39]

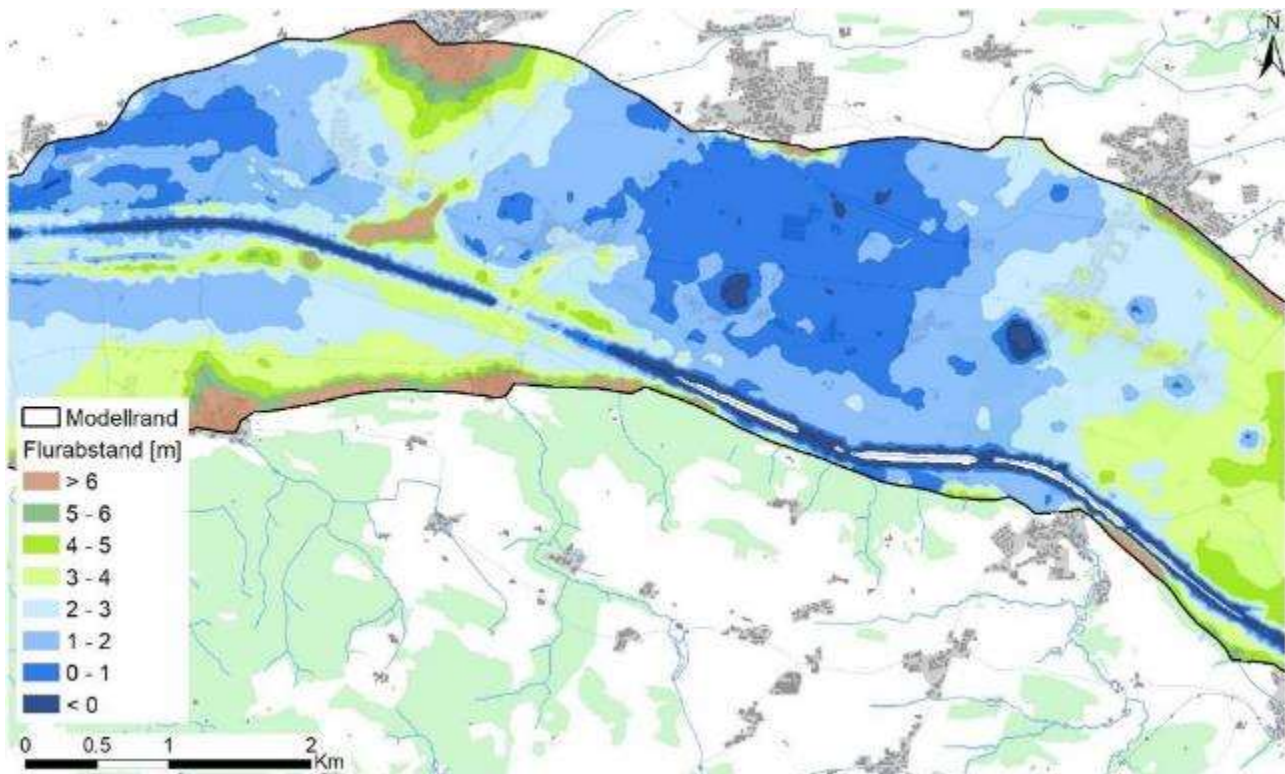


Abbildung 80: Prognostizierter Flurabstand bei maximalem Wasserstand im Sollzustand im Abschnitt Pfyn-Weinfeld [39]



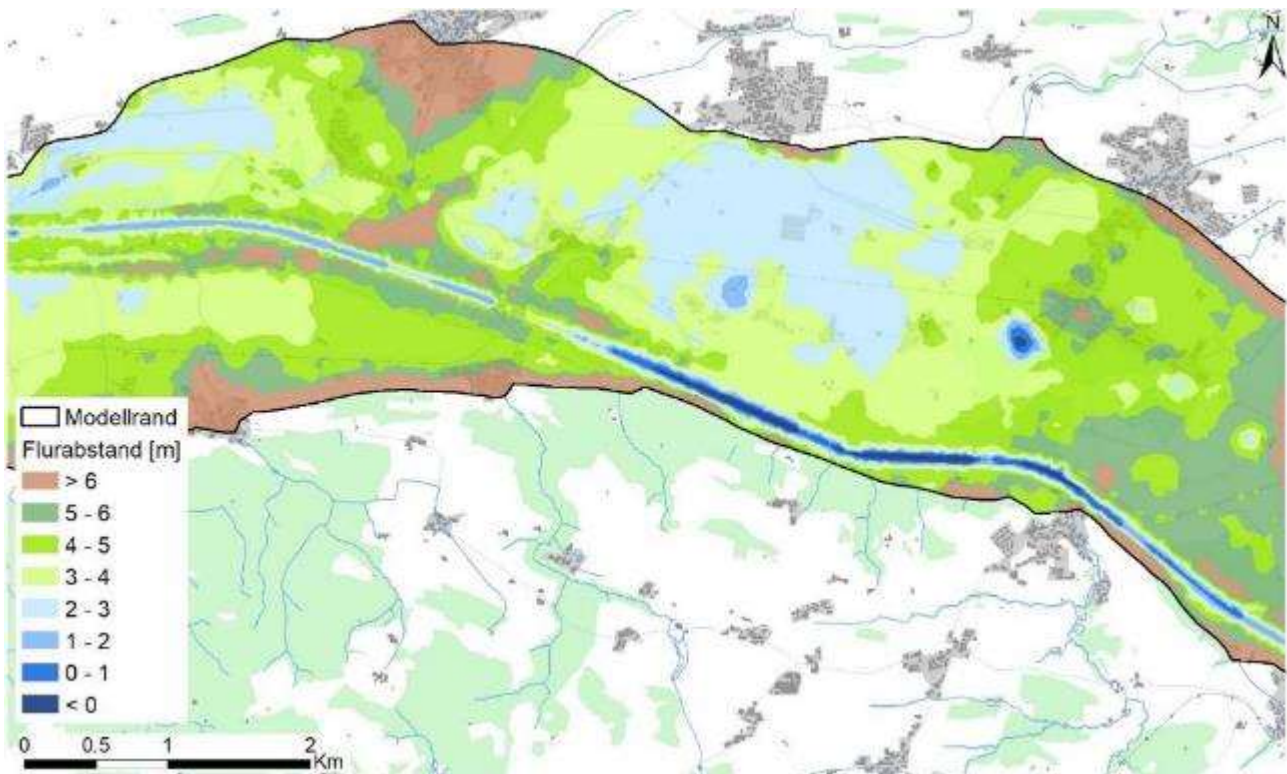


Abbildung 81: Prognostizierter Flurabstand bei Mittelwasser im Sollzustand im Abschnitt Pfyn–Weinfeld [39]

Veränderungen der Wasserbilanz: Tabelle 12 zeigt die Grundwasserbilanz im Talabschnitt KW Weinfeld–Pfyn. Im oberen Teil des Abschnittes wirkt die Thur grösstenteils infiltrierend, im unteren Teil exfiltrierend. Die beiden Anteile sind im Bezugszustand etwa gleich gross. Im Sollzustand erhöht sich die Infiltration um etwa 30 %, die Exfiltration um etwa 50 %. Die erhöhte Exfiltration ist eine Folge der Tieferlegung der Thursohle. Sie wird durch eine geringere Exfiltration in den übrigen Gewässern kompensiert. In den kommenden Projekten ist zu prüfen, ob dadurch allenfalls Giessenbäche trockenfallen.

Die übrigen Bilanzgrössen werden kaum beeinflusst. Durch die Verflachung des Strömungsgradienten im Osten und im Westen werden die Zu- und Abflüsse an den Abschnittsgrenzen etwas kleiner.

Tabelle 12: Grundwasserbilanz im Abschnitt Pfyn–Weinfeld [103]

Bilanzgrösse	Bezugszustand		Sollzustand	
	Zufluss	Abfluss	Zufluss	Abfluss
Mio. m <sup>3</sup> /Jahr				
Seitenzuflüsse und Neubildung aus Niederschlag (ohne Berücksichtigung des Klimawandels)	5.77		5.77	
Austausch mit der Thur	10.74	10.09	13.77	15.42
Austausch mit übrigen Gewässern	1.38	2.08	1.65	0.45
Fördermenge		4.50		4.50
Fluss über Abschnittsgrenzen	9.81	11.73	9.04	10.37
Veränderung des Speichervolumens	0.70		0.51	

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

### Frauenfeld–Pfyn

Sohle und Wasserspiegel der Thur: Mit den Massnahmen im Konzept Thur<sup>+</sup> senkt sich die Sohle im Abschnitt Pfyn–Frauenfeld um bis zu 1 m. Dies führt bei niedrigen und mittleren und insbesondere bei hohen Abflüssen zu niedrigeren Thurwasserspiegeln (Abbildung 82 und Abbildung 83).

Dämme und Binnenkanäle: In diesem Abschnitt liegen besonders wertvolle Auenwälder hinter den heutigen Dämmen (Abschnitte unterhalb Murgmündung und Frauenfelder Allmend). Das Konzept sieht deshalb eine mögliche Dammverschiebung hinter diese Auenwälder vor. In der Folge müssen stellenweise auch die Binnenkanäle verlegt werden, so dass sie wieder landseitig des Hochwasserdamms angeordnet sind. In Abbildung 84 ist die im Grundwassermodell vorgegebene neue Lage der Binnenkanäle abgebildet (Die Lage der Binnenkanäle wird im Rahmen des Konzepts Thur<sup>+</sup> in den Auenschutzgebieten von nationaler Bedeutung nicht festgelegt). Die Darstellung zeigt auch eine mögliche Extremlage des Mittelgerinnes entlang der südlichen Interventionslinie.



Abbildung 82: Differenz der mittleren Sohle zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39]



Abbildung 83: Differenz des Thurwasserspiegels zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand für drei Thurabflüsse im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39]

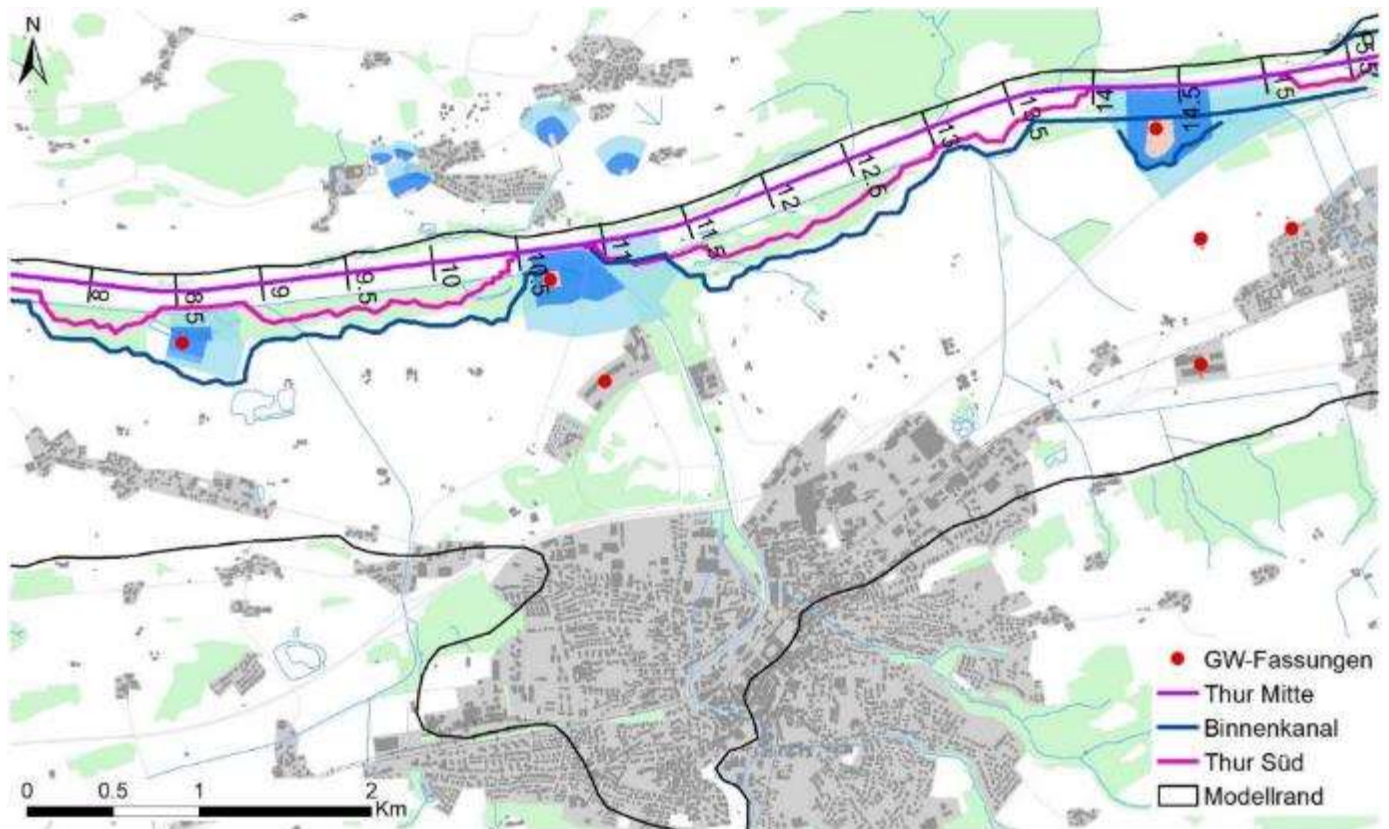


Abbildung 84: Thur Kilometrierung (km TG) [39]

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

Zeitlicher Verlauf: Abbildung 85 zeigt den zeitlichen Verlauf der Grundwasserspiegelschwankungen im der Frauenfelder Allmend für den Bezugs- und Sollzustand. Der Grundwasserspiegel wird sowohl bei Niedrigständen wie auch bei Hochständen des Grundwassers abgesenkt.

Räumliche Verteilung: Abbildung 86 bis Abbildung 88 zeigen die räumliche Verteilung der Differenzen zwischen den prognostizierten Grundwasserständen für den Sollzustand und den Bezugszustand bei maximalem Wasserstand, Mittelwasser und Niederwasser. Der Grundwasserstand wird hauptsächlich im Bereich zwischen der Thur und den verschobenen Binnenkanälen beeinflusst. Die Verschiebung der Binnenkanäle hinter die Auengewässer führt, aufgrund der drainierenden Funktion, landseitig zu einer Grundwasserabsenkung von rund 0.2 m. Der durch Hochwasser verursachte Rückstau in den Binnenkanal führt in der Frauenfelder Allmend im Sollzustand lokal zu einem Grundwasseranstieg.

Flurabstand: Im Hochwasserfall steigt der Grundwasserspiegel in der Frauenfelder Allmend über das Terrain. Massgebend für die Landwirtschaft ist der Flurabstand bei Mittelwasser. Dieser ist auch im Sollzustand noch grösser als 2 m Abbildung 89 und Abbildung 90.

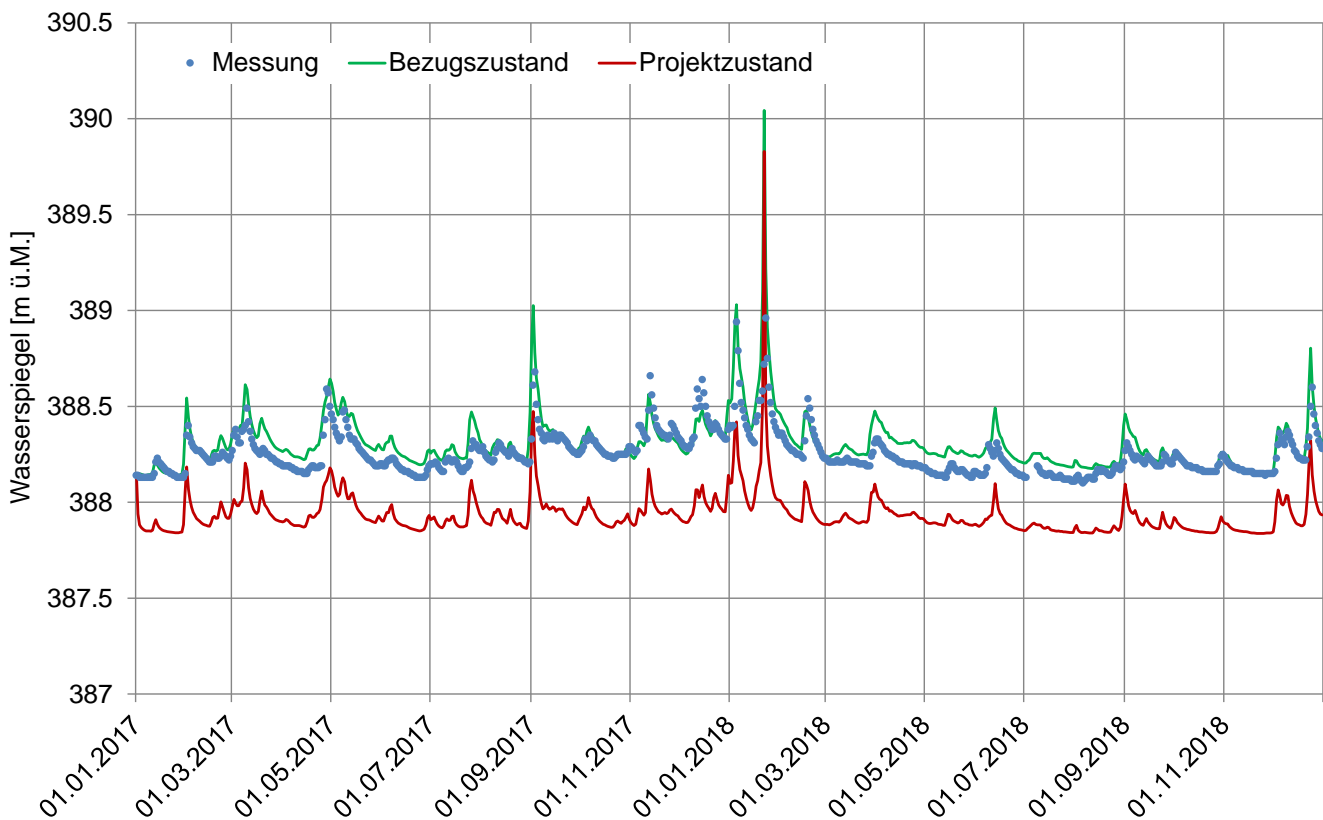


Abbildung 85: Vergleich der Ganglinien des Grundwasserspiegels bei der Messstelle A2 Frauenfelder Allmend für den Sollzustand (rote Linie) und den Bezugszustand (grüne Linie). Blaue Symbole stellen Messwerte dar.

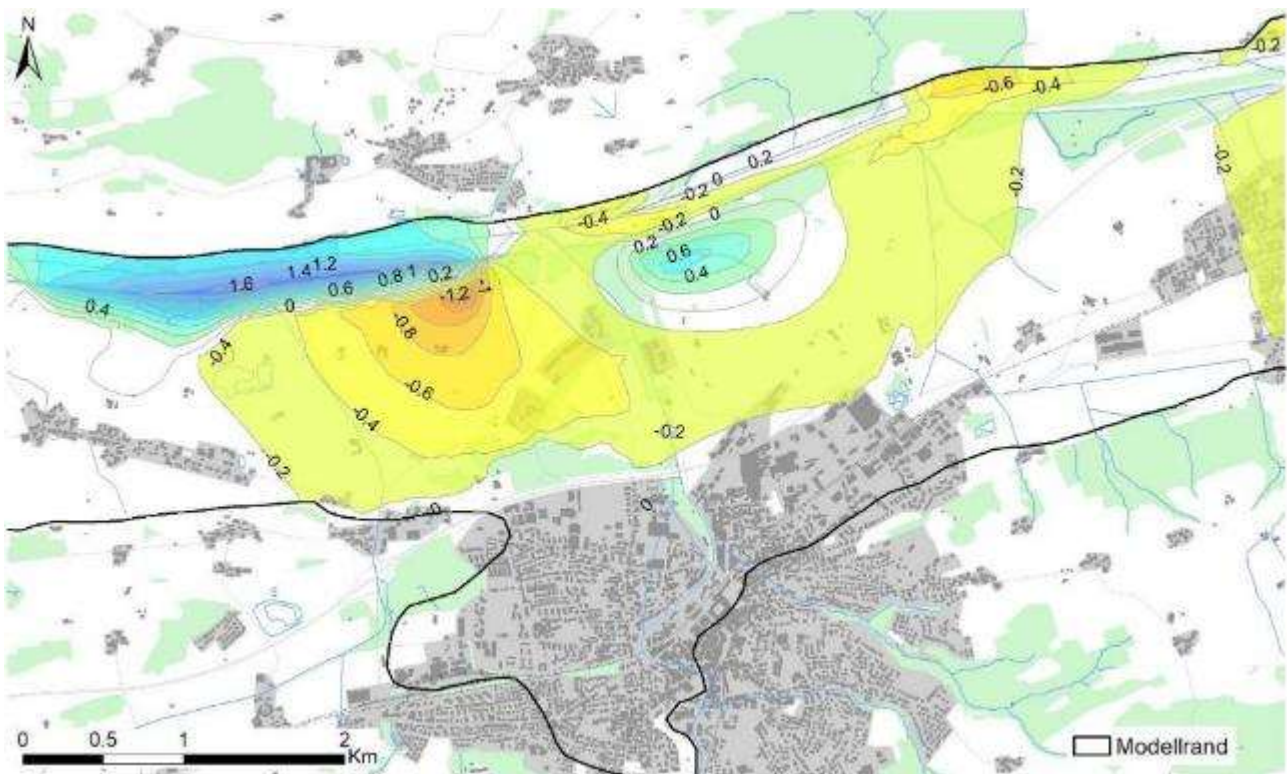


Abbildung 86: Differenz [m] zwischen dem prognostizierten maximalen Grundwasserspiegel für den Sollzustand und den Bezugszustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39]

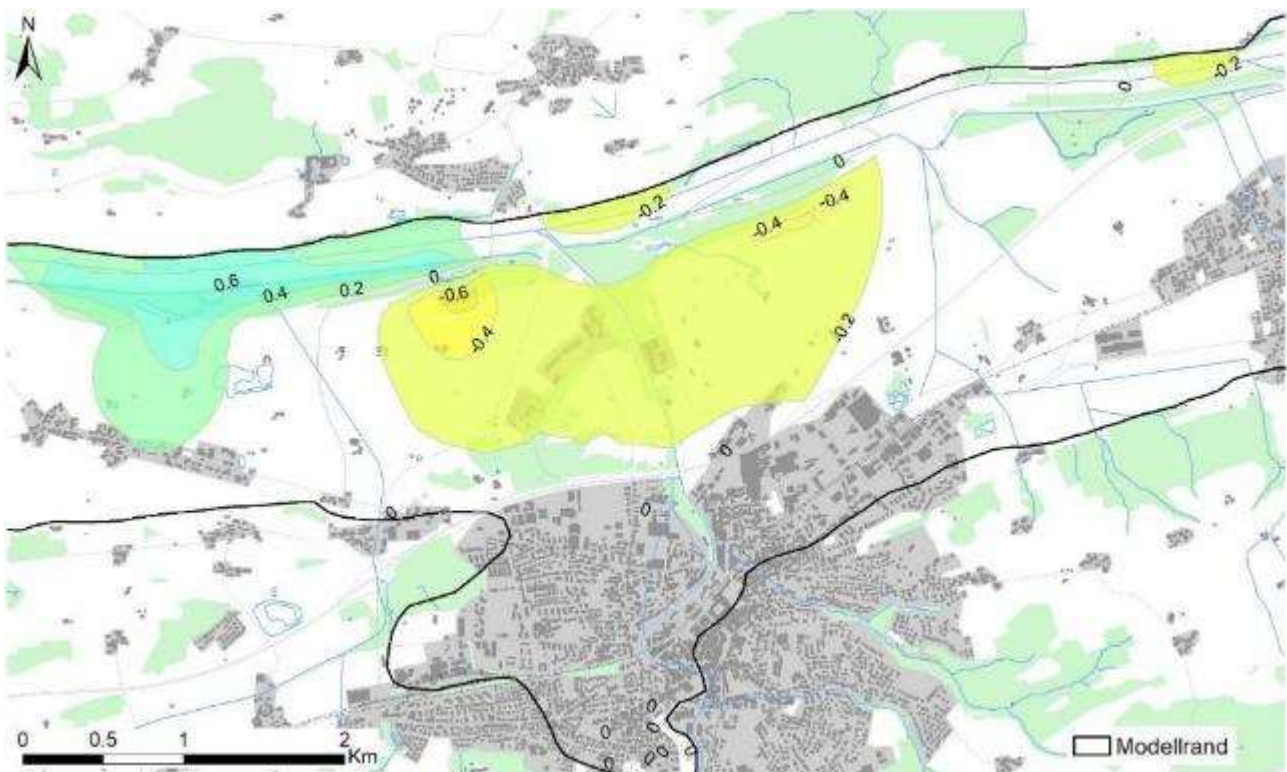


Abbildung 87: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Mittelwasserstand zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39]

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

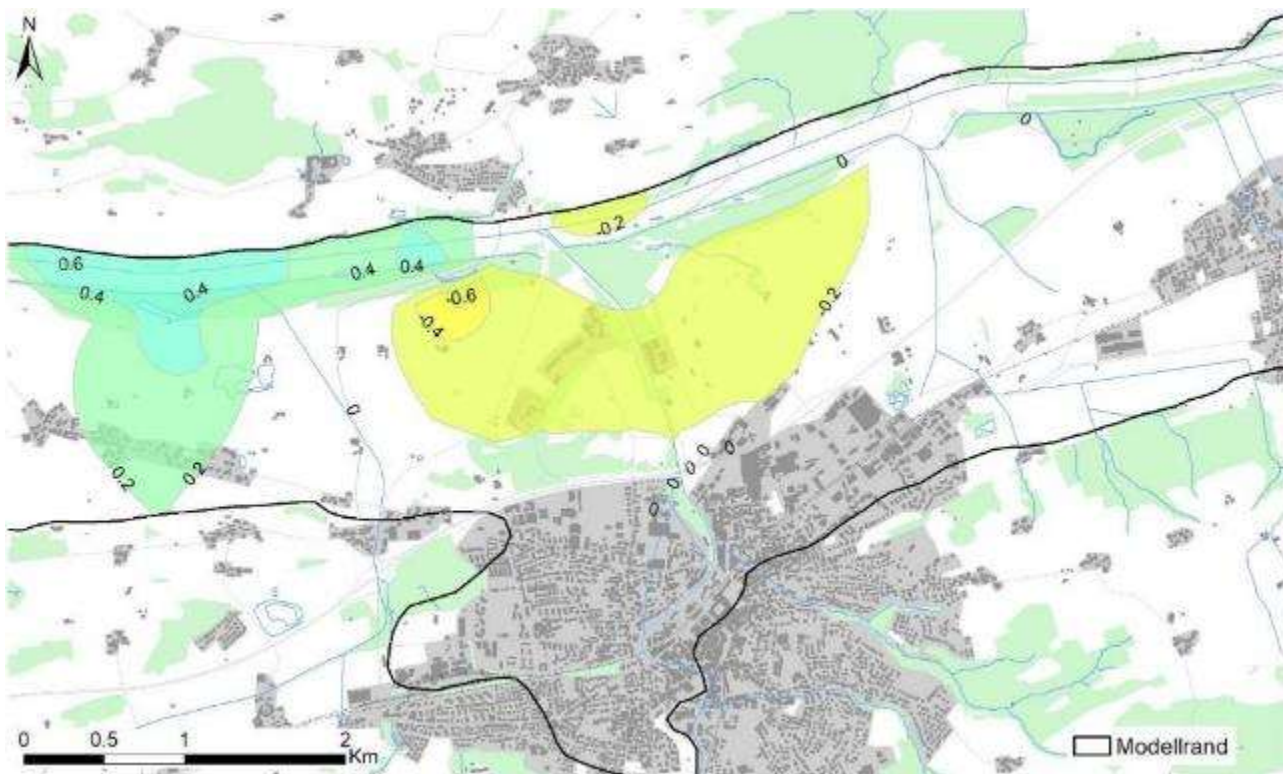


Abbildung 88: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Niederwasserstand zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39]

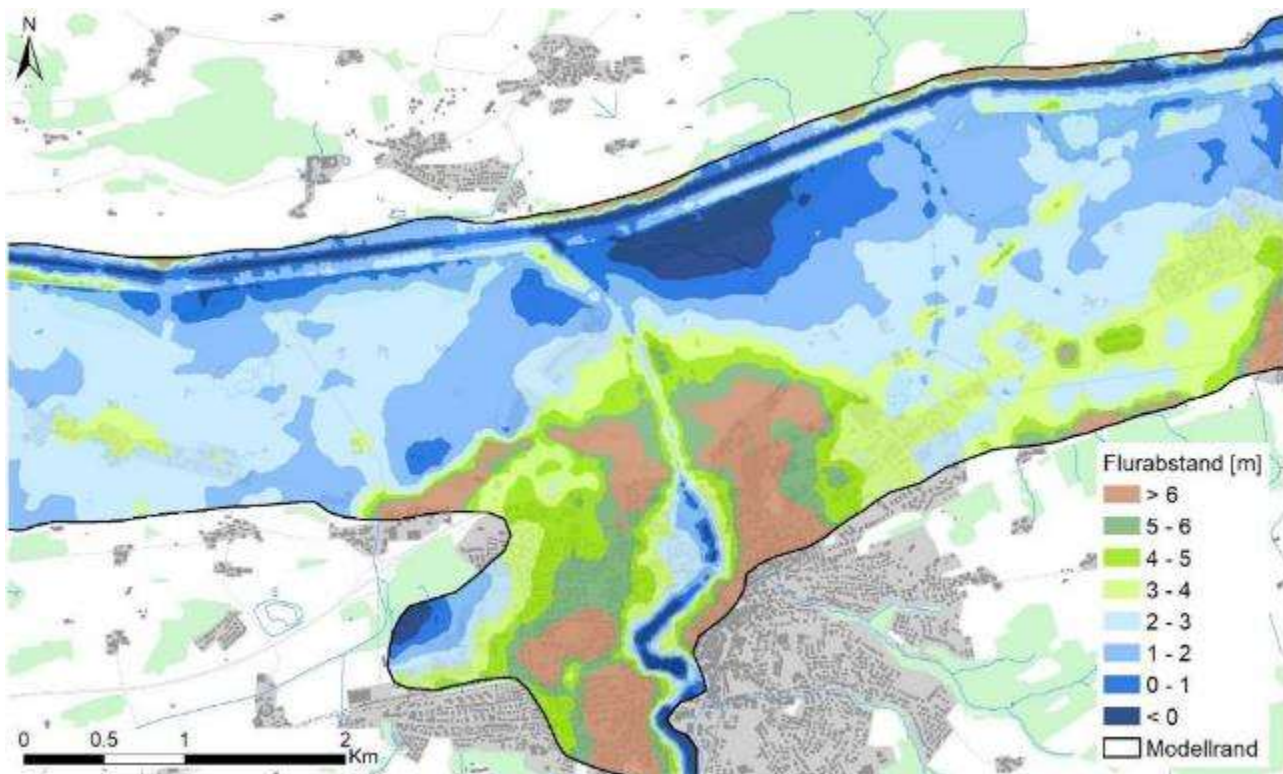


Abbildung 89: Prognostizierter Flurabstand bei Hochwasser im Sollzustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39]

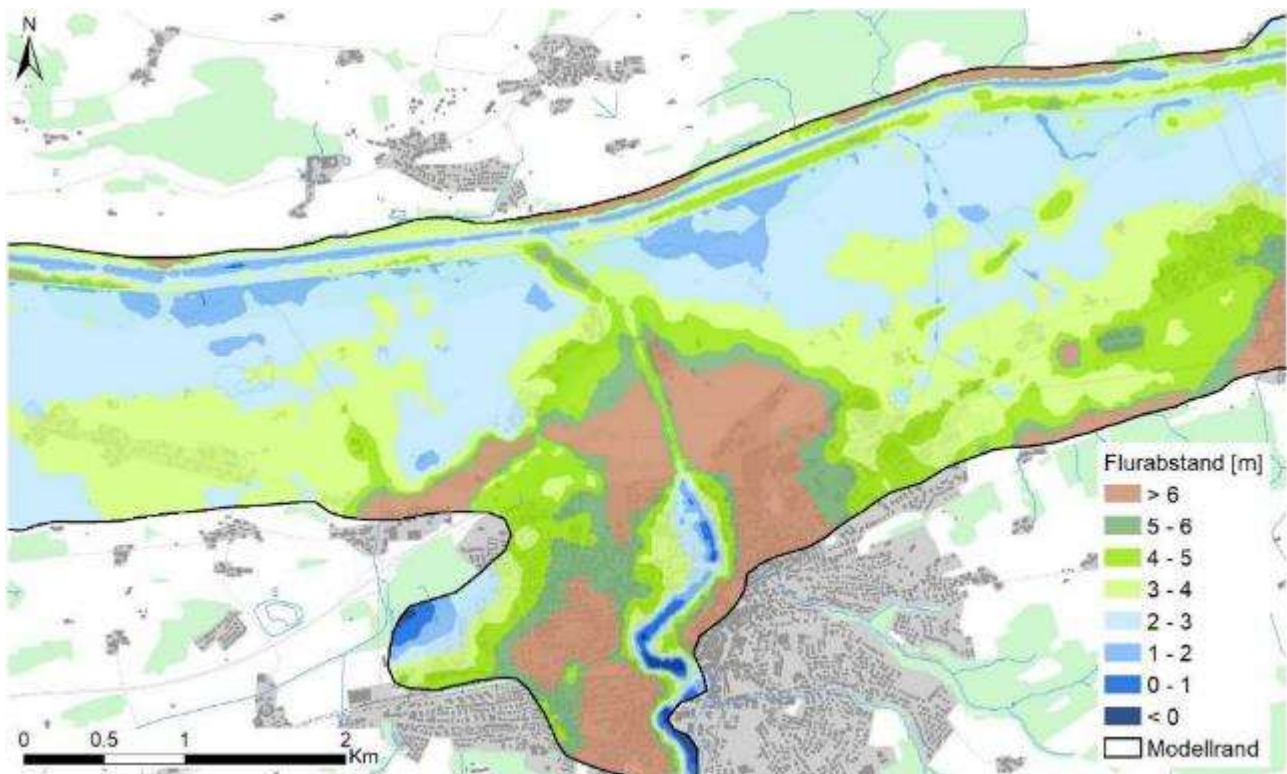


Abbildung 90: Prognostizierter Flurabstand bei Mittelwasser im Sollzustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39]

Veränderungen der Wasserbilanz: Tabelle 13 zeigt die Grundwasserbilanz im Talabschnitt Frauenfeld–Pfyn. In diesem Abschnitt ist die Thur beidseitig von Binnenkanälen begleitet. Die Binnenkanäle liegen tiefer als die Thur und kontrollieren deshalb den landseitigen Grundwasserstand. Das aus der Thur infiltrierende Wasser wird grösstenteils durch die Binnenkanäle gefasst.

Aufgrund des tieferen Thurwasserspiegels und des grösseren Abstandes zwischen Thur und den nach hinten verlegten Binnenkanälen reduziert sich der Austausch zwischen Thur und Binnenkanälen um etwa 25 %. Die übrigen Bilanzgrössen werden kaum beeinflusst.

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

Tabelle 13: Grundwasserbilanz im Abschnitt Pfyn–Frauenfeld

Bilanzgrösse	Bezugszustand		Sollzustand	
	Zufluss	Abfluss	Zufluss	Abfluss
Mio. m <sup>3</sup> /Jahr				
Seitenzuflüsse und Neubildung aus Niederschlag (ohne Berücksichtigung des Klimawandels)	5.90		5.90	
Austausch mit der Thur	28.75	2.44	22.67	2.11
Austausch mit übrigen Gewässern	1.49	38.25	2.77	32.08
Fördermenge		3.49		3.49
Fluss über Abschnittsgrenzen	11.75	3.68	10.38	3.99
Veränderung des Speichervolumens	0.03		0.05	

### Niederneunforn–Frauenfeld

Sohle und Wasserspiegel der Thur: Mit den Massnahmen im Konzept Thur<sup>+</sup> senkt sich die Sohle im Niederneunforn–Frauenfeld um bis zu 0.5 m. Dies führt ab km TG 4.0 bei niedrigen, mittleren und hohen Abflüssen zu niedrigeren Thurwasserspiegeln (Abbildung 91 und Abbildung 92).

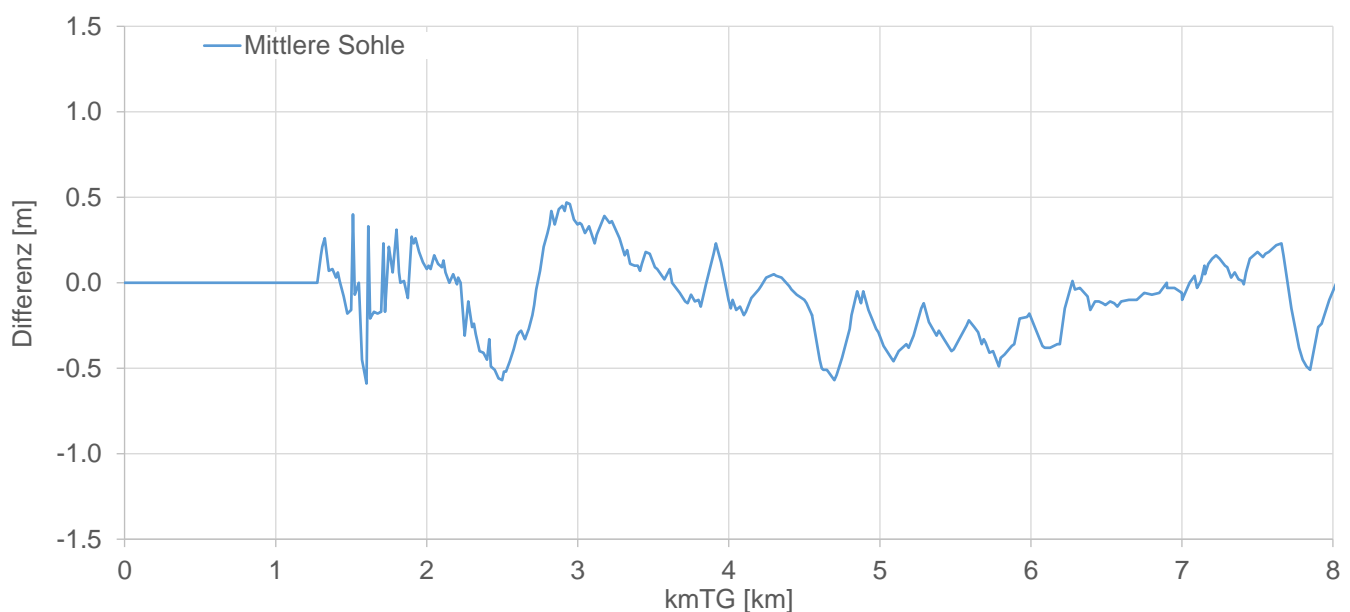


Abbildung 91: Differenz der mittleren Sohle zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Niederneunforn–Frauenfeld [39]



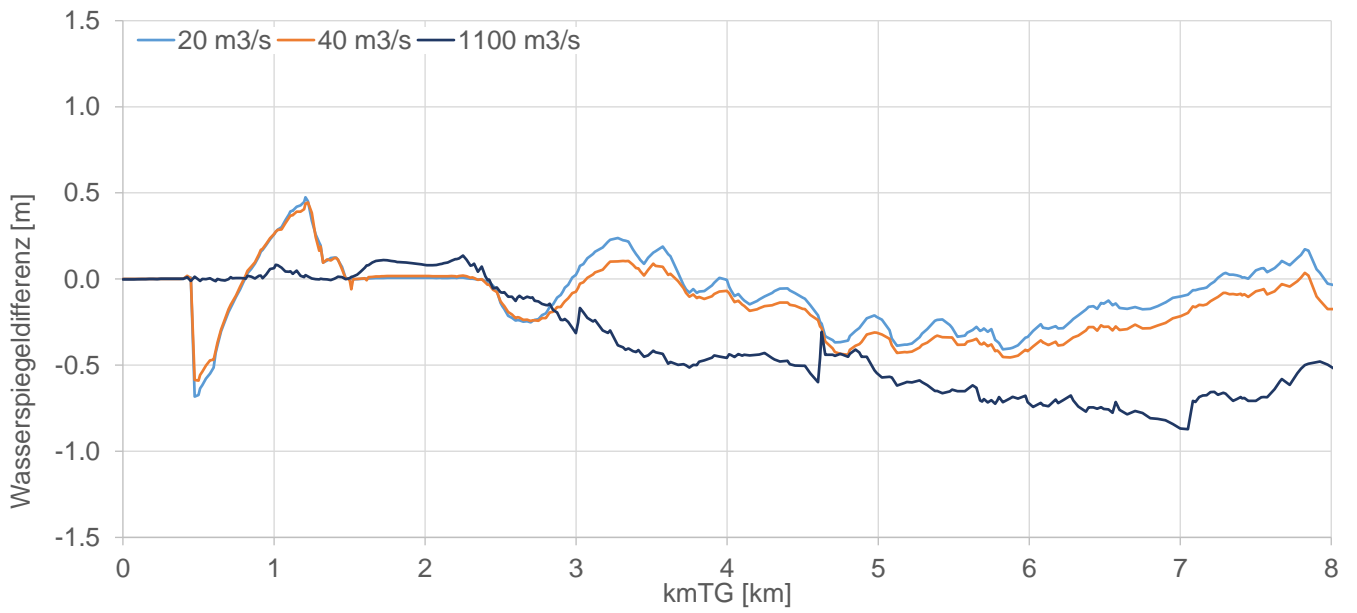


Abbildung 92: Differenz des Thurwasserspiegels zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand für drei Thurabflüsse im Abschnitt Niederneunforn–Frauenfeld [39]

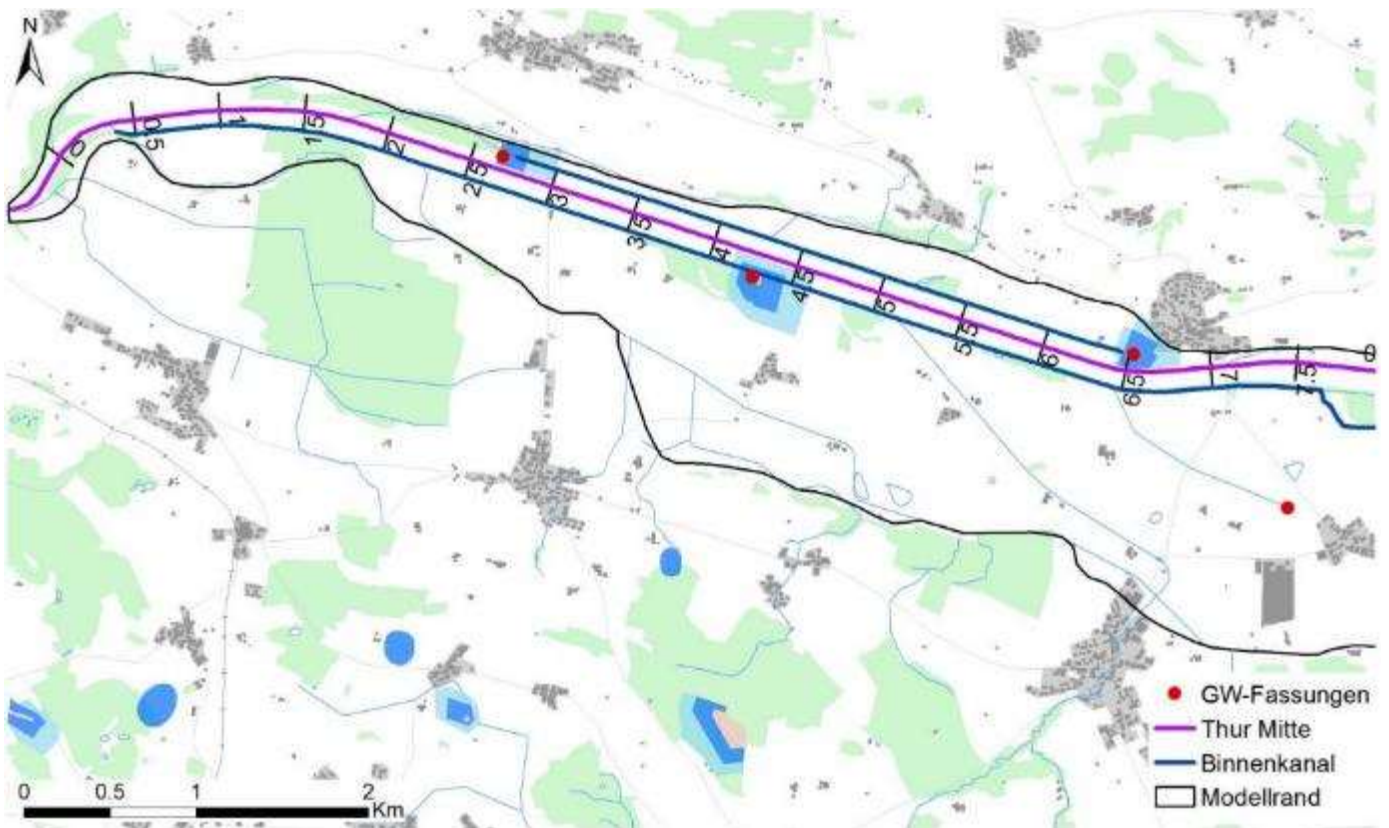


Abbildung 93: Thur Kilometrierung (km TG) [39]

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

Räumliche Verteilung: Abbildung 94 bis Abbildung 96 zeigen die räumliche Verteilung der Differenzen zwischen den prognostizierten Grundwasserständen im Sollzustand und dem Bezugszustand bei maximalem Wasserstand, Mittelwasser und Niederwasser. Die Auswirkungen des Konzepts auf den Grundwasserstand sind in diesem Talabschnitt sehr gering.

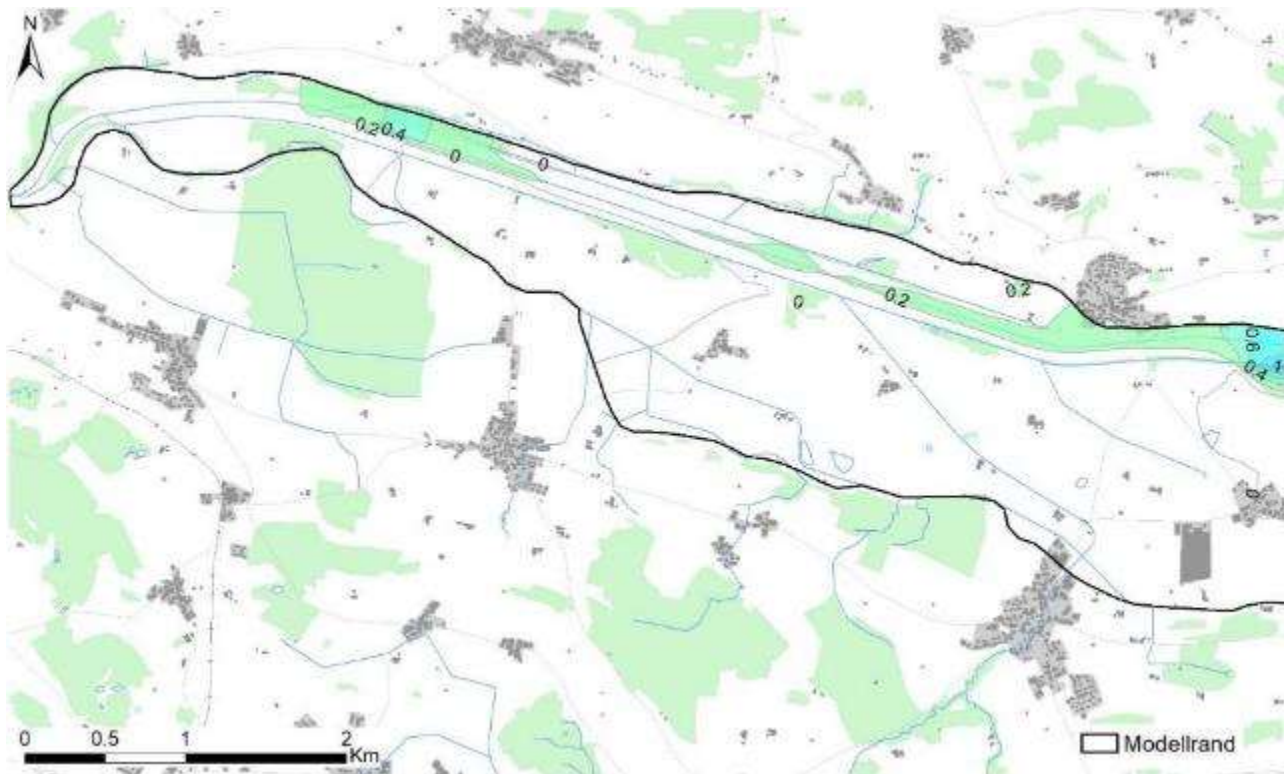


Abbildung 94: Differenz [m] zwischen dem prognostizierten maximalen Grundwasserspiegel für den Sollzustand und den Bezugszustand im Abschnitt Niederneunforn-Frauenfeld [39]

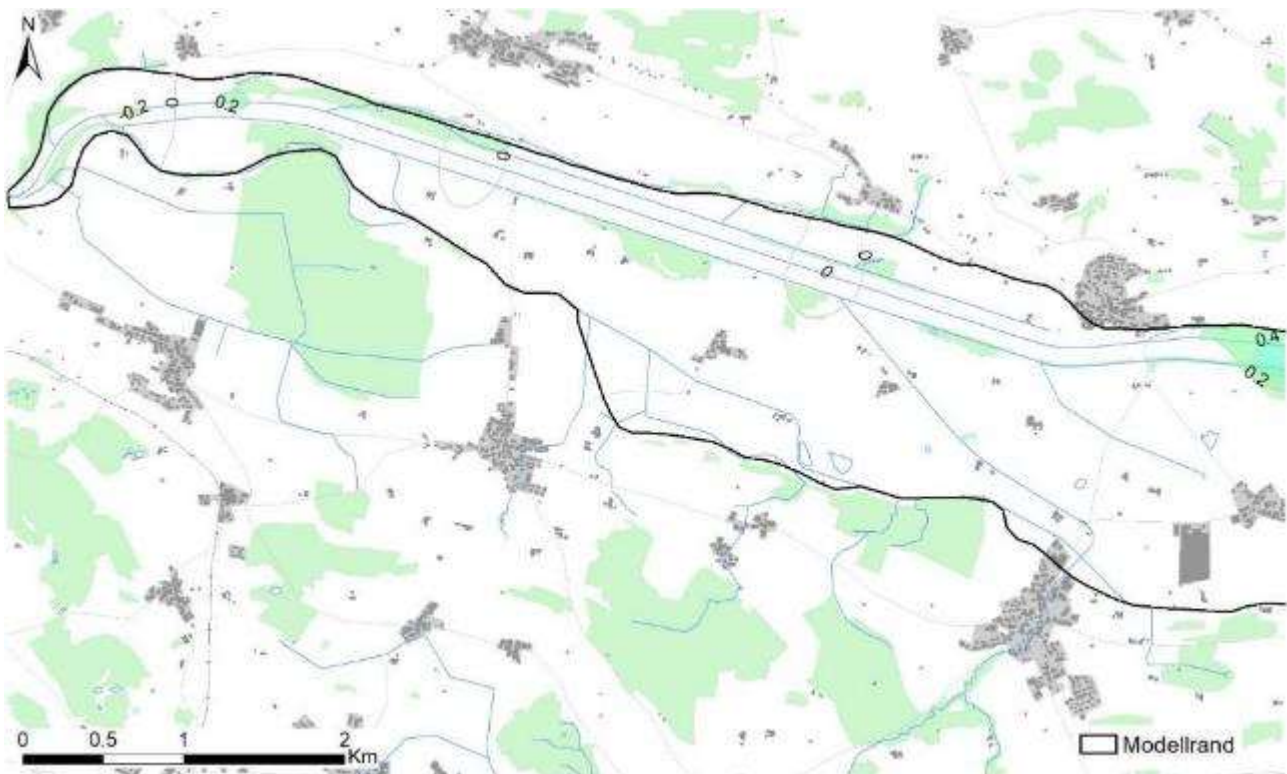


Abbildung 95: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Mittelwasserstand zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Niederneunforn-Frauenfeld [39]

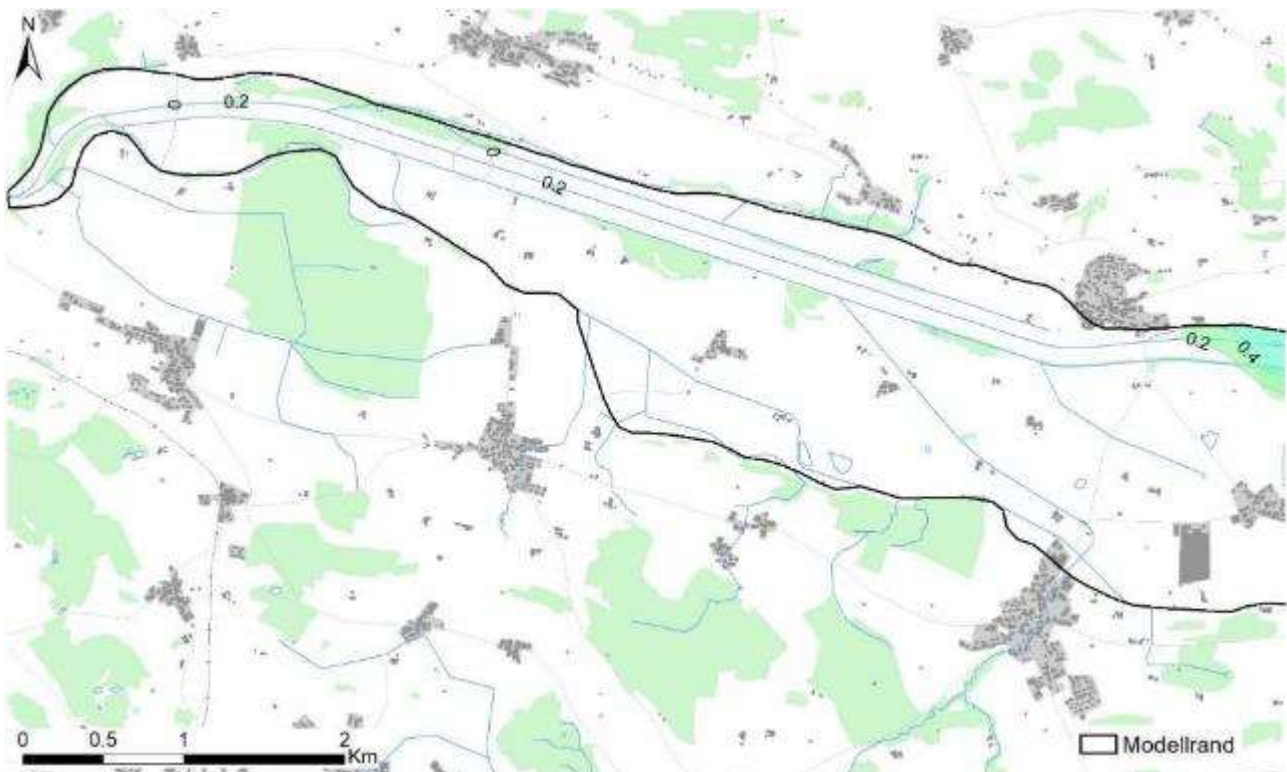


Abbildung 96: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Mittelwasserstand zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Niederneunforn-Frauenfeld [39]

## Wirkungen zwischen den Handlungsfeldern

Veränderungen der Wasserbilanz: Tabelle 14 zeigt die Grundwasserbilanz im Talabschnitt Niederneunforn–Frauenfeld für das hydrologische Jahr 2018. In diesem Abschnitt wird die Thur beidseitig von einem Binnenkanal begleitet. Die Binnenkanäle liegen tiefer als die Thur und kontrollieren den landseitigen Grundwasserstand. Die Infiltration aus der Thur ist im Vergleich zu den übrigen Bilanzkomponenten sehr hoch. Das infiltrierte Wasser wird jedoch im Binnenkanal grösstenteils wieder drainiert und in die Thur zurückgeführt.

