

GESAMTKONZEPT DORFBACH HOCHWASSERSCHUTZ, GEWÄSSERÖKOLOGIE UND WASSERKRAFTNUTZUNG

TECHNISCHER BERICHT



Winterthur, 22. Januar 2026

Gemeinde Pfäffikon
Bau und Umwelt
Hochstrasse 1
8330 Pfäffikon

HOLINGER AG

Schützenstrasse 3, CH-8400 Winterthur

Telefon +41 52 267 09 00

winterthur@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Kontrolle	Verteiler
1.3	22.01.2026	Wendelin Wild Gaëlle Pauquet	Dominik Schmid	Gemeinde Pfäffikon HOLINGER AG

CHW10048_BE_Gesamtkonzept Dorfbach Pfäffikon.docx

INHALTSVERZEICHNIS

1 AUSGANGSLAGE UND AUFTRAG	7
1.1 AUSGANGSLAGE	7
1.2 PROJEKTPERIMETER	8
1.3 AUFTRAG	8
1.4 PROJEKTZIELE	10
1.5 PROJEKTORGANISATION	10
2 GRUNDLAGEN	12
2.1 QUELLENVERZEICHNIS	12
2.2 ÖFFENTLICHE OBERFLÄCHENGEWÄSSER	15
2.3 SYSTEMSKIZZE	15
2.4 NATURGEFAHRENKARTE	16
2.5 OBERFLÄCHENABFLUSS	16
2.6 ÖKOMORPHOLOGIE	17
2.7 NATUR- UND LANDSCHAFTSSCHUTZ	17
2.8 REVITALISIERUNGSPLANUNG	19
2.9 ÜBERDECKEN ODER EINDOLEN VON FLIESSGEWÄSSERN	19
3 AUSGANGSSITUATION (SITUATIONSANALYSE)	20
3.1 KULTURHISTORISCHES (KURZER ABRISS)	20
3.2 HYDROLOGIE	20
3.2.1 Gewässersystem Pfäffikersee (öffentliche Fliessgewässer)	20
3.2.2 Hydrometrische Messstationen	21
3.2.3 Einzugsgebiet Dorfbach (Gefahrenkarte und Neuberechnung)	21
3.2.4 Hochwasserabflüsse Dorfbach (Gefahrenkarte und Neuberechnung)	22
3.2.5 Niedrigwasserabflüsse (Q347) (Angaben AWEL und Neuberechnung)	23
3.2.6 Trockenfallende Gewässer	24
3.3 ÖKOLOGIE	25
3.3.1 Inventare, Schutzgebiete und Lebensräume	25
3.3.2 Arten	27
3.3.3 Gewässerqualität	28
3.3.4 Priorisierung (Gewichtung des Vorrangs bei den Zielen)	28
4 WASSERHAUSHALTSTUDIE	30
4.1 GRUNDLAGEN	30
4.2 WASSERBILANZ DORFBACH	30
4.3 WASSERBILANZ PFÄFFIKERSEE	32
5 HOCHWASSERSCHUTZKONZEPT (VARIANTEN)	33

5.1	SCHUTZZIELE	33
5.2	VERIFIKATION GEFAHRENKARTE	34
5.3	BESTEHENDE RÜCKHALTESITUATIONEN	34
5.4	ZUSTAND BESTEHENDER BAUWERKE UND LEITUNGEN	34
5.4.1	Hydraulischer Zustand (Abflusskapazitäten)	34
5.4.2	Baulicher Zustand und Bauwerksalter	35
5.4.3	Defizitanalyse (Synthese)	37
5.5	HOCHWASSERSCHUTZVARIANTEN	37
5.5.1	Durchleiten (Vollausbau)	38
5.5.2	Entlasten	39
5.5.2.1	Variante 1 (Entlasten)	39
5.5.2.2	Variante 2 (Entlasten)	40
5.5.3	Retention	41
5.5.3.1	Grundlegendes (Retention)	41
5.5.3.2	Variante 1 (Retention im Hauptschluss)	42
5.5.3.3	Variante 2 (Retention im Hauptschluss)	44
5.5.3.4	Variante 3 (Retention im Nebenschluss)	45
5.6	VARIANTENVERGLEICH	48
6	NUTZUNGSKONZEPT WASSERKRAFT (SZENARIEN)	51
6.1	WASSERRECHTE: SITUATION BIS 2030	51
6.2	RECHTLICHE VORGABEN	52
6.3	SZENARIEN	53
6.4	AUSWIRKUNGEN ÖKOLOGIE (SZENARIENBEZOGEN)	55
6.5	AUSWIRKUNGEN HOCHWASSERSCHUTZ (SZENARIENBEZOGEN)	58
6.6	DRITTPROJEKTE	58
7	FAZIT UND EMPFEHLUNG	59
7.1	FAZIT	59
7.2	EMPFEHLUNG	61

- Anhang 1 Schwachstellentabelle Dorfbach (Ist-Zustand)
 Anhang 2 Analyse Umfang Teilausbau (Leitungslänge) am Dorfbach (Auswirkungen der Hochwasserschutz-Varianten)
 Anhang 3 Situationsanalyse Ökologie

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ausschnitt aus der Gygerkarte von 1667 (maps.zh.ch). Die Pfeile deuten die Fliessrichtungen an.	7
Abbildung 2: Kartenausschnitt der öffentlichen Oberflächengewässer (maps.zh.ch) mit Projektperimeter (rotes Rechteck).	8
Abbildung 3: 4 Themenfelder des Gesamtkonzepts	9
Abbildung 4: Projektorganisation	11
Abbildung 5: Öffentliche Oberflächengewässer (maps.zh.ch)	15
Abbildung 6: Systemskizze (Schema der Fliesswege)	15
Abbildung 7: Synoptische Gefahrenkarte (maps.zh.ch)	16
Abbildung 8: Oberflächenabflusskarte (maps.zh.ch)	16
Abbildung 9: Karte Gewässer-Ökomorphologie (maps.zh.ch)	17
Abbildung 10: Natur- und Landschaftsschutzinventar 1980 (maps.zh.ch)	17
Abbildung 11: Auszug Objektblatt Kommunale Natur- und Landschaftsschutzobjekte Gemeinde Pfäffikon ZH, Objekt Nr. 315, Luppmen [16]	18
Abbildung 12: Auszug Objektblatt Kommunale Natur- und Landschaftsschutzobjekte Gemeinde Pfäffikon ZH, Objekt Nr. 210, Chrebsweiher [14]	18
Abbildung 13: Auszug Objektblatt Kommunale Natur- und Landschaftsschutzobjekte Gemeinde Pfäffikon ZH, Objekt Nr. 209, Mühleweiher [15]	18
Abbildung 14: Revitalisierungsplanung (Revitalisierungsnutzen) (maps.zh.ch)	19
Abbildung 15: Artikel 38 Gewässerschutzgesetz GSchG (Stand 01.02.2023)	19
Abbildung 16: Übersicht Zu- und Abläufe Pfäffikersee. Ergänzt mit der Lage der hydrometrischen Messstationen des AWEL [39].	20
Abbildung 17: Bemessungspunkte Hydrologie am Dorfbach (1) der Gefahrenkarte [25] (BP D1 & D2) und der (2) Neuberechnung (BP D1).	22
Abbildung 18: Niedrigwasserkennwert Q347: Die Ganglinie entspricht der Berechnungsmethode Q347 gemäss Wegleitung [29]. Die Werte, welche dem Jahr 2024 zugewiesen sind, entsprechen den Angaben Q347 des AWEL [38].	24
Abbildung 19: Karte Trockenfallende Fischgewässer (maps.zh.ch)	25
Abbildung 20: Wasserbilanzen: Datengrundlage und Lage deren Erhebung.	30
Abbildung 21: Jährliche Abflussmengen (Wasserbilanzen) der Daten aus Abbildung 20.	31
Abbildung 22: Dauerkurve der Messdaten (Rohdaten) der hydrometrischen Messstation Dorfbach ZH567 (1985 – 2006).	32
Abbildung 23: Schutzzielmatrix des Kanton Zürich [31].	33
Abbildung 24: Schema Fliessgewässer mit räumlich differenzierter Angabe des Schutzzieles.	33
Abbildung 25: Ausschnitt der Oberflächenabflusskarte (maps.zh.ch) mit Rückhaltesituation am Weg(-damm) «Waldweg».	34
Abbildung 26: Baulicher Zustand und Bauwerksalter für die bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach im oberen Bereich.	35
Abbildung 27: Baulicher Zustand und Bauwerksalter für die bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach im mittleren Bereich.	36
Abbildung 28: Baulicher Zustand und Bauwerksalter für die bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach im unteren Bereich.	36

Abbildung 29: Defizitanalyse (Defizite mit Handlungsbedarf) der bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach.	37
Abbildung 30: Hochwasserabflussganglinien HQ100 an 3 unterschiedlichen Standorten für Hochwasserschutzmassnahmen.	38
Abbildung 31: Situation der Hochwasserschutzvariante Entlastung: Variante 1	39
Abbildung 32: Situation der Hochwasserschutzvariante Entlastung: Variante 2	40
Abbildung 33: Systeme zur Retention. 1: Damm 2: Lage Rückhaltebecken.	41
Abbildung 34: Hochwasserabflussganglinie HQ100 am Bemessungspunkt BP D1 und Bemerkungen zur Berechnung des erforderlichen Retentionsvolumens.	42
Abbildung 35: Situation der Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 1 (Weg(-damm) «Waldweg»).	42
Abbildung 36: Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 1: Pegel-Abfluss-Beziehung	43
Abbildung 37: Situation der Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 2 (Guyer-Zeller-Weg).	44
Abbildung 38: Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 2: Pegel-Abfluss-Beziehung	44
Abbildung 39: Situation der Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 3 (Mühleweiher).	45
Abbildung 40: Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 3: Pegel-Abfluss-Beziehungen	46
Abbildung 41: Hochwasserschutzvarianten: Analyse Wirkungsbereiche der einzelnen HWS-Varianten und Umfang Teilausbau (Leitungslängen). Siehe auch Anhang 2.	48
Abbildung 42: Verortung der Wasserrechte (WR) Nr. h0042, h0043, h0097 und h0149. Defizite der aktuellen Wasserkraftnutzung gegenüber den gesetzlichen Vorgaben.	51

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Hydrometrische Messstationen AWEL (Administrative Angaben)	21
Tabelle 2: Einzugsgebietsgrössen an 2 unterschiedlichen Bemessungspunkten: Angaben aus Gefahrenkarte, Karte Einzugsgebiete [1] und Neuberechnung (GIS-Analyse).	21
Tabelle 3: Hochwasserabflüsse HQ100 an 2 unterschiedlichen Bemessungspunkten: Angaben aus Gefahrenkarte und Neuberechnung	23
Tabelle 4: Hydrologie Gesamtkonzept Dorfbach: Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Wiederkehrperioden an 2 unterschiedlichen Bemessungspunkten	23
Tabelle 5: Situationsanalyse Inventare, Schutzgebiete und Lebensraum (gutachterliche Einschätzung)	26
Tabelle 6: Situationsanalyse Arten (gutachterliche Einschätzung)	27
Tabelle 7: Situationsanalyse Gewässerqualität (Gutachterliche Einschätzung)	28
Tabelle 8: Zusammenfassung Ökologischer Wert und Priorisierung der Gewässer (Gewichtung des Vorrangs bei den Zielen)	29
Tabelle 9: Hochwasserschutzvarianten: Zusammenstellung wichtiger Aspekte.	49
Tabelle 10: Szenario 1: Dieses Szenario berücksichtigt die Wasserkraftnutzung ab 2030.	53
Tabelle 11: Szenario 2 und 3: Diese Szenarien haben gemeinsam, dass die Wasserkraftnutzung ab 2030 eingestellt wird.	54
Tabelle 12: Szenario 2 Plus: Die Wasserkraftnutzung wird eingestellt. Ziel des Wasserrechts ist aber, dass das Abflussspektrum im Wasserrechtskanal weiterhin jenem des IST-Zustands entspricht.	55

1 AUSGANGSLAGE UND AUFRAG

1.1 AUSGANGSLAGE

Die Wasserkraftnutzungen in Pfäffikon haben eine rund 500 Jahre lange Tradition. Die Wassernutzung am Dorfbach ist ein wesentlicher Bestandteil der Industrialisierung der Gemeinde Pfäffikon. Die Anlagen sind im Zeitverlauf immer wieder verändert worden. Krebsiweiher und Mühleweiher (siehe Abbildung 5) wurden eigens durch das Gewerbe dafür angelegt, die Wassernutzung zu optimieren. Mit der Elektrifizierung wurden die eigenen Kraftwerke für die Gewerbebetriebe zu aufwendig und die Nutzung unwirtschaftlich. Ein Teil der alten Wasserkraftnutzungen und -anlagen wurde stillgelegt und rückgebaut. Teile der Anlagen und die Weiher wurden in der Folge zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Gemeinde übergeben, die seitdem für Betrieb und Unterhalt zuständig ist. Bei der Auslagerung der Gemeindewerke Pfäffikon wurden diese zwar mit dem Betrieb des Kraftwerks Egli betraut, das Wasserrecht sowie die Anlagen sind aber heute noch im Besitz der Gemeinde Pfäffikon. Bis 2019 war die bestehende Kraftwerksanlage an der Russikerstrasse 11 in Betrieb (siehe Abbildung 5) und hat Wasser aus dem Gemisbächli (natürliches Einzugsgebiet des Dorfbachs) und der Luppenmen zur Stromproduktion genutzt. Dann wurde das Kraftwerk aufgrund von grösseren anstehenden Unterhaltsinvestitionen stillgelegt.



Abbildung 1: Ausschnitt aus der Gygerkarte von 1667 (maps.zh.ch). Die Pfeile deuten die Fliessrichtungen an.

Die gesamten Anlagen, auch Weiher und Gerinne, genügen in zahlreichen Punkten den heutigen rechtlichen Gewässerschutzanforderungen nicht mehr. Zudem besteht stellenweise ein Sanierungsbedarf aufgrund des Alters von Anlagenteilen. Im Jahr 2022 wurde die Initiative

«Kulturgut Dorfbach und Wasserrechte schützen – Wasserkraft nützen» durch die Gemeindeversammlung gutgeheissen. Das Kraftwerk wurde im Sommer 2023 aufgrund der Initiative durch die Gemeindewerke Pfäffikon wieder in Betrieb genommen.

Die lange Geschichte der Wassernutzung hat dazu geführt, dass die Luppmen teilweise in den Pfäffikersee und damit in ein anderes Einzugsgebiet entwässert. Bereits die Gygerkarte (1667) [1] zeigt, dass die ursprünglich nach Fehrlitorf fliessende Luppmen teilweise zur Nutzung nach Pfäffikon umgeleitet und Stauanlagen errichtet wurden (siehe Abbildung 1).

Die 2022 an der Gemeindeversammlung angenommene Initiative «Kulturgut Dorfbach und Wasserrechte schützen – Wasserkraft nützen» hat eine dauerhafte Nutzung dieser Wasserkraft zum Ziel. Für die Umsetzung dieser Initiative ist eine umfangreiche **Abklärung der Rahmenbedingungen** der Kraftwerksnutzung und deren **Konsequenzen** nötig. Teil davon ist Gegenstand des vorliegenden Berichts.

1.2 PROJEKTPERIMETER

Im Gesamtkonzept Dorfbach wird der gesamte Bereich zwischen Luppmen (Wasserfassung mit Einlauf in Wasserrechtskanal) und Pfäffikersee integral betrachtet. Die Abbildung 2 veranschaulicht den Projektperimeter und der Abbildung 5 ist die Situation detaillierter zu entnehmen.

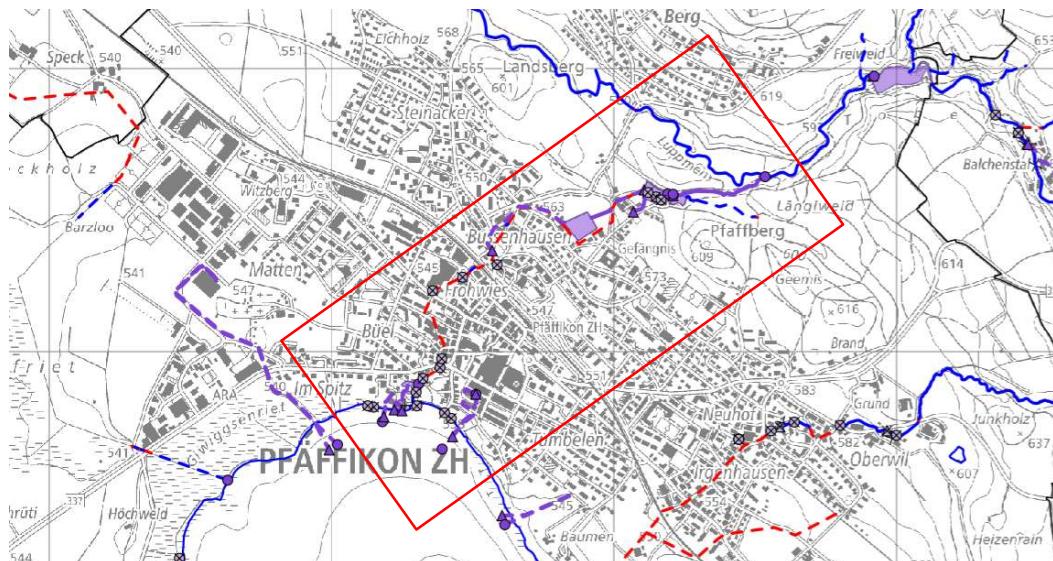


Abbildung 2: Kartenausschnitt der öffentlichen Oberflächengewässer (maps.zh.ch) mit Projektperimeter (rotes Rechteck).

1.3 AUFTAG

Die HOLINGER AG hat von der Gemeinde Pfäffikon den Auftrag erhalten, ein Gesamtkonzept für den Dorfbach zu erarbeiten. Das zu erarbeitende Konzept bewegt sich dabei in einem grossen Spannungsfeld, wobei die vier Themenfelder in der untenstehenden Abbildung 3 identifiziert werden können.

Hochwasserschutz: Bei Betrachtung der Abbildung 5 wird ersichtlich, dass der Dorfbach im Ist-Zustand auf praktisch der gesamten Fliessstrecke eingedolt ist. Gemäss der Gefahrenkarte [1] besteht am Dorfbach sowohl an der Ablaufleitung Krebsiweiher als auch an der Ablaufleitung Mühleweiher (siehe Abbildung 5) ein Hochwasserschutzdefizit aufgrund ungenügender Abflusskapazität.

Hinsichtlich Hochwasserschutz soll das Gesamtkonzept Dorbach:

- die bestehende Gefahrenkarte verifizieren,
- die Schutzziele festlegen,
- den Ist-Zustand (baulich, hydraulisch, Alter) der bestehenden Bauwerke und Leitungen analysieren,
- Hochwasserschutzvarianten erarbeiten,
- deren Chancen und Risiken aufzeigen und
- eine Priorisierung der Hochwasserschutzvarianten vornehmen.

Wasserkraft(-nutzung): Der Dorfbach in Pfäffikon wird sowohl vom Gemisbächli als auch von der Luppmen gespiesen. Das Gemisbächli entwässert in den Dorfbach. Von der Luppmen wird nur ein Teil der Wassermenge zwecks Wasserkraftnutzung abgezweigt. Das Wasserrecht Nr. 43 Bezirk Pfäffikon aus dem Jahre 1945 [4] regelt die Wasserentnahme aus der Luppmen ohne Konzessionsdauer. Das Bundesgericht hat in einem Urteil im März 2019 (BGE 1C_631/2017) entschieden, dass solche unbefristeten Wasserrechte verfassungswidrig sind und Neukonzessionierungen mit aktuellen Umwelt- und Gewässerschutzbestimmungen nötig sind. Das AWEL hat mit Verfügung vom 3.4.2019 [5] das 1945 erteilte Wasserrecht Nr. 43 Bezirk Pfäffikon auf den 31. Dezember 2030 befristet.

Seitens Wasserkraftnutzung soll das Gesamtkonzept:

- die rechtliche Situation bis 2030 analysieren,
- unter Berücksichtigung der rechtlichen Vorgaben Szenarien ab 2030 entwickeln und
- die Szenarien bewerten. Die Bewertung soll insbesondere die Auswirkungen der einzelnen Szenarien ab 2030 auf die Ökologie betrachten.

Die Gemeindewerke planen mit einem Kraftwerksplaner in einem Drittprojekt [41] die energetische Nutzung ab 2030 und befassen sich mit der Neukonzessionierung der Kraftwerksanlage. Das Wasserrecht und dessen Erneuerung ist Teil des Gesamtkonzepts Dorbach.

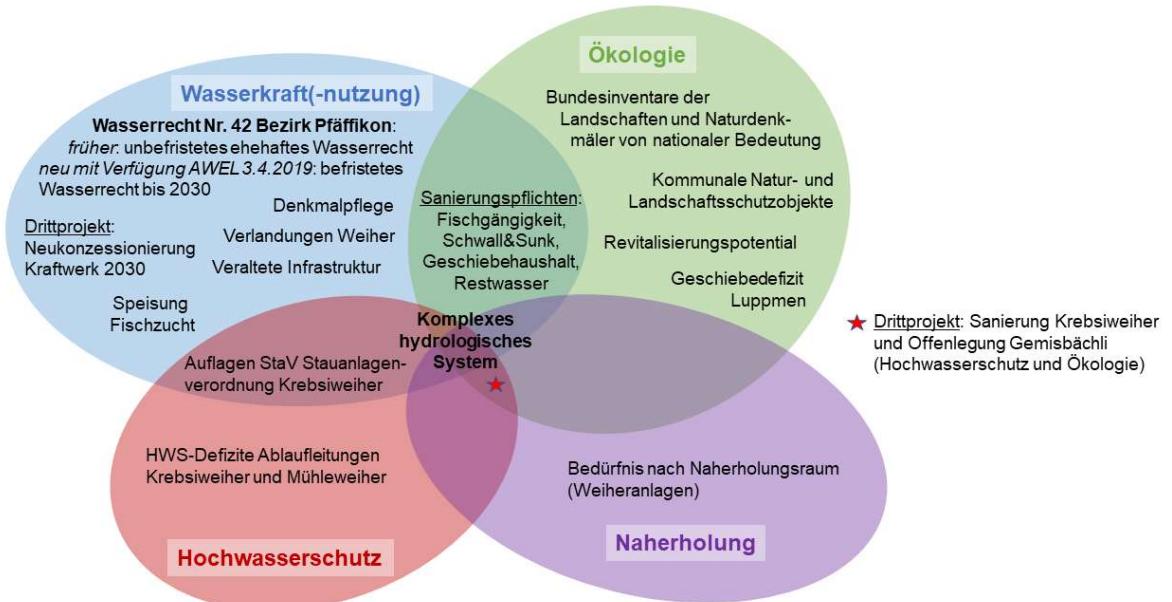


Abbildung 3: 4 Themenfelder des Gesamtkonzepts

Ökologie: Es bestehen diverse Abhängigkeiten zwischen den Wasserwegen aus Abbildung 5 (siehe auch Abbildung 6). Stichwortartig und nicht umfassend sind dies: *Niedrigwasser in der Luppmen, Schwall & Sunk im Dorfbach, zeitweiliges Trockenfallen der Fließgewässer, Zulaufmengen zum Pfäffikersee, Wasserstände im Mühleweiher (Absenkung im Weiher, variabler Wasserstand, etc.).* Um die Auswirkungen der einzelnen Szenarien ab 2030 auf die

Ökologie einzuschätzen, wurde der ökologische Ist-Zustand analysiert und eine Priorisierung der Ziele vorgenommen.

Seitens Ökologie soll das Gesamtkonzept:

- eine *Situationsanalyse des Ist-Zustands erarbeiten*,
- die *Priorisierung des Vorrangs bei den Zielen der einzelnen Gewässer festlegen und*
- die *Auswirkungen der einzelnen Szenarien ab 2030 auf die Ökologie qualitativ bewerten*.

Naherholung: Die Weiheranlagen bieten aufgrund der Nähe zum Wohngebiet ein attraktives Naherholungsgebiet. Eine Erweiterung dieses Bedürfnisses ist aufzuzeigen und in das Gesamtkonzept einfließen zu lassen.

1.4 PROJEKTZIELE

Ziel des vorliegenden Auftrags ist eine Gesamtbetrachtung des Perimeters (siehe Kapitel 1.2) und die **Klärung der Randbedingungen der vier Themenfelder** (siehe Kap.1.3), um eine Lösung zu finden, welche die sehr unterschiedlichen Parameter einbezieht und abwägt. Hierfür soll nach Klärung der Randbedingungen die **Ausarbeitung von Hochwasserschutzvarianten** (kurz: **Varianten**) und die **Ausarbeitung von Szenarien Wasserkraftnutzung ab 2030** (kurz: **Szenarien**) erfolgen. Die Szenarien umfassen mindestens ein Szenario mit Nutzung der Wasserkraft und eines ohne Nutzung der Wasserkraft, welche für die Kostenabgrenzung wichtig ist.

Wichtig zu erwähnen ist, dass die Bearbeitungstiefe dem Projekttitel «Konzept» entspricht.

Das weiterführende Ziel ist die Erstellung einer **Gemeindeversammlungsvorlage zur Abhandlung der Initiative**. Diese ist nicht Teil des Auftrags Gesamtkonzept Dorfbach.

1.5 PROJEKTORGANISATION

Auftraggeber:

Gemeinde Pfäffikon ZH
Bau und Umwelt
Hochstrasse 1
8330 Pfäffikon

Projektleiter Auftraggeber:

Matthias Jacober
044 952 51 57
matthias.jacober@pfaeffikon.ch

Auftragnehmer:

HOLINGER AG
Schützenstrasse 3
8400 Winterthur

Projektleiter Auftragnehmer:

Dominik Schmid
052 267 09 39
dominik.schmid@holinger.com

Aufsicht, Beratung und Bewilligung:

Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Walcheplatz 2
8090 Zürich



Abbildung 4: Projektorganisation

2 GRUNDLAGEN

2.1 QUELLENVERZEICHNIS

Allgemeines:

- [1] Kanton Zürich (2024): Kantonaler GIS-Browser GIS-ZH. in: <https://maps.zh.ch/>. Verschiedene Themen. Aufgerufen im August 2024
- [2] Swisstopo (2024): Karten der Schweiz. in: <https://map.geo.admin.ch/>. Verschiedene Themen. Aufgerufen im August 2024
- [3] WebGIS Gemeindewerke Pfäffikon (2024): GIS-Browser der Gemeinde Pfäffikon. in: <https://webgis-pfaeffikon.baslerhofmann.ch/>. Verschiedene Themen. Aufgerufen im August 2024
- [4] Regierungsrat Zürich (1945): Wasserrecht Nr. h0043, Bezirk Pfäffikon
- [5] AWEL (2018): Wasserrecht Nr. h0042, Bezirk Pfäffikon. Erneuerung wasserrechtliche Konzession Krebsweiher und Lindenbaum: Fortbestand der Weiheranlage im Hauptschluss zum Gemisbächli. Erneuerung der wasserrechtlichen Konzession und der Bewilligungen.
- [6] AWEL (2020): Wasserrecht Nr. h0097, Bezirk Pfäffikon. Erneuerung wasserrechtliche Konzession Teichanlage: Teichanlage im Nebenschluss zum Dorfbach.
- [7] AWEL (2023): Wasserrecht Nr. h0149, Bezirk Pfäffikon. Fortbestand des Teiches im Hauptschluss zum Gemisbächli.
- [8] Grundbuchauszug Gemisbächliweiher (2023): Liegenschaftsbeschrieb Kat. Nr. 10179
- [9] Grundbuchauszug Krebsweiher (2023): Liegenschaftsbeschrieb Kat. Nr. 10597
- [10] Grundbuchauszug Mühleweiher (2023): Liegenschaftsbeschrieb Kat. Nr. 6892
- [11] Pöry Energy AG (2009): Wasserrecht Nr. h0043. Mühleweiher. Prüfung der StAV-Unterstellung und Beurteilung
- [12] Pöry Schweiz AG (2016): Wasserrecht Nr. h0042. Krebsweiher. Prüfung der StAV-Unterstellung und Beurteilung
- [13] Pöry Energy AG (2009): Wasserrecht Nr. h0097. Weiher bei Fischzucht. Prüfung der StAV-Unterstellung und Beurteilung
- [14] Gemeinde Pfäffikon ZH (2017): Objektblatt Objektnummer 210. Chrebsweiher. Kommunale Natur- und Landschaftsschutzobjekte
- [15] Gemeinde Pfäffikon ZH (2017): Objektblatt Objektnummer 209. Mühleweiher. Kommunale Natur- und Landschaftsschutzobjekte
- [16] Gemeinde Pfäffikon ZH (2017): Objektblatt Objektnummer 315. Luppmen. Kommunale Natur- und Landschaftsschutzobjekte
- [17] Freiraum Landschaft Umwelt & ARIAS Industriekultur (2022): Gutachten zur kulturellen Bedeutung des Gewässersystems Mühlebach.
- [18] Hunziker Betatech AG (2021): Sanierung Krebsweiher. Offenlegung Gemisbächli. Technischer Bericht Bauprojekt.

Informationsschreiben und Verfügungen AWEL:

- [19] AWEL (2016): Verfügung. Sanierungspflicht hinsichtlich Fischgängigkeit und Schwall/Sunk. Wasserrecht Nr. h0043, Bezirk Pfäffikon.
- [20] AWEL (2017): Informationsschreiben betreffend Unterstellung Stauanlagengesetzgebung und Restwassersanierung. Mühlweiher Pfäffikon. Wasserrecht Nr. h0043, Bezirk Pfäffikon.
- [21] AWEL (2019): Verfügung. Befristung und Restwasserfestsetzung. Wasserrecht Nr. h0043, Bezirk Pfäffikon.
- [22] AWEL (2020): Sanierungsverfügung. Tobelweiher – Feststellung der Sanierungspflicht hinsichtlich Geschiebedurchgang. Wasserrecht Nr. 102, Bezirk Pfäffikon.

Hydrologie und Gefahrenkarte:

- [23] Hydrologische Kommission SNG (1987): Die Verdunstung der Schweiz. Die Berechnung der Verdunstung aus der Wasserbilanz von Einzugsgebieten. Kümmerly+Frey
- [24] Scherrer AG (2005): Hochwasserabflüsse an der Kempt (ZH). Bereitstellung der hydrologischen Grundlagen für die Gefahrenkartierung. Bericht 04/50. Reinach.
- [25] ARGE HOLINGER-GEOTEST (2011): Gefahrenkartierung Naturgefahren Greifensee. Technischer Bericht. Winterthur/Zürich
- [26] HOLINGER AG (2015): Massnahmenplan Naturgefahren. MANAGE Pfäffikon.
- [27] HydroMaps (2024): Daten- und Analyseplattform. in: <https://hydromaps.ch/>. Extreme Punktniederschläge.
- [28] AWEL (2024): Datenblatt Niederschlag. Regenmesser Bauma, Altlandenberg (ZH519)

Praxishilfen und Vorgaben AWEL:

- [29] BUWAL (2000): Wegleitung. Angemessene Restwassermengen – Wie können sie bestimmt werden? Vollzug Umwelt.
- [30] AWEL (2014): Freibord im Kanton Zürich.
- [31] AWEL (2018): Praxishilfe Wasserbau. Ein Leitfaden für Planer und Behörden.
- [32] AWEL (2016): Anforderungen an die Sicherheit von Stauanlagen mit Erddämmen und mit einer Stauhöhe kleiner 10.0 m die dem Stauanlagengesetz (StAG) und der Stauanlagenverordnung (StAV) unterstellt sind.
- [33] AWEL (2020): Hochwassersicherheit bei Rückhaltebecken der Stauanlagenklasse III. Merkblatt.

Aus dem Projekt:

- [34] HOLINGER AG (2023/34): Begehung vom 28.09.2023 und 22.05.2024.
- [35] Auskunft ehemalige Fachperson Naturschutz Pfäffikon, pers. Kommunikation, 06.05.2024
- [36] AWEL (2024): Sitzung zu Restwassermengen, aktuellen rechtlichen Vorgaben und zukünftigen Szenarien Wasserrecht nach 2030. Walcheplatz 2, 8090 Zürich.
- [37] AWEL (2024): Gesamtkonzept Pfäffikon: Szenario Gewässerteilung (formelles Vor gehen). Mail von Marco Walser

- [38] AWEL (2023): Anfrage Q347 für verschiedene Fließgewässer und Standorte. in: <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/wasser-gewaesser/messdaten/minimalabfluss-q347.html>
 - [39] AWEL (2023): Messdatenbestellung: Datenbezug hydrometrischer Daten der Messstationen «ZH 580 Kempt-Fehrltorf» und «ZH 567 Dorfbach-Pfäffikon».
 - [40] Gemeindewerke Pfäffikon ZH gwp (2024): Produktionsdaten Kleinwasserkraftwerk. Mail von Hans Rudolf Graf
 - [41] HYDRO-SOLAR Water Engineering AG (2024): Variantenstudie. Sanierung Fischgängigkeit und Schwall/Sunk. Kleinwasserkraftwerk Mühle Egli, Wasserrecht Nr. h0043
- Kanal-Inspektionen:
- [42] MÖKAH AG (2009): Kanal-TV-Protokoll der Eindolung Dorfbach an Hörnlistrasse. Sanierungsabnahme vom 23.01.2009.
 - [43] BACHOFNER Kanalreinigungen AG (2018): Kanal-TV-Aufnahmen und Protokoll der Überlaufleitung Krebsiweiher Weierholzstrasse.
 - [44] BACHOFNER Kanalreinigungen AG (2024): Kanal-TV-Aufnahmen und Protokolle der Eindolung Dorfbach ab Einlauf der Ablaufleitung Krebsiweiher (G2.7E) bis Vereinigungsbauwerk Zulauf Kraftwerkswasser (G3.15.SB)
 - [45] Strahm Beat (2021): Inspektion der (mehrheitlich) Rechteckskanäle des Dorbachs zwischen Vereinigungsbauwerk Zulauf Kraftwerkswasser (G3.15.SB) und Auslauf bei der reformierten Kirche
- Grundlagen Ökologie:
- [46] InfoFauna (2024): Datenbankabfrage, geschützte und gefährdete Arten. Aufgerufen im April 2024
 - [47] InfoFlora (2024): Datenbankabfrage, geschützte und gefährdete Arten. Aufgerufen im April 2024
 - [48] Typisierung der Lebensräume TypoCH nach Delarze (2024): in: *Vollständige Auflistung TypoCH (infoflora.ch)*. Aufgerufen im April 2024
 - [49] Gewässermonitoring Kanton ZH (2024): Datenblatt Stelle Nr. 198: Luppmen nach ARA Hittnau
 - [50] Gewässermonitoring Kanton ZH (2024): Datenblatt Pfäffikersee
 - [51] Gewässermonitoring Kanton ZH (2024): Datenblatt Pfäffikersee, *Entwicklung der Algenbiomasse und des Chlorophyllgehaltes*
 - [52] Gewässermonitoring Kanton ZH (2024): Datenblatt Pfäffikersee, *Entwicklung der Zooplanktonbiomasse*
 - [53] Auskunft kantonaler Fischereiaufseher, pers. Kommunikation, 17.04.2024
 - [54] Neujahrblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich NGZH, 218. Stück, 2016
- Grundlagen im Anschluss an Berichtversion 1.1:
- [55] AWEL (2025): Sitzung vom 03. März (ohne Planungsbüro) mit Berichtversion 1.1 als Grundlage, Hauptthemen: ökologisches Wasserrecht und Umweltnotiz. Protokoll mit Datum 14.04.2025 (rev. 28.05.2025). Walcheplatz 2, 8090 Zürich.

