



Töss – Orüti bis Tössegg Festlegung Gewässerraum



Zürich, 31. Mai 2016



Auftraggeber

AWEL
Abteilung Wasserbau

Walcheplatz 2
8090 Zürich

Projektleiterin:

Manuela Häni
043 259 39 54
manuela.haeni@bd.zh.ch

Projektverfasser / Projektteam



Holbeinstrasse 34
CH - 8008 Zürich

Projektleiter:

Johannes Abegg
044 251 51 74
johannes.abegg@flussbau.ch

Sachbearbeiter:

Anja Geiger

Inhalt

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Einleitung..... | 1 |
| 1.1 | Aufgabenstellung..... | 1 |
| 1.2 | Projektperimeter..... | 1 |
| 1.3 | Grundlagen..... | 4 |
| 1.4 | Gesetzliche Vorgaben..... | 5 |
| 2 | Methodik..... | 5 |
| 2.1 | Natürliche Sohlenbreite..... | 5 |
| 2.2 | Minimaler Gewässerraum..... | 8 |
| 2.3 | Erhöhter Gewässerraum..... | 8 |
| 2.4 | Pendelbandbreite..... | 9 |
| 2.5 | Minimaler Gewässerraum aus Sicht Hochwasserschutz..... | 9 |
| 2.6 | Breite zur Erfüllung der minimalen Anforderungen WBG, Art. 4..... | 10 |
| 3 | Natürliche Morphologie der Töss..... | 10 |
| 3.1 | Abschnittbildung..... | 10 |
| 3.2 | Gerinneverlauf..... | 11 |
| 3.3 | Natürliche Gerinnebreite..... | 12 |
| 3.3.1 | Historische Pläne..... | 12 |
| 3.3.2 | Ansätze Regimetheorie..... | 17 |
| 3.3.3 | Faustformel BAFU..... | 18 |
| 4 | Gewässerraum..... | 20 |
| 4.1 | Massgebende natürliche Sohlenbreite..... | 20 |
| 4.2 | Minimaler Gewässerraum..... | 21 |
| 4.3 | Erhöhter Gewässerraum (Förderung Biodiversität)..... | 22 |
| 4.4 | Gewässerraum zur Einhaltung eines natürlichen Pendelbandes..... | 24 |
| 4.5 | Gewässerraum aus Sicht des Hochwasserschutzes..... | 25 |
| 4.6 | Breite zur Erfüllung der minimalen Anforderungen WBG, Art. 4..... | 27 |
| 4.7 | Zusammenstellung..... | 28 |

Anhang

- Anhang 1 Erfüllungsgradkurven der ökologischen Funktionen gemäss Verfahren Roulier
Anhang 2 Pegel-Abflusskurven als Grundlage für die Bestimmung der minimalen Breite aus Sicht Hochwasserschutz

Planbeilagen

| | | |
|------------|---|-------------------|
| Plan 1 | Historische Karten | Massstab 1:25'000 |
| Plan 2 | Übersicht | Massstab 1:25'000 |
| Plan 3 – 9 | Gewässerraumbreiten in den Abschnitten 1 – 10 | Massstab 1:5'000 |

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Das revidierte Gewässerschutzgesetz (GSchG) und die dazugehörige Verordnung (GSchV) verpflichtet die Kantone, entlang der oberirdischen Gewässer den Raumbedarf festzulegen und in der Nutzungsplanung zu berücksichtigen. Der Raumbedarf ist nach Anhörung der betroffenen Kreise so festzulegen, dass die natürlichen Funktionen der Gewässer, der Schutz vor Hochwasser und die Gewässernutzung gewährleistet sind.

Die Gewässerschutzverordnung (GSchV) unterscheidet zwischen Gewässern in inventarisierten Gebieten (z.B. Auen, Naturschutzgebiete, etc.) und allen übrigen Gewässern. Für Gewässer in inventarisierten Gebieten gibt die GSchV vor, wie der minimale Gewässerraum auszuscheiden ist (vgl. Kapitel 1.4). Angaben zur Ausscheidung des erhöhten Gewässerraums sind in der GSchV nicht enthalten.

Für Gewässer in nicht inventarisierten Gebieten, die eine natürliche Sohlenbreite von weniger als 15m aufweisen, bestehen Vorgaben zur Bestimmung des minimalen und erhöhten Gewässerraums. Für die Gewässer mit einer natürlichen Sohlenbreite von mehr als 15m bestehen keine Vorgaben, die Breiten sind im Rahmen eines Fachgutachtens zu bestimmen. Dabei sind die minimale und die erhöhte Gewässerraumbreite sowie die Pendelbandbreite festzulegen.

Die Flussbau AG erhielt vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) den Auftrag, die verschiedenen Gewässerraumbreiten für die Töss im Abschnitt zwischen Orüti und der Mündung in den Rhein zu bestimmen.

1.2 Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst den 51.8km langen Tössabschnitt zwischen Orüti und der Mündung in den Rhein. Bis zur Mündung entwässert die Töss eine Fläche von 443km². Zur Gewässerraumbestimmung wurde die Töss in diesem Gutachten aufgrund von Zuflüssen und morphologischen Veränderungen in zehn Abschnitte unterteilt (Bild 1 und Bild 2).

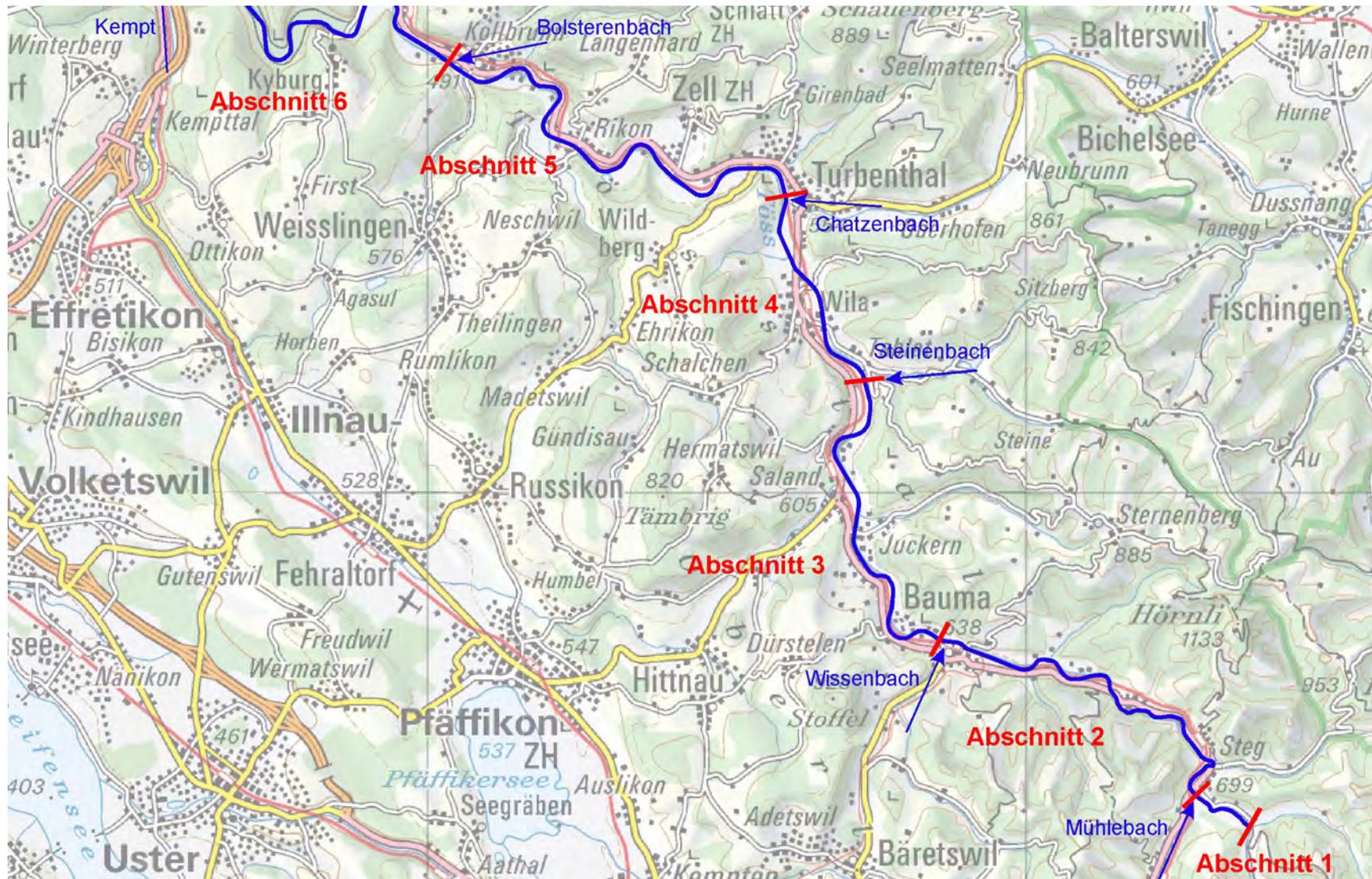


Bild 1 Töss zwischen Orüti und Kollbrunn (Abschnitte 1 bis 5), Massstab 1:100'000.

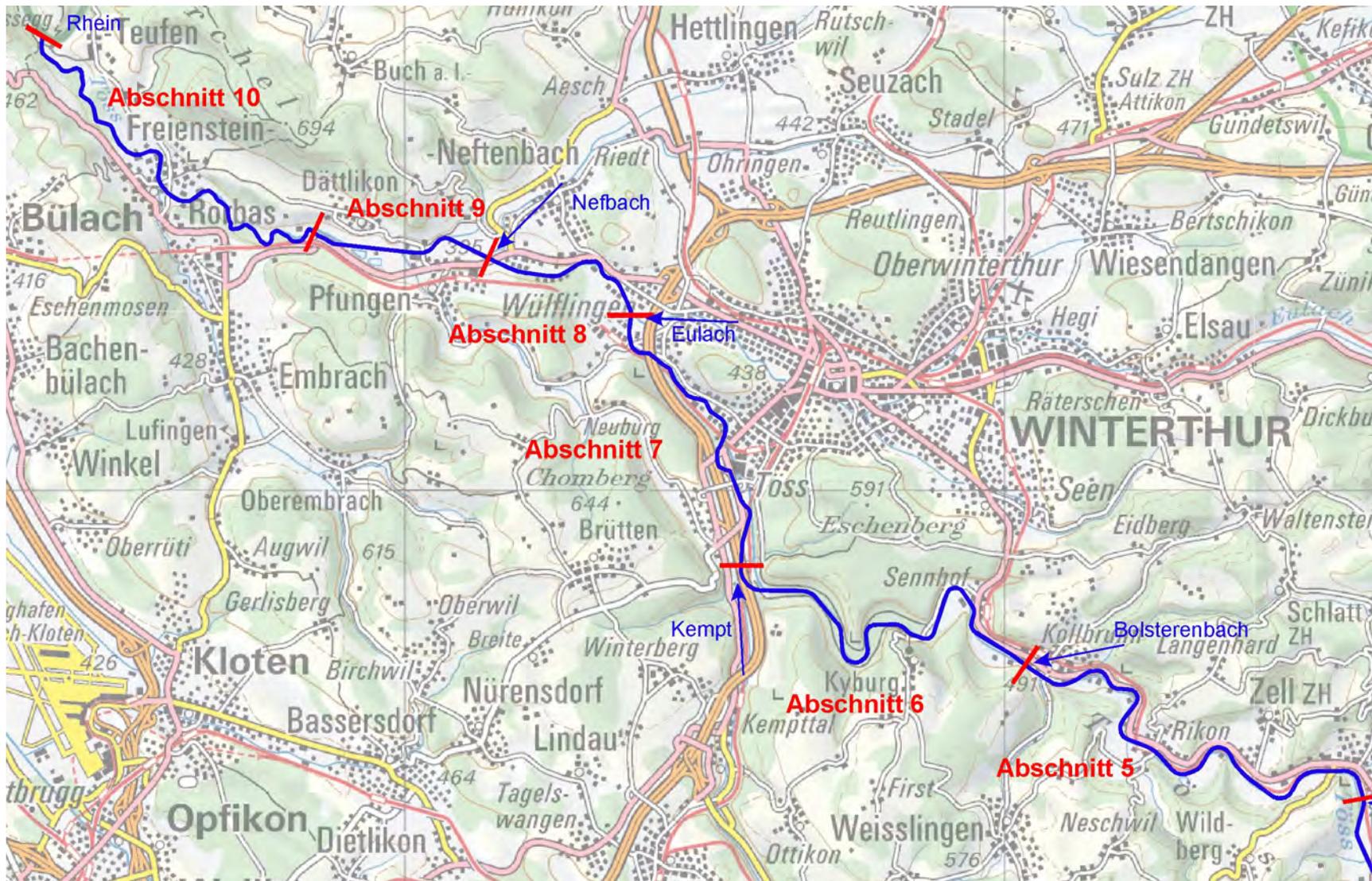


Bild 2 Töss zwischen Zell und der Mündung in den Rhein (Abschnitte 5 bis 10), Massstab 1:100'000.

1.3 Grundlagen

Es wurden folgende Grundlagen berücksichtigt:

- [1] Geschiebehaushalt Töss, 25. Oktober 2010. Flussbau AG, im Auftrag des Amts für Abfall, Wasser, Energie und Luft, AWEL.
- [2] Töss, Orüti – Tössegg. Hochwasserspiegel bei HQ30, HQ100 und HQ300, 10. Dezember 2010. Flussbau AG, im Auftrag des Amts für Abfall, Wasser, Energie und Luft, AWEL.
- [3] Kanton Zürich, Gemeinde Wila, Gefahrenkartierung Hochwasser, Technischer Bericht, 30. März 2007. Schälchli, Abegg + Hunzinger, im Auftrag des Amts für Abfall, Wasser, Energie und Luft, AWEL.
- [4] Gefahrenkartierung Naturgefahren, Oberes Tösstal, 30. April 2013. Flussbau AG und geo7 AG, im Auftrag des Amts für Abfall, Wasser, Energie und Luft, AWEL.
- [5] Erläuternder Bericht zur Parlamentarischen Initiative Schutz und Nutzung der Gewässer – Änderung der Gewässerschutz-, Wasserbau- Energie- und Fischereiverordnung. Bundesamt für Umwelt BAFU, April 2011.
- [6] Espace nécessaire aux grands cours d'eau de Suisse, 12.11.2013, resp. 1.7.2013. Service conseil Zones alluviales, Yverdon-les-Bains. Travail réalisé sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement, Division Eaux.
- [7] Fachspezifische Erläuterungen zur Programmvereinbarung im Bereich Revitalisierungen, Teil 11. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, September 2011.
- [8] Faltblatt "Raum den Fliessgewässern", Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG), heute Bundesamt für Umwelt (BAFU).
- [9] Gewässerraum im Siedlungsgebiet. Merkblatt vom 18. Januar 2013 zur Anwendung des Begriffs "dicht überbaute Gebiete" der Gewässerschutzverordnung. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) und Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren-Konferenz (BPUK).
- [10] Tösspläne aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, Massstab ca. 1:1'000 bis 1:8'000. Staatsarchiv des Kantons Zürich.
- [11] Historische Karten, Geoshop Kt. Zürich.
- [12] Morphologie von verzweigten Gerinnen, Ansätze zur Abfluss- Geschiebetransport- und Kolkiefenberechnung. VAW-Mitteilung Nr. 199, Zürich, 2006.

1.4 Gesetzliche Vorgaben

Die Gewässerschutzverordnung (GSchV) regelt die Festlegung des Gewässerraums in Art. 41a:

¹ Die Breite des Gewässerraums muss in Biotopen von nationaler Bedeutung, in kantonalen Naturschutzgebieten, in Moorlandschaften von besonderer Schönheit und nationaler Bedeutung, in Wasser- und Zugvogelreservaten von internationaler oder nationaler Bedeutung sowie, bei gewässerbezogenen Schutzziele, in Landschaften von nationaler Bedeutung und kantonalen Landschaftsschutzgebieten **mindestens** betragen:

- a. für Fliessgewässer mit einer Gerinnesohle von weniger als 1 m natürlicher Breite: 11 m;
- b. für Fliessgewässer mit einer Gerinnesohle von 1–5 m natürlicher Breite: die 6-fache Breite der Gerinnesohle plus 5 m;
- c. für Fliessgewässer mit einer Gerinnesohle von mehr als 5 m natürlicher Breite: die Breite der Gerinnesohle plus 30 m.

² In den übrigen Gebieten muss die Breite des Gewässerraums mindestens betragen:

- a. für Fliessgewässer mit einer Gerinnesohle von weniger als 2 m natürlicher Breite: 11 m;
- b. für Fliessgewässer mit einer Gerinnesohle von 2–15 m natürlicher Breite: die 2,5-fache Breite der Gerinnesohle plus 7 m.

³ Die nach den Absätzen 1 und 2 berechnete Breite des Gewässerraums muss **erhöht** werden, soweit dies erforderlich ist zur Gewährleistung:

- a. des Schutzes vor Hochwasser;
- b. des für eine Revitalisierung erforderlichen Raumes;
- c. der Schutzziele von Objekten nach Absatz 1 sowie anderer überwiegender Interessen des Natur- und Landschaftsschutzes;
- d. einer Gewässernutzung.

Bei Fliessgewässern mit einer natürlichen Sohlenbreite von mehr als 15m muss der Gewässerraum im Einzelfall unter Berücksichtigung der Sicherung der natürlichen Funktionen des Gewässers, des Schutzes vor Hochwasser und der Gewässernutzung festgelegt werden (Grundlage [7]).

2 Methodik

2.1 Natürliche Sohlenbreite

Grundlage für die Ermittlung des minimalen und des erhöhten Gewässerraums ist die natürliche Sohlenbreite. Diese kann mit Hilfe von historischen Plänen und Karten, empirischen Formeln (Grenz- und Regimebreite) oder einem Korrekturfaktor in Abhängigkeit der Breitenvariabilität (Faustformel BAFU gemäss erläuterndem Bericht zur GSchV) abgeschätzt werden.