Durch die im Konzept Thur+ vorgesehene Aufweitung des Flussbetts, werden die Sohlendurchlässigkeit und damit die Infiltration erhöht. Den gegenteiligen Effekt bewirkt die Absenkung des Wasserspiegels in der Thur. Insgesamt nimmt die Infiltration um etwa 10 % zu.

Tabelle 14: Grundwasserbilanz im Abschnitt Frauenfeld–Niederneunforn [103]

Bilanzgrösse	Bezugszustand		Sollzustand	
	Zufluss	Abfluss	Zufluss	Abfluss
Mio. m <sup>3</sup> /Jahr				
Seitenzuflüsse und Neubildung aus Niederschlag (ohne Berücksichtigung des Klimawandels)	2.26		2.26	
Austausch mit der Thur	50.20	1.47	55.75	1.16
Austausch mit übrigen Gewässern	0.84	54.43	0.61	60.31
Fördermenge		0.65		0.65
Fluss über Abschnittsgrenzen	3.42		3.70	
Veränderung des Speichervolumens	0.17		0.20	

### Schlussfolgerungen

Die Szenarienrechnungen zeigen, dass bei einer Aufweitung des Mittelgerinnes der Thur zwischen Kradolf-Schönenberg und Niederneunforn folgende Auswirkungen auf die Grundwasserstände zu erwarten sind:

Im Talabschnitt zwischen Bürglen und Kradolf-Schönenberg übt das Konzept Thur+ nur einen geringen Einfluss auf den Grundwasserstand aus. Die Thur ist auf einer rund 3 km langen Strecke tief in die Moräne eingeschnitten und steht nicht in Kontakt mit dem Grundwasser. Die Grundwasseranreicherung und -förderung sind durch das Konzept Thur+ nicht betroffen.

Im Bereich von Märstetten bewirkt die Mittelgerinneaufweitung einen Anstieg des Grundwasserstands von bis zu 2 m. Der Grundwasseranstieg ist bei Grundwasser-Niedrigstand und bei Grundwasser-Hochstand etwa gleich gross. Massgebend ist der Grundwasser-Hochstand, da bei einem Grundwasseranstieg Untergeschosse und Tiefgaragen häufiger geflutet werden oder einen höheren Auftrieb aufnehmen müssen. Die reduzierte Leistungsfähigkeit der Versickerungsanlagen kann Auswirkungen auf die ganze Siedlungsentwässerungsinfrastruktur haben. Belastete Standorte und Deponien können eigenstaut werden mit unklaren Auswirkungen auf die Grundwasser- und somit Trinkwasserqualität. Materialausbeutungen werden allenfalls nur noch reduziert möglich sein. Der Grundwasseranstieg nimmt nach Westen rasch ab.

Bei Müllheim–Eschikofen wird eine Grundwasserabsenkung prognostiziert. Die Absenkung bei Niedrigstand beträgt jedoch lediglich 20 cm.

Westlich von Felben–Wellhausen beschränkt sich die Beeinflussung des Grundwasserspiegels hauptsächlich auf den Bereich zwischen Thur und Binnenkanal. Grössere Auswirkungen wären zu erwarten, wenn der bestehende Binnenkanal im Bereich westlich der Murgmündung aufgehoben oder verkürzt würde.

In den kommenden Projekten sind die Auswirkungen auf Infrastruktur, Bauten, Anlagen, Deponien sowie Rohstoffausbeutung aufzuzeigen und mögliche Massnahmen wie zum Beispiel Binnenkanäle oder Drainageleitungen zu überlegen. Grundsätzlich ist ein grösseres, unterirdisches Speichervolumen zu begrüssen und zu fördern (Klimawandel). Bei Neubauten in den betroffenen Gebieten sind Überlegungen zu Grundwasserauftrieb und Abdichtungen zu berücksichtigen.

Durch die erwartete Vergrösserung der Sohlendurchlässigkeit im renaturierten Gerinne steigt die Infiltration aus der Thur generell an. Dies ist im Hinblick auf den Klimawandel zu begrüssen, da mit diesem der Bedarf an Grundwasser für die Bewässerung steigt.

An einigen Stellen enthält das Konzept Thur<sup>+</sup> eine Absenkung der Thursohle. Zusammen mit der Vergrösserung der Sohlendurchlässigkeit kann dies dazu führen, dass mehr Grundwasser in die Thur exfiltriert und damit Giessenbäche in der Umgebung bei trockenen Wetterverhältnissen trockenfallen. Dies ist im Rahmen der kommenden Projekte detailliert zu klären.

### 16.4 Raumwirksame Veränderung

#### Behördenverbindlicher Raumbedarf

Der behördenverbindliche Raumbedarf der Thur überlagert verschiedene, heute bestehende Zonen sowie den behördenverbindlichen Raumbedarf der Seitengewässer der Thur. Neubauten sind im behördenverbindlichen Raumbedarf nur bei Standortgebundenheit oder bei überwiegenden öffentlichen Interessen erlaubt. Einschränkungen bezüglich der Nutzung bestehen nicht, allerdings nur, bis der grundeigentümergebundene Gewässerraum ausgedehnt ist.

#### Physischer Landverlust

Neben diesem Flächenbedarf, welcher ebenfalls Änderungen der Bewirtschaftungsformen bewirkt, ändern sich einige Flächen auch physisch, in dem sie neu von Wasser durchflossen sind oder Auenwälder und Feuchflächen entstehen und vergehen. Der Umgang mit dieser Situation ist in den Wirkungsfeldern detailliert aufgearbeitet (siehe Kapitel 18). Im Sollzustand können weitere Flächen betroffen werden, welche in einigen hundert Jahren theoretisch dem Raum innerhalb der Interventionslinien entspricht.

# 17 Trink- und Brauchwasserversorgung

## 17.1 Grundlagen

### Bauen im Einflussbereich von Grundwasserschutzzonen

Wasserbauliche Massnahmen im Einflussbereich von Grundwasserfassungen und den raumwirksamen Grundwasserschutzzonen setzen sorgfältige und umfassende hydrogeologische Abklärungen zur Ermittlung der möglichen Auswirkungen auf die jeweilige Trinkwassernutzung voraus. Um jede nachteilige Beeinflussung heutiger und zukünftiger Trinkwassernutzungen auszuschliessen, müssen die Massnahmen auf die heutigen und für die zukünftig vorgesehene Trinkwassernutzung notwendigen Schutzzonen und deren Schutzziele geklärt und in einer frühen Phase der kommenden Projekte mit den für den planerischen Grundwasserschutz zuständigen Fachstellen koordiniert werden [93]. Wasserbauliche Veränderungen in den Schutzzonen S1 und S2 – also im unmittelbaren Nahbereich der Fassungen – sind nicht zulässig. Darüber hinaus sind Aufweitungen des Mittelgerinnes in der Zone S2 ebenfalls unzulässig. In der Zone S3 gilt ein generelles Verbot für Einbauten, die das Speichervolumen oder den Durchflussquerschnitt des Grundwasserleiters verringern, sprich es dürfen keine Einbauten unterhalb des maximalen Grundwassers erstellt werden. Zudem darf die schützende Überdeckung (Boden und Deckschicht) nicht nachteilig vermindert werden (Anhang 4 Ziffer 221 Abs. 1 Bst. d. GSchV).

Für die sich an das Konzept Thur+ anschliessenden kommenden Projekte bilden der Bericht «Koordinierte Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung im Kanton Thurgau» sowie die in Arbeit befindliche kantonale Brauchversorgungsplanung die massgebenden Grundlagen. Das Konzept Thur+ widerspricht in der Region Frauenfeld der «Koordinierte Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung im Kanton Thurgau». Die mögliche Aufgabe relevanter Grundwasserfassungen hat Konsequenzen für die Region Frauenfeld.

Die kommenden Projekte sind insbesondere auf die mit dem Bericht festgelegten Massnahmen und Handlungsfelder abzustimmen. Zur Kompensation der Trinkwasserfehlmengen infolge einer Aufgabe von Fassungen im Zusammenhang mit dem Konzept Thur+ ist im Raum Frauenfeld eine regionale Trinkwasserversorgungsplanung notwendig. Darüber hinaus werden die Grundwasserschutzzonen. Darüber hinaus werden die Grundwasserschutzzonen gemäss dem Planungsauftrag des kantonalen Richtplans alle 15–20 Jahre überprüft. Dieser Zeitraum ist mit dem Planungshorizont des Konzeptes Thur+ kompatibel, sodass die Überprüfung im Rahmen der kommenden Projekte erfolgen kann [10].

### Brauchwasser für landwirtschaftliche Bewässerung

Die Brauchwassernutzung in der Landwirtschaft setzt sich zusammen aus der Bewässerung, dem Wasserverbrauch für betriebliche Zwecke sowie der Nutzung von Quellwasser zur Speisung von Laufbrunnen.

Durch die Klimaveränderungen ist eine deutliche Abnahme der sommerlichen Niederschläge bei einem zeitgleichen Anstieg der Temperaturen und einer erhöhten Verdunstung zu beobachten und weiterhin zu erwarten [104]. Im Kanton Thurgau war dies insbesondere im Sommer und Herbst 2018 bereits zu beobachten. Die Pegelstände der Fließgewässer verzeichneten ein Rekordtief, streckenweise kam es zur vollständigen Austrocknung. Von Mitte Juli bis in den Herbst, trat zudem ein Wasserentnahmeverbot für Fließgewässer in Kraft. Über den gesamten Kanton verteilt ergaben sich daraus erhebliche Probleme in der Brauchwasserbeschaffung für die Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Kulturen [105]. Mit einem prognostizierten Anstieg des Grundwasserspiegels mit den Massnahmen im Konzept Thur+ besteht, unter Vorbehalt des Klimawandels, voraussichtlich ein grösseres Dargebot an Wasser. Die Schwankungen des Grundwasserspiegels gleichen sich über ein Jahr tendenziell aus: Im Sommer sorgen höhere Temperaturen und längere Dürren dafür, dass weniger Wasser als im Istzustand versickert. Im Winter sorgen die vermehrten Niederschläge für eine grössere Grundwasserneubildung als im Istzustand.

### 17.2 Auswirkungen

#### Bürglen–Bischofszell

**Einzugsbereiche, Grundwasseranreicherung:** Die Auswirkungen des Konzepts Thur+ auf den Grundwasserstand zwischen Bürglen und Kradolf-Schönenberg sind sehr lokal und gering. Auf die Einzugsbereiche der in diesem Talabschnitt gelegenen Grundwasserfassungen hat das Konzept daher keinen Einfluss. Die Grundwasseranreicherung der Wasserversorgung AchThurLand ist durch das Konzept Thur+ nicht betroffen.

**Schutzzonen:** Die Schutzzonen S2, respektive S3 der Pumpwerke Auwald und Dammweg grenzen an das aktuelle Thurufer. In der Schutzzone S2 ist eine Aufweitung des Flussbetts nicht möglich. In der Schutzzone S3 sind Renaturierungen und Hochwasserschutzmassnahmen unter Auflagen möglich, sofern nachgewiesen wird, dass die Trinkwassernutzung nicht gefährdet ist.

## Pumpwerk Schachen

Situation: Das Pumpwerk Schachen befindet sich an der westlichen Grenze der Gemeinde Weinfeld in einer Entfernung von 400 m zur Thur. Durch verschiedene Probebohrungen wurde nachgewiesen, dass das Pumpwerk nicht direkt durch die Thur gespeisen wird. Die Grundwasserschutzzone S3 dehnt sich nicht bis zum Thurufer aus.

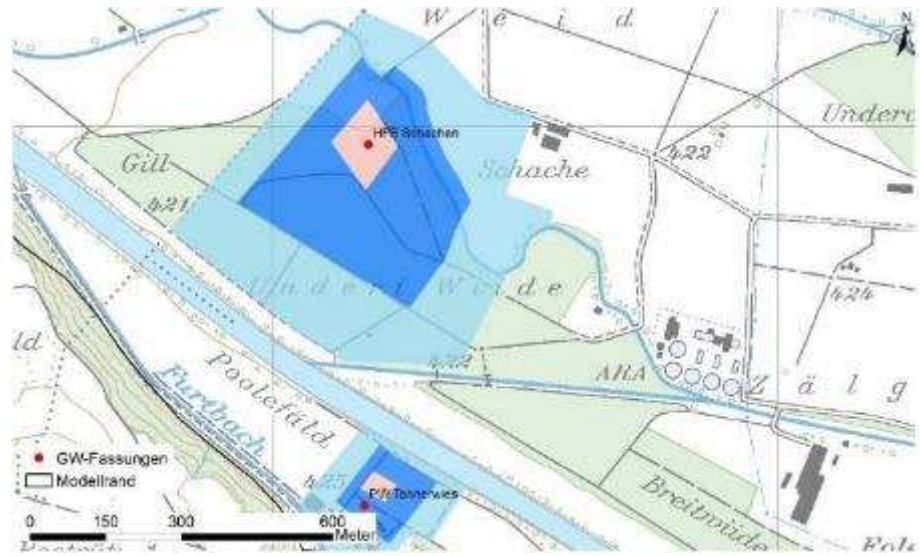


Abbildung 97: Bestehende Schutzzonen des Brunnens Schachen [39]

Fliesswege: Abbildung 98 und Abbildung 99 zeigen die Resultate der Fliesswegberechnung bei einer konstanten Fördermenge von  $5'205 \text{ m}^3/\text{Tag}$ . Ein Vergleich zwischen dem Bezugszustand (Abbildung 98) und dem Sollzustand (Abbildung 99) zeigt, dass die Anströmbereiche des Brunnens Schachen durch das Konzept kaum beeinflusst werden.



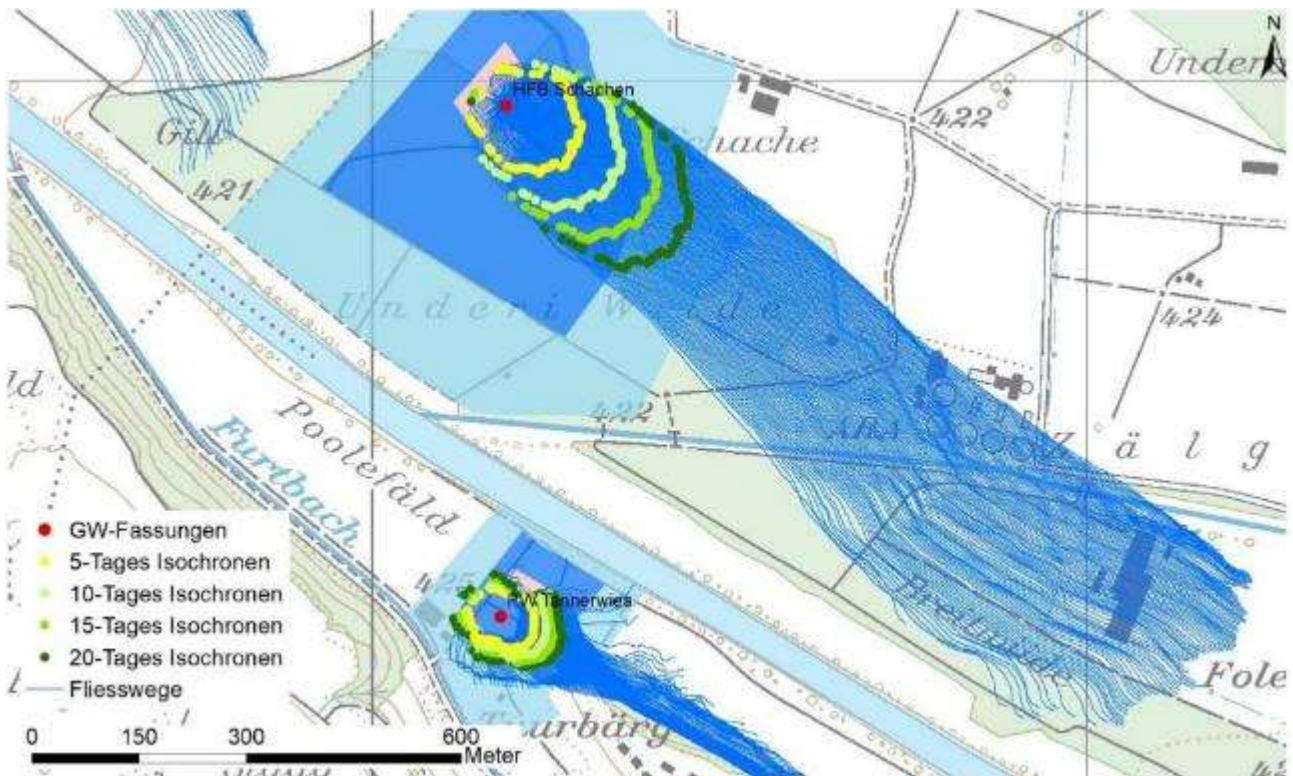


Abbildung 98: Bezugzustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Schachen hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39]

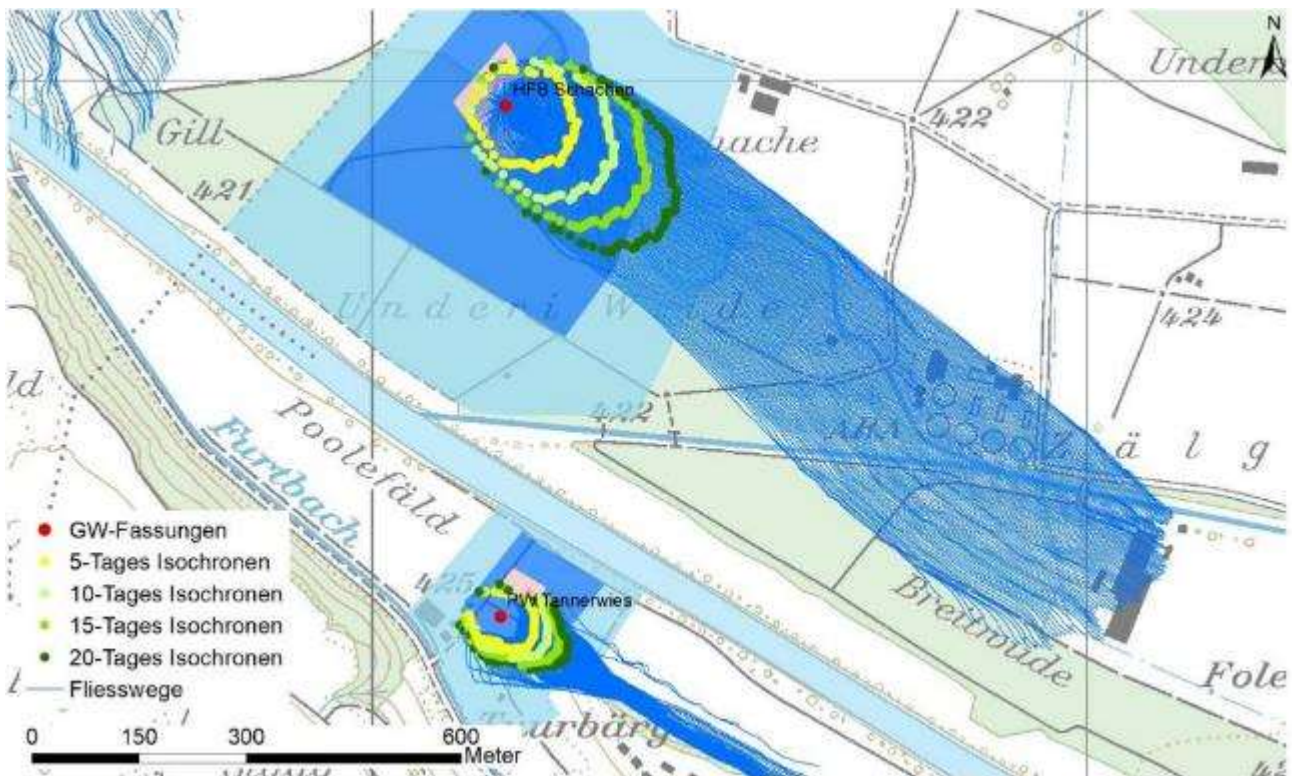


Abbildung 99: Sollzustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Schachen hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39]

## Pumpwerk Gugel

Thuranbindung: Das Pumpwerk Gugel besteht aus zwei Brunnen. Der Brunnen, welcher näher an der Thur liegt, ist etwa 300 m von der Thur entfernt. Die Thur ist im Bereich östlich von Gugel schlecht an den Grundwasserleiter angebunden. Die Grundwasserströmung verläuft deshalb generell eher parallel zur Thur und wird weiter östlich über eine längere Strecke von der Thur gespiesen.

Schutzzonen: Für die Brunnen Gugel ist im Moment eine Überarbeitung der Schutzzonen in Arbeit. Färbversuche haben ergeben, dass die Fliesszeit vom südlichen Rand der Schutzzone S2 weniger als 5 Tage beträgt. Es ist deshalb voraussehbar, dass die Schutzzone S2 zukünftig bis zum Thurufer vergrössert wird. Eine Aufweitung des Flussbetts ist rechtsseitig der Thur deshalb nicht möglich.

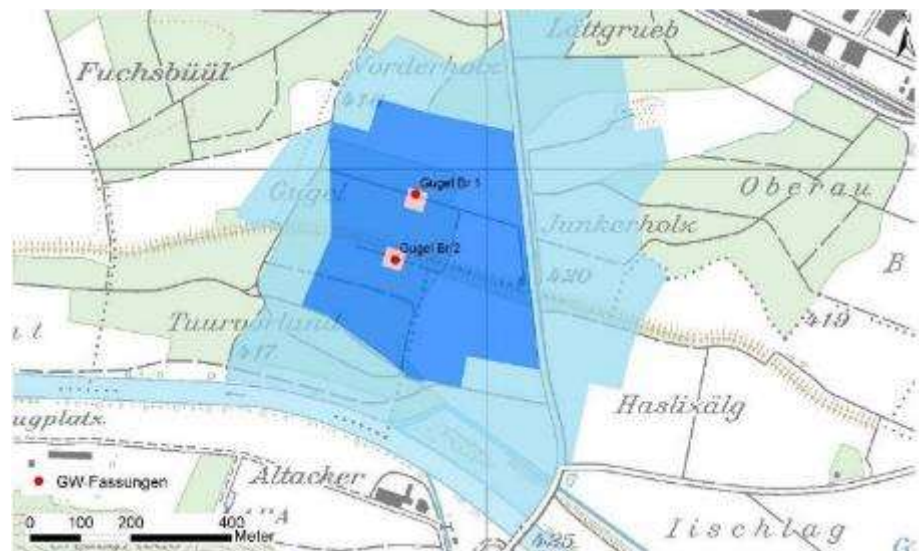


Abbildung 100: Bestehende Schutzzonen der Brunnen Gugel [39]

Fliesswege: Abbildung 101 und Abbildung 102 zeigen die Resultate der Fliesswegberechnung bei einer konstanten Fördermenge von je 5'753 m<sup>3</sup>/Tag. Ein Vergleich zwischen dem Bezugszustand (Abbildung 101) und dem Sollzustand (Abbildung 102) zeigt, dass die Anströmbereiche der Brunnen Gugel durch das Konzept beeinflusst werden. Durch die Anhebung der Thursohle und des Thurwasserspiegels bei Nieder- und Mittelwasser, sowie die Erhöhung der Sohlendurchlässigkeit wird Gugel 2 stärker von Süden angeströmt. Die minimale Fliesszeit zwischen Thur und Brunnen beträgt jedoch über 10 Tage.

Die bei Hochwasser am Thurufer gestarteten Fliesswege bewegen sich zuerst in Richtung der Brunnen und biegen dann nach Westen ab. Im Sollzustand ist die landeinwärts gerichtete Strecke etwas kürzer als im Bezugszustand.

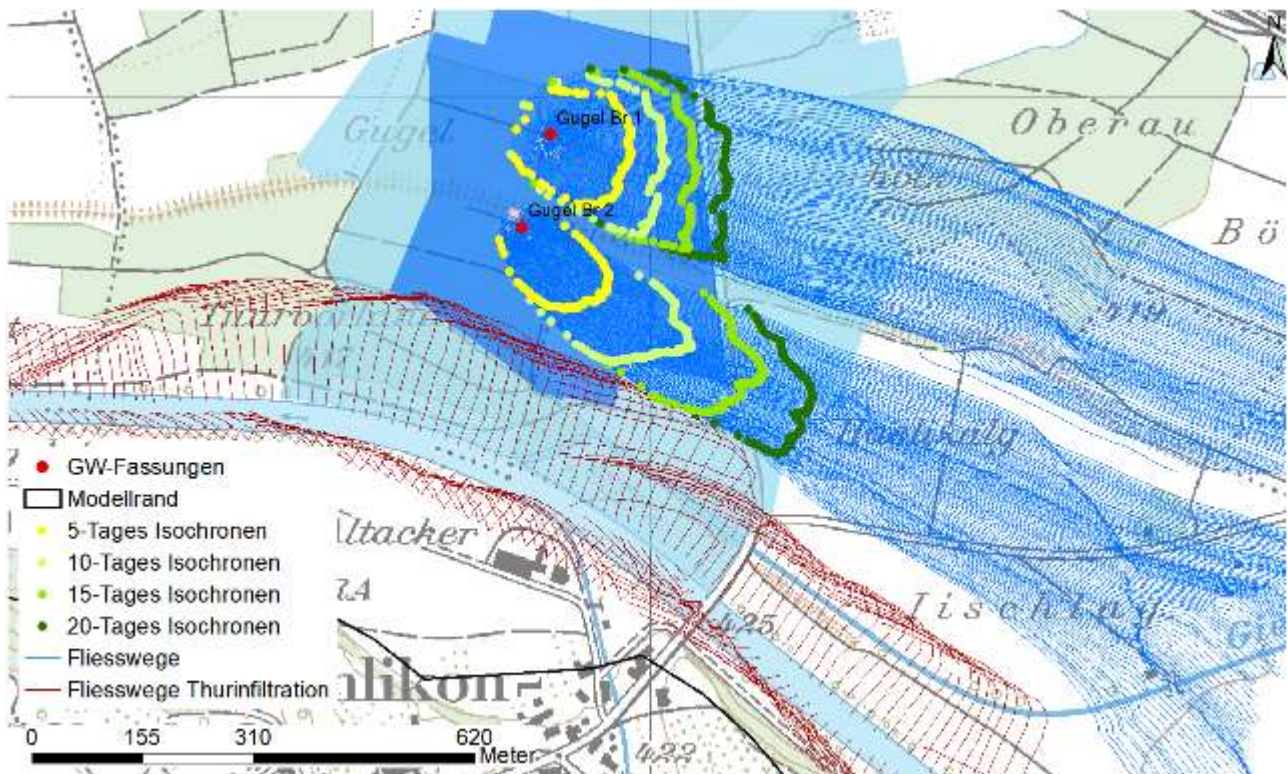


Abbildung 101: Bezugszustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zu den Brunnen Gugel hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39]

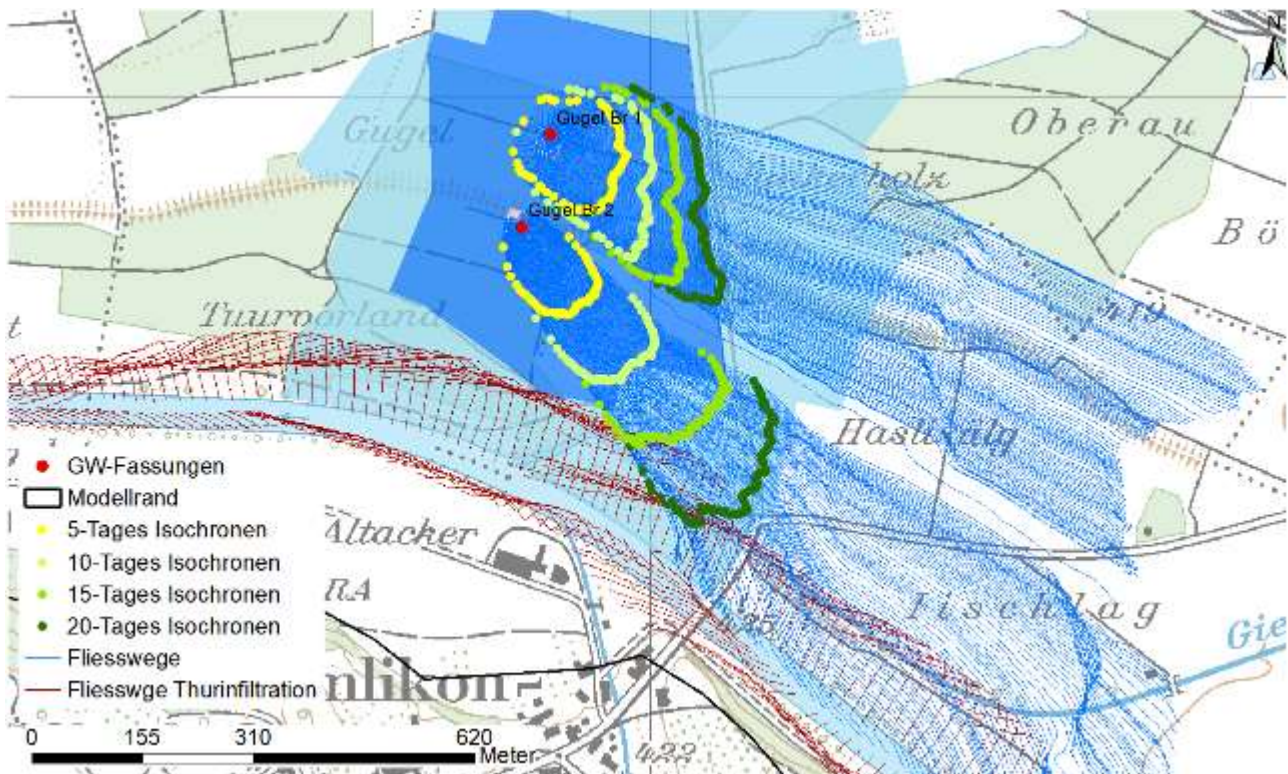


Abbildung 102: Sollzustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zu den Brunnen Gugel hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39]

### Pumpwerk Müllheim

Übersicht: Das Pumpwerk Müllheim liegt an einem Thurabschnitt, welcher vorwiegend exfiltrierend wirkt. Das Grundwasser fließt also grundsätzlich zur Thur hin, der Einzugsbereich des Brunnens ist der Thur abgewandt. Die Grundwasserschutzzonen, insbesondere auch die Schutzzone S2 dehnen sich trotzdem bis zum Thurufer aus.

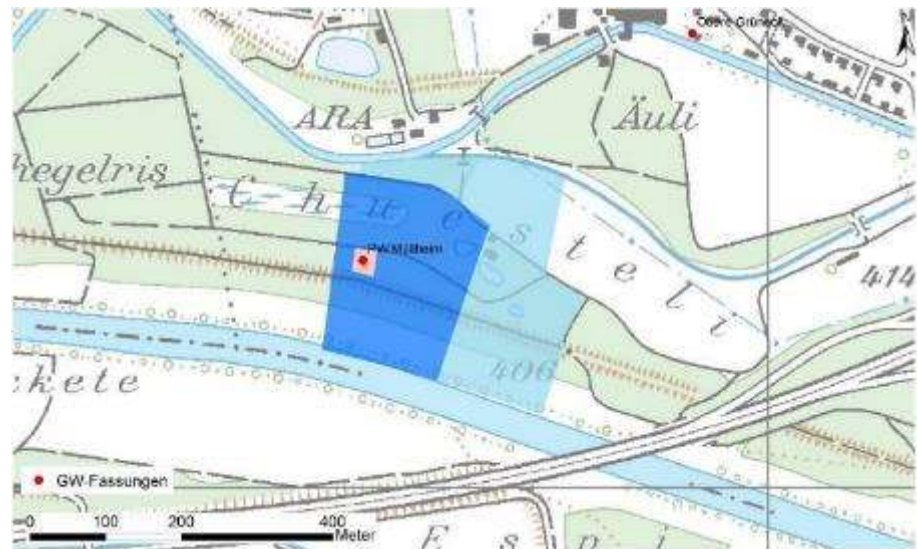


Abbildung 103: Schutzzonen des Brunnens Müllheim [39]

Fliesswege: Abbildung 104 und Abbildung 105 zeigen die Resultate der Fliesswegberechnung bei einer konstanten Fördermenge von 1'095 m<sup>3</sup>/Tag. Ein Vergleich zwischen den berechneten Fliesswegen im Bezugszustand (Abbildung 104) und dem Sollzustand (Abbildung 105) zeigt, dass die Anströmbereiche des Brunnens Müllheim durch das Konzept kaum beeinflusst werden.

Schutzzonen: Die heutige Form der Schutzzonen ist aufgrund der Fliesswegberechnungen nicht nachvollziehbar. Eine Reduktion der Schutzzone S2 wäre bei einer Überarbeitung wahrscheinlich möglich. Dies würde auch eine geringfügige Aufweitung des Flussbetts in Richtung des Pumpwerks erlauben.

Die bei Hochwasser am Thurufer gestarteten Fliesswege bewegen sich nur über eine kurze Strecke landeinwärts.

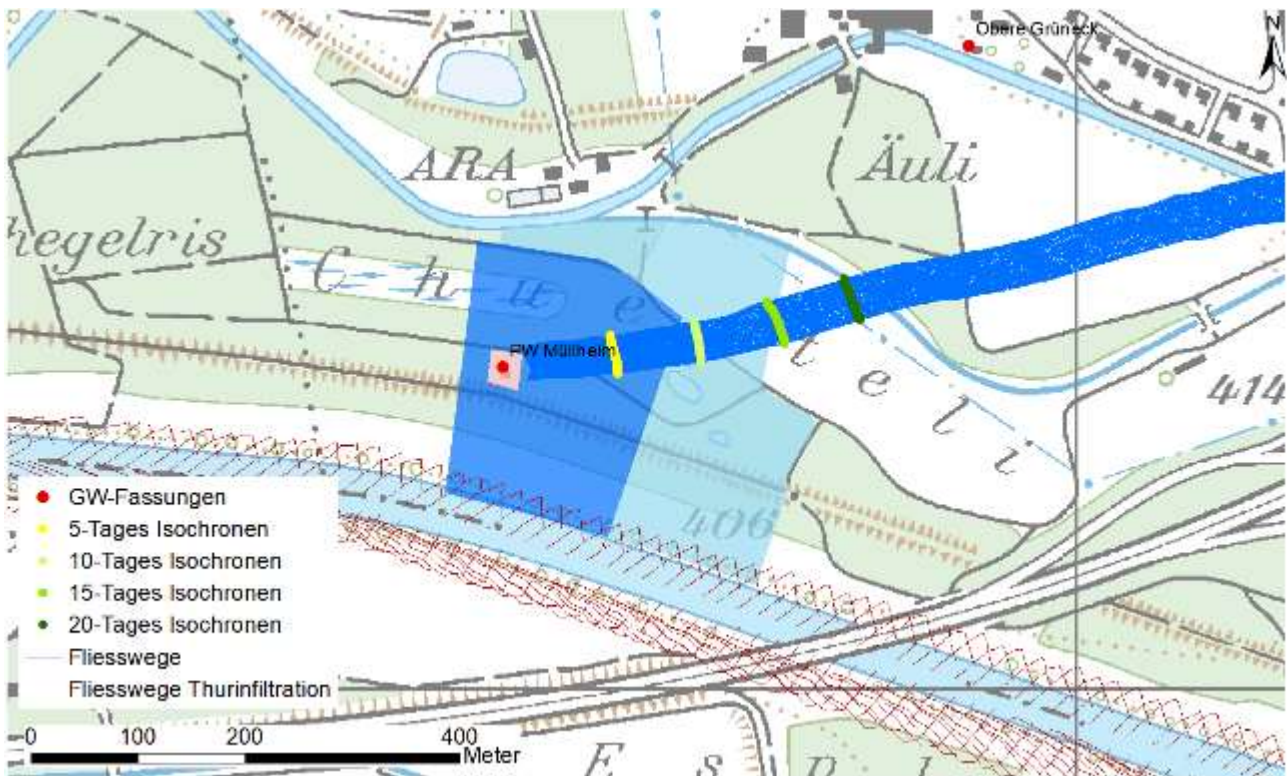


Abbildung 104: Bezugszustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Müllheim hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39]

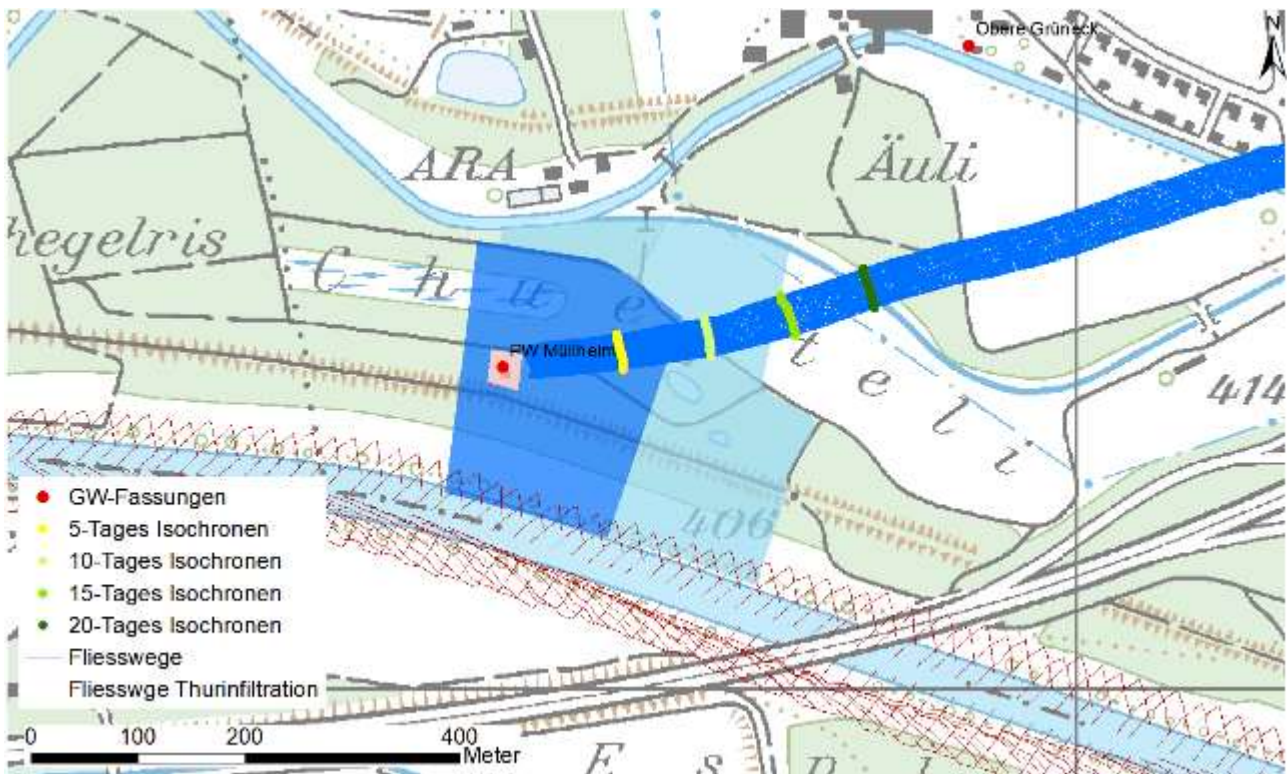


Abbildung 105: Sollzustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Müllheim hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39]

### Pumpwerk Neuwies Pfyn

Geometrie: Das Pumpwerk Neuwies Pfyn liegt an einem Thurabschnitt, welcher vorwiegend exfiltrierend wirkt. Das Grundwasser fließt also grundsätzlich zur Thur hin, der Einzugsbereich des Brunnens ist der Thur abgewandt. Die Grundwasserschutzzone beschränkt sich auf den Bereich zwischen Talrand und Binnenkanal, respektive Grüneckkanal.

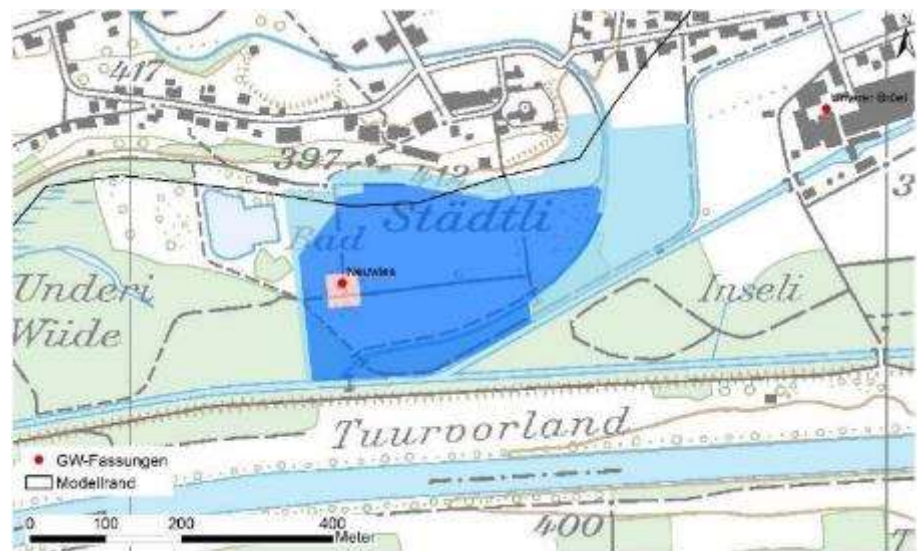


Abbildung 106: Schutzzone des Brunnens Neuwies Pfyn [39]

Fliesswege: Abbildung 107 und Abbildung 108 zeigen die Resultate der Fliesswegberechnung bei einer konstanten Fördermenge von 328 m<sup>3</sup>/Tag. Ein Vergleich zwischen den berechneten Fliesswegen im Bezugszustand (Abbildung 107) und dem Sollzustand (Abbildung 108) zeigt, dass die Anströmbereiche des Brunnens Neuwies durch das Konzept kaum beeinflusst werden.

Schutzzonen: Die heutigen Schutzzonen sind grosszügig ausgeschieden. Bei einer Überarbeitung wäre allenfalls eine Verkleinerung möglich. Dies würde auch eine geringfügige Aufweitung des Flussbetts in Richtung des Pumpwerks erlauben.

Die bei Hochwasser am Thurufer gestarteten Fliesswege bewegen sich nur über eine kurze Strecke landeinwärts.

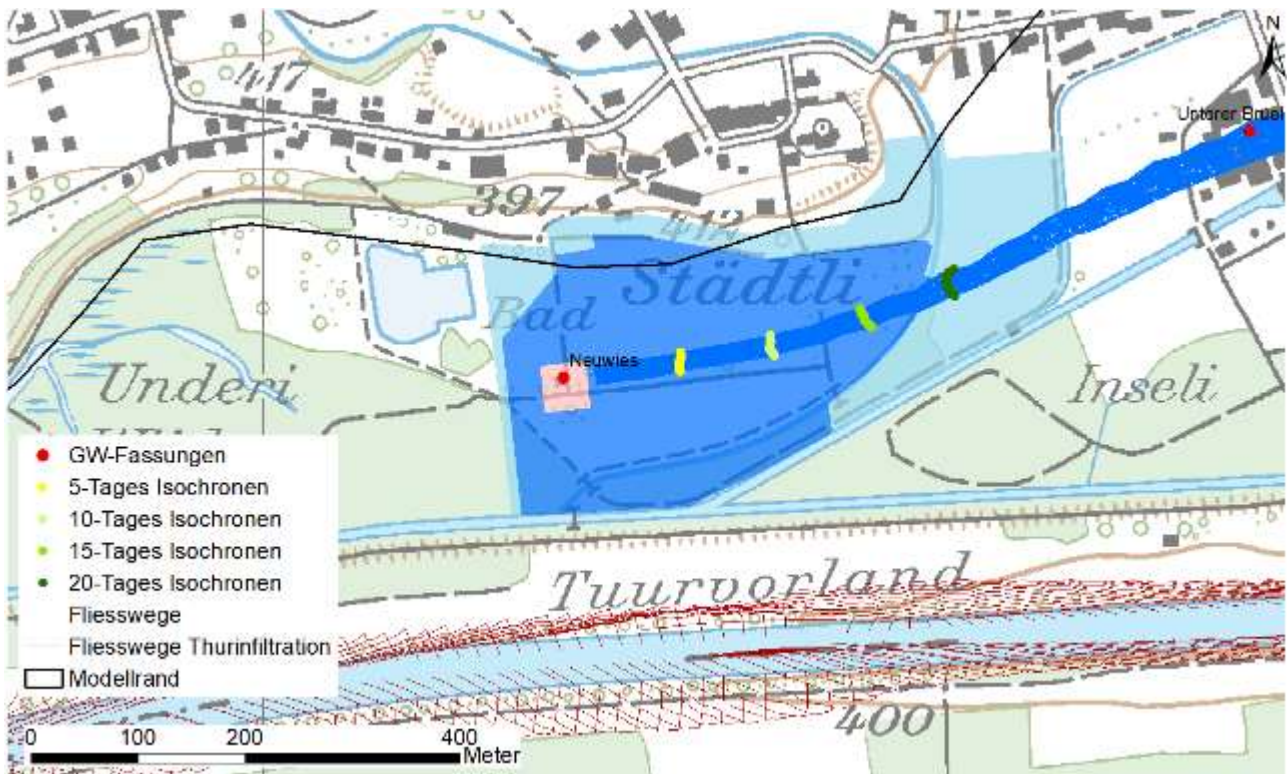


Abbildung 107: Bezugszustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Neuwies hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39]

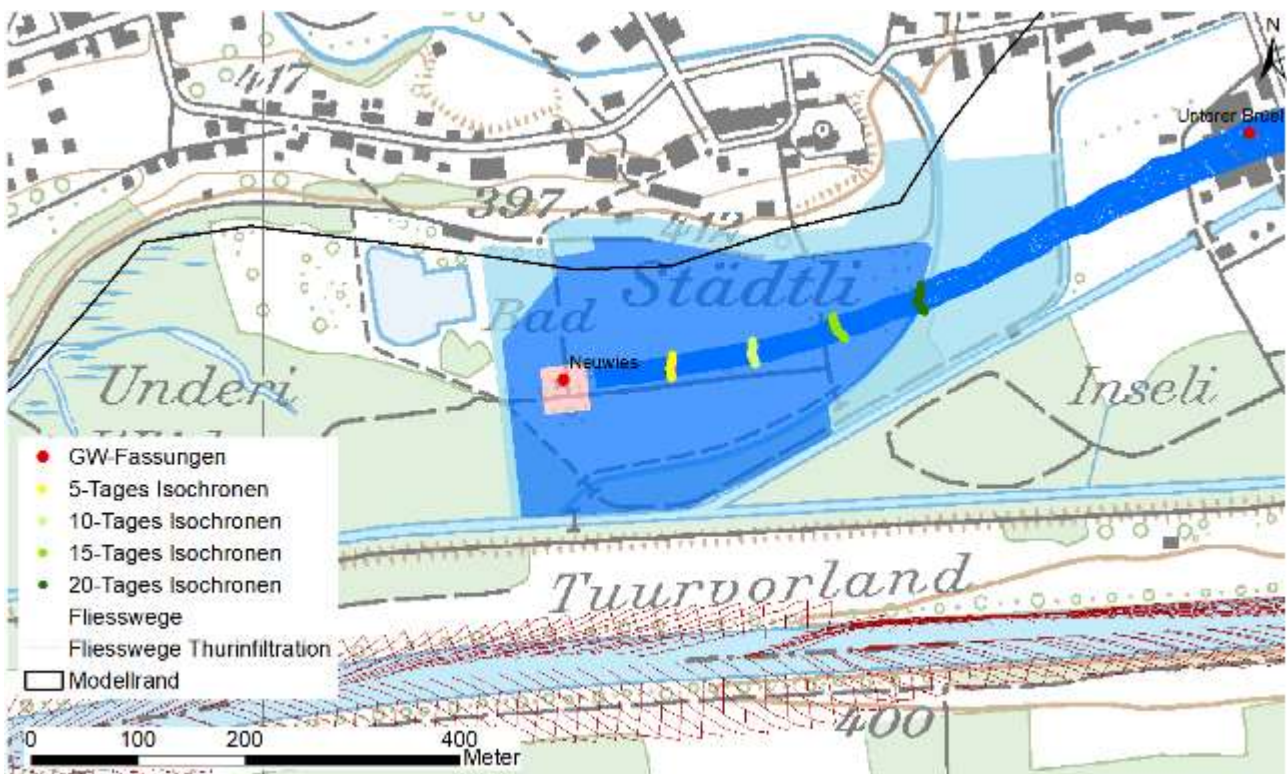


Abbildung 108: Sollzustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Neuwies hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39]

### Pumpwerk Au Pfyn

Übersicht: Das Pumpwerk Au Pfyn liegt an einem Thurabschnitt, welcher vorwiegend exfiltrierend wirkt. Das Grundwasser fließt also grundsätzlich zur Thur hin, der Einzugsbereich des Brunnens ist der Thur abgewandt. Die Grundwasserschutzzone liegt komplett ausserhalb des heutigen Vorlandes. Die Distanz der Schutzzone S3 zur Thur beträgt minimal 250 m. Veränderungen der Gerinnegeometrie der Thur wirken sich wie bei den oben beschriebenen Pumpwerken nicht auf den Einzugsbereich aus.

### Pumpwerk Widen

Übersicht: Das Pumpwerk Widen besteht aus drei Brunnen. Momentan wird jedoch nur Wasser aus dem Brunnen 3 gefördert, welcher am nächsten zur Thur liegt. Die Schutzzone S2 des Pumpwerks erreicht das Ufer der Thur, die Schutzzone S3 umfasst zusätzlich noch die gesamte Gerinnebreite der Thur. Eine linksseitige Aufweitung der Thur ist in diesem Bereich unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen deshalb nicht möglich.

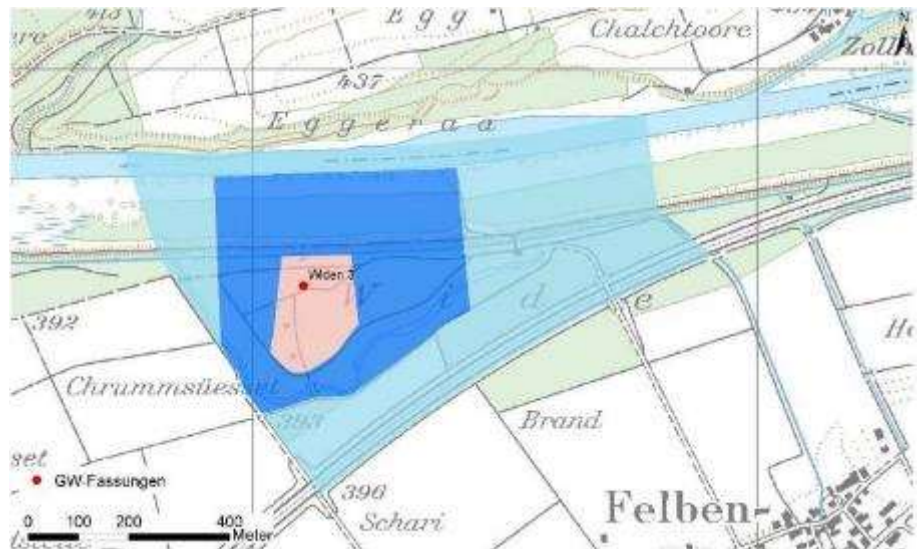


Abbildung 109: Schutzonen der Brunnen Widen [39]

Fliesswege: Abbildung 110 und Abbildung 111 zeigen die Resultate der Fliesswegberechnung bei einer konstanten Fördermenge von 9'589 m<sup>3</sup>/Tag bei Mittelwasserzustand. Ein Vergleich zwischen dem Bezugszustand (Abbildung 110) und dem Sollzustand (Abbildung 111) zeigt, dass die Anströmbereiche des Brunnens Widen 3 durch das Konzept kaum beeinflusst werden.