2.2 ÖFFENTLICHE OBERFLÄCHENGEWÄSSER

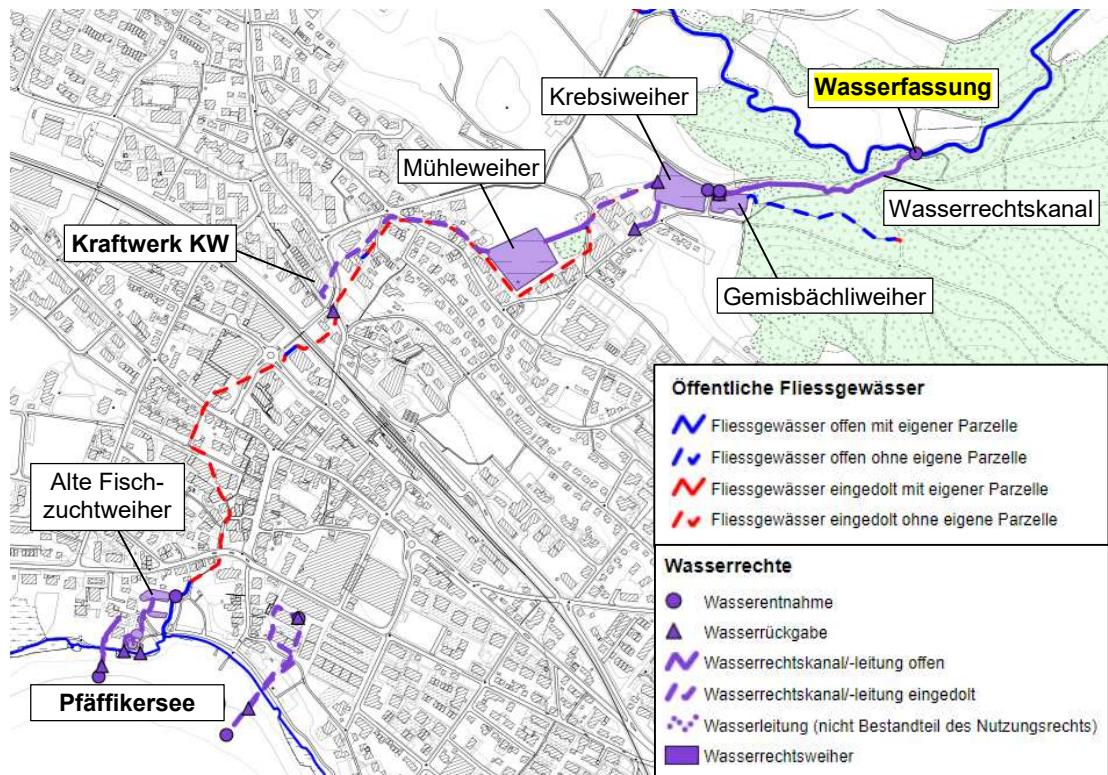


Abbildung 5: Öffentliche Oberflächengewässer (maps.zh.ch)

2.3 SYSTEMSKIZZE

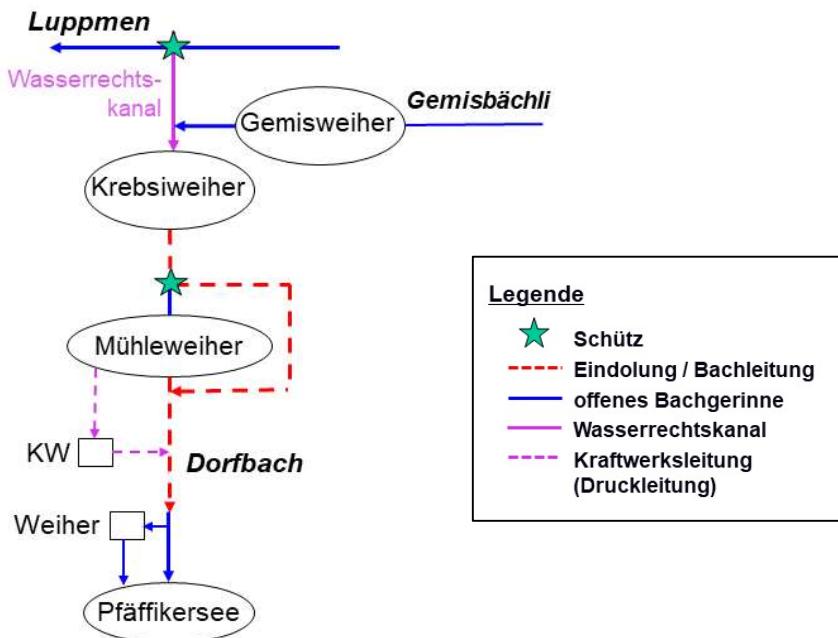


Abbildung 6: Systemskizze (Schema der Fließwege)

2.4 NATURGEFAHRENKARTE

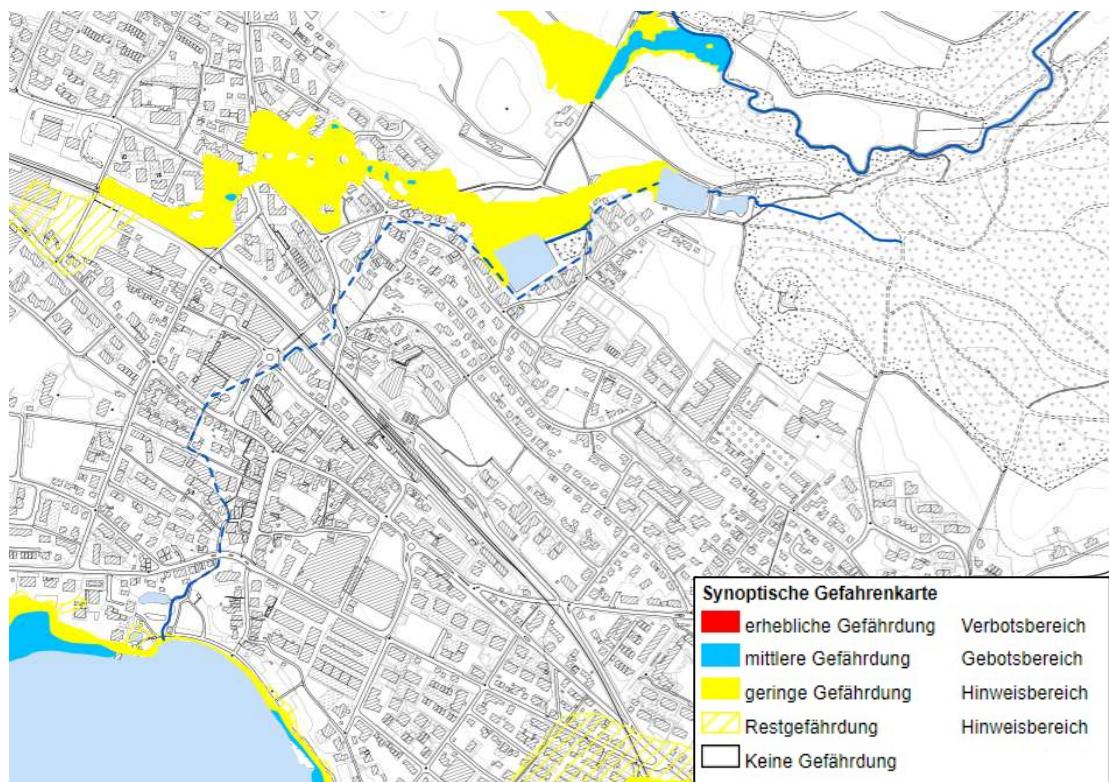


Abbildung 7: Synoptische Gefahrenkarte (maps.zh.ch)

2.5 OBERFLÄCHENABFLUSS

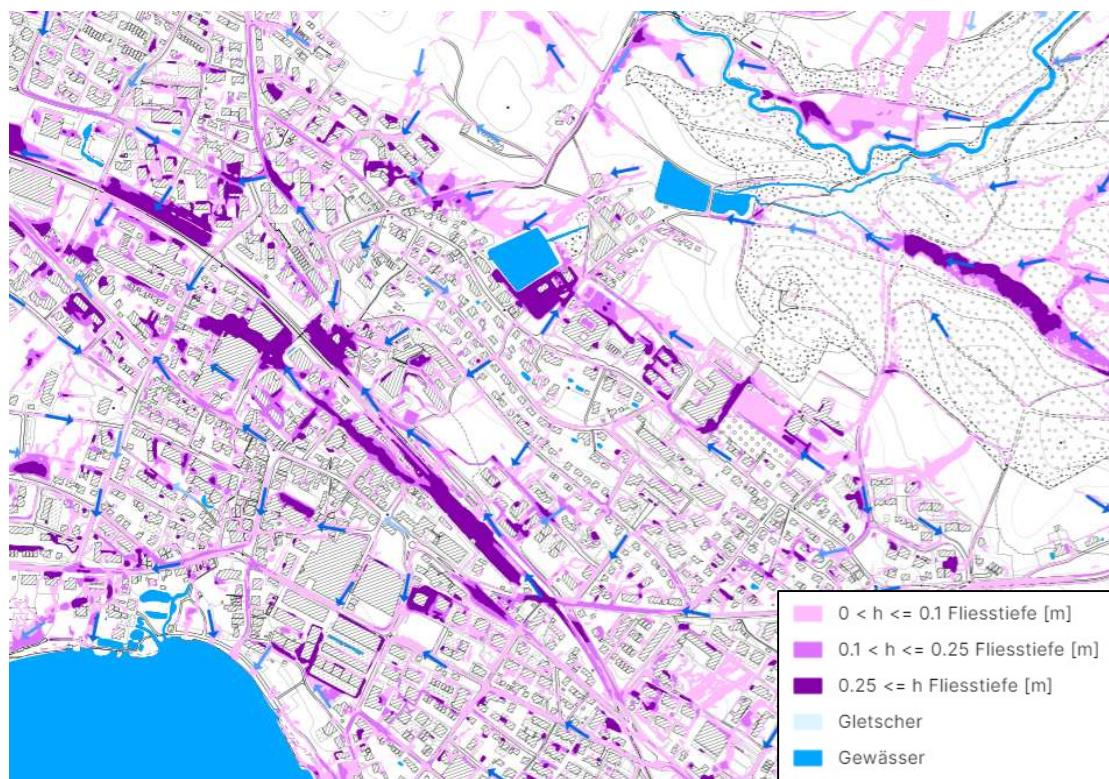


Abbildung 8: Oberflächenabflusskarte (maps.zh.ch)

2.6 ÖKOMORPHOLOGIE

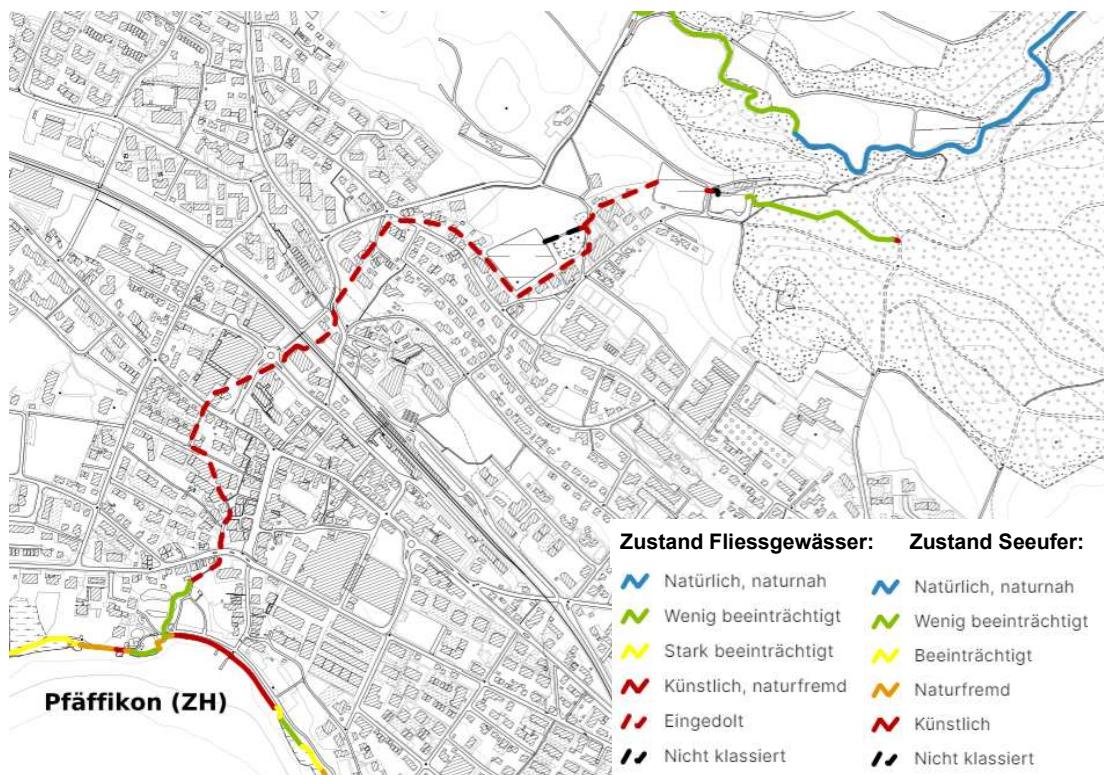


Abbildung 9: Karte Gewässer-Ökomorphologie (maps.zh.ch)

2.7 NATUR- UND LANDSCHAFTSSCHUTZ

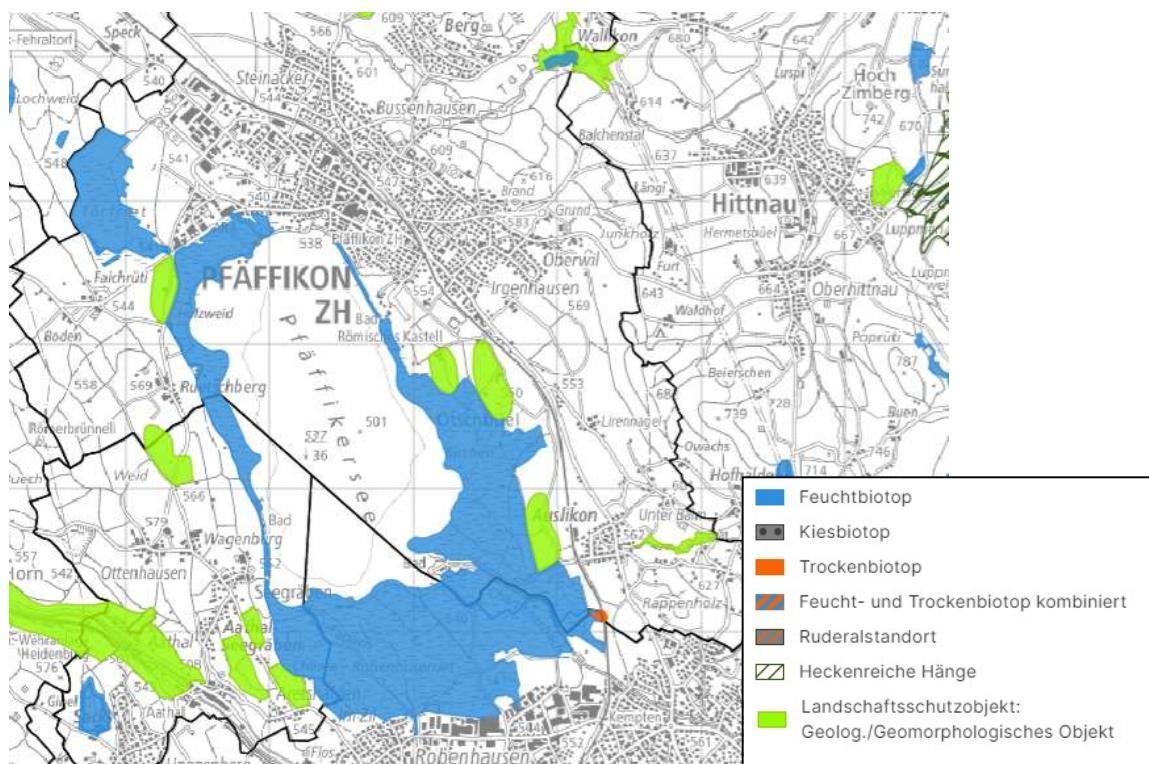


Abbildung 10: Natur- und Landschaftsschutzinventar 1980 (maps.zh.ch)



Abbildung 11: Auszug Objektblatt Kommunale Natur- und Landschaftsschutzobjekte Gemeinde Pfäffikon ZH, Objekt Nr. 315, Luppmen [16]

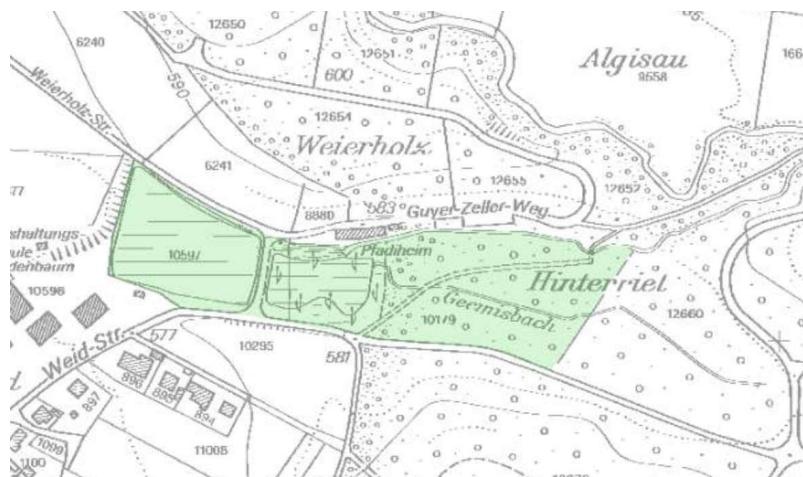


Abbildung 12: Auszug Objektblatt Kommunale Natur- und Landschaftsschutzobjekte Gemeinde Pfäffikon ZH, Objekt Nr. 210, Chrebsiweiher [14]



Abbildung 13: Auszug Objektblatt Kommunale Natur- und Landschaftsschutzobjekte Gemeinde Pfäffikon ZH, Objekt Nr. 209, Mühleweiher [15]

2.8 REVITALISIERUNGSPLANUNG

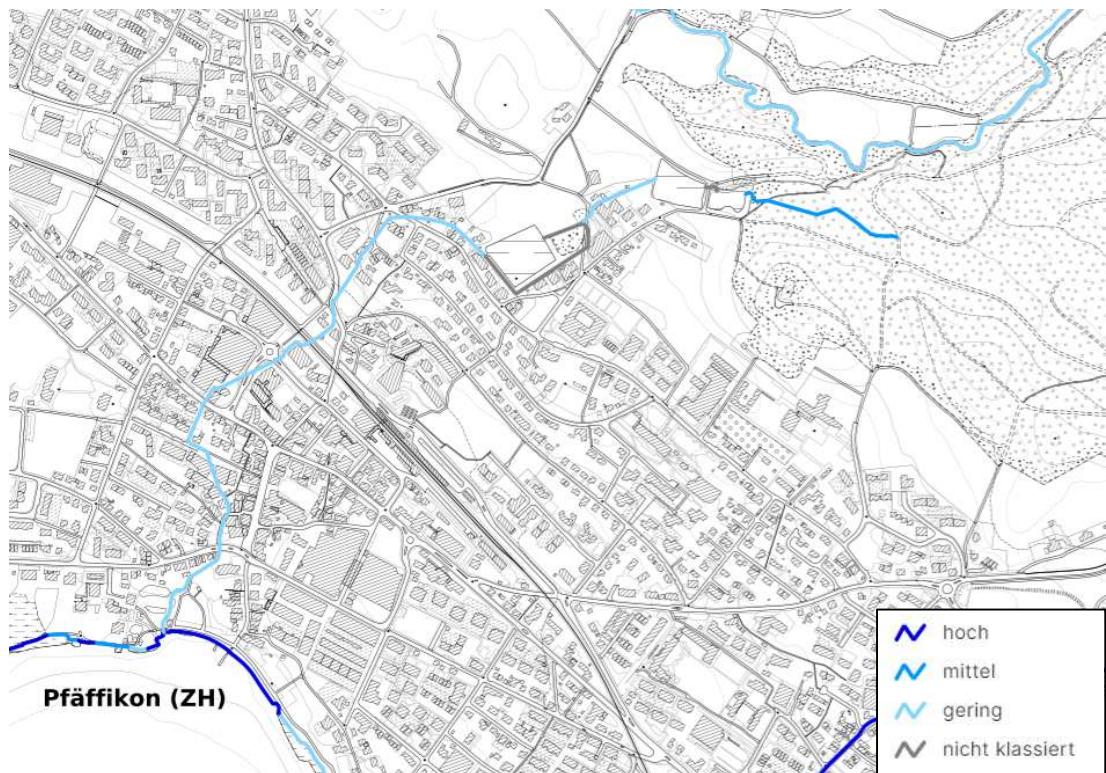


Abbildung 14: Revitalisierungsplanung (Revitalisierungsnutzen) (maps.zh.ch)

2.9 ÜBERDECKEN ODER EINDOLEN VON FLEISSGEWÄSSERN

Gemäss Art. 38 Gewässerschutzgesetz GSchG (siehe Abbildung 15) gilt ein generelles Verbot der Überdeckung von Fließgewässern. Dies bedeutet:

- Werden eingedolte Fließgewässer ausgebaut, saniert o.ä. ist ihr Offenlegungspotential zu prüfen.
- Eine Wiedereindolung bedingt eine Ausnahmebewilligung nach Art. 38 Abs. 2 GSchG.

Art. 38 Überdecken oder Eindolen von Fließgewässern

¹ Fließgewässer dürfen nicht überdeckt oder eingedolt werden.

² Die Behörde kann Ausnahmen bewilligen für:

- a. Hochwasserentlastungs- und Bewässerungskanäle;
- b. Verkehrsübergänge;
- c. Übergänge land- und forstwirtschaftlicher Güterwege;
- d. kleine Entwässerungsgräben mit zeitweiser Wasserführung;
- e. den Ersatz bestehender Eindolungen und Überdeckungen, sofern eine offene Wasserführung nicht möglich ist oder für die landwirtschaftliche Nutzung erhebliche Nachteile mit sich bringt.

Abbildung 15: Artikel 38 Gewässerschutzgesetz GSchG (Stand 01.02.2023)

3 AUSGANGSSITUATION (SITUATIONSANALYSE)

3.1 KULTURHISTORISCHES (KURZER ABRISS)

Die Wassernutzung am Dorfbach ist ein wesentlicher Bestandteil der Industrialisierung der Gemeinde Pfäffikon. Der Krebsweiher und der Mühleweiher wurden eigens durch das Gewerbe dafür angelegt, die Wassernutzung zu optimieren. Mit dem Aufkommen der Elektrifizierung wurden die eigenen Kraftwerke für die Gewerbebetriebe zu aufwendig und die Nutzung unwirtschaftlich. Teile der Anlagen und die Weiher wurden deshalb zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Gemeinde Pfäffikon übergeben, die seitdem für Betrieb und Unterhalt zuständig ist. Bei der Auslagerung der Gemeindewerke Pfäffikon aus der Gemeinde Pfäffikon wurden diese zwar mit dem Betrieb des Kraftwerks Egli betraut, das Wasserrecht sowie die Anlagen sind aber heute noch im Besitz der Gemeinde Pfäffikon. Im Auftrag der Gemeinde Pfäffikon wurde im Jahr 2022 ein Gutachten zur kulturellen Bedeutung des Gewässersystems Mühlebach erstellt [17]. Dieses arbeitet die Geschichte der Wassernutzung am Dorfbach detailliert auf. Eine digitale Version kann auf der Website der Gemeinde Pfäffikon bezogen werden.

3.2 HYDROLOGIE

3.2.1 Gewässersystem Pfäffikersee (öffentliche Fliessgewässer)

Abbildung 16 illustriert alle im Pfäffikersee mündenden öffentlichen Fliessgewässer. Die blau eingefärbten Fliessgewässer münden gänzlich im Pfäffikersee. Die rot eingefärbten Fliessgewässer sind das Gewässer Luppmen mit Seitengewässern mit Einzugsgebiet oberhalb der Wasserfassung (Wasserrechtskanal).

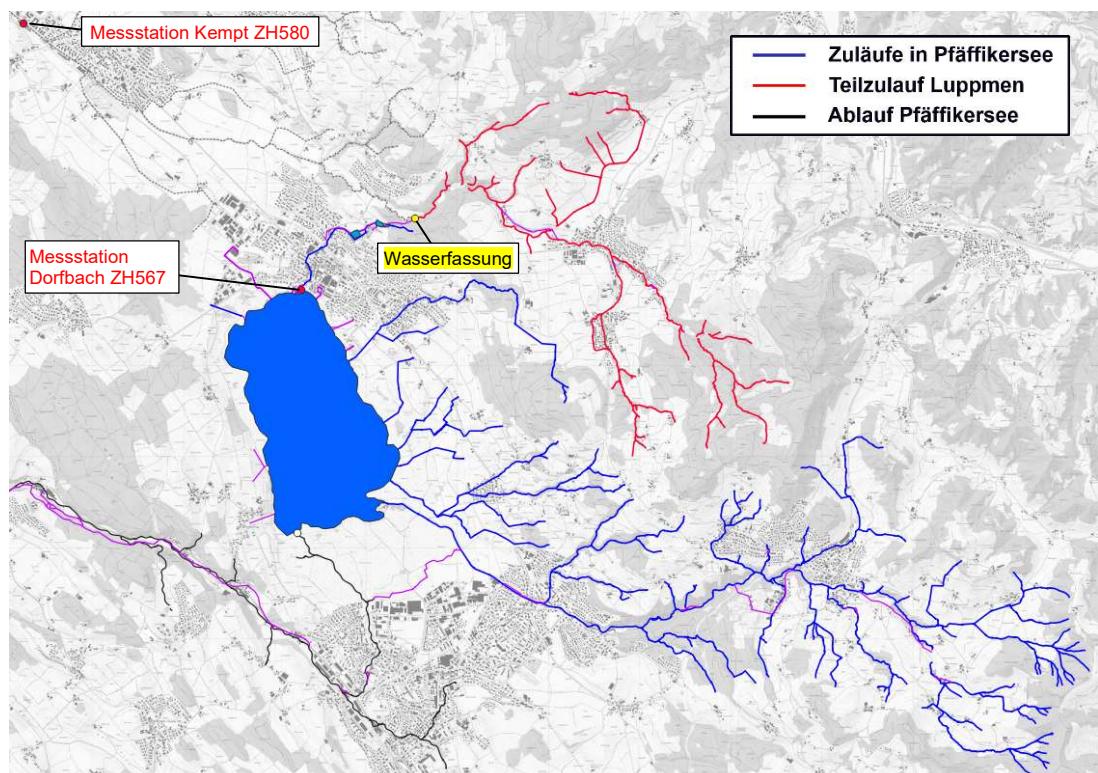


Abbildung 16: Übersicht Zu- und Abläufe Pfäffikersee. Ergänzt mit der Lage der hydrometrischen Messstationen des AWEL [39].

Durch die Wasserfassung besteht ein Teilzulauf der Luppmen in den Pfäffikersee. Von der Wasserfassung an der Luppmen gelangt das Wasser via Wasserrechtskanal in den Dorfbach (siehe Fließwege in Abbildung 6). Der Dorfbach fliesst schliesslich in den Pfäffikersee.

Die Menge Wasser, welche der Luppmen an der Wasserfassung entnommen wird, ist schwierig zu quantifizieren. Im Kapitel 4 wird die Menge anhand einer Wasserbilanz eingeschränkt und abgeschätzt. Bezüglich der minimalen und maximalen Abflussmengen können jedoch Aussagen getätigert werden. In der Wasserfassung ist ein Schütz integriert. Durch diesen wird der Abfluss in den Wasserrechtskanal gedrosselt. Es gibt eine Obergrenze an Abfluss, der in den Wasserrechtskanal gelangen darf. Es sind dies max. ca. 300-350 l/s. Eine Mindestwasserbegrenzung (Restwasser Luppmen) gab es historisch nicht. Das heisst, sobald die Luppmen Wasser führte, konnte ein Anteil in den Wasserrechtskanal gelangen. Aufgrund von Auflagen aus dem Jahr 2019 zur Restwasserabgabe in die Luppmen [21] gibt es seither eine Schwelle, welche in der Wasserfassung integriert ist. Diese stellt sicher, dass bei Abflüssen in der Luppmen von weniger als ca. 15 l/s das gesamte Wasser in der Luppmen bleibt.

3.2.2 Hydrometrische Messstationen

Das AWEL stellt Daten von hydrometrischen Messstationen zur Verfügung. Die Lage der im Gesamtkonzept Dorfbach als Grundlage verwendeten Stationen kann der Abbildung 16 entnommen werden. Die Zeiträume mit Messdaten umfassen:

Tabelle 1: Hydrometrische Messstationen AWEL (Administrative Angaben)

Bachname	Ortschaft	Kennzeichen	Zeitraum (Messungen)
Kempt	Fehrlitorf	ZH580	1991 - 2022
Dorfbach	Pfäffikon	ZH567	1985 - 2006

3.2.3 Einzugsgebiet Dorfbach (Gefahrenkarte und Neuberechnung)

Die Gefahrenkarte Greifensee stammt aus dem Jahr 2011 [25]. In dieser wird auch der Dorfbach in Pfäffikon behandelt. Die Einzugsgebietsgrössen der Bemessungspunkte am Dorfbach aus der Gefahrenkarte (siehe Abbildung 17) können der Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Einzugsgebietsgrössen an 2 unterschiedlichen Bemessungspunkten: Angaben aus Gefahrenkarte, Karte Einzugsgebiete [1] und Neuberechnung (GIS-Analyse).

Methode	EZG [km ²]	
	BP D1	BP D2
Gefahrenkarte 2011	0.6	0.8
Karte Einzugsgebiete	0.8	1.5
Neuberechnung 2024	0.7	1.5

Die Einzugsgebietsgrössen der Gefahrenkarte wurden verifiziert. Dazu wurden die neusten Grundlagedaten und Methoden der Einzugsgebietsberechnung verwendet. Der erste Vergleich ergibt sich durch den Datensatz Einzugsgebiete [1]. Dieser umfasst mit einem relativ hohen Detaillierungsgrad und flächendeckend die Teileinzugsgebiete des Kantons Zürich. Die zweite Vergleichsbasis bietet eine GIS-Analyse. In dieser wurde das aktuelle DTM [1] verwendet und für die Bemessungspunkte in Abbildung 17 die Einzugsgebietsgrössen berechnet. Die Einzugsgebietsgrössen der beiden Vergleichsmethoden können ebenfalls der Tabelle 2 entnommen werden.

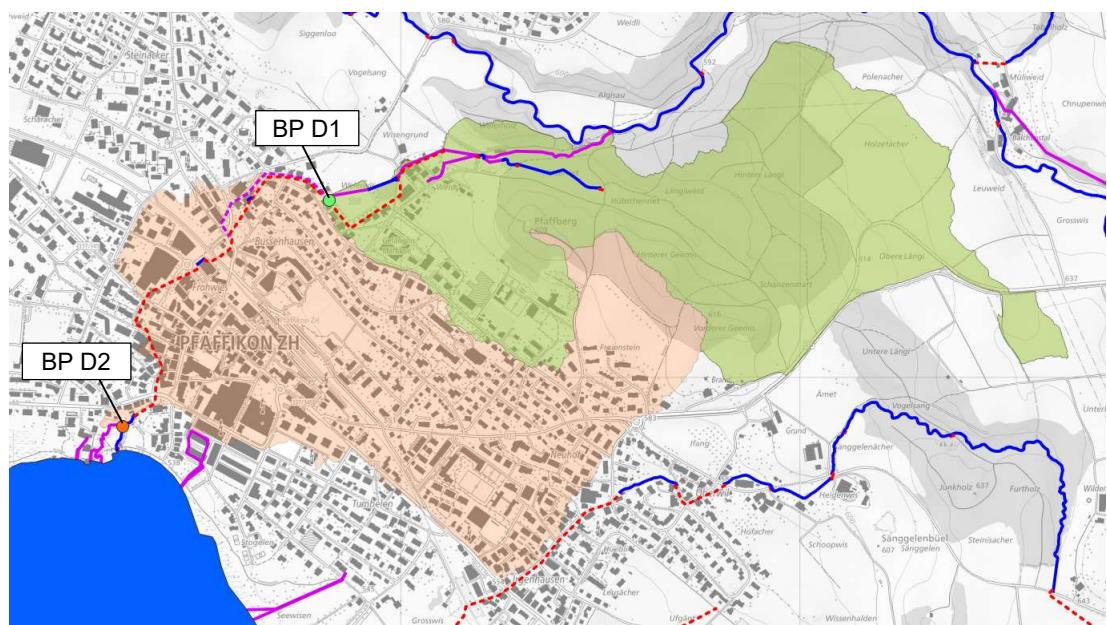


Abbildung 17: Bemessungspunkte Hydrologie am Dorfbach (1) der Gefahrenkarte [25] (BP D1 & D2) und der (2) Neuberechnung (BP D1).