Historische Karten und Pläne:

Neben den historischen Karten von H.K. Gyger (Kantonskarte Zürich, 1667) und der Wildkarte (ca. 1850, Massstab 1 : 25'000) standen fast im ganzen Projektabschnitt grossmassstäbliche Tösspläne aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts (Massstab ca. 1:1'000 bis

1:8'000) zur Verfügung. Sie wurden teilweise vor der grossen Tösskorrektion (1877 – 1895) aufgenommen und zeigen über lange Abschnitte noch den natürlichen Tösslauf.

Die historische Karte von H.K. Gyger (1667) ist nicht massstäblich gezeichnet und daher nicht geeignet, um daraus die natürliche Sohlenbreite zu messen. Auf der Wildkarte ist die Töss in vielen Abschnitten schon verbaut. In den unverbauten Abschnitten kann das natürliche Erscheinungsbild (Morphologie) abgeleitet werden, das für die Bestimmung des erhöhten Raumbedarfs erforderlich ist. Für das Messen der Gerinnebreite ist die Wildkarte aufgrund ihres Massstabs nur bedingt geeignet.

Für die Ermittlung der mittleren Breite wurde die Sohlenfläche der Tösspläne abschnittsweise planimetriert und durch die Abschnittslänge dividiert. Als Gewässersohle wurde der benetzte Teil der Sohle, die Kiesbänke, welche nicht bewachsen sind, sowie die bewachsenen Flächen in verzweigten Abschnitten definiert.

Empirische Formeln:

Die empirischen Formeln basieren auf Ansätzen der Regimetheorie und gehen in der Regel von einem gerinnebildenden Abfluss (HQ2 – HQ5), dem Gefälle und charakteristischen Korndurchmessern aus. Da verschiedene Ansätze oft recht unterschiedliche Gerinne- resp. Sohlenbreiten ergeben, wurden mehrere Ansätze angewendet und deren Resultate verglichen. Einen wesentlichen Einfluss auf die Gerinnebreite hat die Abfluss- und Geschiebedynamik, wobei insbesondere Gewässer mit grosser Geschiebeführung eine deutlich grössere Breite aufweisen als Gewässer mit geringer Geschiebeführung. Dies kommt in den Formeln von Yalin und Parker nicht zum Ausdruck und muss daher situativ berücksichtigt werden. Gemäss Grundlage [1] kann bei der Töss von einer natürlichen Geschiebeführung von mehreren 1'000m³/Jahr ausgegangen werden. In Vergleich zu anderen Gewässern im voralpinen Raum ist das Geschiebeaufkommen mit (30m³/km²/a) eher klein.

Zur empirischen Bestimmung der Gerinnebreite (B) wurden die Ansätze von Yalin, Parker und Ikeda angewendet. Die Ansätze basieren auf dem gerinnebildenden Abfluss (Q), der Dichte $s = 2.65t/m^3$, den charakteristischen Korndurchmessern des Sohlenmaterials¹ (d_m und d_{90}) sowie dem Gefälle (J). Als gerinnebildender Abfluss wurden die Werte für HQ2 und HQ5 eingesetzt.

Yalin (2001):

$$B = 1.42 \frac{Q^{0.5}}{\Theta_{cr} \cdot g \cdot (s-1) \cdot d_m^{0.25}} = 1.5 \frac{Q^{0.5}}{d_m^{0.25}}$$

¹ d_m : mittlerer Korndurchmesser; d_{90} : Korndurchmesser einer Mischung, wobei 90% der Körner feiner sind.

Parker (1979):

$$B = 4.4 \left(\frac{Q}{g \cdot (s-1) \cdot d_m} \right)^{0.5}$$

Ikeda (1988):

$$B = \frac{Q}{h_{\max} \cdot (g \cdot h_{\max} \cdot J)^{0.5} \cdot 5.757 \cdot \log(7.333 \cdot h_{\max}/d_{90}) + (2.571 + 0.8972 \cdot \frac{1}{\log(7.333 \cdot h_{\max}/d_{90})})}$$

$$\text{mit } h_{\max} = 0.0615 \cdot (s - 1) \cdot \log(19 \cdot d_{90}/d_{50})^{-2} \cdot d_{90} \cdot J^{-1}$$

Die Ansätze von Ashmore und Millar gelten für verzweigte Flüsse und geben einen Wert für die Wasserspiegelbreite (b_w) bei bordvollem Abfluss. Gemäss Grundlage [12] beträgt die maximale Gerinnebreite höchstens die 2-fache Wasserspiegelbreite. Näherungsweise kann für den bordvollen Abfluss der gerinnebildende Abfluss eingesetzt werden.

$$\text{Ashmore (2001): } b_w = 0.0098 \cdot (g\rho QJ)^{0.777} \cdot dm^{-0.7}$$

Millar (2005):

$$b_w = dm \cdot \left(\frac{Q}{(g \cdot (s-1) \cdot d_m)^{0.5} \cdot d_m^2} \right)^{0.7} \cdot J^{0.6} \cdot \mu^{-1.1}$$

mit μ : Parameter zur Beschreibung des Einflusses des Bewuchses auf den Erosionswiderstand der Uferböschung ($\mu = 1 - 1.9$)

Korrekturfaktor Breitenvariabilität (Faustformel BAFU):

Gemäss erläuterndem Bericht des BAFU zur Parlamentarischen Initiative Schutz und Nutzung der Gewässer kann bei eingeeengten Gerinnen abhängig von der Breitenvariabilität die natürliche Sohlenbreite abgeschätzt werden, indem die Sohlenbreite im Istzustand mit einem Faktor $F = 1.5 - 2.0$ multipliziert wird [5] ($F = 1.5$ für eingeschränkte Breitenvariabilität, $F = 2$ für fehlende Breitenvariabilität).

Auswertung:

Im vorliegenden Bericht werden alle Ansätze soweit möglich und sinnvoll angewendet und verglichen. Basierend auf den hergeleiteten Gerinnebreiten wird unter Abzug von beidseitigen Uferstreifen ein massgebender Wert für die Sohlenbreite vorgeschlagen. Dabei wird aufgrund der guten Plangrundlagen hauptsächlich auf die historischen Pläne abgestützt.

2.2 Minimaler Gewässerraum

In Art. 41a der GSchV ist nur vorgegeben, wie die minimale Breite des Gewässerraums in inventarisierten Gebieten und bei natürlichen Sohlenbreiten $\leq 15\text{m}$ bestimmt wird (Kapitel 1.4). Die natürliche Sohlenbreite der Töss ist jedoch im ganzen Projektperimeter grösser als 15m (Tabelle 6). Als minimaler Gewässerraum wird die natürliche Sohlenbreite zuzüglich 30m vorgeschlagen. Dies entspricht der Breite, die sich mit der Schlüsselkurve gemäss Bild 3 (Grundlage [8]) für natürliche Sohlenbreiten $\geq 15\text{m}$ ergibt.

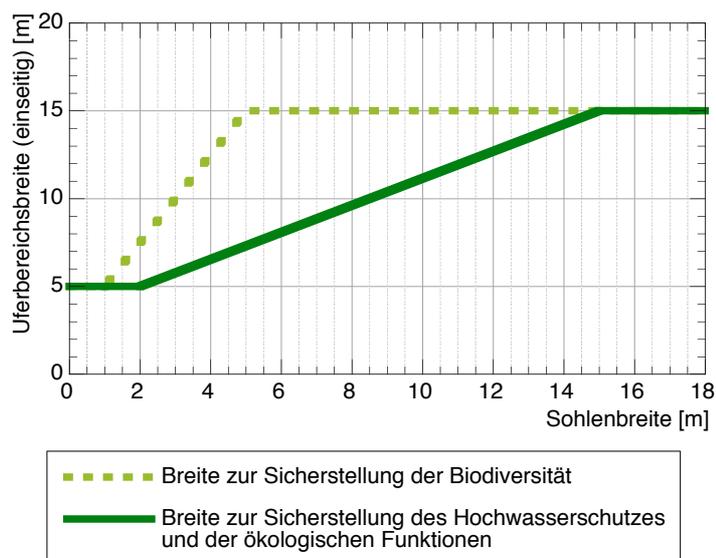


Bild 3

Schlüsselkurve zur Bestimmung der Uferbereichsbreite, resp. des Gewässerraums.

2.3 Erhöhter Gewässerraum

Das Bundesamt für Umwelt BAFU spricht bei einer Gewässerraumbreite, welche die ökologischen Funktionen (Biodiversität) fördert, von einem "erhöhten Gewässerraum". Revitalisierungsprojekte, in denen der erhöhte Gewässerraum ausgeschieden wird, werden zu 60% mit Bundesbeiträgen unterstützt (Grundbeitrag 35% plus 25% bei Ausscheidung eines erhöhten Gewässerraums).

Gemäss den Empfehlungen des BAFU wurde der erhöhte Gewässerraum zur Förderung der ökologischen Funktionen (Biodiversität) mit dem Verfahren nach Roulier [6] bestimmt. Dabei wird der Gewässerraum in verschiedene Zonen eingeteilt (aquatisch, amphibisch, terrestrische Längsvernetzung usw.) und für jede Zone eine Erfüllungsgradkurve in Funktion der Breite definiert. Die Zonen werden unterschiedlich gewichtet und die einzelnen Erfüllungsgradkurven zu einer Gesamtkurve addiert. Gegenüber dem ersten Schlussbericht vom 12. November 2012 wurde im neuen Schlussbericht vom 1. Juli 2013 die Gewichtung markant verändert, wodurch die Erfüllungsgradkurven deutlich flacher verlaufen. Gemäss Rückspra-

che beim BAFU ist die neue Gewichtung (Variante 2) zu verwenden. Diese ist auch im Internet-Berechnungstool implementiert².

Damit sich mit dem im Pilotprojekt an der Glatt, Abschnitt Flughafen³, vergleichbare Breiten ergeben, wurde die Breite des erhöhten Gewässerraums so festgelegt, dass 80% der ökologischen Funktionen erfüllt sind. Zusätzlich sind die Gewässerraumbreiten bei einer 100%igen Erfüllung der ökologischen Funktionen angegeben.

2.4 Pendelbandbreite

Gemäss Faltblatt "Raum den Fliessgewässern" (Grundlage [8]) kann zur Gewährleistung der natürlichen Dynamik des Gewässers das Pendelband ausgeschieden werden. Wird durch die Gewässerraumausscheidung das natürliche Pendelband eingehalten, so wird ein entsprechendes Revitalisierungsprojekt vom Bund mit zusätzlichen 10% subventioniert (Grundsубvention 35% + 25% für Biodiversitätsbreite + 10% für Pendelband = Total 70%).

Die Breite des Pendelbandes beträgt gemäss Faltblatt das 5- bis 6-fache der natürlichen Sohlenbreite.

2.5 Minimaler Gewässerraum aus Sicht Hochwasserschutz

Gemäss Art. 41a Abs. 4 der GSchV kann in dicht überbauten Gebieten der minimale Gewässerraum unterschritten und an die baulichen Gegebenheiten angepasst werden, soweit der Schutz vor Hochwasser gewährleistet ist. Ob und wann ein Gebiet als dicht überbaut gilt, kann anhand von Entscheidungskriterien [9] abgeschätzt werden und wird durch die Kantone im konkreten Fall festgelegt.

Für die Töss wird angenommen, dass die Hochwassersicherheit dann gewährleistet ist, wenn der Dimensionierungsabfluss (im Siedlungsgebiet ein HQ100, resp. HQ300 bei grossem Schadenpotenzial) unter Berücksichtigung eines Freibordes in einem Rechteckquerschnitt über der Sohle abgeführt werden kann (Bild 4). Mit dieser Annahme ist eine uneingeschränkte Bestockung der Ufer möglich, resp. die Uferbestockung muss zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit nicht zurückgeschnitten werden.

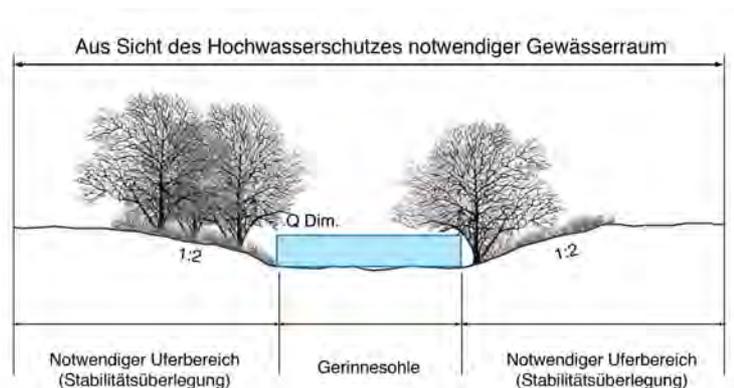
Die aus Hochwasserschutzgründen notwendige Gerinnebreite wurde für die Tössabschnitte im Siedlungsgebiet anhand von Normalabflussberechnungen in Rechteckquerschnitten (Ansatz Strickler) für das HQ100 und das HQ300 ermittelt. Die maximal zulässige Abflusstiefe wurde anhand der vermessenen Querprofile bestimmt und das Energieliniengefälle aus Staukurvenrechnungen übernommen (Grundlage [2]).

² <http://www.zones-alluviales.ch/OutilGCE/accueil-espace-ce-de.html>

³ Im Pilotprojekt an der Glatt wurde die Gewichtung gemäss Variante 1 eingewählt und der Gewässerraum so festgelegt, dass 90% der ökologischen Funktionen erfüllt wurden.

Bild 4

Ableitung des Dimensionierungsabflusses in einem Rechteckquerschnitt über der Sohle.



2.6 Breite zur Erfüllung der minimalen Anforderungen WBG, Art. 4

Diesen Ansatz verwendet das BAFU zur Abklärung der Subventionsberechtigung von Projekten an Flüssen mit natürlichen Sohlenbreiten von >15m. Die Erfüllung der minimalen Anforderung ermöglicht die Grundsubvention von 35%. Die Breite berechnet sich nach der Formel:

Minimale Breite = Natürliche Sohlenbreite + amphibischer Bereich + minimale Uferbereichsbreite

Amphibischer Bereich: Breite der Ufer (beidseitig) unter Annahme einer Neigung von 1:3 und einer Abflusstiefe bei einem gerinnebildenden Abfluss (HQ2 – HQ5).

Uferbereichsbreite: $2 \cdot 20\text{m}$

3 Natürliche Morphologie der Töss

3.1 Abschnittbildung

Im Projektperimeter wurde die Töss aufgrund der Zuflüsse, der ursprünglich typischen morphologischen Erscheinungsformen und der bestehenden Raumnutzungen in die zehn Abschnitte gemäss Bild 1, Bild 2 und Tabelle 1 unterteilt.

Tabelle 1 Unterteilung der Töss und Charakteristik der einzelnen Abschnitte.

| Abschnitt, GEWISS-km | Abschnittsgrenze | Morphologischer Typ | Geologie | Angrenzende Nutzung (heute) |
|--|--|--|---|---|
| Abschnitt 1, 51.853 – 50.675 | Orüti – Mülibach, Steg | Pendelnder Lauf in eingeschnittener Topographie | Molasse und alluviale Ablagerungen | Waldstreifen (Orüti bis Neuschwändi) Einzelgebäude rechts und Landwirtschaft links |
| Abschnitt 2, 50.675 – 44.303 | Mülibach – Wissenbach, Bauma | Im engen Talboden pendelnder, teilweise verzweigter Lauf | Schotter, alluviale Ablagerungen im obersten Teilabschnitt | Siedlung, Einzelgebäude, Landwirtschaft, Wald |
| Abschnitt 3, 44.303 – 38.352 | Wissenbach – Steinenbach, Wila | Im Talboden pendelnder, verzweigter Lauf | Schotter, rechts angrenzend: Molasse | Siedlung, Landwirtschaft, Wald |
| Abschnitt 4, 38.352 – 34.765 | Steinenbach – Chatzen- bach, Turbenthal | Im Talboden pendelnder, verzweigter Lauf | Schotter | Siedlung, Landwirtschaft, Wald |
| Abschnitt 5, 34.765 – 26.549 | Chatzenbach – Bolste- renbach, Kollbrunn, | Im breiten Talboden pendelnder, verzweigter Lauf | Schotter | Siedlung, Landwirtschaft, Wald |
| Abschnitt 6, 26.549 – 19.000 | Bolsterenbach – Kempt, Winterthur | Im breiten Talboden pendelnder, verzweigter Lauf | Schotter | Wald, zu Beginn des Abschnitts Landwirtschaft und Siedlung |
| Abschnitt 7, 19.000 – 13.753 | Kempt - Eulach, Winterthur | Im breiten Talboden pendelnder, verzweigter Lauf | Schotter | Siedlung, zu Beginn des Abschnitts Wald |
| Abschnitt 8, 13.753 – 10.766 | Eulach – Näfbach, Neftenbach | Verzweigtes Gerinne | v.a. Schotter, Im untersten Abschnitt: Seebodenlehm | Dichte Siedlung im oberen Bereich, Wald, NS-Flächen ARA |
| Abschnitt 9, 10.766 – 7.546 | Näfbach – Blindensteg, Dättlikon | Verzweigtes Gerinne | Seebodenlehm, Im Bereich des Blindenstegs: Molasse, Alluviale Ablagerungen | Landwirtschaft rechts, Siedlung und teilweise Landwirtschaft links |
| Abschnitt 10, 7.546 – 0.000 | Blindensteg - Rhein | Talmäander mit alternierenden Bänken | Molasse, Alluviale Ablagerungen | Wald, Siedlung im mittleren Bereich beidseitig |

3.2 Gerinneverlauf

Im ursprünglichen Zustand floss die Töss zwischen Orüti und Steg in einem durch die Topographie eingegengten tobelartigen Abschnitt, anschliessend in pendelndem Lauf durch den in Fliessrichtung breiter werdenden Talboden bis Dättlikon und auf dem untersten 10km langen Abschnitt in engen Talmäandern durch die Terrassenschotter Richtung Rhein.

Auf der Zürcher Kantonskarte von H.K. Gyger 1667 (Plan 1) sind bei Zell, Rikon, Kyburg - Mühlau und weiter flussabwärts im Bereich der Eulachmündung sowie zwischen Pfungen und Dättlikon verzweigte Gerinneabschnitte sichtbar.