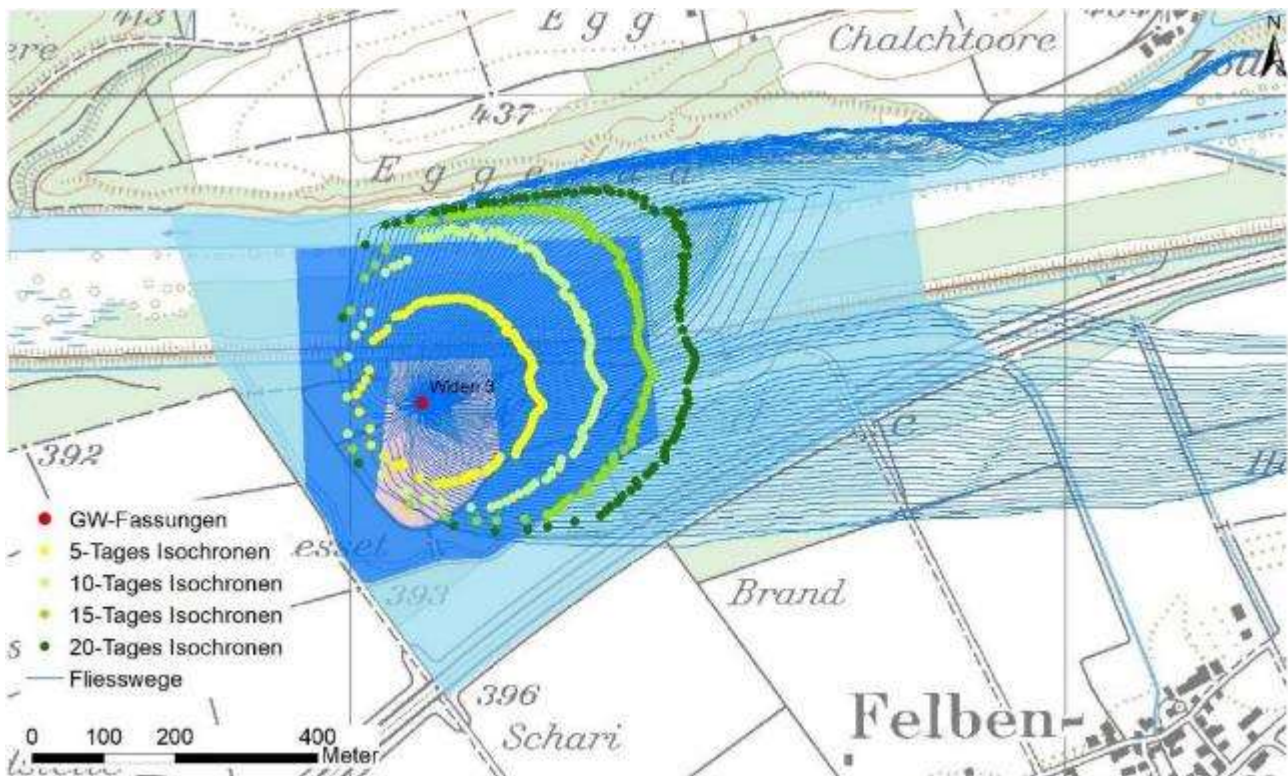


Abbildung 110: Bezugszustand Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Widen hinzuströmenden Grundwassers [39]

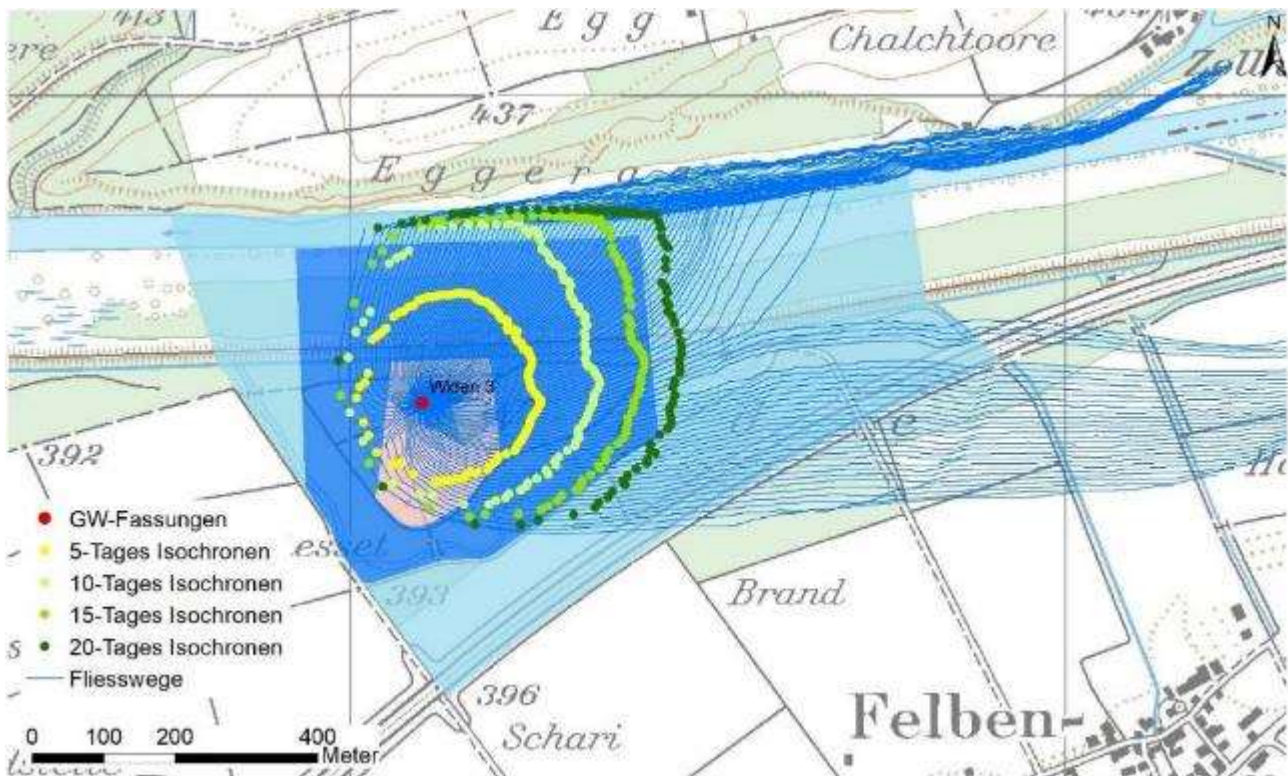


Abbildung 111: Sollzustand Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Widen hinzuströmenden Grundwassers [39]

## Pumpwerk Wuhr

Übersicht: Das Konzept Thur+ umfasst im Bereich des Pumpwerks Wuhr eine Gerinneaufweitung, die eine Absenkung des Thurwasserspiegels um 0.5 m zur Folge hat, sowie die Verlegung der Binnenkanäle. Das Pumpwerk Wuhr liegt sehr nahe an der Thur. Die Schutzzone S2 erreicht deshalb die Thur, die Schutzzone S3 umfasst sogar das Thurgerinne. Eine linksseitige Aufweitung der Thur ist in diesem Bereich unter Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen deshalb nicht möglich.

Der Brunnen ist hinter dem Binnenkanal angeordnet und wird von Osten angeströmt. Der Brunnen fördert landseitiges Grundwasser sowie Thurinfiltrat.

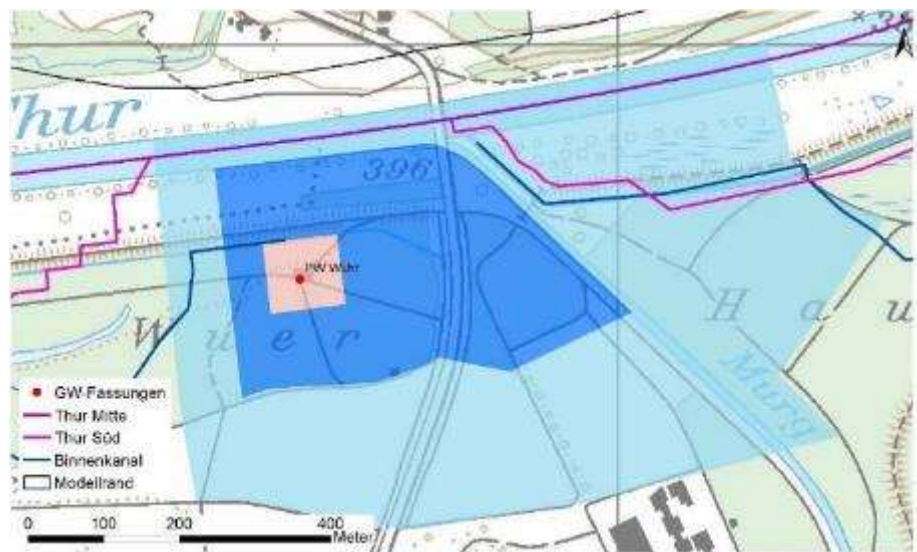


Abbildung 112: Schutzonen des Pumpwerks Wuhr mit der angenommenen Lage des Binnenkanals (blaue Linie) und der unveränderten Thurachse (violett) sowie einer möglichen Thurachse entlang der südlichen Interventionslinie (rosa) [39]

Fliesswege: Abbildung 113 und Abbildung 114 zeigen die Resultate der Fliesswegberechnung bei Mittelwasserzustand bei einer konstanten Fördermenge von 3'287 m<sup>3</sup>/Tag. Ein Vergleich zwischen dem Bezugszustand (Abbildung 113) und dem Sollzustand (Abbildung 114) zeigt die Beeinflussung bei einer Realisierung des Konzepts Thur+. Die Absenkung des Thurwasserspiegels und die Verlegung des Binnenkanals führen dazu, dass im Sollzustand mehr Wasser aus dem Binnenkanal und weniger Thurinfiltrat gefördert wird. Da das Wasser im Binnenkanal grösstenteils durch Uferfiltrat der Thur gebildet wird, muss dies nicht zwingend eine Verschlechterung der Trinkwasserqualität bedeuten.

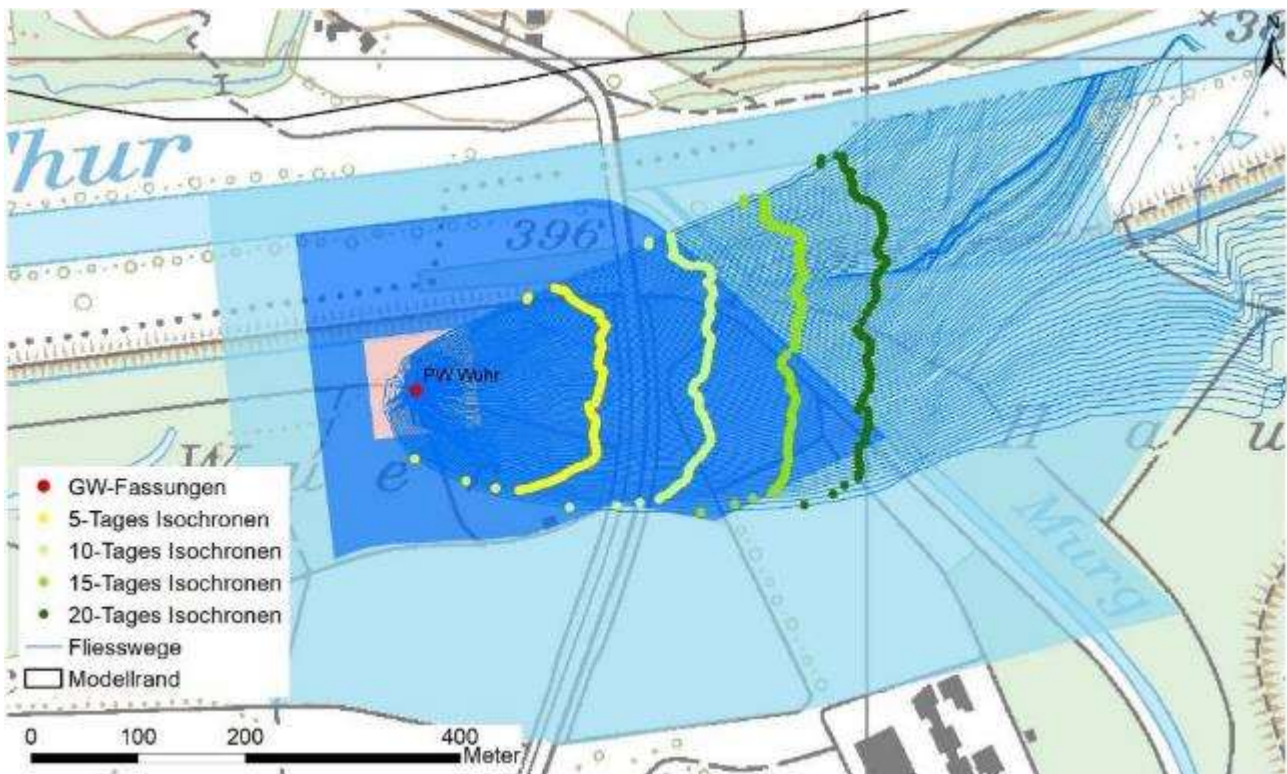


Abbildung 113: Bezugszustand Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Wuhr hinzuströmenden Grundwassers [39]

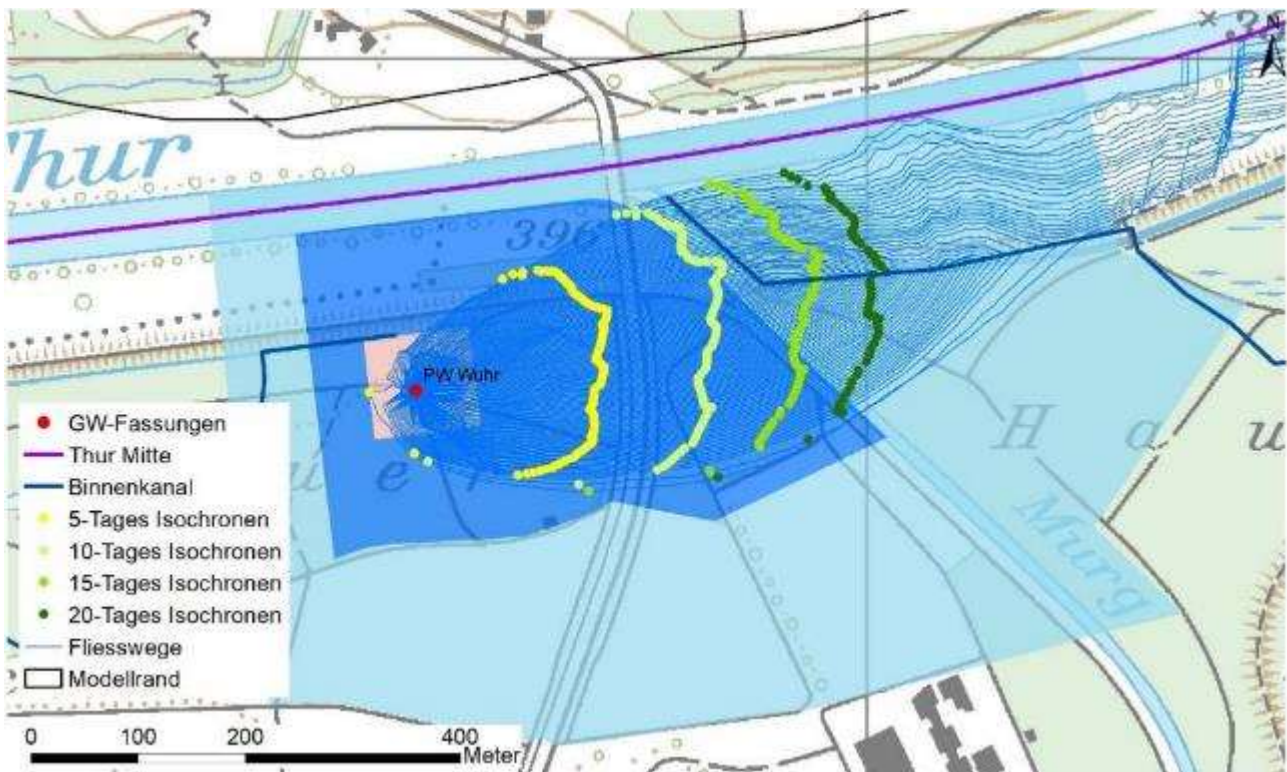


Abbildung 114: Sollzustand Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Wuhr hinzuströmenden Grundwassers [39]

## Pumpwerk Foren

Übersicht: Das Pumpwerk Foren liegt ebenfalls sehr nahe an der Thur. Die aktuelle Schutzzone S2 erreicht das Thurufer jedoch nicht. Auch die Schutzzone S3 dehnt sich nur bis zum Binnenkanal aus. Der Brunnen ist hinter dem Binnenkanal angeordnet und wird von Nordosten angeströmt.

Überflutung: Das Konzept Thur+ sieht eine Verlegung des Dammes respektive eine Verlegung des Binnenkanales vor. Der Brunnen kommt im Sollzustand folglich zwischen die Thur und den Binnenkanal zu liegen. Bei Hochwasser würden das Gebiet zwischen der Thur und den Dämmen und damit auch das Pumpwerk Foren überströmt. Überflutungsbereiche in Grundwasserschutz-zonen S1 und S2 stellen generell eine Gefährdung des Grundwassers beziehungsweise der Trinkwassernutzung dar und sind deshalb a priori nicht zulässig (Bewilligung nach Art. 19 Abs. 2 GSchG [1] erforderlich). Eine Überflutung bedeutet, dass eine Fassung im Hochwasserfall beschädigt werden und ausfallen könnte, was möglicherweise ernsthafte Konsequenzen für die Wasserversorgungssicherheit zur Folge haben kann. Es ist deshalb im Rahmen des kommenden Projektes zu prüfen ob:

- a) Eine überströmsichere Ausgestaltung des Pumpwerks und die Erhaltung der schützenden Deckschicht möglich ist, auch wenn diese den gesetzlichen Grundlagen widersprechen (Interessensabwägung).
- b) Eine Verlegung des Pumpwerks an eine Stelle ausserhalb der Dämme realisiert werden kann.

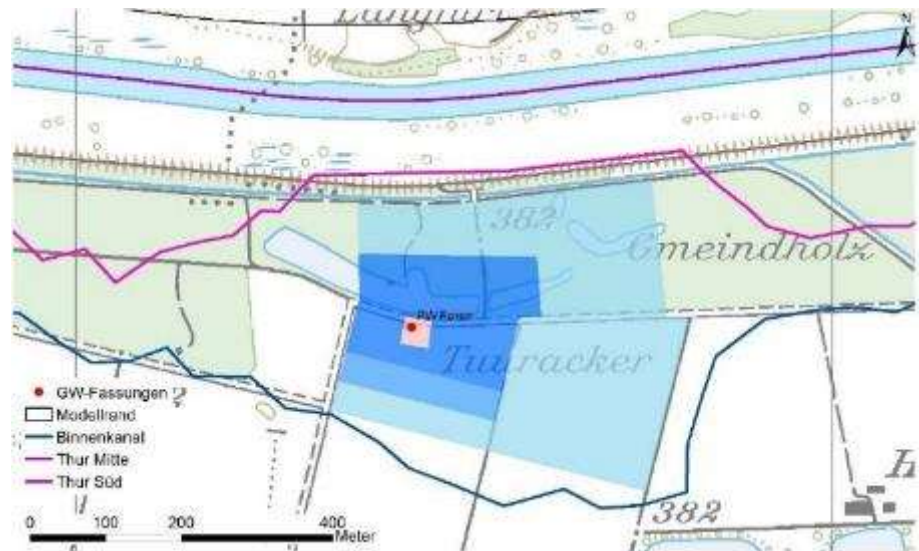


Abbildung 115: Schutz-zonen des Pumpwerks Foren mit der möglichen Lage des Binnenkanals (blaue Linie) und der unveränderten Thurachse (violett) sowie der Thurachse entlang der möglichen südlichen Interventionslinie (rosa). Das Pumpwerk befindet sich teils im Auenschutzgebiet von nationaler Bedeutung, daher sind der Binnenkanal und die Interventionslinie nicht definiert. Für die Modellrechnung wurde eine Mögliche Linienführung angenommen [39]

Fliesswege: Abbildung 116 und Abbildung 117 zeigen die Resultate der Fliesswegberechnung bei Mittelwasserzustand bei einer konstanten Fördermenge von 3'287 m<sup>3</sup>/Tag. Ein Vergleich zwischen dem Bezugszustand (Abbildung 116) und dem Sollzustand (Abbildung 117) zeigt, dass im Sollzustand sämtliches Wasser, das im Brunnen gefördert wird, Thurinfiltrat mit einer kurzen Fliesszeit ist. Die minimalen Fliesszeiten zwischen Thur und Brunnen sind in Bezugs- und Sollzustand gleich, die 10-Tageslinie bleibt unverändert.

Die Fliesszeitberechnung zeigt auch auf, dass die bestehende Schutzzone S2 in Richtung Thur zu klein ist. Es ist deshalb zu erwarten, dass sie bei der nächsten Überarbeitung bis zum Thurdamm erweitert wird. Eine Aufweitung des Flussbetts auf die linke Seite ist deshalb nur in beschränktem Mass möglich.

## Trink- und Brauchwasserversorgung

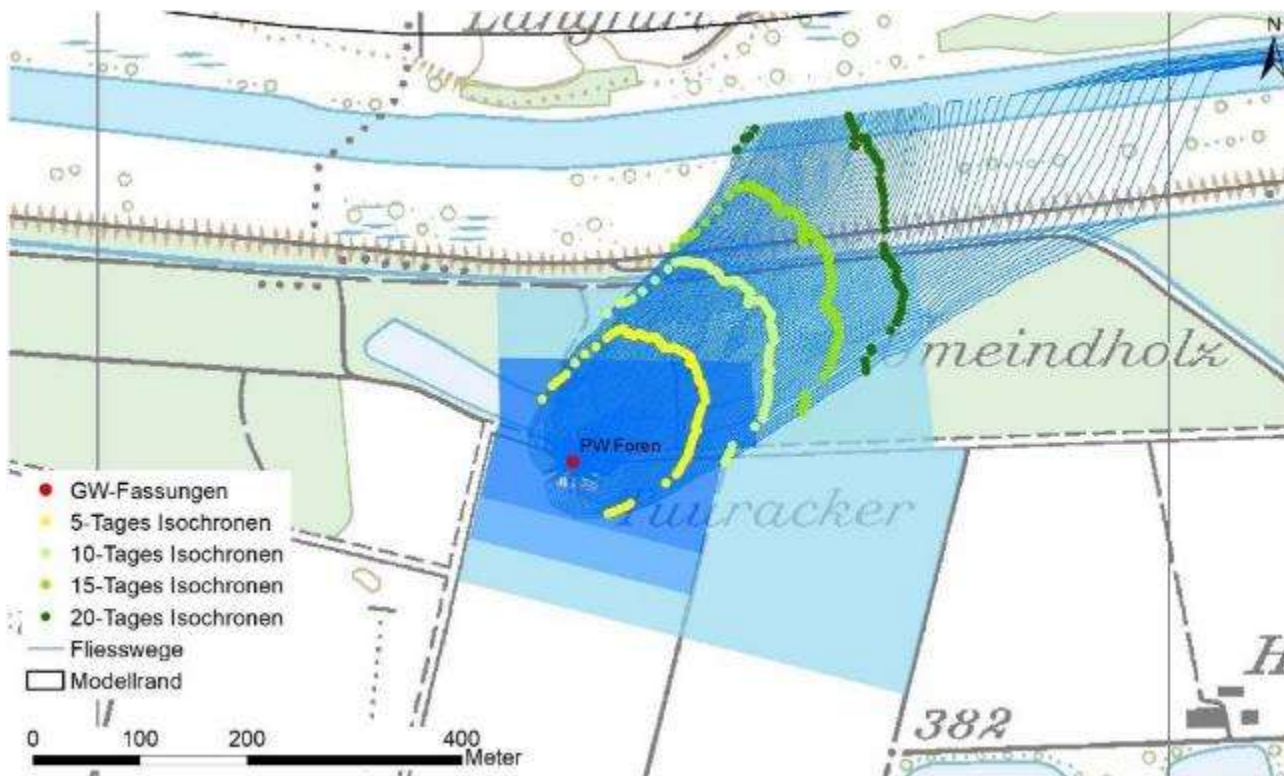


Abbildung 116: Bezugszustand Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Foren hinzuströmenden Grundwassers [39]

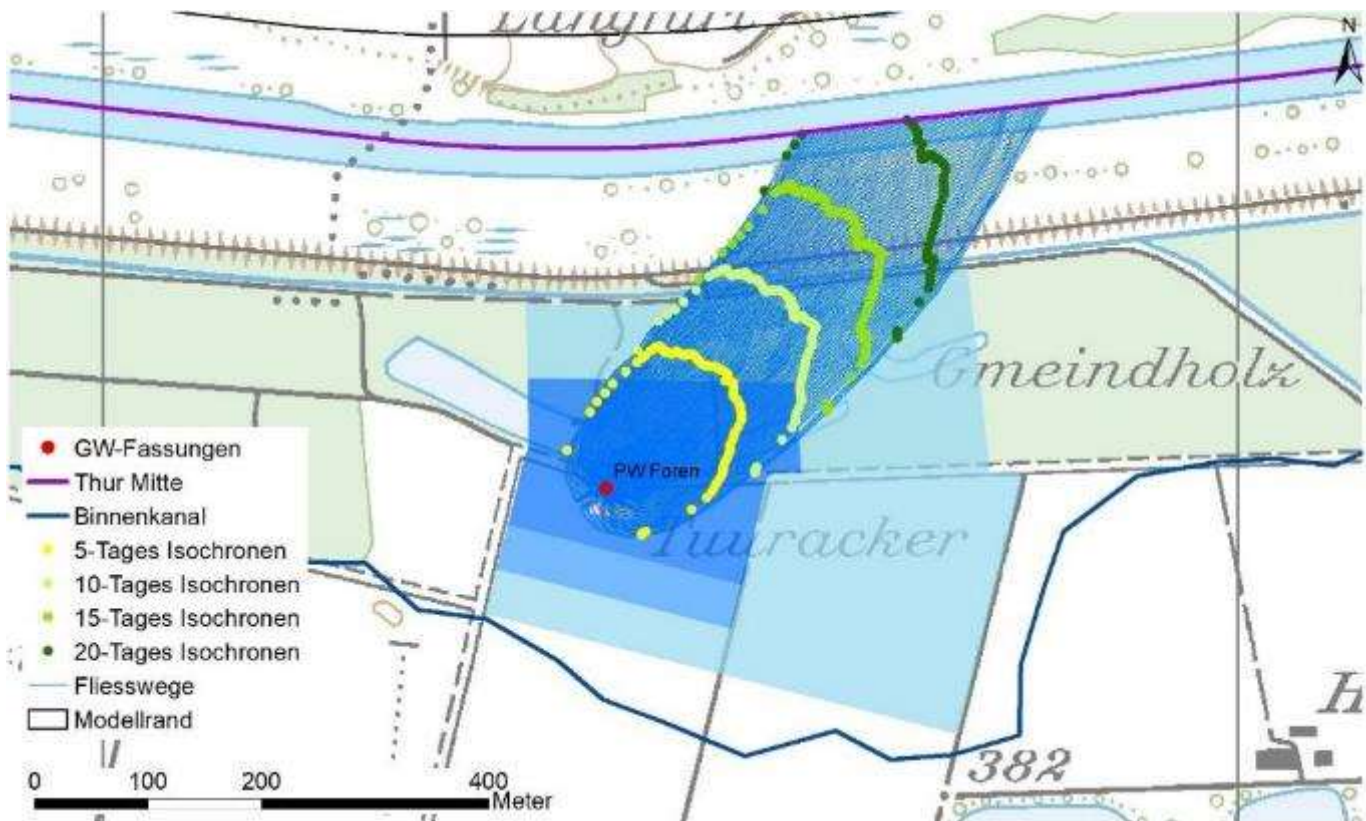


Abbildung 117: Sollzustand Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Foren hinzuströmenden Grundwassers [39]

## Pumpwerk Feldi

Übersicht: Das Pumpwerk Feldi liegt im Kanton Zürich. Das Gerinne der Thur wurde in diesem Abschnitt bereits erfolgreich auf ca. 60 m Breite aufgeweitet, ohne das Pumpwerk negativ zu beeinflussen. Die Schutzzone S3 reicht bis ans Thurufer (Abbildung 118).

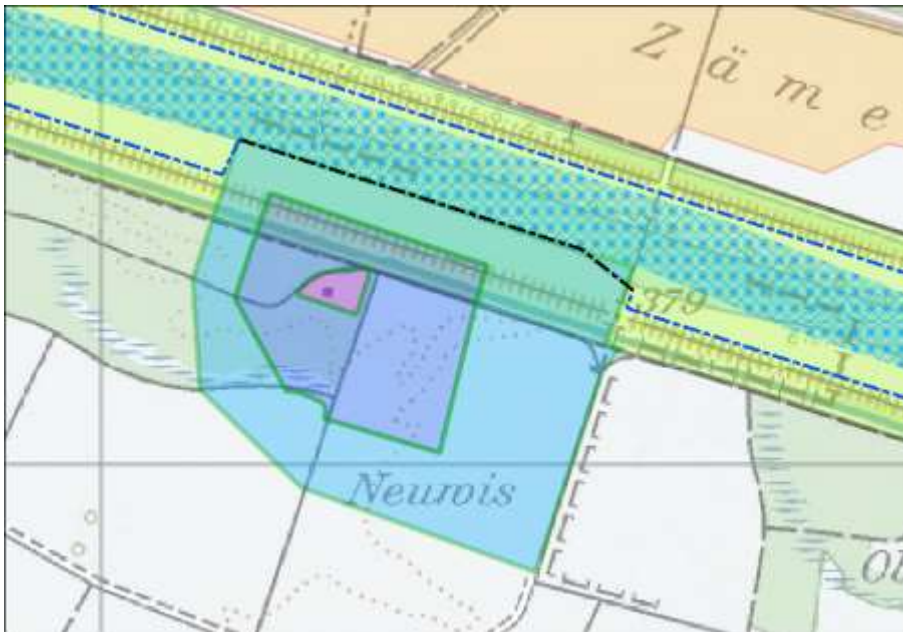


Abbildung 118: Schutzzonen des Pumpwerks Feldi [39]

Fliesswege: Abbildung 119 und Abbildung 120 zeigen die Resultate der Fliesswegberechnung bei Mittelwasserzustand bei einer konstanten Fördermenge von 3'287 m<sup>3</sup>/Tag. Ein Vergleich zwischen dem Bezugszustand (Abbildung 119) und dem Sollzustand (Abbildung 120) zeigt, dass die Einzugsbereiche praktisch nicht beeinflusst werden. Allerdings werden bereits heute die Anforderungen an eine minimale Fliesszeit zwischen Thur und Brunnen von 10 Tagen unterschritten. Eine weitere Aufweitung des Flussbetts auf die linke Seite ist deshalb nicht möglich.

## Trink- und Brauchwasserversorgung

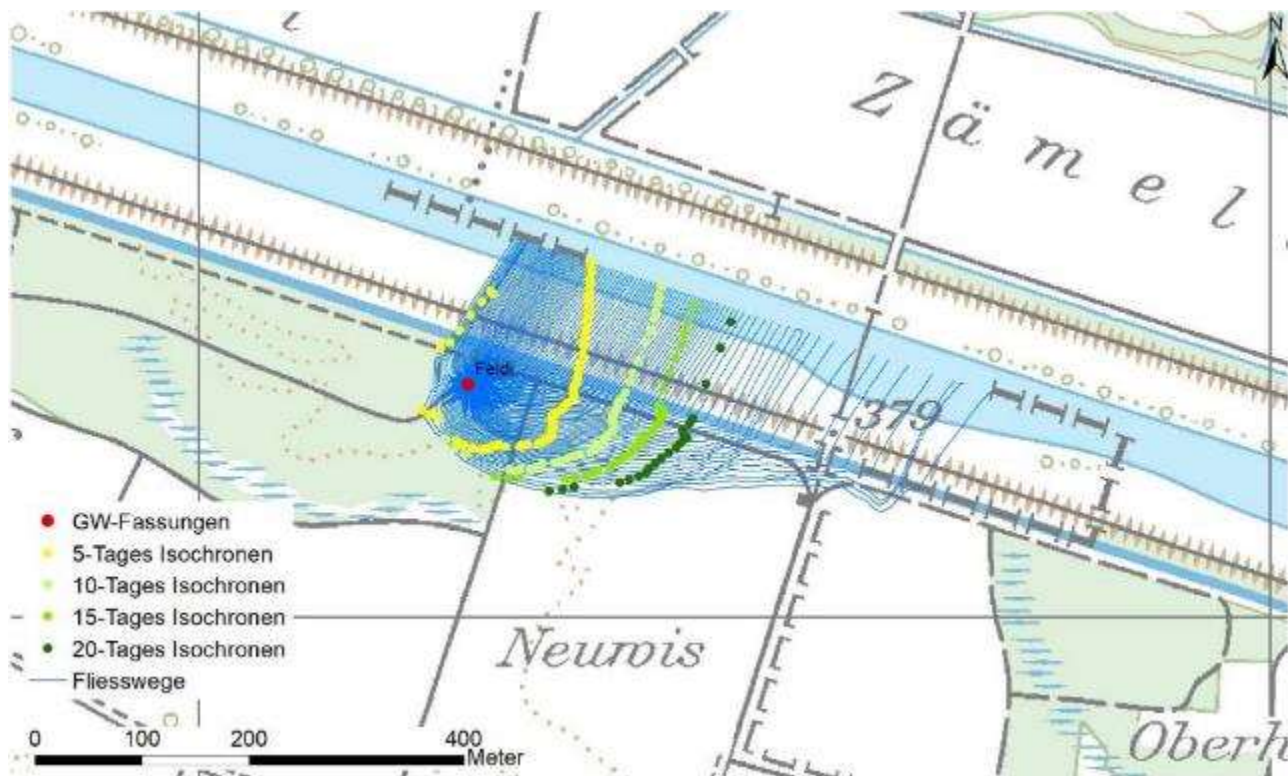


Abbildung 119: Bezugszustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Feldi hinzuströmenden Grundwassers [39]

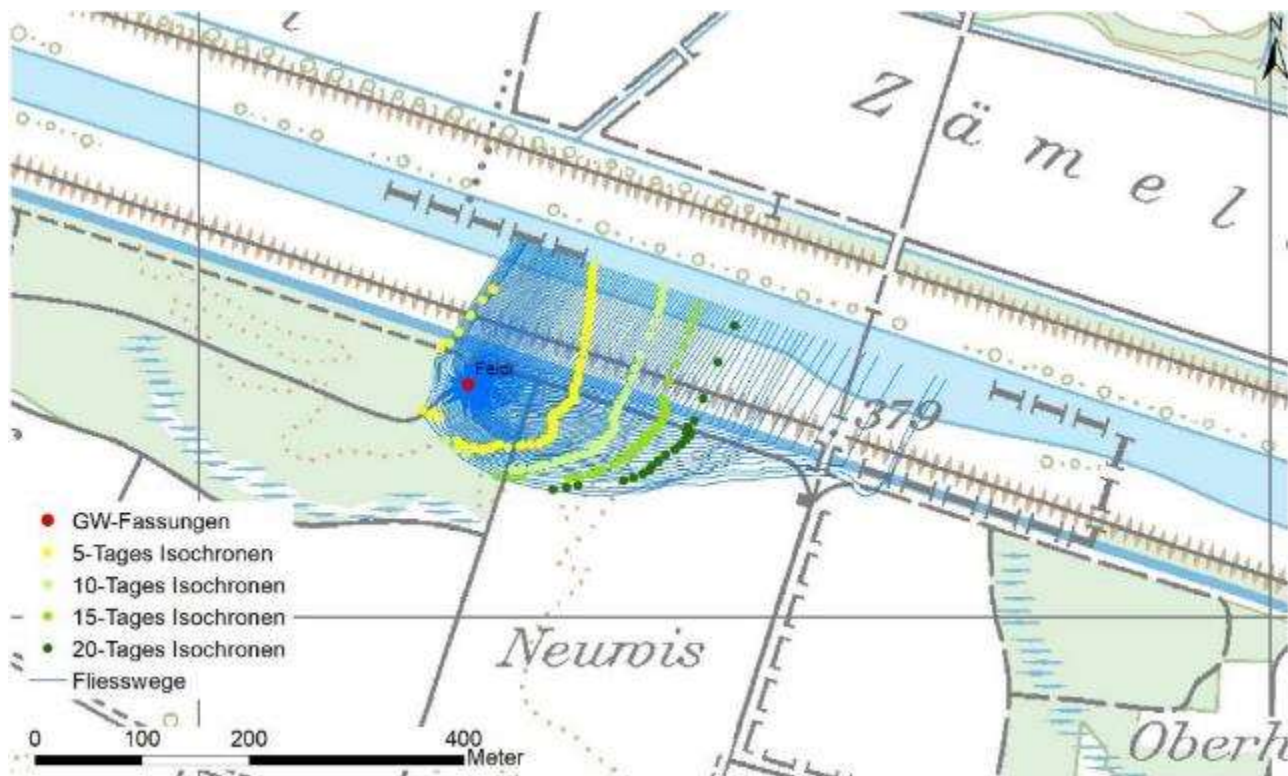


Abbildung 120: Sollzustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Feldi hinzuströmenden Grundwassers [39]



### Pumpwerk Iseli

Bei Niederneunforn befindet sich zwischen Thur und Binnenkanal das Pumpwerk Iseli. Die Entfernung zur Thur beträgt etwa 55 m, zum Binnenkanal etwa 25 m. Die Anströmrichtung zum Pumpwerk hängt stark von der Wasserspiegellage der beiden Gewässer ab. Bei hohem Wasserstand in der Thur wird das Pumpwerk thurseitig, bei niedrigem Wasserstand landseitig angeströmt. Eine kleine Veränderung des Thurwasserspiegels kann deshalb eine deutliche Veränderung der Zuströmrichtung verursachen. Da es sich beim Wasser aus dem Binnenkanal ebenfalls grösstenteils um Thurinfiltrat handelt, dürfte der Einfluss auf die Wasserqualität jedoch gering sein.

Die Fliesszeit zum Brunnen beträgt bei thurseitigem Anstrom etwa 10 Tage. Das Thurufer sollte deshalb an dieser Stelle nicht näher an das Pumpwerk heran verschoben werden (Abbildung 121 und Abbildung 122).

### Pumpwerk Uesslingen

Das Pumpwerk Uesslingen besitzt einen Abstand zur Thur von etwa 70 m. Im Bereich des Pumpwerks ist die Grundwasserströmung von der Thur zum westlich des Pumpwerks beginnenden Binnenkanal gerichtet. Das Pumpwerk bezieht deshalb vor allem Uferfiltrat, die Fliesszeit beträgt etwa 15 Tage. Das Konzept Thur<sup>+</sup> beeinflusst die Zuströmrichtung nicht. Das Thurufer sollte an dieser Stelle nicht näher an das Pumpwerk heran verschoben werden (Abbildung 123 und Abbildung 124).

## Trink- und Brauchwasserversorgung

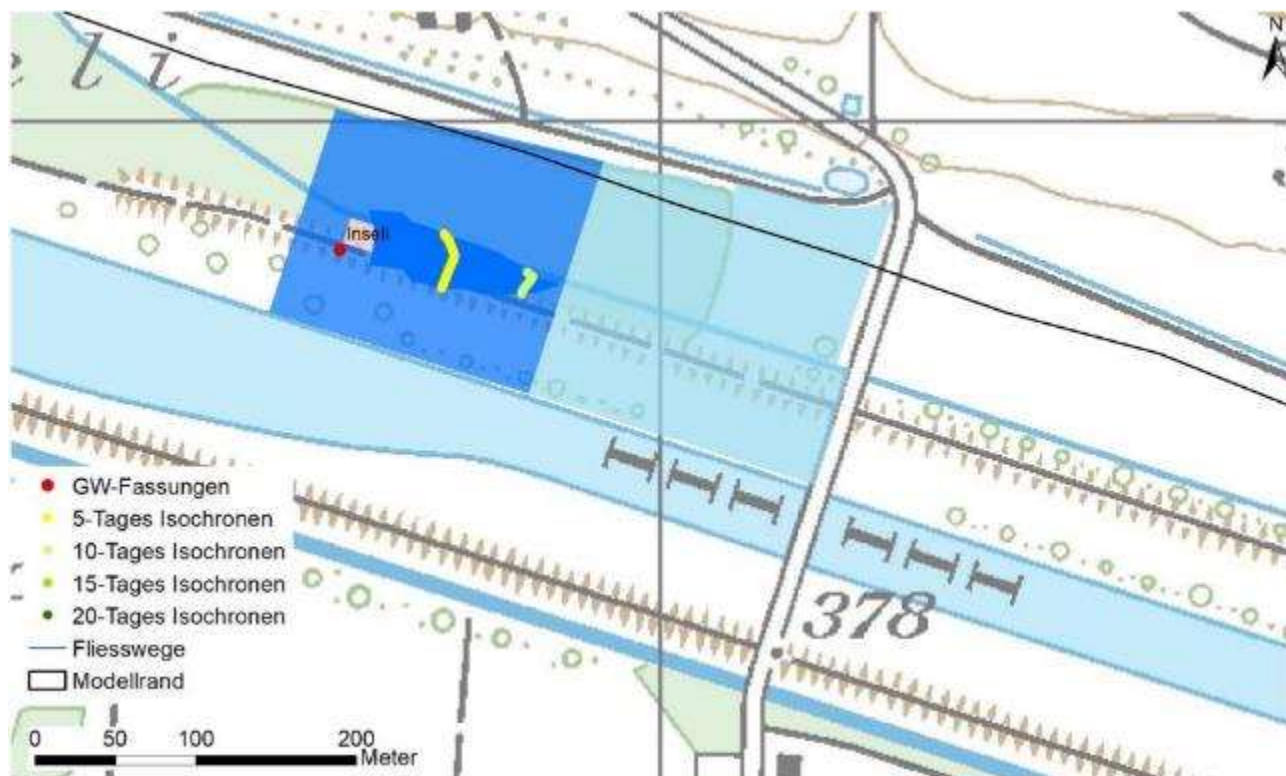


Abbildung 121: Bezugszustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Inseli hinzuströmenden Grundwassers [39]

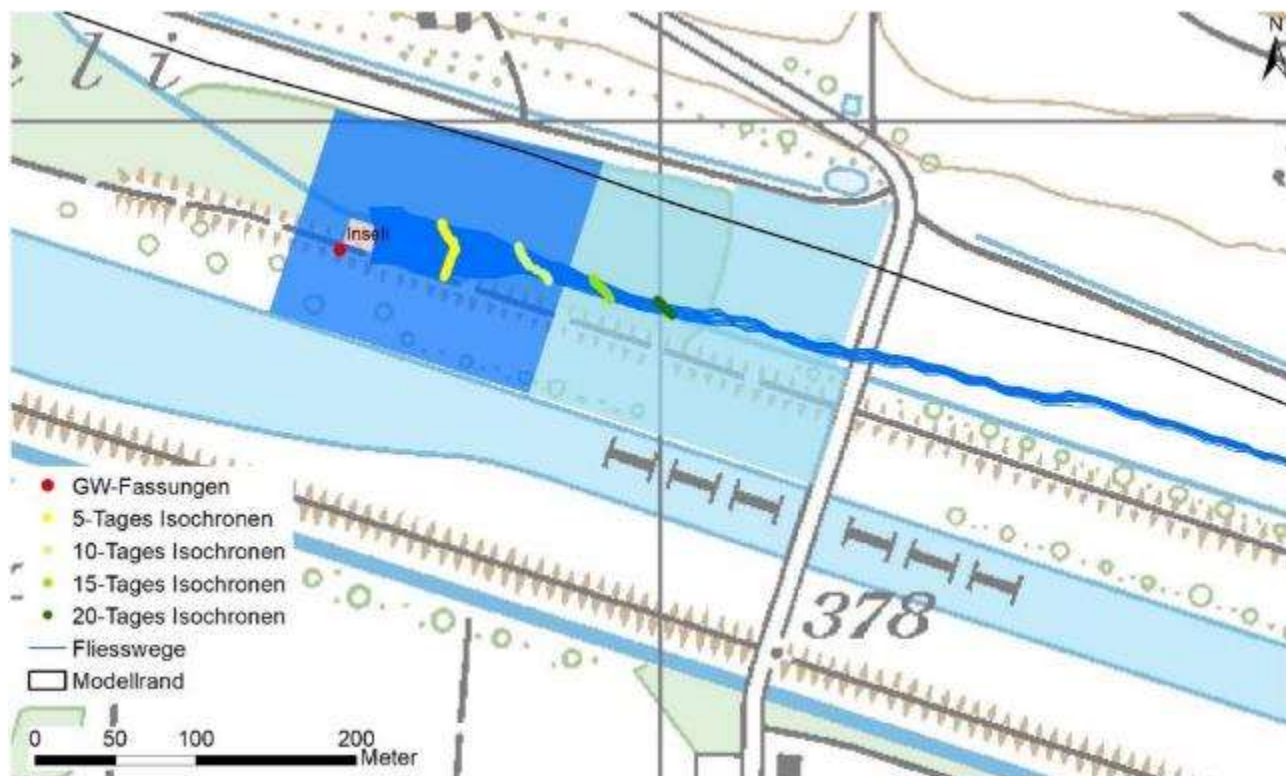


Abbildung 122: Sollzustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Inseli hinzuströmenden Grundwassers [39]

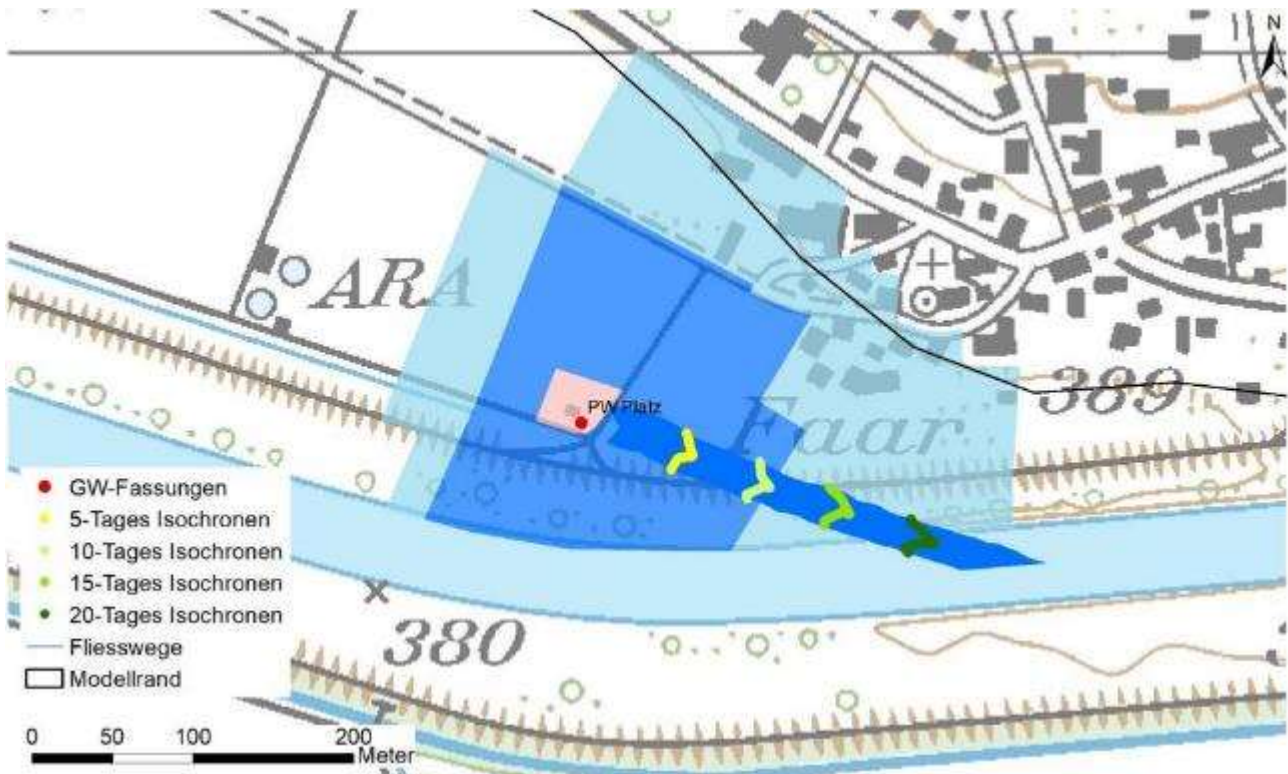


Abbildung 123: Bezugszustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Platz Uesslingen hinzuströmenden Grundwassers [39]

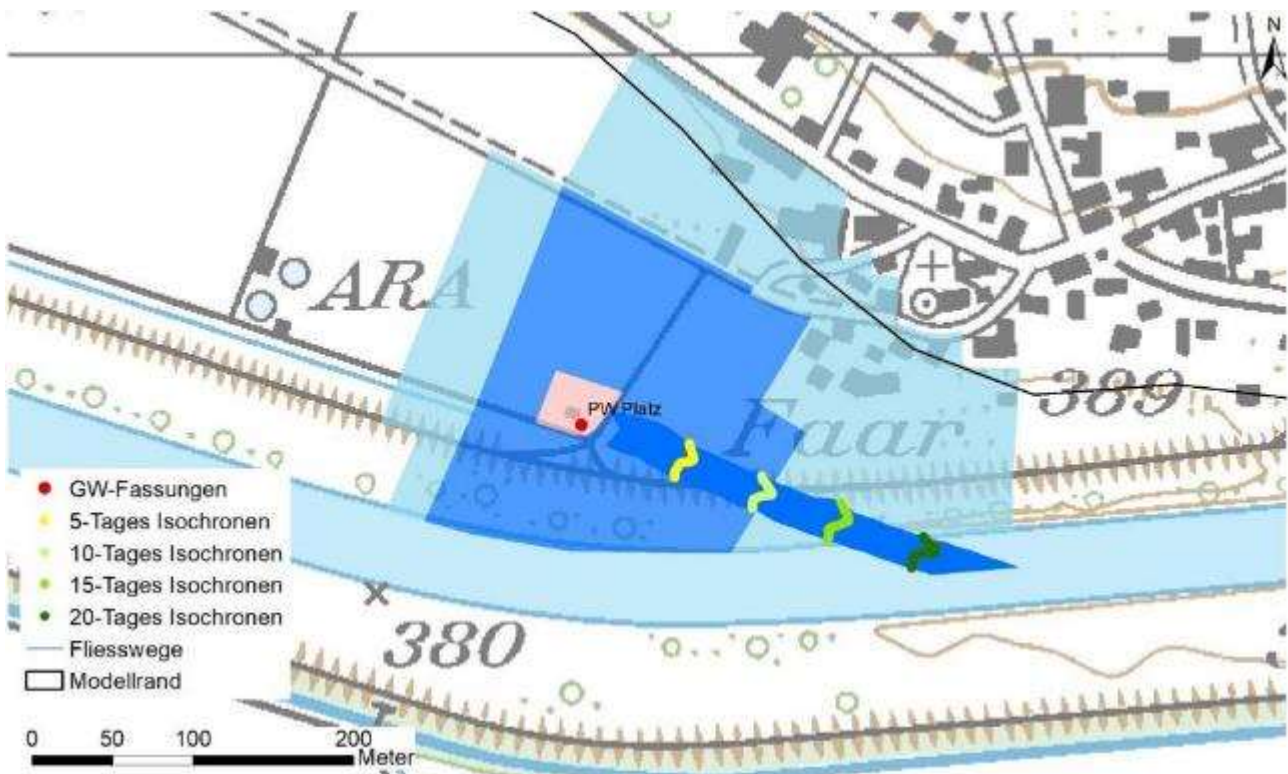


Abbildung 124: Sollzustand, Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Platz Uesslingen hinzuströmenden Grundwassers [39]

### 17.3 Schlussfolgerungen

Die Einzugsbereiche und Fliesszeiten der Pumpwerke oberhalb von Pfyen werden durch das Konzept Thur+ nicht beeinflusst. Ausgenommen hiervon ist das Pumpwerk Gugel. Die Anhebung des Thurwasserspiegels bei Nieder- und Mittelwasser in diesem Abschnitt bewirkt, dass die Brunnen mehr von Süd – Südost angeströmt werden. Die Fliesszeit von der Thur zum Brunnen Gugel 2 beträgt jedoch immer noch mehr als 10 Tage.

Die weiter talabwärts liegenden Pumpwerke müssen im Einzelfall betrachtet werden. Generell führt eine Mittelgerinneaufweitung nur zu kleinen Veränderungen der Einzugsbereiche, da die Pumpwerke hinter den Binnenkanälen angeordnet sind. Die grössere Durchlässigkeit der Sohle, die etwas kleinere Fliessdistanz und die Verflachung der Strömungsgradienten heben sich gegenseitig auf.

Durch die Verlegung der Binnenkanäle hinter die Pumpwerke ändert sich die Anströmung jedoch grundlegend. Das Pumpwerk Foren wird direkter von der Thur angeströmt und erhält mehr sauerstoffreiches Uferfiltrat. Beim Pumpwerk Wuhr hingegen führt die Senkung des Thurwasserspiegels und die Verlegung der Binnenkanäle zu weniger Uferinfiltrat aus der Thur.

Bei der Bestimmung der Einzugsbereiche der Trinkwasserfassungen hat sich gezeigt, dass die heute ausgeschiedenen Schutzzonen in einigen Fällen mit den Modellen nicht nachvollziehbar sind. Es wäre deshalb wünschenswert, die Schutzzonen zu überprüfen.

Bei einer Verlegung der Dämme kommt es an verschiedenen Stellen zu Konflikten mit den Schutzzonen der Trinkwasserpumpwerke. Im Rahmen der kommenden Projekte ist deshalb zu überprüfen, ob die angedachte Dammlage für den Hochwasserschutz zwingend notwendig ist, oder ob die Dämme so verschoben werden können, dass sie die Schutzzone S2 nicht mehr tangieren.

Die Grundwasserfassungen Wuhr und Widen der Wasserversorgung Thurplus der Stadt Frauenfeld und die Grundwasserfassung Thuracker der Werkbetriebe der Politischen Gemeinde Gachnang stehen voraussichtlich im Nutzungskonflikt mit dem Konzept Thur+ sowie der geplanten Auenschutzgebiete. Zudem steht auch die Grundwasserfassung Inseli der Wasserversorgung der Politischen Gemeinde Neunern voraussichtlich in einem Nutzungskonflikt mit einem geplanten Auenschutzgebiet. Bei einer Verschiebung der jeweiligen Fassungen entstehen voraussichtlich neue Konflikte mit landwirtschaftlich genutztem Kulturland. Die Aufgabe der Fassungen würde im Widerspruch zur koordinierten Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung. Bei der Erarbeitung der Entwicklungsräume Auenschutzgebiete sind diese Interessen gegenüberzustellen und zu bewerten. In der weiteren Planung bedarf es einer regionalen Trinkwasserversorgungsplanung für die Region Frauenfeld.

Die Resultate aus der Modellierung weisen teilweise signifikante Differenzen zu den tatsächlich gemessenen unterirdischen Fliesszeiten des Thuringfiltrats auf. Die Resultate sind mit entsprechendem Vorbehalt zu betrachten. In den kommenden Projekten sind die unterirdischen Fliesszeiten des Thuringfiltrats mit Zeitreihenanalysen zu bestimmen und die Modellierung entsprechend zu eichen. In der Modellierung sind für den Sollzustand zudem zukünftig vorgesehen Trinkwasserförderung gemäss der koordinierten Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung zu berücksichtigen.

# 18 Landwirtschaft

## 18.1 Ausgangslage

### Betroffenheit

Die Flächen zwischen den Thurdämmen werden heute grösstenteils landwirtschaftlich genutzt. Einige Landwirtschaftsbetriebe sind mit der Aufweitung der Thur direkt existenziell betroffen. Diese Problematik wird mit dem Konzept Thur+ berücksichtigt und Alternativen werden aufgezeigt.