Anhand der Tabelle 2 kann festgestellt werden, dass die resultierenden Einzugsgebietsgrößen der Vergleichsmethoden sehr gut übereinstimmen. Die Gefahrenkarte unterschätzt die Einzugsgebietsgrößen. Folgende Abweichungen der Neuberechnung im Vergleich zur Gefahrenkarte sind für die Einzugsgebiete der 2 Bemessungspunkte festzustellen:

- BP D1: + 13 %
- BP D2: + 97 %

3.2.4 Hochwasserabflüsse Dorfbach (Gefahrenkarte und Neuberechnung)

In der Gefahrenkarte Greifensee aus dem Jahr 2011 [25] werden am Dorfbach in Pfäffikon die Hochwasserabflüsse verschiedener Jährlichkeiten festgelegt. Diese wurden im Rahmen des vorliegenden Auftrags verifiziert, wobei in der Neuberechnung der Fokus auf dem Berechnungspunkt BP D1 (siehe Abbildung 17) liegt. Die Neuberechnung basiert auf der Hochwasserabschätzungsweise HAKESCH. Es wurden die aktuellen Grundlagendaten verwendet. Dazu gehören:

- Abflussprozesskarte [1]
- Einzugsgebietsgröße der Neuberechnung (siehe Kapitel 3.2.3)
- Niederschlagsdaten HydroMaps [27]

Insbesondere die Niederschlagsdaten haben sich im Vergleich zur Datengrundlage bei der Gefahrenkartenerstellung geändert. Die im Jahre 2022 publizierten HydroMaps-Niederschlagsintensitäten [27] wichen teilweise stark ab von den HADES-Niederschlagsintensitäten, welche im Jahre 1992 publiziert, eine eher regenarme Periode berücksichtigt und zur Zeit der Gefahrenkartenerstellung [25] aktuell waren. Im Einzugsgebiet des Dorfbachs ist beispielsweise die Niederschlagsintensität des HydroMaps-Datensatzes mit einer stündigen Niederschlagsdauer und 100-jähriger Wiederkehrperiode um ca. 50 % grösser als jener des HADES-Datensatzes.

Die Tabelle 3 stellt den Hochwasserabfluss mit 100-jährlicher Wiederkehrperiode (HQ100) der Gefahrenkarten am Berechnungspunkt BP D1 jenem der Neuberechnung gegenüber. Die Werte stimmen sehr gut überein, trotz Abweichungen in Einzugsgebietsfläche und der

neu vorhandenen Niederschlagsintensitätswerte. Eine Begründung ist schwierig herzuleiten, da die Methode der Hochwasserabschätzung der Gefahrenkarte auf einer Umrechnung von Resultaten eines Niederschlags-Abfluss-Modells am Mönchaltorfner Aabach (Projektverfasser: Basler&Hofmann AG) auf das Einzugsgebiet des Pfäffiker Dorfbachs basiert. Die Umrechnung erfolgte anhand eines Flächenansatzes [25].

Das Vorgehen bei der Neuberechnung der Hydrologie am Bemessungspunkt BP D1 entspricht dem generellen Vorgehen der Gefahrenkartenerstellung bei kleinen Einzugsgebieten. Da zudem die neuste Datengrundlage verwendet wurde, kann davon ausgegangen werden, dass bei einer Revision der Gefahrenkarte die Hydrologie der Neuberechnung bestätigt wird.

Tabelle 3: Hochwasserabflüsse HQ100 an 2 unterschiedlichen Bemessungspunkten: Angaben aus Gefahrenkarte und Neuberechnung

Methode	HQ ₁₀₀ [m^3/s]	
	BP D1	BP D2
Gefahrenkarte 2011 (FA B&H)	2.7	3.1
Neuberechnung HydroMaps 2024	2.8	4.4

Die Tabelle 4 enthält die im Gesamtkonzept Dorfbach verwendeten Hochwasserabflüsse HQ100 an den Bemessungspunkten BP D1 und BP D2.

Tabelle 4: Hydrologie Gesamtkonzept Dorfbach: Hochwasserabflüsse unterschiedlicher Wiederkehrperioden an 2 unterschiedlichen Bemessungspunkten

Hochwasserabfluss	HQ ₁₀₀ [m^3/s]	
	BP D1	BP D2
HQ30	1.4	2.5
HQ100	2.8	4.4
HQ300	3.7	5.6
EHQ	7.0	11.0

Die Hydrologie am Berechnungspunkt BP D2 wurde aufgrund der starken Abweichung der Einzugsgebietsgrösse (siehe Tabelle 2) neu abgeschätzt. Die Abschätzung erfolgte via Gebietsübertragung und basiert auf der Neuberechnung der Hydrologie am Berechnungspunkt BP D1.

Es gilt zu erwähnen, dass bei Hochwasser nebst der Entwässerung aus dem natürlichen Einzugsgebiet des Dorfbachs zusätzlich via die Wasserfassung an der Luppmen (Wasserrechtskanal) Wasser ins Gewässersystem gelangt. Es sind dies max. 0.30 - 0.35 m^3/s .

3.2.5 Niedrigwasserabflüsse (Q347) (Angaben AWEL und Neuberechnung)

Im Rahmen des Gesamtkonzepts Dorfbachs werden Restwassermengen (Luppmen) diskutiert. Die Grundlage der Restwasserbestimmung bildet der Niedrigwasserkennwert Q347.

Dieser wurde einerseits vom AWEL [38] bezogen, welches den Q347 basierend auf einem Geländemodell und einer spezifischen Abflussspende bei Niedrigwasser für zahlreiche Einzugsgebiete im Kanton berechnet.

Andererseits erfolgte die Bestimmung des Q347 anhand der Wegleitung «Angemessene Restwassermengen – Wie können sie bestimmt werden?» vom BAFU (ehemals BUWAL) [29]. Diese Methode basiert auf Messzeitreihen täglicher Auflösung [39]. Sie wurde direkt auf

die Messdaten der Messstation am Dorfbach (ZH567) in Pfäffikon (siehe Abbildung 16) angewendet. Die Messdaten der Messstation an der Kempt (ZH580) in Fehraltorf wurden mittels eines Flächenansatzes an die Luppmen im Bereich der Wasserfassung umgerechnet und dann ebenfalls Q347 anhand der Wegleitung bestimmt.

In der Abbildung 18 sind die Resultate der einzelnen Methoden dargestellt. Da die Methode der Wegleitung jeweils eine Datensatzlänge von 10 Jahren voraussetzt und an den Messstationen über grössere Zeiträume Messdaten zur Verfügung stehen, resultieren mehr als nur eine Angabe für Q347. Der Mittelwert dieser einzelnen Werte ist mit einer horizontalen Linie abgebildet. Die Angaben Q347 des AWEL [38] sind in der Abbildung 18 dem Jahr 2024 zugewiesen.

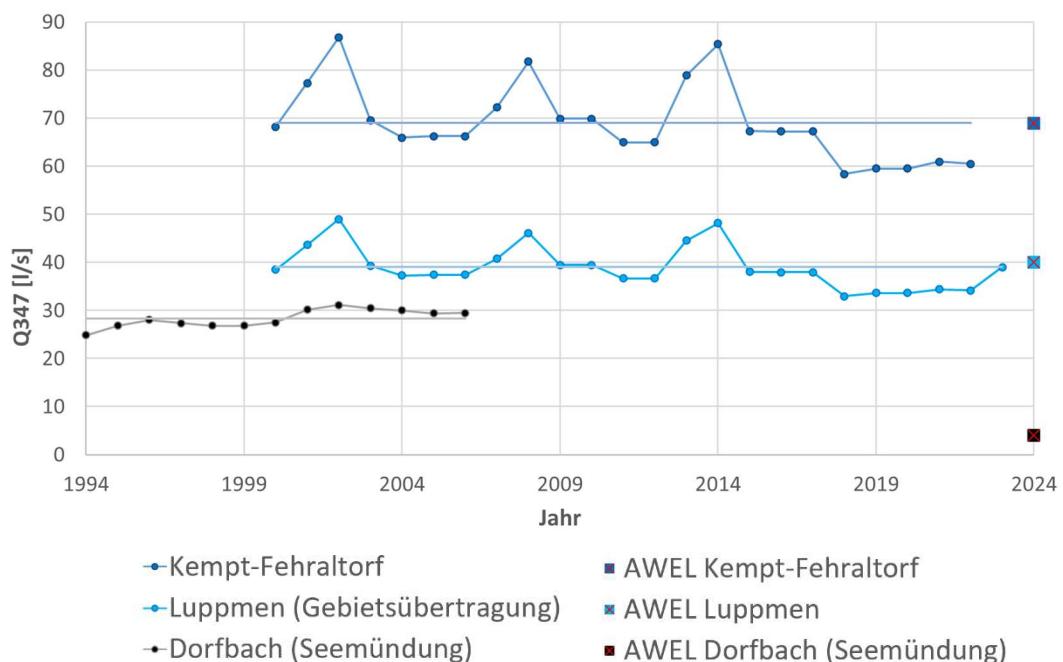


Abbildung 18: Niedrigwasserkennwert Q347: Die Ganglinie entspricht der Berechnungsmethode Q347 gemäss Wegleitung [29]. Die Werte, welche dem Jahr 2024 zugewiesen sind, entsprechen den Angaben Q347 des AWEL [38].

Bei Betrachtung der Abbildung 18 lässt sich folgern, dass es an den einzelnen Bemessungspunkten eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den zwei Berechnungsmethoden gibt. Die Ausnahme bilden die Werte am Dorfbach (Messstation ZH567). Dies lässt sich wie folgt begründen: Die Berechnungsmethode Q347 des AWEL basiert auf einem Geländemodell und folglich dem natürlichen Einzugsgebiet des Dorfbachs. Im Dorfbach mündet aber nebst der Entwässerung des natürlichen Einzugsgebiets auch das Wasser aus der Luppmen via Wasserfassung. Dieser Effekt lässt sich einzig mit der Methode der Wegleitung, welche die Messwerte an der Messstation ZH567 am Dorfbach als Grundlage hat, abbilden. Folglich bildet die Methode der Wegleitung die Realität am Dorfbach besser ab.

3.2.6 Trockenfallende Gewässer

Der Karte in Abbildung 19 können die trockenfallenden Fischgewässer [1] im und rund um den Perimeter entnommen werden. Stromabwärts der Wasserfassung fällt die Luppmen regelmässig trocken.



Abbildung 19: Karte Trockenfallende Fischgewässer (maps.zh.ch)

Am Dorfbach weisen die Abflussmessung darauf hin, dass das Gewässer im Bereich der Pfäffikerseemündung keine Tendenz zu Trockenfallen hat. Dies ist insbesondere in der Dauerkurve in der Abbildung 22 zu sehen.

3.3 ÖKOLOGIE

Mit dem Ziel eine Entscheidungsgrundlage für das Gesamtkonzept bzgl. der Gewässerlebensräume zu schaffen, wurde eine Situationsanalyse der bestehenden Gewässerlebensräume im Projektperimeter und eine gutachterliche Einschätzung zu deren ökologischen Wert gemacht. Aus der Situationsanalyse geht eine Priorisierung der Gewässerlebensräume hervor, welche bei den Auswirkungen der möglichen Szenarien zum Nutzungskonzept Wasserkraft miteinfließt.

Im Rahmen dieser Situationsanalyse werden die Aspekte

- 1) Inventare, Schutzgebiete und Lebensräume,
- 2) Arten und
- 3) Gewässerqualität

für alle betroffenen Gewässerlebensräume betrachtet. Folgenden Gewässer bzw. Lebensräume werden dabei betrachtet: Luppmen, Mühleweiher, Krebsweiher, Wasserrechtskanal, Pfäffikersee.

In den nachfolgenden Kapiteln werden für jeden Aspekt die gutachterliche Einschätzung und die Priorität aufgeführt. Die detaillierte Herleitung dieser Ergebnisse kann dem Anhang 3 entnommen werden.

3.3.1 Inventare, Schutzgebiete und Lebensräume

Um eine gutachterliche Einschätzung zum ökologischen Wert und der Priorität der Gewässer

bzgl. der vorkommenden Lebensräume [48] und deren Qualität abzugeben, wurden Informationen zum Lebensraumtyp, ob das Gewässer inventarisiert ist (Inventare von Bund, Kanton, Gemeinde), die Schutzziele der Inventare sowie Ziel- und Leitarten zusammengetragen. Zudem wurden noch folgende Information von Personen mit Lokalkenntnissen (Fischereiaufsicht, Naturschutzverein) eingeholt:

- Luppmen: Fließgewässer der Oberen Forellenregion, entsprechend kommen die Begleitarten der Bachforelle in dem Gewässer vor bspw. Gruppen. Das Gewässer trocknet vermutlich aufgrund der durchlässigen Gewässersohle aus. Die Krebsvorkommen sind gehäuft unterhalb des eingestaute Tobelweiher, vermutlich aufgrund des reduzierten Geschiebetriebs [53].
- Wasserrechtskanal: Kein typisches Fischgewässer, jedoch durchgängig zur Luppmen, daher auch Fisch- und Krebsvorkommen im Gewässer [53].

Die Inventare wurden gewichtet (Bund > Kanton > Gemeinde > nicht inventarisiert) und die anderen Informationen für die gutachterliche Einschätzung zum ökologischen Wert zugezogen. Ausserdem wurden mögliche Zielkonflikte und die Gewichtung des Vorrangs des Gewässers als Entscheidungshilfe herausgearbeitet.

Tabelle 5: Situationsanalyse Inventare, Schutzgebiete und Lebensraum (gutachterliche Einschätzung)

Gewässer	Gutachterliche Einschätzung aufgrund der Situationsanalyse Inventare + Schutzgebiete und Lebensraum	
	Ökologischer Wert des Gewässers	Zielkonflikte und Gewichtung des Vorrangs
Luppmen	Hoch: Das gesamte Fließgewässer ist durch die kommunale Schutzverordnung geschützt. Aufgrund der Größe des Lebensraums und der Qualität (gem. Objektblatt) handelt es sich um einen wertvollen Lebensraum. Das primäre Entwicklungsziel ist der Erhalt des Lebensraums (Qualität und Quantität) für die vorkommenden Arten. Aus diesem Grund wird der Wert als hoch eingestuft.	Der Erhalt der günstigen Bedingungen (Schutzziel) für die aquatische Fauna bedingt eine permanente Wasserführung (Fließgewässer, Nahrung wassergebundene Vögel). Die Entwicklungsziele erfordern ausschließlich den Erhalt und keine zusätzlichen Revitalisierungsmassnahmen, der Lebensraum hat bereits eine sehr hohe Qualität. Der Erhalt der Lebensraumqualität der Luppmen wird mit einer hohen Priorität gewichtet .
Mühle-weiher	Gering: Der Weiher und die Umgebung sind durch die kommunale Schutzverordnung geschützt. Das Gewässer wird aufgrund dessen künstlichen Gestaltung (steile Ufer etc.) mit geringem ökologischem Wert eingestuft. Zudem ist die Vernetzung mit der Umgebung schlecht. Die Umgebung des Gewässers ist hingegen durch unterschiedliche Lebensraumtypen (Wald, Fließgewässer, Hochstaudenflur) auf geringer Fläche wertvoll.	Das Schutzziel ist der Erhalt des Gewässers. Die Lebensraumqualität des Steh- und Fließgewässers ist gering. Die Entwicklungsziele sehen zwar eine Erhöhung der Lebensraumqualität vor und das Potenzial ist nicht vollumfänglich ausgeschöpft. Um das Potenzial der Lebensräume auszuschöpfen sind noch diverse Aufwertungsmassnahmen sowie eine angemessene und regelmäßige Pflege des Stehgewässers notwendig. Die Ziele für dieses Objekt sind bei einem Zielkonflikt bei der Wasserführung anderen Entwicklungszielen unterzuordnen und wird mit einer mittleren Priorität gewichtet .
Krebsi-weiher	Mittel: Die Weiher und die Umgebung sind durch die kommunale Schutzverordnung geschützt. Bei den Weihern handelt es sich um Amphibiengewässer mit einer vielfältigen Umgebung. Die Lebensraumqualität wird aufgrund der Weihergestaltung und der Umgebung als mittel eingestuft, da die Uferreich wenig Raum für eine standorttypische Vegetation zu lassen und die Umgebung zu intensiv gepflegt wird. Bedarf Anpassung Pflege und Lenkung der Naherholung.	Das Schutzziel ist der Erhalt des Gewässers bzw. beider Gewässer und die Verhinderung einer Verlandung. Die Entwicklungsziele sehen eine Verbesserung der Lebensraumqualität vor und das Potenzial für einen hochwertigen, vielfältigen Lebensraum besteht. Es sind jedoch noch Aufwertungsmassnahmen notwendig, um die Entwicklungsziele zu erreichen. Bei einem Zielkonflikt bei der Wasserführung wird der Erhalt und die Aufwertung des Gebiets mit einer hohen Priorität gewichtet .
Wasser-rechtskanal	Mittel: Der Wasserrechtskanal ist teilweise	Das Schutzziel umfasst den Erhalt der Umgebung der Weiher, dazu zählt auch ein Teil des

Gewässer	Gutachterliche Einschätzung aufgrund der Situationsanalyse Inventare + Schutzgebiete und Lebensraum	
	Ökologischer Wert des Gewässers	Zielkonflikte und Gewichtung des Vorrangs
	durch die kommunale Schutzverordnung geschützt, da er zur Umgebung des Krebsiweiher zählt. Der Lebensraum ist naturnah und gut vernetzt. Der Wasserrechtskanal weist eine Ufervegetation auf und ist überwiegend unverbaut. Vermutlich besteht beim Wasserrechtskanal kein bedeutender Aufwertungsbedarf.	Wasserrechtskanal. Er trägt zu einer vielfältigen Umgebung bei und ist für das Entwicklungsziel "den Waldbestand in Richtung Erlen-Buchwald" zu entwickeln von Bedeutung. Bei der Auswahl der typischen oder besonderen Arten sind jedoch überwiegend Stehgewässer-Arten genannt. Aus diesen Gründen sind die Ziele für dieses Objekt bei einem Zielkonflikt bzgl. der Wasserführung anderen Entwicklungszielen unterzuordnen und wird mit einer geringen Priorität gewichtet .
Pfäffikersee	Hoch: Der Pfäffikersee beherbergt eine Vielzahl seltener und gefährdeter Lebensräume und Arten und ist daher von hoher Bedeutung für die Biodiversität der Schweiz. Aus diesem Grund befindet sich der See oder Teile des Sees in unterschiedlichen Bundesinventaren und genießt dementsprechend einen hohen Schutz.	Für den Pfäffikersee gelten aufgrund der Inventarisierung in unterschiedlichen Bundesinventaren viele Schutzziele. Die Ziele umfassen u.a. den ungeschmälerten Erhalt. Aufgrund der hohen Bedeutung des Pfäffikersees für die Schweizer Natur und Landschaft wird bei einem Zielkonflikt, betreffend der Wasserführung, dem Pfäffikersee mit der höchsten Priorität gewichtet .

3.3.2 Arten

Um eine gutachterliche Einschätzung zum ökologischen Wert der Gewässer bezüglich der Arten abzugeben, wurden Informationen zu den vorkommenden Arten (nicht abschliessend) basierend auf Datenbankauszügen von InfoSpecies [46],[47] pro Gewässer ausgewertet. Dabei wurden der Rote-Liste-Status, die nationale Priorität der Arten, der Schutzstatus sowie die Lebensraumbindung angeschaut und den Arten, aufgrund der vorgängig genannten Kriterien, deren Bedeutung gewichtet (siehe Anhang 3).

Tabelle 6: Situationsanalyse Arten (gutachterliche Einschätzung)

Gewässer	Gutachterliche Einschätzung aufgrund der Situationsanalyse Arten	
	Ökologischer Wert des Gewässers	
Luppmen	Durch das Vorkommen des gefährdeten Steinkrebses hat das Gewässer einen hohen ökologischen Wert . Zudem kommen zwei gefährdete bzw. potenziell gefährdete Arten vor, die strikt auf diesen Lebensraumtyp angepasst sind. Weitere kantonal prioritäre Arten profitieren von diesem Lebensraum. Für eine umfassende Beurteilung ist die Datengrundlage jedoch unzureichend und aktuelle Erhebungen wären bei einer Konkretisierung der Planung notwendig.	
Mühleweiher	Durch das Vorkommen des als verletzlich eingestuften Edelkrebses, der an diesen Lebensraumtyp gebunden ist, wird dem Gewässer ein hoher ökologische Wert zugesprochen. Grundsätzlich können kleine Stillgewässer eine hohe Artenvielfalt beherbergen. Das Lebensraumpotenzial ist vermutlich nicht ausgeschöpft. Die Vernetzung zu anderen wertvollen Gebieten fehlt. Für eine umfassende Beurteilung ist die Datengrundlage jedoch unzureichend und aktuelle Erhebungen wären bei einer Konkretisierung der Planung notwendig.	
Krebsiweiher	Durch das Vorkommen des Edelkrebses und zwei Amphibienarten, die alle an diesen Lebensraumtyp angepasst sind, hat das Gewässer einen hohen ökologischen Wert . Grundsätzlich können kleine Stillgewässer eine hohe Artenvielfalt beherbergen. Das Lebensraumpotenzial ist vermutlich nicht ausgeschöpft. Für eine umfassende Beurteilung ist die Datengrundlage jedoch unzureichend und aktuelle Erhebungen wären bei einer Konkretisierung der Planung notwendig.	
Wasserrechtskanal	Aufgrund der gemeldeten Vorkommen wird dem Gewässer ein mittlerer ökologischer Wert zugesprochen. Für eine umfassende Beurteilung ist die Datengrundlage jedoch unzureichend und aktuelle Erhebungen wären bei einer Konkretisierung der Planung notwendig.	
Pfäffikersee	Aufgrund der hohen Artenvorkommen seltener und gefährdeter Arten hat der Pfäffikersee einen ausserordentlich hohen ökologischen Wert .	

3.3.3 Gewässerqualität

Um eine gutachterliche Einschätzung zum ökologischen Wert der Gewässer bezüglich der Gewässerqualität abzugeben, wurden Informationen zu Wassertemperatur, Wasserführung, chemischer Wasserqualität, biologischer Gewässerqualität und der Gewässermorphologie pro Gewässer zusammengetragen [49],[50],[51],[52]. Wobei für die Weiher, die Datengrundlage für eine Aussage ungenügend ist.

Tabelle 7: Situationsanalyse Gewässerqualität (Gutachterliche Einschätzung)

Gewässer	Gutachterliche Einschätzung aufgrund der Situationsanalyse Gewässerqualität	
	Ökologischer Wert des Gewässers	Zielkonflikte und Gewichtung des Vorrangs bei den Zielen
Luppmen	Die Qualitätsziele werden bei fast allen Parametern (Gewässergüte und -struktur) erreicht. Die Gewässerqualität ist gut bis sehr gut.	Der Wert des Gewässers wird aufgrund der Gewässerqualität als hoch eingestuft. Eine Verschlechterung der Gewässerqualität sollte verhindert werden.
Mühle-weiher	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über die Gewässerqualität gemacht werden.	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über den ökologischen Wert aufgrund Gewässerqualität gemacht werden.
Krebsi-weiher	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über die Gewässerqualität gemacht werden.	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über den ökologischen Wert aufgrund Gewässerqualität gemacht werden.
Wasser-rechtskanal	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über die Gewässerqualität gemacht werden.	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über den ökologischen Wert aufgrund Gewässerqualität gemacht werden.
Pfäffikersee	Die Qualitätsziele werden bei fast allen Parametern (Gewässergüte und -struktur) erreicht. Bei der Sauerstoffkonzentration werden die gesetzlichen Anforderungen nicht eingehalten. Sauerstoffdefizite in der Tiefe wirken sich negativ auf die Lebensgemeinschaften in den tieferen Wasserschichten aus (siehe Kap. 6.4).	Der Wert des Gewässers wird aufgrund der Gewässerqualität als hoch eingestuft. Eine Verschlechterung der Gewässerqualität sollte verhindert werden.

3.3.4 Priorisierung (Gewichtung des Vorrangs bei den Zielen)

Die Ergebnisse der gutachterlichen Einschätzung werden in einer Priorisierung zusammengefasst. Den Gewässern wird aufgrund der einzelnen Ergebnisse aus den betrachteten Aspekten

- 1) Inventare, Schutzgebiete und Lebensräume,
- 2) Arten und
- 3) Gewässerqualität

einen zusammenfassenden ökologischen Wert und eine Priorität zugesprochen. Diese gibt an, welchem Gewässer bei der Bearbeitung des Nutzungskonzept Wasserkraft den Vorrang bei der Definition der Ziele gegeben werden soll und in welcher Reihenfolge die Gewässer berücksichtigt werden sollen.

Tabelle 8: Zusammenfassung Ökologischer Wert und Priorisierung der Gewässer (Gewichtung des Vorrangs bei den Zielen)

Gewässer	Ökologischer Wert: Inventare, Schutzgebiete und Lebens- räume	Zielkonflikte und Gewichtung des Vorrangs	Ökologischer Wert: Artenvorkom- men	Ökologischer Wert: Gewässerquali- tät	Zusammenfas- sung Ökologischer Wert	Gewichtung des Vorrangs bei den Projektzie- len
Luppmen	Hoch	Hohe Priorität	Hoher ökologischer Wert	Hoher ökologischer Wert	Hoher ökologischer Wert	Hohe Priorität
Mühleweiher	Gering	Mittlere Priorität	Hoher ökologischer Wert	Keine Beurteilung	Mittlerer ökologischer Wert	Mittlere Priorität
Krebsiweiher	Mittel	Hohe Priorität	Hoher ökologischer Wert	Keine Beurteilung	Hoher ökologischer Wert	Hohe Priorität
Wasserrechts-kanal	Mittel	Geringe Priorität	Mittlerer ökologischer Wert	Keine Beurteilung	Mittlerer ökologischer Wert	Geringe Priorität
Pfäffikersee	Hoch	Höchste Priorität	Hoher ökologischer Wert	Hoher ökologischer Wert	Hoher ökologischer Wert	Höchste Priorität

Legende:

Wert	Priorität
Höchster Wert	Höchste Priorität
Hoher Wert	Hohe Priorität
Mittlerer Wert	Mittlere Priorität
Geringer Wert	Geringe Priorität
Keine Beurteilung	Keine Beurteilung

4 WASSERHAUSHALTSSSTUDIE

4.1 GRUNDLAGEN

Die Wasserbilanzen im vorliegenden Kapitel haben zum Ziel das Gewässersystem rund um den Dorfbach und den Pfäffikersee besser zu verstehen. Insbesondere liegt der Fokus auf dem Einfluss der Wasserentnahme aus der Luppmen (Wasserfassung). Die Grundlage der Wasserbilanzen sind in der Abbildung 20 dargestellt. Wie im Kapitel 3.2.5 zur Niedrigwasserthematik und Q347 bereits erwähnt, wurde auch hier der Datensatz verwendet, welcher als Grundlage die Messdaten der Messstation Kempt ZH580 [39] hat, jedoch mit einem Flächenansatz in den Bereich der Luppmen umgerechnet wurde, an der die Wasserfassung liegt.

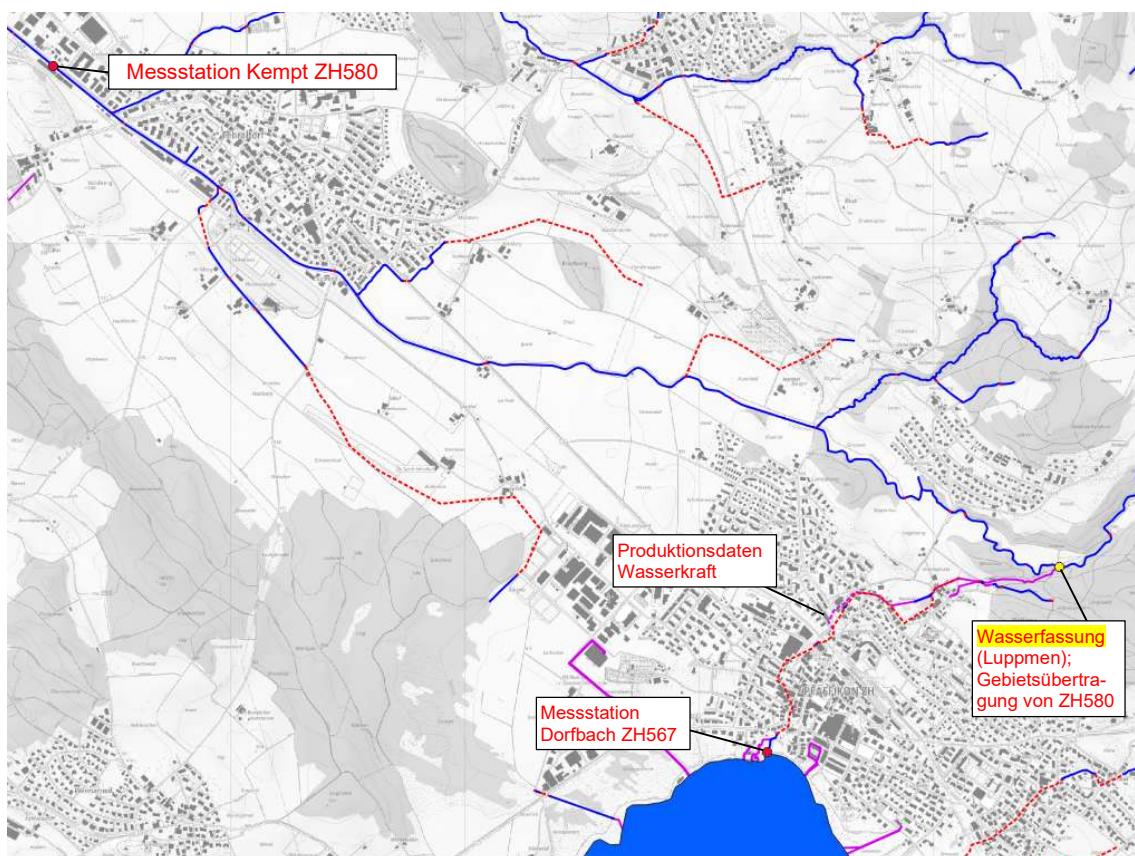


Abbildung 20: Wasserbilanzen: Datengrundlage und Lage deren Erhebung.

Eine zusätzliche Grundlage bilden die Produktionsdaten des Kleinwasserkraftwerks [40]. Unter Verwendung von der Turbinenleistung der Anlage (40 kW) und dem Durchfluss von 0.3 m³/s durch die Kraftwerksleitung (Druckleitung) konnte das turbinierte Wasservolumen abgeschätzt werden.

4.2 WASSERBILANZ DORFBACH

Für jeden der Datensätze aus dem Kapitel 4.1 wurden die jährlichen Abflussmengen berechnet. Diese sind in der Abbildung 21 dargestellt. Mit der Abbildung wird deutlich, dass der Kraftwerksdurchfluss (Druckleitung) einen grossen Anteil am Gesamtabfluss des Dorfbachs ausmacht. Der Anteil am Dorfbachwasser, das turbiert wird, beläuft sich auf geschätzt 80% (Grundlage: Jahre 2001-2006).

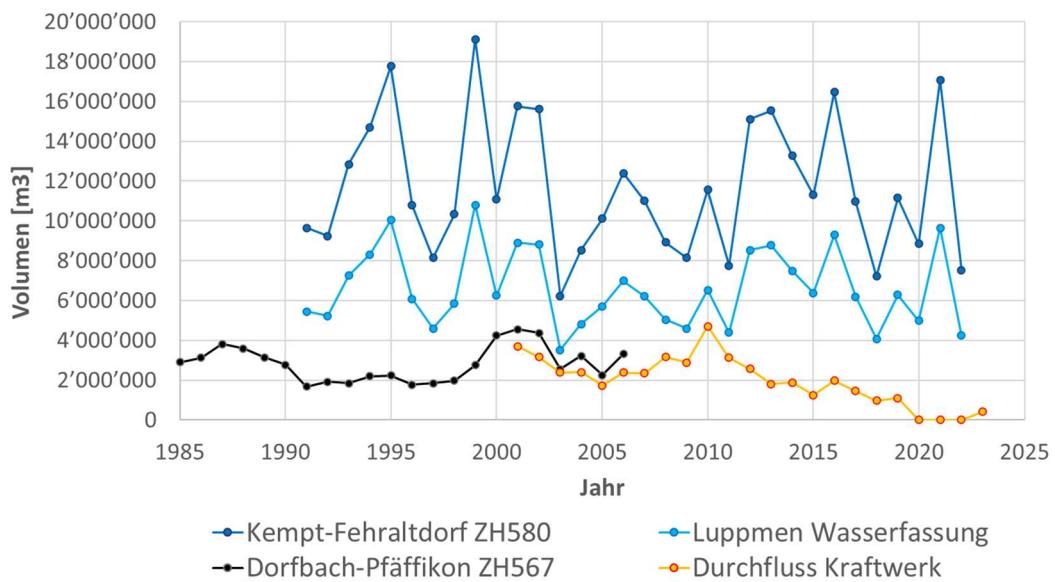


Abbildung 21: Jährliche Abflussmengen (Wasserbilanzen) der Daten aus Abbildung 20.

Der Abbildung 21 kann des Weiteren entnommen werden, dass via Dorfbach jährlich durchschnittlich **ca. 2.8 Mio. m³** Wasser im Pfäffikersee münden. Um grob abzuschätzen, welcher Anteil dieser Wassermenge aus dem natürlichen Einzugsgebiet des Dorfbachs und welcher Anteil via die Wasserfassung an der Luppmen in den Dorfbach gelangt, wurde erstere Wassermenge mit einer simplen Wasserbilanz abgeschätzt:

Wasserbilanz natürliches EZG Dorfbach: $Q = N * A_{EZG} - \text{Evapotranspiration}$

N: Jahresniederschlagsmenge [28]

AEZG: Einzugsgebietsfläche (ca. 1.5 km²)

Evapotranspiration: Annahme Evapotranspirationsfaktor = 0.4 (Referenz: Glatt) [23]

In die Berechnung gingen Niederschlagsdaten der Jahre 2002 – 2020 ein. Mit der Wasserbilanz beläuft sich das Wasser aus dem natürlichen Einzugsgebiet des Dorfbachs auf jährlich durchschnittlich **ca. 1.1 Mio. m³**.

Folgende Aussagen lassen sich neu zur Wasserentnahme aus der Luppmen machen:

- Die **Wasserentnahme aus der Luppmen** (Wasserfassung) macht rund **3/4** vom Abfluss des Dorfbach (an der Pfäffikerseemündung) aus.
- Das **natürliche Einzugsgebiet des Dorfbachs** macht rund **1/4** des Abflusses des Dorfbachs (an der Pfäffikerseemündung) aus.