Auf der Wildkarte (1850) verläuft die Töss von Orüti bis Turbenthal überwiegend in grossen und kleinen Mäanderschleifen, wobei ab Abschnitt 3 noch naturnahe Abschnitte mit Verzweigungen erkennbar sind (Plan 1). Zwischen Turbenthal und Dättlikon zeigt die Wildkarte noch mehrere Abschnitte mit Verzweigungen. In den Talmäandern zwischen Dättlikon und dem Rhein sind mehrere tössbegleitende Kiesbänke sichtbar.

In den Tössplänen ist in verschiedenen Abschnitten noch das natürliche Gerinne dargestellt (Plan 1). Es zeichnet sich durch den in der Talebene pendelnden Lauf und das verzweigte Gerinne aus (vgl. Kapitel 3.3.1).

3.3 Natürliche Gerinnebreite

3.3.1 Historische Pläne

In Bild 5 bis Bild 11 sind Auszüge aus den historischen Plänen mit dem ursprünglichen Tösslauf und den morphologischen Strukturen dargestellt. Der heutige Verlauf ist in den Bildern jeweils hellblau eingetragen und erkennbare Verbauungen sind rot umrandet.

Im Abschnitt Bauma (Bild 5) zeigt die Töss einen pendelnden Lauf mit recht unterschiedlichen Gerinnebreiten zwischen 29 – 74m. In den breiteren Abschnitten sind leicht verzweigte Strukturen erkennbar. Im Abschnitt Rämismühle - Rikon ist die Töss in Bild 6 bereits korrigiert, die ursprünglichen Gerinnebreiten sind jedoch in einzelnen Teilstrecken noch erkennbar und betragen rund 50 – 80m.

Im Abschnitt Kollbrunn – Winterthur zeigt die Töss im unverbauten Zustand ein verzweigtes Gerinne und Gerinnebreiten von 80 - 160m (Kollbrunn, Bild 7), resp. 30 – 165m (Untere Au – Obere Au, Bild 8). Die schmalen Abschnitte in Bild 8 liegen im Bereich von stark bewaldeten Abschnitten und sind nicht repräsentativ für den morphologischen Typ der verzweigten Gerinne.

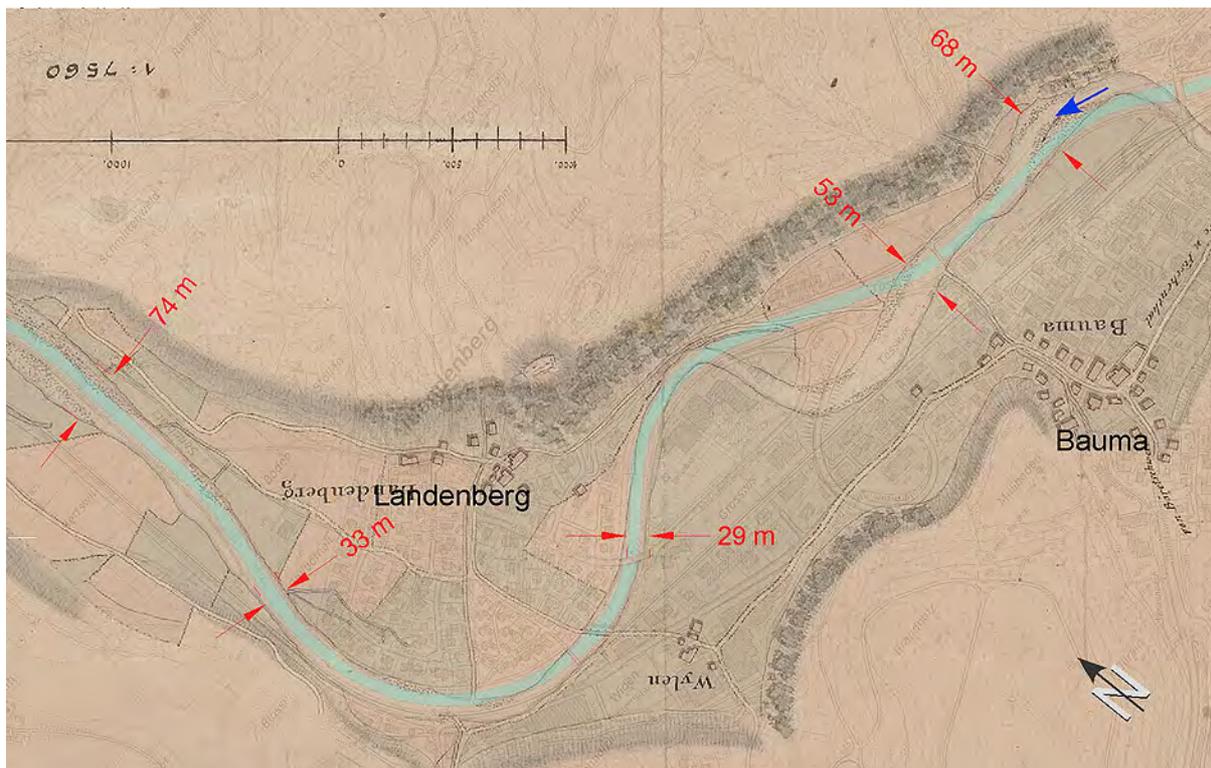


Bild 5 Ausschnitt aus dem historischen Plan vom Abschnitt Bauma – Saland (Datum unbekannt, Originalmassstab 1 : 7'560) mit daraus gemessenen Gerinnebreiten an ausgewählten Stellen. Blau: heutiger Tösslauf. Massstab 1 : 10'000.

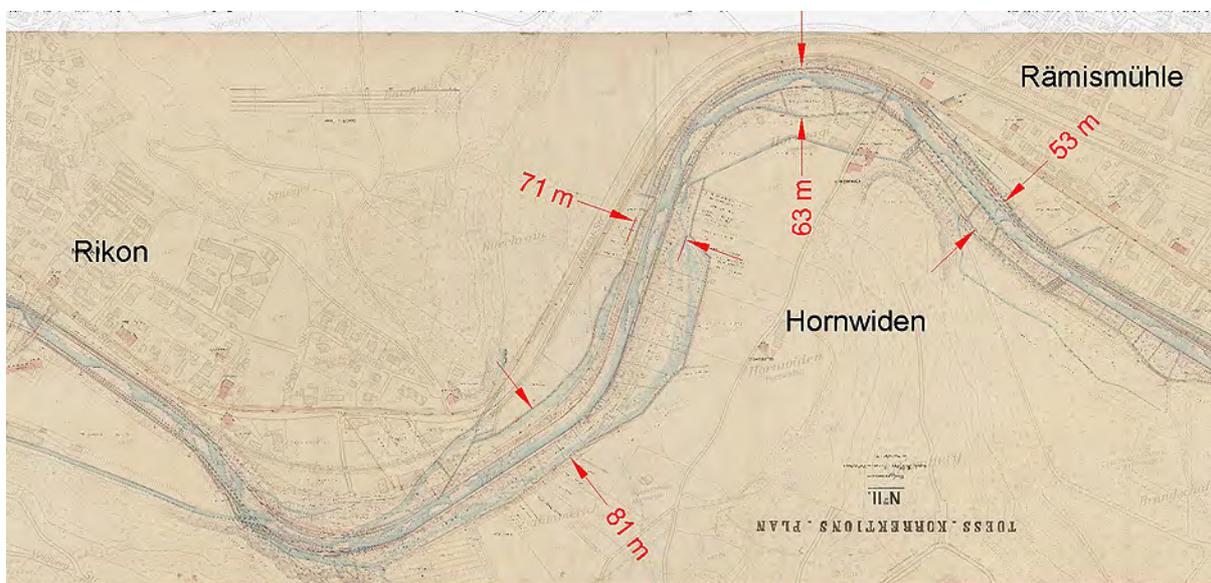


Bild 6 Ausschnitt aus Töss-Korrektions-Plan Nr. II im Abschnitt Rämismühle – Rikon (Aufnahmejahr 1861, Originalmassstab 1 : 1'000). Die Töss ist schon korrigiert, der ursprüngliche Verlauf und die Gerinnebreite sind teilweise noch erkennbar. Massstab 1 : 10'000.

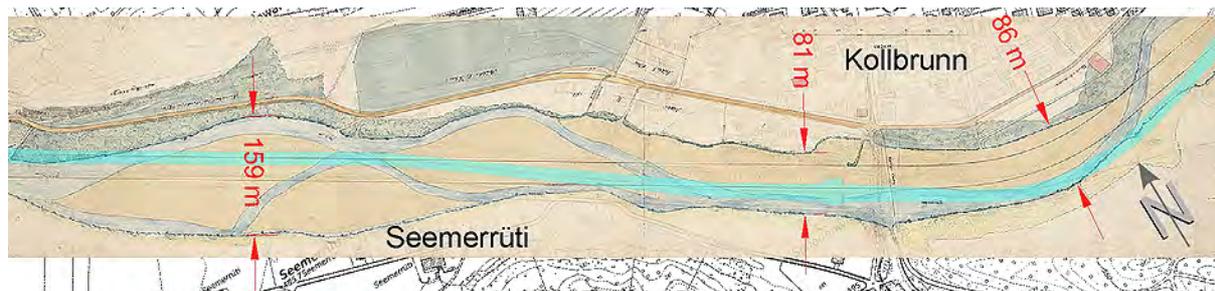


Bild 7 Ausschnitt aus dem historischen Plan des Abschnitts Kollbrunn (Datum unbekannt, Originalmassstab 1 : 1'200) mit daraus gemessenen Gerinnebreiten an ausgewählten Stellen. Blau: heutiger Tösslauf. Massstab 1 : 10'000.

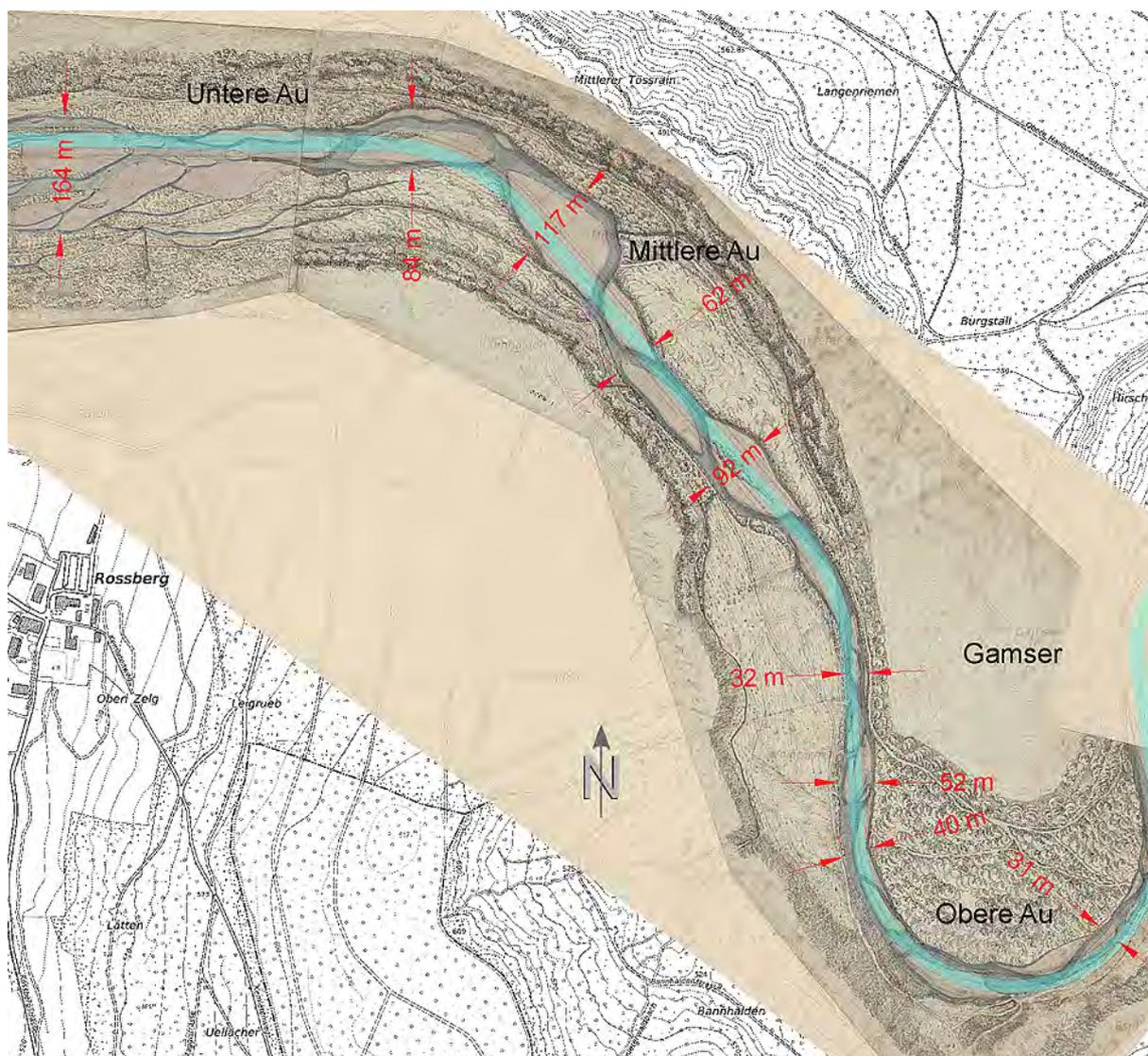


Bild 8 Ausschnitt aus dem historischen Plan des Abschnitts Obere Au bis Untere Au, Kyburg/Winterthur (Datum und Originalmassstab unbekannt) mit daraus gemessenen Gerinnebreiten an ausgewählten Stellen. Blau: heutiger Tösslauf. Massstab 1 : 10'000.

Im Abschnitt Winterthur fliesst die Töss in pendelndem Lauf, wobei die Linienführung in etwa dem heutigen Zustand entspricht. Die Gerinnebreite auf den historischen Plänen beträgt 30 - 50m. In den breiteren Abschnitten sind leicht verzweigte Strukturen sichtbar.

Ab der Eulachmündung zeigen die historischen Pläne wieder einen verzweigten Tösslauf mit Gerinnebreiten zwischen etwa 60 – 150m und an das Gerinne anschliessende breite Gehölzstreifen (Bild 9 bis Bild 11).

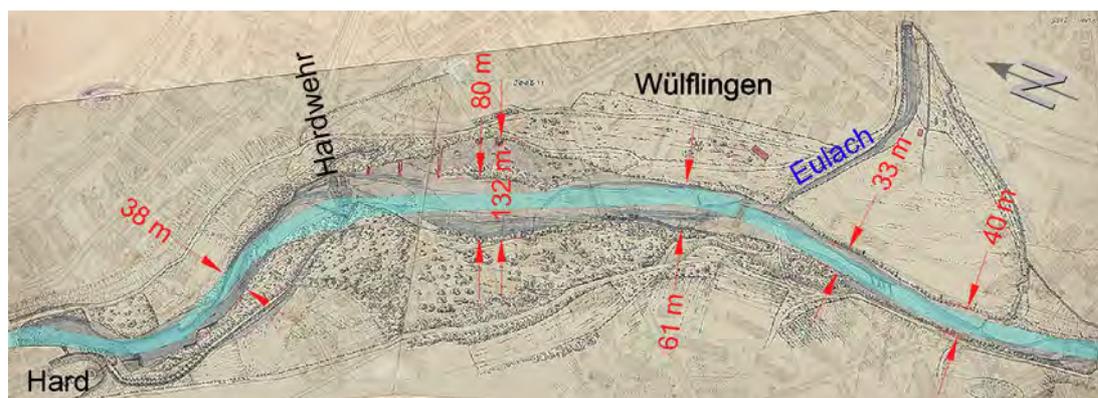


Bild 9 Ausschnitt aus dem historischen Plan des Abschnitts Wülflingen, Kraftwerk Hard, (Aufnahmejahr 1876, Originalmassstab 1 : 2'000) mit daraus gemessenen Gerinnebreiten an ausgewählten Stellen. Blau: heutiger Tösslauf. Rot umrandet: Verbauungen. Massstab 1 : 10'000.

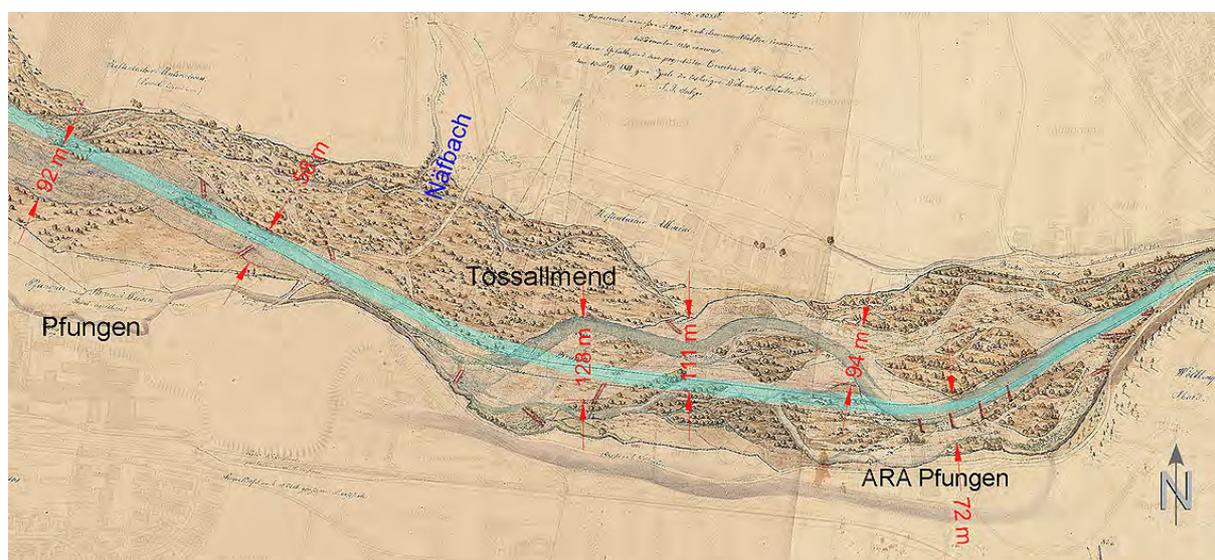


Bild 10 Ausschnitt aus dem historischen Plan des Abschnitts Pfungen (Aufnahmejahr 1811, Originalmassstab 1 : 2'160) mit daraus gemessenen Gerinnebreiten an ausgewählten Stellen. Blau: heutiger Tösslauf. Rot umrandet: Verbauungen. Massstab 1 : 10'000.