### Flächenbilanz mit Konzept Thur+

Innerhalb des für die Thur vorgeschlagenen behördenverbindlichen Raumbedarfs sind total 480 ha landwirtschaftlich genutzte Flächen betroffen. Dies entspricht ungefähr 1 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzflächen im Kanton Thurgau. Diese Flächen sind gemäss der landwirtschaftlichen Begriffsverordnung (LBV) direktzahlungsberechtigt. Das sind Wiesen, Weiden, Acker, Bäume, Sträucher, Hecken, Naturwege etc. Von diesen Nutzungsflächen werden heute 250 ha als Biodiversitätsförderflächen (BFF) angerechnet. Der Anteil der Fruchtfolgeflächen (FFF) nach Sachplan des Bundes im vorgeschlagenen behördenverbindlichen Raumbedarf beträgt insgesamt rund 108 ha. Die Fruchtfolgeflächen sind den Nutzungsflächen überlagert. Teilweise überlagern sich BFF mit den FFF.

### Verlust von Fruchtfolgeflächen

Die Fruchtfolgeflächen sind die qualitativ hochwertigsten Ackerflächen. Jeder Kanton hat ein festgelegtes Kontingent zu sichern. Für den Kanton Thurgau sind dies 30'000 ha. Die Fruchtfolgeflächen innerhalb der möglichen Interventionslinien betragen rund 59 ha. Diese Flächen werden nach heutigem Stand verlustig gehen. Das geforderte Kontingent von 30'000 ha wird auch nach der Umsetzung des Konzepts Thur+ nicht unterschritten.

## 18.2 Auswirkung des zukünftigen Gewässerraums auf die Bewirtschaftungsmöglichkeiten

### Zulässige Bewirtschaftungsformen

Für die landwirtschaftlich genutzten Flächen im behördenverbindlichen Raumbedarf gelten keine Einschränkungen, solange der grundeigentümerverbindliche Gewässerraum nicht ausgeschieden ist.

Die Festsetzung des grundeigentümerverbindlichen Gewässerraums wird durch das vorliegende Konzept nicht vorweggenommen, sondern auf Ebene der Kommunalplanung durch die einzelnen Gemeinden vorgenommen. Der Gewässerraum wird mithilfe eines Gewässerraumlinsenplans ausgeschieden (Sondernutzungsplan).

Die Flächen innerhalb des Gewässerraums können so weit wie möglich im Besitz der Landwirte bleiben. Sie können diese jedoch nur noch als Biodiversitätsförderflächen (BFF) gemäss Art. 68 Abs. 5 GSchG nutzen.

Das heisst (GSchV Art. 41 c) [12]:

- Der grundeigentümergebundene Gewässerraum muss gemäss den Anforderungen der Direktzahlungsverordnung als Streufläche, Hecke, Feld- und Ufergehölz, Uferwiese entlang von Fliessgewässern, extensiv genutzte Wiese, extensiv genutzte Weide oder als Waldweide bewirtschaftet werden.
- Im grundeigentümergebundenen Gewässerraum dürfen keine Dünger und Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden.
- Massnahmen gegen die natürliche Erosion der Ufer des Gewässers sind nur zulässig, soweit dies für den Schutz vor Hochwasser oder zur Verhinderung eines unverhältnismässigen Verlustes an landwirtschaftlicher Nutzfläche erforderlich ist (Interventionslinie).

### 18.3 Minimierung der negativen Auswirkungen auf Landwirtschaftsbetriebe

#### Chancen bei Grossprojekten

Bis zur Festsetzung des grundeigentümergebundenen Gewässerraums werden einige Jahre, bis zur vollständigen Umsetzung des Konzepts Thur<sup>+</sup> werden Jahrzehnte vergehen. Diese Zeit soll vom Kanton genutzt werden, um Realersatzland erwerben zu können. Mit einer späteren Güterzusammenlegung sollen die durch den Kanton erworbenen Grundstücke mit den betroffenen Landeigentümern abgetauscht werden.

Zudem sieht das Konzept Thur<sup>+</sup> einen Entwicklungsprozess ländlicher Raum (ELR) vor. Mit diesem können die landwirtschaftlichen Bedürfnisse deutlich gemacht und den übrigen Ansprüchen im Planungsprozess gegenübergestellt werden. Dank der frühzeitigen Integration aller Akteure sollen einvernehmliche Lösungen bei unterschiedlichsten Themen (Güterwege, Bewässerungsanlagen, Ökonomiegebäude, Agrotourismus usw.) erarbeitet werden. Dabei handelt es sich um einen partizipativen Prozess, bei dem die oft einander entgegengesetzten Interessen der verschiedenen Akteure und Akteurinnen aufeinander abgestimmt werden. Die so gemeinsam erarbeiteten Lösungen, können ebenfalls mit der nachfolgenden Güterzusammenlegung umgesetzt werden und sollen möglichst langfristig wirken.

## 19 Wald

### 19.1 Grundlagen

#### Gesetzliche Grundlagen

Im Perimeter des Konzepts Thur<sup>+</sup> beziehungsweise dem behördenverbindlichen Raumbedarf des Gewässers sind rund 476 ha Wald vorhanden (ca. 2.4 % der Thurgauer Waldfläche) und damit von verschiedenen Massnahmen des Konzeptes betroffen (Aufweitung und/oder Verlagerung des Flusses, Dynamik innerhalb des Gewässerraums, Ertüchtigung der Dämme). Wenn die Thur die im Konzept Thur<sup>+</sup> skizzierten Interventionslinien erreicht, werden nach heutigem Stand rund 345 ha Waldareals umgestaltet sein.

Wie bereits in Kapitel 11 erläutert, besteht eine Massnahme dieses Konzeptes darin, einen behördenverbindlichen Gewässerraum zu definieren. Diese Festlegung bezweckt ebenfalls die Sicherstellung des Hochwasserschutzes und der ökologischen Funktionen. Zusammen mit dem Raumbedarf für den Hochwasserschutz sowie der Anbindung bestehender, ökologisch wertvoller Lebensräume wie den Auenwäldern soll sich eine hochwassersichere und natürliche Flusslandschaft bilden.

Grundsätzlich gilt im schweizerischen Rechtssystem gemäss der Waldgesetzgebung des Bundes (WaG, 921.0) [106] der sogenannte «dynamische Waldbegriff»: Demnach wird eine einwachsende Fläche mit der Zeit zwangsläufig zu Wald, wenn der Eigentümer eine solche Bestockung nicht periodisch wieder entfernt (in der Regel spätestens alle 15 Jahre), um ebendies zu verhindern. Als erster Kanton in der Schweiz führte der Thurgau flächendeckend eine statische, fixierte Waldgrenze ein, die sich nicht mehr verändern kann. Eine verbesserte Rechtssicherheit und das Hochhalten des aktuell strengen Waldschutzes waren die wichtigsten Argumente für diese Änderung. Damit ist das Waldareal im gesamten Kanton und folglich auch innerhalb des behördenverbindlichen Raumbedarfs der Thur rechtsverbindlich festgelegt [107].

#### Waldentwicklungsplan Thurgau 2020

Per 1. Juli 2020 trat der Waldentwicklungsplan (WEP) [108] des Kanton Thurgau in Kraft und löste die bis dahin gültigen Regionalen Waldpläne ab. Mit diesem forstlichem Planungsinstrument werden die öffentlichen Interessen am Wald sowie die nachhaltige Erfüllung der Waldfunktionen sichergestellt. Der WEP richtet sich an die zuständigen Behörden. Die konkrete Umsetzung erfolgt wiederum in der detaillierteren sogenannten Ausführungsplanung in Form von Betriebsplänen, Verträgen usw., welche für die Waldeigentümerinnen und –eigentümer verbindlich sind. Zu den Waldfunktionen zählen neben der gemeinhin bekannten Nutzfunktion (Holzgewinnung) die Schutz- (Schutz vor Naturgefahren) und Wohlfahrtsfunktion (Biodiversität und Erholung/Freizeit).



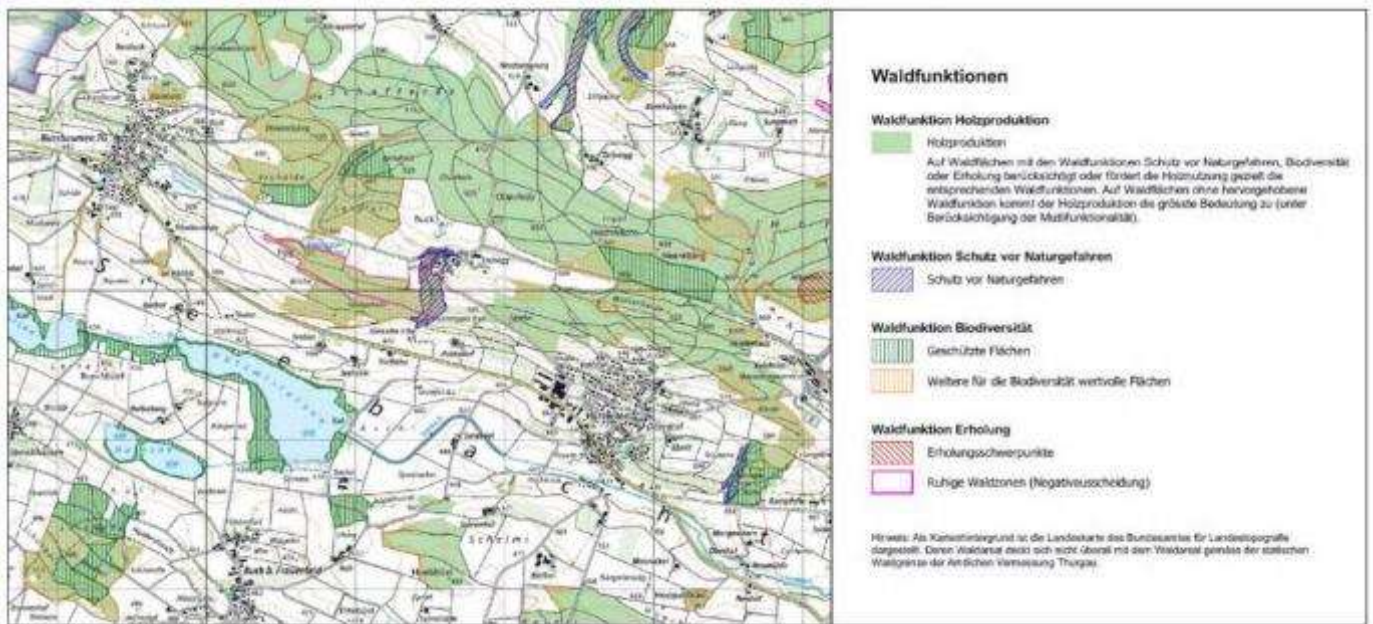


Abbildung 125: Karte der Waldfunktionen [109]

## 19.2 Bedeutung des Konzepts Thur+ für den Wald

### Waldareal im Gewässerraum

Die Festlegung des Gewässerraums stellt sicher, dass den Gewässern heute und in Zukunft genügend Raum zur Verfügung steht. Der Gewässerraum gewährleistet unter anderem den Schutz vor Hochwasser, den natürlichen Transport von Geschiebe, die Ausbildung einer naturnahen Strukturvielfalt sowie die Entwicklung standorttypischer Lebensräume und deren Vernetzung. Dazu wird entlang aller oberirdischen, fliessenden und stehenden Gewässer ein Raum definiert (Gewässerraum), der primär dem Gewässer zur Verfügung steht. Wie gross dieser Gewässerraum ist, hängt von der Art und Grösse des Gewässers ab.

Befindet sich Waldareal innerhalb des Gewässerraumes, hat das grundsätzlich keinerlei Rechtswirkung auf die Waldfeststellung: Was dem Waldareal zugewiesen ist, bleibt Waldareal. Dasselbe gilt für die massgeblichen Vorschriften, insbesondere zur Bewirtschaftung, der Pflege, dem Unterhalt und Abstand gegenüber dem Wald.

An der Thur fehlen heute insbesondere die durch ständige Veränderung geprägten flussnahen, dynamischen Ufer- und Auenlebensräume weitgehend. Dies periodisch überschwemmte, offene Kiesflächen, Flusskies-Pionierflur, Auen-Weidengebüsch, Weichholzaunenwald, Prallufer und dynamische Stillgewässer. Hartholzaunenwälder und Altläufe kommen entlang der Thur noch verbreitet vor, häufig liegen sie aber hinter den Hochwasserschutzdämmen und sind dadurch von der Hochwasserdynamik abgeschnitten. Zudem hat sich der Grundwasserspiegel durch die Sohlenerosion in der Thur tendenziell abgesenkt und die Binnenkanäle entlang der Dämme führen eher zu einer Entwässerung der Umgebung. Dadurch können viele

Auenwaldstandorte zu Buchenwaldstandorten degradieren (siehe Kapitel 14). Mit der mechanischen Aufweitung, der Revitalisierung und ökologischen Verbesserung durch das Konzept Thur+ werden flussnahe Waldareale verändert und unter anderem in einen Auenwald überführt. Die Auen- dynamik wird in Teilen wiederhergestellt. Indessen fällt die Holznutzung weitgehend weg.

Muss Waldboden für die Herstellung der geplanten Flussdynamik vorübergehend zweckentfremdet werden, liegt eine temporäre Rodung vor. Hierbei ist ein entsprechendes Verfahren erforderlich (Rodungsbewilligung). Soweit sich anschliessend wieder eine natürliche Dynamik auch in den Waldarealen einstellt, liegt keine Rodung/Zweckentfremdung von Waldareal vor: In diesem Fall gehören die Waldflächen, soweit heute absehbar, weiterhin zum Waldareal.

Wo Wald dauerhaft zweckentfremdet wird, liegt eine definitive Rodung vor. Die betreffende Waldfläche ist grundsätzlich in derselben Gegend und mit derselben Qualität und Quantität zu ersetzen. Im Waldgesetz (WaG) ist die Möglichkeit vorbehalten, bei Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten auf Rodungsersatz zu verzichten. Die Beurteilung erfolgt jeweils im konkreten Rodungsverfahren, wobei aufgrund der statischen Waldgrenze und der kleinen Waldfläche im Kanton Thurgau (20 % beziehungsweise nach dem Kanton Genf kleinster Anteil Waldfläche schweizweit) grundsätzlich von Realersatz ausgegangen werden kann.

Bei der Ertüchtigung oder der Verschiebung von Dämmen ist zumindest teilweise von definitiven Rodungen auszugehen. Ferner kann bei der Bestockung von Dämmen eine sogenannte nachteilige Nutzung (bewilligungspflichtig) vorliegen, das heisst die Hochwassersicherheit kann eine Nutzung erfordern, welche nicht die Qualität einer Zweckentfremdung von Wald (Rodung) erreicht, aber die Funktionen oder die Bewirtschaftung des Waldes – im Vergleich mit und ohne (beziehungsweise vor und nach) Projekt im Zuge der Umsetzung des Konzepts Thur+ – gefährden oder beeinträchtigen. Ein Beispiel dafür wäre das Niederhalten von Bäumen oder Waldweide [110].



Abbildung 126: Auenwald an der Thurmündung, Kanton Zürich [5]

## 20 Biodiversität, Fischerei und Jagd

### 20.1 Aquatische Lebensräume

#### Erhöhung der Lebensraumvielfalt

Die Umsetzung des Konzepts Thur+ beziehungsweise die generelle Aufweitung des Flussbetts und der Rückbau der Uferbefestigungen führen zu einer Erhöhung der Lebensraumvielfalt. Es entstehen Naturufer, Bänke, Hinterwasser, Stromschnellen und Totwasser, die sich durch unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten, Wassertiefen und Substratverhältnisse unterscheiden. Schnell und langsam fließende Zonen wechseln sich ab und werden von Tieren bewohnt: Fische wie Lachs, Strömer und Nasen finden in lockeren Kiesablagerungen ideale Laichplätze und strömungsmeidende Fischarten, kleinere Fische sowie Wirbellose sind auch bei hohem Abfluss vor der reissenden Strömung geschützt, indem sie in strömungsarme Zonen ausweichen können.

#### Vernetzung

Die Längsvernetzung mit strukturreichen aquatischen Lebensräumen wird durch den dynamischen Gewässerraum gestärkt. Auch die seitliche Vernetzung der aquatischen Lebensräume mit den landseitig anschliessenden amphibischen Zonen wird wesentlich verbessert. Durch die Auflandung und fortlaufende dynamische Umgestaltung der Thursohle wird insbesondere auch die vertikale Vernetzung, also die Vernetzung zwischen Wasserkörper und Gewässersohle massgeblich verbessert.

#### Fischwanderung

Die Schwellen verschwinden grösstenteils unter der durch die Gerinneaufweitung deutlich angehobenen Flusssohle. Allenfalls noch an der Oberfläche der Flusssohle liegende, unverzichtbare Schwellen werden zu gut fischgängigen Blockrampen umgebaut. Durch die gestiegene Flusssohle werden auch die einmündenden Seitengewässer wieder besser mit der Thur vernetzt.

Die Fischgängigkeit an den Kraftwerkwehren wird entsprechend der Strategische Planung Sanierung Wasserkraft, die eine Frist zur Umsetzung der Sanierungsmassnahmen bis zum 31. Dezember 2025 vorsieht, sichergestellt (siehe Kapitel 21).

### 20.2 Lebensräume im Einflussbereich des Fluss- und Grundwassers

#### Erhöhung der Lebensraumvielfalt und Standortqualität der Auenlebensräume

Der Schlüsselfaktor des Fließgewässerökosystems ist die Dynamik. Sie ist geprägt von ständigen Auf- und Abbauvorgängen; vom Werden und Vergehen. Im Sollzustand wird die Thur deshalb nicht nur ein vielfältiges Mosaik an Auenlebensräumen schaffen, sondern auch solche vernichten, die heute als ökologisch bedeutsam gelten. Beispiele sind die Grundwasseranstöße im Auenschutzgebiet Wuhr oder die Altläufe im Auenschutzgebiet Hau-Äuli. Unter dem Strich wird die Biodiversität von der Dynamik aber stark profitieren.

Nur in wenigen Bereichen natürlicher Flussufer stellt sich die typische Zonierung der Aue lehrbuchmässig ein, mit einem von vegetationslosen Kiesbänken gesäumten Fluss, anschliessend einem Streifen aus krautigen Pionierpflanzen, gefolgt von einem Saum aus Buschweiden wie Purpur-, Bruch- und Mandelweide als Übergang zum Weichholzauenwald aus Baumweiden und Erlen (Abbildung 127). Vielmehr formen unebene Kiesablagerungen, Flutrinnen und Altarme einen strukturreichen Untergrund mit ganz unterschiedlichen hydrologischen Verhältnissen auf engstem Raum. Die Vegetation folgt diesen Unebenheiten im Relief und der Exposition zur Hochwasserdynamik mit einem Mosaik aus Röhrlichen, vegetationsarmen Kiesbänken, Krautfluren, Altwässern, Weidengebüschen und Baumgruppen aus Silberweiden, Korbweiden, Erlen und Pappeln.

Die flussnahen Lebensräume sind wieder stärker durch den gestiegenen Grundwasserspiegel geprägt, einem an natürlichen Flusssystemen wichtigen Einflussfaktor auf die Ausprägung der Lebensräume. So werden zum Beispiel die standortfremden Buchen wieder zusehends aus den Hartholzauen verdrängt, da sie die Nässe schlecht ertragen.

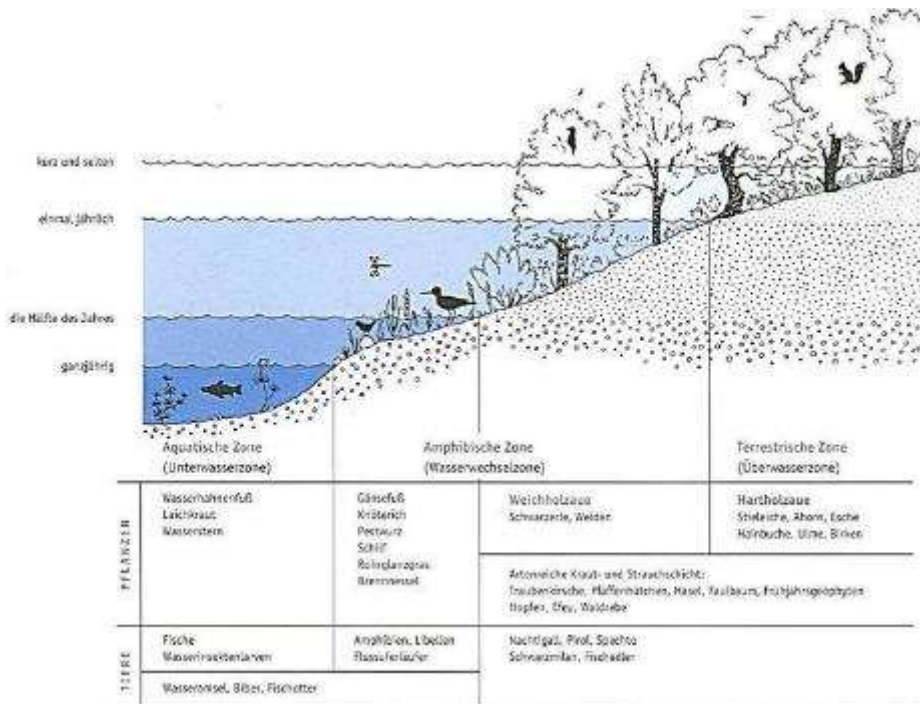


Abbildung 127: Schematischer Querschnitt durch eine Aue [111]

### Auensschutzgebiete von nationaler Bedeutung

Die Hartholzauenwälder in den Auenschutzgebieten von nationaler Bedeutung entlang der Thur sind heute durch die Thurdämme grossflächig von der Wasserführung der Thur abgeschnitten, die typische Auenwalddynamik fehlt. Der Effekt wird durch den gesunkenen Grundwasserstand verstärkt. Dieser beruht einerseits auf der Sohleneintiefung der Thur und andererseits auf den Binnenkanälen entlang der Dämme, welche das Gelände entwässern.

Die kommenden Projekte ermöglichen es, die Auen wieder viel stärker an die Flussdynamik anzuschliessen. In welchem Umfang dies geschieht, wird im Rahmen der kommenden Projekte erarbeitet. Der Weg für die gestaltende Kraft der Hochwasserdynamik soll wieder so weit als möglich freigegeben werden, das abwechslungsreiche Mosaik an Auenlebensräumen wieder neu entstehen und sich ständig verändern.

Die Verbreiterung des Flussbetts führt teilweise zu einer höher liegenden Flusssohle, wodurch auch der Grundwasserstand in den Auen teils deutlich steigt. Die beiden massgeblichen Faktoren Auendynamik und höherer Grundwasserstand führen zu einer deutlichen Aufwertung der Auenschutzgebiete.

### Vernetzung

Die Längsvernetzung mit reich strukturierten amphibischen Lebensräumen wird durch den dynamischen Gewässerraum gestärkt. Die räumliche Vernetzung ist ein wichtiger Aspekt der ökologischen Infrastruktur. Vernetzungselemente durchziehen die Landschaft idealerweise wie ein Adernetz,

wirken der Fragmentierung von Lebensräumen entgegen und sind Lebensraum für viele Arten. Der Thurraum ist einer der wichtigsten ökologischen Korridore im Thurgau. An Gleitufeln und über Kiesbänke (Riffle) wird auch der Wildwechsel über die Thur wesentlich verbessert.

Im revitalisierten Thurraum sind die amphibischen und terrestrischen Lebensräume auch seitlich eng miteinander vernetzt und bilden ein vielfältiges Ökosystem. Durch die Schwankungen des Wasserstands bilden sich fließende Übergänge zwischen den Lebensraumzonen.

### 20.3 Lebensräume ausserhalb des Einflussbereiches des Fluss- und Grundwassers

#### Extensivierung, Erhöhung der Lebensraumvielfalt

Flächen, welche nicht durch die Flussdynamik mit regelmässigen Überschwemmungen geprägt sind, werden in Zukunft durch die Landwirtschaft extensiv und nach den Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung bewirtschaftet (siehe Kapitel 18). Für diese Lebensräume ergibt sich mit dem Konzept Thur+ eine markante Verbesserung der Lebensraumqualität im Hinblick auf eine artenreiche Biodiversität und die Vernetzungsfunktion. Durch unterschiedliche Bewirtschaftungsformen (Extensivwiese, Streue, Beweidung) soll auch die Lebensraumvielfalt steigen. Das Konzept Thur+ ist deshalb auch für diese Lebensräume von besonderer Bedeutung.

### 20.4 Jagd und Fischerei im zukünftigen Gewässerraum der Thur

#### Beibehalt der Vorschriften und Möglichkeiten

Die Thur ist ein kantonales Fisch-Pachtgewässer, welches in 10 Abschnitte unterteilt wurde. Pächter sind diverse Fischereivereine. Das Fischen ohne Patent (Freiangelei) ist in der Thur nicht erlaubt. Die ordnungsgemässe Jagd und Fischerei werden durch das Konzept Thur+ nicht beeinträchtigt, gewässerraumspezifische Vorschriften gibt es, wie auch für die Auen-schutzgebiete von nationaler Bedeutung, nicht.

## 21 Wasserkraft

### 21.1 Bestehende Anlagen

#### Die Thur versorgt über 11'000 Haushalte mit Strom

In der Thur stehen 5 Wehranlagen, welche das Wasser für 11 Wasserkraftwerke bereitstellen (Tabelle 15) 4 Wehre leiten das Wasser der Thur in einen Kraftwerkskanal aus, wo das Wasser für die Energiegewinnung bei bis zu 3 Kraftwerken in Folge verwendet wird (Ausleitkraftwerk). Das Kraftwerk Thurfeld (2.0) und das Kraftwerk Au (3.0) sind Flusskraftwerke, die das Wasser direkt wieder in den Thurlauf abgeben. Die bestehenden Kraftwerke produzieren zusammen 55 GWh/Jahr. Das Grösste ist aktuell das Kraftwerk Thurfeld (2.0) in Kradolf-Schönenberg mit einer Leistung von 2 x 850 kW (ca. 7.1 GWh/Jahr). Im Vergleich dazu die kleinste Turbine Grüneck (5.1) mit 1.2 GWh/Jahr.

### 21.2 Interaktionen mit dem Konzept Thur\*

#### Strategische Planung Sanierung Wasserkraft

Art. 83b GSchG [1] verpflichtet die Kantone, Massnahmen zur Sanierung von wesentlichen Beeinträchtigungen von Gewässern durch Schwall und Sunk und durch einen veränderten Geschiebehalt sowie Massnahmen bei Wasserkraftwerken nach Art. 10 des Bundesgesetzes vom 21. Juni 1991 über die Fischerei (BGF, 923.0) [112] zu planen.

Art. 10 in Verbindung mit Art. 9 Abs. 1 BGF verlangen bei bestehenden Wasserkraftwerken unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten und allfälliger anderer Interessen die Anordnung von allen geeigneten Massnahmen zum Schutz der Lebensräume der Wassertiere, unter anderem zur Sicherstellung der freien Fischwanderung.

Art. 83a GSchG verpflichtet die Inhaber bestehender Wasserkraftwerke, die nach Art. 39a und 43a GSchG in den Bereichen Schwall-Sunk und Geschiebehalt notwendigen Massnahmen zur Sanierung von wesentlichen Beeinträchtigungen der einheimischen Tiere und Pflanzen sowie deren Lebensräume zu treffen. Die Massnahmen richten sich nach dem Grad der Beeinträchtigung und dem ökologischen Potenzial des Gewässers, der Verhältnismässigkeit des Aufwandes, den Interessen des Hochwasserschutzes und den energiepolitischen Zielen zur Förderung erneuerbarer Energien.

Im Kanton Thurgau wurde bei keinem Kraftwerk eine Sanierungspflicht bezüglich Geschiebehalt und Schwall-Sunk festgestellt [113]. Somit stehen bei den Kraftwerken ausschliesslich Sanierungen im Bereich Fischgängigkeit an. Die konkreten Sanierungsmassnahmen werden im Kanton Thurgau von den Kraftwerksbetreibern geplant. Alle Kraftwerke an der Thur wurden bezüglich Fischgängigkeit rechtskräftig verfügt (Tabelle 15)

Die Frist zur Umsetzung der Sanierungsmassnahmen läuft bis zum 31. Dezember 2025 und muss spätestens 2030 abgeschlossen sein.

Durch die Ausleitung des Hauptwasserstroms an den Thurwehren wird der Kanal zum «funktionalen Hauptgerinne» und muss folglich vollständig fischgängig gemacht werden. Dieser Entscheid beeinflusst massgeblich den Sanierungsbedarf der nachfolgenden Kanalkraftwerke [55].

Tabelle 15: Übersicht über die Wasserkraftwerke an der Thur und des verfügbaren Sanierungsbedarfs bezüglich Fischwanderung [55]

Anlage Nr.	Wehranlage	Lage	Sanierungsbedarf		
			Fischaufstieg	Fischabstieg	Fischschutz
1.0	Unteres Ghögg Papieri	Thur	Ja	Ja	Ja
2.0	Thurfeld	Thur	Ja	Ja	Ja
3.0	Au	Thur	Ja	Ja	Ja
3.1	KW Bürglen	Kanal	Ja	Ja	Ja
3.2	Säge	Kanal	Ja	Ja	Ja
3.3	KW Thur	Kanal	Ja	Ja	Ja
4.0	KW Weinfelden	Thur	Ja	Ja	Ja
4.1	Mühle	Kanal	Ja	Ja	Ja
4.2	Model	Kanal	Ja	Ja	Ja
4.3	Widen	Kanal	Ja	Ja	Ja
5.0	Müllheim Wehr	Thur	Ja	Ja	Nein
5.1	Grüneck	Kanal	Ja	Ja	Ja
5.2	KW Pfyn (VSP)	Kanal	Ja	Ja	Ja

### Restwasserstrecken

Bei den bestehenden Wehren wird Wasser aus der Thur in einen Kanal abgezweigt und nach Nutzung der Höhendifferenz in den Kraftwerken flussabwärts in die Thur zurückgeleitet. In den dadurch entstehenden Restwasserstrecken ist der Abfluss der Thur reduziert. Die Restwasserstrecken aufgrund der Wasserkraftnutzung an der Thur sind in der Tabelle 16 aufgelistet und in der Abbildung 128 abgebildet:



Tabelle 16: Restwasserstrecken an der Thur [29]

Anlage Nr.	Wehranlage	Restwasserstrecke km
1.0	KW Unteres Ghögg Papieri	1.90
2.0	Thurfeld	0.00
3.0	Au	4.74
4.0	KW Weinfelden	2.61
5.0	Müllheim Wehr	5.06

Die Mindestwassermengen für diese Restwasserstrecken richten sich nach dem GSchG Art. 31–35 und werden bis 2030 falls nötig neu festgelegt. Die aktuelle Restwassermenge bei den Wehren in Kradolf-Schönenberg und Weinfelden beträgt jeweils 2 m<sup>3</sup>/s. Bei Bischofszell und Müllheim wurde noch keine Restwassermenge vom Kanton festgelegt. Die Konzessionsentnahmemenge des Kraftwerks Müllheim ist mit 8 m<sup>3</sup>/s zwar gering, bei niedrigem Gesamtabfluss der Thur im Sommer kann der verbleibende Abfluss nach dem Wehr trotzdem sehr gering werden. Durch die generelle Aufweitung der Thur werden sich in der Sohle wieder Strukturen bilden und dadurch Niederwasserrinnen entstehen. Diese begünstigen die Fischwanderung, weil weniger restwasserbedingte Untiefen vorhanden sind und durch die höheren Wassertiefen sich die Wassertemperatur durch Sonneneinstrahlung weniger erhöht [114].



Abbildung 128: Abschnitte im Thurlauf die durch Kraftwerke und Wehranlagen beeinflusst werden (orange) und unbeeinflusste Abschnitte (blau) [5]

### Stautrecken

Die Stautrecken oberhalb der Wehre verringern die Fliessgeschwindigkeiten der Thur in diesen Abschnitten. Dadurch werden die natürlichen, dynamischen Prozesse der Thur unterbunden. Das annähernd stehende Wasser mit dem immer gleichen Wasserstand ist für die an starke Strömungen angepasste Tierwelt der Thur artfremd. Mit dem Konzept Thur+ besteht die Möglichkeit im Stauraum ein strukturiertes Flussbett zu entwickeln. Damit bestehen auch in diesen Abschnitten zumindest kleinräumig und lokal höhere Fliessgeschwindigkeiten und damit eine Annäherung an eine naturnahe Fliessstrecke.

### Geschiebe und Geschwemmsel

Durch die Aufweitung des Flussbetts und die Schaffung von Auenwäldern wird das Geschwemmsel zunehmen. Für die Belastung auf die Kraftwerke wird sich in etwa ein Gleichgewicht einstellen, da durch die neu geschaffenen Kiesbänke tendenziell auch Geschwemmsel abgelagert wird. Durch den Rückbau der Uferbefestigungen können aber in einem einzigen Hochwasserereignis auch grössere Geschiebewellen ausgelöst werden, welche dann durch die Kraftwerke bewältigt werden müssen.

## 22 Verkehr und Infrastruktur

### 22.1 Grundlagen und Optimierungsprozess

#### Systematischer Katalog

Die Bauten und Infrastrukturanlagen im vorgeschlagenen behördenverbindlichen Raumbedarfs der Thur (Brücken, Gebäude, Wehranlagen, Restwasserstrecken, Staustrecken, Grundwasserschutzzonen, Werkleitungen, Altlastenverdachtsflächen) wurden systematisch erfasst und im Katalog «Umgang mit Infrastrukturanlagen im Gewässerraum der Thur» [115] zusammengestellt.

#### Querhindernisse

Die meisten Brücken über die Thur dienen dem Strassenverkehr (11 Stück), gefolgt von den Fussgängerstegen (7 Stück) und den Eisenbahnbrücken (2 Stück). Im oberen Bereich der Thur befinden sich fünf Wehre, welche zur Stromgewinnung aus Wasserkraft benötigt werden. Abbildung 129 gibt einen groben Überblick über diese wichtigsten Querhindernisse, welche eine Einschränkung der Flussbettbreite bewirken.



Abbildung 129: Übersicht über die bestehenden Querhindernisse [5]

### Verklausungsgefahr

Im Hochwasserfall ist davon auszugehen, dass die Thur viel Holz mit-schwemmt, welches zu einer Verklausung unter den Brücken und den Wehranlagen führen kann. Im Rahmen des Konzepts Thur+ wurden entsprechende Szenarien im hydraulischen Modell noch nicht berücksichtigt. Sie werden im Rahmen der weiteren Planung definiert und im hydraulischen Modell eingebaut. Vorschläge für die Verklausungsszenarien finden sich in [115].

## 22.2 Auswirkungen der generellen Aufweitung des Flussbetts

### Betroffene Infrastrukturen

Der Fussgängersteg Auwiesen (Kradolf-Schönenberg) soll angepasst werden. Zudem müssen drei Altlastenverdachtsflächen beachtet werden: Die ehemalige Kiesgrube, Nr. 4881 D05, die Kehrichtdeponie Nr. 4501 D31 sowie eine Fliegerbombe aus dem 2. Weltkrieg, deren genaue Lage nicht bekannt ist. Um diese zu bestimmen ist in den kommenden Projekten die entsprechende Fachperson des Militärs hinzuzuziehen.

Die generelle Aufweitung wurde mit einem umfangreichen Massnahmenfächer auf die Objekte abgestimmt. Ebenso wurden Wehre und Brückenquerschnitte im hydraulischen Modell berücksichtigt. In Bezug auf die Verklausungen ist das hydraulische Modell im Rahmen der kommenden Projekte nachzubearbeiten.

### Regenüberläufe

Im Zusammenhang mit den kommenden Projekten müssen die Lage der Regenüberläufe der Abwasserreinigungsanlagen in die Thur geprüft werden, um Ablagerungen wie WC-Papier oder weitere Fremdstoffe auf Kiesbänken möglichst zu vermeiden. Auch ist die neue Sohlenlage der Thur zu berücksichtigen.

## 23 Grundstücke und Anlagen der öffentlichen Hand

### 23.1 Grundlagen

#### Standortgebundenheit

Zu den Grundstücken, Bauten und Anlagen an der Thur gehören Trinkwasserfassungen, Pumpwerke und Kläranlagen, welche bezüglich ihres Standortes an die Thur und ihren Grundwasserleiter gebunden sind. Daneben befinden sich an der Thur noch weitere Objekte, deren Standortgebundenheit weniger offensichtlich ist.

Abbildung 130 zeigt die Bauten und Anlagen entlang der Thur. In Abbildung 131 sind die Abwasserreinigungsanlagen in der Nähe der Thur aufgezeigt, welche gereinigte Abwässer direkt oder indirekt in die Thur einleiten. Die Wasserfassungen an der Thur sind in Abbildung 132: Übersicht der Grundwasserfassungen für die Trinkwasserversorgung entlang der Thur dargestellt.

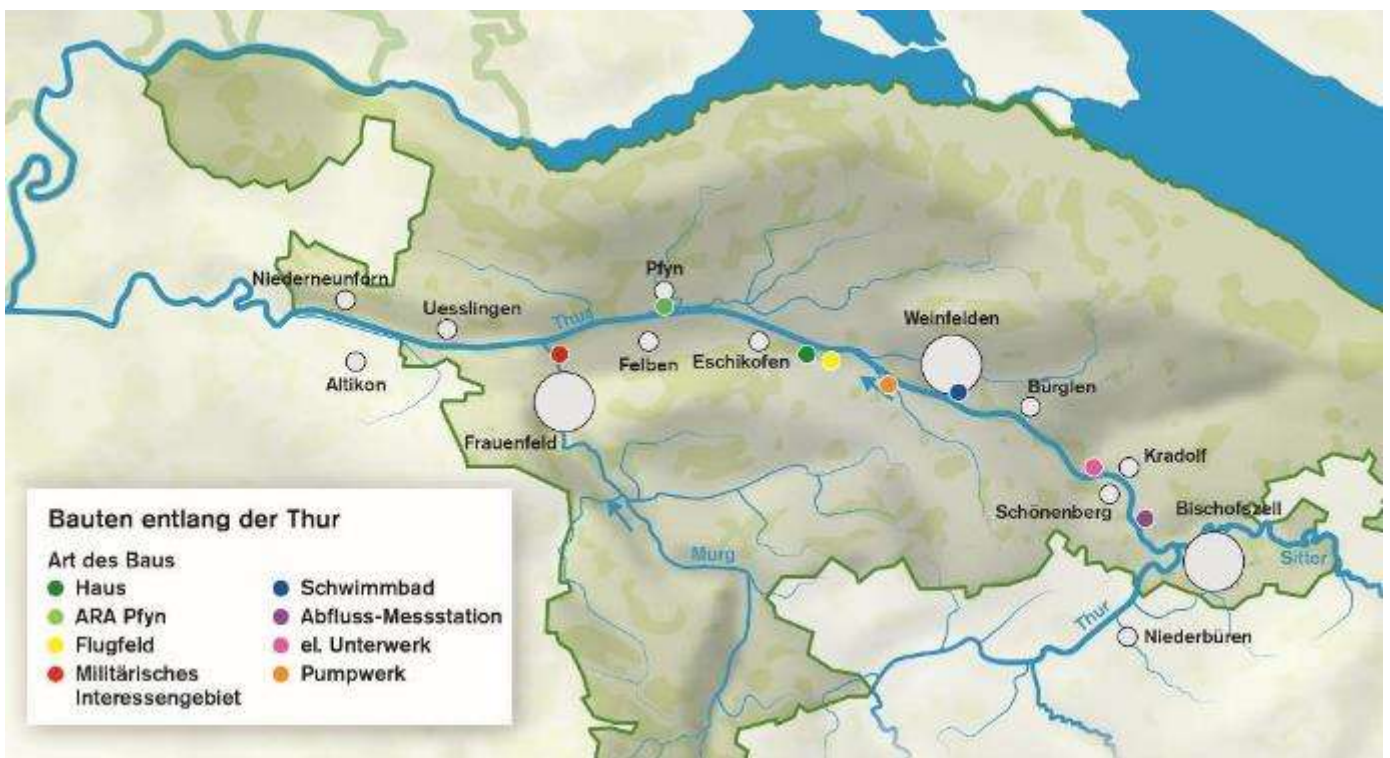


Abbildung 130: Übersicht bestehende Bauten entlang der Thur [5]

## Grundstücke und Anlagen der öffentlichen Hand

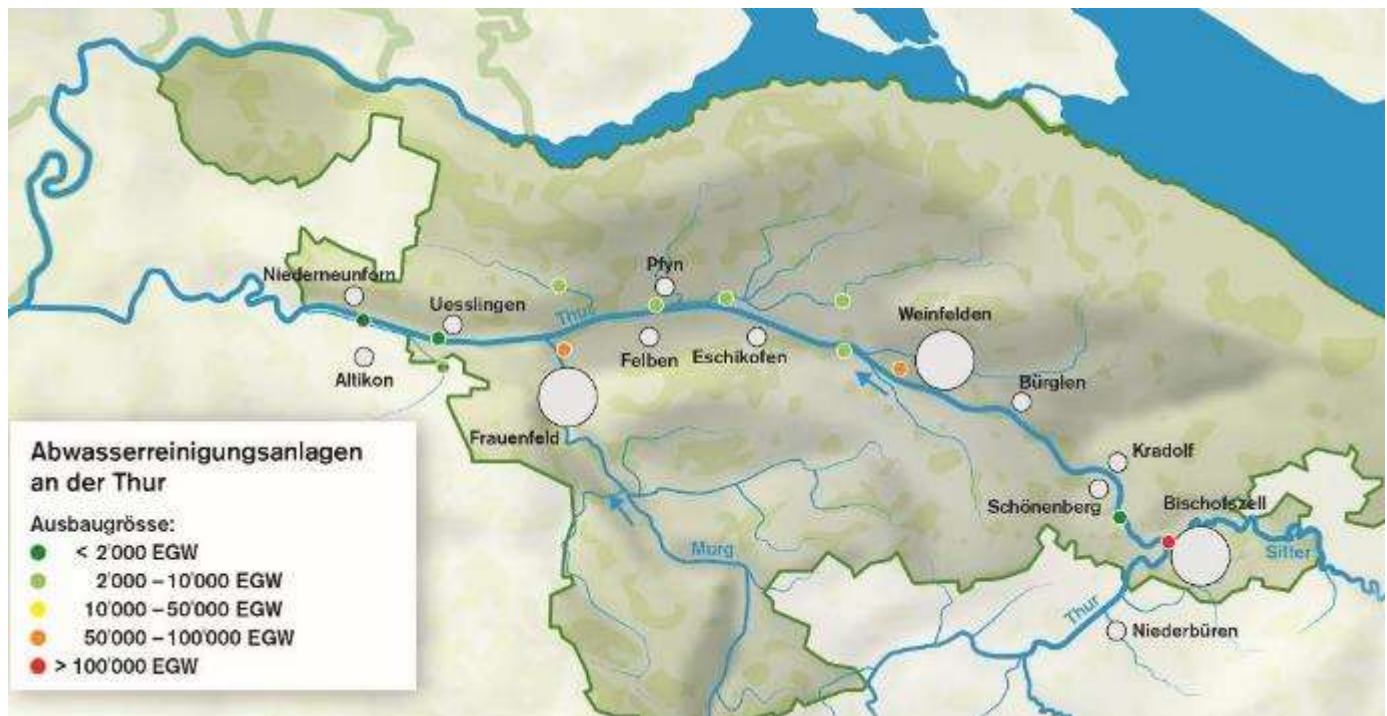


Abbildung 131: Übersicht und Ausbaugröße der bestehenden Abwasserreinigungsanlagen, welche die Thur als Vorfluter nutzen [5]

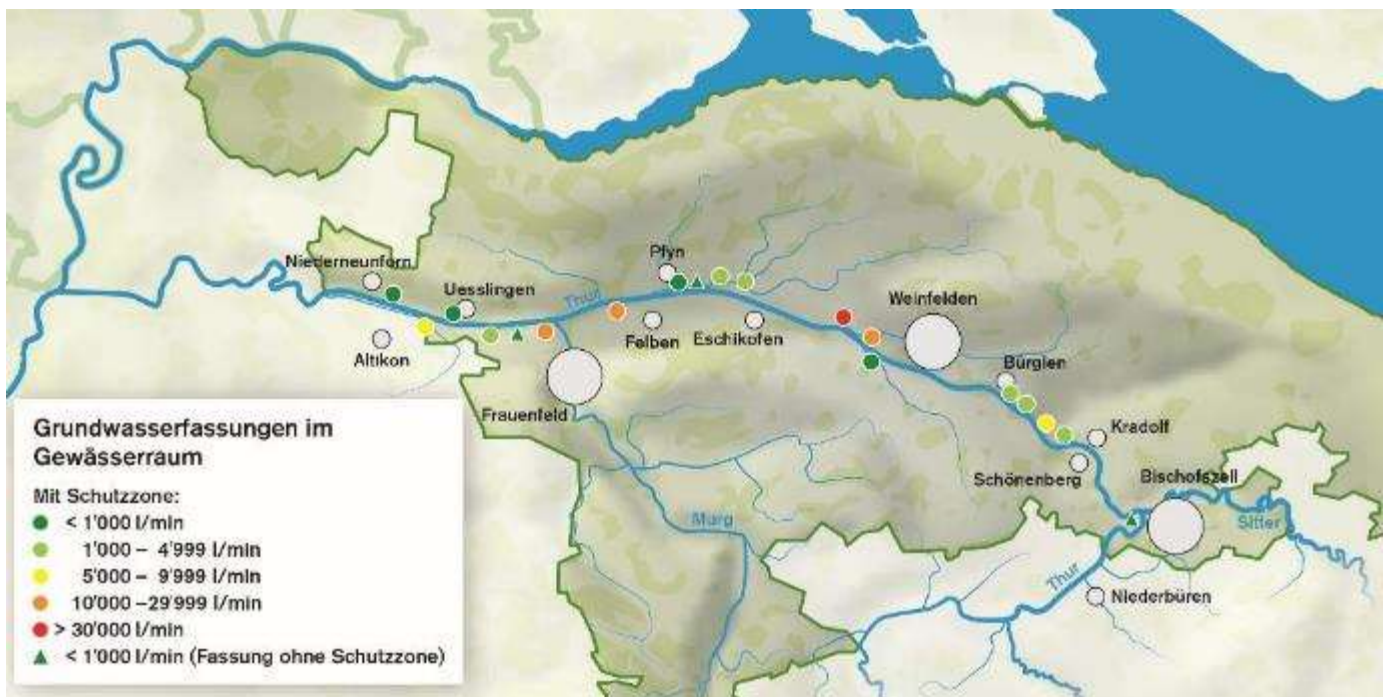


Abbildung 132: Übersicht der Grundwasserfassungen für die Trinkwasserversorgung entlang der Thur [5]

## 24 Raumordnung

### 24.1 Ausgangslage

Die Schweiz ist geprägt von einer Fülle verschiedenster Landschaften. Im Zuge des starken Bevölkerungs- und Siedlungswachstums stehen viele dieser Räume unter Nutzungsdruck. Möchten wir auch künftigen Generationen eine sichere und hohe Lebensqualität bieten, müssen wir die Landschaft mit all ihren Elementen als Ganzes betrachten, pflegen und aufwerten.

### 24.2 Planungsgrundsätze des Kantonalen Richtplans 2010/2018

#### Bedeutung raumplanerischer Massnahmen

Der Kantonale Richtplan (Stand: Juni 2017) hält in Kapitel 1.11 [10] in den beiden Planungsgrundsätzen 1.11 A und 1.11 B, welche auch für das Konzept Thur+ berücksichtigt wurden, sinngemäss Folgendes fest:

*«Dem Schutz von Menschen und Sachgütern vor Naturgefahren ist grosse Bedeutung beizumessen. Dabei ist nach folgender Reihenfolge vorzugehen: erkennen und meiden von Gefahren, bewusster Umgang mit Risiken, überprüfen der Sicherheit. Naturgefahren sollen in erster Linie durch raumplanerische Massnahmen, Unterhaltsmassnahmen an Gewässern sowie angepasste Bewirtschaftung minimiert oder vermieden werden. Zur Risikoverminderung erforderliche bauliche Eingriffe an Gewässern oder im Gelände haben schonend für Natur und Landschaft zu erfolgen.»*

Das Konzept Thur+ wird als eigener Planungsauftrag formuliert (Planungsauftrag: 2.9 C). Darin eingebunden sind die wichtigsten mit dem Planungsgrundsatz 2.9 F definierten Zielsetzungen, der Revitalisierung von Fließgewässern. Mit dem Konzept Thur+ wird der im kantonalen Richtplan verankerte Auftrag erfüllt.

### 24.3 Gewässerraum gemäss eidgenössischem Gewässerschutzgesetz

#### Vorgaben und Abläufe

Mit der Revision des GSchG [1] im Jahr 2011 sind die Kantone verpflichtet, den Raum festzulegen, der zur Gewährleistung der natürlichen Funktionen der Gewässer und des Hochwasserschutzes notwendig ist (GSchG Art. 36a). Dazu haben die Kantone eine kantonale Revitalisierungsplanung verabschiedet. Um den Raumbedarf definieren zu können, müssen die Bedürfnisse des Hochwasserschutzes und der Revitalisierungsbedarf des betroffenen Gewässers geklärt sein. Mit dem Konzept Thur+ erfüllt der Kanton Thurgau den gesetzlichen Auftrag explizit für sein wichtiges Fließgewässer. Herleitung und Definition (siehe Kapitel 11).

## 25 Naherholung

### 25.1 Grundlagen

#### Tätigkeiten an der Thur

Natur- und Landschaft sprechen heute – so facettenreich wie nie zuvor – gesellschaftliche Bedürfnisse an. Sport, Erholung, Gesundheit, Erleben, Kunst und vieles mehr werden in die Natur und die Landschaft hineingetragen beziehungsweise mit diesen in Verbindung gebracht. Folgende Erholungsnutzungen werden im Bereich der Thur hauptsächlich praktiziert:

Spazieren	wandern	joggen
biken	skaten	baden
grillen, picknicken	campieren	fischen
Gruppenaktivitäten	Naturbeobachten	Pfadi
Lehrpfad	Hunde ausführen	Kanu-/Bootfahren

Bezüglich der Erholungsnutzung orientiert sich die Richtplanung direkt an der Strategie und den Grundlagen der regionalen Wanderpläne, das heisst, die Erholungsfunktion der Thur ist den anderen Funktionen überlagert.

### 25.2 Auswirkungen des Konzeptes Thur+

#### Konflikte

Naturnahe Flusslandschaften sind ein Besuchermagnet und der Erholungsdruck auf den Gewässerraum der Thur wird deutlich zunehmen. Die wesentlichen Konfliktpunkte an der Thur sind dabei:

**Naturschutz:** Sensible Lebensräume können nur erhalten werden, wenn ihre Nutzung durch den Menschen gelenkt wird. Zudem können Wildtiere durch häufige Störungen durch Menschen und Hunde Schaden nehmen.

**Sicherheit:** Je natürlicher ein Fluss ist, umso mehr unterschiedliche Strömungen kommen vor. Diese bergen Gefahren für unerfahrene und unbedachte Badende und Bootsfahrende. Natürliche Böschungen sind weniger stabil, können Rutschen und Menschen gefährden.

**Hunde:** Freilaufende Hunde können zu Konflikten mit Spaziergängern, Joggern, der Landwirtschaft und dem Naturschutz führen.

**Littering:** Achtlos weggeworfener Abfall vermindert die Lebensqualität und führt zu Schäden an der Natur und der Landwirtschaft.

**Parkierende Autos – Zufahrt Landwirtschaft:** Parkierende Autos, die die Zufahrtwege für landwirtschaftliche Fahrzeuge blockieren



## 25.3 Potenziale des Konzepts Thur+

Die Thur und ihre Umgebung sind bereits heute beliebte Naherholungsräume und bedeuten für den Tourismus eine wichtige Standortqualität. Die Potenziale der Richtplanung können in drei Themenfelder gefasst werden: Erholung, Freizeitaktivitäten und Umweltbildung.

### Erholung

Der zukünftige behördenverbindliche Raumbedarf der Thur wird vielen seltenen Tier- und Pflanzenarten ein Zuhause bieten. Für einige wird das Gebiet gar eine der letzten Rückzugsmöglichkeiten sein. Aber auch dem Besucher soll der behördenverbindliche Raumbedarf einen Platz zum Durchatmen bieten. Damit dieses Nebeneinander von Natur und Mensch funktioniert, sind in sensiblen Zonen Infrastrukturanlagen und Regeln vorzusehen wie Wege und Stege, Beobachtungsplattformen und Abfallbehälter. In den Schutzgebieten dürfen die Wege nicht verlassen werden. Hunde sind in den Schutzgebieten an die Leine zu nehmen.



Abbildung 133: Uferweg

### Freizeitaktivitäten

Bereits heute geniessen zahlreiche Menschen im Schafftäuli bei Neunforn oder an weiteren aufgeweiteten Stellen den einfachen Zugang zum Wasser. Damit es möglichst keine Konflikte zwischen Mensch und Natur gibt – beispielsweise sollte der seltene Flussregenpfeifer beim Brüten nicht gestört werden – werden klare Gebietszuteilungen für Mensch und Tier bestimmt. An ausgewählten Orten werden Zugänge mit passender Infrastruktur, wie beispielsweise Zufahrten, Parkplätze und Picknick-Plätze, für die Bevölkerung geschaffen. Bestehende Infrastrukturen werden dabei berücksichtigt.



Abbildung 134: Kind am Flusufer

### Umweltbildung

Der zukünftige behördenverbindliche Raumbedarf wird einen hervorragenden Kontaktpunkt zur Natur erlauben. Die Initialisierung eines Naturzentrums ist eines der vielen Potenziale vom Konzept Thur+ zum Thema Mensch und Natur. Ein Naturzentrum ermöglicht altersgerechte Naturerfahrungen im Auenwald, in der Kulturlandschaft oder im Flussbett unter fachkundiger Leitung. Das Thema Umweltbildung soll deshalb in der weiteren Planung konkretisiert werden.



Abbildung 135: Umweltbildung

## 25.4 Beurteilung der betroffenen Interessen

### Grundlagen

*«Gut angelegte Langsamverkehrswege bieten die Chance, neu gestaltete Gewässer umweltfreundlich zu erschliessen, die Besucher besser zu lenken und damit Flora und Fauna dieser Naturräume wirkungsvoller zu schützen.»*  
[116]

Die Bedeutung des Langsamverkehrsnetzes wird durch das Langsamverkehrskonzept des Kanton Thurgau noch mal hervorgehoben, indem der Langsamverkehr als gleichberechtigte dritte Säule im Gesamtverkehrssystem definiert wird.