Interessant in Bezug auf die Wasserfassung ist die Dauerkurve in Abbildung 22. Anders als die herkömmlichen Dauerkurven, welche sich auf Daten täglicher Auflösung mit Zeitintervallen von 1 oder 10 Jahren beziehen, bezieht sich die Dauerkurve in der Abbildung 22 auf das Zeitintervall der gesamten Messperiode und auf Rohdaten (Auflösung: 5-Minuten-Intervall). Die Messstation ZH567 am Dorfbach besitzt Messungen von 1985 – 2006 (Zeitintervall).

Der Dauerkurve in der Abbildung 22 kann im Bereich der Abflüsse von 300 – 350 l/s eine Unregelmässigkeit (Abflachung vor erneutem Anstieg) festgestellt werden. Diese könnte auf den in der Wasserfassung (Luppmen) integrierten Schütz zurückzuführen sein. Durch den Schütz gibt es eine Obergrenze an Abfluss der Luppmen, der in den Wasserrechtskanal gelangen kann. Es sind dies max. ca. 300-350 l/s. Die Unregelmässigkeit könnte aber auch auf den Kraftwerksbetrieb zurückzuführen sein und den Zeitraum repräsentieren, in dem turbiniert wird. Eine eindeutige Festlegung der Ursache ist auf Grundlage der vorliegenden Daten nicht möglich.

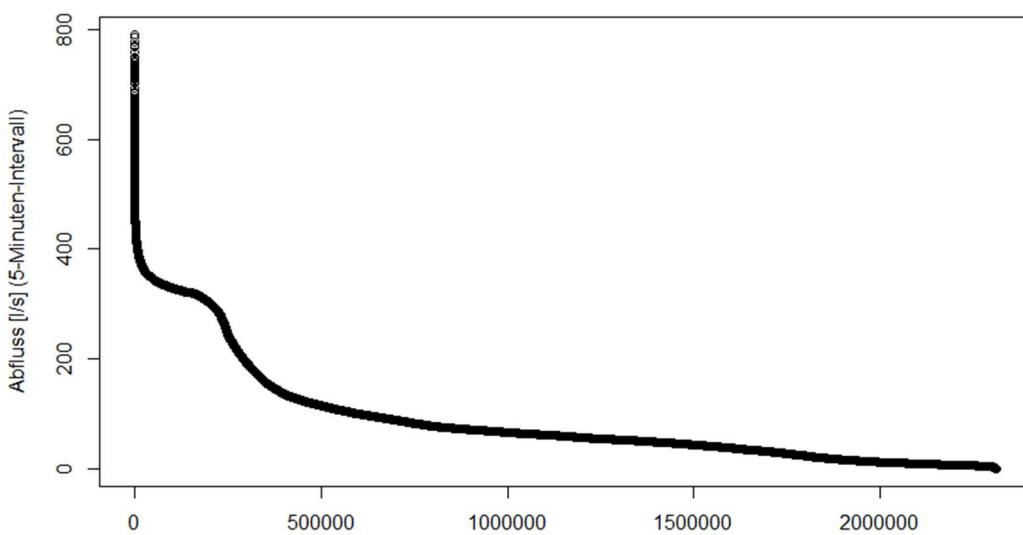


Abbildung 22: Dauerkurve der Messdaten (Rohdaten) der hydrometrischen Messstation Dorfbach ZH567 (1985 – 2006).

4.3 WASSERBILANZ PFÄFFIKERSEE

Aus Sicht Wasserbilanz sind am Pfäffikersee die Angaben des Dokuments «Pfäffikersee: Beurteilung des Seezustands» (AWEL, 2024) [50] zentral. Dieses macht folgende Angaben:

Seeoberfläche: 3.03 km²

Maximale Tiefe: 35.0 m

Mittlere Tiefe: 18.8 m

Seevolumen: 57.1 Mio. m³

mittlerer Seeabfluss (Aa): 860 l/s

Aufenthaltszeit (Wasser): ca. 770 Tage

Mittels einer Überschlagsrechnung wurde der Anteil des Wassers aus der Wasserfassung Luppmen am gesamthaft dem Pfäffikersee zufließenden Wasser abgeschätzt. Die Überschlagsrechnung basiert auf der Annahme, dass in einem jährlichen Mittel und über eine längere Zeitperiode in allen Einzugsgebieten rund um den Pfäffikersee gleich viel Regen fällt und dass sich die Einzugsgebiete bezüglich Evapotranspiration und Versickerung von Wasser in den Untergrund ähnlich verhalten.

Als Grundlage für die Überschlagsrechnung wurden alle im Pfäffikersee mündenden natürlichen Einzugsgebietsflächen identifiziert (siehe Abbildung 16). Das hydrologische Einzugsgebiet des Pfäffikersees beläuft sich auf ca. 26 km².

Der Anteil der Wasserentnahme an der Luppmen (Wasserfassung) wurde anhand der Erkenntnisse aus dem Kapitel 4.2 abgeschätzt. Wenn das natürliche Einzugsgebiet des Dorfbachs ca. 1/4 des im Pfäffikersee mündenden Wassers des Dorfbachs ausmacht und dieses Einzugsgebiet ca. 1.5 km² umfasst, dann entspricht der Anteil der Wasserentnahme aus der Luppmen (ca. 3/4) einer äquivalenten Einzugsgebietsfläche von ca. 4.5 km².

Damit kann abgeschätzt werden, dass die **Wasserentnahme an der Luppmen** (Wasserfassung) im Mittel **ca. 10-20 %** des gesamthaft dem Pfäffikersee zufließenden Wassers ausmacht. Ein Wegfallen des Wassers aus der Wasserentnahme an der Luppmen (Wasserfassung) würde folglich eine längere Aufenthaltszeit des Seewassers im See zur Folge haben. Diese würde anstatt ca. 770 Tage dann neu ca. 850-950 Tage betragen.

5 HOCHWASSERSCHUTZKONZEPT (VARIANTEN)

5.1 SCHUTZZIELE

Das Schutzziel am Dorfbach orientiert sich an der Schutzzielmatrix des Kanton Zürichs (siehe Abbildung 23). Im Projektperimeter handelt es sich grösstenteils um geschlossene Siedlung, wodurch ein vollständiger Schutz gegen ein 100-jährliches Hochwasserereignis (HQ100) gefordert ist.

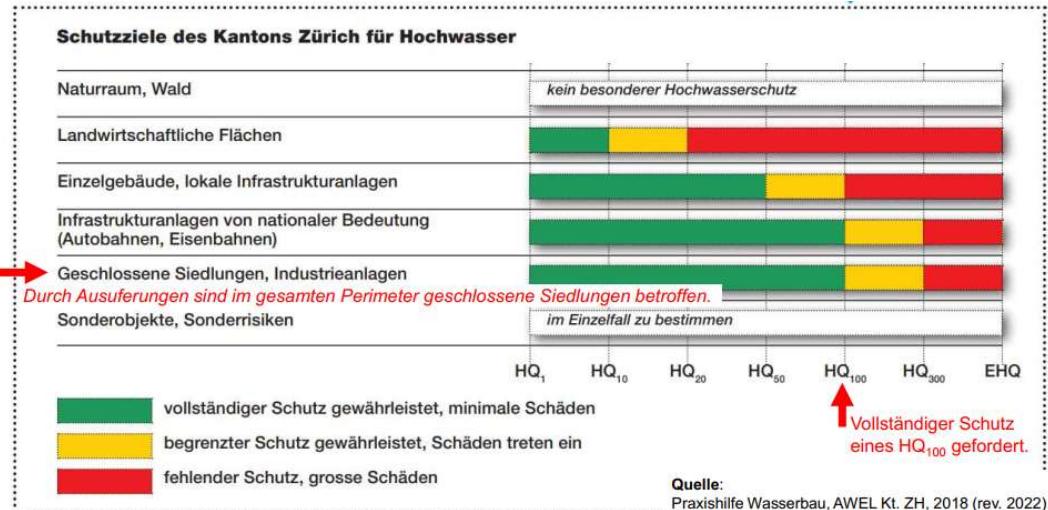


Abbildung 23: Schutzzielmatrix des Kantons Zürich [31].

Der Abbildung 24 ist zu entnehmen, welche Hochwasserabflussspitze HQ100 (vgl. Tabelle 4) in welchen Bereichen des Dorfbachs angesetzt wurde.

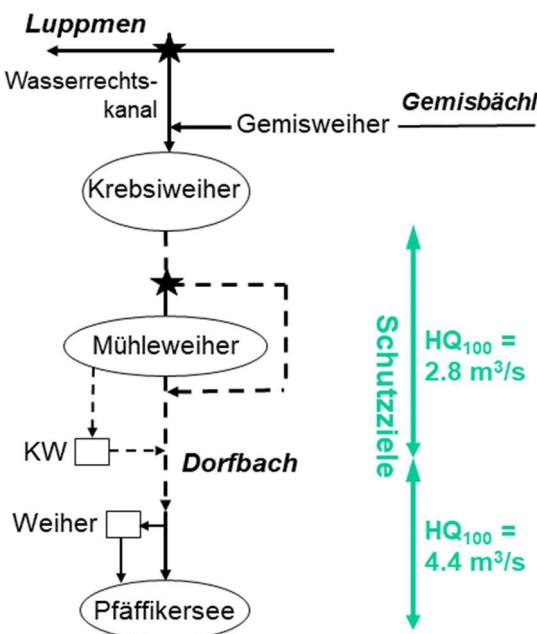


Abbildung 24: Schema Fliessgewässer mit räumlich differenzierter Angabe des Schutzziel.

5.2 VERIFIKATION GEFAHRENKARTE

Die Defizite gemäss der Gefahrenkarte [25] sind trotz Abweichungen in den Neuberechnungen (Einzugsgebietsflächen, Hydrologie) plausibel:

- Die in der Gefahrenkarte am Dorfbach identifizierten Austrittstellen / Schwachstellen und deren Abflusskapazitäten konnten bestätigt werden.
- Die Schwachstellen liegen allesamt im Bereich des Bemessungspunktes BP D1.
- Die Hydrologie am Bemessungspunkt BP D1 (vgl. Abbildung 17) zwischen der Gefahrenkarte und der Neuberechnung stimmt sehr gut überein. Beispielsweise beim HQ100 weist die Gefahrenkarte eine Abflussspitze von 2.7 m³/s und die Neuberechnung 2.8 m³/s aus. Folglich bleiben an den Schwachstellen bei Hochwasserereignissen die Austrittswassermengen vergleichbar.

Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass die Überschwemmungsflächen und somit auch die Gefahrenkarte (siehe Abbildung 7) nach der damaligen Methodik gleichbleiben.

5.3 BESTEHENDE RÜCKHALTESITUATIONEN

Das Einzugsgebiet des Dorfbachs wurde auf allfällige bereits bestehende Rückhaltesituationen untersucht. Dazu wurde u.a. die Oberflächenabflusskarte [1] konsultiert (siehe auch Abbildung 8). Beim «Waldweg», welcher leicht erhöht auf einer Dammsituation verläuft, wurde ein solcher Rückhalteraum identifiziert (siehe Abbildung 25).

Das Einstauvolumen beträgt hier max. 750 m³. Dieses ist in Bezug auf die benötigte Reduktion der Abflussspitze bei einem Hochwasserereignisses HQ100 wenig wirksam.

Weitere relevante bestehende Rückhaltesituationen konnten nicht identifiziert werden.

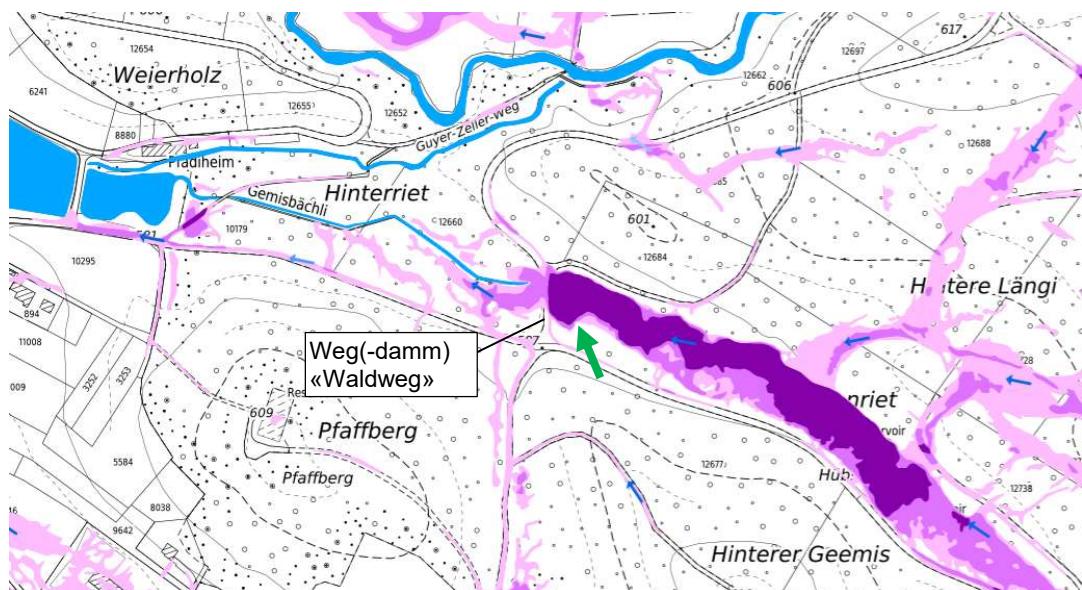


Abbildung 25: Ausschnitt der Oberflächenabflusskarte (maps.zh.ch) mit Rückhaltesituation am Weg(-damm) «Waldweg».

5.4 ZUSTAND BESTEHENDER BAUWERKE UND LEITUNGEN

5.4.1 Hydraulischer Zustand (Abflusskapazitäten)

Basierend auf der Schutzzieldefinition des Kapitels 5.1 wurde der hydraulische Zustand der bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach untersucht. Konkret wurde ermittelt, ob

die einzelnen Haltungen genügend Abflusskapazität zum Abführen eines Hochwassereignisses HQ100 besitzen. Wichtig zu erwähnen ist, dass der Beurteilung die Abflusskapazität Vollfüllung zugrunde liegt. Dies entspricht der Detailstufe und dem Vorgehen nach der Gefahrenkartenerstellung.

Weitere Grundlagen und Berechnungsangaben sind:

- WebGIS der Gemeindewerke Pfäffikon gwp [3]
 - Grundlage für Längsgefälle und Querschnitt (Geometrie) der einzelnen Haltung
- Normalabflussberechnung (Vollfüllung) mit Berücksichtigung vom Weisswassereffekt (Lufteintrag) in Steilleitungen

Abbildung 29 bietet eine Übersicht über die Haltungen, welche ein hydraulisches Defizit (Defizit Abflusskapazität) besitzen. Als weiteres Resultat der Analyse ist eine Schwachstellentabelle entstanden, welche dem Anhang 1 entnommen werden kann. Die wichtigste Erkenntnis ist, dass annähernd 80% der bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach ein Abflusskapazitätsdefizit aufweisen. Die Prozentangabe bezieht sich auf die Leitungslänge.

5.4.2 Baulicher Zustand und Bauwerksalter

Die Grundlage der Untersuchung des baulichen Zustands der bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach sind diverse Kanalinspektionen (siehe Quellenverzeichnis im Kapitel 2.1). In Anlehnung an die VSA-Klassifizierung wurde der bauliche Zustand in die Kategorien (1) Neuwertig, (2) in gebrauchstauglichem Zustand, (3) kleinere Schäden nicht gravierend und (4) gravierende Schäden und Mängel eingeteilt.

Die Abbildung 26 bis Abbildung 28 bieten Übersichten, in der der bauliche Zustand und qualitativ das Bauwerksalter der einzelnen Haltungen am Dorfbach visualisiert wurde.

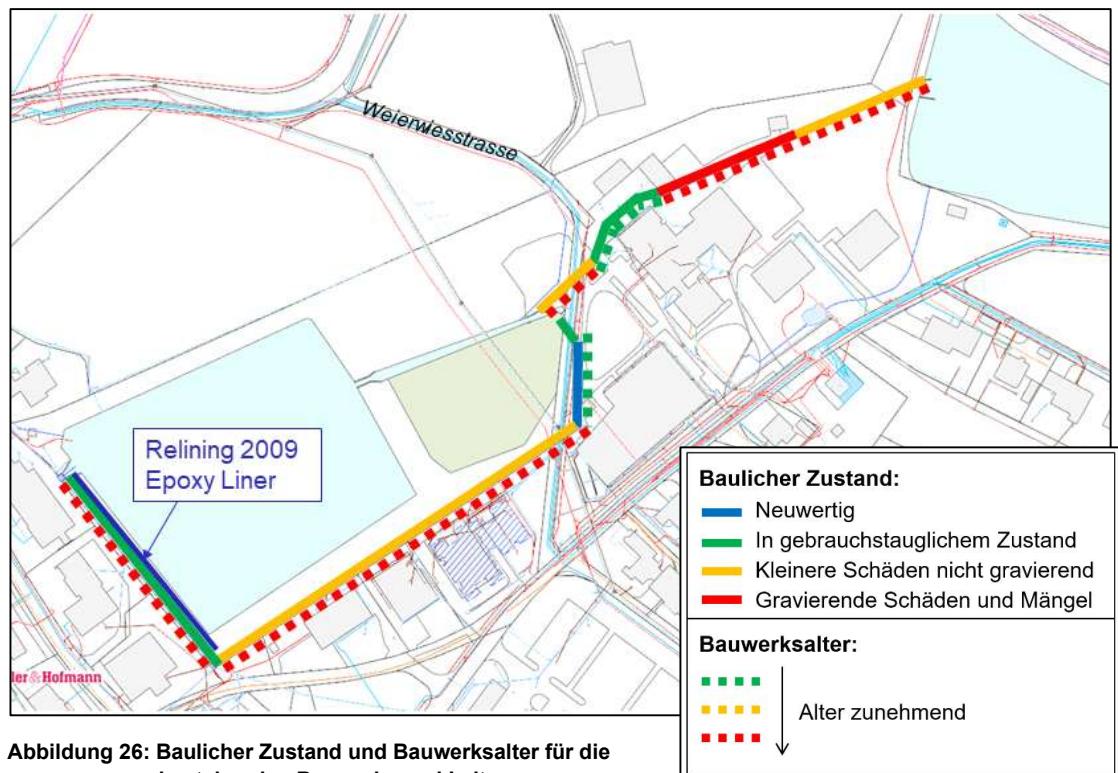


Abbildung 26: Baulicher Zustand und Bauwerksalter für die bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach im oberen Bereich.

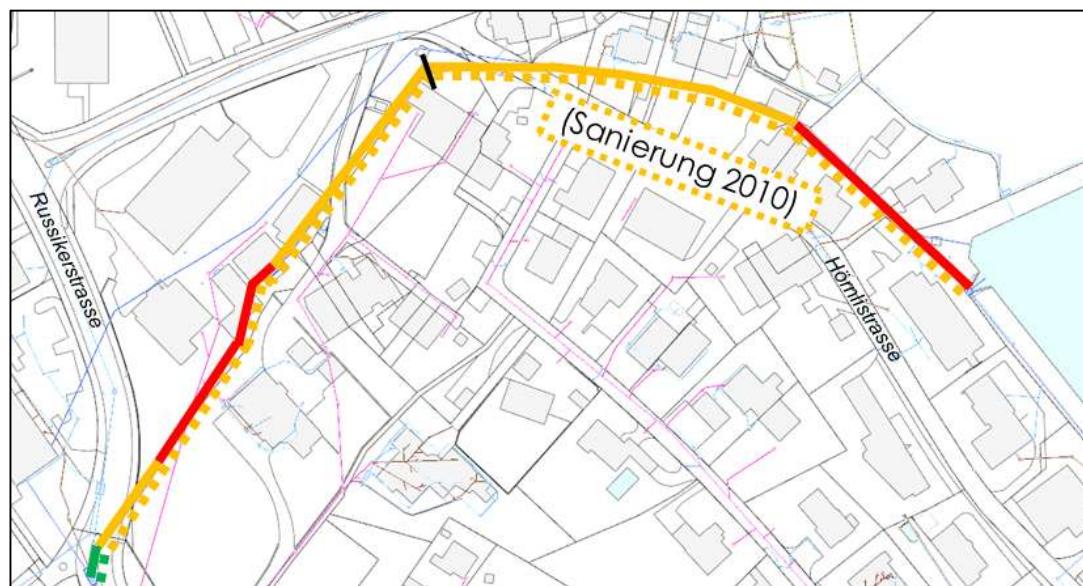


Abbildung 27: Baulicher Zustand und Bauwerksalter für die bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach im mittleren Bereich.

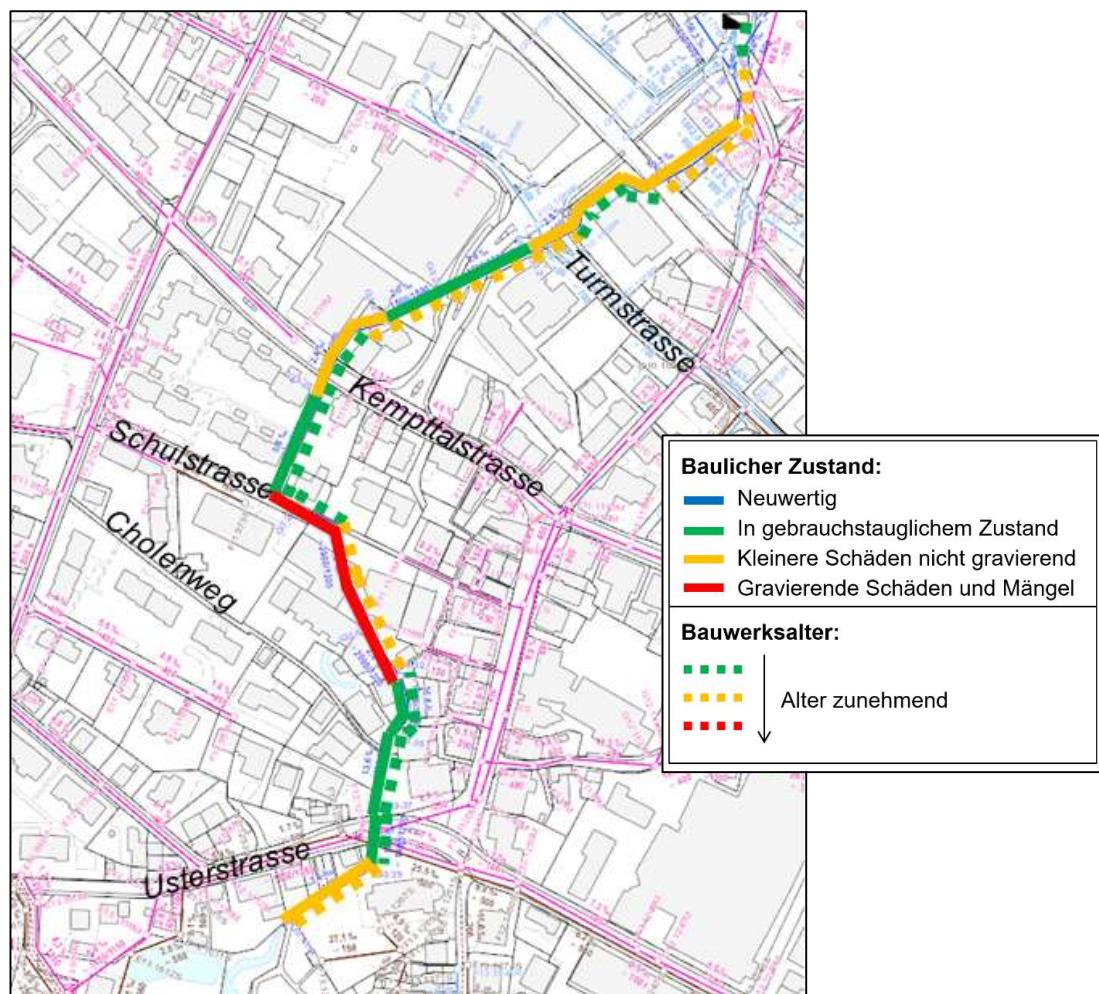


Abbildung 28: Baulicher Zustand und Bauwerksalter für die bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach im unteren Bereich.

5.4.3 Defizitanalyse (Synthese)

Eine Synthese der baulichen und hydraulischen Defizite bietet die Übersicht in der Abbildung 29. Die Kategorien sind folgendermassen zu verstehen:

- **Defizit im baulichen Zustand:** Haltungen mit gravierenden Schäden und Mängeln im baulichen Zustand (siehe Abbildung 26 bis Abbildung 28).
- **Defizit in Abflusskapazität:** Haltungen mit hydraulischem Defizit. Die Abflusskapazität ist kleiner als gemäss Schutzziel im Hochwasserereignis abgeführt werden sollte (siehe Anhang 1).

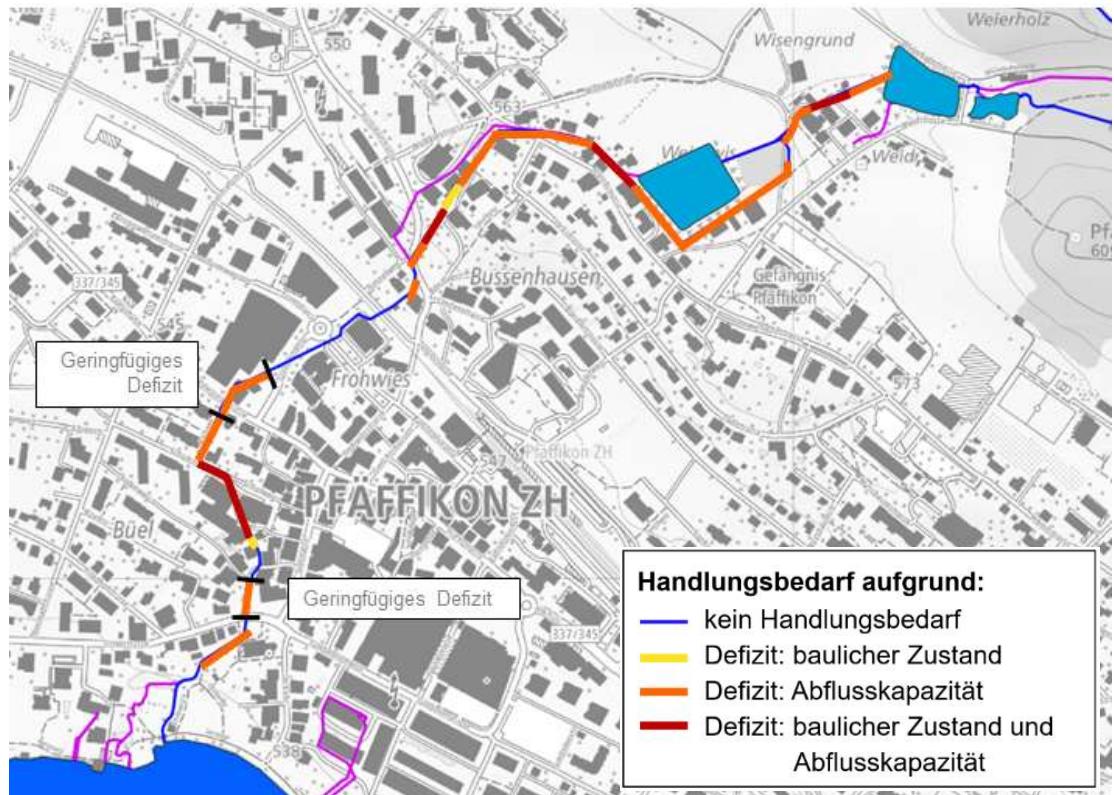


Abbildung 29: Defizitanalyse (Defizite mit Handlungsbedarf) der bestehenden Bauwerke und Leitungen am Dorfbach.

5.5 HOCHWASSERSCHUTZVARIANTEN

Die folgenden Unterkapitel zeigen eine Übersicht über die Hochwasserschutzvarianten am Dorfbach. Im Kapitel 5.6 werden die Varianten verglichen und eine Bestvariante festgelegt. Folgende grundlegenden Hochwasserschutzkonzepte werden am Dorfbach untersucht:

- **Durchleiten:** Ausbau der bestehenden Linienführung. Auch genannt: Vollausbau.
- **Entlasten:** Entlastung mit neuer (zusätzlicher) Linienführung. Diese kann offen, in einem Kanal / Eindolung oder oberflächlich erfolgen und entweder wieder im gleichen oder in einem anderen Gewässer münden.
- **Retention:** Retention zwecks Abflussspitzenreduktion. Retention erfordert Rückhaltevolumen in einem Rückhaltebecken oder dergleichen. Auch genannt: Rückhalt.

Die Hydrologie (Hochwasserabflussspitzen) muss differenziert werden in Abhängigkeit von

der Lage der Hochwasserschutz-Massnahme im Gewässersystem. Die Lage der Hochwasserschutzvariante hat einen Einfluss auf das Ausmass der Reduktion/Drosselung/Dämpfung der Abflussganglinien und -spitzen im Siedlungsgebiet von Pfäffikon. Die Hydrologie (Abflussganglinien HQ100) an drei unterschiedlichen Standorten für Hochwasserschutzmassnahmen ist in der Abbildung 30 dargestellt.

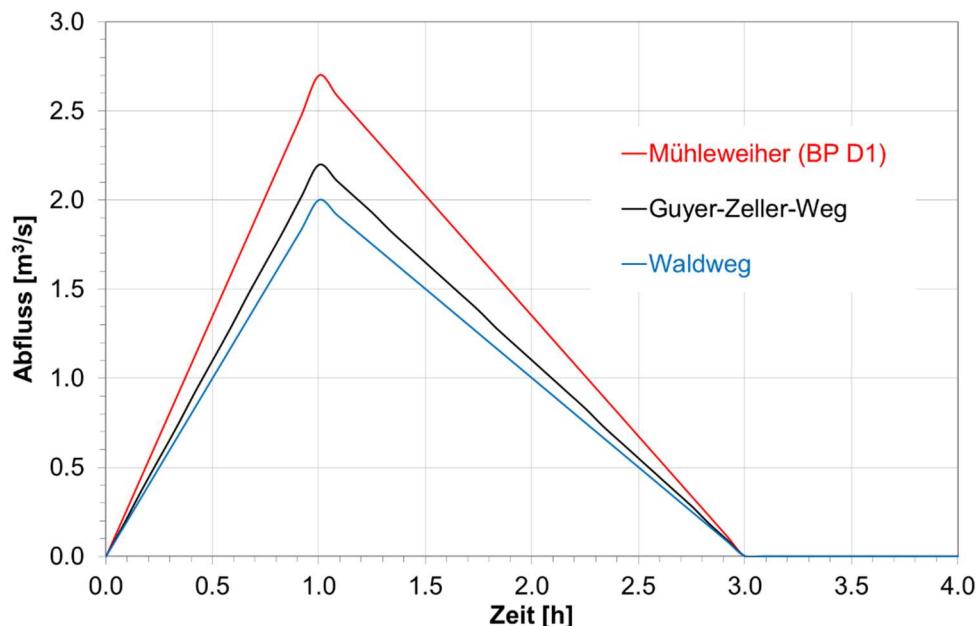


Abbildung 30: Hochwasserabflussganglinien HQ100 an 3 unterschiedlichen Standorten für Hochwasserschutzmassnahmen.

5.5.1 Durchleiten (Vollausbau)

Das Hochwasserschutzkonzept Durchleiten ist am Dorfbach mit einem sehr grossen baulichen Aufwand und entsprechend Kosten verbunden. Alle im Kapitel 5.4.3 als defizitär identifizierten Haltungen (siehe auch Abbildung 29) müssten ausgebaut werden. Die betroffenen Haltungen umfassen sowohl bauliche als auch hydraulische Defizite (Schutzziel HQ100). 79% der Leitungslänge weisen nur schon ein Abflusskapazitätsdefizit aus. Der Dorfbach ist auf einer Länge von insgesamt ca. 1.3 km eingedolt/kanalisiert. Er wäre folglich auf ca. 1 km Länge aufgrund von Abflusskapazitätsdefiziten auszubauen. Der Ersatzbedarf wird noch leicht grösser, unter Berücksichtigung der Haltungen mit einem ausschliesslichen baulichen Defizit. Ein Ersatz der bestehenden Leitungen ist nur bewilligungsfähig, wenn eine Offenlegung nicht möglich ist. Die Voraussetzungen für eine Ausnahmebewilligung gemäss Gewässerschutzgesetz sind in der Abbildung 15 aufgeführt.

Die folgenden Chancen und Risiken können in Bezug auf die Massnahme Durchleiten festgestellt werden:

Chancen:

- Die Leitungen müssen ohnehin unterhalten und eines Tages ersetzt werden. So können Synergie mit dem Werterhalt genutzt werden.

Risiken:

- Starke Belastung der Gemeindefinanzen.
- Die Defizite bleiben länger bestehen, wenn der Ausbau zeitlich gestaffelt wird.
- Die Platzverhältnisse für einen Neubau der Leitungen sind teilweise sehr eng (Werkeintrittskonflikte, angrenzende Gebäude, etc.)

5.5.2 Entlasten

5.5.2.1 Variante 1 (Entlasten)

Für das Hochwasserschutzkonzept Entlasten können zwei Varianten identifiziert werden. Die Variante 1 besteht aus einer Entlastung ab dem Weg(-damm) «Waldweg» mit Mündung der Entlastung in der Luppmen. Die Linienführung kann der Abbildung 31 entnommen werden. Das durchschnittlich zur Verfügung stehende Längsgefälle beträgt ca. 1.7%. Bei dieser Linienführung zu beachten ist, dass der Wasserrechtskanal unterquert werden müsste und die Linienführung auf einem Grossteil der Strecke in Hanglage verläuft. Durch die Hanglage und die Querung des Wasserrechtskanals ist eine offene Wasserführung technisch eher schwierig umzusetzen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass diese Variante weiterhin einen Teilausbau der bestehenden Leitungen am Dorfbach voraussetzt. Der Umfang Teilausbau wird im 5.6 untersucht. Als zusätzliche Randbedingung der Variante Entlasten muss noch die Reduktion (Dämpfung) der Abflussspitze durch das Entlastungsbauwerk diskutiert werden. Es wird davon ausgegangen, dass bei Entlastungsbauwerken der Variante Entlastung eine Reduktion der Hochwasserabflussspitze auf 0.5 m³/s realistisch ist. Dies sowohl aus Sicht der technischen Machbarkeit, in der auch Verklausungsprozesse berücksichtigt werden müssen, als auch aus ökologischer Sicht. Im Hauptgewässer muss aus Sicht Ökologie eine Mindestwassermenge weitergeleitet werden.