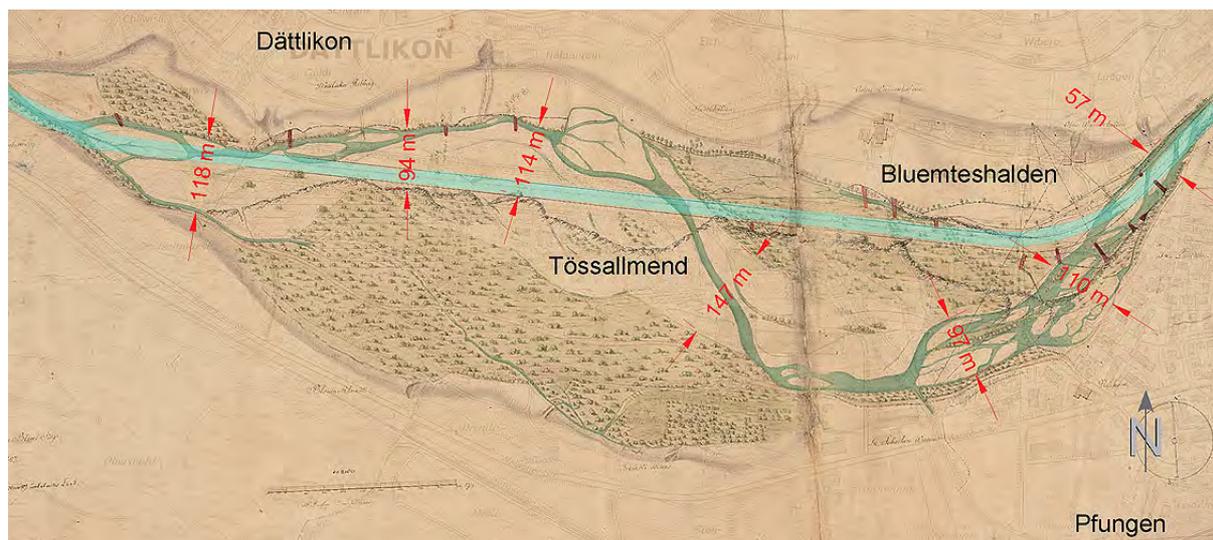


Bild 11 Ausschnitt aus dem historischen Plan des Abschnitts Dättlikon (Aufnahmejahr 1807, Originalmassstab 1 : 2'160) mit daraus gemessenen Gerinnebreiten an ausgewählten Stellen. Blau: heutiger Tösslauf. Rot umrandet: Verbauungen. Massstab 1 : 10'000.

In Tabelle 2 sind die Flächen, welche die Töss auf den historischen Plänen beanspruchte (benetzte Bereiche, Kiesflächen, Inseln), sowie die Gerinnelängen für die betrachteten Abschnitte aufgeführt. Sie bilden die Grundlage zur Berechnung der *mittleren* natürlichen Gerinnebreiten (Tabelle 2). Für den Abschnitt 1 (Orüti – Steg) und den Abschnitt 10 wurden die Gerinnebreiten aus der Wildkarte gemessen. Neben der mittleren Gerinnebreite ist in Tabelle 2 auch der Schwankungsbereich der Breiten aufgeführt. Bei den orange geschriebenen Werten handelt es sich um Breiten, die durch Verbauungen beeinflusst sind und nicht mehr der natürlichen Gerinnebreite entsprechen.

Tabelle 2 Flächen und Gerinnelängen der einzelnen Tössabschnitte aus den historischen Plänen (Abschnitte 2 – 9) und der Wildkarte (Abschnitte 1 und 10). Die orange geschriebenen Werte bei den Bandbreiten (unterste Zeile) bezeichnen Breiten, die durch Verbauungen beeinflusst sind (entsprechen nicht der natürlichen Breite).

| | Abschnitt | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Fläche [ha] | 2.45 | 15.76 | 31.81 | 14.29 | 47.63 | 46.58 | 29.40 | 30.01 | 39.81 | 24.86 |
| Gerinnelänge [m] | 1'087 | 6'684 | 6'258 | 3'669 | 8'645 | 8'054 | 5'570 | 3'200 | 3'416 | 7'300 |
| Mittlere Gerinnebreite [m] | 22 | 24 | 51 | 39 | 55 | 58 | 53 | 94 | 117 | 34 |
| Bandbreite [m] | 15 – 40 | 18 – 60 | 23 – 103 | 23 – 100 | 26 – 127 | 26 – 170 | 28 – 140 | 34 – 230 | 30 – 185 | 21 – 59 26 – 59 |

3.3.2 Ansätze Regimetheorie

Für die regime-theoretischen Ansätze wurden die Randbedingungen gemäss Tabelle 3 verwendet. Das Gefälle wurde aus den Längenprofilen über die Schwellenkronen gemessen, was ungefähr dem Talbodengefälle entspricht. Die Korndurchmesser wurden anhand von Linienzahlanalysen bestimmt (Grundlage [1]).

Die Grundlage für die Abflüsse bei HQ2 bzw. HQ5 bildeten die Frequenzanalysen der Abflussmessreihen der Stationen Töss-Altlandenberg, Bauma und Töss-Rämismühle, Zell [3], sowie die Hochwasserstatistik der eidgenössischen Abflussmessstation Töss-Neftenbach. Die Abflusszunahme in den Zwischenstrecken wurde mit den gleichen Faktoren wie in Grundlage [2] berücksichtigt.

Tabelle 3 Parameter zur Berechnung der Gerinnebreite der Töss mit den regime-theoretischen Ansätzen nach Yalin, Parker und Ikeda. HQx: Hochwasser mit einer Wiederkehrperiode von x Jahren, dm: Mittlerer Korndurchmesser, d90: Korndurchmesser mit 90%igem Siebdurchgang.

| Abschnitt | km | Gefälle J [‰] | dm [cm] | d90 [cm] | HQ2 [m ³ /s] | HQ5 [m ³ /s] |
|-----------|------------------|---------------|---------|----------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 51.853 – 50.675 | 9.0 | 3.1 | 10.0 | 16 | 21 |
| 2 | 50.6745 – 44.303 | 7.5 | 3.1 | 10.0 | 32 | 43 |
| 3 | 44.303 – 38.352 | 8.0 | 3.0 | 10.0 | 49 | 65 |
| 4 | 38.352 – 34.765 | 8.0 | 3.0 | 10.0 | 63 | 79 |
| 5 | 34.765 – 26.549 | 7.0 | 3.0 | 10.0 | 77 | 96 |
| 6 | 26.549 – 19.000 | 5.0 | 3.0 | 10.0 | 89 | 118 |
| 7 | 19.000 – 13.753 | 4.0 | 3.0 | 10.0 | 110 | 150 |
| 8 | 1.753 – 10.766 | 2.5 | 2.8 | 9.0 | 113 | 158 |
| 9 | 10.766 – 7.756 | 3.0 | 2.8 | 9.0 | 124 | 173 |
| 10 | 7.756 – 0.000 | 2.5 | 2.8 | 9.0 | 135 | 189 |

Die mit den Ansätzen nach Yalin, Parker und Ikeda berechneten Gerinnebreiten und die Wasserspiegelbreiten nach Ashmore und Millar sind in Tabelle 4 aufgeführt. In den **Abschnitten 1 und 2** liegen die berechneten Werte aller Ansätze innerhalb des Schwankungsbereiches der aus den historischen Plänen gemessenen Gerinnebreiten. Die Ansätze nach Yalin und Millar ergeben Werte, die im unteren Bereich der aus den historischen Plänen und Karten gemessenen Gerinnebreiten liegen.

In den **Abschnitten 3 und 4** ist zu beachten, dass auf den in diesen Abschnitten verfügbaren historischen Plänen die Töss bereits korrigiert ist und die ursprünglichen Breiten nur noch erahnt werden können. Der Ansatz Yalin ergibt im Vergleich zu den historischen Plänen deutlich zu tiefen Werte und die Ansätze Parker und Millar geben Werte im unteren

Bereich der aus den Plänen gemessenen Breiten. Mit den Ansätzen Ikeda und Ashmore können die aus den historischen Plänen gemessenen Breiten recht gut nachgerechnet werden, resp. werden mit dem Ansatz Ikeda/HQ5 im Abschnitt 4 eher überschätzt.

In den **Abschnitten 5 bis 7** liegen die berechneten Werte aller Ansätze wiederum im Schwankungsbereich der aus den historischen Plänen gemessenen Gerinnebreiten. Die Ansätze von Yalin, Parker und Millar repräsentieren die schmalere (auf den historischen Plänen evtl. bereits verbauten) Gerinneabschnitte und der Ansatz Ikeda die breiten Abschnitte mit ausgeprägten Verzweigungsmustern.

In den **Abschnitten 8 und 9** liegen die Werte von Yalin im Bereich der kleinsten Gerinnebreiten der historischen Pläne. Die grössten aus den historischen Plänen gemessenen Gerinnebreiten sind jedoch deutlich grösser als die mit den Ansätzen Ikeda und Ashmore berechneten Werte. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in den aus den historischen Plänen gemessenen maximalen Gerinnebreiten teilweise auch bewaldete Inseln mitberücksichtigt sind.

Im **Abschnitt 10** (Talmäander) gibt der Ansatz Ikeda zu hohe Werte und die übrigen Ansätze liegen im oberen Bereich der gemessenen Bandbreite.

Tabelle 4 Gerinnebreiten gemäss verschiedenen regime-theoretischen Ansätzen.

| Nr. | Abschnitt km | Gerinnebreite [m] | | | | | | Wasserspiegelbreite [m] | | | |
|-----|-----------------|-------------------|-----|--------|-----|-------|-----|-------------------------|-----|--------|-----|
| | | Yalin | | Parker | | Ikeda | | Ashmore | | Millar | |
| | | HQ2 | HQ5 | HQ2 | HQ5 | HQ2 | HQ5 | HQ2 | HQ5 | HQ2 | HQ5 |
| 1 | 51.85 – 50.67 | 14 | 16 | 21 | 24 | 33 | 43 | 31 | 39 | 14 | 17 |
| 2 | 50.67 – 44.30 | 20 | 23 | 30 | 34 | 55 | 74 | 49 | 61 | 22 | 27 |
| 3 | 44.30 – 38.35 | 25 | 29 | 37 | 42 | 87 | 114 | 70 | 87 | 29 | 36 |
| 4 | 38.35 – 34.76 | 29 | 32 | 42 | 47 | 127 | 159 | 85 | 101 | 42 | 49 |
| 5 | 34.76 – 26.54 | 32 | 35 | 46 | 52 | 131 | 163 | 89 | 106 | 44 | 51 |
| 6 | 26.54 – 19.00 | 34 | 39 | 50 | 57 | 112 | 148 | 83 | 103 | 42 | 51 |
| 7 | 19.00 – 13.75 | 38 | 44 | 55 | 65 | 108 | 146 | 83 | 106 | 43 | 54 |
| 8 | 13.75 – 10.76 | 39 | 46 | 47 | 56 | 65 | 90 | 57 | 74 | 39 | 49 |
| 9 | 10.76 – 7.75 | 41 | 48 | 60 | 71 | 94 | 130 | 70 | 91 | 46 | 58 |
| 10 | 7.75 – 0.00 | 43 | 50 | 51 | 61 | 83 | 114 | 65 | 84 | 44 | 55 |

3.3.3 Faustformel BAFU

Gemäss erläuterndem Bericht des BAFU vom 20. April 2011 zur neuen Gewässerschutzverordnung (GSchV) kann in eingeeengten Gerinnen die natürliche Sohlenbreite anhand eines Korrekturfaktors bestimmt werden (Kapitel 1.5). Bei eingeschränkter Breitenvariabilität beträgt der Korrekturfaktor $F = 1.5$ und bei fehlender Breitenvariabilität $F = 2.0$. Gemäss der

ökomorphologischen Klassierung weist die Töss zwischen Orüti und der Mündung in den Rhein keine Breitenvariabilität auf. Die einzige Ausnahme bildet Abschnitt 10, welcher teilweise als naturnah klassifiziert ist. Der Korrekturfaktor wurde in den Abschnitten 1 – 9 zu $F = 2.0$ gewählt, für den untersten Abschnitt 10 zu $F = 1.5$ (Tabelle 5).

Die Sohlenbreiten wurden anhand der Querprofile bestimmt [1]. Als Sohlenbreite wurde der Abstand zwischen den Fusspunkten der Uferböschungen definiert. Die Sohlenbreiten sind im Längenprofil in Bild 12 dargestellt.

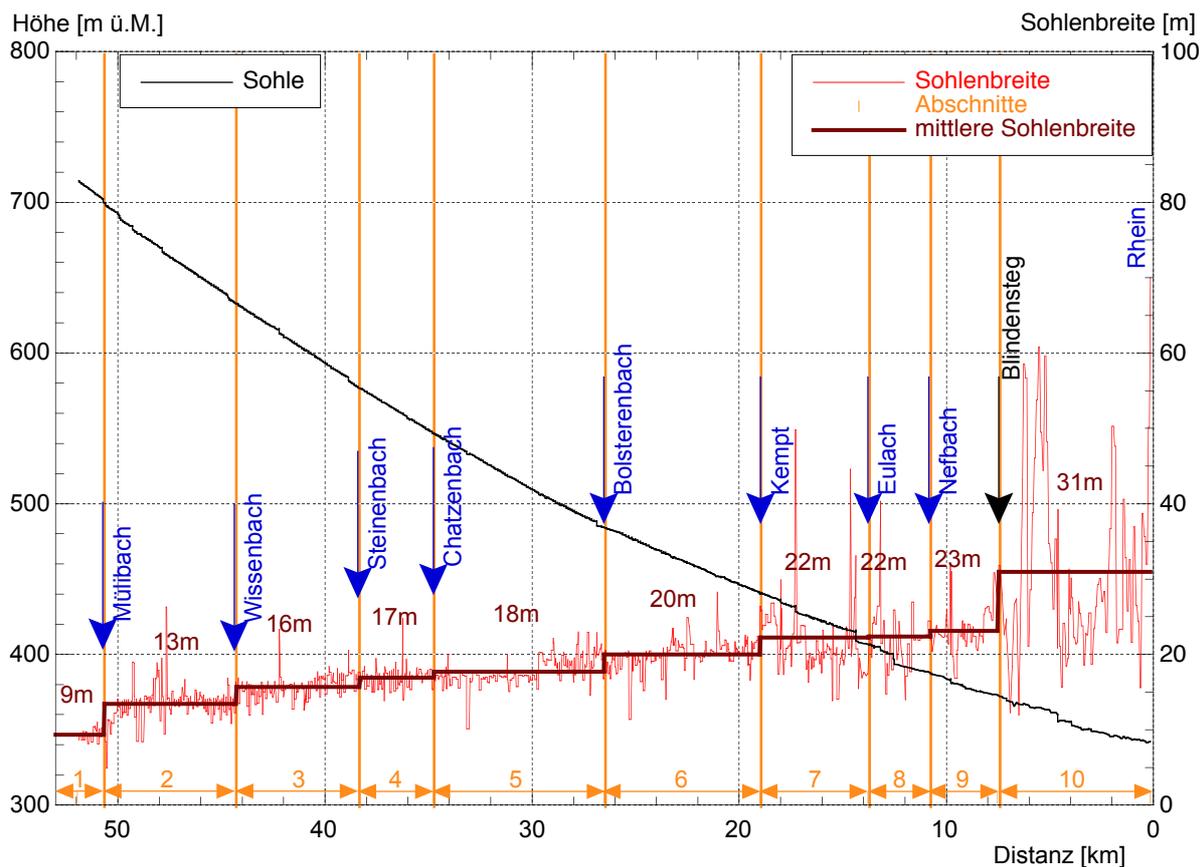


Bild 12 Längenprofil der Töss im Istzustand zwischen Orüti und der Mündung in den Rhein mit Höhe der Flusssohle und mit der Sohlenbreite der Vermessung 2004 (querprofilweise und Mittelwerte der einzelnen Abschnitte).

Die mit der Faustformel BAFU berechneten Sohlenbreiten (Tabelle 5) sind nicht direkt vergleichbar mit den in den vorhergehenden Kapiteln hergeleiteten Gerinnebreiten. Wird zu den Sohlenbreiten beidseitig eine Uferböschung von je 6m dazugezählt, liegen die so abgeleiteten Gerinnebreiten in der gleichen Grössenordnung wie die Abschätzungen mit dem Ansatz Yalin/HQ2 (Tabelle 4). Im Vergleich zu den historischen Plänen liegen sie eher im unteren Bereich des gemessenen Schwankungsbereichs. In den Abschnitten, in denen die historischen Pläne ausgeprägte Verzweigungen zeigen, entsprechen sie etwa der Breite der benetzten Fläche. Aufgrund der massiven Einengung des Gerinnes im Rahmen der

Tösskorrektur Ende des vorletzten Jahrhunderts werden die natürlichen Sohlenbreiten mit diesem Ansatz unterschätzt.