Im Rahmen des Konzept Thur<sup>+</sup> werden für die örtliche Naherholung und den überörtlichen Tourismus wichtigen Langsamverkehrsinfrastrukturen behandelt. Es gilt die sich aus dem Zusammenspiel von Revitalisierungs-, Gewässerraum- und Langsamverkehrsplanung ergebenden Synergien zu erkennen und nutzbar zu machen. Auf der Flugebene des vorliegenden Konzepts sollen Verknüpfungen zwischen den einzelnen (Puzzle-) Teilen des Hochwasserschutzes und der Revitalisierung hergestellt werden, die als Grundlagen in die kommenden Projekte einfließen.

### Bestandsaufnahme Wander- und Velowege

Grundsätzlich besteht bereits heute ein gut ausgebautes Wander- und Velowegenetz, das die Thur als wichtiges Element im Landschaftsraum des Kanton Thurgau miteinbezieht.

Mit dem «Thurweg» (Route 24) wurde eine Wanderroute geschaffen, die in acht Etappen entlang der Thur vom Säntis bis ins Züricher Weinland führt, wo die Thur schliesslich in den Rhein mündet. Im Kanton Thurgau verläuft der «Thurweg» durch das Thurtal und veranschaulicht seinen Besuchern vielfältige Wassernutzungen entlang des Flusses.

Darüber hinaus existieren weitere Langsamverkehrsrouten, die es zu berücksichtigen gilt. Hervorzuheben sind hierbei die Veloroute Nr. 95 sowie die Radrouten für Alltagsverkehr. Letztere ist als Planungsgrundsatz (3.4 G) im kantonalen Richtplan gefunden verankert sind.

### Rechtliche und planerische Vorgaben

Bundesgesetz über die Fischerei (BGF, 923) [112]

Im Rahmen der kommenden Projekte sind hinsichtlich der Langsamverkehrswege, insbesondere der Wanderwege die folgenden (bundesrechtlichen und kantonalen) Gesetzgebungen zu beachten:

- Fuss- und Wanderwegegesetz (FWG, 704) [117]
- Strassen- und Wegegesetz (StrWG, RB 725.1) [118]
- Kantonaler Richtplan 2009, Richtplantext und Richtplankarte, Planungsgrundsatz 3.4 E Fusswege [10]
- Gewässerschutzgesetz (GSchG, 814.20) [1]
- Gewässerschutzverordnung (GSchV, 814.201) [12]
- Einschlägige VSS-Normen [119]

Darüber hinaus sind die folgenden massgeblichen Handlungsleitfäden sowie weitere informelle Vorgaben einzubinden:

- Langsamverkehrskonzept Kanton Thurgau [120]
- Handbuch «Wanderwegnetzplanung» [121]
- «Langsamverkehr entlang Gewässern: Empfehlungen und Beispiele zur Koordination des Langsamverkehrs mit Renaturierungs- und Hochwasserschutzprojekten» [116]
- Vollzugshilfe «Schweizer Schutzgebiete: Markierungshandbuch» [122]

In der sich den kommenden Projekten sind für den Bereich des Langsamverkehrs die kantonalen Fachstellen einzubeziehen. Als primäre Ansprechpartner geht von Ihnen die Koordination der signalisierten Langsamverkehrswege der Kantone aus. Zudem beziehen sie bei Bedarf Fachorganisationen (zum Beispiel SchweizMobil oder die kantonale Wanderweg-Fachorganisation) sowie weitere Fachleute in die Projektierung mit ein.

### Planungsgrundsätze

Die in diesem Konzept aufgeführten Interessen sollen eine Grundlage für die kommenden Projekte geschaffen werden. Die hiermit definierten Planungsgrundsätze bieten eine grundlegende Orientierung und sind in den kommenden Projekten zu beachten.

- Die Bedürfnisse des Langsamverkehrs sind in kantonalen und kommunalen Planungsprozessen frühzeitig zu berücksichtigen und über alle Ebenen zu koordinieren [120]
- Heute durchgehende Verbindungen müssen ihre Durchgängigkeit behalten
- Qualität der (LV) Wanderwege, insbesondere des «Thurwegs» erhalten
- Sichtbeziehung zur Thur erhalten oder nach Möglichkeit herstellen
- Lineare oder mindestens punktuelle Zugänglichkeit zum Gewässer
- Nutzung von Synergieeffekten
- Sicherheit und Attraktivität der LV-Wege
- Erhalt regelmässiger Querungsmöglichkeiten
- Keine Beeinträchtigung der Alltagsrouten
- Zudem ist möglichst eine Verbindung zum bestehenden Wanderwegnetz herzustellen, um die Durchgängigkeit der Verbindung zu gewährleisten.

### Verknüpfung und Synergien: Gewässerraum

Für den Unterhalt und die Pflege der Gewässer beziehungsweise des Gewässerraums sind sogenannte Unterhaltswegen auszuweisen. Diese sichern die Zugänglichkeit zum Gewässer. Art. 41c Abs. 3 GSchV dient hierbei als gesetzliche Grundlage. Nach Möglichkeit werden bereits bestehende Wegführungen genutzt. Bei Umlegung oder Neuausweisung, ist der Grundsatz einer Doppelnutzung zu verfolgen, sodass die umgelegten oder neu ausgewiesenen Unterhaltswegen dem Gewässerunterhalt und der Freizeitnutzung respektive LV-Verbindung dienen.

### Verknüpfung und Synergien: Hochwasserschutz und Dämme

Bereits heute ist die Wegführung über Dämme charakteristisch für den «Thurweg». Dammwege haben sich als beliebte Wanderwege und Bikerstrecken erwiesen. Diese besondere Verknüpfung von Hochwasserschutz und Freizeitnutzung soll auch in Zukunft das Thurtal prägen. Hierbei kann die Freizeit- und Sportnutzung der Langsamverkehrswege nicht nur mit dem Hochwasserschutz, sondern beispielsweise durch das Anbringen von Hinweisschildern oder ähnlichem mit dem Bereich Umweltbildung verknüpft werden.

### Zielsetzung

Ziel ist es, eine gezielte und kanalisierte Führung der Wanderwege und Langsamverkehrsrouten zu erreichen. Das Interesse der Wanderwege und Langsamverkehrsverbindungen wird mit der Festsetzung 2.11 in der Richtplanung verankert. Hierin wird der Erhalt der bestehenden Strukturen, die Beachtung relevanter Grundlagen sowie die Nutzung möglicher Synergien festgeschrieben. Darüber hinaus sind die wesentlichen Planungsgrundsätze zu berücksichtigen, um sicher zu stellen, dass die unterschiedlichen Belange des Langsamverkehrs in ausreichendem Mass eingeflossen sind.

Grundsätzlich gilt es die bei den vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten aufkommenden Nutzungs- und Interessenskonflikte zu berücksichtigen. Abschliessend sind dabei alle Interessen unter- und gegeneinander abzuwägen. Eine Aufarbeitung zur Methodik der Interessensabwägung erfolgt in Kapitel 34. Die Punkte – Langsamverkehrswegeverbindungen sowie Erholungs- und Freizeitnutzen werden als zwei separate Punkte in die Interessensabwägung aufgenommen.

# 26 Nachbarkantone

## 26.1 Kanton Zürich

### Raumplanung

Im kantonalen Richtplan des Kanton Zürich [123] ist im Abschnitt des Kanton Zürich der Bereich zwischen dem Damm und der Thur als Erholungsgebiet festgelegt. Im kantonalen Richtplan ist das Gebiet Asperhof/Binnenkanal in der Gemeinde Thalheim a.d.Th. zusätzlich als Gewässerbereich bezeichnet, der zu revitalisieren ist. Gemäss Richtplantext sind in diesen Gebieten räumlich differenzierte und attraktive Erholungs-, Natur- und Landschaftsräume zu schaffen, wobei die Gewässerrevitalisierung eine extensive landwirtschaftliche Nutzung nicht generell ausschliesst. Der grösste Teil dieses Gebiets liegt zudem innerhalb des BLN-Gebiets Nr. 1403. Zudem ist das regionale Naturschutzgebiet Altläufe Äuli-Neufundenland tangiert.

Unterhalb der Zürcher Schwelle ist gemäss strategischer Revitalisierungsplanung des Kantons Zürich ein weiterer Abschnitt der Thur im Gebiet «Chlini Au» und «Grossi Au» als erste Priorität zur geplanten Revitalisierung verzeichnet [124]. Gemäss dem Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kanton Zürich sind Stand Dezember 2021 keine Projekte an der Thur ausser im Bereich Altikon geplant. Im Bereich der Thurmündung in den Rhein wurden Massnahmen bereits umgesetzt [125].

Im Bereich der Thurmündung in den Rhein wurde der Gewässerraum auf Zürcher Seite ausgeschieden. Oberhalb bis zur Grenze zum Kanton Thurgau ist noch kein Gewässerraum festgesetzt [123].

### Geschiebehaushalt

Da das im Rahmen des Konzepts Thur<sup>+</sup> verwendete Geschiebemodell nur bis zur Zürcher Schwelle reicht, musste zur Beurteilung der Auswirkungen des Konzeptes Thur<sup>+</sup> auf den Geschiebehaushalt flussabwärts der Zürcher Schwelle auf frühere Simulationen zurückgegriffen werden [33]. Die damaligen Untersuchungen zeigen, dass ohne Massnahmen im Kanton Zürich in den nächsten 50 Jahren<sup>19</sup> mit Auflandungen zu rechnen wäre. Durch die zukünftigen Massnahmen im Kanton Thurgau wird jedoch die Geschiebezufuhr in den Kanton Zürich reduziert, wodurch flussabwärts der Zürcher Schwelle ein Erosionszustand ausgelöst wird, falls im Kanton Zürich keine Massnahmen ergriffen werden. Die Erosionen betragen 10 Jahre nach Realisierung der Massnahmen im Kanton Thurgau ca. 20 cm, nehmen dann aber in den nächsten 40 Jahren auf bis zu 60 cm (Mittelwert) zu. Bei diesen Resultaten ist zu berücksichtigen, dass bei den Berechnungen in [33] von einem geringeren Geschiebeeintrag ausgegangen wurde als im aktuellen Konzept Thur<sup>+</sup>, die prinzipiellen Prozesse dürften aber die gleichen sein. Im

---

<sup>19</sup> Ausgangspunkt war das Jahr 1999

Rahmen der weiteren Planung ist eine Verlängerung des Geschiebemodels bis zur Mündung in den Rhein geplant.

### Hochwasserschutz

Bislang erreichten alle grösseren Hochwasserwellen mit einer erheblichen Dämpfung den Kanton Zürich, weil die Dämme versagten [126]. Grundsätzlich wird die Thur auf der Basis des Konzepts Thur+ im Kanton Thurgau auf die Ableitung eines  $HQ_{100}$  mit Freibord ausgebaut. Der bordvolle Abfluss entspricht dabei einem Extremereignis, erst ab einem Abfluss  $1.5 \times HQ_{100}$  werden nach der Umsetzung des Konzepts Thur+ die Dämme im Kanton Thurgau überströmt werden. Diese veränderte Ausgangslage führt im Kanton Zürich dazu, dass die Hochwasserwellen künftig mit einer geringeren Dämpfung die Zürcher Flussstrecke erreichen. Mögliche kritische Punkte sind das Brückenprofil in Andelfingen und die Flussstrecke entlang von Andelfingen. Dort ist unter Umständen das rechte Ufer gefährdet.

### 26.2 Kanton St. Gallen

Das Konzept Thur+ hat keinen direkten Einfluss auf den Oberlieger. Auch umgekehrt, also im Kanton Thurgau, wird von keinem massgeblich veränderten Geschiebeeintrag oder eine weniger gedämpfte Hochwasserwelle durch allfällige Massnahmen des Kantons St. Gallen ausgegangen. [127]. Die Massnahmen der interkantonalen Arbeitsgruppe Thur wurden berücksichtigt [128].

Der Gewässerraum ist im Kanton St. Gallen entlang der Thur Stand Dezember 2021 nicht ausgeschieden und nicht in Erarbeitung. Die Festlegung des grundeigentümerverbindlichen Gewässerraums ist mit dem Kanton St. Gallen zu koordinieren [129].

# 27 Etappierung

### 27.1 Pragmatische Festlegung der Abschnitte

#### Hauptetappen

Für die Umsetzung sind grundsätzlich drei Hauptetappen über 18 Politische Gemeinden vorgesehen. Diese wurden pragmatisch definiert, abhängig von bestehenden Defiziten und vorhandenen Vorarbeiten. Die Etappierung erlaubt es, die Projektziele und eine grobe Finanz- und Terminplanung adäquat für eine Flussstrecke darzustellen. Für die Umsetzung des Konzepts Thur+ im Rahmen der kommenden Projekte der Massnahmen sind drei generelle Hauptetappen vorgesehen (Abbildung 136).

1. Etappe: Murgmündung–Weinfelden (km TG 28.6–10.8)
2. Etappe: Bürglen–Bischofszell (km TG 32.29–44.21)
3. Etappe: Zürcher Schwelle–Murgmündung (km TG 10.85–0.51)

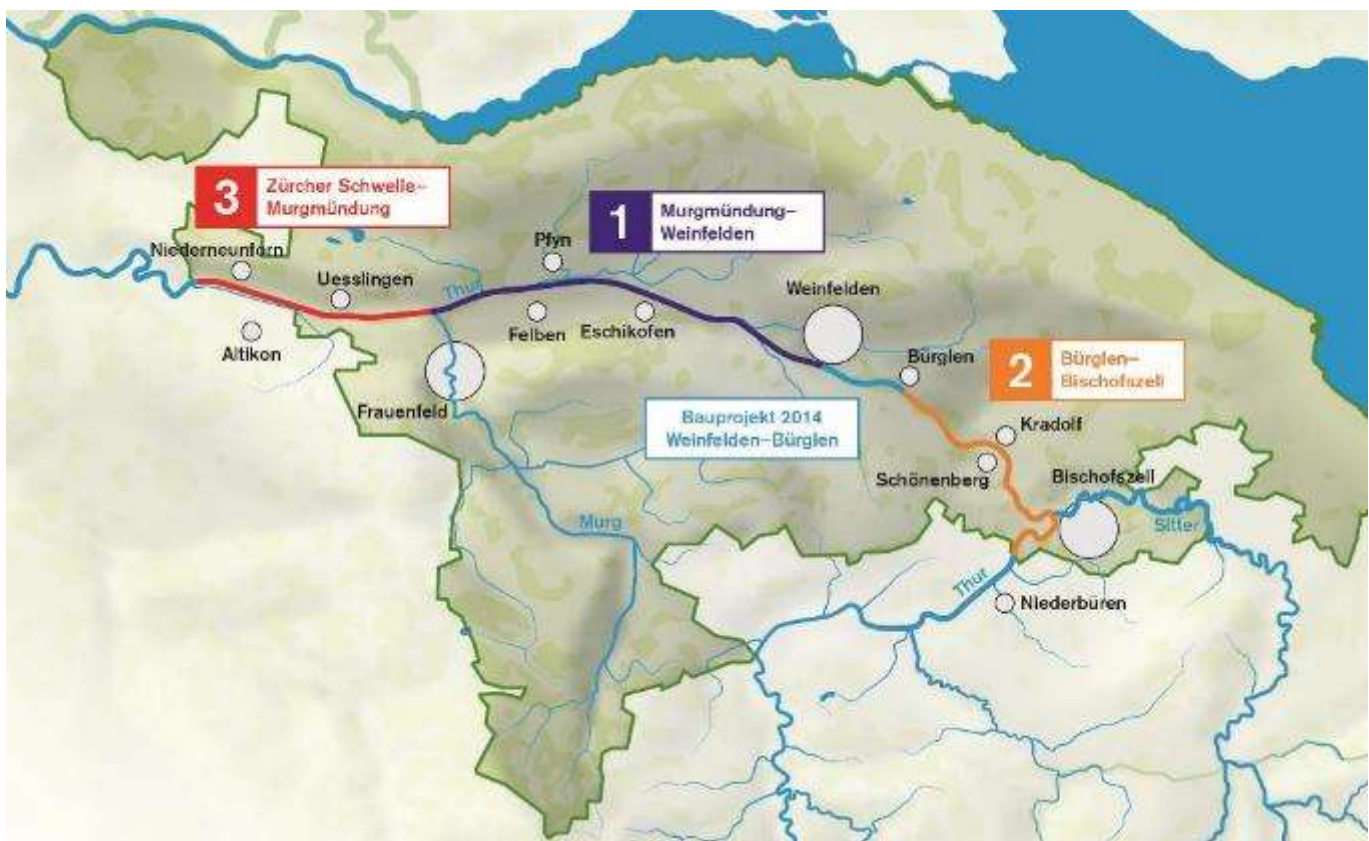


Abbildung 136: Übersichtsplan der drei Hauptetappen [5]



## Abschnitte

In der weiteren Planung werden die Etappen differenziert und in Abschnitte aufgeteilt. Unabhängig von der Etappierung können Projekte aufgrund hoher Dringlichkeit, beispielsweise infolge von Schutzdefiziten, oder Opportunitäten vorgezogen werden.

## 27.2 Umsetzung

### Umsetzungsdauer

Das Konzept Thur+ stellt eine behördenverbindliche Planungsgrundlage dar. Wirksam wird sie erst, wenn konkrete, darauf basierende Projekte umgesetzt werden. Eine lange Umsetzungsdauer ist nötig, weil mit der vorgesehenen Aufweitung des Flussraums grosse Materialmengen verschoben werden müssen. Das komplexe Ökosystem der Thur braucht Zeit, um in ein neues Gleichgewicht zu finden. Ausserdem ist die Umsetzungsdauer abhängig von den zur Verfügung stehenden finanziellen Ressourcen des Kantons.

### Separate Beschlüsse des Grossen Rats

Für jedes einzelne kommende Projekt wird der Grosse Rat gemäss Art. 17 Gesetz über den Wasserbau und den Schutz vor gravitativen Naturgefahren (RB 721.1, WBSNG) [130] einen Baubeschluss fällen. Alle Verfahren richten sich nach diesem Gesetz.

### Mitwirkung bei der konkreten Projektausarbeitung

Es sind detaillierte Planungs- und Projektierungsarbeiten für sinnvolle Abschnitte nötig, die sich auf das vorliegende Konzept Thur+ stützen. Ein hoher Stellenwert hat dabei die Mitwirkung der Grundeigentümerinnen und Grundeigentümer, der betroffenen Gemeinden sowie der Interessenvertreter.

### Bauprojekt 2014 Weinfeldten–Bürglen

Aufgrund der Dringlichkeit wurde das Bauprojekt 2014 für den Abschnitt Weinfeldten–Bürglen bereits ausgearbeitet und aufgelegt. 2014 wurde der Objektkredit vom Grossen Rat verabschiedet. Das Bauprojekt 2014 ist aktuell auf dem Rechtsweg hängig. Es erfüllt die Anforderungen und Vorgaben des Konzepts Thur+.

## 28 Kosten

### 28.1 Grobkostenschätzung

Preisbasis ist das Jahr 2021. Die Ermittlung der Kosten erfolgt mit m<sup>1</sup>, m<sup>2</sup> und m<sup>3</sup>-Preisen. Sondermassnahmen wie Brücken oder Objektschutzmassnahmen werden als Pauschale mit Erfahrungswerten geschätzt. Bei den Dämmen wurde ein Anteil für den Überströmschutz angenommen. Eine grosse Unbekannte besteht ebenfalls in den Abschnitten der Auenschutzgebiete von nationaler Bedeutung, weil die Umsetzung noch offen ist. Daher wurde bei den Kosten eine Reserve von 20 % berücksichtigt. In der 1. Etappe (Bereich Frauenfelder Allmend und Auenwald Wuhr) ist zusätzlich ein Naturzentrum eingerechnet. Die Angaben sind inklusive Mehrwertsteuer und weisen gemäss der Projektierungsstufe und den konjunkturellen Schwankungen eine Genauigkeit von ± 30 % auf. In den Kosten nicht berücksichtigt wurden der Landerwerb, allfällige Altlastensanierungen, Verlegung von Werkleitungen, Massnahmen Finden und Bergen Fliegerbombe.

### 28.2 Kosten nach Etappe und Baukostenart

Untenstehend sind die Kosten nach Hauptpositionen aufgeschlüsselt und gerundet dargestellt.

BKA	Hauptpositionen	Kosten	1. Etappe	2. Etappe	3. Etappe
2	Bauarbeiten	216'000'000	116'000'000	43'000'000	53'000'000
3	Projekt- und Bauleitung	54'000'000	29'000'000	11'000'000	13'000'000
5	Verschiedenes	6'000'000	5'000'000	500'000	500'000
8	Unvorhergesehenes und Rundung	49'000'000	30'000'000	10'500'000	13'500'000
	Gesamtsumme (CHF inkl. MwSt.)	325'000'000	180'000'000	65'000'000	80'000'000
	Länge [m]		17'800	13'200	10'500
	Kosten/m'		10'100	4'900	7'600

### 28.3 Vergleich zu anderen Projekten

Die Kosten für die Umsetzung des Konzepts Thur+ werden mit anderen Projekten verglichen.

Projekt	Bauprojekt 2014 Weinfeld- Bürglen	Hochwasser- schutz und Auen- landschaft Thurmündung Kanton Zürich	Hochwasser- schutz Linth 2000	Rhesi, Hochwas- serschutz fürs Rheintal
CHF inkl. MWST	27'780'000	53'600'000	104'000'000	1'041'000'000
Länge [m]	3'800	5'000	12'000	26'000
Kosten/m'	7'400.00	10'720.00	8'667.00	40'038.00

## 29 Finanzierung

### 29.1 Grundlagen

Der Schutz vor Hochwasser sowie die Revitalisierung von Fließgewässern sind eine Verbundaufgabe von Bund, Kantonen und Gemeinden.

Gemäss dem (WBSNG) [130] sind die Korrektur und Unterhalt von Flüssen Sache des Kantons, wobei sich die Gemeinden mit 5 % (Korrektur) und 25 % (Unterhalt) an den entsprechenden Kosten zu beteiligen haben (Art. 22 und Art. 22 WBSNG). Der Regierungsrat regelt, nach welchen Kriterien die Kosten auf die Gemeinden verteilt werden.

Der Bund fördert im Rahmen der bewilligten Kredite Massnahmen, die dazu dienen, Menschen und erhebliche Sachwerte vor den Gefahren des Wassers zu schützen (Art. 6 WBG) [64]. Beiträge werden jedoch nur für Massnahmen gewährt, die auf einer zweckmässigen Planung beruhen, die gesetzlichen Anforderungen erfüllen und ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen (Art. 9 WBG).

Gemäss den fachspezifischen Erläuterungen zum Handbuch PV im Bereich Schutzbauten und Gefahrengrundlagen [72] gibt es nach Art. 8 des WBG zwei Möglichkeiten für die Zuteilung von Bundesmitteln an wasserbauliche Vorhaben: Einzelverfügung und Globalbeiträge. Gemäss der aktuellen Programmvereinbarung liegt die Grenze für Einzelprojekte unter anderem bei 5 Mio. CHF Projektkosten. Die Programmvereinbarung ändert sich ständig und wird weiterentwickelt, daher ist in den kommenden Projekten, die jeweils geltende, aktuelle Programmvereinbarung zu verwenden.

Als Einzelprojekte werden in der Regel komplexe und raumwirksame Massnahmen behandelt, die auf verschiedene Interessen abgestimmt und auf allen Stufen (Bund, Kanton, Gemeinde) koordiniert werden müssen. Der Bundesbeitragssatz bewegt sich zwischen 35–45 % der anrechenbaren Kosten, wobei die Wirksamkeit massgebend für die Höhe des individuellen Subventionssatzes ist. Bei erheblicher Belastung des Kantons kann der Bund aktuell seinen Beitrag auf höchstens 65 % erhöhen (Handbuch PV Kapitel 6.2. Tab. 22) [72]. Einzelprojekte sind nicht Bestandteil der aktuellen Programmvereinbarungen.

### 29.2 Einzelprojekt und Revitalisierung

Seit dem 1. Januar 2011 sind die Kantone zur Revitalisierung der Gewässer verpflichtet (Art. 38a GSchG) [1]. Grundsätzlich werden im Bereich Wasserbau Hochwasserschutzprojekte nach WBG und Revitalisierungsprojekte nach GSchG unterschieden. Wasserbauprojekte sind naturnah auszuführen (Art. 4 Abs. 2 WBG, Art. 37 Abs. 2 GSchG). Die ökologischen Anforderungen an Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekte sind grundsätzlich gleich. Um den Anforderungen von Art. 4 WBG und Art. 37 GSchG

zu entsprechen, müssen die Projektanforderungen gewährleisten, dass elementare Prozesse und ein Mindestmass an Eigendynamik im Gewässerraum wiederhergestellt werden.

Ausschlaggebend für die Zuordnung eines Wasserbauprojektes bezüglich Finanzierung sind die vorhandenen Defizite [72]. Liegt ein ökologisches Defizit, aber kein Sicherheitsdefizit vor, handelt es sich um ein Revitalisierungsprojekt. Liegt ein Sicherheitsdefizit, aber kein ökologisches Defizit vor, handelt es sich um ein Hochwasserschutzprojekt. Liegen Defizite in beiden Bereichen vor, handelt es sich primär um ein Hochwasserschutzprojekt, beziehungsweise um ein sogenanntes Kombiprojekt.

Eine Zusatzfinanzierung nach GSchG kann denjenigen Hochwasserschutzprojekten nach WBG gewährt werden, welche über das Minimum an naturnaher Gestaltung gemäss Art. 3 Abs. 2 WBG hinausgehen und welche damit weitergehend ökologische Defizite beseitigen. Voraussetzung ist ein Fachgutachten, welches den Mehrwert aufzeigt (siehe Kapitel 11).

Die Höhe des Finanzierungssatzes bei Einzelprojekten Revitalisierung bewegt sich zwischen 35–80 % und richtet sich nach deren Wirksamkeit (Handbuch PV Kapitel 8.2.1) [72].

### 29.3 Erhöhter Gewässerraum

#### Subventionsberechtigung

Als Ergänzung zum Handbuch PV ist ein einheitliches und standardisiertes Vorgehen bei der Erstellung eines Fachgutachtens zur Begründung eines erhöhten Gewässerraums an grossen Fliessgewässern auszuarbeiten [131]. Die folgenden Informationen beziehen sich auf die aktuelle Entwurfsversion:

Wird der Gewässerraum grösser als gesetzlich gefordert ausgeschieden, handelt es sich um einen erhöhten Gewässerraum. Die Breite des Gewässerraums ist ausschlaggebend dafür, welche Gestaltungs- und Entwicklungsmöglichkeiten ein Gewässer hat. Gemäss Art. 54a GSchV richtet sich die Höhe von Abgeltungen für die Durchführung von Massnahmen zur Revitalisierung daher auch nach der Breite des Gewässerraums. Bei ausgewählten Projekten kann aufgrund eines erhöhten Gewässerraums auf mindestens 60 % beziehungsweise 80 % der Länge des Gewässers im Projektperimeter ein höherer Subventionssatz geltend gemacht werden. Wird im Projektperimeter also ein Gewässerraum festgelegt, der die Breite des mindestens erforderlichen (minimalen) Gewässerraums in einem grösseren Projektabschnitt wesentlich überschreitet, ist auch die Abgeltungshöhe dieses Projekts höher.

#### Anforderungen Fachgutachten

An grossen Fliessgewässern (natürliche Sohlenbreite über 15 m) ist im Einzelfall auf Basis eines Fachgutachtens zu begründen, warum der gewählte Gewässerraum als erhöht anerkannt werden kann. Das Fachgutachten soll

aufzeigen, inwiefern der erhöhte Gewässerraum im Vergleich zum minimalen Gewässerraum einen wesentlichen ökologischen Mehrwert für ein Projekt bringt. Unter anderem können folgende ökologischen Ziele verfolgt werden:

- *Grössere Vielfalt an natürlichen und gewässer-/aumentypischen Lebensräumen (Mikrohabitate, Ökotope) und Strukturen, und/oder an Arten/Lebens (raum-)gemeinschaften. Dies unter Berücksichtigung und möglichst weitgehender Erhaltung bestehender natürlicher Werte.*
- *Wiederbesiedlung durch typische Arten, die z.B. grosse Aktionsräume benötigen, durch die Bereitstellung geeigneter Lebensräume in ausreichender Grösse und Qualität.*
- *Langfristige, räumlich weitreichende Wiederherstellung der Vernetzung auf allen Ebenen (Längsvernetzung aquatisch und terrestrisch, Quervernetzung und Vernetzung mit dem Grundwasser).*
- *Vernetzung mit wertvollen bestehenden Biotopen oder natürlichen Lebensräumen in der Umgebung.*
- *Wiederherstellung einer dem Standort angepassten, typischen Vegetationssukzession (z.B. bis zum Hartholz-Auenwald).*
- *Schaffung oder Aufwertung eines selbstregulierenden Systems bezüglich Dynamik, Hydraulik, Geschiebe und natürlicher Lebensräume, z.B. Einrichtung von Zonen, die der natürlichen Dynamik überlassen werden oder von natürlichen Sukzessionsprozessen, z.B. Totholzinseln.*

Bei grossen mäandrierenden Fliessgewässern gilt zusätzlich zum erhöhten Gewässerraum eine Pendelbandbreite gemäss dem Faltblatt «Raum den Fliessgewässern» [13]. Für die Anrechenbarkeit der Zusatzsubvention Pendelbandbreite sind die quantitativen und detaillierten qualitativen Anforderungen in Rücksprache mit dem BAFU im Einzelfall zu definieren. Der ökologische Mehrwert ist aber grundsätzlich analog zum Vorgehen für den erhöhten Gewässerraum nachzuweisen.

Der durch kommende Projekte entstehende ökologische Mehrwert des erhöhten Gewässerraums muss insbesondere auch langfristig gewährleistet sein. Zukünftige Nutzungen oder Anlagen dürfen die ökologischen Ziele des Gewässerraums nicht gefährden. Die Berücksichtigung des erhöhten Gewässerraums muss bei der Richt- und Nutzungsplanung sichergestellt werden.

# 30 Verbleibende Gefahren und Risiken

### 30.1 Qualitative Bewertung

Mit der nachfolgenden Aufzählung werden die akzeptierten Restrisiken nach der Umsetzung des Konzepts Thur+ im Rahmen der kommenden Projekte beschrieben. Die Auflistung basiert auf der Gefahrenkarte [27]. Es wird vorausgesetzt, dass nach der Umsetzung für den Bemessungsabfluss HQ<sub>100</sub> inklusive Freibord keine Dammbüche mehr auftreten. Generell sind folgende, verbleibende Gefahren und Risiken möglich: Verklausungen von Brücken, Auflandungen durch Geschiebe (Vorländer), seitliche Ufererosion, Tierbauten im Damm, sowie ein Überströmen der Dämme im Überlastfall.

### 30.2 Schwemmholz

Holztrieb erhöht das Risiko für Verklausungen und Ausuferungen bei Brücken und muss darum bei der Gefahrenbeurteilung berücksichtigt werden. In den vergangenen Jahren wurde gemäss der kantonalen Fachstelle nur selten Schwemmholz beobachtet und auch die Oberlieger (Kantone Appenzell und St. Gallen) verfügen über keine Informationen zu diesem Thema. Die Entnahmen beim Kraftwerk Eglisau (Rhein) weisen auch auf einen verhältnismässig geringen Holztrieb hin. Wie das Ereignis am 10. September 2011 beim KW Thurfeld zeigte, kann Holztrieb aber nicht ausgeschlossen werden (Abbildung 137).



Abbildung 137: Schwemmholzteppich nach dem Ereignis vom 10. September 2011 beim KW Thurfeld [132]

## Verklaesungswahrscheinlichkeit

Anhand von physikalischen Modellversuchen wurden von der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich (VAW) Beziehungen hergeleitet, mit welchen die Wahrscheinlichkeit des Hängenbleibens eines Einzelstammes respektive eines einzelnen Wurzelstockes an einer Brücke beurteilt werden kann.

Die Umsetzung der VAW-Formeln für die Brücken der Thur ist in der Tabelle 17 zusammengefasst. Die Analyse ergibt, dass die Wahrscheinlichkeit für das Verklauen von Brücken durch Schwemmholz im Mittelgerinne der Thur vielerorts gering und in den Vorländern mittelgross ist. Ausnahmen bilden die Römerbrücke und der Ochsenfurtsteg. Das Hängenbleiben von Stämmen an den Pfeilern der Römerbrücke in Bischofszell ist sehr wahrscheinlich. Beim Ochsenfurtsteg bei Frauenfeld besteht eine sehr grosse Verklauungswahrscheinlichkeit. Generell ist mit dem Hängenbleiben von Stämmen (Verklauung) an Pfeilern im Abflussprofil der Thur zu rechnen, was zu einer Reduktion des Abflusses führt.

Tabelle 17: Verklauungswahrscheinlichkeit von Brücken durch Schwemmholz [133]

kmTG	Bezeichnung	Typ	Hauptgerinne								Vorland							
			HQ30		HQ100		HQ300		EHQ		HQ30		HQ100		HQ300		EHQ	
			Einzelstämme	Wurzelstöcke	Einzelstämme	Wurzelstöcke	Einzelstämme	Wurzelstöcke	Einzelstämme	Wurzelstöcke	Einzelstämme	Wurzelstöcke	Einzelstämme	Wurzelstöcke	Einzelstämme	Wurzelstöcke	Einzelstämme	Wurzelstöcke
42.957	neue Brücke Bischofszell	-																
42.790	Römerbrücke Bischofszell	Steine, bogenförmig gemauert	gelb		gelb		gelb		gelb		gelb		gelb		gelb		gelb	
39.780	Haldisteg	Fachwerk, Stahl							gelb									
37.355	Kradolf-Schönenberg	Stahlbeton, Schrägseile																
35.500	Fussgängerssteg Buhwil	Fachwerk, Stahl																
32.400	Bürglen-Istighofen	Stahlbeton, unterf. bogenf. Tr.																
28.600	Weinfelden	Stahlbeton																
27.820	Eisenbahnbrücke Weinfelden	Stahlbeton																
27.370	Ganggelisteg, Weinfelden-Bussnang	Hängebrücke mit Fachwerk, Stahl														gelb		gelb
24.855	Amikon	Stahlbeton																
21.935	Holzbrücke Eschikofen	Holz- und Stahlfachwerk																
21.690	neue Brücke Amikon / Eschikofen	Stahlbeton, T-Träger														gelb		gelb
20.480	SBB-Brücke Eschikofen	Fachwerk, Stahl														gelb		gelb
19.200	Autobahnbrücke Mettendorf	Stahlbeton, Doppel-Hohlkasten																
15.920	Pfyn - Felben	Stahlbeton														gelb		gelb
12.430	Ochsenfurt, Waffenplatz Frauenfeld	Fachwerk, Stahl	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb	gelb
10.980	Rorerbrücke	Stahlbeton, unterliegende Bogen																
7.186	Uesslingen	Stahlbeton							gelb							gelb		gelb
4.730	Feldisteg	Fachwerk, Stahl							gelb							gelb		gelb
3.130	Schrägseilbrücke	Stahlbeton, Schrägseile														gelb		gelb



### 30.3 Auflandungen

#### Berücksichtigung im hydraulischen Konzept

Die Auflandungen, welche in Kombination mit der mechanischen Aufweitung beachtet werden müssen, können dank dem ausreichenden Freibord aufgefangen werden (siehe Kapitel 8). Wegen Auflandungen auf den Vorländern über einen längeren Zeitabschnitt und für die Entwicklung der Sohlenlage und -breite ist ein Monitoring zu erarbeiten, welches im Projektzustand die Sohlengestaltung überwacht. Mit nachzuführenden Modellrechnungen nach Hochwasserereignissen ist nachzuweisen, dass die allfällige Sohlenveränderungen sich nicht negativ auf den Hochwasserschutz auswirken.

### 30.4 Seitenerosion

#### Eigendynamische Entwicklung

In der Vergangenheit führten mehrere Hochwasser zu lokalen, seitlichen Erosionen. Durch die generelle Aufweitung wird jedoch die Gefahr einer seitlichen Erosion verringert. In Abschnitten, bei welchen der seitliche Erosionsschutz weiter besteht, ist von keiner Seitenerosion auszugehen, es kann jedoch zu geringen Abtragung der obersten Schicht des Vorlandes kommen. In Abschnitten, bei denen die Uferverbauung rückgebaut wird, ist der Geschwindigkeit der seitlichen Erosionsprozesse grosse Beachtung zu schenken. So sind die Uferlinien regelmässig und nach Hochwassern auf Erosion zu kontrollieren.

### 30.5 Hangrutschungen

Bei einem grossen Hochwasser könnten durch Seitenerosionen Hangrutschungen ausgelöst werden. Aufgrund der Topografie ist dies nur im Bereich Halden linke und rechte Seite (Abbildung 138) und bei Bussnang linke Seite [134]. In Halden kam es im Jahr 1999 zu einer Rutschung, Siedlungsgebiete sind keine betroffen. Es wird angenommen, dass bei einer solchen Rutschung das Volumen aber gering ist und es deswegen im Hochwasserfall zu keinem Aufstau der Thur kommen würde.



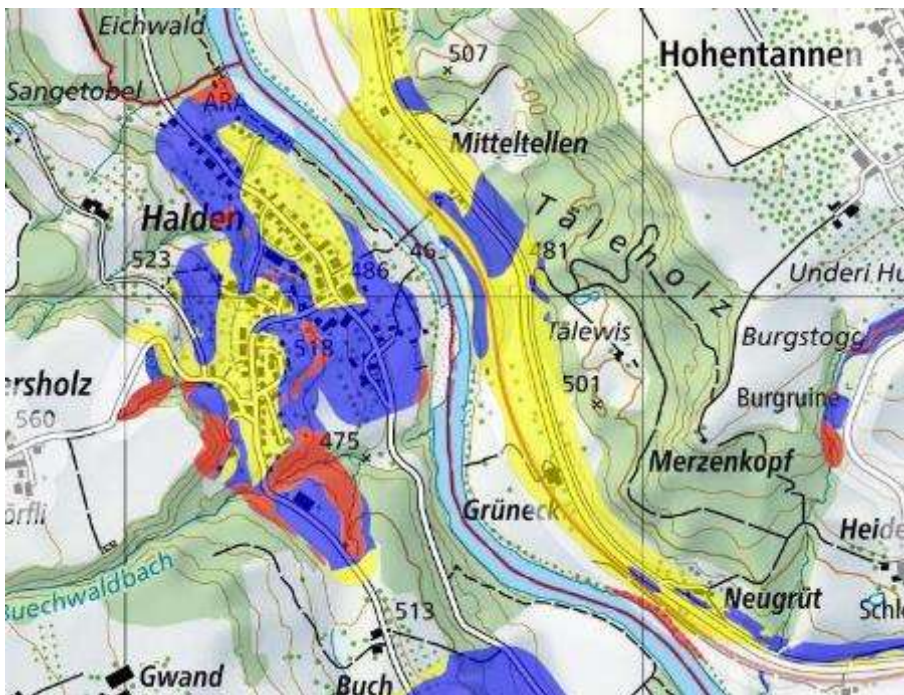


Abbildung 138: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Rutschungen Kanton Thurgau bei Halden mit geringer Gefährdung (gelb), mittlerer Gefährdung (blau), erheblicher Gefährdung (rot) [135]

### 30.6 Damnbrüche

Durch Damnbrüche können in kurzer Zeit grosse Gebiete unkontrolliert überschwemmt werden. Nach Umsetzung der kommenden Projekte sind die Dämme mit grosser Wahrscheinlichkeit in stabilem Zustand. Da Dämme jedoch altern, können auch hier in Zukunft Alterungserscheinungen zu Damnbrüchen führen. In der weiteren Planung sind Abschnitte mit Dammüberströmungen und Abschnitte, an welchen die Dämme nicht überströmt werden dürfen, zu definieren und allenfalls zu sichern. Durch Unterhalt und regelmässige Kontrollen können Alterungserscheinungen, Stabilitätsdefizite oder Tierbauten erkannt und vermieden werden (siehe Kapitel 32).

### 30.7 Klimawandel

Das Abflussregime wird auch durch das Klima beeinflusst. In den letzten Jahren nahmen die Wetterextreme zu. Lange Dürreperioden und starke Niederschläge sorgen für Veränderungen beim Abfluss und im Ökosystem. Eine genaue Vorhersage der zukünftigen Abflüsse ist nicht möglich. Daher wurde ein robustes System mit einem erhöhten EHQ gewählt.

### 30.8 Hochwasserereignisse im Überlastfall

Bei einer Wassermenge von  $1.8 \times HQ_{100}$  werden an mehreren Stellen die Dämme überströmt und die Binnenkanäle werden zurückgestaut. Schutzziele gibt es bei diesen Wassermengen nicht mehr. Im Rahmen der weiteren Planung ist sicherzustellen, dass der Schaden auch im Überlastfall klein bleibt und die Versorgungs- und Systemsicherheit gewährleistet werden kann. Dies kann beispielsweise mit der Überhöhung der Dämme über das Freibord realisiert werden.

# 31 Materialbilanz

## 31.1 Gesamtübersicht Materialbilanz

### Materialbilanz alle Etappen

Die Umsetzung des Konzept Thur+ im Rahmen der kommenden Projekte erfolgt in folgenden drei Hauptetappen:

1. Etappe: Murgmündung–Weinfeldern (km TG 28.6–10.8)
2. Etappe: Bürglen–Bischofszell (km TG 32.29–44.21)
3. Etappe: Zürcher Schwelle–Murgmündung (km TG 10.85–0.51)

Eine Zusammenstellung als Gesamtübersicht der Materialbilanz ist in der Tabelle 18 und Tabelle 19 zu finden. Die Zahlen sind mit einer grossen Unsicherheit behaftet, auf grosszügige Auf- oder Abrundungen wurde verzichtet.

#### a) Bodenmaterial

Insgesamt fallen von den Vorlandflächen und den Dämmen rund 191'000 m<sup>3</sup> Oberboden, 325'000 m<sup>3</sup> Unterboden und 297'000 m<sup>3</sup> Waldboden an. Das Bodenmaterial wird in einem ersten Arbeitsschritt abgetragen und der rekultivierungsfähige Anteil wo möglich etappenintern als Dammüberdeckung verwertet. Der Rest wird ausserhalb des behördenverbindlichen Raumbedarfs der Thur zur Aufwertung von bestehenden anthropogen veränderten Böden verwendet.

#### b) Kies

Mit den vorhandenen 2'561'400 m<sup>3</sup> Kies werden rund 968'000 m<sup>3</sup> für die Sohlenanpassung verwendet und andererseits rund 1'600'000 m<sup>3</sup> verkauft.

#### c) Feinsedimente

Durch den Aushub und Abtrag fallen etwa 1'450'000 m<sup>3</sup> Feinsedimente an, welche vor allem aus Sand bestehen. Rund 290'000 m<sup>3</sup> Silt/Ton werden für die Dammsanierung wiederverwendet und für den Geschiebetransport wieder in die Sohle eingebracht. Für die Depots zum Geschiebeeintrag wird das Material aufgelockert und am neuen Ufer so gelagert, dass erst bei einem geschiebeführenden Hochwasser die abgelagerten Sedimente vom Fluss mitgerissen und in Auflandungszonen wieder abgelegt werden. Die restlichen 76'600 m<sup>3</sup> Silt/Ton werden verkauft oder deponiert. Bei der generellen Aufweitung werden ca. 1'100'000 m<sup>3</sup> Sand abgetragen. Davon können ca. 763'000 m<sup>3</sup> für die Sohlenanpassung und den Sedimenttransport verwendet werden. Die restlichen 336'300 m<sup>3</sup> Sand werden je nach Qualität verkauft oder deponiert.

#### d) Flussbausteine

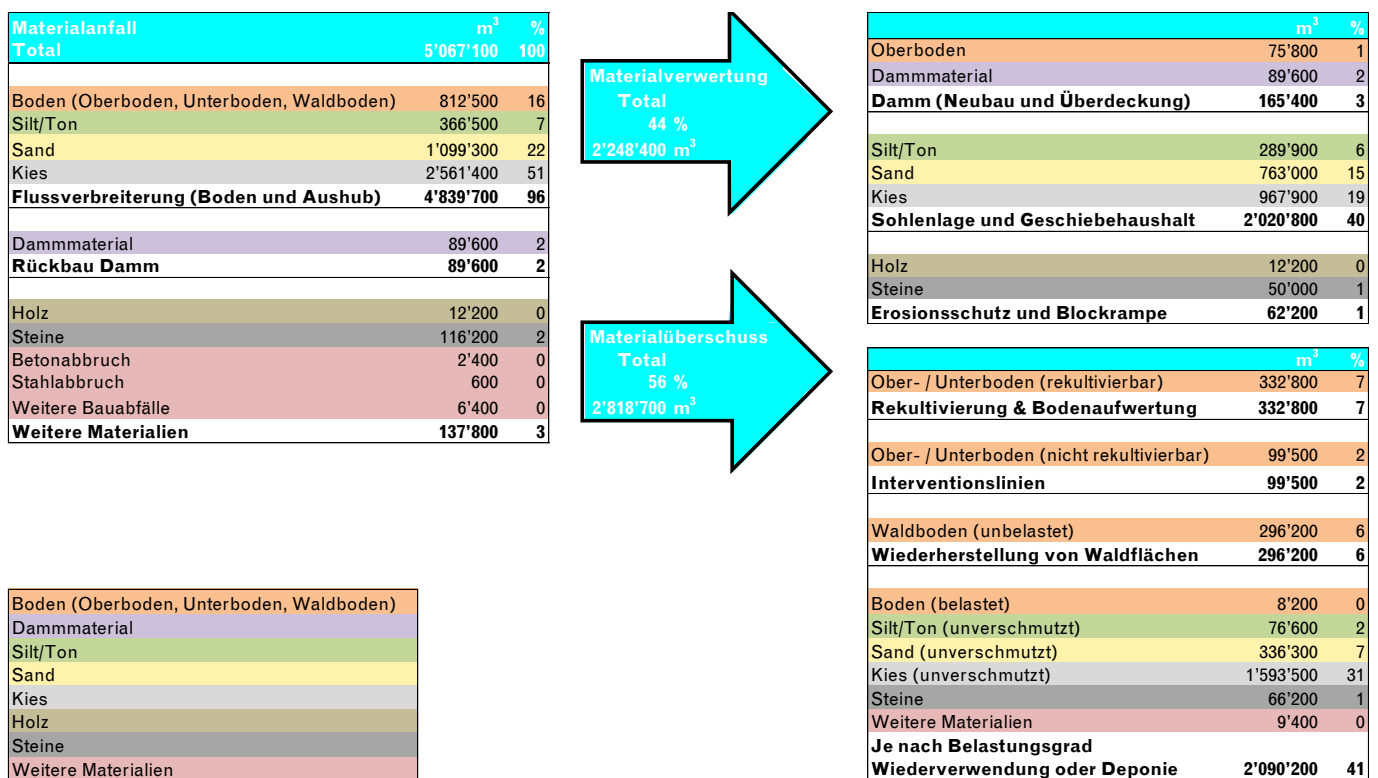
Das Material der bestehenden Ufersicherung wird für die Sicherung der

Interventionslinie wiederverwendet. Dabei kann die für später geplante Erosionssicherung auch während der Bauphase erfolgen, das heisst es muss nicht bis zur Notwendigkeit der Dammsicherung abgewartet werden. Somit kann teilweise die Zwischenlagerungen von Material vermieden werden.

Tabelle 18: Gesamtübersicht Materialbilanz [29]

			Anfall	Anfall	Verwendung	Verwendung	Weitere Angaben zum	Überschuss	Überschuss	
			m <sup>3</sup>	%	im Projekt	im Projekt	Verwendungszweck	m <sup>3</sup>	%	
Gesamtübersicht Thur ohne Bauprojekt 2014 Weinfelden-Bürglen	Oberboden	Rekultivierbar	165'000		75'800		Dammüberdeckung	89'200		
		Nicht rekultivierbar	18'300		0			18'300		
		Belastet	7'500		0				7'500	
		<b>Total</b>	<b>190'800</b>	<b>4</b>	<b>75'800</b>	<b>3</b>			<b>115'000</b>	<b>4</b>
	Unterboden	Rekultivierbar	243'600		0				243'600	
		Nicht rekultivierbar	81'200		0				81'200	
		Belastet	0		0				0	
		<b>Total</b>	<b>324'800</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>324'800</b>	<b>12</b>
	Waldboden	Oberboden	109'800		0				109'800	
		Unterboden	186'400		0				186'400	
		Belastet	700		0				700	
		<b>Total</b>	<b>296'900</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>296'900</b>	<b>11</b>
	Aushub	Kies	2'561'400		967'900		Damm + Eintrag in Fluss	1'593'500		
		Sand	1'099'300		763'000		Damm + Eintrag in Fluss	336'300		
		Silt/Ton	366'500		289'900		Damm + Eintrag in Fluss	76'600		
		<b>Total</b>	<b>4'027'200</b>	<b>79</b>	<b>2'020'800</b>	<b>90</b>			<b>2'006'400</b>	<b>71</b>
	Verbauung	Dammmaterial	89'600		89'600		Dammneubau	0		
		Holz	12'200		12'200			0		
		Flussbausteine	116'200		50'000		Ufersicherung	66'200		
		<b>Total</b>	<b>218'000</b>	<b>4</b>	<b>151'800</b>	<b>7</b>			<b>66'200</b>	<b>2</b>
weitere Materialien	Betonabbruch	2'400		0				2'400		
	Stahlabbruch	600		0				600		
	Weitere Bauabfälle	6'400		0				6'400		
	<b>Total</b>	<b>9'400</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>9'400</b>		
<b>Total</b>			<b>5'067'100</b>	<b>100</b>	<b>2'248'400</b>	<b>100</b>		<b>2'818'700</b>	<b>100</b>	

Tabelle 19: Prozentuale Verteilung und Verwertung der anfallenden Materialien [29]



### Unsicherheit

Zwischen den Formationen Kies und Feinsedimente (Oberboden und die drei Deckschichtklassen) besteht gesamthaft eine Unsicherheit von  $\pm 5\%$  zu Lasten der anderen Formation. Bei der Ermittlung der Kubaturen fallen weitere Unsicherheiten an. Insgesamt besteht eine Unsicherheit von  $\pm 30\%$ .

Es kann nicht vorhergesehen werden, wie gut die Reinheit und somit die Bauqualität der verschiedenen Sedimentschichten sowie die Rekultivierungseignung der Böden ist. Je nach dem können tonige Silte für den Neubau der Dämme verwendet oder Sand und Kies können an Bauunternehmungen verkauft werden. Es ist auch möglich, dass ein grosser Teil deponiert werden muss. Weiter könnten Bauten früherer Thurkorrekturen (zum Beispiel Bühnen), welche heute durch Ablagerungen im Vorland unter der obersten Sedimentschicht versteckt liegen, bei der generellen Aufweitung angetroffen werden.

### 31.2 Materialbilanz pro Bauabschnitt

Für die drei Etappen wird je eine Materialbilanz erstellt, in der die anfallenden, die wiederverwerteten, die abzutransportierenden und die anzuliefernden Mengen angegeben sind.

#### Materialbilanz 1. Etappe

Eine Zusammenstellung der Massenbilanz für die 1. Etappe ist in der Tabelle 20 zu finden.

##### a) Bodenmaterial

Vom anfallenden Bodenmaterial wird ca. 37'000 m<sup>3</sup> Oberboden für die Dammüberdeckung wiederverwendet. Das restliche Bodenmaterial kann zur Aufwertung und Sanierung von landwirtschaftlich genutzten Flächen ausserhalb des behördenverbindlichen Raumbedarfs der Thur verwendet werden.

##### b) Kies

Von den ca. 1'775'000 m<sup>3</sup> an vorhandenem Kies werden 630'000 m<sup>3</sup> für die Sohlenanpassung verwendet und andererseits 1'145'000 m<sup>3</sup> verkauft. Um lokal die Erosion in diesem Abschnitt zu verzögern (das Gebiet rund um die Allmend weist eine starke Erosionstendenz auf), besteht die Möglichkeit, überschüssige Sedimente wieder abzulagern.

##### c) Feinsedimente

Es fallen rund 907'000 m<sup>3</sup> Sand und Silt an. Je nach Qualität des Silts können etwa 65'000 m<sup>3</sup> für die Sanierung oder den Neubau der Dämme verwendet werden. Neben Sohlenanpassungen durch die Feinsedimente in Form von Depots werden ca. 220'000 m<sup>3</sup> Kies und rund 53'000 m<sup>3</sup> Silt/Ton verkauft oder deponiert.

##### d) Flussbausteine

Von den rund 60'000 m<sup>3</sup> vorhandenen Flussbausteinen aus Ufersicherungen im Abschnitt Murgmündung–Weinfeldern werden ca. 50 % für allfällige harte Ufersicherungen verwendet. Die übrigen 50 % Flussbausteine werden verkauft oder in einem Lager deponiert.

Tabelle 20: Materialbilanz 1. Etappe [29]

		Anfall m <sup>3</sup>	Verwendung im Projekt m <sup>3</sup>	Weitere Angaben zum Verwendungszweck	Überschuss m <sup>3</sup>	
Etappe 1 Murgmündung-Weinfeldern	<b>Oberboden</b>	Rekultivierbar	105'400	37'100	Dammüberdeckung	68'300
		Nicht rekultivierbar	11'700	0		11'700
		Belastet	7'300	0		7'300
		<b>Total</b>	<b>124'400</b>	<b>37'100</b>		<b>87'300</b>
	<b>Unterboden</b>	Rekultivierbar	174'600	0		174'600
		Nicht rekultivierbar	58'200	0		58'200
		Belastet	0	0		0
		<b>Total</b>	<b>232'800</b>	<b>0</b>		<b>232'800</b>
	<b>Waldboden</b>	Oberboden	48'900	0		48'900
		Unterboden	88'400	0		88'400
		Belastet	700	0		700
		<b>Total</b>	<b>138'000</b>	<b>0</b>		<b>138'000</b>
	<b>Aushub</b>	Kies	1'775'000	630'200	Damm + Eintrag in Fluss	1'144'800
		Sand	680'300	460'500	Damm + Eintrag in Fluss	219'800
		Silt/Ton	226'800	173'500	Damm + Eintrag in Fluss	53'300
		<b>Total</b>	<b>2'682'100</b>	<b>1'264'200</b>		<b>1'417'900</b>
	<b>Verbauung</b>	Dammmaterial	13'900	13'900	Dammneubau	0
		Holz	5'500	5'500		0
		Flussbausteine	62'200	30'000	Ufersicherung	32'200
		<b>Total</b>	<b>81'600</b>	<b>49'400</b>		<b>32'200</b>
	<b>weitere Materialien</b>	Betonabbruch	2'300	0		2'300
		Stahlabbruch	400	0		400
		Weitere Bauabfälle	4'200	0		4'200
<b>Total</b>		<b>6'900</b>	<b>0</b>		<b>6'900</b>	
<b>Total Etappe 1</b>		<b>3'265'800</b>	<b>1'350'700</b>		<b>1'915'100</b>	

Materialbilanz 2. Etappe

Eine Zusammenstellung der Massenbilanz für die 2. Etappe ist in der Tabelle 21 zu finden.

a) Bodenmaterial

Vom anfallenden Bodenmaterial werden ca. 6'000 m<sup>3</sup> Oberboden für die Dammüberdeckung wiederverwendet. Das restliche Bodenmaterial kann zur Aufwertung und Sanierung von landwirtschaftlich genutzten Flächen ausserhalb des behördenverbindlichen Raumbedarfs der Thur verwendet werden.

b) Kies

Im Abschnitt Bürglen-Kradolf-Schönenberg (Bischofzell) fallen ca. 650'000 m<sup>3</sup> Kies an, wobei etwa 255'000 m<sup>3</sup> für die Sohlenanpassung verwendet werden. Der überschüssigen rund 390'000 m<sup>3</sup> Kies werden verkauft.

c) Feinsedimente

Die gesamten 26'300 m<sup>3</sup> Sand- und Siltaushub können als Depot wieder in die Thursohle eingebracht werden.