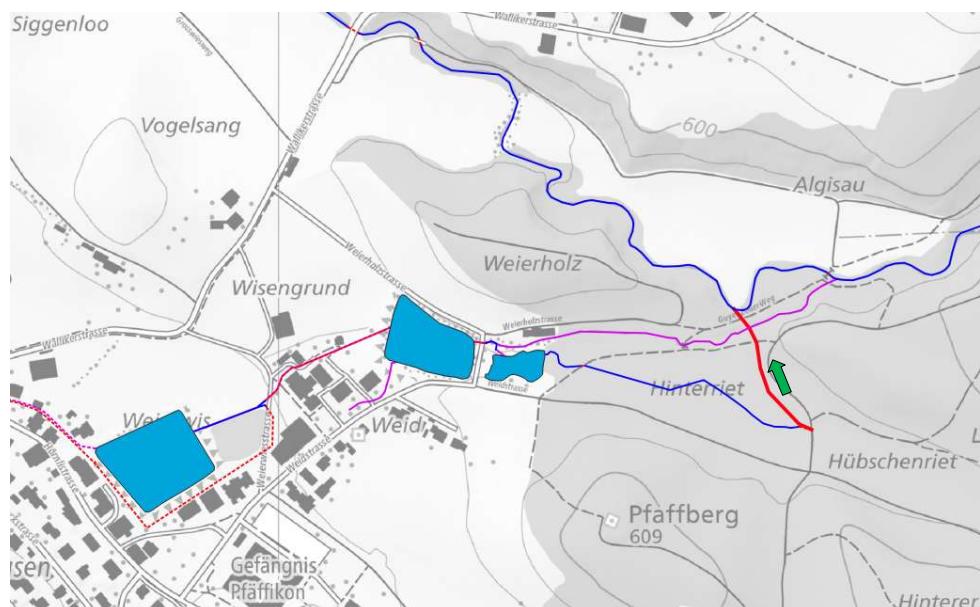


Abbildung 31: Situation der Hochwasserschutzvariante Entlastung: Variante 1

Die folgenden Chancen und Risiken können in Bezug auf die Massnahme Entlasten (Variante 1) festgestellt werden:

Chancen:

- Die Reduktion der Abflussspitze führt zu einem geringeren Ausbaubedarf.

Risiken:

- Versagensrisiko Ausleitung (Prozesse: Verklausung oder Auflandung)
- Erhöhung der Abflussspitzen in der Luppmen (potentielle Mehrgefährdung). Die Bewilligungsfähigkeit kann in Frage gestellt werden.
- Der Entlastungspunkt liegt weit oben im Entwässerungssystem und führt dadurch

insgesamt zu einer zu geringen Reduktion (Dämpfung) der Abflussspitzen im Siedlungsgebiet von Pfäffikon. Der Ausbau von zahlreichen Abschnitten unterhalb ist weiterhin notwendig.

5.5.2.2 Variante 2 (Entlasten)

Die Variante 2 besteht aus einer Entlastung ab dem Krebsweiher und ebenfalls mit Mündung der Entlastung in der Luppmen. Die Linienführung kann der Abbildung 32 entnommen werden. Das durchschnittlich zur Verfügung stehende Längsgefälle beträgt ca. 0.1%. Bei dieser Linienführung zu beachten ist, dass bedingt durch das sehr geringe Längsgefälle ein sehr grosser Abflussquerschnitt notwendig sein wird. Zudem verschlechtert ein allfälliger Rückstau aus der Luppmen die hydraulische Situation. Diese Variante ist aus unserer Sicht technisch nicht machbar und wird deshalb **nicht weiter betrachtet**.

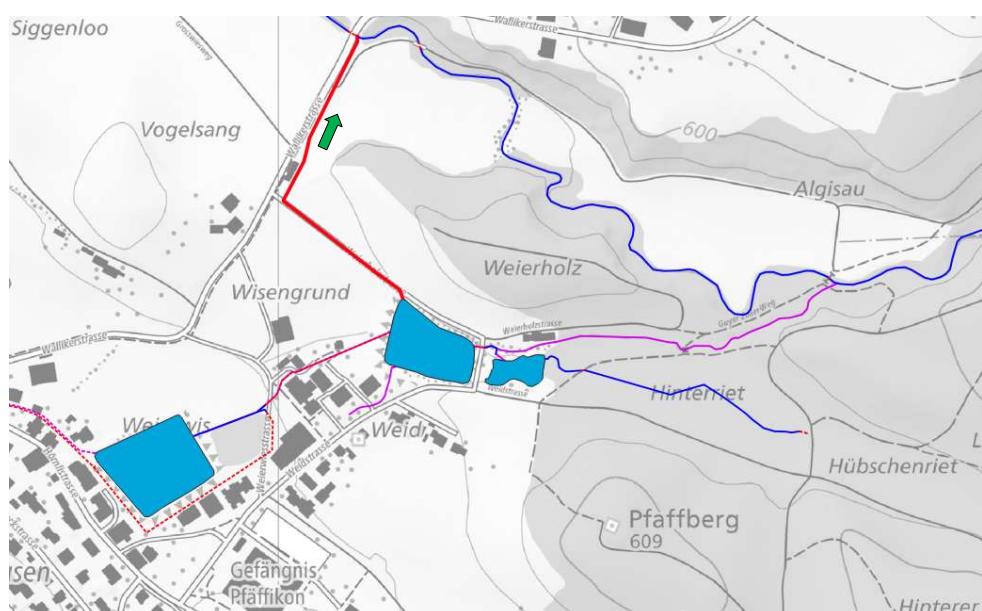


Abbildung 32: Situation der Hochwasserschutzvariante Entlastung: Variante 2

5.5.3 Retention

5.5.3.1 Grundlegendes (Retention)

Bezüglich Retention wurden zwei Systeme untersucht, diese sind in Abbildung 33 skizziert.

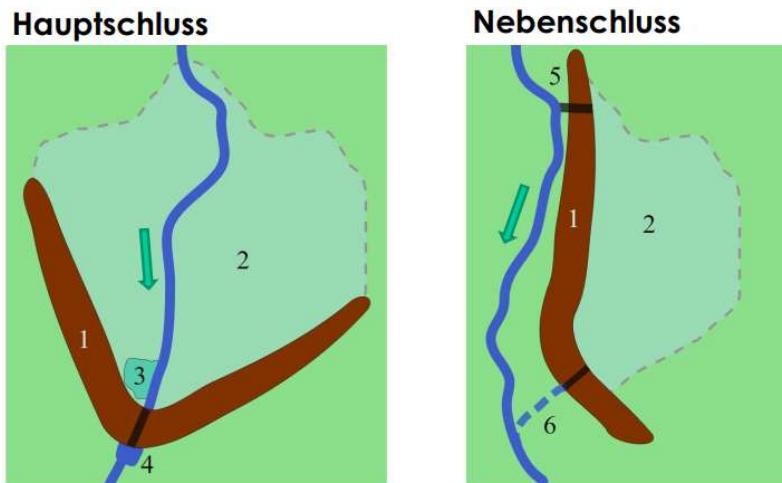


Abbildung 33: Systeme zur Retention. 1: Damm 2: Lage Rückhaltebecken.

Die Systeme unterscheiden sich in der Anordnung des Hochwasserrückhaltebeckens (HWRB) relativ zum Hauptgerinne. Ein **HWRB im Hauptschluss** wird gänzlich vom Hauptgerinne durchflossen. Folglich fliesst das gesamte Hochwasser durch das Becken. Ein Drosselbauwerk (beispielsweise Schütz) bildet den Ausfluss aus dem Becken. Durch gesteuerte Schütze (Drosselbauwerk) kann die Drosselwirkung bei Becken im Hauptschluss verbessert werden.

Beim **HWRB im Nebenschluss** liegt das Becken neben dem Hauptgerinne und via ein Entlastungsbauwerk (beispielsweise Streichwehr) gelangt ab einem bestimmten Abfluss Wasser ins Becken. Folglich fliesst nur ein Teil der Abflussspitze eines Hochwassers effektiv ins Becken.

Bei gleicher Reduktion der Abflussspitze ist das erforderliche Retentionsvolumen von HWRB im Nebenschluss generell geringer als von HWRB im Hauptschluss. Es gilt zudem noch zu erwähnen, dass die Topographie vom Einzugsgebiet entscheidend ist, ob sich ein Hochwasserrückhaltebecken planen lässt. Des Weiteren steuert die Topographie, welches Retentionsystem (Haupt- und / oder Nebenschluss) technisch umsetzbar ist.

Für das Hochwasserschutzkonzept Retention können am Dorfbach mehrere Varianten identifiziert werden. Diese sind in den folgenden Unterkapiteln beschrieben. Als zusätzliche Randbedingung muss die Reduktion der Abflussspitze diskutiert werden:

Die **Varianten Retention im Hauptschluss** haben als Randbedingung eine Reduktion (Drosselung) der Hochwasserabflussspitze auf **1.5 m³/s** gemeinsam. Die Überlegung dabei ist, dass das **Drosselbauwerk** am Damm (Abfluss) normalerweise ein Schütz ist. Je kleiner der durchflossene Querschnitt des Schütz, desto anfälliger ist dieser auf Verklausungen, weshalb in diesem Fall der Drosselabfluss bei Vollfüllung des Hochwasserrückhaltebeckens auf min. 1.5 m³/s festgelegt wurde.

Die **Variante Retention im Nebenschluss** erfordert ein **Entlastungsbauwerk**. Diesem wurde, wie bereits bei den Varianten Entlastung (siehe Argumentation Kapitel 5.5.2.1) als Randbedingung eine Reduktion der Hochwasserabflussspitze auf **0.5 m³/s** angenommen wird.

Die Hochwasserabflussganglinien aus der Abbildung 30 wurden bei der Untersuchung der HWRB-Standorte, -Typen (Untervarianten) und Rückhaltevolumina verwendet. Untenstehende Hochwasserabflussganglinie HQ100 (siehe Abbildung 34) gilt für den Bemessungspunkt BP D1, welcher am Mühleweiher liegt. Der Abbildung 34 sind spezifische Angaben zur Berechnung der erforderlichen Retentionsvolumina zu entnehmen. Insbesondere Unterschiede der Berechnung von HWRB im Nebenschluss und Hauptschluss (mit unregulierte Schütz).

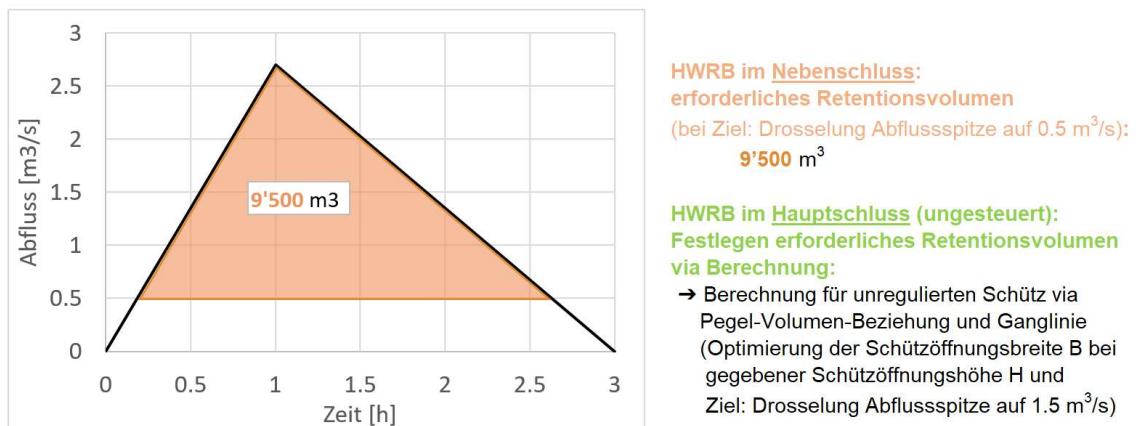


Abbildung 34: Hochwasserabflussganglinie HQ100 am Bemessungspunkt BP D1 und Bemerkungen zur Berechnung des erforderlichen Retentionsvolumens.

5.5.3.2 Variante 1 (Retention im Hauptschluss)

Die Variante 1 besteht aus einer Retention im Hauptschluss. Darin bildet der Weg(-damm) «Waldweg» die Dammkrone.

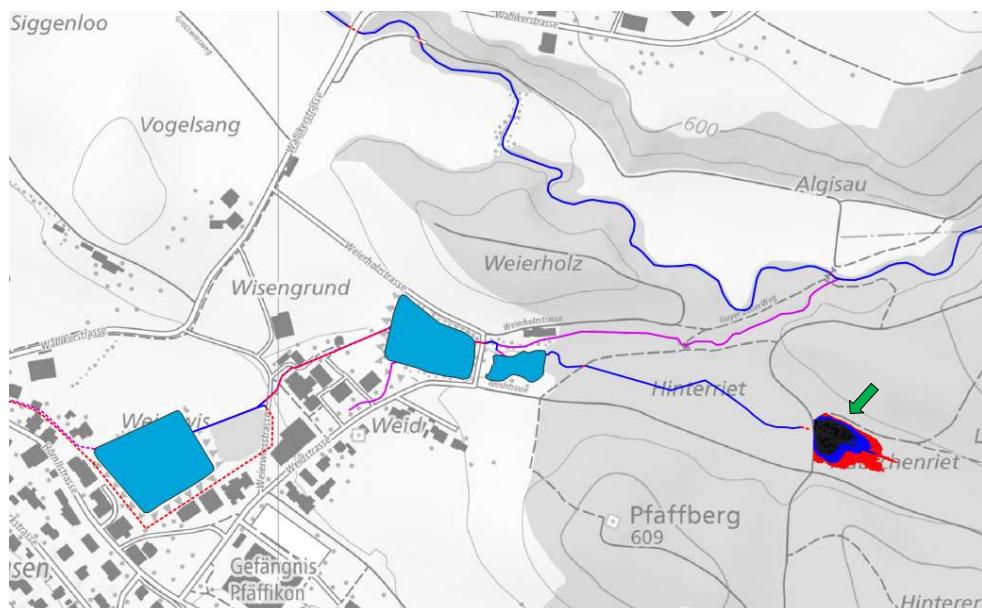


Abbildung 35: Situation der Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 1 (Weg-damm) «Waldweg».

Die Hydrologie (Abflussganglinie) kann der Abbildung 30 entnommen werden. Die Rückstausituation kann der Abbildung 35 entnommen werden. Die schwarze Fläche entspricht dem Rückstau, wenn der Weg(-damm) «Waldweg», so wie er im Ist-Zustand besteht, eingestaut werden würde. Die blaue Fläche widerspiegelt den Rückstau bei einer Dammkrone, welche

um +0.5 m höher ist als der Ist-Zustand. Die rote Fläche entspricht dem Rückstau bei einer Dammkrone, welche um +1.0 m höher ist als der Ist-Zustand. Damit die Abflussspitze auf 1.5 m³/s gedrosselt werden könnte, müsste der Waldweg um ca. +0.75 m erhöht werden. Dazu kommt noch ein **Freibord von mind. 1 m** dazu.

Es ist darauf hinzuweisen, dass eine Erhöhung des Waldwegs um ca. +0.75 m (exkl. Freibord) einen entsprechend breiten Dammfuss zur Folge hätte, was insgesamt einen grossen Eingriff im Wald darstellt. Der bestehende Weg müsste zudem zurückgebaut werden und der Damm komplett neu erstellt werden. Zudem käme das Hochwasserrückhaltebecken neben einer nahe gelegene Schutzzone S3 (Oberstrom) zu liegen. Auch ist darauf hinzuweisen, dass eine Reduktion der Abflussspitze auf 1.5 m³/s weiterhin einen Teilausbau der bestehenden Leitungen am Dorfbach voraussetzt. Der Umfang Teilausbau wird im Kapitel 5.6 untersucht.

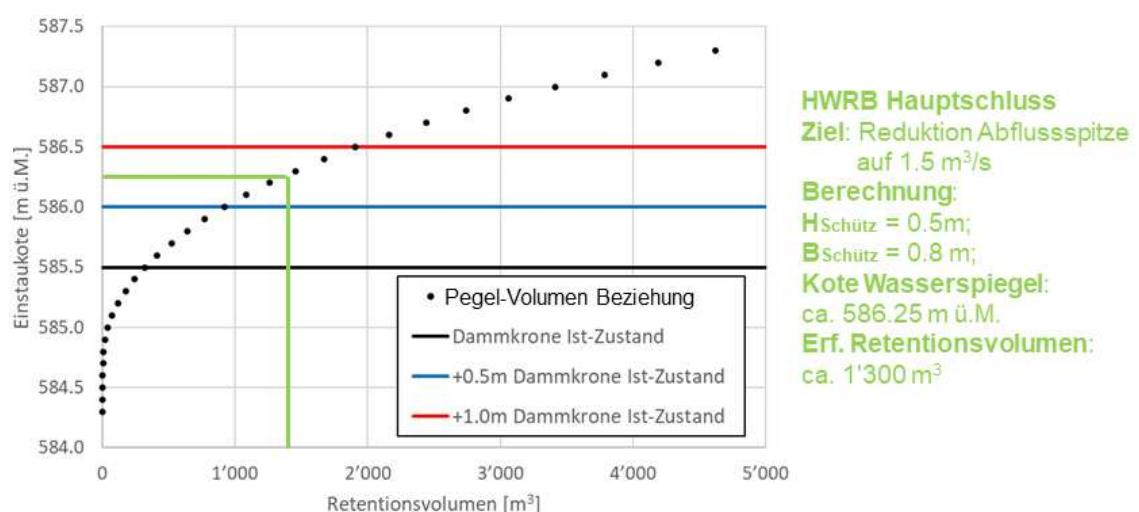


Abbildung 36: Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 1: Pegel-Abfluss-Beziehung

Die folgenden Chancen und Risiken können in Bezug auf die Massnahme Retention im Hauptschluss am Weg(-damm) «Waldweg» (Variante 1) festgestellt werden:

Chancen:

- Die Reduktion der Abflussspitze führt zu einem geringeren Ausbaubedarf.

Risiken:

- Das HWRB stellt einen Eingriff in Waldfächen dar.
- Das HWRB wird als markanter Eingriff ins Landschaftsbild eingeschätzt.
- Es werden (generell) durch HWRB neue Hochwasserrisiken geschaffen. In diesem Zusammenhang steht die gegebenenfalls nötige Unterstellung unter die Stauanlagenverordnung.
- Beim Auslauf (Drosselbauwerk) besteht ein Versagensrisiko aufgrund von Verklauung.
- Der Rückhalt erfolgt weit oben im Entwässerungssystem und führt dadurch insgesamt zu einer geringen Reduktion (Dämpfung) der Abflussspitzen im Siedlungsgebiet von Pfäffikon.

5.5.3.3 Variante 2 (Retention im Hauptschluss)

Die Variante 2 besteht ebenfalls aus einer Retention im Hauptschluss. Die Dammkrone würde entlang des Guyer-Zeller-Wegs verlaufen.

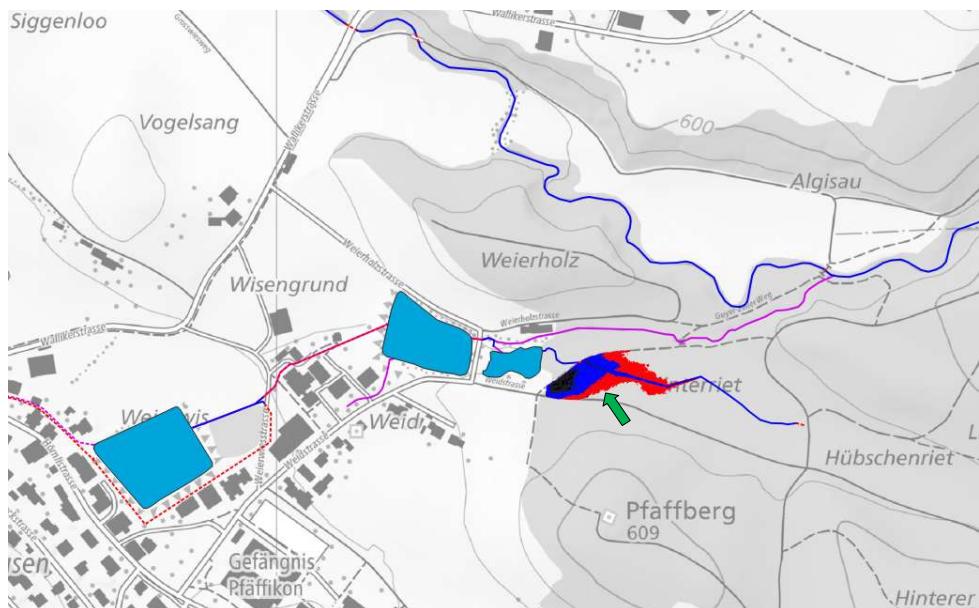


Abbildung 37: Situation der Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 2 (Guyer-Zeller-Weg).

Die Hydrologie (Abflussganglinie) kann der Abbildung 30 entnommen werden. Die Rückstausituation kann der Abbildung 37 entnommen werden. Die schwarze Fläche entspricht dem Rückstau, wenn der Guyer-Zeller-Weg, so wie er im Ist-Zustand besteht, eingestaut werden würde. Die blaue Fläche widerspiegelt den Rückstau bei einer Dammkrone, welche um +0.5 m höher ist als der Ist-Zustand. Die rote Fläche entspricht dem Rückstau bei einer Dammkrone, welche um +1.0 m höher ist als der Ist-Zustand. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass keine dieser Dammkronenhöhen den Anforderungen (Reduktion Abflussspitze auf 1.5 m³/s) genügt. Damit die Abflussspitze auf 1.5 m³/s gedrosselt werden könnte, müsste der Guyer-Zeller-Weg um ca. +1.25 m erhöht werden. Dazu kommt noch ein **Freibord von mind. 1 m** dazu.

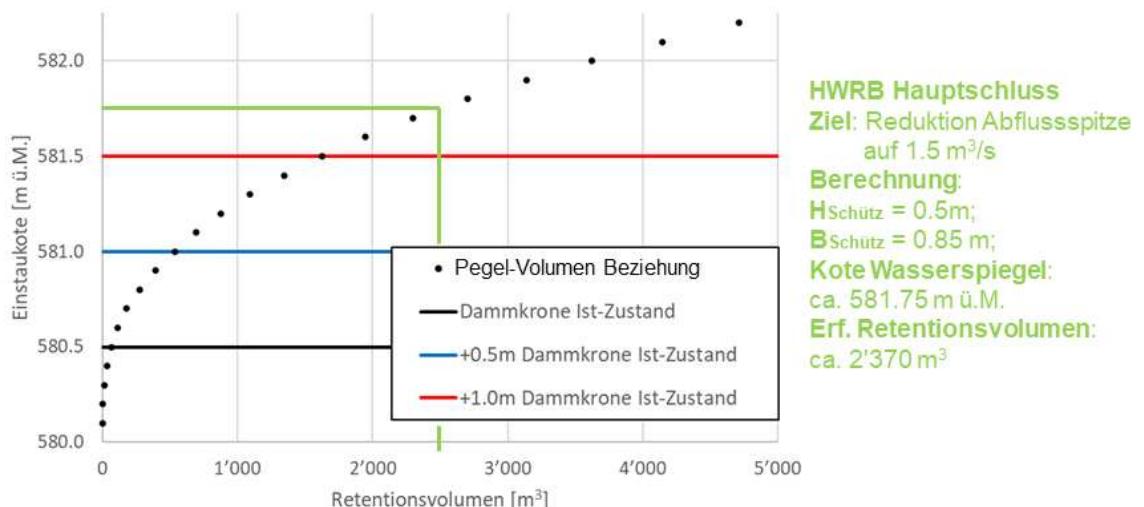


Abbildung 38: Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 2: Pegel-Abfluss-Beziehung

Auch hier ist ein grosser Eingriff im Wald notwendig. Zudem bedingt eine Reduktion der Abflussspitze auf 1.5 m³/s weiterhin einen Teilausbau der bestehenden Leitungen am Dorfbach. Der Umfang Teilausbau wird im Kapitel 5.6 untersucht.

Die folgenden Chancen und Risiken können in Bezug auf die Massnahme Retention im Hauptschluss am Guyer-Zeller-Weg (Variante 2) festgestellt werden:

Chancen:

- Die Reduktion der Abflussspitze führt zu einem geringeren Ausbaubedarf.

Risiken:

- Das HWRB stellt einen Eingriff in eine wertvolle Riedfläche dar.
- Das HWRB kommt innerhalb eines kommunalen Natur- und Landschaftsschutzobjekts zu liegen [14] und kann als markanter Eingriff ins Landschaftsbild bezeichnet werden.
- Es werden (generell) durch HWRB neue Hochwasserrisiken geschaffen. In diesem Zusammenhang steht die gegebenenfalls nötige Unterstellung unter die Stauanlagenverordnung.
- Beim Auslauf (Drosselbauwerk) besteht ein Versagensrisiko aufgrund von Verklauung.
- Der Rückhalt erfolgt weit oben im Entwässerungssystem und führt dadurch insgesamt zu einer geringen Reduktion (Dämpfung) der Abflussspitzen im Siedlungsgebiet von Pfäffikon.

5.5.3.4 Variante 3 (Retention im Nebenschluss)

Die Variante 3 besteht aus einer Retention im bestehenden Mühleweiher. Hier ist sowohl eine Retention im Hauptschluss als auch im Nebenschluss denkbar. Der Mühleweiher besitzt potentiell bereits im Ist-Zustand genügend Einstauvolumen (exkl. Freibord), um das gesamte Volumen des Hochwassers HQ100 (siehe Ganglinie in Abbildung 34) zurückzuhalten. Voraussetzung wäre jedoch, dass er vor dem Hochwasserereignis leer ist und vollgefüllt werden könnte.

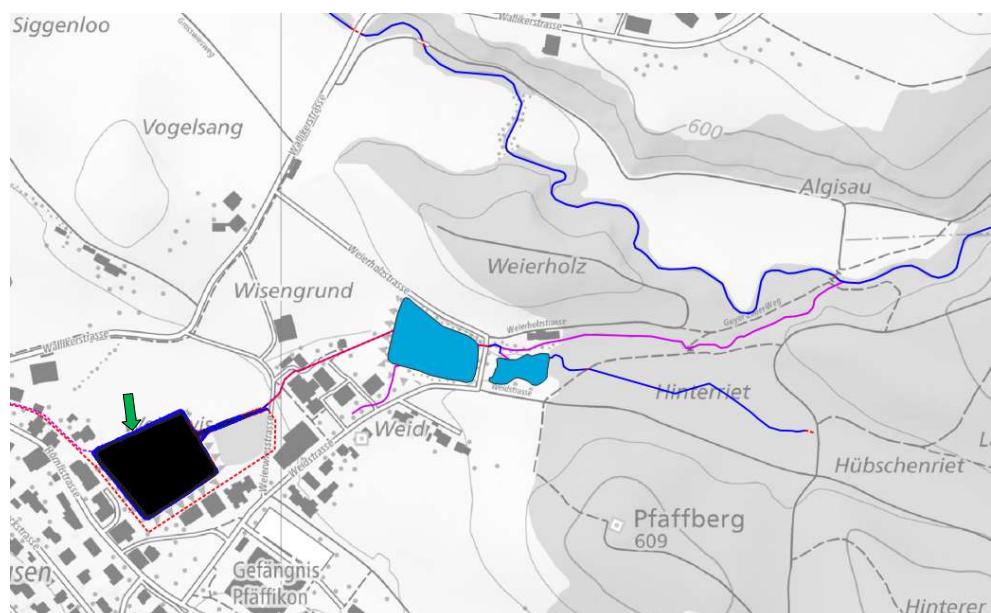


Abbildung 39: Situation der Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 3 (Mühleweiher).

Da die Retention im Nebenschluss im Vergleich zum Hauptschluss weniger Retentionsvolumen benötigt und eine grössere Reduktion der Abflussspitze erzielt werden kann, wird im Folgenden der Rückhalt im Nebenschluss untersucht. Die Dammkrone würde entlang der bestehenden Dammkrone verlaufen. Die Situation kann der Abbildung 39 entnommen werden. Anders als an den vorangegangenen Standorten, wurden insgesamt 3 Pegel-Abfluss-Beziehungen erstellt (siehe Abbildung 40). Die Pegel-Abfluss-Beziehungen unterscheiden sich in der Ausgangssituation, konkret: dem Ausgangswasserspiegel im Weiher vor dem Hochwasserereignis. Die hellblaue Pegel-Abfluss-Beziehung entspricht der heutigen unteren Kraftwerksbetriebsgrenze als Ausgangswasserspiegel. Die schwarze Pegel-Abfluss-Beziehung hat den Wasserspiegel bei Normalbetrieb des Kraftwerks als Ausgangswasserspiegel. Die grüne Pegel-Abfluss-Beziehung hat den Wasserspiegel bei der heutigen oberen Kraftwerksbetriebsgrenze als Ausgangswasserspiegel.

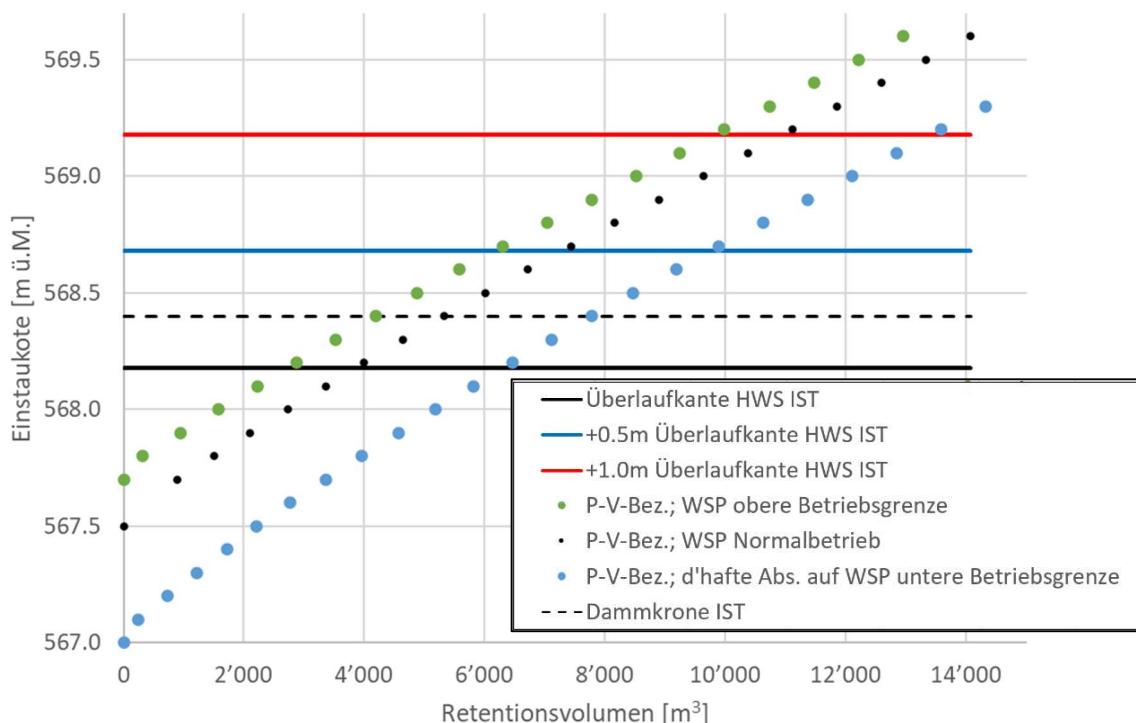


Abbildung 40: Hochwasserschutzvariante Retention: Variante 3: Pegel-Abfluss-Beziehungen

Bei einem Hochwasserrückhaltebecken im Nebenschluss mit einem Entlastungsbauwerk, welches die Hochwasserabflussspitze auf 0.5 m³/s reduziert, ist gemäss Abbildung 34 ein Retentionsvolumen von ca. 9'500 m³ nötig. Ausgehend von der heutigen unteren Kraftwerksbetriebsgrenze auf ca. 567.0 m.ü. M als Ausgangswasserspiegel (vor Hochwasser) ist bei einem Retentionsvolumen von ca. 9'500 m³ die Hochwasserübelaufkante um ca. +0.5 m (zuzüglich Freibord) höher als im Ist-Zustand zu setzen. Alternativ kann der Ausgangswasserspiegel (vor Hochwasser) gesenkt werden, um das Retentionsvolumen zu schaffen.

Dieses Beispiel ist eine der möglichen Konfigurationen von einem Hochwasserrückhaltebecken im Nebenschluss am Mühleweiher. Sie hat eine maximale Reduktion der Abflussspitze auf 0.5 m³/s zum Ziel. Hier gibt es aber einem Spielraum, wobei am Entlastungsbauwerk eine geringere Reduktion der Abflussspitze gewählt werden kann. Dies hat ein geringeres Retentionsvolumen zur Folge. Die geringere Retention hat aber einen grösseren Teilausbau der bestehenden Leitungen am Dorfbach zur Folge. Der Teilausbau wird im Kapitel 5.6 untersucht und eine Grundlage der Optimierung zwischen Retentionsvolumen und Umfang Teilausbau bietet die Abbildung 41. Das hier verwendete Retentionsvolumen ist zudem eine

grobe Näherung und muss in einer detaillierteren hydrologischen Studie anhand von Abflussganglinien ermittelt werden.

Wenn die Wasserspiegellage bezüglich Kraftwerksbetrieb und / oder aus ökologischer Sicht eine untergeordnete Rolle spielt, ist am Mühleweiher sowohl ein Hochwasserrückhaltebecken im Hauptschluss als auch im Nebenschluss denkbar. Wenn jedoch die Zielvorgabe besteht, dass der Weiher im Normalbetrieb mit möglichst viel Wasser beschickt ist, sei es zur Wasserkraftnutzung oder aus ökologischen Aspekten, dann ist ein Hochwasserrückhaltebecken im Nebenschluss am Mühleweiher zu bevorzugen.

Es ist des Weiteren darauf hinzuweisen, dass, falls der Mühleweiher für Hochwasserzwecke verwendet werden soll, dieser gegebenenfalls der Stauanlagenverordnung unterstellt wird. Das vorhandene Freibord zwischen Hochwasserüberlaufkante und bestehender Dammkrone (tiefste Stelle) würde dabei dem erforderlichen Freibord gemäss Stauanlagenverordnung nicht genügen. Nebst weiteren Anforderungen, wie beispielsweise der Umgang mit Extremhochwasser, würde der Damm aufgrund der Bausubstanz gegebenenfalls komplett neuerstellt werden müssen.