Tabelle 5 Sohlenbreiten der Töss im Istzustand und gemäss Faustformel BAFU. Die Sohlenbreiten des Istzustands wurden aus den vermessenen Querprofilen abgeleitet⁴.

| Breite | Abschnitt | | | | | | | | | |
|---|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Sohle Istzustand (Mittelwert) [m] | 9 | 13 | 16 | 17 | 18 | 20 | 22 | 22 | 23 | 31 |
| Sohle natürlich, gem. Ansatz BAFU [m] | 18 | 26 | 32 | 34 | 36 | 40 | 44 | 44 | 46 | 47 |
| Gerinne (Berücksichtigung Uferstreifen von je 3m) | 24 | 32 | 38 | 40 | 42 | 46 | 50 | 50 | 52 | 53 |

4 Gewässerraum

4.1 Massgebende natürliche Sohlenbreite

In Tabelle 6 sind die mit den verschiedenen Ansätzen ermittelten natürlichen Gerinnebreiten zusammengefasst. Die für die weitere Bearbeitung festgelegten Sohlenbreiten sind ebenfalls aufgeführt. Dabei handelt es sich um eine gutachterliche Festlegung, die sich hauptsächlich auf die historischen Pläne abstützt. Die Sohlenbreite wurde ausgehend von der Gerinnebreite unter Abzug eines Uferstreifens bestimmt. In den Abschnitten 1 – 7 wurde die Breite des Uferstreifens beidseitig zu 6m⁵ festgelegt. In den Abschnitten 8 – 9 wurde zur Berücksichtigung der bestockten Inseln bei der mittleren Sohlenbreite aus den historischen Plänen 4 Uferstreifen à 6m abgezogen. Im Abschnitt 10 (Talmäander) wurde die mittlere natürliche Sohlenbreite aus den planimetrierten Flächen bestimmt.

⁴ Verglichen mit den aus den Querprofilen gemessenen Sohlenbreiten fallen die Werte aus der Ökomorphologie deutlich grösser aus.

⁵ Dies entspricht einer Abflusstiefe von 1.5m und einer Böschungsneigung von 1:2.

Tabelle 6 Gerinnebreiten der Töss aus historischen Plänen und den regime-theoretischen Ansätzen sowie Sohlenbreite gemäss dem Ansatz BAFU. Der für die Weiterbearbeitung gutachterlich festgelegte Wert für die natürliche Sohlenbreite richtet sich hauptsächlich an den historischen Plänen unter Berücksichtigung eines Abzugs eines 6m breiten Uferstreifens (beidseitig, entlang Ufer und bewachsenen Inseln). Die berechneten Gerinne- und Wasserspiegelbreiten dienen zur Plausibilisierung. Schwarz: Gerinnebreiten, blau: Wasserspiegelbreiten, braun: Sohlenbreiten. Alle Angaben in [m].

| Nr, Nr, | Hist. Pläne | | | Empirische Formeln | | | | | | | | | | BAFU Sohlen- breite | Festgelegter Wert für natürliche Sohlenbreite | |
|------------|----------------|-----|--------|--------------------|-----|--------|-----|-------|-----|----------------------|-----|--------|-----|---------------------------|--|--|
| | Gerinnebreiten | | | Gerinnebreiten | | | | | | Wasserspiegelbreiten | | | | | | |
| | Min | Max | Mittel | Yalin | | Parker | | Ikeda | | Ashmore | | Millar | | | | |
| | | | HQ2 | HQ5 | HQ2 | HQ5 | HQ2 | HQ5 | HQ2 | HQ5 | HQ2 | HQ5 | HQ2 | HQ5 | | |
| 1 | 15 | 40 | 22 | 14 | 16 | 21 | 24 | 33 | 43 | 31 | 39 | 14 | 17 | 18 | 16 | |
| 2 | 18 | 60 | 24 | 20 | 23 | 30 | 34 | 55 | 74 | 49 | 61 | 22 | 27 | 26 | 26 | |
| 3 | 23 | 103 | 51 | 25 | 29 | 37 | 42 | 87 | 114 | 70 | 87 | 29 | 36 | 32 | 50 | |
| 4 | 23 | 81 | 39 | 29 | 32 | 42 | 47 | 127 | 159 | 85 | 101 | 42 | 49 | 34 | 50 | |
| 5 | 26 | 127 | 55 | 32 | 35 | 46 | 52 | 131 | 163 | 89 | 106 | 44 | 51 | 36 | 60 | |
| 6 | 26 | 170 | 58 | 34 | 39 | 50 | 57 | 112 | 148 | 83 | 103 | 42 | 51 | 40 | 65 | |
| 7 | 28 | 140 | 53 | 38 | 44 | 55 | 65 | 108 | 146 | 83 | 106 | 43 | 54 | 44 | 65 | |
| 8 | 34 | 230 | 91 | 39 | 46 | 47 | 56 | 65 | 90 | 57 | 74 | 39 | 49 | 44 | 70 | |
| 9 | 30 | 185 | 117 | 41 | 48 | 60 | 71 | 94 | 130 | 70 | 91 | 46 | 58 | 46 | 70 | |
| 10 | 26 | 59 | 31 | 43 | 50 | 51 | 61 | 83 | 114 | 65 | 84 | 44 | 55 | 47 | 30 | |

4.2 Minimaler Gewässerraum

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, wird zur Festlegung des minimalen Gewässerraums der natürlichen Sohlenbreite beidseitig je ein 15m breiter Uferstreifen dazugeschlagen. In den engen Talmäandern des Abschnitts 10 wurde der Uferstreifen auf je 10m reduziert. Die entsprechenden Werte sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Tabelle 7 Minimale Gewässerraumbreite für die einzelnen Abschnitte.

| | Abschnitt | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| von km | 51.85 | 50.67 | 44.3 | 38.35 | 34.76 | 26.54 | 19 | 13.75 | 10.76 | 7.75 |
| bis km | 50.67 | 44.3 | 38.35 | 34.76 | 26.54 | 19 | 13.75 | 10.76 | 7.75 | 0 |
| Nat. Sohlenbreite [m] | 16 | 26 | 50 | 50 | 60 | 65 | 65 | 70 | 70 | 35 |
| Minimaler Gewässerraum [m] | 46 | 56 | 80 | 80 | 90 | 95 | 95 | 100 | 100 | 55 |

4.3 Erhöhter Gewässerraum (Förderung Biodiversität)

Der erhöhte Gewässerraum zur Sicherstellung der Biodiversität wurde mit dem Verfahren Roulier bestimmt (vgl. Kapitel 2.3). Dabei wurde die im zweiten Schlussbericht vom 1.7.2013 (Grundlage [6]) vorgeschlagene Gewichtung gemäss Tabelle 8 verwendet.

Tabelle 8 Berücksichtigte Kriterien und Gewichtung [%] zur Bestimmung des erhöhten Gewässerraums gemäss Verfahren Roulier (Gewichtungsvariante 2). Die Kurven zur Bestimmung des Erfüllungsgrades der einzelnen Kriterien sind in Grundlage [6] aufgeführt.

| Kriterien | Gewichtung | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|------------|
| | Verzweigte Gerinne | Migrierende Mäander | Sich entwickelnde Mäander | Talmäander |
| Sohlenstrukturen | 20% | 20% | 20% | 40% |
| Uferstrukturen | 10% | 10% | 10% | 20% |
| Terrestrische Längsvernetzung | 10% | 10% | 10% | 20% |
| Schadstoffpufferung | 10% | 10% | 10% | 20% |
| Terrestrische Strukturvielfalt | 25% | 20% | 20% | 0% |
| Überflutungsdynamik | 0% | 0% | 10% | 0% |
| Typische Pflanzengemeinschaften | 25% | 20% | 20% | 0% |

Mit dem Verfahren Roulier wird ein Diagramm erstellt, welches den Erfüllungsgrad der ökologischen Funktionen in Abhängigkeit der Gewässerraumbreite zeigt. Die Bandbreite für den erhöhten Gewässerraum wurde so gewählt ist, dass zwischen 80% und 100% der ökologischen Funktionen erfüllt sind. Bei einem Erfüllungsgrad von 80% ergeben sich mit

dem Pilotprojekt an der Glatt entlang dem Flughafen Zürich⁶ vergleichbare Breiten für den erhöhten Gewässerraum.

Als Beispiel ist in Bild 13 das Diagramm für den Abschnitt 5 dargestellt. Die übrigen Diagramme befinden sich in Anhang 1.

Abschnitt 5 (verzweigtes Gerinne)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]

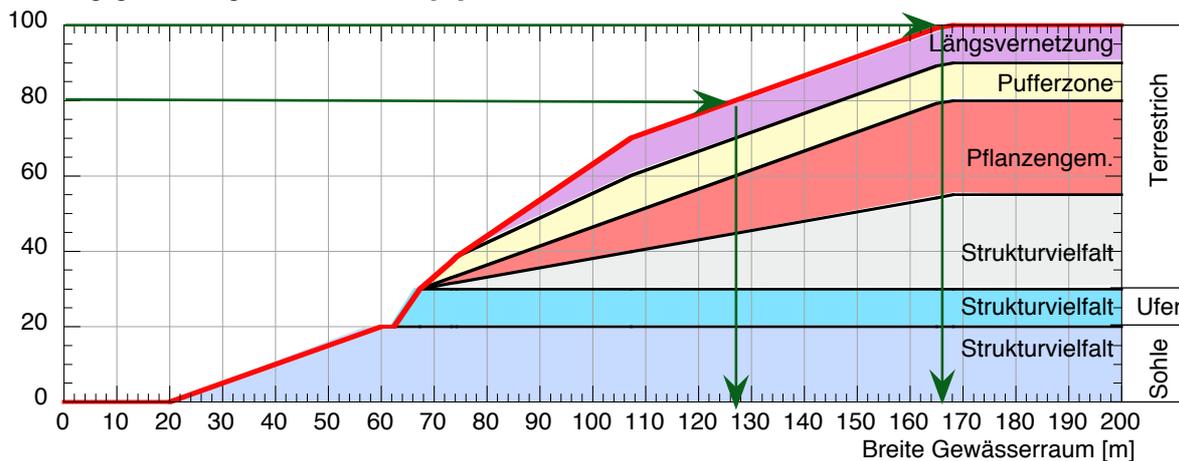


Bild 13 Erfüllungsgrad der ökologischen Funktionen in Abhängigkeit der Gewässerräumbreite (rot) gemäss Verfahren Roulier. Schwarz abgegrenzt sind die je nach Gerinnentyp zu untersuchenden Kriterien. Dargestelltes Beispiel: Abschnitt 5, die Diagramme für die übrigen Abschnitte befinden sich in Anhang 1.

⁶ Glatt, Festlegung des Gewässerräum. Teilbereich Flughafen. Flussbau AG, Zürich, 25.11.2013. Der erhöhte Gewässerräum wurde mit dem Verfahren Roulier, Gewichtungsvariante 1 bestimmt. Das damalige Vorgehen wurde mit Schreiben vom XX als korrekt und zielführend beurteilt.

Tabelle 9 Ausgangswerte zur Festlegung des erhöhten Gewässerraums bei einem ökologischem Erfüllungsgrad von 80% und 100% gemäss dem Verfahren Roulier [6].

| Nr, | Abschnitt | | Morphologischer Typ | Natürliche Sohlenbreite [m] | Erhöhter Gewässerraum | |
|-----|-----------|---------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------|----------|
| | | km | | | 80% [m] | 100% [m] |
| 1 | | 51.85 – 50.67 | Talmäander | 16 | 48 | 67 |
| 2 | | 50.67 – 44.30 | Verzweigt | 26 | 65 | 80 |
| 3 | | 44.30 – 38.35 | Verzweigt | 50 | 106 | 140 |
| 4 | | 38.35 – 34.76 | Verzweigt | 50 | 106 | 140 |
| 5 | | 34.76 – 26.54 | Verzweigt | 60 | 127 | 168 |
| 6 | | 26.54 – 19.00 | Verzweigt | 65 | 136 | 180 |
| 7 | | 19.00 – 13.75 | Verzweigt | 65 | 136 | 180 |
| 8 | | 1.75 – 10.76 | Verzweigt | 70 | 144 | 190 |
| 9 | | 10.76 – 7.75 | Verzweigt | 70 | 144 | 190 |
| 10 | | 7.75 – 0.00 | Talmäander | 35 | 66 | 86 |

4.4 Gewässerraum zur Einhaltung eines natürlichen Pendelbandes

Die Breite des Pendelbandes beträgt das 5- bis 6-fache der natürlichen Sohlenbreite (vgl. Kapitel 2.4). Die entsprechenden Werte sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

Tabelle 10 Natürliche Sohlenbreite gemäss Kapitel 4.1 und daraus abgeleitete Breite für das Pendelband.

| Nr, | Abschnitt | | Natürliche Sohlenbreite [m] | Pendelbandbreite [m] | |
|-----|-----------|-----------------|--------------------------------|----------------------|-----------|
| | | km | | Faktor: 5 | Faktor: 6 |
| 1 | | 51.853 – 50.675 | 16 | 80 | 96 |
| 2 | | 50.675 – 44.303 | 26 | 130 | 156 |
| 3 | | 44.303 – 38.352 | 50 | 250 | 300 |
| 4 | | 38.352 – 34.765 | 50 | 250 | 300 |
| 5 | | 34.765 – 26.549 | 60 | 300 | 360 |
| 6 | | 26.549 – 19.000 | 65 | 325 | 390 |
| 7 | | 19.000 – 13.753 | 65 | 325 | 390 |
| 8 | | 1.753 – 10.766 | 70 | 350 | 420 |
| 9 | | 10.766 – 7.756 | 70 | 350 | 420 |
| 10 | | 7.756 – 0.000 | 35 | 175 | 210 |

4.5 Gewässerraum aus Sicht des Hochwasserschutzes

Der aus Sicht Hochwasserschutz erforderliche minimale Gewässerraum in dicht überbauten Gebieten wurde nur in den Tössabschnitten berechnet, welche durch Siedlungsgebiet führen. Der verwendete Ansatz ist in Kapitel 2.5 beschrieben und die Resultate der Normalabflussberechnungen in Anhang 2 als Pegel-Abfluss-Linien für unterschiedliche Sohlenbreiten dargestellt. Die Gerinnetiefen wurden anhand der Querprofilvermessung bestimmt (Bild 14). In den Pegelhöhen ist die abflussabhängige Freibordhöhe gemäss Vorgaben des AWEL berücksichtigt.

Die so ermittelten erforderlichen Sohlenbreiten und der unter Annahme einer Böschungsneigung von 1:2 berechnete Gewässerraum aus Sicht Hochwasserschutz ist in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11 Zulässige Abflusstiefen und erforderliche Sohlenbreiten gemäss den Bildern in Anhang 2 sowie die daraus abgeleiteten Ufer- und Gewässerraumbreiten unter Annahme einer Böschungsneigung von 1:2.

| Abschnitt | km | Energienienengefälle [%o] | Gerinnetiefe [m] | Erf. Sohlenbreite | | Uferbreite einseitig [m] | Minimaler Gewässerraum HWS | |
|-------------------------|---------------|---------------------------|------------------|-------------------|-----------|--------------------------|----------------------------|-----------|
| | | | | HQ100 [m] | HQ300 [m] | | HQ100 [m] | HQ300 [m] |
| Schwändi | 51.68 – 51.00 | 7.6 | 3.2 | 6 | 9 | 6.4 | 19 | 22 |
| Steg vor Fuchslochbach | 50.76 – 50.05 | 4.7 | 4.3 | 7 | 10 | 8.6 | 24 | 27 |
| Steg nach Fuchslochbach | 50.05 – 49.80 | 4.7 | 4.3 | 8 | 12 | 8.6 | 25 | 29 |
| Bauma | 45.00 – 43.10 | 6.9 | 2.8 | 19 | 29 | 5.6 | 30 | 40 |
| Blitterswil | 41.10 – 40.90 | 5.2 | 3.2 | 18 | 27 | 6.4 | 31 | 40 |
| Wila | 37.29 – 36.98 | 5.2 | 2.9 | 23 | 38 | 5.8 | 35 | 50 |
| Turbenthal | 35.40 – 34.00 | 4.8 | 3.2 | 22 | 36 | 6.4 | 35 | 49 |
| Rämismühle | 32.57 – 31.65 | 6.1 | 3.2 | 22 | 35 | 6.4 | 35 | 48 |
| Rikon | 30.88 – 28.64 | 4.8 | 3.6 | 20 | 33 | 7.2 | 34 | 47 |
| Kollbrunn | 28.27 – 26.16 | 4.1 | 3.4 | 26 | 40 | 6.8 | 40 | 54 |
| Sennhof | 25.18 – 24.69 | 4.2 | 3.2 | 28 | 45 | 6.4 | 41 | 58 |
| Winterthur vor Eulach | 17.86 – 13.72 | 3.7 | 3.2 | 40 | 60 | 6.4 | 53 | 73 |
| Winterthur nach Eulach | 13.72 – 12.60 | 3.7 | 3.8 | 34 | 45 | 7.6 | 49 | 60 |
| Tössallmend Neftenbach | 12.18 – 10.77 | 3.1 | 2.9 | 49 | 71 | 5.8 | 61 | 83 |
| Rorbas-Freienstein | 4.40 – 2.94 | 3.9 | 4.8 | 27 | 37 | 9.6 | 46 | 56 |

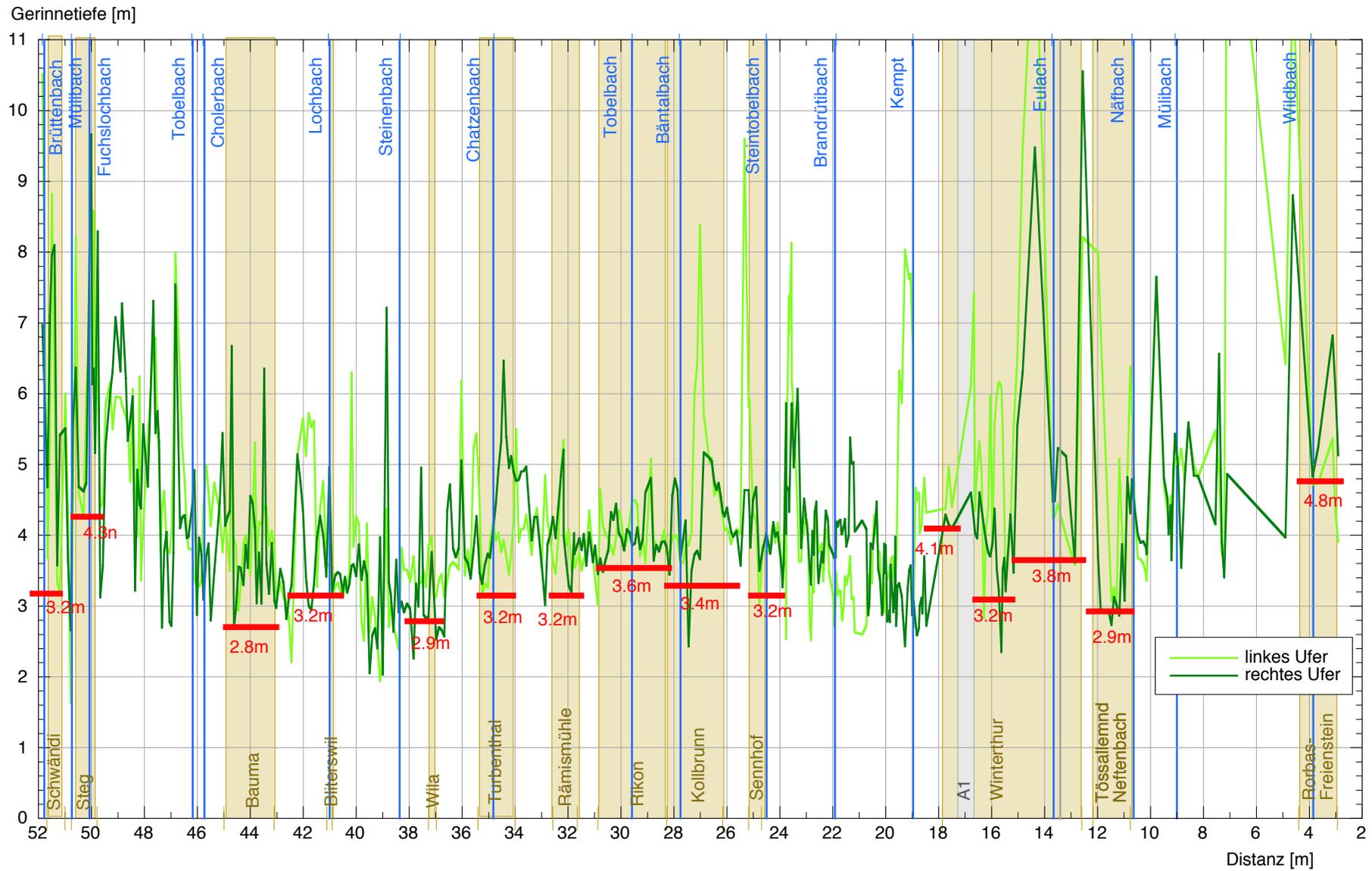


Bild 14 Längenprofil der Gerinnetiefen entlang dem linken und rechten Ufer. Das Minimum für die in den Berechnungen verwendete Gerinnetiefe ist rot dargestellt.