## Materialbilanz

### d) Flussbausteine

Von den 14'600 m<sup>3</sup> vorhandenen Flussbausteine werden ca. 12'000 m<sup>3</sup> für Ufersicherung benötigt. Die übrigen Flussbausteine werden verkauft oder in einem Lager deponiert.

Tabelle 21: Materialbilanz 2. Etappe [29]

		Anfall m <sup>3</sup>	Verwendung im Projekt m <sup>3</sup>	Weitere Angaben zum Verwendungszweck	Überschuss m <sup>3</sup>	
Etappe 2 Bürglen-Bischofszell	<b>Oberboden</b>	Rekultivierbar	15'300	5'900	Dammüberdeckung	9'400
		Nicht rekultivierbar	1'700	0		1'700
		Belastet	100	0		100
		<b>Total</b>	<b>17'100</b>	<b>5'900</b>		<b>11'200</b>
	<b>Unterboden</b>	Rekultivierbar	7'800	0		7'800
		Nicht rekultivierbar	2'600	0		2'600
		Belastet	0	0		0
		<b>Total</b>	<b>10'400</b>	<b>0</b>		<b>10'400</b>
	<b>Waldboden</b>	Oberboden	17'400	0		17'400
		Unterboden	31'900	0		31'900
		Belastet	0	0		0
		<b>Total</b>	<b>49'300</b>	<b>0</b>		<b>49'300</b>
	<b>Aushub</b>	Kies	646'300	255'000	Damm + Eintrag in Fluss	391'300
		Sand	19'700	19'700	Damm + Eintrag in Fluss	0
		Silt/Ton	6'600	6'600	Damm + Eintrag in Fluss	0
		<b>Total</b>	<b>672'600</b>	<b>281'300</b>		<b>391'300</b>
	<b>Verbauung</b>	Dammmaterial	0	0	Dammneubau	0
		Holz	1'900	1'900		0
		Flussbausteine	14'600	12'400	Ufersicherung	2'200
		<b>Total</b>	<b>16'500</b>	<b>14'300</b>		<b>2'200</b>
	<b>weitere Materialien</b>	Betonabbruch	100	0		100
		Stahlabbruch	200	0		200
		Weitere Bauabfälle	300	0		300
<b>Total</b>		<b>600</b>	<b>0</b>		<b>600</b>	
<b>Total Etappe 2</b>		<b>766'500</b>	<b>301'500</b>		<b>465'000</b>	

### Materialbilanz 3. Etappe

Eine Zusammenstellung der Massenbilanz für die 3. Etappe ist in der Tabelle 22 zu finden.

#### a) Bodenmaterial

Vom anfallenden Bodenmaterial kann ca. 33'000 m<sup>3</sup> Oberboden für die Dammüberdeckung wiederverwendet werden. Das restliche Bodenmaterial kann zur Aufwertung und Sanierung von landwirtschaftlich genutzten Flächen ausserhalb des behördenverbindlichen Raumbedarfs der Thur verwendet werden.

#### b) Kies

Von der anfallenden rund 140'000 m<sup>3</sup> Kies werden ca. 83'000 m<sup>3</sup> in die neue Sohle verbaut. Die restlichen 57'400 m<sup>3</sup> werden verkauft.

c) Feinsedimente

Es werden rund 400'000 m<sup>3</sup> an Sand anfallen, von denen 282'800 m<sup>3</sup> wiederverwendet werden können. Je nach Bauqualität der 133'100 m<sup>3</sup> Silt/Ton können die Dämme in den anderen Etappen beziehungsweise im Rahmen des baulichen Unterhalts saniert oder Material ersetzt werden. Der Überschuss von rund 140'000 m<sup>3</sup> wird verkauft oder deponiert.

d) Flussbausteine

In der 3. Etappe fallen durch den Abbau der bestehenden Ufersicherungen rund 40'000 m<sup>3</sup> Flussbausteine an. Vor allem durch die vorhandenen Buhnen werden rund 15'000 m<sup>3</sup> Flussbausteine gewonnen. Von den gewonnenen Flussbausteinen können 7'600 m<sup>3</sup> für den notwendigen Erosionsschutz wieder verwendet werden. Die restlichen rund 32'000 m<sup>3</sup> werden verkauft oder in einem Lager deponiert.

Tabelle 22: Materialbilanz 3. Etappe [29]

		Anfall m <sup>3</sup>	Verwendung im Projekt m <sup>3</sup>	Weitere Angaben zum Verwendungszweck	Überschuss m <sup>3</sup>	
Etappe 3 Zürcher Schwelle–Murgmündung	<b>Oberboden</b>	Rekultivierbar	44'300	32'800	Dammüberdeckung	11'500
		Nicht rekultivierbar	4'900	0		4'900
		Belastet	100	0		100
		<b>Total</b>	<b>49'300</b>	<b>32'800</b>		<b>16'500</b>
	<b>Unterboden</b>	Rekultivierbar	61'200	0		61'200
		Nicht rekultivierbar	20'400	0		20'400
		Belastet	0	0		0
		<b>Total</b>	<b>81'600</b>	<b>0</b>		<b>81'600</b>
	<b>Waldboden</b>	Oberboden	43'500	0		43'500
		Unterboden	66'100	0		66'100
		Belastet	0	0		0
		<b>Total</b>	<b>109'600</b>	<b>0</b>		<b>109'600</b>
	<b>Aushub</b>	Kies	140'100	82'700	Damm + Eintrag in Fluss	57'400
		Sand	399'300	282'800	Damm + Eintrag in Fluss	116'500
		Silt/Ton	133'100	109'800	Damm + Eintrag in Fluss	23'300
		<b>Total</b>	<b>672'500</b>	<b>475'300</b>		<b>197'200</b>
	<b>Verbauung</b>	Dammmaterial	75'700	75'700	Dammneubau	0
		Holz	4'800	4'800		0
		Flussbausteine	39'400	7'600	Ufersicherung	31'800
		<b>Total</b>	<b>119'900</b>	<b>88'100</b>		<b>31'800</b>
	<b>weitere Materialien</b>	Betonabbruch	0	0		0
		Stahlabbruch	0	0		0
		Weitere Bauabfälle	1'900	0		1'900
<b>Total</b>		<b>1'900</b>	<b>0</b>		<b>1'900</b>	
<b>Total Etappe 3</b>		<b>1'034'800</b>	<b>596'200</b>		<b>438'600</b>	

# 32 Betrieb und Unterhalt

### 32.1 Auftrag und Zuständigkeit

Gemäss Art. 9 WBSNG [130] obliegt der Unterhalt der Thur dem Kanton und umfasst die Massnahmen gemäss Art. 8 des Gesetzes. Die Gemeinden haben sich nach Art. 22 WBSNG auf ihrem Gemeindegebiet an den Kosten für den durchgeführten Unterhalt zu beteiligen.

Gemäss Art. 10 WBSNG hat der Kanton für die Thur ein Unterhaltskonzept zu erstellen. Es hat soweit erforderlich folgendes festzulegen:

- die zu erreichenden Ziele;
- die Zuständigkeiten für die Kontroll- und Unterhaltsarbeiten;
- die räumliche und zeitliche Planung der Unterhaltsarbeiten;
- den Umfang der Arbeiten;
- die standortgerechte Bepflanzung.

Mit der Umsetzung von Korrektionsprojekten basierend auf dem Konzept Thur<sup>+</sup> ist mit dem Abschluss der Realisierung eines Projektes ein Unterhalts- und Überwachungsplan zu erarbeiten. Der Unterhalts- und Überwachungsplan ersetzt im jeweiligen Projektabschnitt das bestehende Unterhaltskonzept der Thur.

### 32.2 Unterhaltskosten

Auf der Bearbeitungsstufe des Konzepts Thur<sup>+</sup> kann keine Abschätzung der Betriebs- und Unterhaltskosten vorgenommen werden. Im Rahmen der kommenden Projekte sind die Kosten für Betrieb und Unterhalt abzuschätzen und beziehungsweise auszuweisen.



## 33 Begleitung der Umweltgesetzgebung

### 33.1 UVP

Für die kommenden Projekte, welche einen Kostenvoranschlag von 10 Mio. CHF überschreiten, werden Umweltverträglichkeitsprüfungen notwendig sein. Das massgebliche Verfahren ist das Korrekionsverfahren (UVPV, 814.011) [136] und das zuständige Amt ist das Departement für Bau und Umwelt.

### 33.2 Wirkungskontrolle

Mit Wirkungskontrollen wird untersucht, ob die kommenden Projekte die beabsichtigte Wirkung zeigen, das heisst ob die angestrebten Zielsetzungen erfüllt und die Mittel effektiv eingesetzt wurden [72].

Ab 2020 wird für die Wirkungskontrolle von Fliessgewässerrevitalisierungen schweizweit ein einheitliches Gerüst vorgegeben. Die Praxisdokumentation des Bundes erklärt das konkrete Vorgehen und stellt 10 Indikatoren-Sets für die Felderhebung bereit.

Die standardisierte Wirkungskontrolle [72] dient der Überprüfung gängiger Ziele von Revitalisierungsprojekten. Für diese Projekte sind, in Zusammenarbeit des BAFU und allenfalls Fachbüros, die bestgeeigneten Indikatoren-Sets auszuwählen.

Die mandatierten Fachbüros führen die Wirkungskontrollen gemäss Praxisleitdokumentation durch. Hierbei gilt es zu beachten, dass die Wirkungskontrolle einmal vor der Umsetzung und mindestens zweimal nach Umsetzung aller Massnahmen (4–6 Jahre; 10–14 Jahre) durchzuführen ist.

In Abhängigkeit der Projektgrösse wird aufgezeigt, dass weitere Untersuchungen umzusetzen sind und ein projektspezifisches Lernen stattfinden kann. Für die Anwendung der Indikatoren-Sets sind Abschnitte zu definieren, die sich nach den Revitalisierungszielen abgrenzen. Zusätzlich zu 6 möglichen Sets sollen projektspezifische Untersuchungen in Abhängigkeit der Projektziele erfolgen, welche in Absprache mit dem Kanton und dem BAFU festgelegt werden (Abbildung 139). Einzelprojekte sind nicht Bestandteil der Programmvereinbarungen, daher gehen die Kosten für die Aufnahme des Istzustandes zulasten des Projekts [72].

## Begleitung der Umweltgesetzgebung

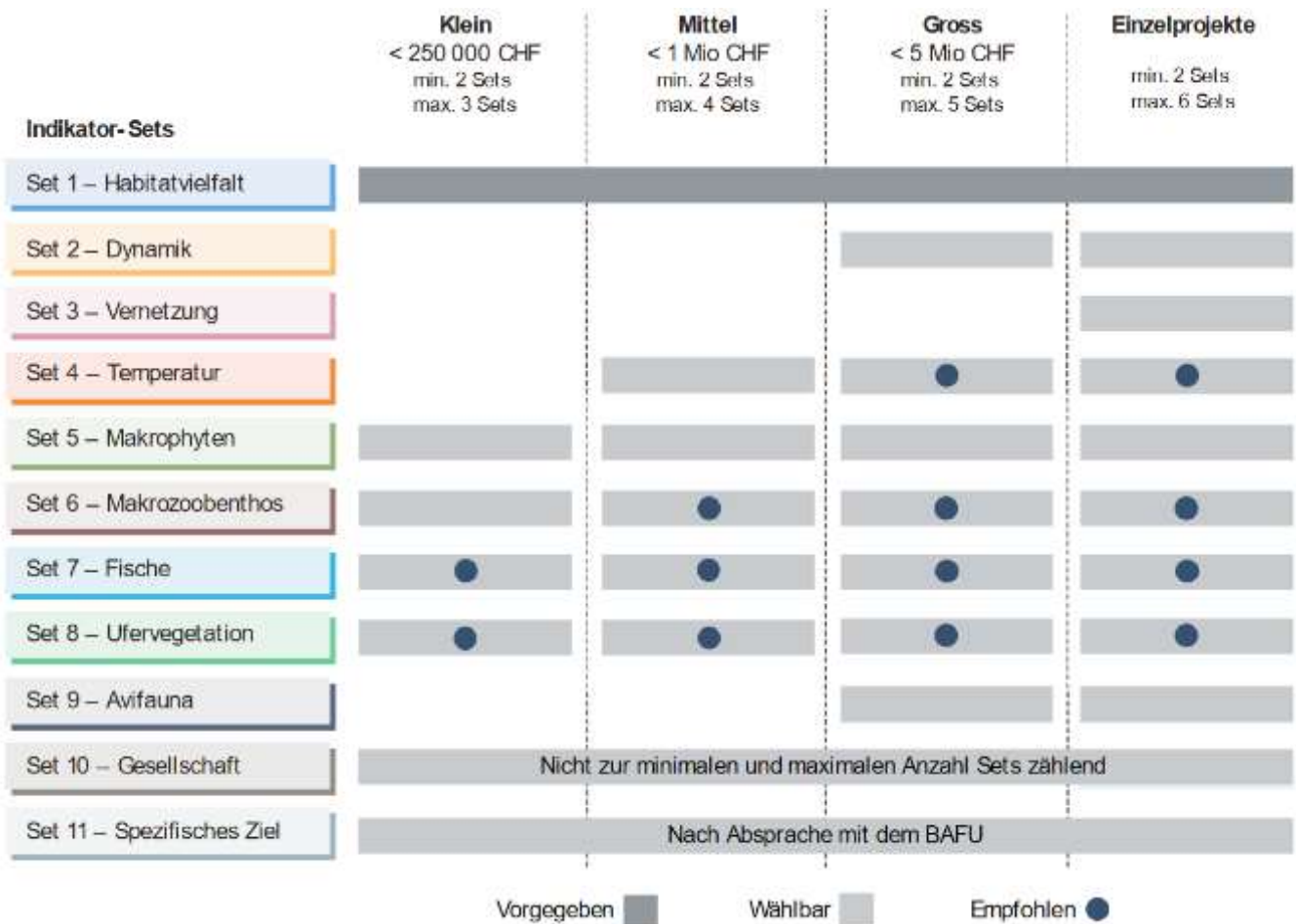


Abbildung 139: Vorgegebene, wählbare und empfohlene Indikatoren-Sets in Abhängigkeit der Projektgrösse [137]

## 34 Interessensabwägung

### 34.1 Grundlagen

Das Konzept Thur<sup>+</sup> schliesst eine Vielzahl unterschiedlicher Handlungsfelder, Akteure und damit auch Interessen ein. Aus jeder planerischen Lösung resultieren Vor- und Nachteile, die sich unterschiedlich auf die jeweils betroffenen privaten und öffentlichen Interessen auswirken. Bereits auf der übergeordneten Ebene des Konzepts Thur<sup>+</sup>, zeichnen sich Nutzungs- und Interessenskonflikte ab. Mit der Ausarbeitung konkreter Massnahmen und Lösungen in den kommenden Projekten, gilt es diese Konflikte in einer Interessensabwägung auszubalancieren und allenfalls Kompromisse oder einen Ausgleich zwischen verschiedenen Belangen zu finden.

Mit dem vorliegenden Kapitel werden Leitlinien für den dreistufigen Prozess der Interessensabwägung gegeben, die konkrete Interessensabwägung erfolgt unter Einbezug der Anspruchsgruppen im Rahmen der kommenden Projekte [138] [139].

### 34.2 Methodisches Vorgehen

#### Ermittlung und Zusammenstellung der betroffenen Interessen

Die Interessensabwägung soll grundsätzlich in Form einer Matrix aufgebaut werden (Abbildung 140). Es werden drei (Nachhaltigkeits-) Ebenen «Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft» gebildet, die einer ersten Gliederung dient.

In dieser ersten Prozessstufe gilt es alle betroffenen Interessen zu ermitteln und zusammenzustellen. Diese werden dann den zuvor definierten Ebenen zugeordnet. Eine beispielhafte Zusammenstellung zeigt Abbildung 141.

# Interessensabwägung

Nachhaltigkeitssebene		Interesse
Umwelt		Revitalisierung
		Bodenverschiebungen
		Naturraum
		Wasserqualität
		Lebensraumvernetzung
Gesellschaft		Hochwasserschutz
		Erholungs- und Freizeiteinrichtungen
		Zugang Unterhalt
		Landschaftswahrnehmung
		militärische Übersetzstellen
Wirtschaft		Schonung Kulturlandschaft
		Landwirtschaftliche Nutzung
		Erhalt FFF
		Wirtschaftlichkeit / Kosten
		Versorgung

Abbildung 140: Ebenen – Interessensabwägung [5]

## Beurteilung der betroffenen Interessen

Die zweite Stufe des Abwägungsprozesses besteht in der Beurteilung der Interessen. Hierfür werden Fragen formuliert, die dazu dienen zu ermitteln, inwieweit verschiedene Varianten mit dem spezifischen Interesse kongruiert oder diesem entgegensteht. Die Beantwortung der Fragen gibt anhand einer fünfstufigen Einordnung Aufschluss darüber, wie sich die jeweilige Variante zu der bestehenden Situation verhält (sehr positiv = dunkelgrün, positiv = hellgrün, neutral = gelb, negativ = hellrot, sehr negativ = dunkelrot).

	V1	V2	V3
<b>Wasserqualität<sup>13</sup></b> Ist der vorgesehene Gewässerraum ausreichend, so dass keine Einträge von landwirtschaftlichen Hilfsstoffen (Dünger, Pestizide) in das Gewässer gelangen können?			
<b>Lebensraumvernetzung<sup>14</sup></b> Wird die Lebensraumvernetzung (Vernetzungskorridor) durch die Variante und den Gewässerraum verbessert?			

Abbildung 141: Beurteilung in der Interessensabwägung [5]

## Interessensabwägung im engeren Sinn

Die dritte Stufe bezeichnet die Interessensabwägung im engeren Sinne. Basierend auf den Erkenntnissen der vorangegangenen Stufe, wird hierbei

eine Gewichtung der Interessen vorgenommen und über die Bevorzugung oder Zurückstellung bestimmter Belange entschieden.

Es ist jeweils die fallspezifische Wertigkeit und Gewichtung zu ermitteln. Dieser Schritt ist ein grundlegender und sehr wesentlicher Bestandteil der Abwägung und wird projektspezifisch vorgenommen beziehungsweise erfolgt unter Mitwirkung der Anspruchsgruppen.

In die Entscheidungsfindung sind Auswirkungen sowie Optimierungsmöglichkeiten einzubeziehen. Für die abschliessende Entscheidungsfindung ist zu definieren, welche Interessen überwiegen und wie die unterliegenden Interessen beispielsweise mit Ersatzmassnahmen kompensiert werden können.

## Zielsetzung

Die Aufgabe einer Interessensabwägung besteht darin, in einem ergebnisoffenen Prozess, eine auf jeden Einzelfall abgestimmte, sachgerechte Lösung zu finden, bei der konfligierende Interessen möglichst ausbalanciert werden.

Durch die Darstellungsform einer Matrix wird eine Gegenüberstellung verschiedener Varianten ermöglicht. Abbildung 142 zeigt beispielhaft eine Interessensabwägung zwischen drei Varianten. Gut zu erkennen ist, dass die Variante V3 die verschiedenen Interessen qualitativ am besten berücksichtigt [139].

Nachhaltigkeits- ebene	Interesse	Beurteilung		
		V1	V2	V3
Umwelt	Revitalisierung	Grün	Grün	Grün
	Bodenverschiebungen	Grün	Rot	Grün
	Naturraum	Grün	Rosa	Grün
	Wasserqualität	Grün	Grün	Grün
	Lebensraumvernetzung	Grün	Rosa	Grün
Gesellschaft	Hochwasserschutz	Grün	Grün	Grün
	Erholungs- und Freizeiteinrichtungen	Grün	Grün	Grün
	Zugang Unterhalt	Grün	Rosa	Grün
	Landschaftswahrnehmung	Grün	Rosa	Grün
Wirtschaft	Landwirtschaftliche Nutzung	Grün	Grün	Grün
	Erhalt FFF	Rot	Grün	Grün
	Wirtschaftlichkeit / Kosten	Rot	Rot	Grün
	Versorgung	Grün	Grün	Grün
	Schonung Kulturlandschaft	Rot	Grün	Grün

Abbildung 142: Beispielhafte Interessensabwägung – gesamt [5]

### Fallspezifische Interessen zum Konzept Thur+

Die nachfolgende, vorläufige Auflistung der zu berücksichtigenden Interessen basiert auf dem Herleitungsbericht, Interessensabwägung Gewässer- raum des Amts für Umwelt, Kanton Thurgau [139] und den im Ergebnis der Analyse (siehe Kapitel 7–32) erörterten Interessen. Diese Auflistung ist keinesfalls abschliessend und umfasst lediglich die wichtigsten Interessen, die sich bereits auf der übergeordneten Ebene dieses Konzeptes abzeichnen. Im Rahmen kommenden Projekte ist diese Auflistung zu vervollständigen respektive anzupassen.

Teilweise sind in den einzelnen Kapiteln dieses Berichts bereits Spezifikationen oder Gewichtungen zu den aufgelisteten Interessen aufgearbeitet. Diese gilt es in den kommenden Projekten ebenfalls zu berücksichtigen.

Tabelle 23: Fallspezifische Interessen – Grundlage [29]

Nachhaltigkeitsebene	Interesse
<b>Umwelt</b>	Revitalisierung
	Bodenverschiebung
	Anbindung Naturraum
	Wasserqualität
	Entwicklungsziele Auenschutzgebiete
	Lebensraumvernetzung
<b>Gesellschaft</b>	Hochwasserschutz
	Grundwasserqualität
	Erholungs- und Freizeiteinrichtung
	Wanderwege
	Zugang und Unterhalt
	Landschaftswahrnehmung
	Militärische Nutzung
<b>Wirtschaft</b>	Schonung Kulturlandschaft
	Landwirtschaftliche Nutzung
	Erhalt der Fruchtfolgeflächen (FFF)
	Wirtschaftlichkeit/Kosten
	Sicherung Verkehrs- und Infrastrukturanlagen
	Versorgung



# Literaturverzeichnis

- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft, „Gewässerschutzgesetz (GSchG, 814.20),“ Stand 2021. [Online]. Available: [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1992/1860\\_1860\\_1860/de](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1992/1860_1860_1860/de). [Zugriff am 2021].
- [2] Kanton Thurgau, „Die Thur, Historischer Rückblick,“ 2021. [Online]. Available: <https://thur.tg.ch/abgeschlossene-flussbauprojekte.html/10600>.
- [3] Kantone Appenzell I.Rh., Appenzell A.Rh., St. Gallen, Thurgau, Zürich, Bundesamt für Wasser und Geologie (heute BAFU), „Die Thur, Ein Fluss mit Zukunft für Mensch, Natur und Landschaft (Säntis Charta),“ 2001.
- [4] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Zustand und Entwicklung Grundwasser Schweiz, Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA, Stand 2016,“ 2019.
- [5] Hunziker Betatech AG | bhateam ingenieure AG, *Abbildung*, 2021.
- [6] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Schäden durch Naturgefahren seit 1972,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/fachinformationen/schaeden-und-lehren-aus-naturereignissen/schaeden-durch-naturgefahren-seit-1972.html>. [Zugriff am Dezember 2021].
- [7] M. Zaugg Stern, Philosophiewandel im schweizerischen Wasserbau, Zürich: Schriftenreihe Humangeographie, Band 20, 2006.
- [8] C. Pahl-Wostl, „Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change,“ *Water Resource Management*, Bd. 21, 2007.
- [9] Kanton Thurgau, „Planungs- und Baugesetz (PBG, RB 700),“ Stand 2018. [Online]. Available:



## Literaturverzeichnis

[https://www.rechtsbuch.tg.ch/app/de/texts\\_of\\_law/700](https://www.rechtsbuch.tg.ch/app/de/texts_of_law/700). [Zugriff am November 2021].

- [10] Kanton Thurgau, „Kantonaler Richtplan,“ Stand 2021.
- [11] Kommission Hochwasserschutz, „Freibordberechnung bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen,“ 2013.
- [12] Schweizerische Eidgenossenschaft, „Gewässerschutzverordnung (GSchV, 814.201),“ Stand 2021. [Online]. Available: [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1998/2863\\_2863\\_2863/de](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1998/2863_2863_2863/de). [Zugriff am Dezember 2021].
- [13] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute BAFU), „Raum den Fliessgewässern,“ 2000.
- [14] Kanton St. Gallen, „Die Thur-Auen vor der Korrektion,“ Niederbühren, 1920.
- [15] H. Jung, „Wie die Thur gezähmt wurde,“ in *E. Nägeli, Thurgauer Jahrbuch*, Frauenfeld, Verlag Huber & Co. AG, 1974, pp. 10-24.
- [16] O. Lueger, „Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften,“ Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1904.
- [17] United Nations, „Our Common Future,“ 1987.
- [18] Guldner H., Wieland, C., „Die Thur und ihre Hochwasser,“ *Interpraevent, Tagungsbeitrag*, pp. 225-235, 1980.
- [19] Kanton Thurgau, „Konzept Thur,“ 2002.
- [20] H. Lei Senior, „Im Kampf mit der Thur,“ in *Thurgauer Jahrbuch*, Frauenfeld, Verlag Huber+Co. AG, 1974, pp. 25-41.
- [21] Regierungsrat Kanton Thurgau, Botschaft an den Grossen Rat zum Thur-Richtprojekt 1979, 1981.
- [22] C. Pfister, „Die «Katastrophenlücke» des 20. Jahrhunderts und der Verlust traditionellen Risikobewusstseins,“ *GAIA, Vol. 18, No. 3*, pp. 239-246, 2009.

- [23] Bundesamt für Umwelt (BAFU), *Überschwemmungsgedächtnis*, 1978.
- [24] Schweizerische Eidgenossenschaft, „Hochwasserereignis vom 01./02. Juni 2013,“ 2013. [Online]. Available: [file:///C:/Users/mur/AppData/Local/Temp/die\\_hoehsten\\_messwerteanbafu-stationenvom1-3juni2013sowienieder.pdf](file:///C:/Users/mur/AppData/Local/Temp/die_hoehsten_messwerteanbafu-stationenvom1-3juni2013sowienieder.pdf). [Zugriff am November 2021].
- [25] Kantonspolizei Thurgau, „Medienmitteilung «Weiterhin Hochwasser in Thur und Sitter»,“ 1 Juni 2013. [Online]. Available: <https://kapo.tg.ch/news/news-detailseite.html/2149/news/18508/newsarchive/1>.
- [26] Kanton Thurgau, „Thurkorrektio: Projektschutz Badi Weinfeldn wird vorgezogen,“ 23 April 2014. [Online]. Available: <https://www.tg.ch/news.html/485/news/7701/newsarchive/1>. [Zugriff am Januar 2022].
- [27] Kanton Thurgau, „Gefahrenkartierung Kanton Thurgau, Gefahrenkarte Thur, Abschnitt Niederneunforn - Bischofszell,“ 2013.
- [28] Schweizerische Mobiliar Versicherungsgesellschaft, „Hochwasser im Thurtal - Abschätzung des Schadenpotentials,“ 2013.
- [29] Hunziker Betatech AG | bhateam ingenieure AG, „Tabelle,“ 2021. [Online].
- [30] Meier und Partner AG, „3. Thurgauer Thurkorrektio Thurrchtprojekt. Abschätzungen zum Schadenpotenzial,“ 2017.
- [31] Egli Engineering, „Risikoanalyse Naturgefahren, Analyse der Risiken infolge Hochwasser und Rutschungen im Kanton Thurgau,“ 2015.
- [32] Hunziker, Zarn und Partner AG, „2. Thurgauer Thurkorrektio, Hydraulik des Gesamtsystems, HZP Projekt Nr. A-260,“ 2008.
- [33] Hunziker, Zarn und Partner AG, „Morphologie und Hydraulik,“ Kanton Thurgau, 2017.

## Literaturverzeichnis

- [34] Hunziker, Zarn und Partner AG, „Natürliche Sohlenbreite grosser Gewässer im Kanton Thurgau, Gewässer Thur, Bericht A-1314.b.“ Kanton Thurgau, 2021.
- [35] Kanton Thurgau, „Extremereignisanalyse 1997,“ 1997.
- [36] Z. u. P. A. Hunziker, „Strategische Planung Thur, Bericht zum Modul Projektsohle,“ 2021.
- [37] Hunziker, Zarn und Partner AG, „Strategische Planung Thur, Bericht zum Modul Projektsohle,“ 2021.
- [38] Amt für Umwelt (AfU), Kanton Thurgau, „Grundwassermodell Thurtal, Schlussbericht,“ 2009.
- [39] Simultec AG, „Abbildung,“ 2021.
- [40] Simultec AG, „Grundwassermodell Thurtal, Entwicklung des Grundwasserstandes,“ Amt für Umwelt (AfU), Kanton Thurgau, 2020.
- [41] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute BAFU), „Ökomorphologie Stufe F,“ 1998. [Online]. Available: <https://modul-stufen-konzept.ch/methoden/oekomorphologie-stufe-f/>.
- [42] Arbeitsgruppe Thur, „Die Thur, Geschiebehaushalt Thur und Einzugsgebiet,“ 2007. [Online]. Available: <http://docplayer.org/74582396-Die-thur-geschiebehaushalt-thur-und-einzugsgebiet-bericht-zu-zielen-und-massnahmen.html>. [Zugriff am Dezember 2021].
- [43] IUB Engineering AG, *Präsentation: Sanierungsempfehlung Thurschwellen TG*, 2021.
- [44] Forstamt, Kanton Thurgau, „Übersicht Auenschutzgebiete und Waldreservate,“ 2021. [Online]. Available: <https://forstamt.tg.ch/themenbereiche/waldreservate-schutzgebiete/uebersicht.html/5163>. [Zugriff am November 2021].
- [45] A. Kirchofer, M. Breitenstein und B. Zaugg, „Rote Liste; Fische und Rundmäuler,“ BAFU, Bern, 2007.

- [46] EAWAG, „Bedrohte strömungsliebende Cypriniden in der Thur: Status und Zukunft,“ 2005.
- [47] A. D. S. N. Peter, „Fischökologisches Monitoring an der Thur im Kanton Thurgau 2016,“ Amt für Umwelt Kanton Thurgau, Olten, 2017.
- [48] Schweizerisches Informationszentrum für die Fauna (CSCF), „Info Fauna,“ CSCF, Dezember 2021. [Online]. Available: <https://lepus.unine.ch/carto/70035>. [Zugriff am 02.12.2021].
- [49] S. Zbinden und E. & H. D. Delarue, „Monitoring der Nase in der Schweiz 1995-2005. Populationen von nationaler Bedeutung. Mitteilungen zur Fischerei Nr. 82,“ BUWAL, Bern, 2005.
- [50] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute BAFU), „Äschenpopulationen von nationaler Bedeutung. Mitteilung zur Fischerei Nr. 70,“ BUWAL, Bern, 2002.
- [51] M. Breitenstein und L. Hoppler, „Äschenlarvenmonitoring Thur (TG),“ Kt. TG, Jagd- und Fischereiverwaltung, Bern, 2019.
- [52] Kanton Thurgau, „ThurGis (Vernetzungskorridore),“ Amt für Geoinformation TG, 31. Dezember 2017. [Online]. Available: <https://map.geo.tg.ch/gsuh3NzRJHj>. [Zugriff am 21. Dezember 2021].
- [53] Schweizerische Eidgenossenschaft, „Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (DZV, 910.13),“ Stand 2022. [Online]. Available: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2013/765/de>. [Zugriff am November 2021].
- [54] Amt für Raumentwicklung, Kanton Thurgau, „Vernetzung im Kulturland, Leitfaden für die Praxis,“ 2020.
- [55] Amt für Umwelt (AfU), Kanton Thurgau, „Kraftwerksorientierte Massnahmenplanung,“ 2015.
- [56] M. u. J.-C. P. Ovidio, „The impact of small physical obstacles on upstream movements of six species of fish,“ *Hydrobiologia*, pp. 55-69, 2002.

## Literaturverzeichnis

- [57] Amt für Umwelt (AfU), Kanton Thurgau, „Die Gewässerqualität im Einzugsgebiet des Thurtals im Jahr 2019,“ 2019.
- [58] Kanton St. Gallen, „Sittersee statt Schwall und Sunk,“ 02 September 2020. [Online]. Available: [https://www.sg.ch/news/sgch\\_allgemein/2020/09/sittersee-statt-schwall-und-sunk.html](https://www.sg.ch/news/sgch_allgemein/2020/09/sittersee-statt-schwall-und-sunk.html). [Zugriff am Januar 2022].
- [59] E. W. Andreas Gigon, „Invasive Neophyten in der Schweiz: Lagebericht und Handlungsbedarf,“ 2005. [Online]. Available: <http://docplayer.org/66809641-Invasive-neophyten-in-der-schweiz-lagebericht-und-handlungsbedarf.html>. [Zugriff am Dezember 2021].
- [60] Kaden und Partner AG, „Unterhaltskonzept für die Thur - Abschnitt Rorerbrücke bis Zürcher Schwelle,“ Amt für Umwelt Kt. Thurgau, Abteilung Wasserbau und Hydrometrie, 2016.
- [61] Meier und Partner AG, „Neophyten – Bekämpfungsaktion,“ 2. *Thurgauer Thurkorrektion, Abschnitt Weinfeld-Bürglen, km 28.7 bis 32.4*, 2016.
- [62] Merier und Partner AG, „Expertise Neophytenbekämpfung Thur - Abschnitt Weinfeld-Bürglen,“ Kanton Thurgau, Weinfeld, 2020.
- [63] Amt für Umwelt (AfU), Kanton Thurgau, „Strategie- und Umwetzungskonzept Invasive gebietsfremde Organismen 2021–2024,“ 2021.
- [64] Schweizerische Eidgenossenschaft, „Bundesgesetz über den Wasserbau (WBG, 721.100),“ Stand 2021. [Online]. Available: [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1993/234\\_234\\_234/de](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1993/234_234_234/de). [Zugriff am November 2021].
- [65] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Konzept Artenförderung Schweiz,“ 2021.
- [66] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume,“ 2019.
- [67] Kanton Thurgau, „Kanton erstellt eine Biodiversitätsstrategie,“ Kantonale Verwaltung TG, Januar 2021. [Online]. Available:

<https://www.tg.ch/news.html/485/news/50309>.

[Zugriff am 21 Dezember 2021].

- [68] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Wiederherstellung der Fischauf- und -abwanderungen bei Wasserkraftwerken. Checkliste Best practice. Bundesamt für Umwelt,“ *Umwelt-Wissen Nr. 1210*, p. 79, 2012.
- [69] W. Dönni, L. Spalinger und A. Knutti, „Die Rückkehr des Lachses in der Schweiz - Potential und Perspektiven,“ Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, 2016.
- [70] Kanton Thurgau, „Verordnung des Regierungsrates zum Planungs- und Baugesetz (PBV, RB 700.1),“ Stand 2021. [Online]. Available: [https://www.rechtsbuch.tg.ch/app/de/texts\\_of\\_law/700.1](https://www.rechtsbuch.tg.ch/app/de/texts_of_law/700.1). [Zugriff am November 2021].
- [71] Regierungsrat des Kanton Thurgau, „Protokoll Nr. 1074 Festlegung des behördenverbindlichen Raumbedarfs der Gewässer,“ 2018.
- [72] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020-2024,“ 2018.
- [73] BPUK, LDK, BAFU, ARE, BL, „Gewässerraum, Modulare Arbeitshilfe zur Festlegung und Nutzung des Gewässerraums in der Schweiz,“ 2019.
- [74] Kanton Thurgau, *Raumbedarf der Thur*, 2021.
- [75] Hunziker, Zarn und Partner AG, *Abbildung*, 2022.
- [76] Kanton Thurgau, „ThurGIS (Sulzbergerkarte),“ 1834. [Online]. Available: <https://map.geo.tg.ch/apps/mf-geoadmin3/?lang=de&topic=ech>. [Zugriff am 2021].
- [77] Kanton Thurgau, „ThurGIS (Basisplan-AV farbig),“ 2009. [Online]. Available: <https://map.geo.tg.ch/apps/mf-geoadmin3/?lang=de&topic=ech>. [Zugriff am 2021].
- [78] Kanton Thurgau, „ThurGIS (Waldentwicklungsplan),“ 2020. [Online]. Available: <https://map.geo.tg.ch/apps/mf->

## Literaturverzeichnis

- geoadmin3/?lang=de&topic=ech. [Zugriff am November 2021].
- [79] Büchi und Müller AG, „Geotechnisches Gutachten Nr. 1162, Stabilitätsverhältnisse der Thur-Hochwasserdämme,“ 1979.
- [80] Büchi und Müller AG, „Geotechnisches Gutachten Nr. 1996, Stabilitätsverhältnisse des SBB-Dammes bei einer Flutung des Haslibeckens,“ 1982.
- [81] R. P., „Seitenerosion in kiesführenden Flüssen, Prozessverständnis und quantitative Beschreibung (Mitteilung Nr. 210 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie,“ ETZ, Zürich, 2008.
- [82] Schweizerische Eidgenossenschaft, „Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG, 451),“ Stand 2020.
- [83] Schweizerische Eidgenossenschaft, *Auenverordnung (451.31)*, Stand 2017.
- [84] Kanton Thurgau, „ThurGIS (Waldentwicklungsplan),“ 2021. [Online]. Available: <https://map.geo.tg.ch/apps/mf-geoadmin3/?lang=de&topic=ech&layers=wep-forstbetriebe,wep-lagerplaetze,wep-erholungseinrichtung>. [Zugriff am Dezember 2021].
- [85] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz,“ 2017.
- [86] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Strategie Biodiversität Schweiz,“ 2012.
- [87] Kanton Thurgau, „Thurgau,“ 28 Januar 2021. [Online]. Available: <https://www.tg.ch/news.html/485/news/50309>. [Zugriff am 01 Dezember 2021].
- [88] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Rote Listen: Gefährdete Arten der Schweiz,“ BAFU, September 2016. [Online]. Available: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen->

studien/publikationen/rote-listen-gefaehrdete-arten.html. [Zugriff am Dezember 2021].

- [89] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute BAFU), „Vollzugshilfe zur Auenverordnung,“ 1995.
- [90] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte gemäss Art. 4 Wasserbaugesetz (WBG) bzw. Art. 37 Gewässerschutzgesetz (GSchG),“ 2020 (Version für die Konsultation).
- [91] Auenberatungsstelle Bern und Yverdon-les-Bains, „Auendossier: Faktenblätter,“ Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, 2008.
- [92] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen. Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz,“ 2012.
- [93] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute BAFU), „Wegleitung Grundwasserschutz,“ 2004.
- [94] Amt für Umwelt (AfU), Kanton Thurgau, „Grundwasserschutz, Amt für Umwelt Kt. Thurgau,“ Informationsdienst der Kantonalen Verwaltung, 2021. [Online]. Available: <https://umwelt.tg.ch/wasser/gewaesserqualitaet/schutzbereiche.html/3410>. [Zugriff am 07 12 2021].
- [95] Amt für Umwelt (AfU), Kanton Thurgau, „Koordinierte Trinkwasserversorgungsplanung von regionaler und überregionaler Bedeutung im Kanton Thurgau, Zusammenfassung des Technischen Berichts,“ Frauenfeld, 2019.
- [96] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute BAFU), „Landnutzung in potenziellen Fließgewässer-Auen, Schriftenreihe Umwelt Nr. 361,“ Bern, 2003.
- [97] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung – Stand und Handlungsbedarf 2020,“ 2020.
- [98] D. Kaden, „Fotografie,“ 2013.



## Literaturverzeichnis

- [99] Amt für Umwelt (AfU), Kanton Thurgau, „Strategie- und Umsetzungskonzept Invasive gebietsfremde Organismen 2017 bis 2020,“ 2017.
- [100] Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), *Mit Gefährdungen und Risiken umgehen*, 2019.
- [101] Bundesamt für Umwelt BAFU, „Stationssinformation, Jahreshochwasser Thur Halden 2181,“ 2018. [Online]. Available: [https://www.hydrodaten.admin.ch/lhg/sdi/hq\\_studien/hq\\_statistics/2181hq.pdf](https://www.hydrodaten.admin.ch/lhg/sdi/hq_studien/hq_statistics/2181hq.pdf). [Zugriff am 2021].
- [102] Büchi und Müller AG, „Hydrogeologisches Gutachten, Neue Grundwasserfassung Sulgen,“ 1993.
- [103] Simultec AG, *Tabelle*, 2021.
- [104] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Grundlagen für die Wasserversorgung 2025: Risiken, Herausforderungen und Empfehlungen,“ 2014.
- [105] K. T. Amt für Umwelt (AfU), „Kantonale Brauchwasserversorgungsplanung: Abschlussbericht Phase 1 und Projektfreigabe Phase 2,“ 2021.
- [106] Schweizerische Eidgenossenschaft, „Bundesgesetz über den Wald (WaG, 921.0),“ Stand 2017. [Online]. Available: [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1992/2521\\_2521\\_2521/de](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1992/2521_2521_2521/de). [Zugriff am November 2021].
- [107] Forstamt, Kanton Thurgau, „Thurgau ist der erste Kanton mit fixierter Waldgrenze,“ Kanton Thurgau, 2016.
- [108] Forstamt, Kanton Thurgau, *Bericht; Waldentwicklungsplan Thurgau 2020*, 2020.
- [109] Forstamt, Kanton Thurgau, „Ausschnitt aus der Karte der Waldfunktionen des neuen Waldentwicklungsplans Thurgau,“ 2021. [Online].
- [110] Forstamt, Kanton Thurgau, „Richtlinien für die Waldfeststellung, 1. Ausgabe,“ 1996.
- [111] Deutsche Umwelthilfe, *Schematischer Querschnitt durch eine Aue*, 2013.

- [112] Schweizerische Eidgenossenschaft, „Bundesgesetz über die Fischerei (BGF, 923.0),“ 2017. [Online]. Available: [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1991/2259\\_2259\\_2259/de](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1991/2259_2259_2259/de). [Zugriff am November 2021].
- [113] T. Wepf, *Brief: Sanierung Wasserkraft - Berichterstattung über die durchgeführten Massnahmen*, Frauenfeld: Amt für Umwelt Kanton Thurgau, 2019.
- [114] EAWAG, *Einfluss von Aufweitungen auf das Temperaturregime der Thur*, 2003.
- [115] Hunziker Betatech AG, „Umgang mit Infrastrukturanlagen im Gewässerraum der Thur,“ 2017.
- [116] Bundesamt für Strassen (ASTRA), *Langsamverkehr entlang Gewässern*, 2019.
- [117] Schweizerische Eidgenossenschaft, „Bundesgesetz über Fuss- und Wanderwege (FWG, 704),“ Stand 1996. [Online]. Available: [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/2506\\_2506\\_2506/de](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/2506_2506_2506/de).
- [118] Kanton Thurgau, „Gesetz über Strassen und Wege (StrWG, RB 725.1),“ Stand 2018. [Online]. Available: [https://www.rechtsbuch.tg.ch/app/de/texts\\_of\\_law/725.1/versions/1489](https://www.rechtsbuch.tg.ch/app/de/texts_of_law/725.1/versions/1489).
- [119] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS), *VSS-Normen*, Aktueller Stand.
- [120] Tiefbauamt, Kanton Thurgau, *Langsamverkehrskonzept Thurgau*, 2017.
- [121] Bundesamt für Strassen (ASTRA), *Handbuch Wanderwegnetzplanung*, 2014.
- [122] Bundesamt für Umwelt (BAFU), *Schweizer Schutzgebiete: Markierungshandbuch*, 2016.
- [123] Kanton Zürich, „GIS-ZH (Richtplan),“ 2021. [Online]. Available: <https://maps.zh.ch/>. [Zugriff am November 2021].

## Literaturverzeichnis

- [124] Holinger AG, „Revitalisierungsplanung Kanton Zürich,“ 2015.
- [125] C. Marti, Interviewee, *Orientierungssitzung Konzept Thur+ AWEL Kanton Zürich*. [Interview]. 06 Dezember 2021.
- [126] Kanton Thurgau, „Kanton Thurgau,“ 2021. [Online]. Available: <https://thur.tg.ch/die-thur/aktuelle-lage.html/10586>. [Zugriff am Dezember 2021].
- [127] Kanton St. Gallen, „Geoportal (Gewässer, Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekte),“ 2021. [Online]. Available: <https://www.geoportal.ch/ktsg/map/991?y=2727072.00&x=1233571.74&scale=100000&rotation=0>. [Zugriff am November 2021].
- [128] Arbeitsgruppe Thur, „Tätigkeitsbericht 2011,“ 2011. [Online]. Available: <http://docplayer.org/80697754-Kantone-appenzell-i-rh-appenzell-a-rh-st-gallen-thurgau-und-zuerich-bundesamt-fuer-umwelt-bafu-taetigkeitsbericht-2011-der-arbeitsgruppe-thur.html>. [Zugriff am Dezember 2021].
- [129] Amt für Raumentwicklung und Geoinformation, Kanton St. Gallen, *Telefonische Auskunft bez. Gewässerraum*, 2021.
- [130] Kanton Thurgau, „Gesetz über den Wasserbau und den Schutz vor gravitativen Naturgefahren (RB 721.1, WBSNG),“ Stand 2019.
- [131] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Anforderungen an das Fachgutachten Gewässerraum für grosse Fließgewässer,“ 2021.
- [132] Christian Hunkeler Swisstorms, „Flutwelle Thur Halden (Youtube),“ 1 Juni 2013. [Online]. Available: <http://www.youtube.com/watch?v=NtC9e5okcCM>. [Zugriff am 30 Juli 2021].
- [133] G. R. B. Diana Lange, „Mitteilung 188, Schwemmholz, Probleme und Lösungsansätze,“ Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH, Zürich, 2006.

- [134] CSD Ingenieure AG, „Beurteilung der Hochwasserschutzdämme, Grundlagenbericht,“ 2016.
- [135] Kanton Thurgau, „ThurGIS (Gefahrenkarte Rutschungen),“ 2021. [Online]. Available: <https://map.geo.tg.ch/apps/mf-geoadmin3/mobile.html?lang=de&topic=ech>. [Zugriff am Dezember 2021].
- [136] Schweizerische Eidgenossenschaft, *Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV, 814.011)*, Stand 2016.
- [137] Bundesamt für Umwelt (BAFU), „Wirkungskontrolle Revitalisierung, Gemeinsam lernen für die Zukunft,“ Schweizerische Eidgenossenschaft, 2021.
- [138] Amt für Raumentwicklung, Kanton Thurgau, „Fruchtfolgeflächen in der raumplanerischen Interessensabwägung,“ 2019.
- [139] Amt für Umwelt (AfU), Kanton Thurgau, „Herleitungsbericht, Interessenabwägung zum Gewässerraum Bauprojekt 2014, Weinfeldern Bürglen,“ 2021.
- [140] G. Christian, „Verfahren mit kontinuierlichem Fliessfeld,“ 2009.
- [141] C. Gmünder, *PEST-Analyse und Grundwassermodell*, Zürich, 2011.