Die folgenden Chancen und Risiken können in Bezug auf die Massnahme Retention im Nebenschluss am Mühleweiher (Variante 3) festgestellt werden:

Chancen:

- Mit baulichen Anpassungen ist am Mühleweiher viel Rückhaltevolumen vorhanden.
- Die starke Reduktion der Abflussspitze führt zu einem minimalen Ausbaubedarf. Insbesondere dessen Lage, welche von allen drei untersuchten Standorten für Hochwasserrückhaltebecken am weitesten stromabwärts liegt, spricht für den Mühleweiher. In Kombination mit der Möglichkeit der starken Reduktion der Abflussspitze mit dem Entlastungsbauwerk (Nebenschluss) führt zur stärksten Reduktion der Abflussspitzen im Siedlungsgebiet von Pfäffikon.

Risiken:

- Das HWRB kommt innerhalb eines kommunalen Natur- und Landschaftsschutzobjekts zu liegen [15].
- Durch Hochwasserrückhaltebecken werden neue Risiken geschaffen, was ggf. eine Unterstellung unter die Stauanlagenverordnung zur Folge hat.
- Das Entlastungsbauwerk (Streichwehr oder dergleichen) zwischen dem Hauptfliessgewässer im Nebenschluss und dem Hochwasserrückhaltebecken ist anfällig auf Verklausungen und dergleichen.

5.6 VARIANTENVERGLEICH

In diesem Kapitel werden die Hochwasserschutzvarianten qualitativ und quantitativ verglichen. Die Bearbeitungstiefe lässt an dieser Stelle jedoch noch keine Variantenwahl zu.

Hier wird davon ausgegangen, dass die Entlastungsvariante die Hochwasserabflussspitze unmittelbar nach dem Bauwerk auf $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ reduziert werden kann. Bei den Retentionsvarianten «Waldweg» und «Guyer-Zeller-Weg» wird angenommen, dass die Hochwasserabflussspitze unmittelbar nach dem Bauwerk auf $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ reduziert wird, bei der Variante «Mühleweiher» auf $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Dadurch und je nach Lage des Hochwasserschutz-Bauwerks im Gewässersystem (siehe Abbildung 30), ergeben sich unterschiedlich reduzierte Abflussganglinien und - spitzen im Siedlungsgebiet von Pfäffikon.

Abbildung 41 zeigt den Umfang des Teilausbau, welcher in allen Varianten Entlastung und Retention erforderlich ist. Insbesondere ist der Wirkungsbereich jeder einzelnen Variante abzulesen. Mit Wirkungsbereich ist gemeint, um wieviel die Hochwasserabflussspitze minimal und maximal gedämpft werden kann. Die im Folgenden wird die maximale Reduktion der Hochwasserabflussspitzen jeder einzelnen Variante analysiert:

- Am schlechtesten in Bezug auf eine maximale Reduktion der Abflussspitze schneidet die Variante Hochwasserrückhaltebecken im Hauptschluss am Weg(-damm) «Waldweg» ab. Die Dämpfung der Abflussspitze ist aufgrund der Lage am weitesten stromaufwärts wenig effektiv und der erforderliche Teilausbau entspricht praktisch dem erforderlichen Ausbau der Variante Durchleiten mit einem Ausbau auf ca. $1'000 \text{ m}$ Leitungslänge (Vollausbau).
- Am besten in Bezug auf eine maximale Reduktion der Abflussspitze schneidet die Variante Hochwasserrückhaltebecken im Nebenschluss am Mühleweiher ab. Die Reduktion der Abflussspitze ist aufgrund der Lage am weitesten stromabwärts sehr effizient. Ein Teilausbau ist bei Wahl eines grossen Retentionsvolumens nur noch auf ca. 200 m Leitungslänge erforderlich.

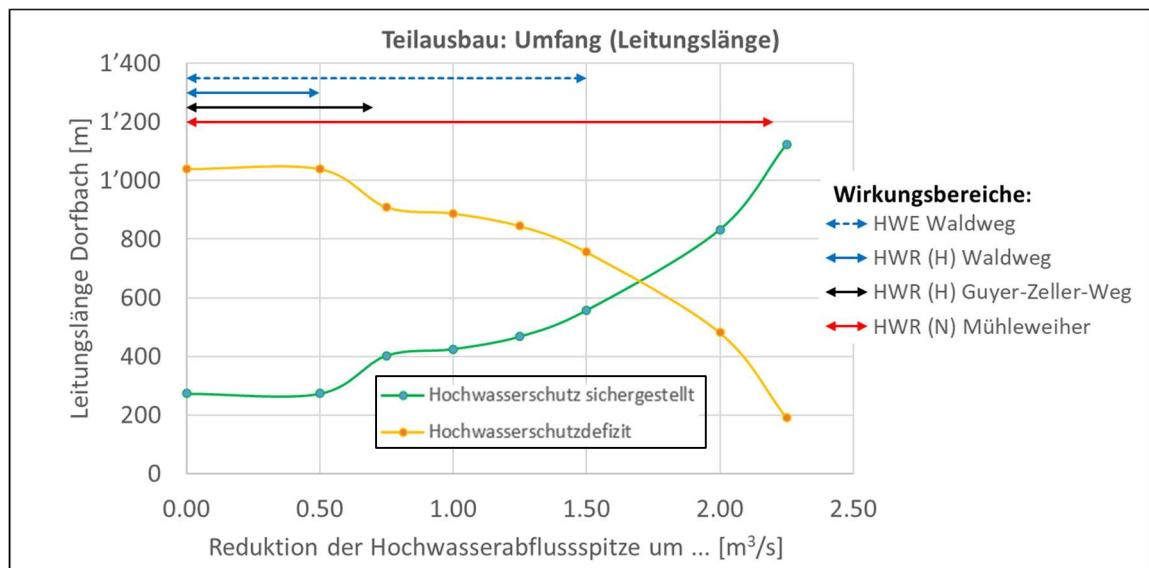


Abbildung 41: Hochwasserschutzvarianten: Analyse Wirkungsbereiche der einzelnen HWS-Varianten und Umfang Teilausbau (Leitungslängen). Siehe auch Anhang 2.

Hinweise:

- Bei der Betrachtung der Leitungslängen Teilausbau in der Abbildung 41 werden ausschliesslich Haltungen mit hydraulischem Defizit (Abflusskapazität) berücksichtigt.

- Eine Übersicht zur Analyse der Wirkungsbereiche der einzelnen Hochwasserschutzvarianten (siehe Abbildung 41) ist dem Anhang 2 zu entnehmen. Die Übersicht beinhaltet ausserdem alle Randbedingungen seitens Hydrologie und Rückhalt-/Entlastungsbauwerke.

Folgende Tabelle stellt wichtige Aspekte der Hochwasserschutzvarianten zusammen:

Tabelle 9: Hochwasserschutzvarianten: Zusammenstellung wichtiger Aspekte.

Variante	Wichtige Aspekte
Durchleiten	Ausbau von 79% der Fliessstrecke; grosses Bauvorhaben → entsprechend teuer
Rückhalt (1)	Hauptschluss mit erheblicher Dammerhöhung; im Wald gelegen; Lage im EZG ungünstig und Teilausbau erforderlich
Rückhalt (2)	Hauptschluss mit erheblicher Dammhöhe; in wertvoller Riedfläche gelegen; Lage im EZG ungünstig und Teilausbau erforderlich
Rückhalt (3)	generell: <i>Vorgabe max. WSP im Weiher (ganzjährig)</i> → Zweck: Einstauvolumen zwischen max. WSP und Hochwasserüberlaufkante
(3.1) im Nebenschluss:	
- Dammerhöhung oder starke Absenkung des max. WSP (zwecks Freibord) - Teilausbau an bestehenden Bauwerken und Leitungen erforderlich	
(3.2) im Hauptschluss:	
- starke Absenkung des max. WSP (zwecks Einstauvolumen) - Dammerhöhung (zwecks Freibord) zwingend notwendig - Teilausbau an bestehenden Bauwerken und Leitungen erforderlich	
Entlastung (1)	Querung Wasserrechtskanal und Hanglage; genügend Gefälle; Teilausbau erforderlich
Bemerkungen:	
- EZG: Einzugsgebiet; WSP: Wasserspiegel - Rückhalt (3) könnte mit Bypass (Kraftwerks-Druckleitung) kombiniert werden; sehr technische Lösung - Rückhalt (3) von Lage im EZG her am besten gelegen; Rückhalt (1) und (2) Oberstrom gelegen.	

Aus Sicht Reduktion Teilausbau (geringste Leitungslänge), weist die Variante Hochwasserrückhaltebecken am Mühleweiher Vorteile gegenüber den anderen Varianten auf (siehe Abbildung 41). Eine Variantenempfehlung ist an dieser Stelle jedoch nicht möglich, da die Wirkungsbereiche aus Abbildung 41 stärker eingegrenzt werden müssen und dazu verschiedene Aspekte detaillierter untersucht werden müssen:

- a. Abschnittsweise Machbarkeit und bauliche Grenzen des Voll- und Teilausbau
- b. Machbarkeit Dammerhöhung und / oder Beckenvergrösserung am Mühleweiher bzw. erforderliche bauliche Massnahmen (Sanierung oder kompletter Neubau bestehender Damm)
- c. Erforderliche minimale Wasserspiegellage aus Sicht Ökologie
- d. Hydrologie für Rückhaltebecken
- e. Optimierung Rückhalt / Teilausbau
→ unter Berücksichtigung der Machbarkeit (a, b und c) und der Kosten
- f. Detaillierte Auslegeordnung bzgl. Anforderungen seitens Stauanlagenverordnung
- g. Bewilligungsfähigkeit seitens kantonaler Behörden

Insbesondere die *Optimierung Rückhalt / Teilausbau* aus (e) am Mühleweiher setzt eine detaillierte Analyse der Machbarkeiten (siehe a, b und c) voraus. Mit Kenntnis der baulichen Grenzen seitens (a) Ausbau des Dorfbach und (b) Ausbau Damm Mühleweiher kann der Wirkungsbereich aus Abbildung 41 eingegrenzt werden und unter Berücksichtigung von Kosten, Bewilligungsfähigkeit, Ökologie und ggf. weiterer Aspekte eine Bestvariante ausgearbeitet werden.

Die vorliegende Untersuchung der Hochwasserschutzvarianten am Dorfbach sind auf Konzeptstufe und die Unsicherheiten sind noch zu gross, um eine abschliessende Bewertung der einzelnen Varianten vornehmen zu können. Entsprechend sind zu einem grossen Teil der Massnahmen noch keine Aussagen zu den Kosten möglich. Nach dem aktuellen Wissensstand weisen jedoch die Variante Entlastung in die Luppmen ab Waldweg und die Variante Retention im Nebenschluss am Mühleweiher (jeweils in Kombination mit einem Teilausbau) Vorteile gegenüber den anderen Varianten auf.

6 NUTZUNGSKONZEPT WASSERKRAFT (Szenarien)

6.1 WASSERRECHTE: SITUATION BIS 2030

Die historische Wasserrechtssituation kann den Kapiteln 1.1, 1.3 und 3.1 und ausführlicher dem «Gutachten zur kulturellen Bedeutung des Gewässersystems Mühlebach» [17] entnommen werden.

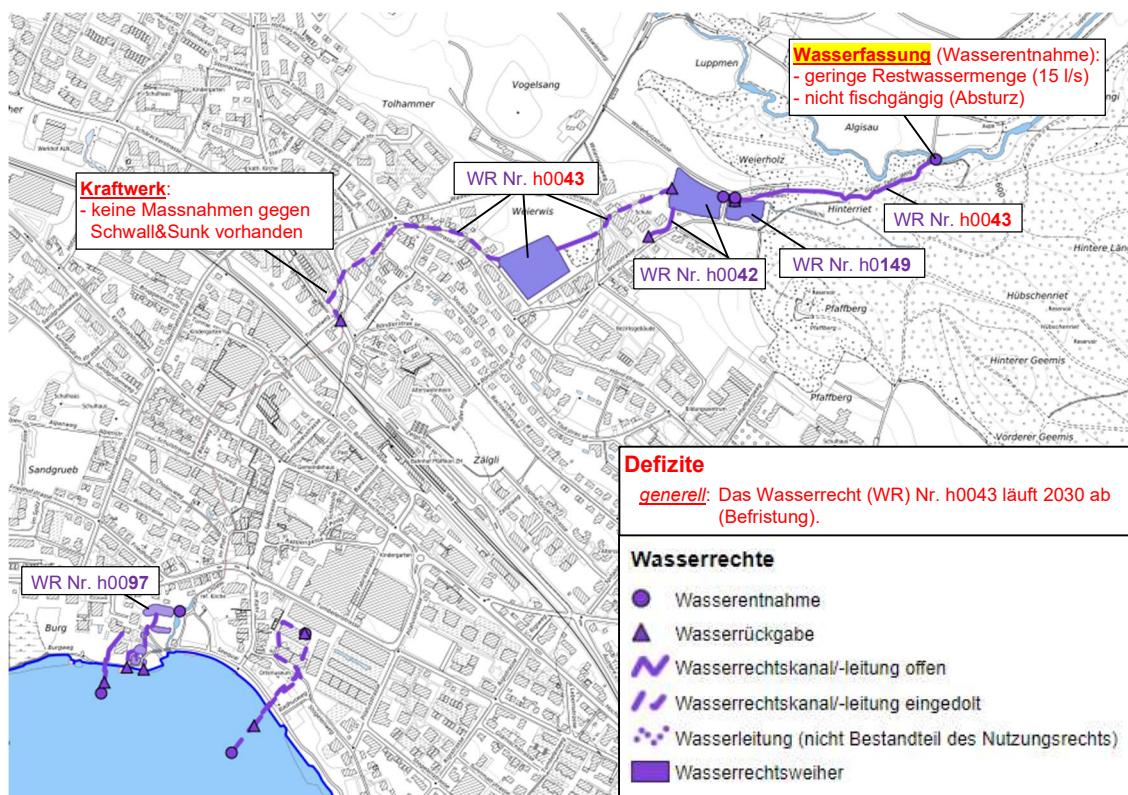


Abbildung 42: Verortung der Wasserrechte (WR) Nr. h0042, h0043, h0097 und h0149. Defizite der aktuellen Wasserkraftnutzung gegenüber den gesetzlichen Vorgaben.

Die aktuelle Wasserrechtssituation an den Gewässern und Anlagen des Dorfbachs kann in der Abbildung 42 verortet und folgendermassen stichwortartig zusammengefasst werden:

- **Wasserrecht Nr. 42 Bezirk Pfäffikon (WR Nr. h0042):** Krebsweiher im Hauptschluss zum Gemisbächli und Lindenbaum
Erneuerung der wasserrechtlichen Konzession und der Bewilligungen mit Verfügung AWEL vom 6. Dezember 2018. Die erteilte wasserrechtliche Konzession und Bewilligungen sind befristet bis zum 31. Dezember 2030. [5]
- **Wasserrecht Nr. 43 Bezirk Pfäffikon (WR Nr. h0043):** Wasserrechtskanal, Teile des Dorfbachs, Mühleweiher und Kraftwerksleitung (Druckleitung)
Befristung auf den 31. Dezember 2030 mit Verfügung AWEL vom 3. April 2019. [21]
- **Wasserrecht Nr. 97 Bezirk Pfäffikon (WR Nr. h0097):** Teichanlage (alte Fischzuchtweiher) im Nebenschluss zum Dorfbach
Erneuerung der wasserrechtlichen Konzession mit Verfügung AWEL vom 25. September 2020. Die erteilte wasserrechtliche Konzession und Bewilligungen sind befristet bis zum 31. Dezember 2036. [6]

- **Wasserrecht Nr. 149 Bezirk Pfäffikon (WR Nr. h0149): Gemisbächliweiher im Hauptschluss zum Gemisbächli**
Der Gemeinde Pfäffikon werden die wasserrechtliche Konzession und die gewässer- schutzrechtliche Bewilligung erteilt, den Teich auf dem Grundstück Kat.-Nr. 10179, Pfäffikon, im Hauptschluss zum Gemisbächli fortbestehen zu lassen. [7]

Das Wasserrecht Nr. 43 Bezirk Pfäffikon aus dem Jahre 1945 [4] regelt die Wasserentnahme aus der Luppmen ohne Konzessionsdauer. Das AWEL hat mit Verfügung vom 3.4.2019 [21] das 1945 erteilte Wasserrecht Nr. 43 Bezirk Pfäffikon auf den 31. Dezember 2030 befristet. Die Begründung lautet: «Bestehende noch unbefristete wasserrechtliche Konzessionen sind gemäss der Übergangsbestimmung zur Änderung vom 15. August 2007 der Konzessions- verordnung zum Wasserwirtschaftsgesetz vom 21. Oktober 1992 (KonzV WWG) nachträglich zu befristen.» [21].

Nebst der Befristung besteht folgende Übergangsbestimmung für bis 2030:

- Restwasserfestsetzung (Übergangsbestimmung): «Die Inhaberin des Wasserrechts wird verpflichtet, der Luppmen unterhalb der Wasserfassung des Wasserrechts Nr. 43 Bezirk Pfäffikon mindestens eine Restwassermenge von 15 l/s zu belassen. [...] Bei Abflüssen von weniger als 15 l/s ist das gesamte Wasser in der Luppmen zu belassen.

Durch die Befristung des Wasserrechts Nr. 43 Bezirk Pfäffikon, stellt sich der Gemeinde Pfäffikon die Frage nach dem Umgang mit der Wassernutzung ab 2030. Teil des Auftrags «Gesamtkonzept Dorfbach» ist die Szenarienfindung und -bildung, wie nach Fristablauf 2030 mit der Wasserkraftnutzung umgegangen werden kann. Dazu beleuchtet Kapitel 6.2 die Allgemeinen und noch nicht szenarienbezogenen rechtlichen Vorgaben. Kapitel 6.3 präsentiert die im Rahmen des Auftrags definierten Szenarien. Der Einfluss und die Wechselwirkung der einzelnen Szenarien auf die Themen Ökologie und Hochwasserschutz wird in den Kapiteln 6.4 und 6.5 beleuchtet.

6.2 RECHTLICHE VORGABEN

Im Folgenden sind die gesetzlichen Vorgaben aufgelistet, welche im Zusammenhang mit der Wasserkraftnutzung am Dorfbach nicht eingehalten werden. Zu jeder Vorgabe ist aufgeführt, in welchem Schreiben das AWEL die Sanierung verfügt und welche gesetzliche Grundlage besteht.

- **Sanierungspflicht Fischgängigkeit**
Feststellung Sanierungsbedarf hinsichtlich Fischgängigkeit mit Verfügung AWEL vom 14. Juli 2016. Das Sanierungsprojekt hinsichtlich Fischgängigkeit ist bis am 31. Dezember 2027 dem AWEL einzureichen. [19]
Gesetzliche Grundlage: Artikel 10 (und Artikel 9) Bundesgesetz über Fischerei BGf
- **Sanierungspflicht Schwall & Sunk**
Feststellung Sanierungsbedarf hinsichtlich Schwall&Sunk mit Verfügung AWEL vom 14. Juli 2016. Das Sanierungsprojekt hinsichtlich Schwall&Sunk ist bis am 31. Dezember 2027 dem AWEL einzureichen. [19]
Gesetzliche Grundlage: Artikel 83a (und Artikel 39a) Gewässerschutzgesetz GSchG
- **Restwassersanierung**
Restwasserfestsetzung bis 2030 (Übergangsbestimmung) mit Verfügung AWEL vom 3. April 2019. [21]
Gesetzliche Grundlage: Artikel 80 (und Artikel 29-36) Gewässerschutzgesetz GSchG

- **Unterstellung Stauanlagengesetzgebung**

Erwägung aus der Verfügung AWEL vom 6. Dezember 2018: «Vom Krebsiweiher (WR Nr. h0042) geht gemäss Bericht der Pöry Schweiz AG vom 3. März 2016 ein besonderes Gefährdungspotential gemäss Stauanlagengesetz (StAG) und -verordnung (StAV) aus. [...] Sollte bis Ende 2018 kein bewilligungsfähiges Projekt eingereicht werden, muss die Stauanlage Krebsiweiher im Januar 2019 gemäss Art. 2 Abs. 2 StAV dem Bundesamt für Energie zur Unterstellung gemeldet werden.» [5] Aufgrund der Ausarbeitung des Projekts Gemisbächli [18] konnte die Frist bis jetzt verlängert werden.

Gesetzliche Grundlage: Artikel 2 Stauanlagenverordnung StAV

Nebst den gesetzlichen Vorgaben, welche im Zusammenhang mit der Wasserkraftnutzung stehen, bestehen folgende grundsätzlichen Vorgaben für Fließgewässer:

- **Verbot der Wiedereindolung oder Überdeckung von Fließgewässern**

Wie im Kapitel 2.9 bereits aufgeführt, gilt die Vorgabe, dass Fließgewässer nicht wieder eingedolt oder überdeckt werden. Es gibt Ausnahmetatbestände, die einer Bewilligung bedürfen (siehe Abbildung 15).

Gesetzliche Grundlage: Artikel 38 Gewässerschutzgesetz GSchG

- **Revitalisierung von Fließgewässern**

Die Kantone sind dazu verpflichtet, die Gewässer zu revitalisieren. Eine Revitalisierung ist gemäss Definition in Art. 4m des Gewässerschutzgesetzes die Wiederherstellung der natürlichen Funktionen eines verbauten, überdeckten, korrigierten, überdeckten oder eingedolten oberirdischen Gewässers mit baulichen Massnahmen.

Gesetzliche Grundlage: Artikel 38a Gewässerschutzgesetz GSchG

6.3 SZENARIEN

Die im Rahmen des Auftrags «Gesamtkonzept Dorfbach» definierten Szenarien erfüllen die aktuellen gesetzlichen Anforderungen und sind in den untenstehenden Tabelle 10 und Tabelle 11 aufgelistet. Zu jedem Szenario werden die wichtigsten rechtlichen und technischen Randbedingungen stichwortartig aufgelistet.

Tabelle 10: Szenario 1: Dieses Szenario berücksichtigt die Wasserkraftnutzung ab 2030.

Szenario 1 <u>neues Wasserrecht für Kraftwerk</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Neue Konzession - Restwasserbericht mit neu einer Restwassermenge; → voraussichtl. ca. 50 l/s - Weitere Auflagen: Sanierung der <ul style="list-style-type: none"> (1) Fischgängigkeit und (2) Schwall&Sunk → gem. Verfügung AWEL vom 22.06.2016: Anrecht auf Vergütung durch Swissgrid - öffentliche Auflage (Risiko: Einsprachen)

Das Szenario 1, welches eine neue Konzession für den Kraftwerksbetrieb anstrebt, hat folgende wichtigsten Änderungen zur aktuellen Situation zur Folge:

- Höhere Restwassermenge in der Luppmen; voraussichtlich ca. 50 l/s anstatt 15 l/s.
- Konzession; neu mit einer Laufzeit (befristet)
- Auflagen Sanierung Fischgängigkeit und Schwall&Sunk: Gemäss dem Drittprojekt

Neukonzessionierung Kraftwerk [41] kann diesen gesetzlichen Anforderungen mit Massnahmen begegnen werden.

Im Szenario 2 wird die Wasserführung im Wasserrechtskanal sichergestellt, eine Wasserkraftnutzung am Dorfbach ist aber nicht mehr möglich. Für die Wasserentnahme im Szenario 2 ist ebenfalls eine Neukonzessionierung erforderlich. Die Entnahme von max. ca. 8 l/s (Szenario 2) liegt in der durchschnittlichen natürlichen Abflussschwankung und wird vom Gesetzgeber als geringfügig erachtet. Die Entnahme gemäss Szenario 1 hingegen wird als grössere Entnahme eingeordnet [29]. Deshalb ist die Neukonzessionierung im Szenario 2 weniger aufwendig: Die Bewilligungspflicht soll gewährleisten, dass der Nachweis, dass es sich tatsächlich um eine geringfügige Entnahme handelt, erbracht ist. [29]

Zudem werden auch im Szenario 2 die Fischgängigkeit verbessert und durch das Einstellen der Wasserkraftnutzung das Schwall&Sunk-Problem gelöst. Es ist daher nicht auszuschliessen, dass sich das BAFU auch an einer solchen Lösung finanziell beteiligen wird.

Das Szenario 3 (Einstellung Wasserentnahme und Kraftwerksbetrieb) wurde vom Gemeinderat bereits verworfen. Es ist jedoch für die Kostenabgrenzung wichtig und deshalb in der Tabelle 11 aufgeführt.

Tabelle 11: Szenario 2 und 3: Diese Szenarien haben gemeinsam, dass die Wasserkraftnutzung ab 2030 eingestellt wird.

Szenario 2 neues Wasserrecht für Weiher	Szenario 3 kein neues Wasserrecht (bereits verworfen)
<ul style="list-style-type: none"> - Wasserentnahme für Weiher 20% vom Q347 → entspricht ca. 8 l/s - Wasserrechtskanal weiterhin wasserführend - Neue Konzession → Neukonzessionierung weniger aufwendig - Weitere Auflagen: Sanierung Fischgängigkeit - öffentliche Auflage (Risiko Einsprachen gering) 	<ul style="list-style-type: none"> - Einstellung Wasserentnahme - Aufhebung Wasserrechtskanal - Weiher ausschliesslich aus Gemisbacheli gespiesen - Rückbau Fassung → finanzielle Beteiligung BAFU - Wiederherstellung Fischgängigkeit im Bereich der Fassung → finanzielle Beteiligung BAFU

Im Anschluss an eine erste Berichtsversion im Projekt Gesamtkonzept Dorfbach fand eine Sitzung zwischen AWEL, der Gemeinde sowie der Begleitgruppe [55] statt. Gemäss Angaben der Gemeinde wurde an der Sitzung ein neues Szenario thematisiert, welches in der vorliegenden Berichtsversion ergänzend beschrieben und anhand der bereits für die anderen Szenarien verwendeten Kriterien beurteilt wird. Um das Szenario klar von den bestehenden Szenarien unterscheiden zu können, wird es fortan als Szenario 2 Plus bezeichnet. Folgende Eigenschaften zeichnen das Szenario 2 Plus aus:

Das Szenario 2 Plus besitzt – wie die Szenarien 1 und 2 – ebenfalls ein Wasserrecht als Grundlage. Von der Gemeinde wird das Szenario als «Wasserrecht für Weiher PLUS» bezeichnet. Ziel der Wasserentnahme vom Szenario 2 Plus ist es, die Wasserkraftnutzung einzustellen, aber dennoch eine Wasserentnahme anzustreben, welche im Wasserrechtskanal die Abflussdynamik vom IST-Zustand im Wesentlichen weiterhin gewährleistet. Dazu sollen 20% des Abflusses der Luppmen in den Wasserrechtskanal umgeleitet werden. Dabei gibt es eine klare Obergrenze von ca. 200 l/s, welche der Abfluss im Wasserrechtskanal aus Sicht Hochwasserschutz Pfäffikon nicht überschreiten soll. Bei Unterschreiten der gesetzlichen Mindestrestwassermenge in der Luppmen wird kein Wasser mehr ausgeleitet.

Für die Wasserentnahme im Szenario 2 Plus ist eine Neukonzessionierung erforderlich. Da das AWEL [55] den hohen lokalen Wert der historischen Anlagen (Wasserkraftanlagen) für die Gemeinde Pfäffikon anerkennt, wird der Fortbestand der Weiher und Wasserrechtskanal

nicht in Frage gestellt. Eine Neukonzessionierung für ein ökologisches Wasserrecht wird durch das AWEL in Aussicht gestellt, sofern eine Umweltnotiz durch ein ausgewiesenes Ökologiebüro vorliegt, welche keinen nachteiligen Einfluss auf die Luppmen und einen positiven Einfluss auf das Weiherystem, den Dorfbach/Gemisbächli und den Pfäffikersee nachweisen kann. Wichtig auch der Hinweis, dass bezüglich Entnahme-Abflussspektrum rund um die gesetzlich vorgeschriebene Restwassermenge eine Untergrenze eingehalten werden muss. Das Wasserrecht vom Szenario 2 Plus würde dann in Bezug auf den Abfluss der Luppmen zwischen ca. 50 l/s (Untergrenze / Restwassermenge) bis ca. 1'000 l/s (Obergrenze) circa 20% des Abflusses der Luppmen in den Wasserrechtskanal umleiten (Wasserentnahme). Bei Abflüssen in der Luppmen, welche 1'000 l/s überschreiten, wird konstant ca. 200 l/s in den Wasserrechtskanal umgeleitet. In der folgenden Tabelle 12 sind die wichtigsten rechtlichen und technischen Randbedingungen stichwortartig aufgelistet:

Tabelle 12: Szenario 2 Plus: Die Wasserkraftnutzung wird eingestellt. Ziel des Wasserrechts ist aber, dass das Abflussspektrum im Wasserrechtskanal weiterhin jenem des IST-Zustands entspricht.

Szenario 2 PLUS <u>neues Wasserrecht für Weiher PLUS</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Wasserentnahme von rund 20% vom Lupp mendurchfluss bis zu einem maximalen Abfluss von ca. 200l/s im Wasserrechtskanal - Wasserrechtskanal weiterhin wasserführend - Neue Konzession rund um ein «ökologisches Wasserrecht» <ul style="list-style-type: none"> → vom Umfang weniger umfassend als Szenario 1 → Vorgabe ist eine Umweltnotiz mit Abhandlung von: <ul style="list-style-type: none"> Nachweis positiven Einfluss der Wasserentnahme auf Weiherystem, Dorfbach/Gemisbächli und Pfäffikersee; Nachweis kein nachteiliger Einfluss der Wasserentnahme auf Luppmen inkl. vertiefter Untersuchungen zum Trockenfallen der Luppmen → Restwassermenge; voraussichtl. ca. 50 l/s - Weitere Auflagen: Sanierung der <ul style="list-style-type: none"> (1) Fischgängigkeit und (2) Schwall&Sunk → gem. Verfügung AWEL vom 22.06.2016: Anrecht auf Vergütung durch Swissgrid - öffentliche Auflage (Risiko: Einsprachen) 	

Auch im Szenario 2 Plus sind die Verbesserung der Fischgängigkeit und die Lösung des Schwall&Sunk-Problems (durch das Einstellen der Wasserkraftnutzung) zentrale Bestandteile. Ein reiner Schaubetrieb mit der bestehenden Anlage ist gemäss AWEL [55] möglich auf Basis eines ökologischen Wasserrechts.

Der Umfang der Unterlagen rund um die Umweltnotiz ist stufengerecht mit dem AWEL abzusprechen. [55]

6.4 AUSWIRKUNGEN ÖKOLOGIE (SZENARIENBEZOGEN)

Durch die Szenarien wirken verschiedene Prozesse in den unterschiedlichen Gewässertypen (Fließgewässer, Weiher, See). Diese Prozesse sind relevant, um die Auswirkungen der Szenarien auf die ökologischen Funktionen der Gewässer gutachterlich abzuschätzen.

Nachfolgend sind die wichtigen **Prozesse** zusammenfassend für die Gewässertypen erläutert:

- Im **Pfäffikersee** findet eine vollständige Durchmischung bis zum Seegrund etwa alle zwei Jahre statt. Die vertikale Durchmischung (saisonal bedingte Angleichung des Temperaturgradienten über die vertikale Wassersäule bis zum Seegrund) beeinflusst den

Nährstoffhaushalt in einem See massgeblich. Insbesondere Phosphor ist in Seen am häufigsten der limitierende Nährstoff für das Pflanzenwachstum. Ein erhöhter Phosphorgehalt begünstigt das Algenwachstum und hat einen Einfluss auf die gesamte Lebensgemeinschaft im See zur Folge. Die absterbende Biomasse wird unter Sauerstoffverbrauch am Seegrund abgebaut. Dies kann bei einer Düngung des Sees mit Phosphor zu einer Sauerstoffzehrung am Seegrund führen und durch geringe Sauerstoffkonzentrationen kann das Tiefenwasser als Lebensraum verloren gehen. Rücklóseprozesse am Seegrund können die interne Düngung des Sees begünstigen. Die Nährstoffe können lange im System verbleiben und mehrmals im Stoffkreislauf umgesetzt werden. Ein See ist empfindlicher gegenüber der Nährstoffzufuhr bei langen Verweilzeiten des Wassers im See. Die theoretische Aufenthaltszeit des Wassers im Pfäffikersee beträgt etwa 770 Tage (siehe Kapitel 4.3).

Die horizontale Seeströmung im Gegenuhrzeigersinn wird hauptsächlich durch die Windverhältnisse und in geringerem Ausmass durch die Corioliskraft beeinflusst, insbesondere während der Stagnationsphase von Frühjahr bis Herbst. Dadurch durchströmt das Wasser aus dem Hauptzufluss (Chämtnerbach) tendenziell den gesamten See.

- **Fliessgewässer** (Luppmen, Wasserrechtskanal) sind im naturnahen Zustand dynamische Lebensräume, die vom Abfluss (räumlich, zeitlich), Geschiebe und den Platzverhältnissen geprägt sind. Sie bilden ein vernetztes System in Längsrichtung von der Quelle bis zur Mündung. In Querrichtung sind die Fliessgewässer über ihre Ufer mit der Umgebung vernetzt und vertikal mit dem Grundwasser. Nährstoffe werden aus dem Einzugsgebiet eingetragen und entlang des Fliesswegs flussabwärts transportiert. Die Lebensgemeinschaften in den Fliessgewässern weisen entsprechende Anpassungen an diese Lebensbedingungen auf (bspw. Fischmigration – Längsvernetzung).
- **Weiher (Mühleweiher, Krebsweiher)** entstehen natürlicherweise in Gebieten mit wechselndem Grundwasserstand oder in den Auen grösserer Fliessgewässer (Grundwasser oder Überflutung) und sind in der Regel in sich abgeschlossenen Systeme. Heute werden Weiher als naturnahe oder künstliche Kleinstgewässer (Teiche) angelegt. Wie im Pfäffikersee ist der Pflanzennährstoff Phosphor für das Algenwachstum verantwortlich, diese setzen Sauerstoff frei und die Abbauprozesse wiederum benötigen Sauerstoff. Im Gegensatz zum See reicht das Licht bis auf den Weihergrund (euphotische Zone). Auch findet keine Zirkulations- bzw. Stagnationsphase der Wassersäule statt. Ein Weiher befindet sich im Gleichgewicht, solange ausreichend Sauerstoff für die Abbauprozesse vorhanden ist. Die Fliessgewässer, welche die Weiher speisen, bringen Nährstoffe aus dem Einzugsgebiet und Sauerstoff ein. Wobei aufgrund der geringen Grösse und des kleinen Wasservolumens häufig der Nährstoffeintrag im Stoffhaushalt stärker ins Gewicht fällt als der Sauerstoffeintrag.