4.6 Breite zur Erfüllung der minimalen Anforderungen WBG, Art. 4

Die vom BAFU festgelegte Mindestbreite für die Gutsprache der Grundsubvention (Breite WBG) ist in Tabelle 12 zusammengestellt. Die Abflusstiefe (h) beim gerinnebildenden Abfluss (HQ5) wurde mit Normalabflussberechnungen bestimmt.

Tabelle 12 Breite zur Erfüllung der minimalen Anforderungen an Artikel 4 des Wasserbaugesetzes (WBG). Die Einhaltung dieser Breite bei Flussbauprojekten ist Voraussetzung für die Gutsprache der Grundsubvention durch das BAFU.

| Abschnitt | km | HQ5 [m ³ /s] | Natürliche Sohlenbreite [m] | h [m] | B _{Amph} [m] | Breite WBG [m] |
|-----------|------------------|----------------------------|--------------------------------|----------|--------------------------|-------------------|
| 1 | 51.853 – 50.675 | 21 | 16 | 0.98 | 5.9 | 62 |
| 2 | 50.6745 – 44.303 | 43 | 26 | 1.25 | 7.5 | 74 |
| 3 | 44.303 – 38.352 | 65 | 50 | 1.41 | 8.5 | 98 |
| 4 | 38.352 – 34.765 | 79 | 50 | 1.53 | 9.2 | 99 |
| 5 | 34.765 – 26.549 | 96 | 60 | 1.73 | 10.4 | 110 |
| 6 | 26.549 – 19.000 | 118 | 65 | 1.97 | 11.8 | 117 |
| 7 | 19.000 – 13.753 | 150 | 65 | 2.28 | 13.7 | 119 |
| 8 | 1.753 – 10.766 | 158 | 70 | 2.79 | 16.7 | 127 |
| 9 | 10.766 – 7.756 | 173 | 70 | 2.72 | 16.3 | 126 |
| 10 | 7.756 – 0.000 | 189 | 35 | 2.50 | 15.0 | 90 |

4.7 Zusammenstellung

Die in den vorangehenden Kapiteln hergeleiteten Gewässerraumbreiten sind in Tabelle 13 zusammenfassend aufgeführt.

Tabelle 13 Breite des minimalen und erhöhten Gewässerraums, der Pendelbandbreite, der aus Sicht Hochwasserschutz minimal erforderlichen Gewässerraumbreite in dicht überbauten Gebieten sowie der Minimalanforderung Art. 4, Wasserbaugesetz gemäss BAFU. Die grün markierten Felder liegen im Bereich der aus den historischen Plänen abgeleiteten natürlichen Gerinnebreiten.

| Abschnitt Nr. | [km] | Minimaler GR [m] | Erhöhter GR | | Pendelbandbreite [m] | Sicht Hochwasserschutz | | | WBG, Art. 4 |
|------------------|---------------|---------------------|-------------|-------------|-------------------------|------------------------|--------------|--------------|----------------|
| | | | 80% [m] | 100% [m] | | | HQ100 [m] | HQ300 [m] | |
| 1 | 51.85 – 50.67 | 46 | 48 | 67 | 80 - 96 | Schwändi: | 19 | 22 | 62 |
| 2 | 50.67 – 44.30 | 56 | 65 | 80 | 130 - 156 | Steg: | 24 | 27 | 74 |
| | | | | | | Bauma | 30 | 40 | |
| 3 | 44.30 – 38.35 | 80 | 106 | 143 | 250 - 300 | Bauma: | 30 | 40 | 98 |
| | | | | | | Blitterswil: | 31 | 40 | |
| 4 | 38.35 – 34.76 | 80 | 106 | 140 | 250 - 300 | Wila: | 35 | 50 | 99 |
| | | | | | | Turbenthal: | 35 | 49 | |
| 5 | 34.76 – 26.54 | 90 | 127 | 168 | 300 - 360 | Turbenthal: | 35 | 49 | 110 |
| | | | | | | Rämismühle: | 35 | 48 | |
| | | | | | | Rikon: | 34 | 47 | |
| | | | | | | Kollbrunn: | 40 | 54 | |
| 6 | 26.54 – 19.00 | 95 | 136 | 180 | 325 - 390 | Kollbrunn: | 40 | 54 | 117 |
| | | | | | | Sennhof: | 41 | 58 | |
| 7 | 19.00 – 13.75 | 95 | 136 | 180 | 325 - 390 | Winterthur: | 53 | 73 | 119 |
| 8 | 13.75 – 10.76 | 100 | 144 | 190 | 350 - 420 | Winterthur: | 53 | 73 | 127 |
| | | | | | | Tössallmend: | 61 | 83 | |
| 9 | 10.76 – 7.75 | 100 | 144 | 190 | 350 - 420 | | | | 126 |
| 10 | 7.75 – 0.00 | 55 | 66 | 86 | 175 - 210 | Rorbas-F.: | 46 | 56 | 90 |

Die Breiten des minimalen Gewässerraums sind mit Ausnahme der Abschnitte 1, 2, 4 und 10 deutlich kleiner als die aus den historischen Plänen gemessenen Gerinnebreiten und auch kleiner als die vom BAFU geforderte Breite für Gutsprache der Grundsubvention (WBG, Art. 4). Wie die morphologische Einteilung nach Ahmari/da Silva (Bild 15) zeigt, kann davon ausgegangen werden, dass sich bei den minimalen Breiten alternierende Bänke und

vereinzelte Verzweigungen bilden. Damit kann im Vergleich zum Istzustand eine deutlich grössere Strukturvielfalt (Kiesbänke, Kolke, Schnellen, Riffel) erwartet werden.

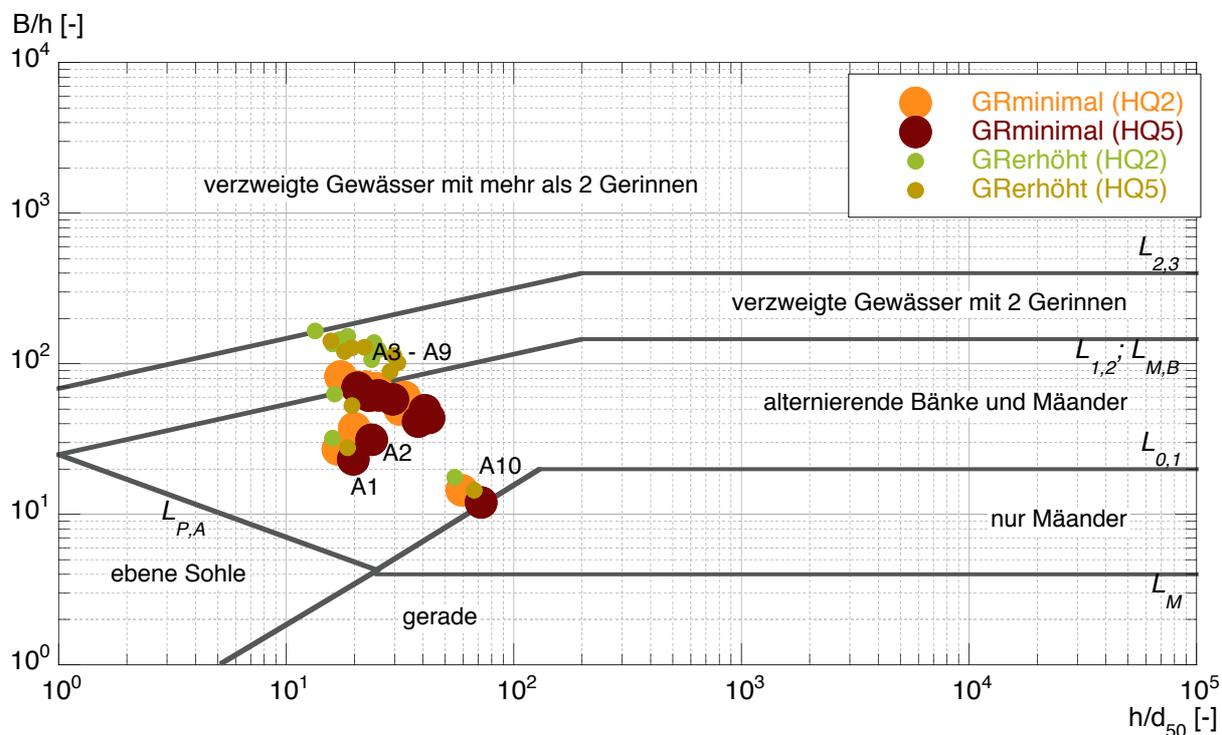


Bild 15 Morphologische Einteilung der Gewässer nach Ahmari/da Silva. Die eingezeichneten Punkte zeigen den zu erwartenden Gewässertyp unter Berücksichtigung der minimalen Gewässerraubbreite.

Zur Wiederherstellung der natürlichen morphologischen Strukturen sind Gerinnebreiten im Bereich des erhöhten Gewässerraums erforderlich. Bei der Ausscheidung eines erhöhten Gewässerraums kann sich ein verzweigtes Gerinne ausbilden. In Bild 15 sind die Verhältnisse bei einem Erfüllungsgrad von 80% der ökologischen Funktionen dargestellt. In diesem Fall ist mehrheitlich mit der Ausbildung von 2 Teilgerinnen auszugehen. Bei einer noch grösseren Breite (Erfüllungsgrad 100%) ist mit der Ausbildung von weiteren Teilgerinnen zu rechnen. Dies deckt sich gut mit den historischen Plänen.

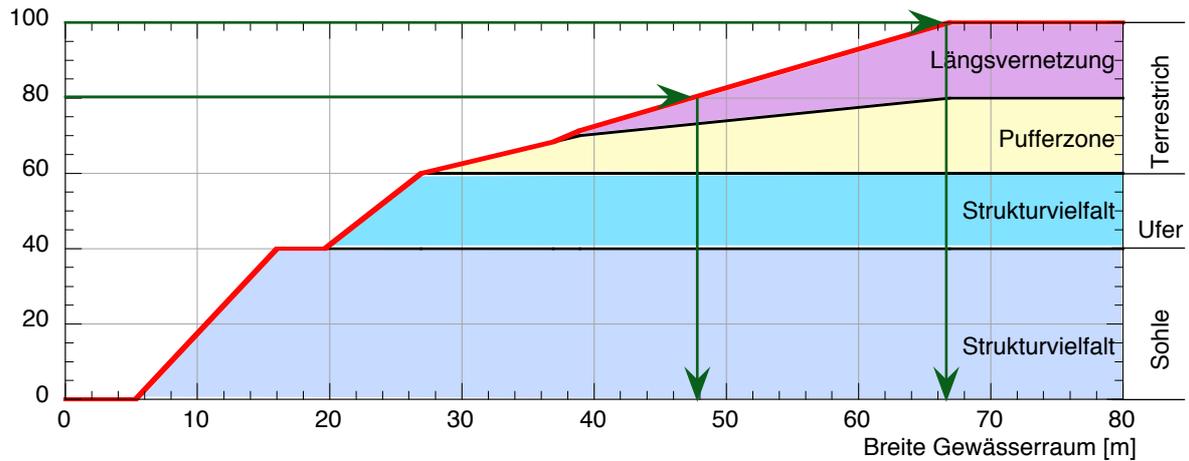
Die Gewässerraubbreiten aus Sicht Hochwasserschutz dürfen nur in dicht überbautem Gebiet angewendet werden und müssen im konkreten Fall definitiv festgelegt werden. Die Richtwerte sind in Plan 1 in grauer Schrift aufgeführt.

Anhang 1

Erfüllungsgradkurven der ökologischen Funktionen gemäss Verfahren Roulier

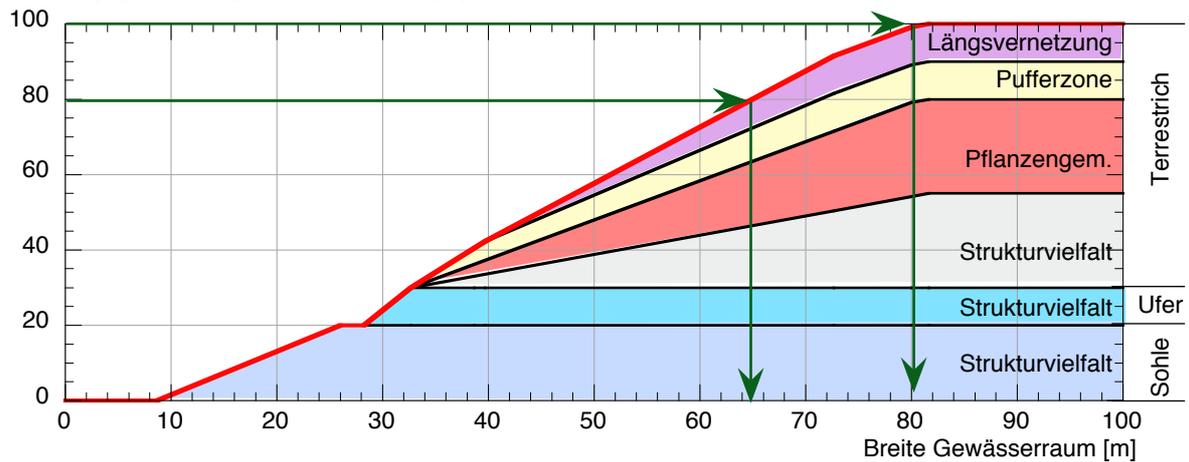
Abschnitt 1 (Talmäander)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]



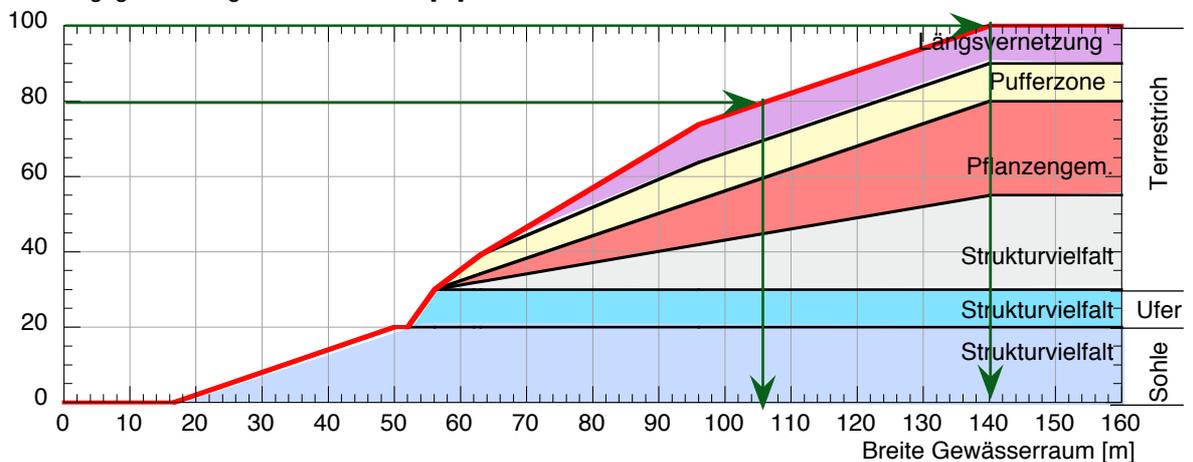
Abschnitt 2 (verzweigtes Gerinne)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]