# Bildverzeichnis

Abbildung 1: Herangehensweise des Konzepts Thur+; In einem ersten Schritt wurden die Handlungs- und Wirkungsfelder definiert, um diese in weiteren Schritten zu verfeinern. [5] .....	19
Abbildung 2: Iterative Ausarbeitung des Konzepts Thur+; von der Ausgangslage resultiert Lösungsfindung für das Konzept Thur+ [5].....	20
Abbildung 3: Schematischer Kreislauf des adaptiven Managements [5].....	21
Abbildung 4: Thurtal mit der Thur, welches den Kanton Thurgau entscheidend prägt [5] .....	28
Abbildung 5: Die unverbaute Thur bei Niederbüren um 1920 [14] .....	29
Abbildung 6: Typisches, schematisches Profil des Flussbaus zur Zeit der 1. Thurkorrektur [16] .....	30
Abbildung 7: Die zusammen mit den Massnahmen für den Hochwasserschutz bereits revitalisierte Thur im Abschnitt Schafftäuli zwischen Frauenfeld und Niederneunforn im Jahr 2016 [5] .....	32
Abbildung 8: Etappierung und Konzeptbereich des «Konzept 2002» [19] ....	34
Abbildung 9: Überflutung durch die Thur in Uesslingen-Buch am 1. August 1978 [23] .....	39
Abbildung 10: Schutzzielmatrix des Kantons Thurgau gemäss Richtplanung [10].....	45
Abbildung 11: Aktuelle Dammstrecken an der Thur [5].....	46
Abbildung 12: Freibord der Dämme bei HQ <sub>100</sub> im Istzustand (Resultat einer 2D-Simulation, Abfluss HQ <sub>100</sub> vgl. Tabelle 5) [34] .....	47
Abbildung 13: Bemessungsganglinien HQ <sub>100</sub> , EHQ (alt), EHQ (neu) und Überlastfall in Halden [34] .....	49
Abbildung 14: Gemessene Sohlenveränderungen in der Periode 1975–2011 [34] .....	51
Abbildung 15: «Gemessene» Frachten in der Periode 1975 bis 2011, 1975 bis 1987 mit Kiesentnahmen, nach 1987 wurden die Kiesentnahmen eingestellt [34] .....	51
Abbildung 16: Angenommene Sohlen- und Gerinnebreiten, inkl. Verengungen bei den Wehren Grüneck und Weinfeldern [34].....	53
Abbildung 17: Projektsohle und gemessene Sohlenlagen 1926 sowie 2011 [34] .....	54
Abbildung 18: Unterschied zwischen der Projektsohle und der Sohlenlage 2011 (rote Linie). Überprüfung der Stabilität der Projektsohle (blaue Linie) mit einer Simulation über 37 Jahre (Abflussperiode 1975 – 2011). Die Sohleneintiefung flussabwärts vom Wehr Grüneck ist eine Folge der Aufgabe der Rampen und muss in der weiteren Planung noch genauer abgeklärt werden (siehe auch Kapitel 16.3). [34].....	55
Abbildung 19: Geschiebefrachten im Ist- und im Projektzustand. Simulation über 37 Jahre (Abflussperiode 1975 – 2011) [34] .....	55
Abbildung 20: Höhenkurven des mittleren Grundwasserstandes (21. September 2017) [39].....	59
Abbildung 21: Mächtigkeit des Grundwasserleiters bei Mittelwasserstand [39] .....	60

Abbildung 22: Flurabstand des Grundwassers bei Mittelwasserstand [39]	60
Abbildung 23: Infiltration (rot) und Exfiltration (blau) der Thur bei Niederwasser und Grundwasser-Niedrigstand in $\text{m}^3/\text{m}'$ und Tag [39].....	61
Abbildung 24: Infiltration (blau) und Exfiltration (rot) der Thur bei Hochwasser in $\text{m}^3/\text{m}'$ und Tag [39].....	61
Abbildung 25: Infiltration (blau) und Exfiltration (rot) der Thur nach dem Hochwasserdurchgang in $\text{m}^3/\text{m}'$ und Tag [39].....	61
Abbildung 26: Entwicklung der Grundwasserstände seit dem Jahr 2011 [39] .....	62
Abbildung 27: Übersicht bestehende Schwellen (rot) in der Thur [5].....	66
Abbildung 28: Übersichtpläne der sechs Auengebiete von nationaler Bedeutung [44] .....	68
Abbildung 29: Übersichtsplan der Vernetzungskorridore im Kanton Thurgau [54]. Rote Pfeile zeigen den Thurraum und seine übergeordnete Vernetzungswirkung an (Knotenpunkte). Die Art der Vernetzungskorridore (Farbgebung) bezieht sich auf die beitragsberechtigten BFF-Typen .....	75
Abbildung 30: Schema des behördenverbindlichen Raumbedarfs, als Summe der Teilbereiche des Thursystems (Phase 1) [74].....	82
Abbildung 31: Schema des grundeigentümergebindlichen Gewässerraums der bis Ende 2026 festgelegt wird (Phase 2) [74] .....	83
Abbildung 32: Schema des Endzustands (>20 Jahre) des grundeigentümergebindlichen Gewässerraums für die Thur, mit geschützten Bereichen im Thurvorland [74] .....	84
Abbildung 33: Auswertung der Längenprofil-Breiten aus den historischen Karten geglättet und in Abschnitte unterteilt [75] .....	86
Abbildung 34: Sulzbergerkarte 1834–1837 [76] .....	89
Abbildung 35: Voraussichtlicher minimaler behördenverbindlicher Gewässerraum (hellgrün) [5].....	89
Abbildung 36: Bereich Chisgruebe mit voraussichtlichem minimalen grundeigentümergebindlichen Gewässerraum (hellgrün), HQ <sub>100</sub> -See (blau) und FFF (rosa) [5].....	90
Abbildung 37: Bereich Chisgruebe mit voraussichtlichem minimalen grundeigentümergebindlichen Gewässerraum (hellgrün), HQ <sub>100</sub> -See (blau) und FFF (rosa) als Grundlage für den behördenverbindlichen Raumbedarf (dunkelblau) [5] .....	90
Abbildung 38: Bereich Kradolf-Schönenberg mit voraussichtlichem minimalen grundeigentümergebindlichen Gewässerraum (hellgrün), HQ <sub>100</sub> - See (blau) und Siedlungszonen (braun) [5].....	90
Abbildung 39: Bereich Kradolf-Schönenberg mit voraussichtlichem minimalen grundeigentümergebindlichen Gewässerraum (hellgrün), HQ <sub>100</sub> - See (blau) und Siedlungszonen (braun) als Grundlage für den behördenverbindlichen Raumbedarf (dunkelblau) [5].....	90
Abbildung 40: Aktuelle Karte mit von der Thur beeinflussten Gebieten zwischen Kradolf-Schönenberg und Bürglen (rot umkreist) [77] [5].....	91

## Bildverzeichnis

Abbildung 41: Von der Thur beeinflusste Gebiete zwischen Kradolfschönenberg und Bürglen (rot umkreist) mit voraussichtlichem minimalen grundeigentümerverbindlichen Gewässerraum (hellgrün), HQ <sub>100</sub> -See (blau), FFF (rosa), Siedlungszonen (braun) als Grundlage für den behördenverbindlichen Raumbedarf (dunkelblau) [5] .....	91
Abbildung 42: Aktuelle Dammstrecken der Thur [5].....	94
Abbildung 43: Aufbau der Synopse zur Beurteilung der Dammschadensrisiko. Farbteilungen sind Mischformen (siehe Legende).....	96
Abbildung 44: bestehende Aufweitung Schafftäuli westlich der Altikerbrücke [5].....	98
Abbildung 45: Schema Lösungsansatz der generellen Aufweitung mit der Platzierung eines Teils des Materials im Flussbett auf der Zeitachse Projektzustand – Sollzustand (Die Interventionslinie ist nicht zwingend am Dammfuss anzuordnen). [5].....	100
Abbildung 46: Bauarbeiten Etappe 2 für die Thurauen im Kanton Zürich [10]	101
Abbildung 47: Visualisierung des Umgangs mit der eigendynamischen Aufweitung und Erosionsschutzmassnahmen [5] .....	102
Abbildung 48: Entscheidungsdispositiv zur Auslösung von Erosionsschutzmassnahmen an der Thur [5].....	103
Abbildung 49: Fortschreitende sekundäre Seitenerosion im Gebiet Schafftäuli (2012). Diese sekundäre Seitenerosion ist die Folge der Aufweitung des Flussbetts –nicht der Entfernung der Ufersicherungen – was zu einer stark strukturierten Sohlenform führte, welche wiederum eine natürliche Querströmung bewirkte. [5] .....	104
Abbildung 50: Aufweitung Schafftäuli im Jahre 2013. Gut sichtbar sind die Strukturen (Bänke und Fliesswege) im unteren und im oberen Bereich der Aufweitung. Fliessrichtung von rechts nach links. ....	106
Abbildung 51: Aufweitungen Schafftäuli Jahre 2018. Im unteren Bereich der Aufweitung ist eine Verlagerung des Strömungsangriffs flussabwärts festzustellen. Im oberen Abschnitt ist die Bank komplett eingewachsen. .	106
Abbildung 52: Entwicklung der Aufweitungen Biberäuli bis ins Jahre 2018. Die max. aktuelle Sohlenbreite beträgt ca. 125 m. Das rechte Ufer ist mit Buhnen stabilisiert. Fliessrichtung von links nach rechts. ....	106
Abbildung 53: Karte von Breitingen 1811, die Sohlenbreiten betragen zwischen 100 m und 140 m (Abbildung 33) Fliessrichtung von rechts nach links.....	106
Abbildung 54: Möglicher Sollzustand am Beispiel des Flussbettes von 1830: In Abschnitt A würde die ausufernde Dynamik an der Interventionslinien (blaue Linie) mittels harten Massnahmen gestoppt werden. In Abschnitt B bewegt sich der Flusslauf innerhalb der Interventionslinien. Bereits im Rahmen der kommenden Projekte bleiben zum Schutz von bestehenden Infrastrukturanlagen harte Uferverbauungen bestehen (schwarze Linien). Diese Abbildung dient als Beispiel und impliziert keine Interventionslinien [5].....	107
Abbildung 55: Materialflüsse bei der generellen Aufweitung des Flussbetts [5].....	108

Abbildung 56: Überblick über das Auengebiet Wyden mit zumeist stark verbauten Uferböschungen, strukturarmem Vorland und wenig dynamischem Hartholzauenwald im Jahr 2013. Der Hochwasserdamm verläuft entlang der Autobahn und etwa im selben Flussabstand weiter durch den Auenwald [98].....	113
Abbildung 57: Modell integrales Risikomanagement [100] .....	117
Abbildung 58: Überflutungsfläche Projektzustand 1.8 x HQ <sub>100</sub> mit Ganglinie gerechnet (km TG 34.0–45.6) [75] .....	120
Abbildung 59: Überflutungsfläche Projektzustand 1.8 x HQ <sub>100</sub> mit Ganglinie gerechnet (km TG 21.0–35.0) [75] .....	120
Abbildung 60: Überflutungsfläche Projektzustand 1.8 x HQ <sub>100</sub> mit Ganglinie gerechnet (km TG 0.0–23.0) [75].....	121
Abbildung 61: Überflutungsfläche Projektzustand HQ <sub>100</sub> stationärer Abfluss (km TG 34.0–45.6) [75].....	123
Abbildung 62: Überflutungsfläche Projektzustand HQ <sub>100</sub> stationärer Abfluss (km TG 21.0–35.0) [75].....	123
Abbildung 63: Überflutungsfläche Projektzustand HQ <sub>100</sub> stationärer Abfluss (km TG 0.0–23.0) [75] .....	124
Abbildung 64: Auswirkungen einer langen Verbreiterung resp. einer kurzen Verengung, einer grösseren resp. reduzierten Geschiebezufuhr sowie von unterschiedlichen Annahmen bezüglich des Korndurchmesser des Sohlenmaterials auf die Sohlenlagen der Thur [75] .....	125
Abbildung 65: Auswirkungen einer Verbreiterung resp. einer Verengung, einer grösseren resp. reduzierten Geschiebezufuhr sowie von unterschiedlichen Annahmen bezüglich des Korndurchmesser des Sohlenmaterials auf die Geschiebefrachten der Thur [75].....	125
Abbildung 66: Differenz der mittleren Sohle zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [39] ....	127
Abbildung 67: Differenz des Thurwasserspiegels zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand für drei Thurabflüsse im Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [39] .....	127
Abbildung 68: Geologischer Profilschnitt auf Höhe Auholz bei Sulgen [102] .....	128
Abbildung 69: Thur Kilometrierung (km TG) [39].....	128
Abbildung 70: Differenz [m] zwischen dem prognostizierten maximalen Grundwasserspiegel für den Sollzustand und den Bezugszustand im Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [39].....	129
Abbildung 71: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Mittelwasser zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [39].....	130
Abbildung 72: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Niederwasser zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Bürglen–Kradolf–Schönenberg [39].....	130
Abbildung 73: Differenz der mittleren Sohle zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Pfyn–Weinfeldern [39].....	132
Abbildung 74: Differenz des Thurwasserspiegels zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand für drei Thurabflüsse im Abschnitt Pfyn–Weinfeldern [39].....	132



## Bildverzeichnis

Abbildung 75: Thur Kilometrierung (km TG) im Abschnitt Pfyn–Weinfeld [39] .....	133
Abbildung 76: Vergleich der Ganglinien des Grundwasserspiegels bei der Messstelle Märstetten für den Sollzustand (rote Linie) und den Bezugszustand (grüne Linie). Blaue Symbole stellen Messwerte dar [39]	134
Abbildung 77: Differenz [m] zwischen dem prognostizierten maximalen Grundwasserspiegel für den Sollzustand und den Bezugszustand im Abschnitt Pfyn–Weinfeld [39] .....	135
Abbildung 78: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Mittelwasser zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Pfyn–Weinfeld [39] .....	135
Abbildung 79: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Niederwasser zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Pfyn–Weinfeld [39] .....	136
Abbildung 80: Prognostizierter Flurabstand bei maximalem Wasserstand im Sollzustand im Abschnitt Pfyn–Weinfeld [39].....	136
Abbildung 81: Prognostizierter Flurabstand bei Mittelwasser im Sollzustand im Abschnitt Pfyn–Weinfeld [39] .....	137
Abbildung 82: Differenz der mittleren Sohle zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39].....	138
Abbildung 83: Differenz des Thurwasserspiegels zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand für drei Thurabflüsse im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39].....	139
Abbildung 84: Thur Kilometrierung (km TG) [39] .....	139
Abbildung 85: Vergleich der Ganglinien des Grundwasserspiegels bei der Messstelle A2 Frauenfelder Allmend für den Sollzustand (rote Linie) und den Bezugszustand (grüne Linie). Blaue Symbole stellen Messwerte dar.	140
Abbildung 86: Differenz [m] zwischen dem prognostizierten maximalen Grundwasserspiegel für den Sollzustand und den Bezugszustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39] .....	141
Abbildung 87: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Mittelwasserstand zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39] .....	141
Abbildung 88: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Niederwasserstand zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39] .....	142
Abbildung 89: Prognostizierter Flurabstand bei Hochwasser im Sollzustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39] .....	142
Abbildung 90: Prognostizierter Flurabstand bei Mittelwasser im Sollzustand im Abschnitt Frauenfeld–Pfyn [39].....	143
Abbildung 91: Differenz der mittleren Sohle zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Niederneunforn–Frauenfeld [39] .....	144
Abbildung 92: Differenz des Thurwasserspiegels zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand für drei Thurabflüsse im Abschnitt Niederneunforn–Frauenfeld [39] .....	145
Abbildung 93: Thur Kilometrierung (km TG) [39] .....	145

Abbildung 94: Differenz [m] zwischen dem prognostizierten maximalen Grundwasserspiegel für den Sollzustand und den Bezugszustand im Abschnitt Niederneunforn–Frauenfeld [39]	146
Abbildung 95: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Mittelwasserstand zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Niederneunforn–Frauenfeld [39]	147
Abbildung 96: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Mittelwasserstand zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt Niederneunforn–Frauenfeld [39] .....	147
Abbildung 97: Bestehende Schutzzonen des Brunnens Schachen [39] ....	152
Abbildung 98: Bezugszustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Schachen hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39] .....	153
Abbildung 99: Sollzustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Schachen hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39] .....	153
Abbildung 100: Bestehende Schutzzonen der Brunnen Gugel [39] .....	154
Abbildung 101: Bezugszustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zu den Brunnen Gugel hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39] ...	155
Abbildung 102: Sollzustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zu den Brunnen Gugel hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39] ...	155
Abbildung 103: Schutzzonen des Brunnen Müllheim [39] .....	156
Abbildung 104: Bezugszustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Müllheim hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39] .....	157
Abbildung 105: Sollzustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Müllheim hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39] .....	157
Abbildung 106: Schutzzone des Brunnens Neuwies Pfy [39] .....	158
Abbildung 107: Bezugszustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Neuwies hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39] .....	159
Abbildung 108: Sollzustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Neuwies hinzuströmenden Grundwassers bei Mittelwasser [39] .....	159
Abbildung 109: Schutzzonen der Brunnen Widen [39] .....	160
Abbildung 110: Bezugszustand Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Widen hinzuströmenden Grundwassers [39] .....	161
Abbildung 111: Sollzustand Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Widen hinzuströmenden Grundwassers [39] .....	161
Abbildung 112: Schutzzonen des Pumpwerks Wuhr mit der angenommenen Lage des Binnenkanals (blaue Linie) und der unveränderten Thurachse (violett) sowie einer möglichen Thurachse entlang der südlichen Interventionslinie (rosa) [39] .....	162
Abbildung 113: Bezugszustand Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Wuhr hinzuströmenden Grundwassers [39] .....	163
Abbildung 114: Sollzustand Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Wuhr hinzuströmenden Grundwassers [39] .....	163

## Bildverzeichnis

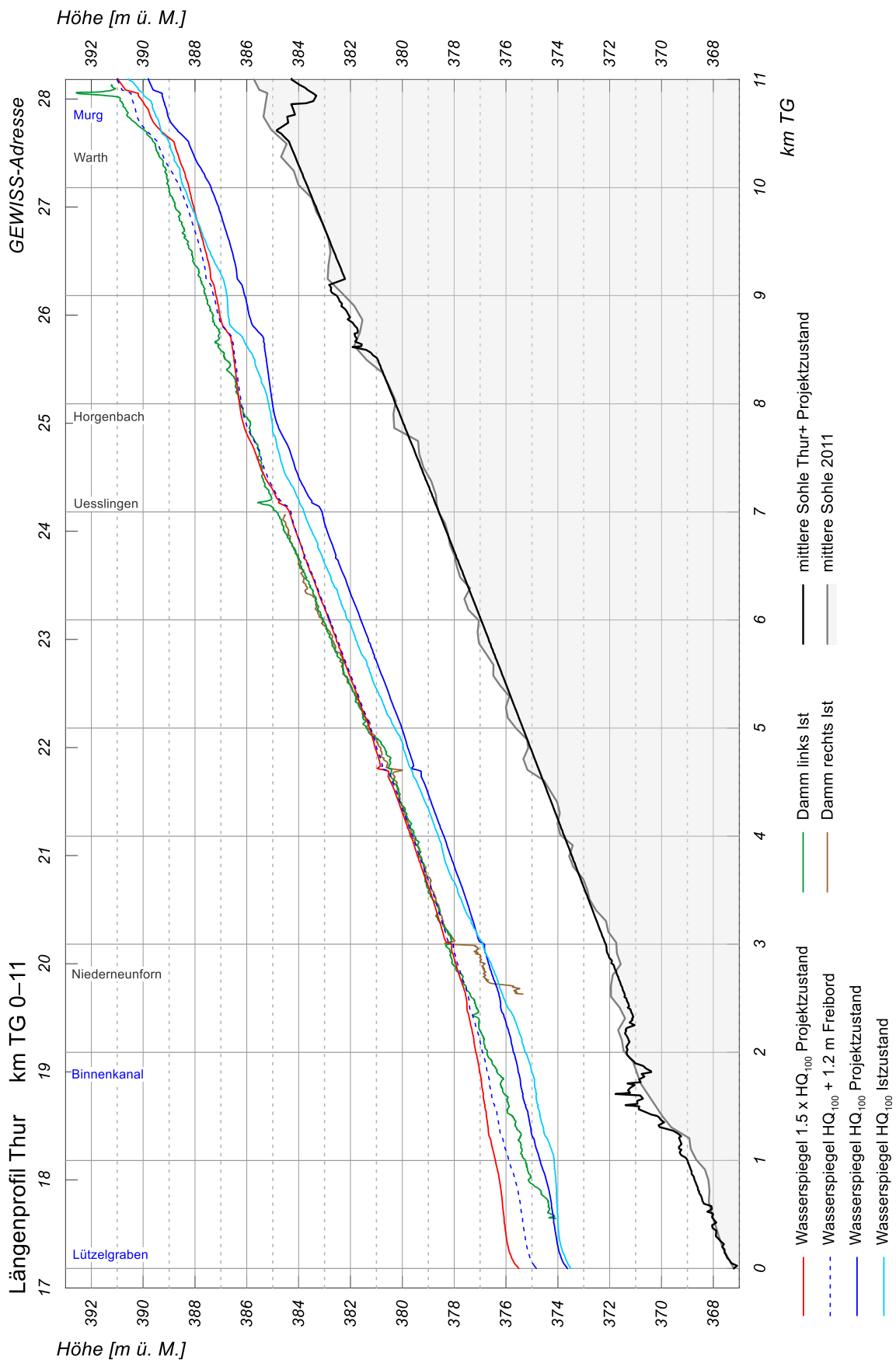
Abbildung 115: Schutzzonen des Pumpwerks Foren mit der möglichen Lage des Binnenkanals (blaue Linie) und der unveränderten Thurachse (violett) sowie der Thurachse entlang der möglichen südlichen Interventionslinie (rosa). Das Pumpwerk befindet sich teils im Auenschutzgebiet von nationaler Bedeutung, daher sind der Binnenkanal und die Interventionslinie nicht definiert. Für die Modellrechnung wurde eine Mögliche Linienführung angenommen [39].....	164
Abbildung 116: Bezugszustand Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Foren hinzuströmenden Grundwassers [39].....	166
Abbildung 117: Sollzustand Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Foren hinzuströmenden Grundwassers [39].....	166
Abbildung 118: Schutzzonen des Pumpwerks Feldi [39].....	167
Abbildung 119: Bezugszustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Feldi hinzuströmenden Grundwassers [39].....	168
Abbildung 120: Sollzustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Feldi hinzuströmenden Grundwassers [39].....	168
Abbildung 121: Bezugszustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Inseli hinzuströmenden Grundwassers [39].....	170
Abbildung 122: Sollzustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Inseli hinzuströmenden Grundwassers [39].....	170
Abbildung 123: Bezugszustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Platz Uesslingen hinzuströmenden Grundwassers [39].....	171
Abbildung 124: Sollzustand, Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Platz Uesslingen hinzuströmenden Grundwassers [39].....	171
Abbildung 125: Karte der Waldfunktionen [109].....	177
Abbildung 126: Auenwald an der Thurmündung, Kanton Zürich [5].....	178
Abbildung 127: Schematischer Querschnitt durch eine Aue [111].....	181
Abbildung 128: Abschnitte im Thurlauf die durch Kraftwerke und Wehranlagen beeinflusst werden (orange) und unbeeinflusste Abschnitte (blau) [5].....	185
Abbildung 129: Übersicht über die bestehenden Querhindernisse [5].....	187
Abbildung 130: Übersicht bestehende Bauten entlang der Thur [5].....	189
Abbildung 131: Übersicht und Ausbaugrösse der bestehenden Abwasserreinigungsanlagen, welche die Thur als Vorfluter nutzen [5]...	190
Abbildung 132: Übersicht der Grundwasserfassungen für die Trinkwasserversorgung entlang der Thur [5].....	190
Abbildung 133: Uferweg.....	193
Abbildung 134: Kind am Flussufer.....	194
Abbildung 135: Umweltbildung.....	194
Abbildung 136: Übersichtsplan der drei Hauptetappen [5].....	200
Abbildung 137: Schwemmholzteppich nach dem Ereignis vom 10. September 2011 beim KW Thurfeld [132].....	206
Abbildung 138: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Rutschungen Kanton Thurgau bei Halden mit geringer Gefährdung (gelb), mittlerer Gefährdung (blau), erheblicher Gefährdung (rot) [135].....	209
Abbildung 139: Vorgegebene, wählbare und empfohlene Indikatoren-Sets in Abhängigkeit der Projektgrösse [137].....	218
Abbildung 140: Ebenen – Interessensabwägung [5].....	220

Abbildung 141: Beurteilung in der Interessensabwägung [5]	220
Abbildung 142: Beispielhafte Interessensabwägung – gesamt [5]	221
Abbildung 143: Für die Modelle verwendeter Zeitraum (gelb) und Vorlaufzeiten (grau) mit Grundwasserganglinie Märstetten	252
Abbildung 144: Gemessener Thurabfluss in Halden für den Zeitraum 2017–2018 (blau) sowie die Abflussganglinie mit überhöhter Abflussspitze am 23. Januar 2018 (orange)	253
Abbildung 145: Veränderung des Leakagewerts infolge der Mittelgerinneaufweitung bei Niederneunforn in den Jahren 2001 und 2002	254
Abbildung 146: Im Modell vorgegebene Thurachsen in heutiger Lage, bei Verschiebung an die rechtsseitige Interventionslinie (Thur Nord) und an die linksseitige Interventionslinie (Thur Süd) [39]	259
Abbildung 147: Im Modell vorgegebene Thurachsen in heutiger Lage, bei Verschiebung an die rechtsseitige Interventionslinie (Thur Nord) und an die linksseitige Interventionslinie (Thur Süd) [39]	259
Abbildung 148: Einfluss einer Verschiebung des Thurhauptgerinnes an die nördliche Interventionslinie, östlich Frauenfeld [39]	260
Abbildung 149: Einfluss einer Verschiebung des Thurhauptgerinnes an die nördliche Interventionslinie, westlich Frauenfeld [39]	260
Abbildung 150: Einfluss einer Verschiebung des Thurhauptgerinnes an die südliche Interventionslinie, östlich Frauenfeld [39]	261
Abbildung 151: Einfluss einer Verschiebung des Thurhauptgerinnes an die südliche Interventionslinie, westlich Frauenfeld [39]	261
Abbildung 152: Sollzustand mit Thurachse (rosa Linie) an südlicher Interventionslinie: Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Wuhr hinzufließenden Grundwassers [39]	262
Abbildung 153: Sollzustand mit Thurachse (rosa Linie) an südlicher Interventionslinie: Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Foren hinzufließenden Grundwassers [39]	263
Abbildung 154: Einfluss der angenommenen Verdoppelung der Sohlendurchlässigkeit, östlich Frauenfeld [39]	264
Abbildung 155: Einfluss der angenommenen Verdoppelung der Sohlendurchlässigkeit, westlich Frauenfeld [39]	264
Abbildung 156: Lage des Binnenkanals im Grundwassermodell bei der Grundvariante (gestrichelt) und der Fallstudie mit verkürztem Binnenkanal (ausgezogene Linie) [39]	266
Abbildung 157: Differenz [m] zwischen dem prognostizierten maximalen Grundwasserspiegel für den Sollzustand und den Bezugszustand im Abschnitt des aufgehobenen Binnenkanals [39]	266
Abbildung 158: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Niederwasserstand zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt des aufgehobenen Binnenkanals [39]	267
Abbildung 159: Prognostizierter Flurabstand bei Hochwasser im Sollzustand im Abschnitt des aufgehobenen Binnenkanals [39]	267
Abbildung 160: Prognostizierter Flurabstand bei Mittelwasser im Sollzustand im Abschnitt des aufgehobenen Binnenkanals [39]	268

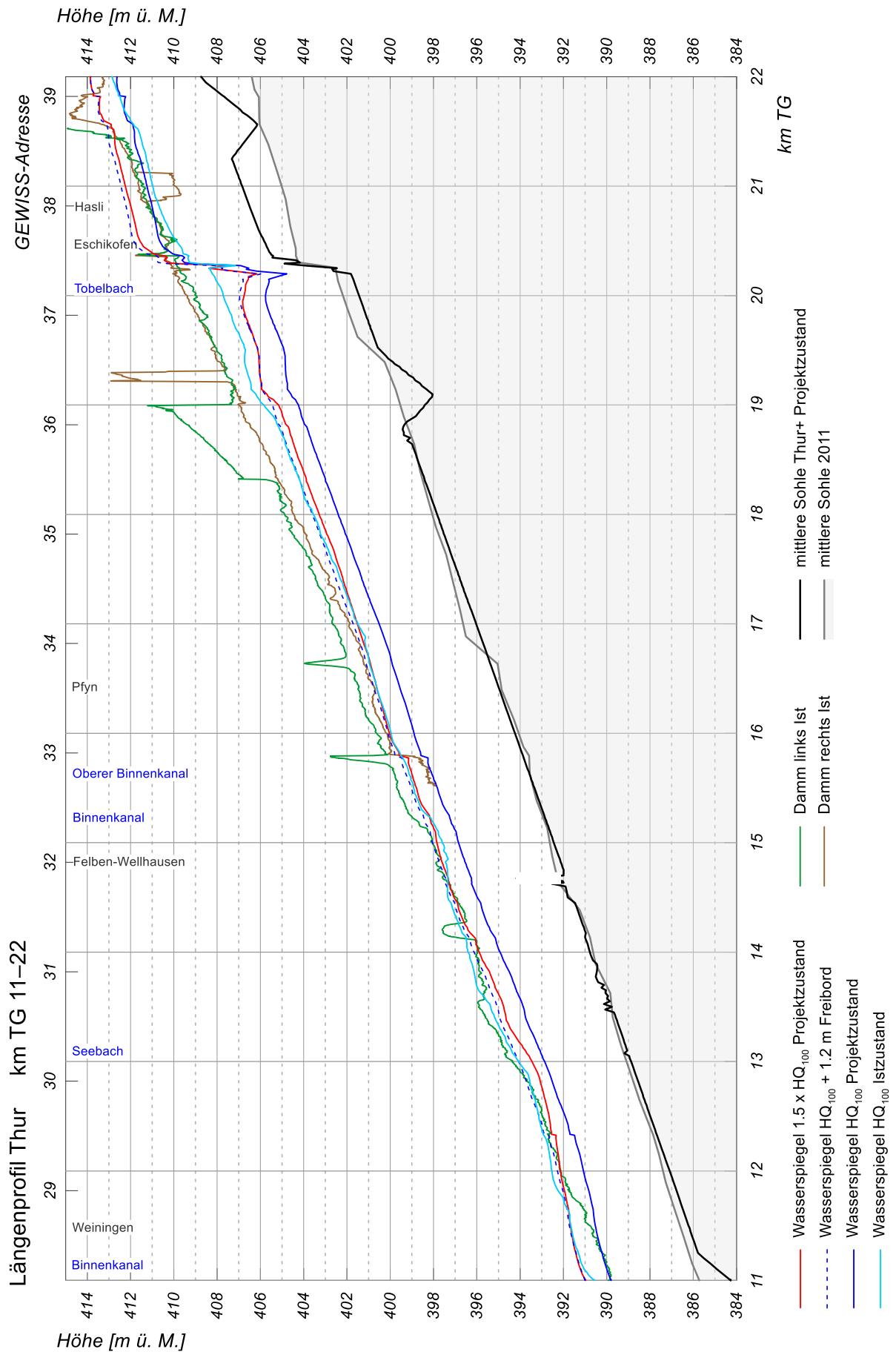
**Anhang**

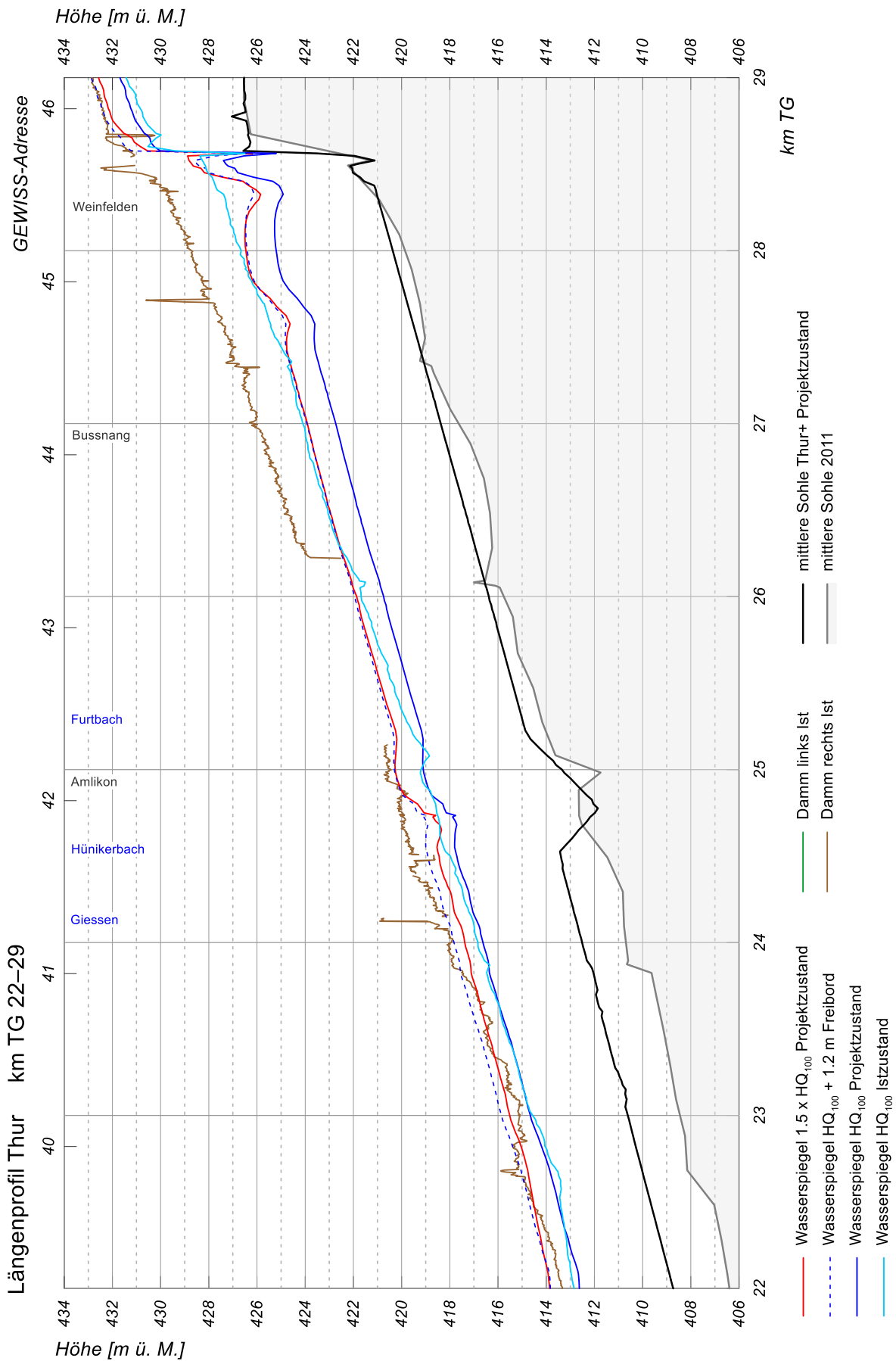
**Anhang**

**A1 Längenprofile Hydraulik**



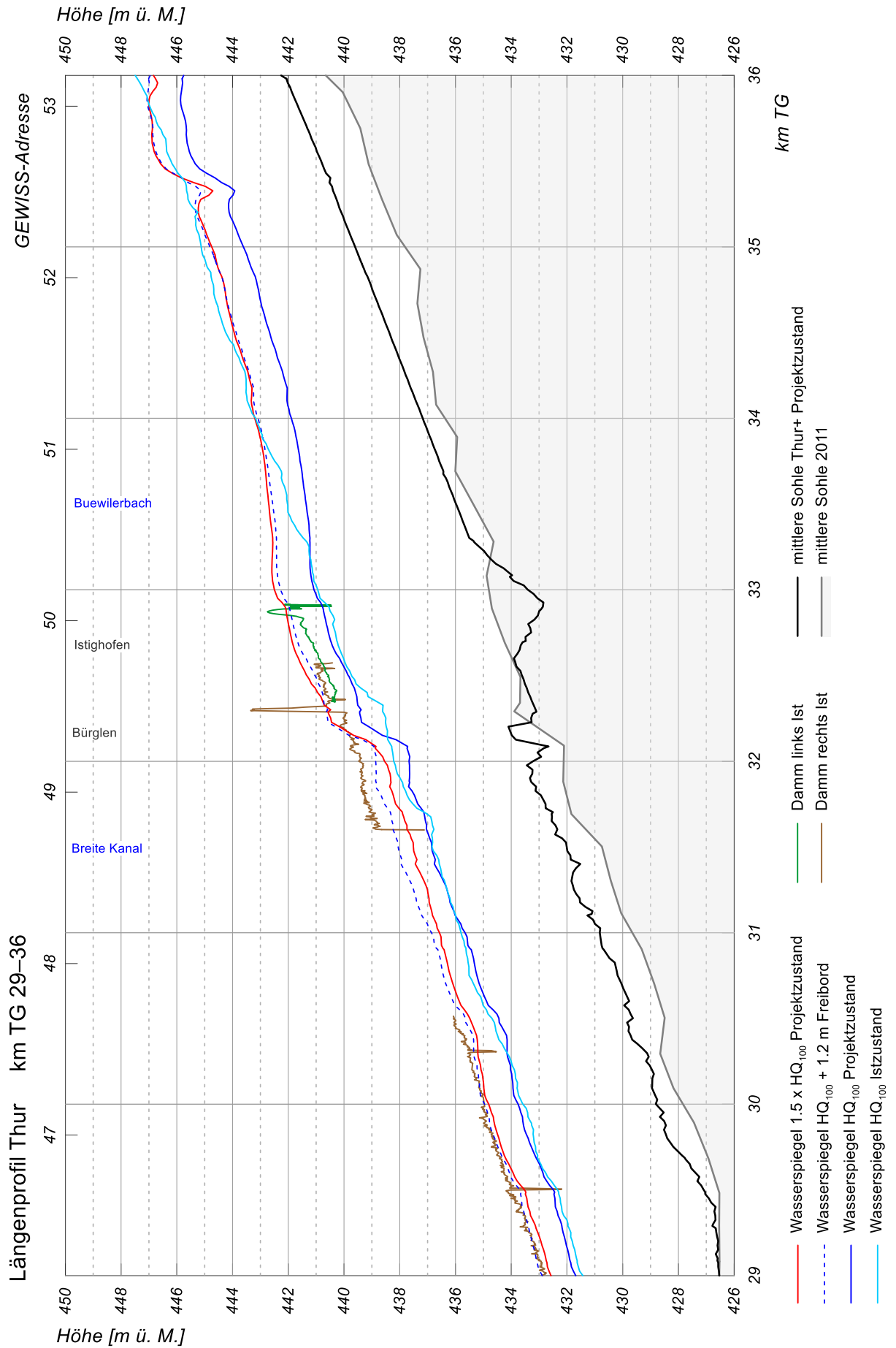
# A1 Längenprofile Hydraulik







# A1 Längenprofile Hydraulik



## A2 Grundwasser

### A2.1 Methodik / Modellannahmen

#### Auswertungsmethode

##### Einfluss auf den Grundwasserstand

**Problemstellung:** Bei einer Veränderung des Grundwasserstandes kann es zu Schäden an unterirdischen Bauten, einer Mobilisierung von Schadstoffen aus Deponien oder zur Verminderung der Bodenfruchtbarkeit kommen. Es muss deshalb abgeklärt werden, ob durch die Realisierung des Konzepts Thur+ die Lage des maximalen beziehungsweise minimalen Grundwasserspiegels verändert wird.

**Verfahren:** Der Einfluss des Konzepts Thur+ auf den Grundwasserstand wird mit Hilfe des regionalen instationären Grundwassermodells aufgezeigt. Dazu werden eine Berechnung des Sollzustandes und eine Berechnung des Bezugzustandes (Istzustand mit realisiertem Bauprojekt 2014 Weinfeld-Bürglen) ausgeführt. Die Differenz zwischen den beiden Berechnungen ergibt die Auswirkungen. Dabei sind die maximalen Grundwasseranstiege bei Hochwasserstand und die maximalen Grundwasserabsenkungen bei Niederwasserstand massgebend.

Für landwirtschaftliches Kulturland ist auch der mittlere Grundwasserstand von Bedeutung. Der Flurabstand (Differenz zwischen Topografie und Grundwasserstand) sollte bei mittlerem Grundwasserstand nicht weniger als ca. 1 m betragen.

**Sollzustand:** Beim betrachteten Sollzustand handelt es sich um einen Modellzustand, welcher auf den Geschiebetransportberechnungen bei einer Sohlenbreite von 100 m und den hydraulischen Berechnungen in einem 80 m breiten Gerinne beruht. Im Grundfall wird zudem angenommen, dass die Mittellinie des Gerinnes an heutiger Stelle bleibt.

##### Einfluss auf die Trinkwassergewinnung

**Problemstellung:** Im Bereich der geplanten Aufweitung befinden sich in thurnähe die Pumpwerke Schachen, Gugel, Müllheim, Au, Neuwies, Widen, Wuhr, Foren, Uesslingen, Inseli und Feldi. Es muss abgeklärt werden, ob deren Einzugsbereiche sich durch die Realisierung des Konzepts Thur+ verändern.

**Anforderungen:** Der Schutz der Trinkwasserbrunnen im Grundwasser wird durch die Ausscheidung der Schutzzonen S1, S2 und S3 und die dazugehörigen Schutzzonenreglemente gewährleistet. Zum Schutz vor pathogenen Keimen ist insbesondere die Schutzzone S2 relevant. Die Gewässer-

## A2.1 Methodik / Modellannahmen

schutzverordnung des Bundes [12] erlangt, dass die Fliesszeit vom äusseren Rand der Schutzzone S2 zum Brunnen mindestens 10 Tage beträgt. Zudem soll in Zuströmrichtung der Abstand zwischen der Schutzzone S1 und dem äusseren Rand der Schutzzone S2 mindestens 100 m betragen.

**Bewertung:** Die thurnahen Brunnen fördern meistens einen Anteil Uferfiltrat und einen Anteil landseitiges Grundwasser. Das Uferfiltrat hat in der Regel eine bessere Qualität als das landseitig anströmende Grundwasser (höherer Sauerstoffgehalt, kleinerer Schadstoffgehalt). Verursacht die Realisierung des Konzepts Thur+ eine Erhöhung des Uferfiltrat-Anteils, so wird dies als positiv gewertet, sofern die minimale Fliesszeit von 10 Tagen nicht unterschritten wird.

**Verfahren:** Die Einzugsbereiche werden mittels Fliessweg-/Fliesszeitberechnungen bestimmt. Es wird ein Verfahren mit kontinuierlichem Fliessfeld und einer Bilanzierung entlang von Fliessbändern eingesetzt [140]. Die Fliessbänder werden ausgehend von ihrem Eintreffen in den Brunnen zurückverfolgt, bis die zum Fliessband hinzukommende Wassermenge der Entnahmemenge im Brunnen entspricht.

**Mittelwasser:** Grundsätzlich müsste in einem instationären Fliessfeld das Fliesswegverfahren jeden Tag neu gestartet werden, um einen Eindruck der Variabilität der Einzugsbereiche über die Zeit zu erhalten. Erfahrungen zeigen jedoch, dass es in den meisten Fällen genügt, die Fliesswege bei einem mittleren Grundwasserstand zu untersuchen. Dies ist insbesondere der Fall, wenn das Verfahren nur dazu verwendet wird, unterschiedliche Zustände miteinander zu vergleichen. Die Einzugsbereiche werden deshalb an einem länger anhaltenden Mittelwasserzustand, wie er im Oktober 2017 auftritt, ermittelt.

**Hochwasser:** Bei einigen Pumpwerken ändert die Fliessrichtung bei Hochwasser wesentlich. Es wurde deshalb eine zweite Fliesswegberechnung durchgeführt, bei der am Thurufer in der Hochwasserspitze Fliesswege gestartet und während 10 Tagen vorwärts verfolgt wurden.

### Modellzeitraum

#### Zeiträume

Bei der Kalibrierung des regionalen Modells zeigte sich, dass sich das Grundwasser im Gebiet von Weinfeldern/Märstetten nie in einem stationären Zustand befindet. Zwischen Bürglen und Bonau ist zudem seit 2011 ein kontinuierlicher Grundwasseranstieg zu beobachten. Die Szenarien müssen deshalb als instationäre Modelle über einen aktuellen Zeitraum ausgeführt werden. Als geeignet erweist sich der Zeitraum vom Januar 2017 – Dezember 2018. Er enthält ein Thurhochwasser und eine lange Trockenwetterphase, welche zu einem Niederwasserstand im Herbst 2018 führt. Im Herbst 2017, vor dem Hochwasser im Januar 2018, gab es zudem eine längere Mittelwasserperiode (Abbildung 143).

### Modellverlauf

Damit sich die Auswirkungen des Konzepts Thur+ bereits zu Beginn der Vergleichsperiode auswirken, wird ein Modellvorlauf von 6 Monaten ausgeführt.

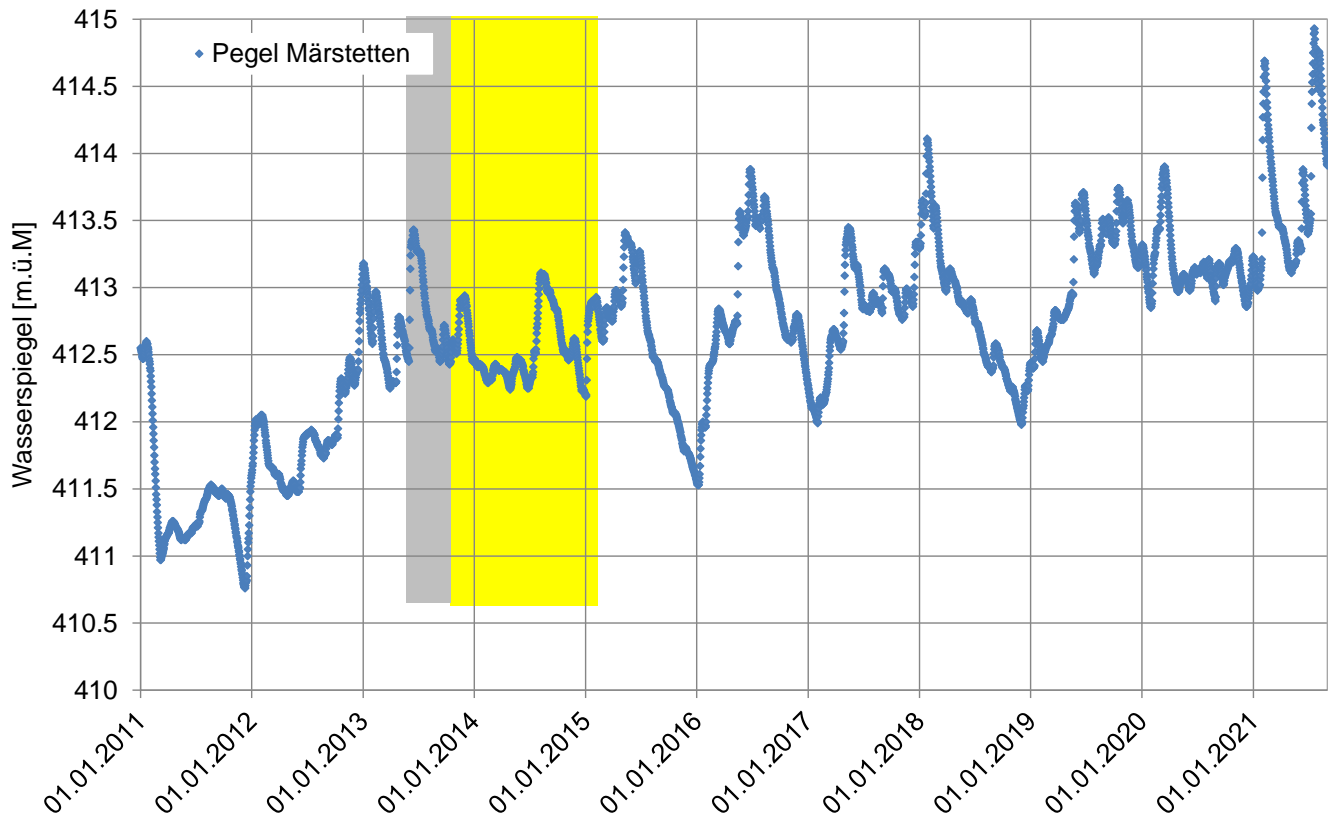


Abbildung 143: Für die Modelle verwendeter Zeitraum (gelb) und Vorlaufzeiten (grau) mit Grundwasserganglinie Märstetten

## A2.1 Methodik / Modellannahmen

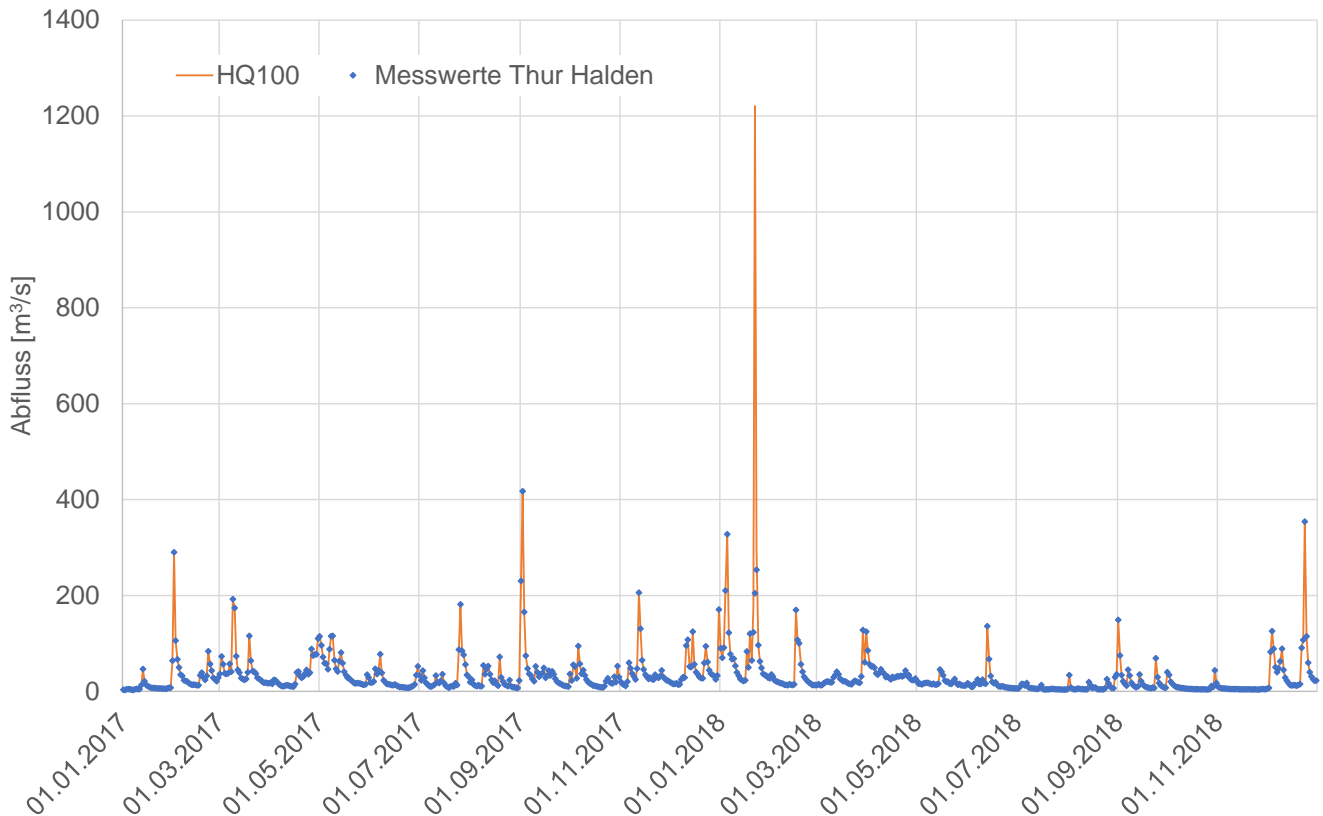


Abbildung 144: Gemessener Thurabfluss in Halden für den Zeitraum 2017–2018 (blau) sowie die Abflussganglinie mit überhöhter Abflussspitze am 23. Januar 2018 (orange)

### Bemessungshochwasser

Das Thurhochwasser vom 23. Januar 2018 wird zu einem Hochwasser mit einer Wiederkehrperiode von 100 Jahren ( $HQ_{100}$ ) überhöht (Abbildung 144). Die Form der Hochwasserganglinie wurde aus den hydraulischen Berechnungen übernommen.

### Annahmen zur zukünftigen Sohldurchlässigkeit

#### Problematik

Für den Austausch zwischen Gewässer und Grundwasser ist die Sohldurchlässigkeit von entscheidender Bedeutung. Im Istzustand wurde die Sohldurchlässigkeit der Thur über die Modellkalibrierung bestimmt. Wird das Flussbett der Thur aufgeweitet, ändert sich jedoch der Charakter der Flusssohle wesentlich. Anstelle des mehr oder weniger gleichmässig durchströmten Querschnitts tritt ein unregelmässig ausgebildetes Gerinne, welches Bereiche mit schneller Durchströmung und Bereiche mit langsamer Durchströmung aufweist. Dadurch wird in Zukunft die Kolmatierung der Sohle weniger ausgeprägt sein als heute. Es wird also erwartet, dass die zukünftige Sohle durchlässiger sein wird als die heutige. Es gibt bis jetzt keine Näherungsformel, um die Zunahme der Sohldurchlässigkeit in einem solchen Fall abzuschätzen. Bei der Prognose muss man sich deshalb auf Erfahrungen aus bereits realisierten Renaturierungen abstützen.

### Anlass

Im Bereich von Niederneunforn wurden in den Jahren 2001 und 2002 bereits Aufweitungen des Mittelgerinnes realisiert. Im Bereich der Aufweitungen befindet sich eine Grundwassermessstelle, welche bereits vor der Aufweitung in Betrieb war. Im Jahr 2011 wurden die gemessenen Pegelschwankungen mit Hilfe des Grundwassermodells und der nichtlinearen Optimierungssoftware PEST analysiert [141].

### Resultate

Im Grundwassermodell wird die Thur mit einem Linienelement berücksichtigt. Die Sohlendurchlässigkeit und die benetzte Fläche werden durch einen Leakagewert abgebildet. Die Analyse zeigte, dass die beobachteten Pegelschwankungen in der Grundwassermessstelle nach der Aufweitung mit einer Vergrößerung des Leakagewerts um den Faktor 1.5–2.0 nachgebildet werden können. Die realisierte Aufweitung bei Niederneunforn ist etwas schmaler als die im Konzept Thur<sup>+</sup> geplante Aufweitung. Für die Prognoserechnungen wird deshalb eine Erhöhung des Leakagewerts um den Faktor 2 vorgenommen (Abbildung 145).

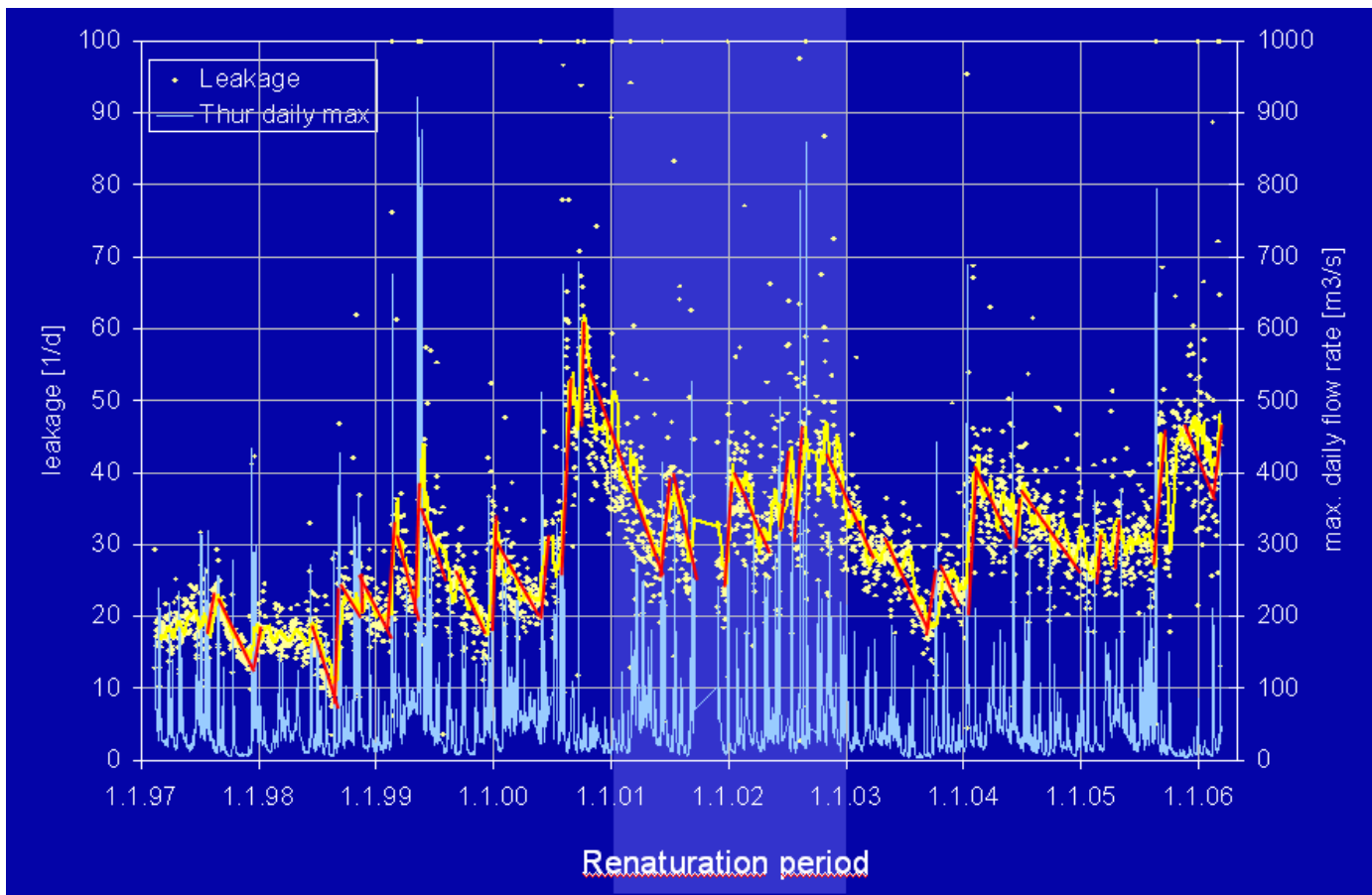


Abbildung 145: Veränderung des Leakagewerts infolge der Mittelgerinneaufweitung bei Niederneunforn in den Jahren 2001 und 2002

## A2.1 Methodik / Modellannahmen

### Modellannahmen

#### Randbedingung entlang der Thur

Chauchy-Randbedingungen: Die Thur wird im Modell durch eine Cauchy-Randbedingung vorgegeben. Dabei werden grundsätzlich zwei Fälle unterschieden:

Perkolative Infiltration: Bei Grundwasserständen unterhalb der Gewässersohle wird eine vom Grundwasserstand unabhängige Infiltration vorgegeben:

$$Q = (HP(t) - H_{Sohle}) \cdot f_{LEAK}(t) \cdot L$$

Direkte Anbindung: Bei Grundwasserständen oberhalb der Gewässersohle wird eine vom Grundwasserstand abhängige Infiltration oder Exfiltration vorgegeben.

$$Q = (HP(t) - H_{GW}(t)) \cdot f_{LEAK}(t) \cdot L$$

Q	zugegebene oder entnommene Wassermenge [m <sup>3</sup> /Tag]
HP	Wasserspiegel [m ü. M.]
H <sub>Sohle</sub>	Gewässersohle [m ü. M.]
HGW	Grundwasserspiegel [m ü. M.]
f <sub>LEAK</sub>	Leakagewert [m/Tag]
L	Länge des zum Knoten zugeordneten Thurabschnitts [m]

Hydraulisches Modell: Die Wasserspiegel der Thur bei einer Aufweitung des Mittelgerinnes wurden in einem hydraulischen Modell der Firma HZP prognostiziert. Dazu wurden folgende Annahmen getroffen:

- Das Gerinne wird auf 80 m verbreitert.
- Das Gerinne weist ein Trapezprofil auf.
- Die heutigen Schwellen werden aufgehoben

Vorgängig zur hydraulischen Berechnung wurde eine Berechnung des Geschiebetransports vorgenommen, aus welcher die Höhenlage der Thursohle resultiert.

Talweg: Die Beobachtungen im Bereich der Aufweitung Niederneunforn zeigen, dass sich nach der Aufweitung ein deutlich strukturierteres Gerinne ausbildet. Die hydraulische Berechnung im Trapezprofil ergibt deshalb bei extremem Niederwasserabfluss zu hohe Wasserstände. Im Rahmen der Untersuchungen zum Abschnitt Weinfeld–Frauenfeld [136] wurde jedoch aufgezeigt, dass die Auswirkung des Fehlers auf die Grundwasserstände gering ist.