Aufgrund der ablaufenden Prozesse werden die **Auswirkungen der Wasserentnahme aus der Luppmen** auf die Gewässer wie folgt eingeschätzt:

- **Pfäffikersee:** Fliessgewässermündungen in Seen sind Übergangsbereiche zwischen unterschiedlichen Ökosystemen (sog. Ökotone), dabei treffen unterschiedliche ökologische Bedingungen aufeinander, die kleinräumig eine hohe Vielfalt an Lebensräumen erzeugen können. Durch den verringerten Wasserzufluss im Szenario 2 und 3 kommt es zu Veränderungen beim Sauerstoff- und Nährstoffeintrag sowie der Wassertemperatur. Zumindest lokal kann ein negativer Effekt aufgrund des verringerten Wasserzuflusses nicht ausgeschlossen werden. Für das Seeökosystem ist die vertikale Zirkulation des Seewassers für den ökologischen Zustand und die vorkommenden Lebensgemeinschaften ausschlaggebenden. Die Luppmen bringt Nährstoffe aus dem Einzugsgebiet in den Pfäffikersee ein (zusätzliche Fracht). Ohne die Wasserzufuhr aus der Luppmen verlängert

sich die theoretische Aufenthaltszeit des Wassers um etwa 100 Tage (vgl. Kapitel 4.3). Aufgrund des stabilen Zustands des Pfäffikersees ist eine Auswirkung der Verlängerung der theoretischen Aufenthaltszeit auf den ökologischen Zustand jedoch eher unwahrscheinlich. Der Nährstoffabbau wird primär durch die vertikale Zirkulation getrieben und erfolgt daher unabhängig vom Zufluss der Luppmen. Um die Zielvorgabe von 4 mg/l beim gesetzlich geforderten Sauerstoffwert zu erreichen, müsste der Phosphorgehalt im Pfäffikersee um zirka 40% reduziert werden. [50] Die zusätzliche Nährstofffracht aus der Luppmen dürfte sich daher tendenziell negativ auf den ökologischen Zustand des Pfäffikersees auswirken. Dies wäre im Szenario 2 Plus der Fall, welches etwa dem Ist-Zustand entspricht. Der Einfluss der verschiedenen Szenarien auf die Gewässerqualität im Pfäffikersee ist komplex und kann nicht abschliessend beurteilt werden. Für die Beurteilung wäre auch der Einfluss, der im Pfäffikersee mündenden Bäche und Einleitungen einzeln und im Gesamtkontext abzuklären.

- **Luppmen:** Die zeitweise trockenfallende Luppmen profitiert, wenn mehr Wasser im Gewässer verbleibt, und die Gewässerorganismen sind vermutlich weniger Stress ausgesetzt. Die Wasserentnahme ist sehr wahrscheinlich nicht die Ursache fürs Austrocknen, sie dürfte sich jedoch eher negativ auf die Luppmen auswirken. Wobei eine grössere Entnahmemenge folglich mehr ins Gewicht fällt. Im Vergleich zum heutigen Zustand (keine Restwassermenge definiert) führen die Szenarien 1 und 2 zu einer potenziellen Verbesserung des Abflussregimes in der Luppmen. In Szenario 1 wird die Situation durch eine Restwassermenge insbesondere bei tiefen Abflüssen verbessert. Szenario 2 führt zu einer deutlich stärkeren Verbesserung in der Luppmen. In Szenario 2 Plus ändert sich der Abfluss in der Luppmen geringfügig im Vergleich zu heute, wobei sich bei geringen Abflüssen, durch die Untergrenze der Wasserentnahme (Restwasser) eine Verbesserung zum heutigen Zustand einstellen würde.
- **Dorfbach:** Die natürliche Quelle ist das Gemisbächli, die Wasserentnahme (Wasserfassung) an der Luppmen versorgt den Dorfbach zusätzlich mit Wasser. Im Ist-Zustand verläuft der Dorfbach überwiegend eingedolt durch Pfäffikon. Das Revitalisierungspotenzial des Dorfbachs ist gering (Kapitel 4.1). Aufgrund der Lage im Siedlungsgebiet und durch das fehlende Raumangebot wird der Dorfbach vermutlich nicht die Lebensraumqualität einer Luppmen erreichen. Aus diesem Grund führt eine Wasserzufluss aus der Luppmen zu keiner bedeutenden Verbesserung des ökologischen Zustands des Dorfbachs.
- **Wasserrechtskanal:** Der Wasserrechtskanal bietet ein Fliessgewässerlebensraum, den es ohne die Wasserentnahme (Wasserfassung) an der Luppmen nicht geben würde. Die Wasserentnahme hat jedoch ein stark begrenztes Abflussregime (vgl. Kapitel 4.2) und dies hat eine geringe Dynamik (Erosion und Auflandung) im Gerinne zur Folge. Nichtsdestotrotz kann der Wasserrechtskanal im naturnahen Zustand als Vernetzungselement betrachtet werden, welchem trotz fehlender Datengrundlage ein gewisser ökologischer Wert nicht aberkannt werden darf und welcher im Szenario 3 als einziger Gewässerabschnitt gänzlich wegfallen würde und bei den anderen Szenarien, wenn auch mit unterschiedlichen Abflüssen, erhalten bliebe.
- **Mühleweiher und Krebsiweiher:** Die Weiher werden unter anderem vom Wasserrechtskanal gespeist. Dieser trägt auch Nährstoffe aus dem Einzugsgebiet der Luppmen in die Weiher ein. Häufig wirkt sich ein konstanter Nährstoffeintrag aus Fliessgewässer in kleine Stillgewässer negativ auf deren Stoffhaushalt aus und führt zu übermässigem Algen- und Wasserpflanzenwachstum, die neben Sauerstoffdefiziten den Verlandungsprozess beschleunigen. Eine Speisung der Weiher mit Regen und einen angepassten Gewässerunterhalt dürfte ausreichen, um die Lebensraumqualität der Weiher zu erhalten. Eine Vernetzung der Fliessgewässer mit den Weihern reduziert zudem aufgrund von

Fischvorkommen in der Regel die Lebensraumqualität für Amphibien und Libellen. Die Wasserzufuhr aus der Luppmen dürfte daher eher negative Auswirkungen auf die Lebensraumqualität der Weiher haben.

6.5 AUSWIRKUNGEN HOCHWASSERSCHUTZ (Szenarienbezogen)

Die Szenarien der Wasserkraftnutzung können weitestgehend unabhängig von den Hochwasserschutzvarianten betrachtet werden. Grundvoraussetzung dafür ist aber eine Umrüstung der Turbine im Szenario 1a (Weiterführung Wasserkraftnutzung ab 2030). Die bestehende Turbine läuft mit einem intermittierenden Betrieb (Speicherbetrieb) und verursacht stromabwärts im Dorfbach einen Schwall und im Mühleweiher einen Sunk. Die neu vorgesehene Turbine sieht den Betrieb eines Laufwasserkraftwerks vor. Das bedeutet, dass nur so viel Wasser aus dem Mühleweiher entnommen wird, wie aus der Luppmen ausgeleitet wird und im natürlichen Einzugsgebiet anfällt. Dadurch ist ein Betrieb mit einem nahezu konstanten Wasserspiegel im Mühleweiher möglich. Zudem ist Schwall&Sunk damit saniert. [41]

Abhängigkeiten zwischen den Szenarien der Wasserkraftnutzung und den Hochwasserschutzvarianten bestehen einerseits hinsichtlich allfälliger baulicher Anpassungen der Wasserentnahme aus dem Mühleweiher (Druckleitung) zur Turbinierung. Andererseits muss bei der weiteren Variantenuntersuchung des Hochwasserschutzes berücksichtigt werden, dass je nach Szenario durch die Wasserentnahme (Wasserfassung) bei Hochwasser zusätzliches Wasser via Wasserrechtskanal in den Dorfbach gelangt. Es wird sich bei einer neuen Konzession weiterhin um voraussichtlich max. 200 bzw. 350 l/s handeln, die zusätzlich in den Dorfbach gelangen.

6.6 DRITTPROJEKTE

Das Drittprojekt «Variantenstudie: Sanierung Fischgängigkeit und Schwall/Sunk» [41] behandelt die Neukonzessionierung der Kraftwerksanlage mit Schwerpunkt auf der Sanierung Fischgängigkeit, der Sanierung Schwall&Sunk und dem baulichen Zustand der Druckleitung der Kraftwerksanlage. Es kann vorweggenommen werden, dass gemäss dem Drittprojekt für alle Szenarien geeignete Massnahmen bestehen und die Defizite Fischgängigkeit und Schwall&Sunk zu beheben.

Ein weiteres Drittprojekt besteht durch das Projekt «Sanierung Krebsiweiher und Offenlegung Gemisbächli» [18]. Dieses steht im Zusammenhang mit (1) dem besonderen Gefährdungspotential gemäss Stauanlagengesetz (StAG) und -verordnung (StAV) am Krebsiweiher (siehe Kapitel 6.2) und (2) dem baulichen und hydraulischen Defizit der Eindolung Gemisbächli (siehe Abbildung 29 und Anhang 1).

7 FAZIT UND EMPFEHLUNG

7.1 FAZIT

Aus Sicht **Nutzungskonzept** Wasserkraft kann aufgrund des Berichts Gesamtkonzept Dorfbach festgestellt werden, dass verschiedene *gangbare* Szenarien und Vorgehensweisen bestehen, die die unterschiedlichen Zielsetzungen berücksichtigen. Es wurden ganzheitliche Abklärungen getätigt, wodurch sowohl Szenarien mit Weiterbetrieb Wasserkraft ab 2030 als auch ohne untersucht wurden. Bei der Zielsetzung Erhalt des Abflussspektrums im Wasserrechtskanal gemäss IST-Zustand liegen mit dem Szenario 1 (mit Weiterbetrieb Wasserkraftwerk ab 2030) und Szenario 2 Plus (ohne Weiterbetrieb Wasserkraftwerk ab 2030), welche beide eine Neukonzessionierung anstreben, machbare Lösungswege vor. Beide Szenarien verlangen aber zusätzliche Abklärungen rund um die ökologische Verträglichkeit, wobei der Nährstoffeintrag in die Weiher und in den Pfäffikersee (zum Beispiel von Phosphor) und der Einfluss der Wasserentnahme auf die Luppmen (Fokus auf Trockenfallen der Luppmen) im Vordergrund stehen.

Das zusammenfassende Fazit aus Sicht **Wasserhaushalt**:

- Das Kraftwerk nutzt einen hohen Anteil vom Gesamtabfluss am Dorfbach.
- Ca. 3/4 des Gesamtabflusses am Dorfbach stammt von der Wasserfassung an der Luppmen und ca. 1/4 aus dem natürlichen Einzugsgebiet des Dorfbachs.
- Ca. 10-20% des Gesamtzuflusses des Pfäffikersees stammt von der Wasserfassung an der Luppmen.
- Die gesetzlich vorgeschriebene Restwassermenge an der Luppmen beträgt voraussichtlich ca. 50 l/s.

Das zusammenfassende Fazit aus Sicht **Ökologie**:

- Dem Pfäffikersee kommt die höchste Priorität zu. Die Wasserentnahme an der Luppmen hat aus ökologischer Sicht tendenziell einen negativen Einfluss auf das Ökosystem Pfäffikersee, lokal jedoch ggf. auch einen positiven Einfluss. Der Einfluss der verschiedenen Szenarien auf die Gewässerqualität im Pfäffikersee ist komplex und kann hier nicht abschliessend beurteilt werden. Im Zentrum steht die Phosphorfracht, welche via Wasserentnahme an der Luppmen in den Pfäffikersee gelangt. Eine Messkampagne könnte darlegen, ob der Phosphoreintrag aus der Luppmen den Pfäffikersee eher zu einer Anreicherung führt oder die Phosphorzufuhr vernachlässigbar ist.
- Die Wasserentnahme aus der Luppmen in den Szenarien 1 und 2 Plus dürfte gegenüber dem Ist-Zustand (keine garantierte Mindestrestwassermenge) eine leichte Verbesserung darstellen. Die Auswirkungen im Szenario 2 dürften sich aufgrund der geringen Ausleitmenge im Vergleich zu den Szenarien 1 und 2 Plus deutlich positiver auf die Luppmen auswirken. Bei den Weiichern fällt die zusätzliche Nährstofffracht aus der Luppmen (Szenario 1 und 2 Plus) eher negativ ins Gewicht, da der Anteil des Zuflusses durch die Ausleitung aus der Luppmen sehr gross ist. Bei Szenario 2 ist dies in reduziertem Mass ebenfalls der Fall. Auch hier könnte eine Messkampagne Aufschluss über den Phosphoreintrag aus der Luppmen geben. Möglicherweise wird der Phosphoreintrag aus der Luppmen überschätzt.

Aus Sicht **Hochwasserschutz** kann aufgrund des Berichts Gesamtkonzept Dorfbach noch nicht abschliessend eine Bestvariante identifiziert werden. Folgendes Fazit und folgende Empfehlungen können bislang gemacht werden:

- Am Dorfbach in Pfäffikon können **mehrere Hochwasserschutzvarianten** identifiziert werden.
- Alle Varianten haben gemeinsam, dass sie weitgehend **unabhängig von den Szenarien** (Kraftwerksbetrieb) sind.
Ausnahme: Eine Hochwasserschutzmassnahme, welche den Mühleweiher als Hochwasserretentionsraum miteinbezieht, bedingt in den Szenarien mit Kraftwerksbetrieb der Ersatz der bestehenden Turbine (intermittierender Betrieb) durch eine Durchlaufturbine (Laufwasserkraftwerk). Dadurch ist der Betrieb mit konstantem, abgesenktem Wasserspiegel möglich und es kann somit mehr Retentionsraum geschaffen werden.
- Alle Varianten haben gemeinsam, dass **ein gewisser Teilausbau am eingedolten Dorfbach** stattfinden muss. Das Ausmass des Teilausbau ist abhängig vom Typ der Massnahme (Durchleiten, Entlasten und Retention) und deren Lage im Einzugsgebiet.
- Falls aufgrund der technischen Machbarkeit oder der Kosten eine Minimierung des Teilausbau die Zielvorgabe ist, ist die Variante Retention (Rückhalt) im Nebenschluss am Mühleweiher am besten zu bewerten.
- Die vorliegende Untersuchung der Hochwasserschutzvarianten am Dorfbach sind auf Konzeptstufe und die Unsicherheiten sind noch zu gross, um eine abschliessende Bewertung der einzelnen Varianten vornehmen zu können. Entsprechend sind zu einem grossen Teil der Massnahmen noch keine Aussagen zu den Kosten möglich. Nach dem aktuellen Wissensstand weisen jedoch die Variante Entlastung in die Luppmen ab Waldweg und die Variante Retention im Nebenschluss am Mühleweiher (jeweils in Kombination mit einem Teilausbau) Vorteile gegenüber den anderen Varianten auf. **Zu den Unsicherheiten gehören:**
 - (1) Machbarkeit Voll-/ Teilausbau (Haltungen Eindolung Dorbach mit baulichem und hydraulischem Defizit),
 - (2) Machbarkeit und Bewilligungsfähigkeit Dammerhöhung und / oder Beckenvergrösserung am Mühleweiher,
 - (3) Abklärung erforderlicher Massnahmen am Mühleweiher (baulich, aus Sicht Stauanlagenverordnung StAV, aus Sicht Ökologie (Wasserspiegellage) etc.: Sanierung oder *kompletter Neubau Damm*),
 - (4) Optimierung Rückhalt / Teilausbau unter Einbezug der Kosten und technischen Machbarkeit, **etc.**
- Die Nutzung der **Druckleitung als Entlastungsleitung** im Hochwasserfall, um die hydraulischen Defizite zwischen Mühleweiher und Wasserrückgabe aus dem Kraftwerk zu überbrücken, ist unseres Erachtens mit Fragezeichen behaftet:
 - o Der bauliche Zustand der Druckleitung ist nicht geklärt.
 - o Wer ist nach einer allfälligen Aufhebung des Kraftwerksbetriebs zuständig für die Leitung?
 - o Wie kann der Neubau der Leitung bei Auftreten gravierender Schäden finanziert werden?
 - o Wie wird die Entlastung im Hochwasserfall ausgelöst?
 - o etc.

7.2 EMPFEHLUNG

Rund um die Neukonzessionierung der Wasserrechte ab 2030 (**Nutzungskonzept Wasserkraft**) empfehlen wir das Szenario 2 Plus (nur Showbetrieb Kraftwerk) gegenüber dem Szenario 1 (Weiterbetrieb Kraftwerk) zu priorisieren. Das Szenario 1, welches einen Weiterbetrieb der Wasserkraft ab 2030 vorsieht, erfordert die Erarbeitung eines umfangreichen Restwasserberichts. Zudem ist bei einer Weiterverfolgung des Kraftwerkbetriebs (Szenario 1) damit zu rechnen, dass keine Abgeltungen (Subventionen) für die Sanierung von Schwall & Sunk sowie der Wiederherstellung der Fischgängigkeit an der Luppmen gesprochen werden. Abgeltungen werden nur geleistet, wenn die vorgesehene Lösung auf einer zweckmässigen Planung beruht, einen sachgemässen Gewässerschutz gewährleistet und die Wirtschaftlichkeit gegeben ist. Da das Kraftwerk im Szenario 2 Plus nicht weiterbetrieben wird, werden die Aufwendungen zwecks Schaffung der Fischgängigkeit (Luppmen) voraussichtlich durch BAFU/Swissgrid weitgehend finanziert. Zudem ist gemäss AWEL im Szenario 2 Plus ein Showbetrieb mit der bestehenden Kraftwerksanlage weiterhin möglich, wobei bezüglich dem Wasserrechtskanal eine Entnahme (Abflussspektrum) gemäss des IST-Zustands angestrebt werden kann. Durch das AWEL wird eine Speisung des Wasserkanals und der Weiher (mit Wasser aus der Luppmen) im ökologisch nötigen Umfang in Aussicht gestellt, wobei eine Umweltnotiz (Nachweis mit Augenmass zu div. ökologischen Fragestellungen) die Grundlage für die Neukonzession rund um dieses ökologische Wasserrecht bildet. Wir empfehlen das Szenario 2 Plus (ökologisches Wasserrecht) weiterzuverfolgen und in einem nächsten Schritt den Umfang der Umweltnotiz mit dem AWEL abzusprechen.

Zur Bestimmung einer Bestvariante **Hochwasserschutz** und zwecks Grobkostenschätzung empfehlen wir ein **vertieftes Variantenstudium**. Ein Schwerpunkt des vertieften Variantenstudiums muss nebst der Grobkostenschätzung auch auf der *technischen Machbarkeit* des **(1) Teilausbau** und dessen Kosten und der *technischen Machbarkeit* der **(2) Dammerhöhung und / oder Beckenvergrösserung** am Mühleweiher und der Frage nach dessen Sanierung oder komplettem Neubau liegen. Weiter sind ökologische Aspekte, wie der erforderliche minimale Wasserspiegellage am Mühleweiher, eine detaillierte Auslegeordnung bezüglich Anforderungen seitens Stauanlagenverordnung aber auch die Bewilligungsfähigkeit seitens kantonaler Behörden abzuklären.

Winterthur, 22.01.2026
Wendelin Wild, Gaëlle Pauquet

HOLINGER AG



Dominik Schmid
Projektleiter
dominik.schmid@holinger.com
+41 52 267 09 39



Wendelin Wild
Projektingenieur
wendelin.wild@holinger.com
+41 52 267 09 18

ANHANG 1

SCHWACHSTELLENTABELLE DORFBACH (IST-ZUSTAND)

Schwachstellentabelle Dorfbach
Gesamtkonzept Dorfbach

WIWE/SDO, 03.10.2024

Legende									
*	offener Abschnitt								
grau Schriftfarbe	Bereich Projekt Offenlegung Gemisbächli								
	defizitärste Haltungen hinsichtlich Abflusskapazität								

Regel zur Visualisierung
kleiner als: 0

Lagebeschreibung	vor Massnahmen		Hydrologie [m³/s]										Austrittsmengen [m³/s]				Visualisierung	
	Startschacht	Endschacht	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ	D [m]	B [m]	H [m]	J [%]	Länge L (ca.) [m]	X [-]	Abflusskap. [m³/s]	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ	
Bereich 1	G2.7.E	G3.49	1.4	2.7	3.7	7.0	600			86.2	44		1.4	0	-1.3	-2.3	-5.6	<HQ100
ab Krebsiweiher	G3.49	G3.52	1.4	2.7	3.7	7.0	600			71.6	45		1.3	-0.1	-1.4	-2.4	-5.7	<HQ30
	G3.52	G3.45.E	1.4	2.7	3.7	7.0	600			50.8	24		0.7	-0.7	-2	-3	-6.3	<HQ30
Umgehungskanal	G3.45.E	G3.53	1.4	2.7	3.7	7.0		1400*	800*	122.8	11		12.2	10.8	9.5	8.5	5.2	>EHQ
	G3.53	G3.46	1.4	2.7	3.7	7.0	600			13.3	28		0.5	-0.9	-2.2	-3.2	-6.5	<HQ30
	G3.46	G3.48	1.4	2.7	3.7	7.0	600			13.5	140		0.5	-0.9	-2.2	-3.2	-6.5	<HQ30
	G3.48	G3.1.E	1.4	2.7	3.7	7.0	600			5.8	80		0.4	-1	-2.3	-3.3	-6.6	<HQ30
ab Mühleweiher	G3.1.E	G3.18	1.4	2.7	3.7	7.0	800			6.1	42		0.8	-0.6	-1.9	-2.9	-6.2	<HQ30
	G3.18	G3.19	1.4	2.7	3.7	7.0	800			3.7	66		0.6	-0.8	-2.1	-3.1	-6.4	<HQ30
	G3.19	vor G3.20	1.4	2.7	3.7	7.0	600			16.7	43		0.6	-0.8	-2.1	-3.1	-6.4	<HQ30
	vor G3.20	G3.20	1.4	2.7	3.7	7.0	600			10.8	8		0.5	-0.9	-2.2	-3.2	-6.5	<HQ30
	G3.20	Absturz	1.4	2.7	3.7	7.0	600			29.5	88		0.8	-0.6	-1.9	-2.9	-6.2	<HQ30
	Absturz	Öffnung Gitter	1.4	2.7	3.7	7.0		1100*	800*	36.4	21		4.7	3.3	2	1	-2.3	<EHQ
	Öffnung Gitter	G3.13	1.4	2.7	3.7	7.0	600			105.1	43	5.8	1.6	0.2	-1.1	-2.1	-5.4	<HQ100
	G3.13	G3.14	1.4	2.7	3.7	7.0	600			11.9	6		0.5	-0.9	-2.2	-3.2	-6.5	<HQ30
	G3.14	G3.42	1.4	2.7	3.7	7.0	600			6.9	26		0.4	-1	-2.3	-3.3	-6.6	<HQ30
	G3.42	G3.15.SB	1.4	2.7	3.7	7.0	600			208.2	5	8.03	2.2	0.8	-0.5	-1.5	-4.8	<HQ100
Zulauf Kraftwerk und SBR600	G3.15.SB	Ecke	1.4	2.7	3.7	7.0	800			159	11	7.4	4.1	2.7	1.4	0.4	-2.9	<EHQ
	Ecke	G3.50	1.4	2.7	3.7	7.0		1500	1500	0.4	22		1.7	0.3	-1	-2	-5.3	<HQ100
Zulauf SBR900	G3.50	nach Bahnunt'qu.	1.4	2.7	3.7	7.0		1500	1500	13.3	51		9.7	8.3	7	6	2.7	>EHQ
	nach Bahnunt'qu.	offenes Gerinne	2.5	4.4	5.6	11.0		1500*	1500*	13	20		9.6	7.1	5.2	4	-1.4	<EHQ
	offenes Gerinne	G3.21	2.5	4.4	5.6	11.0		1500	1500	2.9	35		4.5	2	0.1	-1.1	-6.5	<HQ300
Zulauf SBR700 und SBR600	G3.21	G3.22	2.5	4.4	5.6	11.0		1500	1500	3.6	58		5.1	2.6	0.7	-0.5	-5.9	<HQ300
	G3.22	G3.28	2.5	4.4	5.6	11.0		1500	1500	2	29		3.8	1.3	-0.6	-1.8	-7.2	<HQ100
	G3.28	Ecke	2.5	4.4	5.6	11.0		1500	1500	2.3	17		4	1.5	-0.4	-1.6	-7.0	<HQ100
	Ecke	vor DL Kempttalstr	2.5	4.4	5.6	11.0		1500	1500	2.5	16		4.2	1.7	-0.2	-1.4	-6.8	<HQ100
	vor DL Kempttalstr	G3.26	2.5	4.4	5.6	11.0		1500	1500	2.4	21		4.1	1.6	-0.3	-1.5	-6.9	<HQ100
	G3.26	G3.27	2.5	4.4	5.6	11.0		1500	1500	0.8	62		2.4	-0.1	-2	-3.2	-8.6	<HQ30
	G3.27	Ecke	2.5	4.4	5.6	11.0		1500	1500	0.3	32		1.5	-1	-2.9	-4.1	-9.5	<HQ30
	Ecke	G3.51	2.5	4.4	5.6	11.0		2000	1300	0.5	59		2.4	-0.1	-2	-3.2	-8.6	<HQ30
	G3.51	G3.32	2.5	4.4	5.6	11.0		2000	1300	2.6	13		5.4	2.9	1	-0.2	-5.6	<HQ300
	G3.32	G3.36	2.5	4.4	5.6	11.0		1000	1200	16.8	31		4.6	2.1	0.2	-1	-6.4	<HQ300
	G3.36	G3.37	2.5	4.4	5.6	11.0		1000	1200	13.6	42		4.1	1.6	-0.3	-1.5	-6.9	<HQ100
	G3.37	Mitte Seestrasse	2.5	4.4	5.6	11.0		1200	1000	14.5	6		4.5	2	0.1	-1.1	-6.5	<HQ300
	Mitte Seestrasse	G3.39	2.5	4.4	5.6	11.0		1400	1200	10.2	16		5.9	3.4	1.5	0.3	-5.1	<EHQ
	G3.39	G3.41.A	2.5	4.4	5.6	11.0	1000			7.6	52		1.6	-0.9	-2.8	-4	-9.4	<HQ30

ANHANG 2

ANALYSE UMFANG TEILAUSBAU (LEITUNGSLÄNGE) AM DORF-BACH (AUSWIRKUNGEN DER HOCHWASSERSCHUTZ-VARIANTEN)

Analyse Drosselwassermengen
Gesamtkonzept Pfäffikon

WIWE/SDO, 03.10.2024

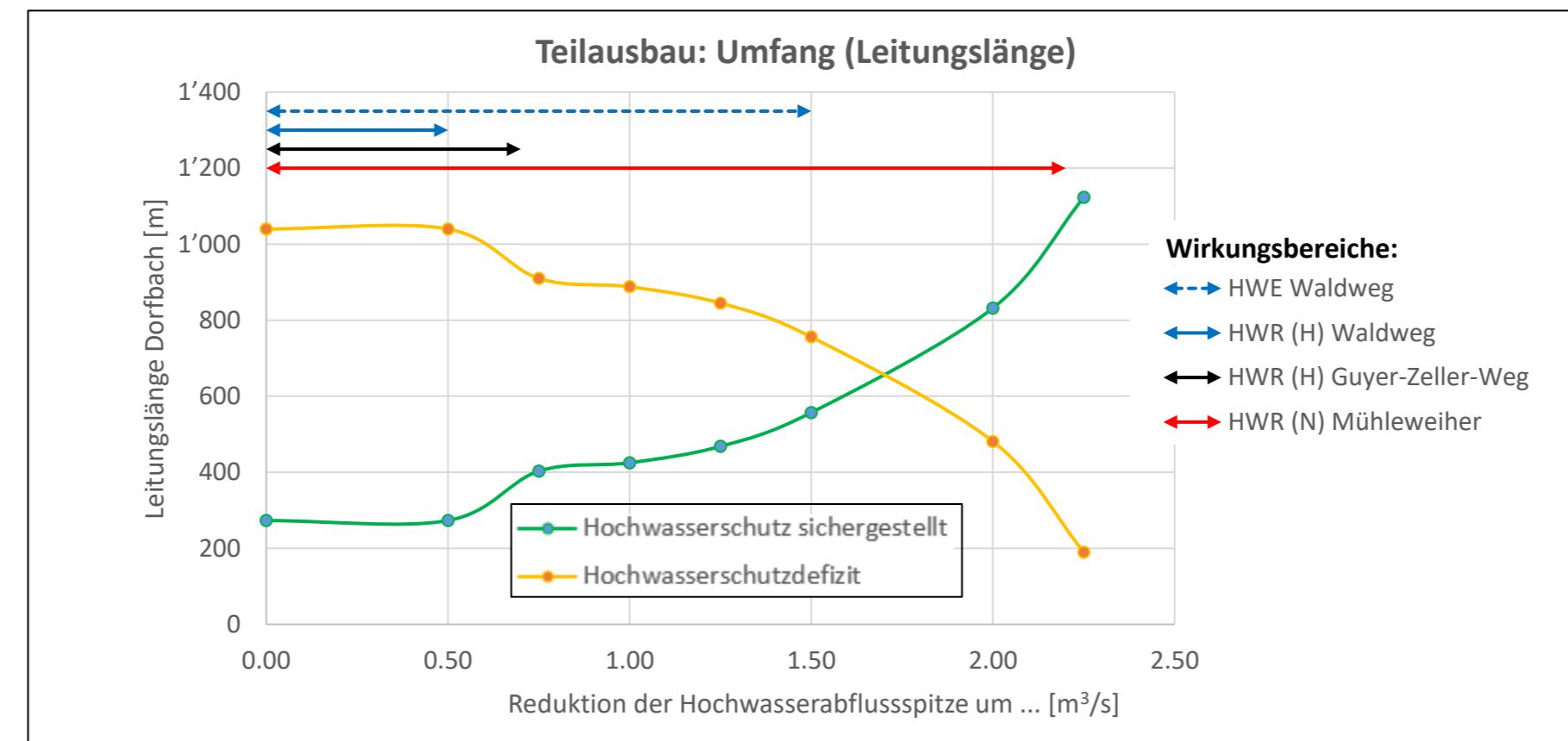
Legende											
kein Abflusskapazitätsdefizit HQ ₁₀₀ (Hochwasserschutz sichergestellt)											
Abflusskapazitätsdefizit HQ ₁₀₀ (Hochwasserschutzdefizit)											
graue Schrift Bereich Projekt Offenlegung Gemisbächli											
* Grundlagen aus: Schwachstellentabelle											

helper		vor Massnahmen		Hydrologie* Abflusskap.* Länge L (ca.)* Reduktion der Hochwasserabflussspitze um ... [m ³ /s]												
		Startschacht	Endschacht	HQ ₁₀₀	[m3/s]	[m]	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	2.25		
		-	-				0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	2.25		
Bereich 1	ab Krebsweiher	G2.7.E	G3.49	2.7	1.4	44	-1.30	-0.80	-0.55	-0.30	-0.05	0.20	0.70	0.95		
		G3.49	G3.52	2.7	1.3	45	-1.40	-0.90	-0.65	-0.40	-0.15	0.10	0.60	0.85		
		G3.52	G3.45.E	2.7	0.7	24	-2.00	-1.50	-1.25	-1.00	-0.75	-0.50	0.00	0.25		
Umgehungskanal		G3.45.E	G3.53	2.7	12.2	11	9.50	10.00	10.25	10.50	10.75	11.00	11.50	11.75		
		G3.53	G3.46	2.7	0.5	28	-2.20	-1.70	-1.45	-1.20	-0.95	-0.70	-0.20	0.05		
		G3.46	G3.48	2.7	0.5	140	-2.20	-1.70	-1.45	-1.20	-0.95	-0.70	-0.20	0.05		
		G3.48	G3.1.E	2.7	0.4	80	-2.30	-1.80	-1.55	-1.30	-1.05	-0.80	-0.30	-0.05		
ab Mühleweiher		G3.1.E	G3.18	2.7	0.8	42	-1.90	-1.40	-1.15	-0.90	-0.65	-0.40	0.10	0.35		
		G3.18	G3.19	2.7	0.6	66	-2.10	-1.60	-1.35	-1.10	-0.85	-0.60	-0.10	0.15		
		G3.19	vor G3.20	2.7	0.6	43	-2.10	-1.60	-1.35	-1.10	-0.85	-0.60	-0.10	0.15		
		vor G3.20	G3.20	2.7	0.5	8	-2.20	-1.70	-1.45	-1.20	-0.95	-0.70	-0.20	0.05		
		G3.20	Absturz	2.7	0.8	88	-1.90	-1.40	-1.15	-0.90	-0.65	-0.40	0.10	0.35		
		Absturz	Öffnung Gitter	2.7	4.7	21	2.00	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	4.00	4.25		
		Öffnung Gitter	G3.13	2.7	1.6	43	-1.10	-0.60	-0.35	-0.10	0.15	0.40	0.90	1.15		
		G3.13	G3.14	2.7	0.5	6	-2.20	-1.70	-1.45	-1.20	-0.95	-0.70	-0.20	0.05		
		G3.14	G3.42	2.7	0.4	26	-2.30	-1.80	-1.55	-1.30	-1.05	-0.80	-0.30	-0.05		
		G3.42	G3.15.SB	2.7	2.2	5	-0.50	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	1.75		
Zulauf Kraftwerk und SBR600		3.5	G3.15.SB	Ecke	2.7	4.1	11	1.40	1.90	2.15	2.40	2.65	2.90	3.40	3.65	
		3.5	Ecke	G3.50	2.7	1.7	22	-1.00	-0.50	-0.25	0.00	0.25	0.50	1.00	1.25	
		Zulauf SBR900	3.5	G3.50	nach Bahnunt'qu.	2.7	9.7	51	7.00	7.50	7.75	8.00	8.25	8.50	9.00	9.25
		4.0	nach Bahnunt'qu.	offenes Gerinne	4.4	9.6	20	5.20	5.70	5.95	6.20	6.45	6.70	7.20	7.45	
		4.0	offenes Gerinne	G3.21	4.4	4.5	35	0.10	0.60	0.85	1.10	1.35	1.60	2.10	2.35	
		Zulauf SBR700 und SBR600	4.0	G3.21	G3.22	4.4	5.1	58	0.70	1.20	1.45	1.70	1.95	2.20	2.70	2.95
			G3.22	G3.28	4.4	3.8	29	-0.60	-0.10	0.15	0.40	0.65	0.90	1.40	1.65	
			G3.28	Ecke	4.4	4	17	-0.40	0.10	0.35	0.60	0.85	1.10	1.60	1.85	
			Ecke	vor DL Kempttalstr	4.4	4.2	16	-0.20	0.30	0.55	0.80	1.05	1.30	1.80	2.05	
			vor DL Kempttalstr	G3.26	4.4	4.1	21	-0.30	0.20	0.45	0.70	0.95	1.20	1.70	1.95	
Zulauf Dorfbach		G3.26	G3.27	4.4	2.4	62	-2.00	-1.50	-1.25	-1.00	-0.75	-0.50	0.00	0.25		
		G3.27	Ecke	4.4	1.5	32	-2.90	-2.40	-2.15	-1.90	-1.65	-1.40	-0.90	-0.65		
		Ecke	G3.51	4.4	2.4	59	-2.00	-1.50	-1.25	-1.00	-0.75	-0.50	0.00	0.25		
		G3.51	G3.32	4.4	5.4	13	1.00	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	3.00	3.25		
		G3.32	G3.36	4.4	4.6	31	0.20	0.70	0.95	1.20	1.45	1.70	2.20	2.45		
		G3.36	G3.37	4.4	4.1	42	-0.30	0.20	0.45	0.70	0.95	1.20	1.70	1.95		
		G3.37	Mitte Seestrasse	4.4	4.5	6	0.10	0.60	0.85	1.10	1.35	1.60	2.10	2.35		
		Mitte Seestrasse	G3.39	4.4	5.9	16	1.50	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.50	3.75		
		G3.39	G3.41.A	4.4	1.6	52	-2.80	-2.30	-2.05	-1.80	-1.55	-1.30	-0.80	-0.55		