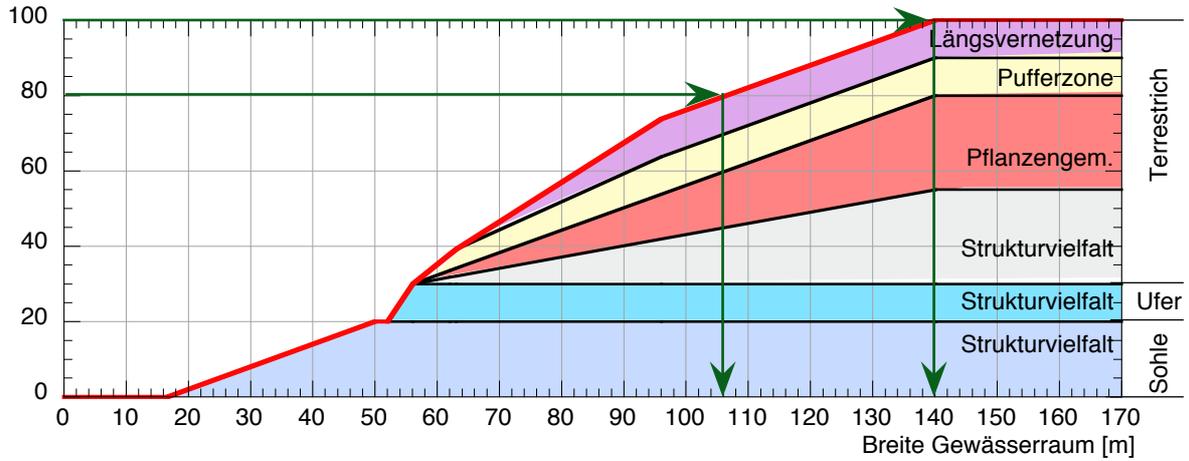
Abschnitt 3 (verzweigtes Gerinne)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]



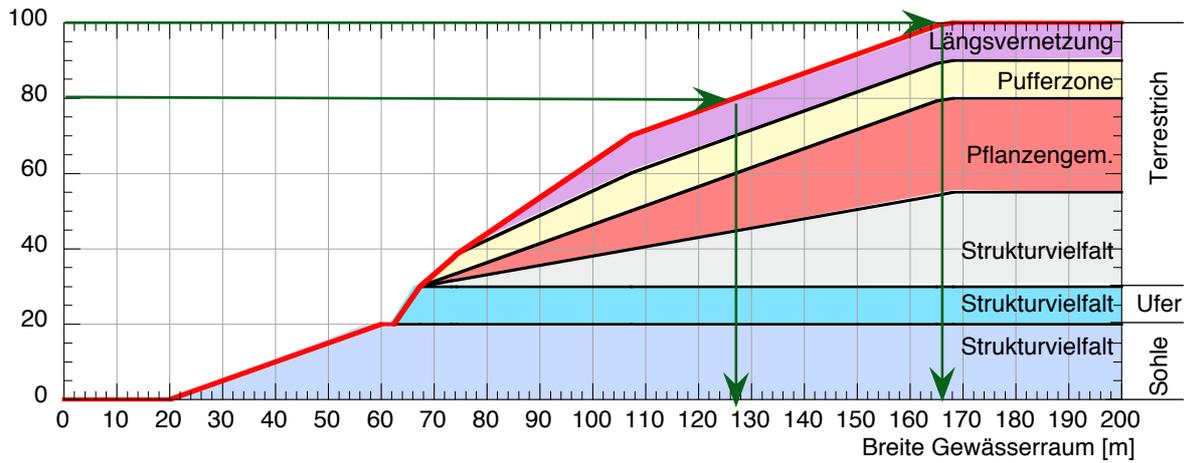
Abschnitt 4 (verzweigtes Gerinne)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]



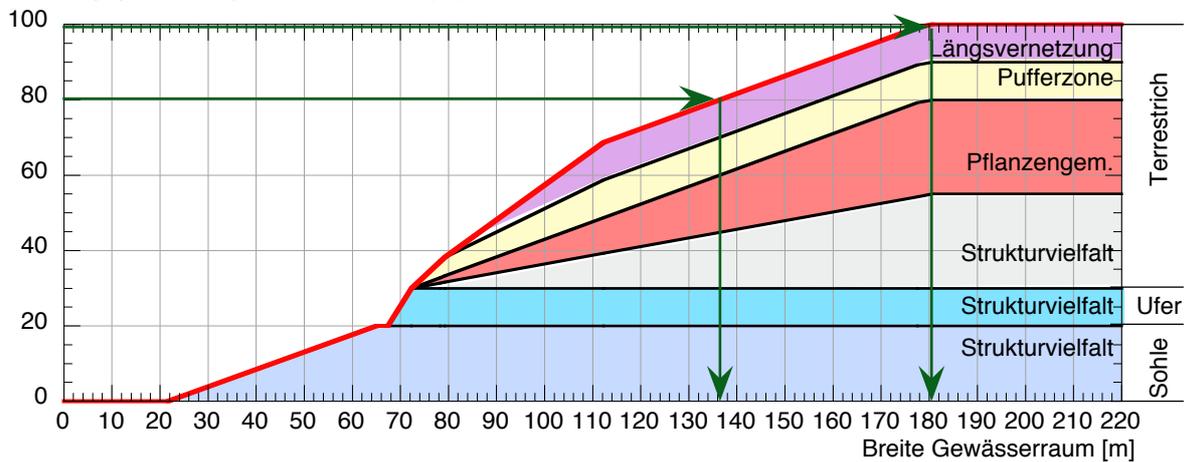
Abschnitt 5 (verzweigtes Gerinne)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]



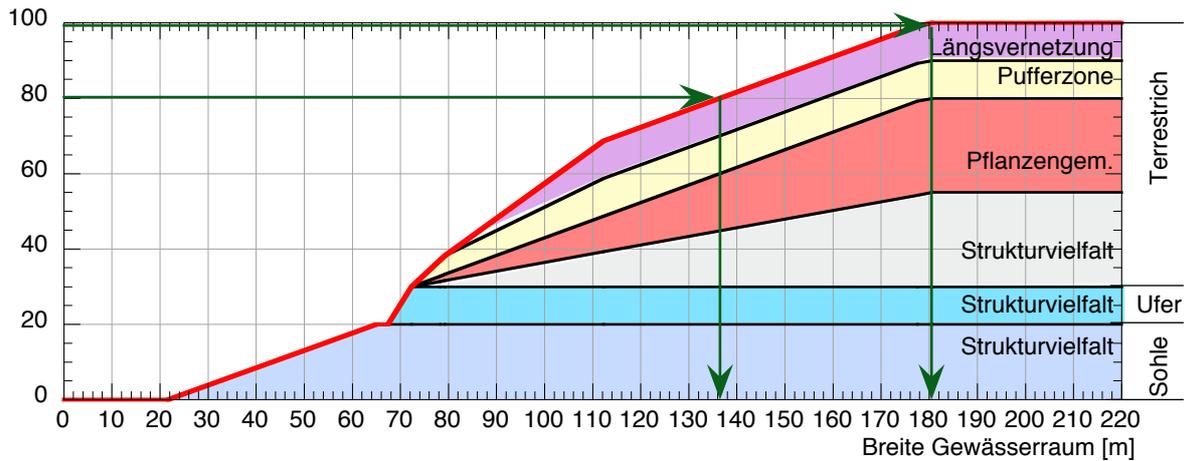
Abschnitt 6 (verzweigtes Gerinne)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]



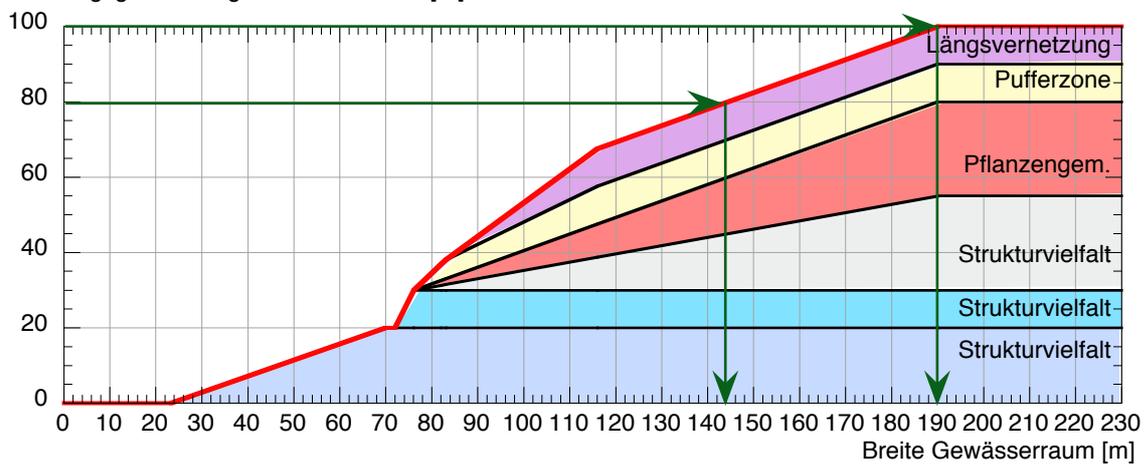
Abschnitt 7 (verzweigtes Gerinne)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]



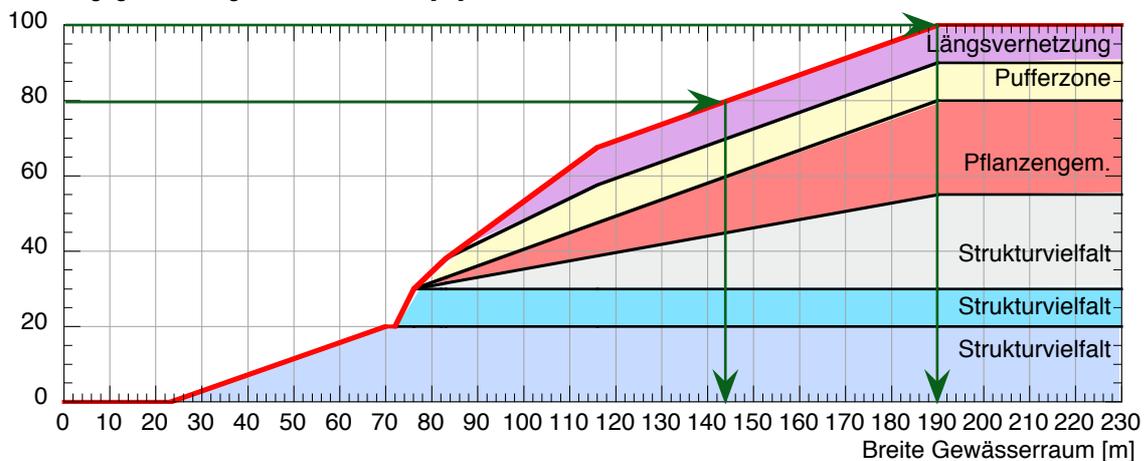
Abschnitt 8 (verzweigtes Gerinne)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]



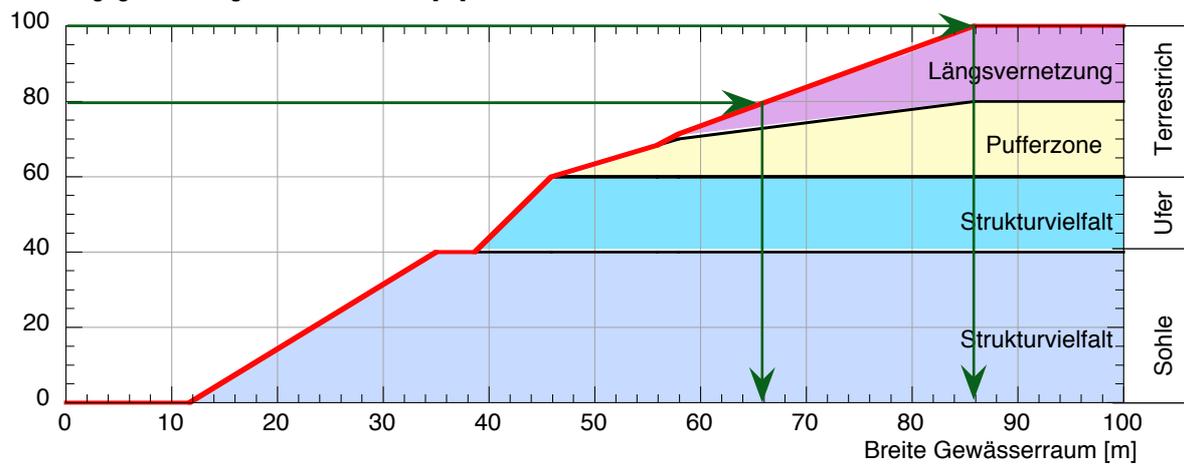
Abschnitt 9 (verzweigtes Gerinne)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]



Abschnitt 10 (Talmäander)

Erfüllungsgrad ökologische Funktionen [%]



Anhang 2

Pegel-Abflusskurven als Grundlage für die Bestimmung der minimalen Breite aus
Sicht Hochwasserschutz

Das Freibord ist gemäss Vorgaben AWEL berücksichtigt

Bild 1

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Schwändi.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 7.6\text{‰}$,
 $K_{st} = 30\text{m}^{1/3}/\text{s}$

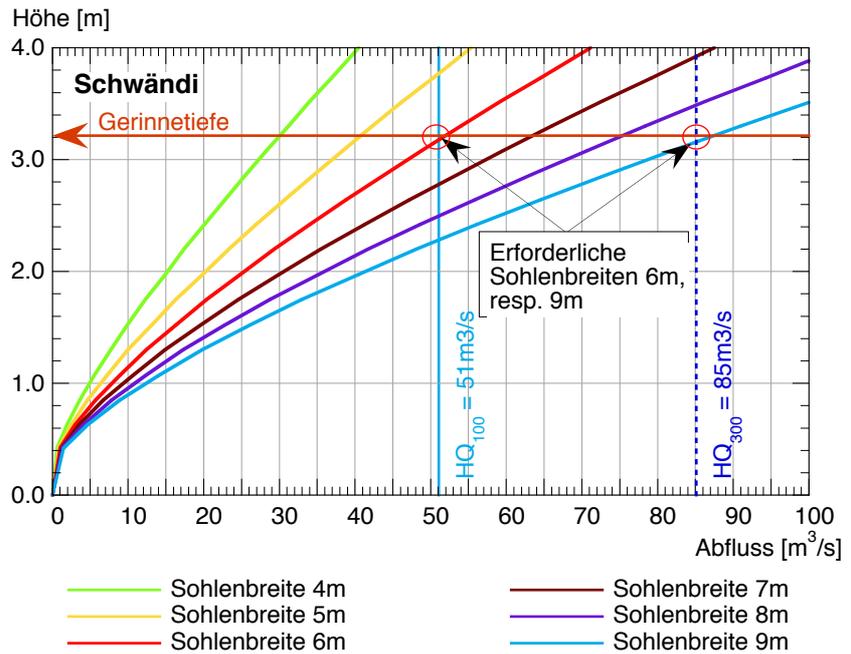


Bild 2

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Steg hinterlegt.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 4.7\text{‰}$,
 $K_{st} = 30\text{m}^{1/3}/\text{s}$

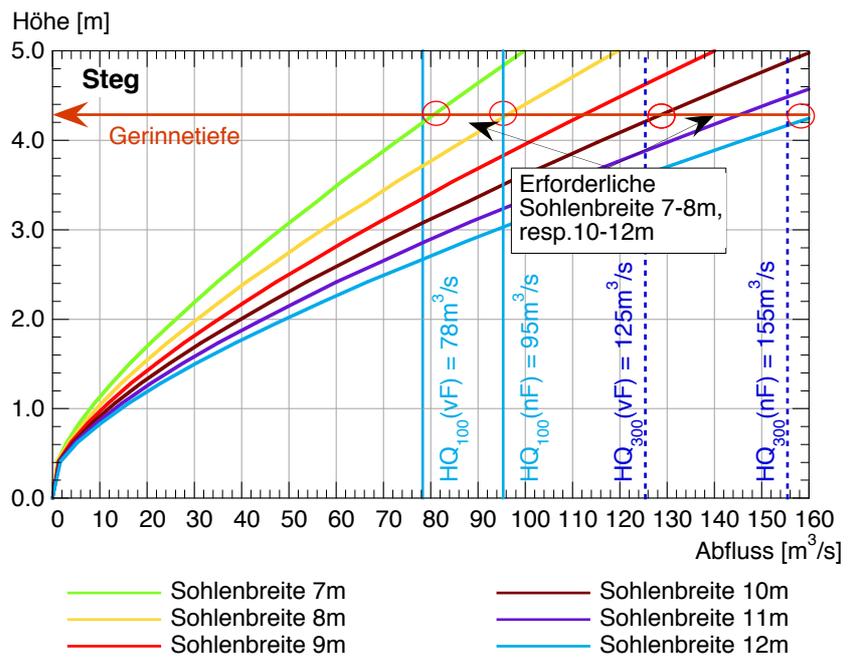


Bild 3

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Bauma.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 6.9\%$,
 $K_{st} = 30\text{m}^{1/3}/\text{s}$