Vergleich: Prognose – Nachbildung: Für den Sollzustand ist die sich einstellende Lage des Talweges noch unbekannt. Damit die Prognose des

## A2.1 Methodik / Modellannahmen

Sollzustands und die Nachbildung des Bezugszustands vergleichbar ist, wurde der Talweg sowohl bei der Nachbildung wie bei der Prognose aus der mittleren Sohle abzüglich von 0.3 m berechnet. Die Höhenlage des Talwegs wirkt sich nur in den Thurabschnitten aus, bei denen eine perkolative Infiltration stattfindet.

### Bezugszustand

Leakage Grundwerte: Für die Berechnung wird das im Jahr 2021 nachkalibrierte Modell eingesetzt. Die Leakage-Grundwerte werden mit den im Gesamtbericht zur Grundwassermodellierung dokumentierten Form- und Kolmationsfunktionen multipliziert. Da der Bezugszustand den Istzustand mit realisiertem Abschnitt Weinfeld-Bürglen darstellt, wurden die Leakagewerte auf diesem Abschnitt gegenüber den nachkalibrierten Werten bereits verdoppelt.

Thursohle und Thurwasserspiegel: Für die Berechnung des Bezugszustandes wurde die Gewässersohle eingesetzt, die auch bei der hydraulischen Berechnung des Bezugszustandes durch HZP verwendet wurde. Der Wasserspiegel entlang der Thur wird anhand der aus der hydraulischen Berechnung resultierenden Staukurven berechnet.

### Sollzustand

Für den Sollzustand wurden die Referenzwerte der Leakage wie folgt verändert:

Leakagewerte:

- km TG 0.0–1.5: unveränderte Leakagewerte (bereits aufgeweitet)
- km TG 1.5–11.0: Leakage x 1.5 (bereits teilweise aufgeweitet)
- km TG 11.0–28.6: Verdoppelung der Leakage (Aufweitung geplant)

Thursohle: Für die Berechnung des Sollzustandes wurde die Gewässersohle eingesetzt, die aus der Geschiebetransportberechnung der HZP resultiert. Diese Sohle wurde auch bei der hydraulischen Berechnung des Konzepts Thur<sup>+</sup> durch HZP verwendet.

Thurwasserspiegel: Bei der Berechnung des Thurwasserspiegels als Randbedingung des Grundwassermodells wird für jeden Modellknoten entlang der Thurachse der Wasserspiegel anhand der, aus der hydraulischen Berechnung resultierenden, Staukurven berechnet.

Thurachse: Im Sollzustand wird davon ausgegangen, dass sich der Verlauf der Thurachse nicht verschiebt. Für die Sensitivitätsanalyse werden zusätzlich Berechnungen durchgeführt, bei denen die Thurachse an die südliche beziehungsweise an die nördliche Interventionslinie gelegt werden.

Verschiedene Binnenkanäle: Im Projektperimeter liegen besonders wertvolle Auenwälder hinter den heutigen Dämmen. Das Konzept sieht deshalb



## **A2.1 Methodik / Modellannahmen**

eine Dammverschiebung hinter diese Auenwälder vor. In der Folge müssen stellenweise auch die Binnenkanäle verlegt werden, so dass sie wieder landseitig des Hochwasserdamms angeordnet sind. Im Grundwassermodell werden die Sohle und Wasserspiegel der betroffenen Binnenkanäle senkrecht zur Thurachse von der heutigen auf die projektierte Lage verschoben.

Fördermengen: Jede Fallstudie wurde einmal mit dem konzessionierten Jahreskontingent und einmal mit den aktuellen Fördermengen durchgerechnet. Die Auswirkungen auf die Grundwasserstände wurden mit den aktuellen Fördermengen bestimmt, für die Fliesswegberechnungen wurden die konzessionierten Jahreskontingente verwendet.

# A2.2 Sensitivitätsanalyse

### Vorgehen

Mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse wurde die Robustheit der Modellaussage in Bezug auf die Modellannahmen überprüft. Dabei wurden folgende Parameter variiert:

- Verlauf der Thur entlang der rechtsseitigen Interventionslinie
- Verlauf der Thur entlang der linksseitigen Interventionslinie
- Durchlässigkeit der Thursohle
- Kein Binnenkanal im Abschnitt Murgmündung–Tägelbach

### Auswertung

Es wurde jeweils eine Berechnung mit dem Grundwert des Parameters und eine Berechnung mit variiertem Parameter durchgeführt. Anschliessend wurden die maximal während des Hochwasserdurchgangs erreichten Grundwasserspiegel miteinander verglichen.

### Verlauf der Thur

#### Annahmen

Bei Realisierung des Konzepts Thur<sup>+</sup> muss an jeder Stelle damit gerechnet werden, dass die Thur ihren Verlauf so ändert, dass das Ufer die vorgegebene Interventionslinie erreicht. Es wurde deshalb ein Modell mit einem Thurverlauf entlang der rechtsseitigen und eines mit einem Thurverlauf entlang der linksseitigen Interventionslinie aufgesetzt. Diese Modellannahmen werden sich in Realität zwar nicht über längere Strecken einstellen, da sich Mäander oder verzweigte Gerinne ausbilden werden. Über eine kürzere Strecke sind die Annahmen jedoch realistisch. Abbildung 146 und Abbildung 147 zeigen die im Modell vorgegebenen Lagen der Thurachse.

#### Auswirkungen

Die Auswirkungen einer Verlagerung der Thur innerhalb der Interventionslinien sind in Abbildung 148 bis Abbildung 151 dargestellt. Generell bewirkt eine Verlagerung der Thur eine Erhöhung der Grundwasserstände auf der Seite, in die die Verlagerung erfolgt und eine Absenkung auf der gegenüberliegenden Seite. Die Auswirkungen können lokal sehr gross sein, weisen aber keine grosse Ausdehnung auf.

#### Örtliche Unterschiede

Die grössten Auswirkungen treten im Abschnitt zwischen Weinfeld und Müllheim auf. Eine Verlagerung der Thur an die nördliche Interventionslinie bewirkt einen stärkeren Grundwasseranstieg nördlich der Thur. Zwischen Frauenfeld und Pfyn sind bei einer Verlagerung der Thur lokal ebenfalls grosse Auswirkungen auf den Grundwasserstand zu erwarten. Sie übersteigen sogar die aufgrund der Aufweitung des Flussbetts zu erwartenden Auswirkungen, besitzen aber nur eine lokale Ausdehnung.

## A2.2 Sensitivitätsanalyse

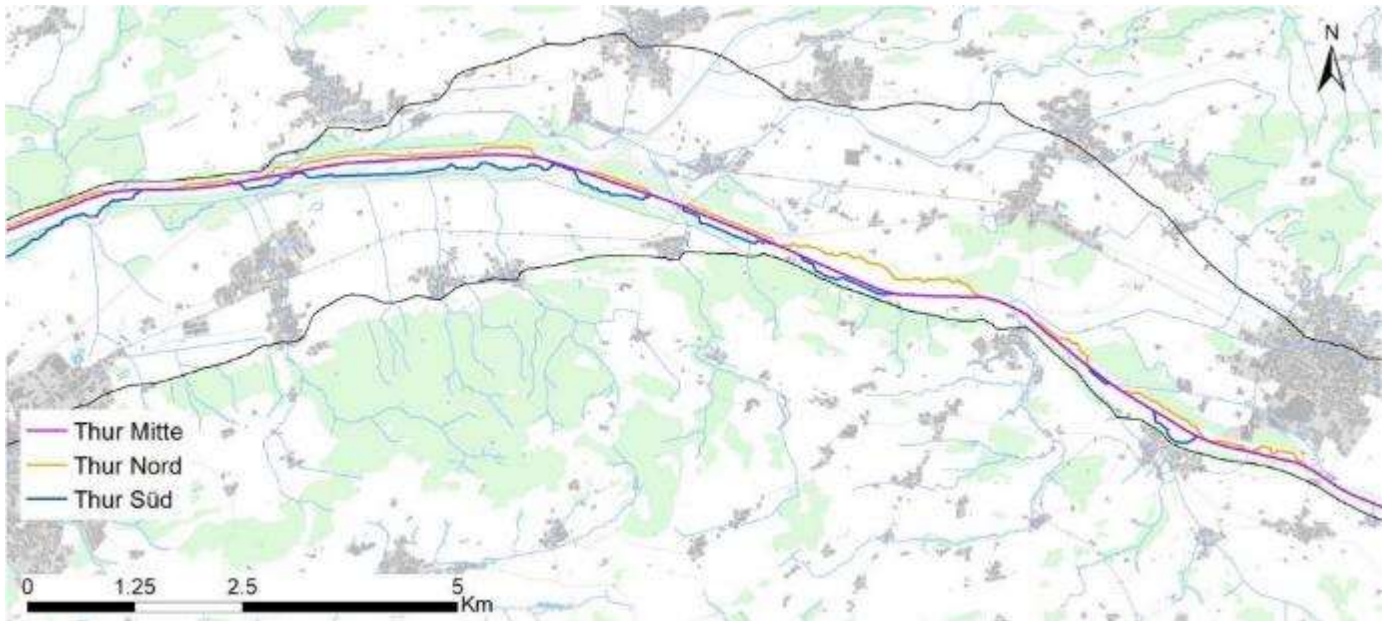


Abbildung 146: Im Modell vorgegebene Thurachsen in heutiger Lage, bei Verschiebung an die rechtsseitige Interventionslinie (Thur Nord) und an die linksseitige Interventionslinie (Thur Süd) [39]

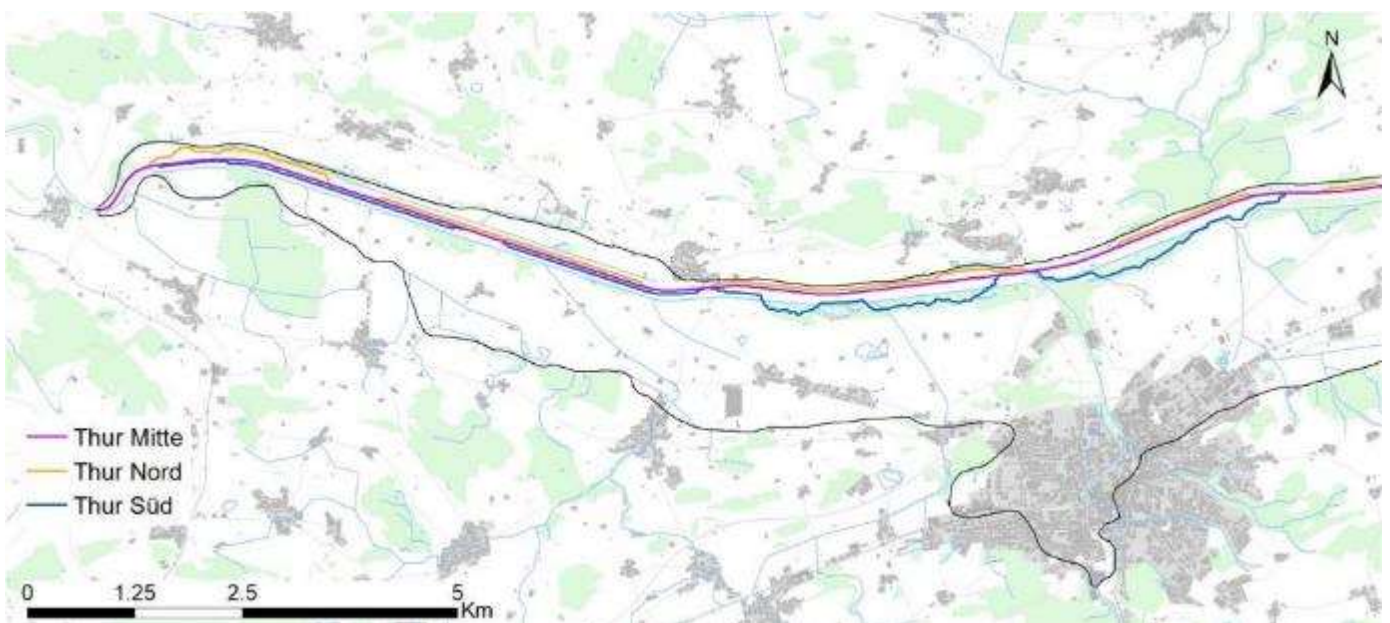


Abbildung 147: Im Modell vorgegebene Thurachsen in heutiger Lage, bei Verschiebung an die rechtsseitige Interventionslinie (Thur Nord) und an die linksseitige Interventionslinie (Thur Süd) [39]

## A2.2 Sensitivitätsanalyse



Abbildung 148: Einfluss einer Verschiebung des Thurhauptgerinnes an die nördliche Interventionslinie, östlich Frauenfeld [39]

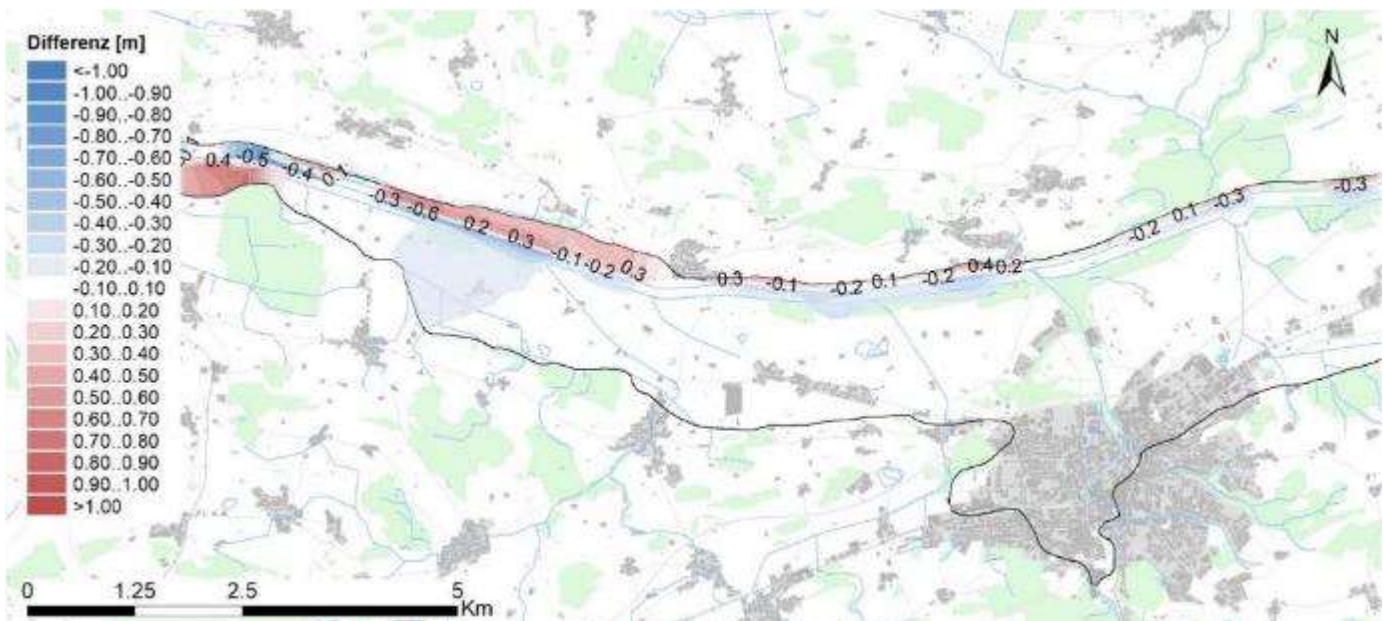


Abbildung 149: Einfluss einer Verschiebung des Thurhauptgerinnes an die nördliche Interventionslinie, westlich Frauenfeld [39]

## A2.2 Sensitivitätsanalyse

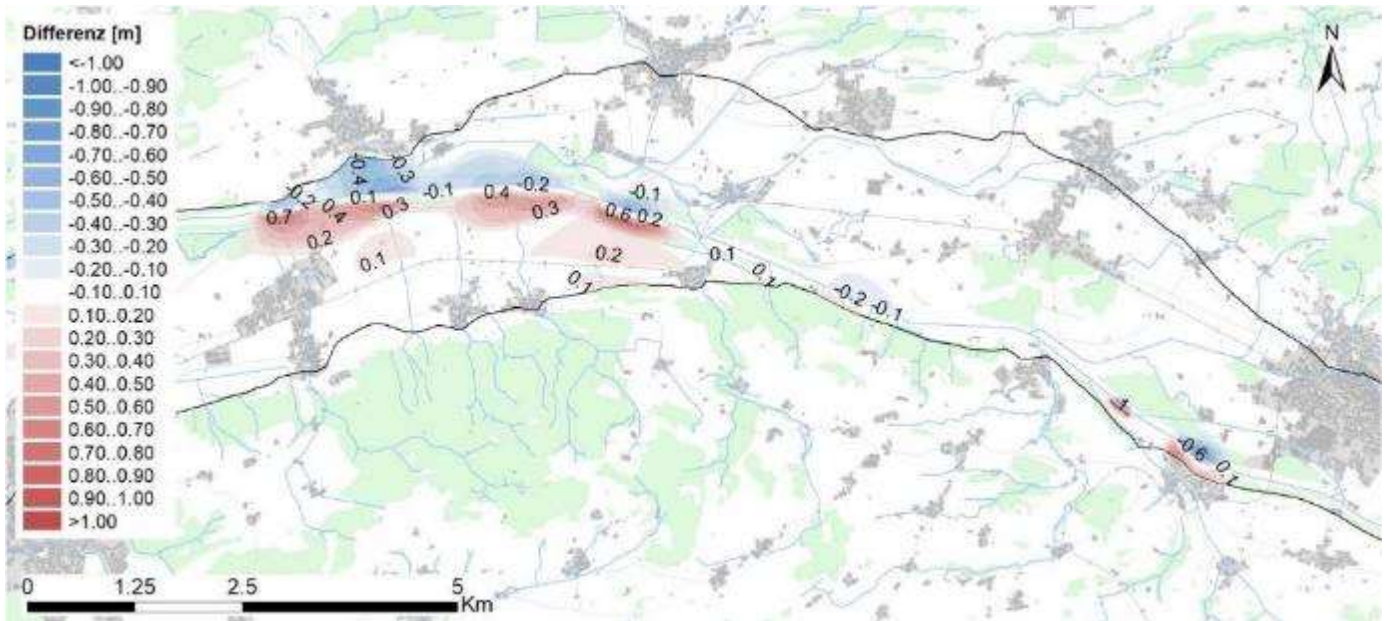


Abbildung 150: Einfluss einer Verschiebung des Thurhauptgerinnes an die südliche Interventionslinie, östlich Frauenfeld [39]

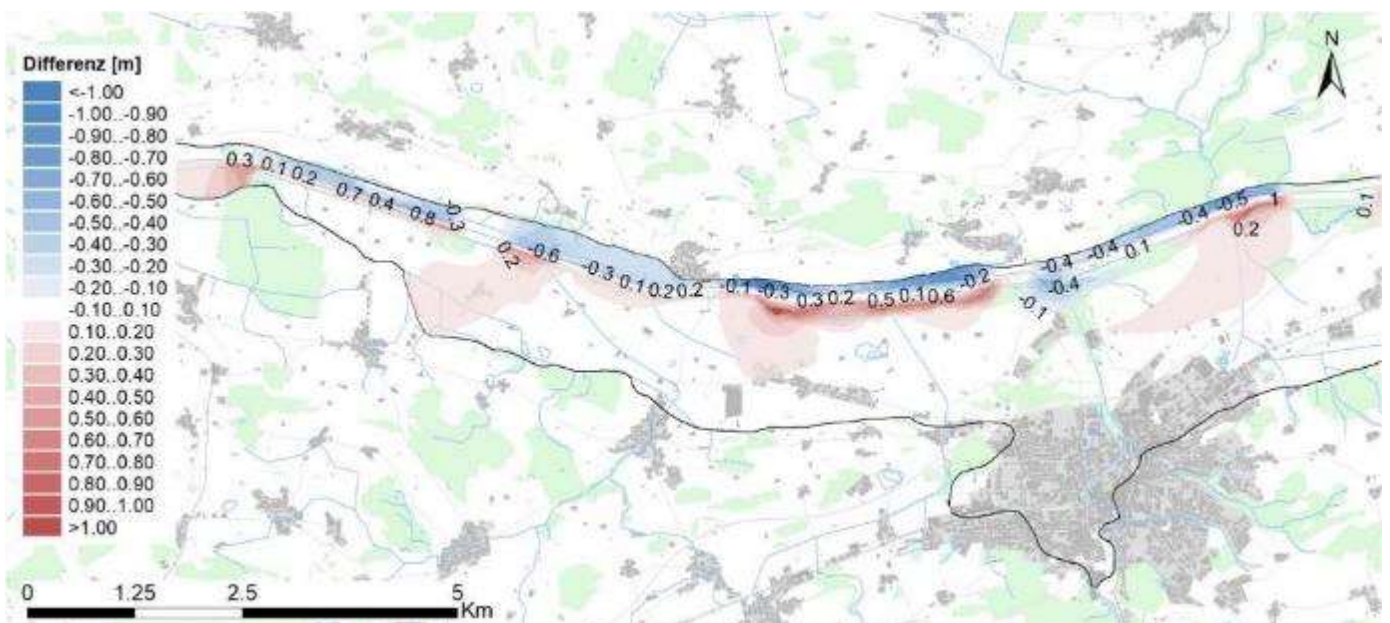


Abbildung 151: Einfluss einer Verschiebung des Thurhauptgerinnes an die südliche Interventionslinie, westlich Frauenfeld [39]

### Pumpwerke

Der Einfluss einer Verlagerung des Thurgerinnes auf die Einzugsbereiche der Trinkwasserbrunnen wurde mit Hilfe von Fliessweg-/Fliesszeitberechnungen bestimmt. In der Abbildung 152 und Abbildung 153 sind die Einzugsgebiete für die Pumpwerke Wuhr und Foren bei einer Verlagerung der Thur an die südliche Interventionslinie dargestellt. Bei diesen beiden Pumpwerken ist der Einfluss der Verlagerung am grössten.

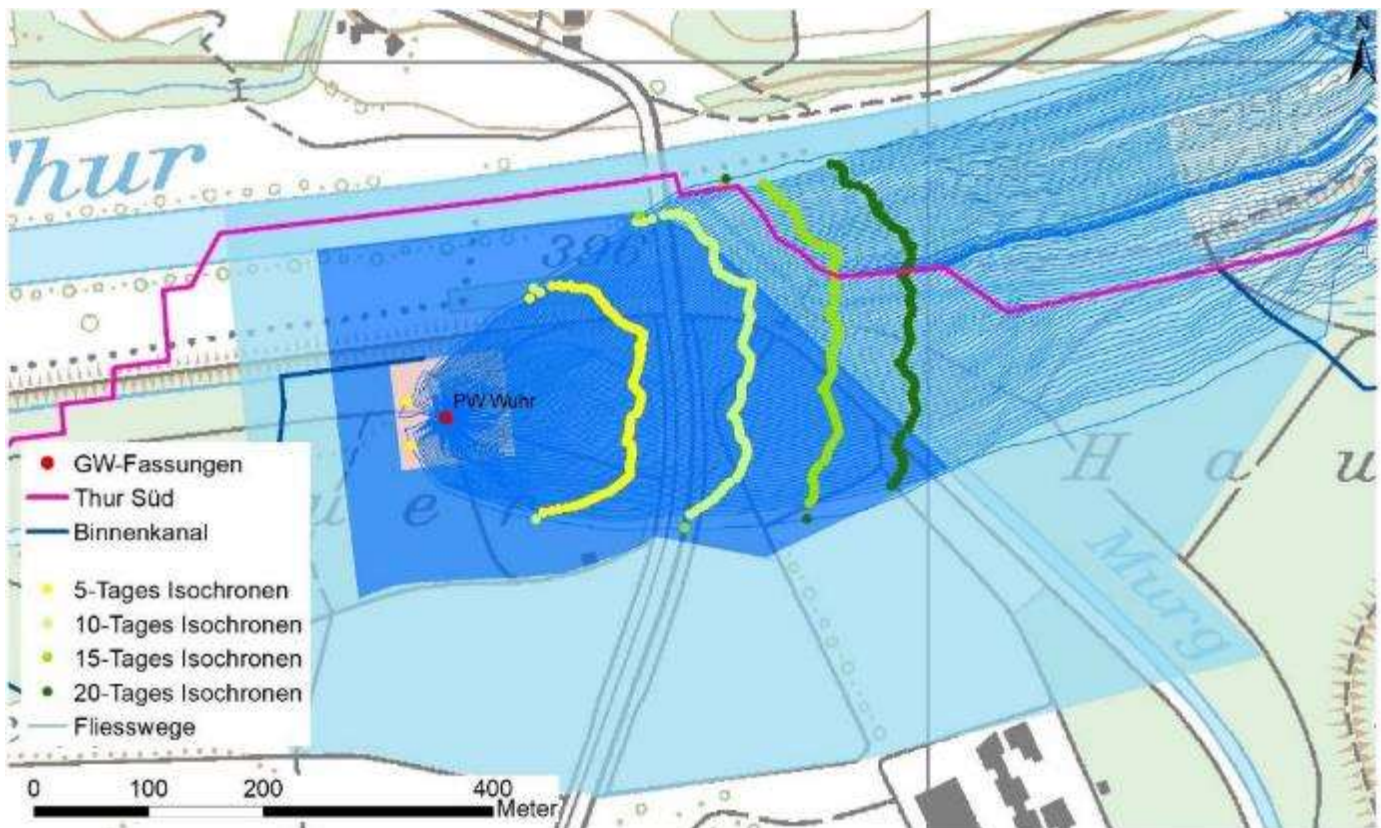


Abbildung 152: Sollzustand mit Thurachse (rosa Linie) an südlicher Interventionslinie: Fliesswegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Wuhr hinzufließenden Grundwassers [39]

## A2.2 Sensitivitätsanalyse

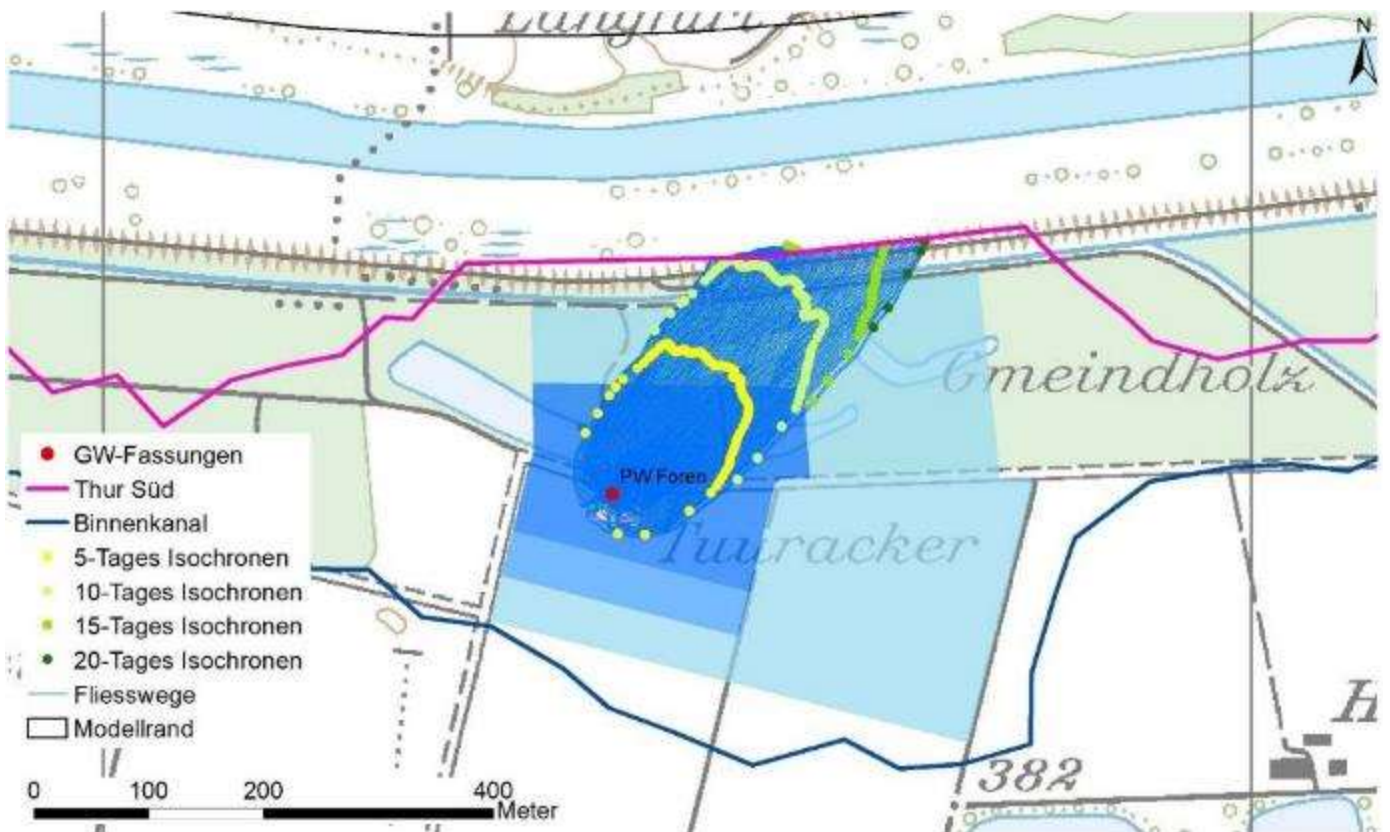


Abbildung 153: Sollzustand mit Thurachse (rosa Linie) an südlicher Interventionslinie: Fließwegberechnung: Herkunft des zum Brunnen Foren hinzufließenden Grundwassers [39]

### Pumpwerk Wuhr

Beim Pumpwerk Wuhr bewirkt eine Verlagerung der Thur nach Süden, dass der Binnenkanal bereits früher in die Thur einmündet. Die Thur liegt direkt im Anstrom des Brunnens. Es wird deshalb eine Zunahme von Uferfiltrat mit einer kürzeren Fließzeit gerechnet. Die Fließzeit zwischen Thur und Brunnen ist jedoch noch grösser als 10 Tage.

### Pumpwerk Foren

Beim Pumpwerk Foren bewirkt die Verlagerung der Thur vor allem eine Verkürzung der Distanz zwischen Thurufer und Brunnen. Damit verkürzt sich die Fließzeit von der Thur auf etwa 10 Tage.

## Sohlendurchlässigkeit

### Parameter

Bei der Berechnung des Grundfalls wurde die Sohldurchlässigkeit verdoppelt. Um den Einfluss dieser Annahme zu überprüfen, wurde eine Fallstudie ohne Verdoppelung der Sohldurchlässigkeit berechnet.

### Einfluss

Der Einfluss der Annahme zur Sohlerdurchlässigkeit ist in Abbildung 154 und Abbildung 155 dargestellt. Die Abbildungen zeigen, dass die Annahme zur Sohlerdurchlässigkeit zwar lokal durchaus bedeutend ist, jedoch im Vergleich zu den Auswirkungen, welche durch die Veränderung der Sohlenhöhe verursacht werden, eher klein ist.

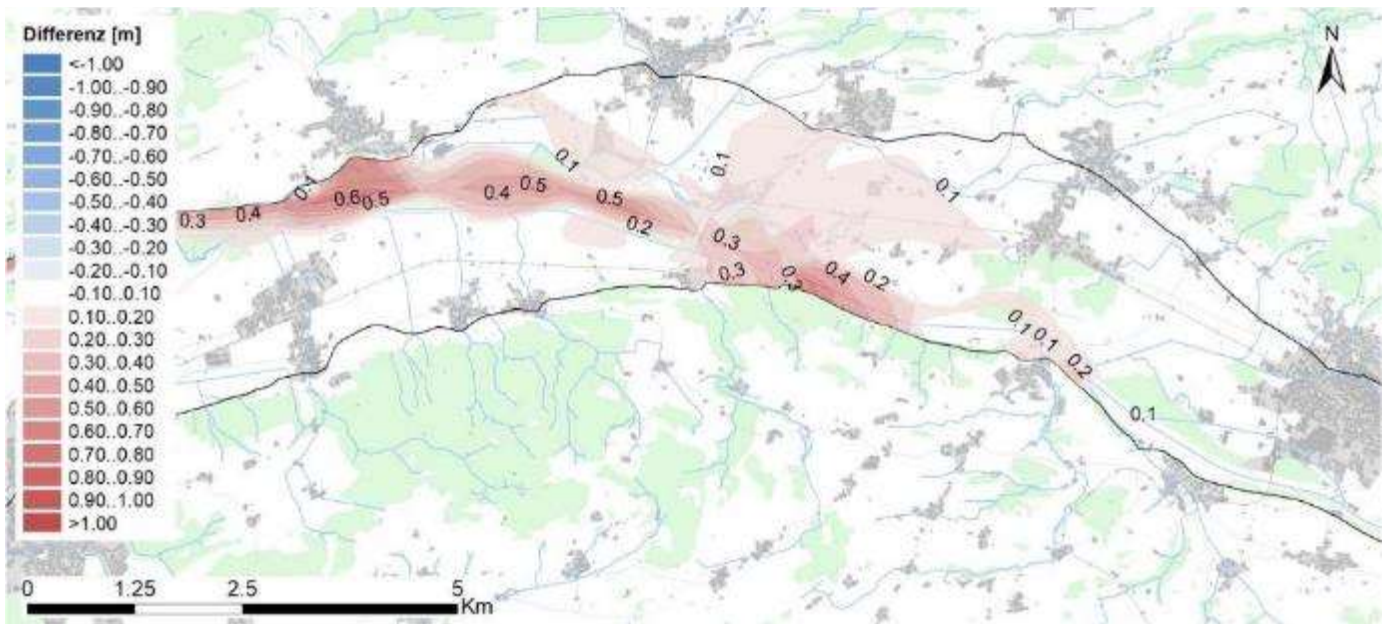


Abbildung 154: Einfluss der angenommenen Verdoppelung der Sohlerdurchlässigkeit, östlich Frauenfeld [39]

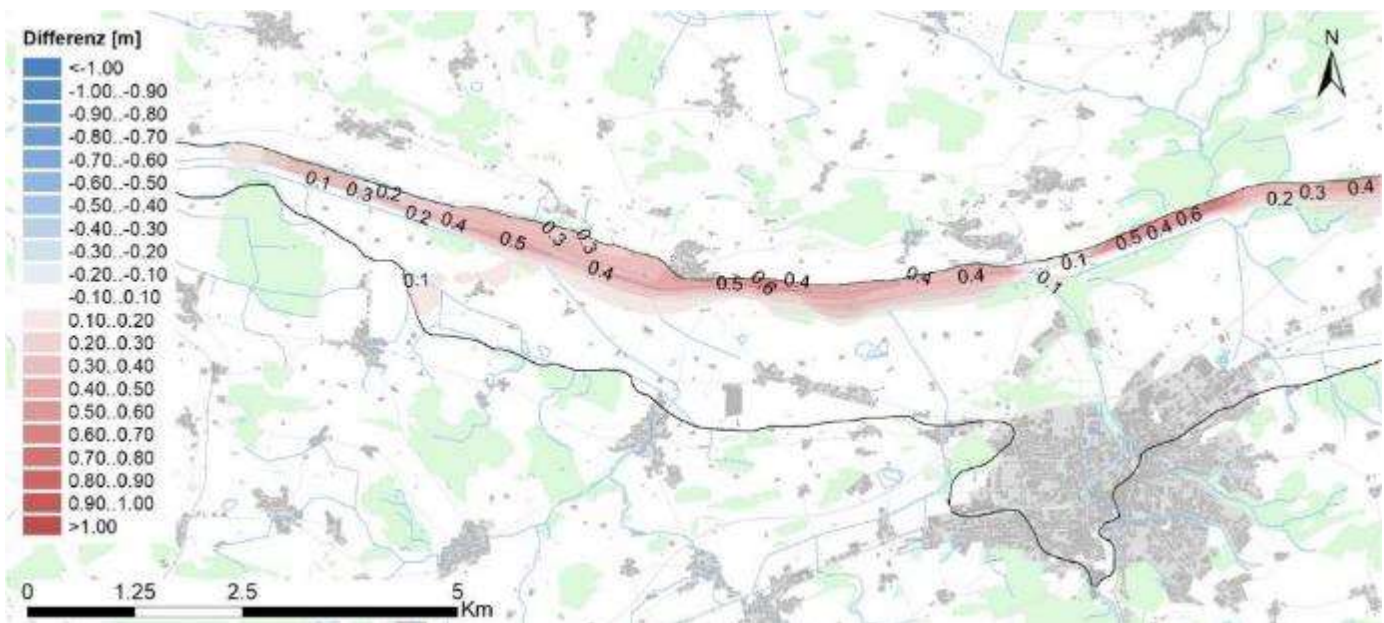


Abbildung 155: Einfluss der angenommenen Verdoppelung der Sohlerdurchlässigkeit, westlich Frauenfeld [39]



## A2.2 Sensitivitätsanalyse

### Binnenkanal im Abschnitt Murgmündung–Tägelbach

#### Fragestellung

Im Abschnitt westlich und östlich der Murgmündung soll der Hochwasserschutzdamm hinter die Auenwälder verschoben werden. Dadurch kommt der heutige Binnenkanal vor den Damm zu liegen und wird aufgehoben. Mit einer Fallstudie soll abgeklärt werden, ob die Binnenkanäle wie im Grundfall angenommen hinter den Dämmen wiederhergestellt werden müssen, oder ob sie auch aufgehoben werden könnten.

#### Fallstudie

Bei der durchgeführten Fallstudie wird der Tägelbach über ein nach hinten verlegtes Teilstück des Binnenkanals nach Westen abgeführt. Östlich des Tägelbachs wird der Binnenkanal aufgehoben. Abbildung 156 zeigt die Situation mit der Anordnung des Binnenkanals im Grundfall und bei der Fallstudie.

#### Resultate

Abbildung 157 und Abbildung 158 zeigen die Differenzen zwischen der Fallstudie mit verkürztem Binnenkanal und dem Bezugszustand. Bei Hochwasser ist mit einem Grundwasseranstieg bis zu 4 m, bei Niederwasser bis zu 1.4 m zu rechnen. Bei Hochwasser führt dies dazu, dass der Grundwasserstand über die Geländeoberfläche ansteigt (Abbildung 159). Bei Mittelwasser beträgt der verbleibende Flurabstand noch etwa 1 m (Abbildung 160).

Die Fallstudie zeigt, dass der Binnenkanal für die Kontrolle des Grundwasserstandes erforderlich ist und hinter dem verschobenen Damm wiederhergestellt werden sollte.

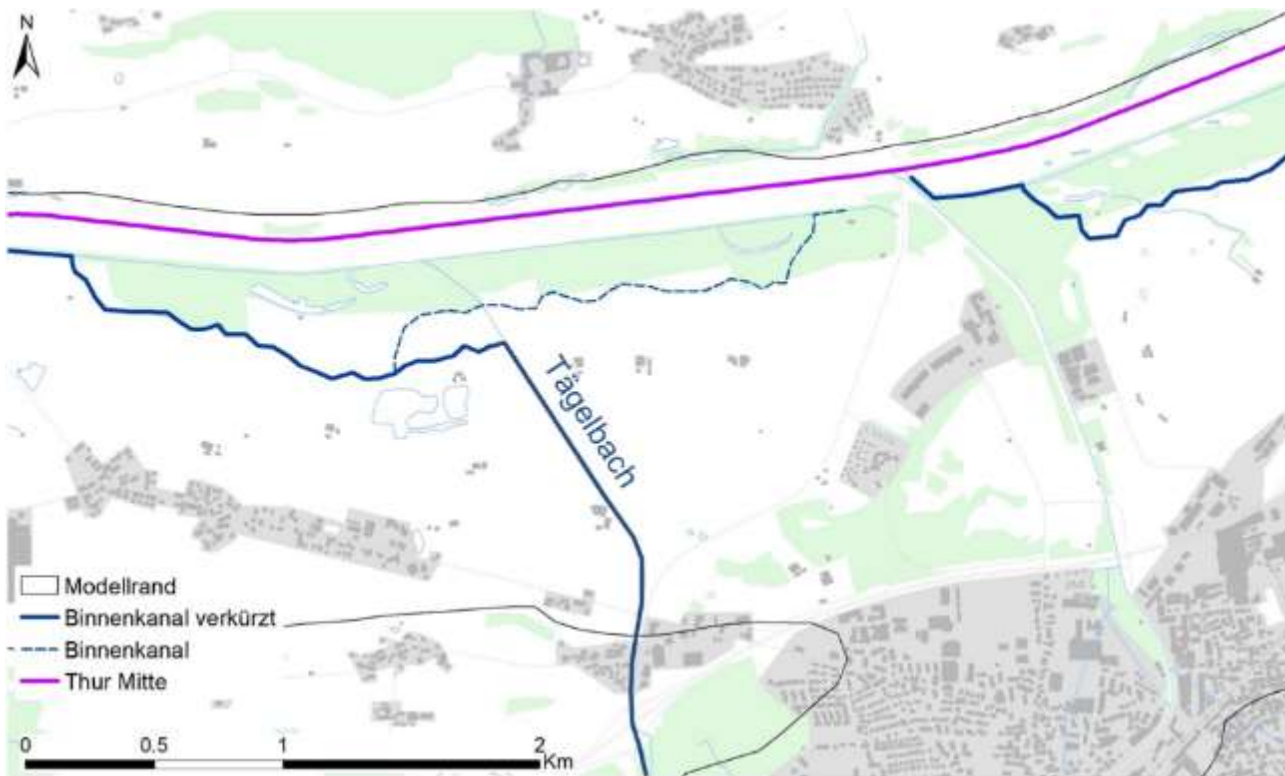


Abbildung 156: Lage des Binnenkanals im Grundwassermodell bei der Grundvariante (gestrichelt) und der Fallstudie mit verkürztem Binnenkanal (ausgezogene Linie) [39]

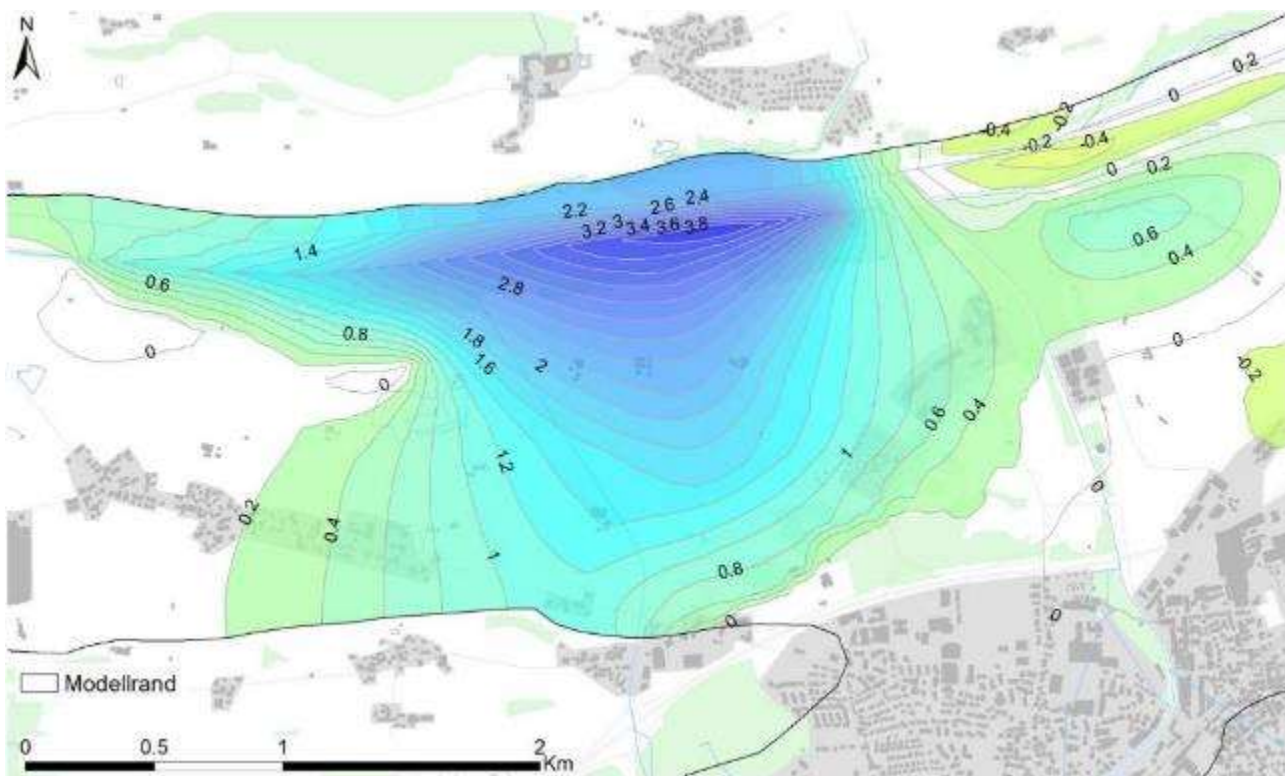


Abbildung 157: Differenz [m] zwischen dem prognostizierten maximalen Grundwasserspiegel für den Sollzustand und den Bezugszustand im Abschnitt des aufgehobenen Binnenkanals [39]

## A2.2 Sensitivitätsanalyse

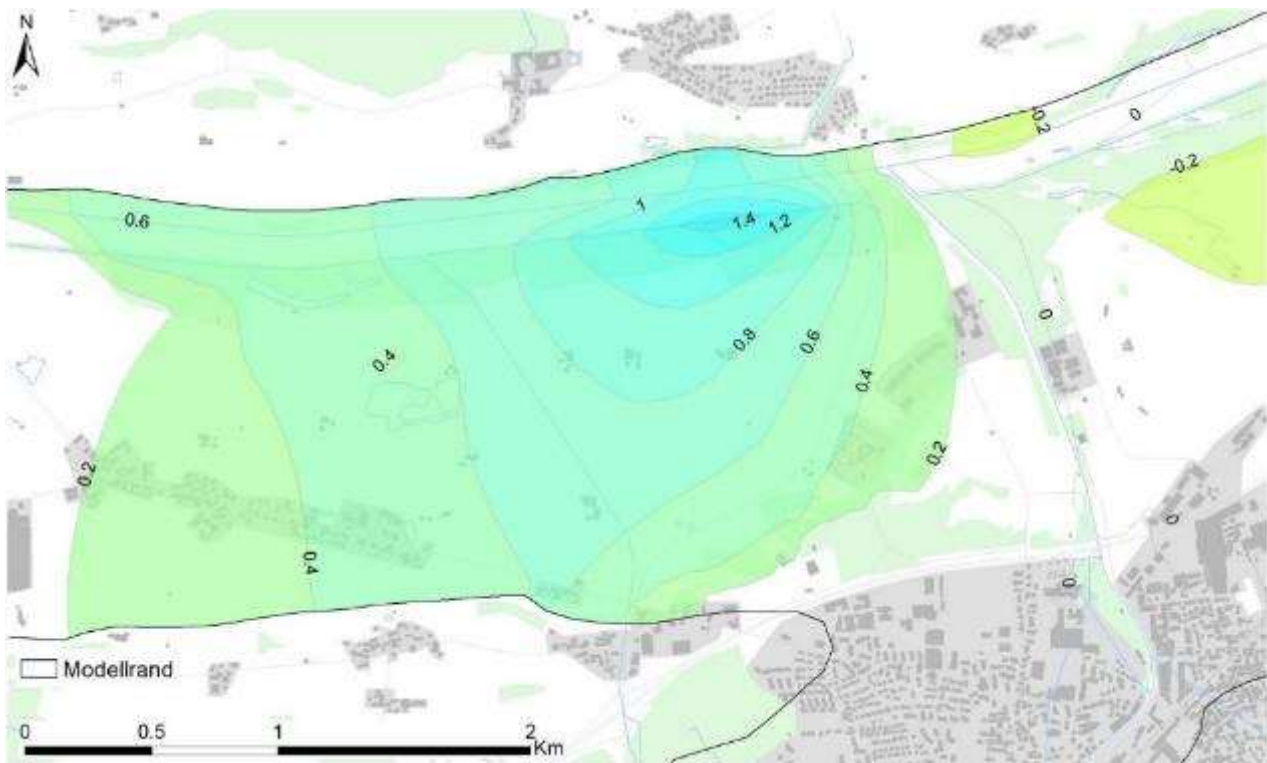


Abbildung 158: Prognostizierte Grundwasserspiegeldifferenz [m] bei Niederwasserstand zwischen dem Sollzustand und dem Bezugszustand im Abschnitt des aufgehobenen Binnenkanals [39]

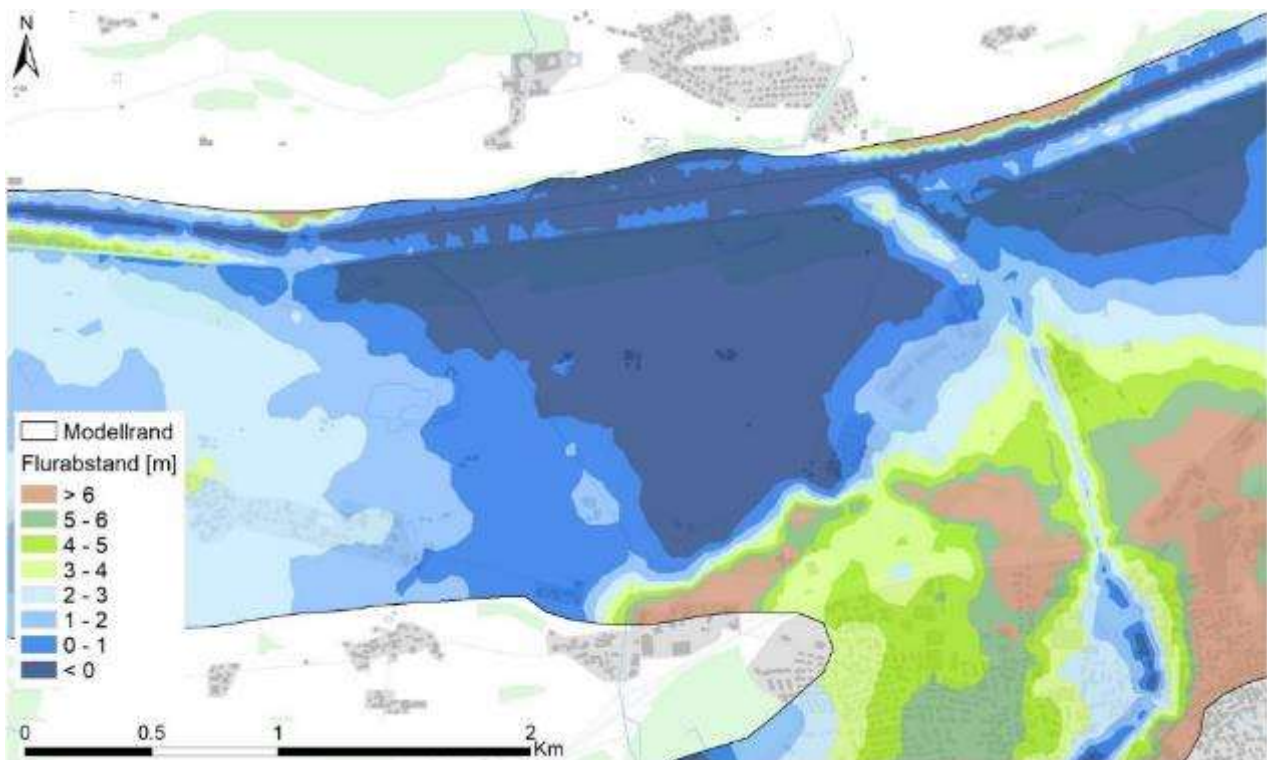


Abbildung 159: Prognostizierter Flurabstand bei Hochwasser im Sollzustand im Abschnitt des aufgehobenen Binnenkanals [39]

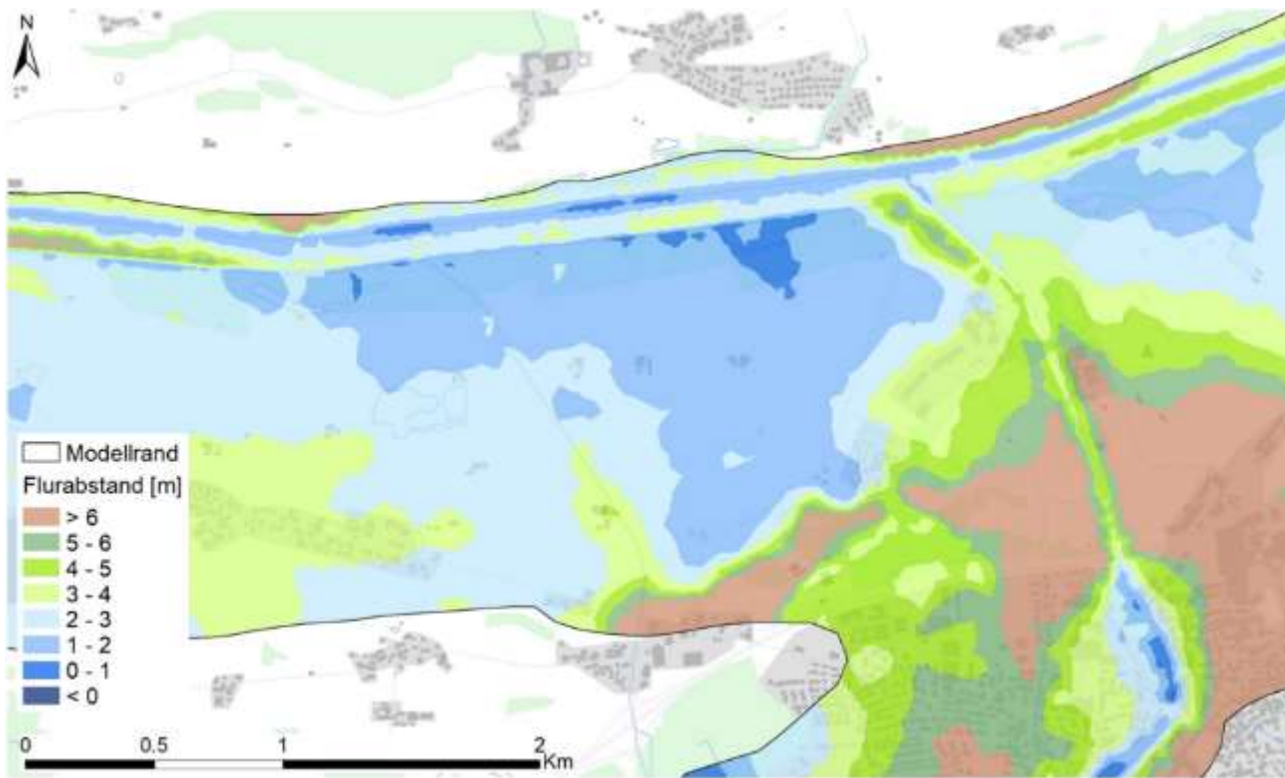


Abbildung 160: Prognostizierter Flurabstand bei Mittelwasser im Sollzustand im Abschnitt des aufgehobenen Binnenkanals [39]