ÜBERSICHT Resultate

Auswirkung der Bauwerke (HWS-Varianten) auf Umfang Teilausbau

Schutzziel: HQ ₁₀₀	Reduktion der Abflussspitze um ... [m ³ /s]							
	0.00	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	2.25
Länge Hochwasserschutz sichergestellt [m]	273	273	403	425	468	557	832	1123.00
Länge mit Hochwasserschutzdefizit [m]	1'040	1'040	910	888	845	756	481	190.00



Beurteilung Wirkungsbereich der Hochwasserschutzvarianten

Randbedingungen der Beurteilung:

- HQ₁₀₀ abhängig von Lage im System:

Waldweg	2.0 m ³ /s
Guyer-Zeller-Weg	2.2 m ³ /s
Mühleweiher	2.7 m ³ /s

- Ein kompletter Rückhalt/Entlastung ist nicht möglich bzw. sinnvoll:
→ Reduktion der Hochwasserabflussspitze auf minimal (HWR Mühleweiher im Nebenschluss / Entlastungen):

0.5 m³/s

- Hochwaserrückhaltebecken im Hauptschluss sind (bei kleinen Schütz-Öffnungsquerschnitten) anfällig auf Verklausung.
→ Dämpfung (Drosselung) der Hochwasserabflussspitze auf minimal (unregulierter Schütz):

1.5 m³/s

Wirkungsbereiche:

Reduktion HW-Abflussspitze (rel. Angabe) [m³/s]

Varianten mit Teilausbau	min.	max.
HWE Waldweg	0	1.5
HWR (H) Waldweg	0	0.5
HWR (H) Guyer-Zeller-Weg	0	0.7
HWR (N) Mühleweiher	0	2.2

ANHANG 3

SITUATIONSANALYSE ÖKOLOGIE

SITUATIONSANALYSE ÖKOLOGIE

1. Situationsanalyse Inventare, Schutzgebiete und Lebensraum

Gewässer	Situationsanalyse						Gutachterliche Einschätzung aufgrund der Situationsanalyse Inventare + Schutzgebiete und Lebensraum		
	Lebens- raum ¹ [7]	Bundes-/ Kantonales Inventar [13],[14]	Kommunales Inventar [1]	Gewichtung Inventare + Schutz- gebiete (Bund > Kanton > Ge- meinde > nicht inven- tarisiert)	Inventare und Schutzge- biete: Ziele	Inventare und Schutzgebiete: Ziel- und Leitarten	Weiteres	Ökologischer Wert des Gewässers	Zielkonflikte und Gewichtung des Vorrangs bei den Zielen
Luppmen (Betrachtungsp- rimeter = gesam- tes Gewässer)	Untere Forel- lenregion (Metar- hithron)	Nein	Ja, Objekt-Nr. 315 [2]: Sehr langes, li- neares Vernetzungs- element, Habitat für Fische. Krebsge- wässer. Wertgebiet für Vögel der Fliess- gewässer.	Inventarisiert als kom- munales Natur- schutzobjekt.	Erhalt des naturnahen Wasserlaufs und der na- türlichen Ufer. Erhalt und Förderung günstiger Be- dingungen für Fische und Krebs sowie wasserge- bundene Vögel.	Steinkrebs (<i>Austropotamobius</i> <i>torrentium</i>), Bachforellen (<i>Salmo trutta fario</i>), Groppen (<i>Cottus gobio</i>), Schmerle (<i>Bar- batula barbatula</i>), Alet (<i>Squa- lius cephalus</i>)	Unregelmässige Was- serführung, zunehmend längere Abschnitte die austrocknen nach langen Trockenperioden. Ge- mäss Geoportal Kt. ZH ist der Abschnitt unter- halb der Ableitung des Wasserrechtskanal ein trockenfallendes Fisch- gewässer. Stellenweise hoher Naherholungs- druck.	Hoch: Das gesamte Fliessgewässer ist durch die kommunale Schutzver- ordnung geschützt. Aufgrund der Grösse des Lebensraums und der Qualität (gem. Objektblatt) handelt es sich um einen wertvollen Lebensraum. Das primäre Entwicklungsziel ist der Erhalt des Lebensraums (Qualität und Quantität) für die vorkommenden Arten. Aus diesem Grund wird der Wert als hoch eingestuft.	Der Erhalt der günstigen Bedingungen (Schutzziel) für die aquatische Fauna bedingt eine permanente Wasserfüh- rung (Fischgewässer, Nahrung was- sergebundene Vögel). Die Entwicklungsziele erfordern aus- schliesslich des Erhalts und keine zu- sätzlichen Revitalisierungsmassnah- men, der Lebensraum hat bereits eine sehr hohe Qualität. Der Erhalt der Le- bensraumqualität der Luppmen wird mit einer hohen Priorität gewichtet .
Weiherverbund									
Mühleweiher	Stehende Gewässer (Wasserlin- sengesell- schaft oder Schwimm- blattgesell- schaft) ²	Nein	Ja, Objekt-Nr. 209 [3]: Ökologisch be- dingt wertvoll, da schlecht vernetzt. Die Umgebung ist durch Hochstauden- fluren, dem kurzen offenen Fliessge- wässerabschnitt (Wasserrechtskanal) mit der angrenzen- den Waldfläche wertvoll.	Inventarisiert als kom- munales Natur- schutzobjekt.	Erhalt des Gewässers und der Umgebung. Um- gestaltungsmassnahmen für Amphibien (Ufer) und Ermöglichung einer ge- fahrlosen Amphibienwan- derung über die Strasse, Revitalisierung des Zu- flusses.	Blaupfeil (<i>Orthetrum sp.</i>), Spierstaude (<i>Filipendula ulma- ria</i>), Wiesen-Platterbse (<i>Lathyrus pratense</i>), Schlafte Segge (<i>Carex flacca</i>), Flaum- hafer (<i>Helictotrichon pube- scens</i>), Hornklee (<i>Lotus corni- culatus</i>), Zittergras (<i>Briza me- dia</i>), Wiesen-Pippau (<i>Crepis bi- ennis</i>), Wohlriechendes Ge- ruchsgras (<i>Anthoxanthum odo- ratum</i>), Fieder-Zwenke (<i>Brachypodium pinnatum</i>), Hopfenklee (<i>Medicago lupu- lina</i>), Kleiner Klappertopf (<i>Rhinanthus minor</i>), Wildrosen (<i>Rosa sp.</i>), Steife Segge (<i>Carex elata</i>).	Fischbesatz und steile Ufer mindert den ökolo- gischen Wert. Die Ver- netzung ist durch die Strasse und die Wohn- bauten beeinträchtigt. Nutzungskonflikte mit dem Naturschutz (Klein- wasserkraft, Hochwas- terschutz, Freizeit, Neo- phyten -> Wasserpest). Der Damm des Weiher ist undicht.	Gering: Der Weiher und die Um- gebung sind durch die kommunale Schutzverordnung geschützt. Das Ge- wässer wird aufgrund der Gestaltungs- art mit geringem ökologischem Wert eingestuft. Zudem ist die Vernetzung mit der Umgebung schlecht. Die Um- gebung des Gewässers ist durch un- terschiedliche Lebensraumtypen (Wald, Fliessgewässer, Hochstauden- flur) auf geringer Fläche wertvoll.	Das Schutzziel ist der Erhalt des Ge- wässers. Die Lebensraumqualität des Steh- und Fliessgewässers ist gering. Die Entwicklungsziele sehen zwar eine Erhöhung der Lebensraumqualität vor und das Potenzial ist nicht vollumfäng- lich ausgeschöpft. Um das Potenzial der Lebensräume auszuschöpfen sind noch diverse Aufwertungsmassnah- men sowie eine angemessene und re- gelmässige Pflege des Stillgewässers notwendig. Die Ziele für dieses Objekt sind bei einem Zielkonflikt bei der Wasserführung anderen Entwicklungs- zielen unterzuordnen und wird mit ei- ner mittleren Priorität gewichtet .

¹ Da keine Erhebungen gemacht wurden, beschränkt sich die Auflistung auf die Gewässer und die Uferbereiche mit ihrer Vegetation mussten aufgrund fehlender Daten weggelassen werden, obwohl diese zu einem vollständigeren Bild der Quantität und Qualität der Lebensräume, die basierend auf Pflanzengesellschaften typisiert werden, beitragen würden.

² Annahmen aufgrund des Gewässertyps; da keine Erhebungen gemacht wurden und auch keine entsprechenden Daten vorliegen.

Gewässer	Lebensraum ¹ [7]	Bundes-/Kantonales Inventar [13],[14]	Kommunales Inventar [1]	Gewichtung Inventare + Schutzgebiete (Bund > Kanton > Gemeinde > nicht inventarisiert)	Inventare und Schutzgebiete: Ziele	Inventare und Schutzgebiete: Ziel- und Leitarten	Weiteres	Ökologischer Wert des Gewässers	Zielkonflikte und Gewichtung des Vorrangs bei den Zielen
Krebsweiher	Stehende Gewässer (Wasserliniensgesellschaft oder Schwimmbattgesellschaft) ⁴	Nein	Ja, Objekt-Nr. 210 [4] Zwei wichtige Amphibiengewässer, angrenzender Wald mit Auenwald-Charakter, Nähe zu naturnahen Lebensräumen, die unmittelbare Umgebung ist jedoch durch Straßen und Infrastrukturen naturfern. Schilfgürtel, jedoch wenig Raum für naturnahe Ufervegetation.	Inventarisiert als kommunales Naturschutzobjekt.	Offthalten des Gewässers, möglichst naturnahe Umgebungsgestaltung, ausreichend Wasser in den Steh- und Fließgewässern. Förderung eines Erlen-Bruchwaldes (Entwicklungsziel Wald). Be- sicherlenkung.	Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>), Grasfrosch (<i>Rana temporaria</i>). Frühere Beobachtungen: Geburtshelferkröte (<i>Alytes obstetricans</i>), Wasserfrosch-Komplex.	Wasserzuflussregulierung (Gemisbächli) und Umgebung für Amphibien nicht ideal. Hoher Erholungsdruck. Pflege stellenweise zu intensiv, Verlandung des kleinen Weihs.	Mittel: Die Weiher und die Umgebung sind durch die kommunale Schutzverordnung geschützt. Bei den Weihern handelt es sich um Amphibiengewässer mit einer vielfältigen Umgebung. Die Lebensraumqualität wird aufgrund der Weihergestaltung und der Umgebung als mittel eingestuft, da die Uferbereich wenig Raum für eine standorttypische Vegetation zu lassen und die Umgebung zu intensiv gepflegt wird. Bedarf Anpassung Pflege und Lenkung der Naherholung.	Das Schutzziel ist der Erhalt des Gewässers bzw. beider Gewässer und die Verhinderung einer Verlandung. Die Entwicklungsziele sehen eine Verbesserung der Lebensraumqualität vor und das Potenzial für einen hochwertigen, vielfältigen Lebensraum besteht. Es sind jedoch noch Aufwertungsmaßnahmen notwendig, um die Entwicklungsziele zu erreichen. Bei einem Zielkonflikt bei der Wasserführung wird der Erhalt und die Aufwertung des Gebiets mit einer hohen Priorität gewichtet .
Wasserrechtskanal	Untere Forellenregion (Metarhithron)	Nein	Ein Teil des Wasserrechtskanal befindet sich im Perimeter des Objekts-Nr. 210 [4]: Der Wasserrechtskanal ist Teil der vielfältigen Umgebung mit Ufervegetation. Auf die Fließgewässer wird jedoch nicht näher eingegangen.	Teilweise inventarisiert als kommunales Naturschutzobjekt, da die Umgebung der beiden Weiher inventarisiert wurde.	Offthalten des Gewässers, möglichst naturnahe Umgebungsgestaltung, ausreichend Wasser in den Steh- und Fließgewässern. Förderung eines Erlen-Bruchwaldes (Entwicklungsziel Wald). Be- sicherlenkung.	Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>), Grasfrosch (<i>Rana temporaria</i>). Frühere Beobachtungen: Geburtshelferkröte (<i>Alytes obstetricans</i>), Wasserfrosch-Komplex.	Der Perimeter des Objekts-Nr. 210 endet östlich mit der Parzellengrenze, aus diesem Grund sind die beiden Fließgewässer (Wasserrechtskanal, Gemisbächli) nur teilweise durch die Schutzverordnung abgedeckt. Diese gilt primär den beiden Stehgewässern.	Mittel: Der Wasserrechtskanal ist teilweise durch die kommunale Schutzverordnung geschützt, da er zur Umgebung des Krebsweiher zählt. Der Lebensraum ist naturnah und gut vernetzt. Der Wasserrechtskanal weist eine Ufervegetation auf und ist überwiegend unverbaut. Ob beim Wasserrechtskanal Aufwertungsbedarf besteht, ist unbekannt. [8].	Das Schutzziel umfasst den Erhalt der Umgebung der Weiher, dazu zählt auch ein Teil des Wasserrechtskanal. Er trägt zu einer vielfältigen Umgebung bei und ist für das Entwicklungsziel "den Waldbestand in Richtung Erlen-Bruchwald" zu entwickeln von Bedeutung. Bei der Auswahl der typischen oder besonderen Arten sind jedoch überwiegend Stehgewässer-Arten genannt. Aus diesen Gründen Grund sind die Ziele für dieses Objekt sind bei einem Zielkonflikt bzgl. der Wasserführung anderen Entwicklungszielen unterzuordnen und wird mit einer geringen Priorität gewichtet
Pfäffikersee	Stehende Gewässer mit Schwimmbattgesellschaft, Röhricht, Gross- und Kleinsseggenried, Hochstaudenflur, Pfeifengraswiese, Hochwiese, Hoch- und Zwischenmoor [12]	Ja	Nein	Inventarisiert als Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN), Moorlandschaften von nationaler Bedeutung, Hochmoor-Inventar nationaler Bedeutung, Smaragd-Gebiet, Inventar der Wasser- und Zugvogelreservate.	Diverse: u.a Schonung natürlicher Ressourcen, Sicherung der Biodiversität der Schweiz, ungeschmälerte Erhaltung aller Moorbiotope, Erhaltung und Förderung der standortheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer ökologischen Grundlagen sowie die Erhaltung der geomorphologischen Einheiten, ...	Diverse Arten der Roten Liste (Vögel, Libellen, Amphibien), gefährdete und geschützte Lebensräume		Hoch: Der Pfäffikersee beherbergt eine Vielzahl seltener und gefährdeter Lebensräume und Arten und ist daher von hoher Bedeutung für die Biodiversität der Schweiz. Aus diesem Grund befindet sich der See oder Teile des Sees in unterschiedlichen Bundesinventaren und geniesst dementsprechend einen hohen Schutz.	Für den Pfäffikersee gelten aufgrund der Inventarisierung in unterschiedlichen Bundesinventaren viele Schutzziele. Die Ziele umfassen u.a. den ungeschmälerten Erhalt. Aufgrund der hohen Bedeutung des Pfäffikersees für die Schweizer Natur und Landschaft wird bei einem Zielkonflikt, betreffend der Wasserführung, dem Pfäffikersee mit der höchsten Priorität gewichtet .

2. Situationsanalyse Arten

Gewässer	Situationsanalyse					Gutachterliche Einschätzung aufgrund der Situationsanalyse Arten	
	Art ³	Rote-Liste Status (RE, CR, EN, VU, NT, LC)	National Prioritäre Arten (Priorität 1 bis 4)	Schutzstatus (NHV, JSV, VBGF)	Lebensraumbindung ("Ziel-Lebensraum") ⁴	Bedeutung der Art	Ökologischer Wert des Gewässers aufgrund Artenvorkommen
Luppmen (Betrachtungsperimeter = gesamtes Gewässer)	Atlantische Bachforelle (<i>Salmo trutta s.l.</i>) [5]	NT	4	VBGF	Hoch ; permanent im Wasser lebend und ausschliesslich an die aquatische Lebensweise angepasst.	Mittel	
	Steinkrebs (<i>Austropotamobius torrentium</i>) [5]	EN	3	VBGF	Hoch ; permanent im Wasser lebend und ausschliesslich an die aquatische Lebensweise angepasst.	Hoch	Durch das Vorkommen des gefährdeten Steinkrebses hat das Gewässer einen hohen ökologischen Wert . Zudem kommen zwei gefährdete bzw. potenziell gefährdete Arten vor, die strikt auf diesen Lebensraumtyp angepasst sind. Weitere kantonal prioritäre Arten profitieren von diesem Lebensraum. Für eine umfassende Beurteilung ist die Datengrundlage jedoch unzureichend und aktuelle Erhebungen wären bei einer Konkretisierung der Planung notwendig.
	Hirschzungen (<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman) [6]	LC	K	NHV	Gering ; die Art ist an feuchte Böden angepasst und kommt in Schattigen Kalkfelsfluren vor und ist eine Charakterart des Ahorn-Schluchtwaldes.	Gering	
	Märzenglöcken (<i>Leucojum vernum</i> L.) [6]	LC	K	-	Mittel ; die Art ist an feuchte Böden mit mässig wechselnder Feuchtigkeit angepasst und ist eine Art des Ahorn-Schluchtwaldes und des Hartholz-Auenwaldes, jedoch weniger strikt an diese Lebensräume gebunden.	Gering	
	Nestwurz (<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.) [6]	LC	K; vollständig geschützt	NHV	Gering ; die Art ist an mässig feuchte Böden angepasst und eine Art des Orchideen-Buchenwaldes.	Gering	
Weiherverbund							
Mühleweiher	Edelkrebs (<i>Astacus astacus</i>) [5]	VU	3	VBGF	Hoch ; permanent im Wasser lebend und ausschliesslich an die aquatische Lebensweise angepasst.	Mittel	Durch das Vorkommen des als verletzlich eingestuften Edelkrebses, der an diesen Lebensraumtyp gebunden ist, wird dem Gewässer ein hoher ökologische Wert zugesprochen. Grundsätzlich können kleine Stillgewässer eine hohe Artenvielfalt beherbergen. Das Lebensraumpotenzial ist vermutlich nicht ausgeschöpft. Für eine umfassende Beurteilung ist die Datengrundlage jedoch unzureichend und aktuelle Erhebungen wären bei einer Konkretisierung der Planung notwendig.
Krebsweiher	Edelkrebs (<i>Astacus astacus</i>) [5]	VU	3	VBGF	Hoch ; permanent im Wasser lebend und ausschliesslich an die aquatische Lebensweise angepasst.	Mittel	Durch das Vorkommen des Edelkrebses und zwei Amphibienarten, die alle an diesen Lebensraumtyp angepasst sind, hat das Gewässer einen hohen ökologischen Wert .
	Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>) [5]	LC	4	NHV	Hoch ; die Fortpflanzung der Art ist von aquatischen Lebensräumen abhängig, das Larvenstadium ist strikt an die aquatische Lebensweise gebunden	Mittel	Grundsätzlich können kleine Stillgewässer eine hohe Artenvielfalt beherbergen. Das Lebensraumpotenzial ist vermutlich nicht ausgeschöpft. Die Vernetzung zu anderen wertvollen Gebieten fehlt. Für eine umfassende Beurteilung ist die Datengrundlage jedoch unzureichend und aktuelle Erhebungen wären bei einer Konkretisierung der Planung notwendig.
	Grasfrosch (<i>Rana temporaria</i>) [5]	LC	-	NHV	Hoch ; die Fortpflanzung der Art ist von aquatischen Lebensräumen abhängig, das Larvenstadium ist strikt an die aquatische Lebensweise gebunden	Mittel	
Wasserrechtskanal	Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>) [6]	LC	K; teilweise geschützt	-	Mittel ; die Art ist an nasse Böden mit einer stark wechselnden Feuchtigkeit angepasst. Sie ist eine Art des Erlen-Bruchwaldes, der Hartholz-Auenwaldes und des Moor-Weidengebüsches, jedoch weniger strikt an diese Lebensräume gebunden.	Gering	Aufgrund der gemeldeten Vorkommen wird dem Gewässer ein mittlerer ökologischer Wert zugesprochen. Für eine umfassende Beurteilung ist die Datengrundlage jedoch unzureichend und aktuelle Erhebungen wären bei einer Konkretisierung der Planung notwendig.

³ Datenbankeinträge oder Aufnahmen, die nicht älter als 10 Jahre alt sind (ab 2014 - heute).

⁴ Die Einschätzung erfolgte durch die HOLINGER AG (Biologin). Es wurden keine Experten der jeweiligen Artengruppe für die Einschätzung konsultiert, aus diesem Grund könnte die Expertenmeinung von dieser Einschätzung abweichen.

Gewässer	Art ³	Rote-Liste Status (RE, CR, EN, VU, NT, LC)	National Prioritäre Arten (Priorität 1 bis 4)	Schutzstatus (NHV, JSV, VBGF)	Lebensraumbindung ("Ziel-Lebensraum") ⁴	Bedeutung der Art	Ökologischer Wert des Gewässers aufgrund Artenvorkommen
	Amphibienarten Beispiel: Europäischer Laubfrosch (<i>Hyla arborea</i>) [5]	VU	3	NHV	Hoch ; die Fortpflanzung der Art ist von aquatischen Lebensräumen abhängig, das Larvenstadium ist strikt an die aquatische Lebensweise gebunden.	Mittel	
	Libellenarten Beispiel: Grosse Moosjungfer (<i>Leucorrhinia pectoralis</i>) [5]	EN	2	NHV	Hoch ; die Fortpflanzung der Art ist von aquatischen Lebensräumen abhängig, das Larvenstadium ist strikt an die aquatische Lebensweise gebunden.	Hoch	
Pfäffikersee ⁵	Vogelarten Beispiel: Kiebitz (<i>Vanellus vanellus</i>)	EN	1	JSV	Mittel ; Hohe Bindung der Art an Feuchtgebiet und offenen Landschaften.	Hoch	Aufgrund der hohen Artenvorkommen seltener und gefährdeter Arten hat der Pfäffikersee einen ausserordentlich hohen ökologischen Wert .
	Wasserpflanzen Mittlerer Wasserschlauch (<i>Utricularia intermedia</i>) [6], [12]	CR	1		Hoch ; wächst in der Regel untergetaucht.	Hoch	

⁵ Für den Pfäffikersee wurde nur eine sehr kleine Auswahl der vorkommenden getroffen, da der See eine sehr hohe Artenvielfalt mit viele seltenen und gefährdeten beherbergt. Die Arten sollen die Qualität des Lebensraums vereinfacht aufzeigen.

2.1. Datengrundlage

Die Datengrundlage für eine abschliessende Beurteilung aufgrund der Arten ist unzureichend. Für die Beurteilung sind aktuelle Daten zu den vorkommenden Arten notwendig. Für die Gewässertypen werden folgende Erhebungen der Artenvorkommen vorgeschlagen:

- Fließgewässer (Luppnen, Wasserrechtskanal): Fische, Makroinvertebraten, Krebse, Ufervegetation
- Weiher (Mühleweiher, Krebsweiher): Amphibien, Krebse, Makroinvertebraten Fokus Libellen, Ufer- und Unterwasservegetation

2.2. Ermittlung Bedeutung der Art

A) Punkte pro Kriterium der Situationsanalyse

RL-Status	Punkte
LC	6
NT	5
VU	4
EN	3
CR	2
EX /RE	1

Max. Punkte: 15

Min. Punkte: 2

Priorität	Punkte
Keine	6
K	5
4	4
3	3
2	2
1	1

Schutzstatus	Punkte
Nein	1
Ja	0

Lebensraumbindung	Punkte
Gering	2
Mittel	1
Hoch	0

B) Einstufung Bedeutung der Art / Summe der Punkte

Punkte	Bedeutung der Art
< 7	hoch
7 – 11	mittel
> 11	gering

3. Gewässerqualität

Gewässer	Situationsanalyse					Gutachterliche Einschätzung aufgrund der Situationsanalyse Gewässerqualität	
	Wassertemperatur	Wasserführung	Chemische Wasserqualität	Biologische Wasserqualität	Gewässermorphologie [18]	Beurteilung der Gewässerqualität	Ökologischer Wert des Gewässers aufgrund der Gewässerqualität
Luppen	Keine Daten.	Q _{mittel} : 0.2 m ³ /s Q ₃₄₇ : 0.04 m ³ /s [9]	<u>Nährstoffe</u> (2021) [9]: Qualitätsziele bei allen Parametern bis auf DOC erreicht. <u>Sediment</u> (2021) [9]: Qualitätsziele bei allen Parametern bis auf Kolmation erreicht.	Biologie [9]: Qualitätsziele bei allen Parametern bis auf Wirlbellose SPEAR erreicht. Der SPEAR-Index gibt den ökologischen Effekt der Belastung mit Pestiziden mit insektizider Wirkung an.	Naturnah und wenig beeinträchtigt. Daher gute Vernetzung zwischen Wasser- und Land-Lebensraum.	Die Qualitätsziele werden bei fast allen Parametern (Gewässergüte und -struktur) erreicht. Die Gewässerqualität ist gut bis sehr gut.	Der Wert des Gewässers wird aufgrund der Gewässerqualität als hoch eingestuft. Eine Verschlechterung der Gewässerqualität sollte verhindert werden.
Weiherverbund							
Mühleweiher	Keine Daten.	Keine Daten.	Keine Daten.	Keine Daten.	Künstlicher Weiher mit steilen Ufern. Keine Flachwasserzone. Daher schlechte Vernetzung zwischen Wasser- und Land-Lebensraum.	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über die Gewässerqualität gemacht werden.	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über den ökologischen Wert aufgrund Gewässerqualität gemacht werden.
Krebsiweiher	Keine Daten.	Keine Daten.	Keine Daten.	Keine Daten.	Zwei künstliche Weiher mit wenig Raum für natürliche Ufervegetation. Gemäß Fotos kaum flache Ufer und keine Flachwasserzone [8]. Daher schlechte Vernetzung zwischen Wasser- und Land-Lebensraum.	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über die Gewässerqualität gemacht werden.	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über den ökologischen Wert aufgrund Gewässerqualität gemacht werden.
Wasserrechtskanal	Keine Daten.	Keine Daten.	Da es sich beim Wasserrechtskanal um das Wasser der Luppen handelt, können die Daten der Nährstoffe übertragen werden: <u>Nährstoffe</u> (2021) [9]: Qualitätsziele bei allen Parametern bis auf DOC erreicht.	Keine Daten.	Vermutlich wenig beeinträchtig (Abschätzung anhand der Fotos [8]). Daher gute Vernetzung zwischen Wasser- und Land-Lebensraum.	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über die Gewässerqualität gemacht werden.	Aufgrund der fehlenden Daten kann keine Aussage über den ökologischen Wert aufgrund Gewässerqualität gemacht werden.
Pfäffikersee	Oberflächentemperatur 0.3 m (2023) 4.8°C bis 24.2°C [15]	Seeabfluss Q _{mittel} : 860 l/s Q ₃₄₇ : 77 l/s [15]	<u>Phosphor</u> : Die Phosphorkonzentration erfüllt die Zielvorgabe (0.025 mg Ptot/l) <u>Sauerstoff</u> : Die Anforderungen für Sauerstoff kann noch nicht eingehalten werden. <u>Stickstoff</u> : Die Stickstoffkonzentrationen haben in den letzten 35 Jahren deutlich abgenommen, kurzzeitig kann es immer noch zu einem Anstieg der Konzentrationen kommen. [15]	<u>Phytoplankton</u> : Die Algenbiomasse ist wie die Phosphatkonzentration zurückgegangen. Auch bei tiefen P-Werten, die jedoch immer noch über den natürlichen Werten liegen, kann im Frühjahr zu einem starken Algenwachstum kommen. [16] <u>Zooplankton</u> : Die Reduktion der Algenbiomasse führt seit 1995 auch zu einem Rückgang beim Zooplankton. Im Frühling und Herbst ist die Zooplankton Biomasse seit 2011 im Vergleich zur Vorperiode nochmals zurückgegangen.[17]	Die Ökomorphologie des Seeufers ist überwiegend als naturnah klassiert. Dementsprechend besteht eine gute Vernetzung zwischen Wasser- und Landlebensräumen und mit dem Hinterland.	Die Qualitätsziele werden bei fast allen Parametern (Gewässergüte und -struktur) erreicht. Bei der Sauerstoffkonzentration werden die gesetzlichen Anforderungen nicht eingehalten. Sauerstoffdefizite in der Tiefe wirkt sich negativ auf die Lebensgemeinschaften in den tieferen Wasserschichten aus.	Der Wert des Gewässers wird aufgrund der Gewässerqualität als hoch eingestuft. Eine Verschlechterung der Gewässerqualität sollte verhindert werden.

4. Weitere Informationen und Abklärungen

- Luppmen: Fließgewässer der Oberen Forellenregion, entsprechend kommen die Begleitarten der Bachforelle in dem Gewässer vor bspw. Gruppen. Das Gewässer trocknet vermutlich aufgrund der durchlässigen Gewässersohle aus. Die Krebsvorkommen sind gehäuft unterhalb des eingestauten Tobelweihers, vermutlich aufgrund des reduzierten Geschiebetriebs [10].
- Wasserrechtskanal: Kein typisches Fischgewässer, jedoch durchgängig zur Luppmen, daher auch Fisch- und Krebsvorkommen im Gewässer [10].
- Gemisbächliweiher: Von den drei Weihern hat dieser Weiher für die Amphibien die grösste Bedeutung. Während der Laichzeit wird das Wasser auch aus dem Wasserrechtskanal eingestaут, damit ausreichend Wasser im Gemisbächliweiher vorhanden ist. Dieser befindet sich in einem Verlandungsprozess und das kann u.a. ursächlich für die fehlenden offenen Wasserflächen für die Amphibien sein. In den anderen Weihern werden ab und zu Laichballen gefunden [11].

5. Zusammenfassung

Gewässer	Ökologischer Wert des Gewässers aufgrund Inventare, Schutzgebiete und Lebensräume	Zielkonflikte und Gewichtung des Vorrangs bei den Zielen	Ökologischer Wert des Gewässers aufgrund Artenvorkommen	Ökologischer Wert des Gewässers aufgrund der Gewässerqualität	Zusammenfassung Ökologischer Wert	Gewichtung des Vorrangs bei den Zielen
Luppmen	Hoch	Hohe Priorität	Hoher ökologischer Wert	Hoher ökologischer Wert	Hoher ökologischer Wert	Hohe Priorität
Mühleweiher	Gering	Mittlere Priorität	Hoher ökologischer Wert	Keine Beurteilung	Mittlerer ökologischer Wert	Mittlere Priorität
Krebsiweiher	Mittel	Hohe Priorität	Hoher ökologischer Wert	Keine Beurteilung	Hoher ökologischer Wert	Hohe Priorität
Wasserrechtskanal	Mittel	Geringe Priorität	Mittlerer ökologischer Wert	Keine Beurteilung	Mittlerer ökologischer Wert	Geringe Priorität
Pfäffikersee	Hoch	Höchste Priorität	Hoher ökologischer Wert	Hoher ökologischer Wert	Hoher ökologischer Wert	Höchste Priorität

Legende:

Wert	Priorität
Höchster Wert	Höchste Priorität
Hoher Wert	Hohe Priorität
Mittlerer Wert	Mittlere Priorität
Geringer Wert	Geringe Priorität
Keine Beurteilung	Keine Beurteilung

6. Quellen

- [1] Verordnung über die Natur- und Landschaftsschutzobjekte von kommunaler Bedeutung, 19.03.2024
- [2] Objektblatt Nr. 315, Luppmen, Objektblätter zu den Schutzobjekten, Aufnahmedatum 27. Juni 2018
- [3] Objektblatt Nr. 209, Mühleweiher, Objektblätter zu den Schutzobjekten, Aufnahmedatum 10. Oktober 2017
- [4] Objektblatt Nr. 210, Krebsiweiher, Objektblätter zu den Schutzobjekten, Aufnahmedatum 27. September 2017
- [5] InfoFauna Datenbankabfrage, geschützte und gefährdete Arten, 04. April 2024
- [6] InfoFlora Datenbankabfrage, geschützte und gefährdete Arten, 04. April 2024
- [7] Typisierung der Lebensräume TypoCH nach Delarze; [Vollständige Auflistung TypoCH \(infoflora.ch\)](#), abgerufen am 15.04.2024
- [8] Fotos Gewässerbegehung 28.09.2023
- [9] Datenblatt Stelle 198: Luppmen nach ARA Hittnau, Gewässermonitoring Kanton ZH
- [10] Auskunft kantonaler Fischereiaufseher, pers. Kommunikation, 17.04.2024
- [11] Auskunft NVV Pfäffikon, pers. Kommunikation, 23.04.2024
- [12] Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich NGZH 218. Stück|2016
- [13] Geoportal Kanton ZH; Bundesinventare, abgerufen am 24.05.2024
- [14] Geoportal Kanton ZH, Kantonales Inventar der Landschaftsschutzobjekte, abgerufen am 24.05.2024
- [15] [Datenblatt Pfäffikersee](#), Gewässermonitoring Kanton ZH
- [16] Datenblatt Pfäffikersee, [Entwicklung der Algenbiomasse und des Chlorophyllgehaltes](#), Gewässermonitoring Kanton ZH
- [17] Datenblatt Pfäffikersee, [Entwicklung der Zooplanktonbiomasse](#), Gewässermonitoring Kanton ZH
- [18] Geoportal Geoportal Kanton ZH, Gewässer-Ökomorphologie, abgerufen am 24.05.2024