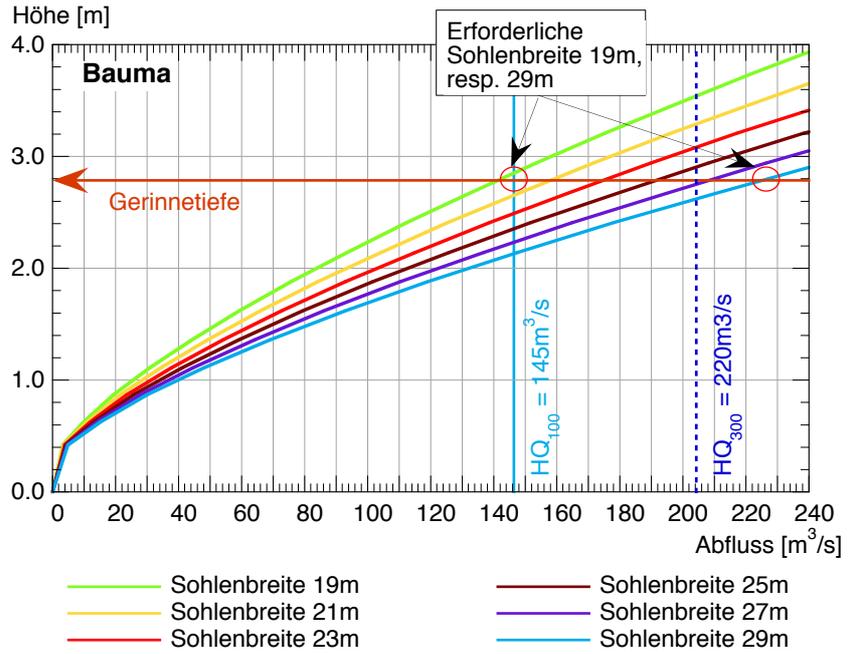
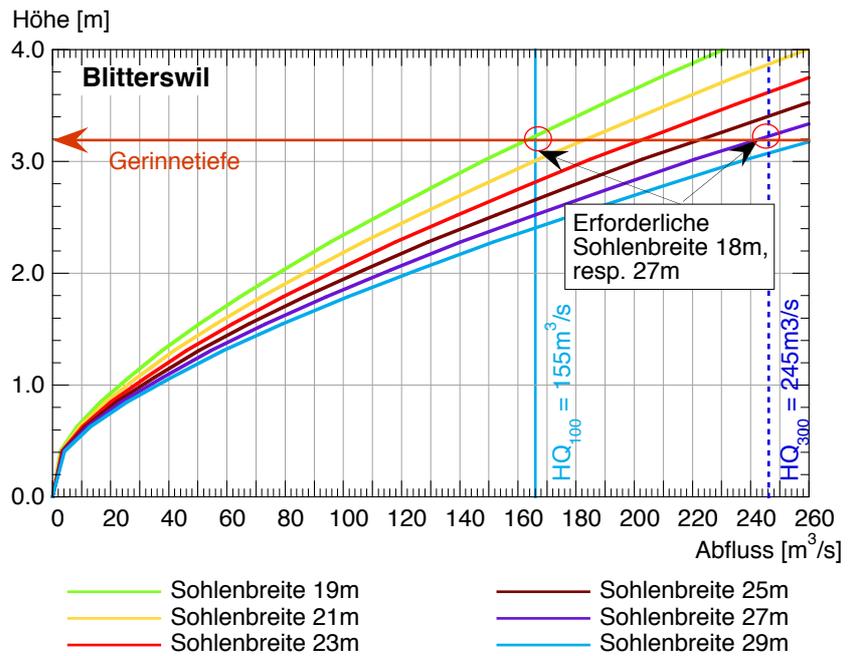


Bild 4

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Blitterswil.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 5.2\%$,
 $K_{st} = 30\text{m}^{1/3}/\text{s}$



s

Bild 5

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Wila.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 5.2\%$,
 $K_{st} = 30m^{1/3}/s$

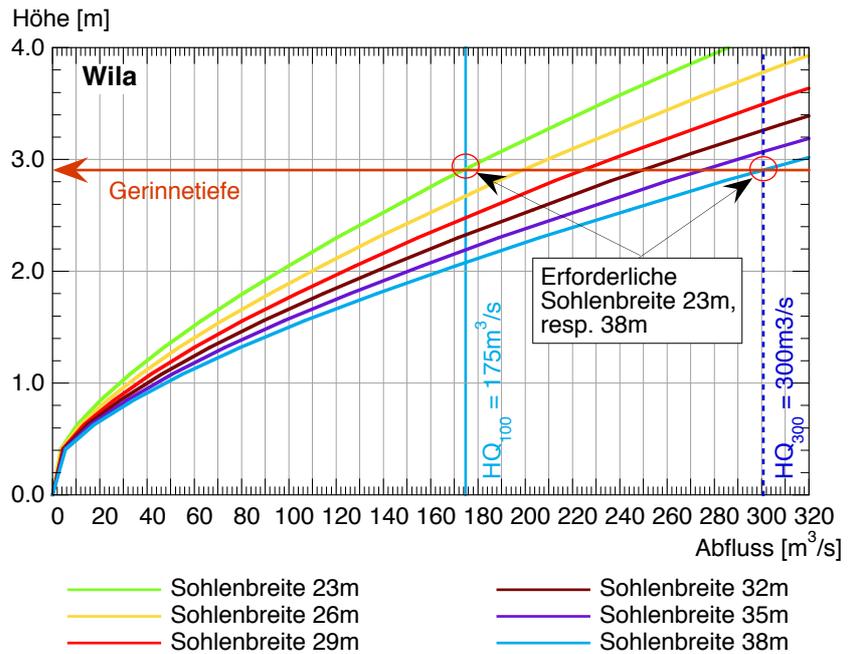


Bild 6

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Turbenthal.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 4.8\%$,
 $K_{st} = 30m^{1/3}/s$

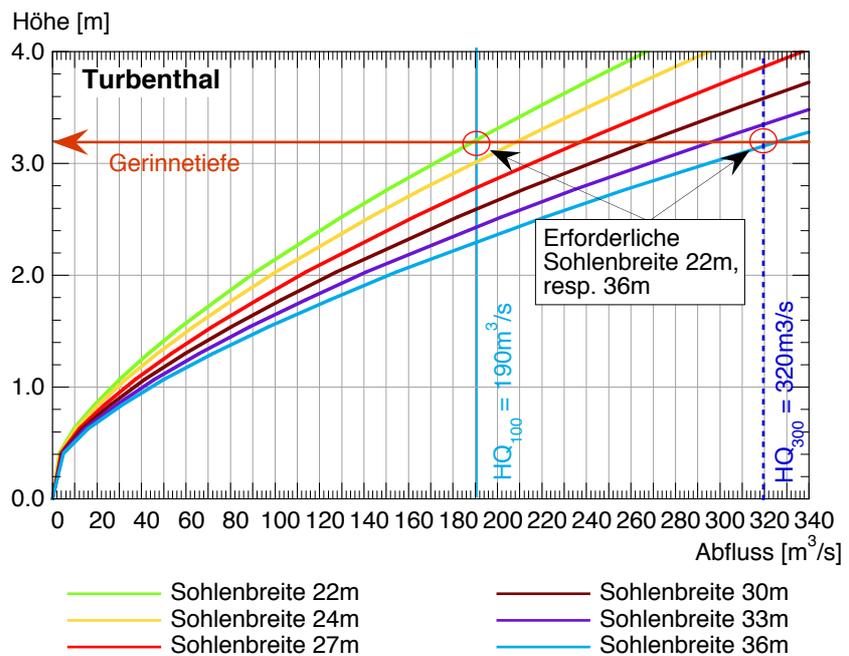


Bild 7

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Rämismühle.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 6.1\%$,
 $K_{st} = 30m^{1/3}/s$

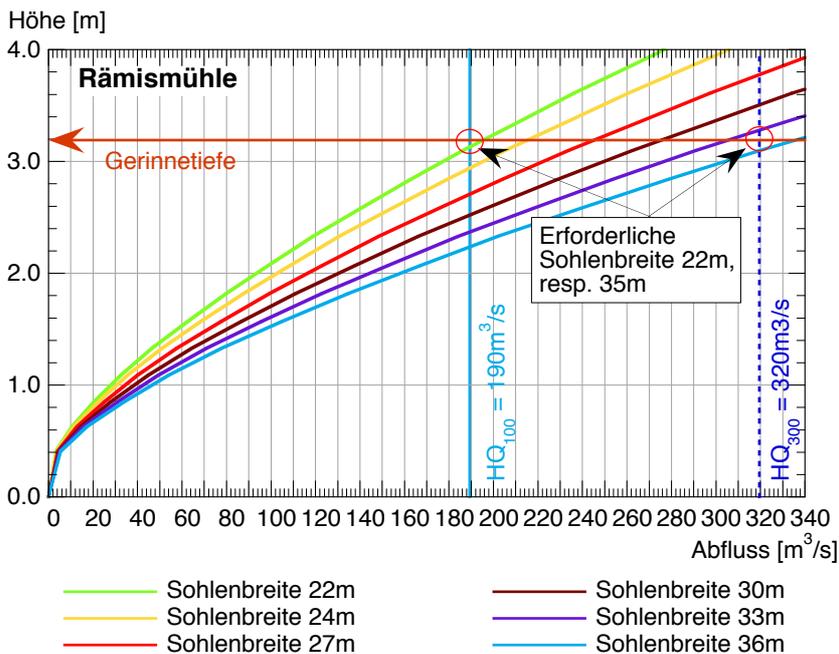


Bild 8

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Rikon.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 4.8\%$,
 $K_{st} = 30m^{1/3}/s$

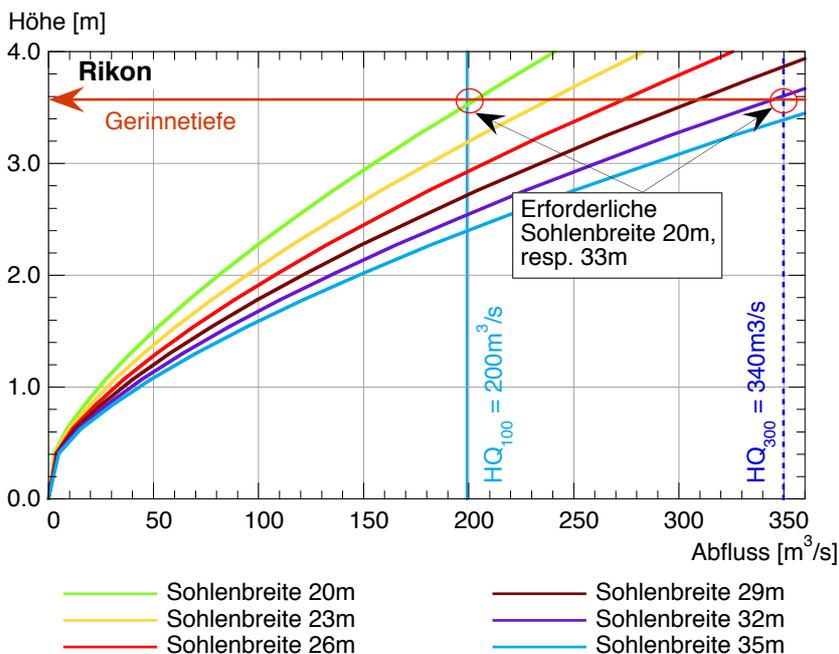


Bild 9

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Kollbrunn.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 4.1\%$,
 $K_{st} = 30m^{1/3}/s$

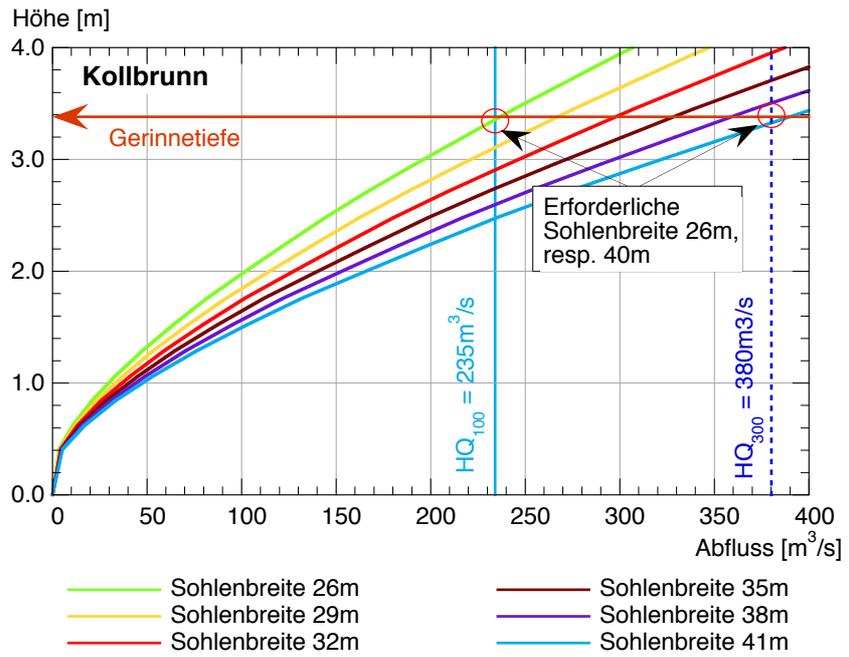


Bild 10

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Sennhof.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 4.2\%$,
 $K_{st} = 30m^{1/3}/s$

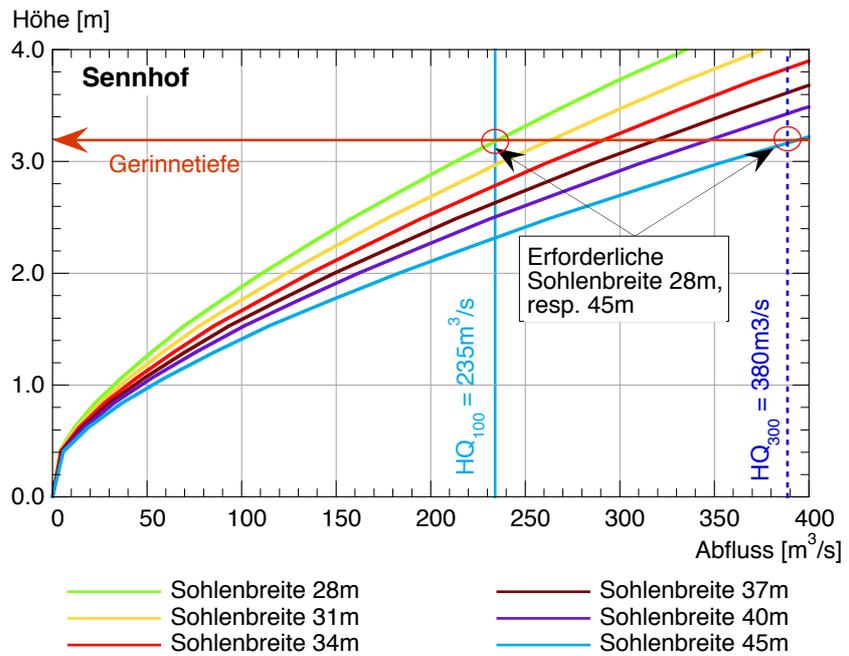


Bild 11

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Winterthur.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 3.7\%$,
 $K_{st} = 30m^{1/3}/s$

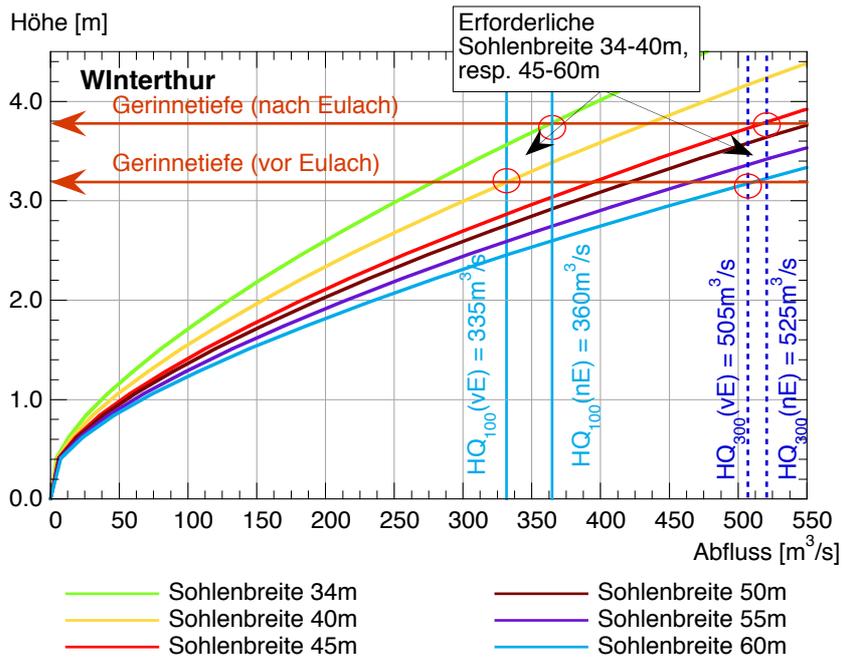


Bild 12

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Bereich Tössallmend.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 3.1\%$,
 $K_{st} = 30m^{1/3}/s$

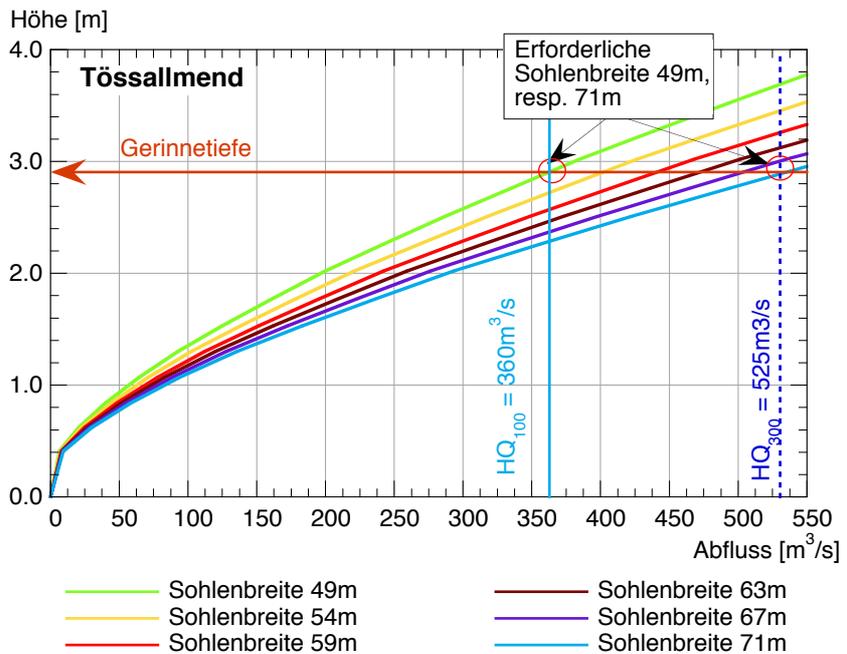


Bild 13

Abflusstiefen bei verschiedenen Abflüssen in Rechteckquerschnitten mit unterschiedlicher Breite im Siedlungsbereich von Rorbas-Freienstein.

Basis:
Normalabflussberechnung im Rechteckquerschnitt, $J = 3.9\%$,
 $K_{st} = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

