

Schwall / Sunk am Alpenrhein

**D6: Quantitative Analyse von Schwall / Sunk-Ganglinien für
unterschiedliche Anforderungsprofile**

Ergebnisse Habitatmodellierung, Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Balzers, am 07.11.2012



Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA)



Abflüsse Modellierung

- Niederwasserabfluss im Winter
- aktuellen Situation (AP 0)
- + fünf unterschiedlich stark gedämpfte Schwall/Sunk-Tagesganglinien (AP 1 - 4a)

Referenzzustand (nur Mastrils)

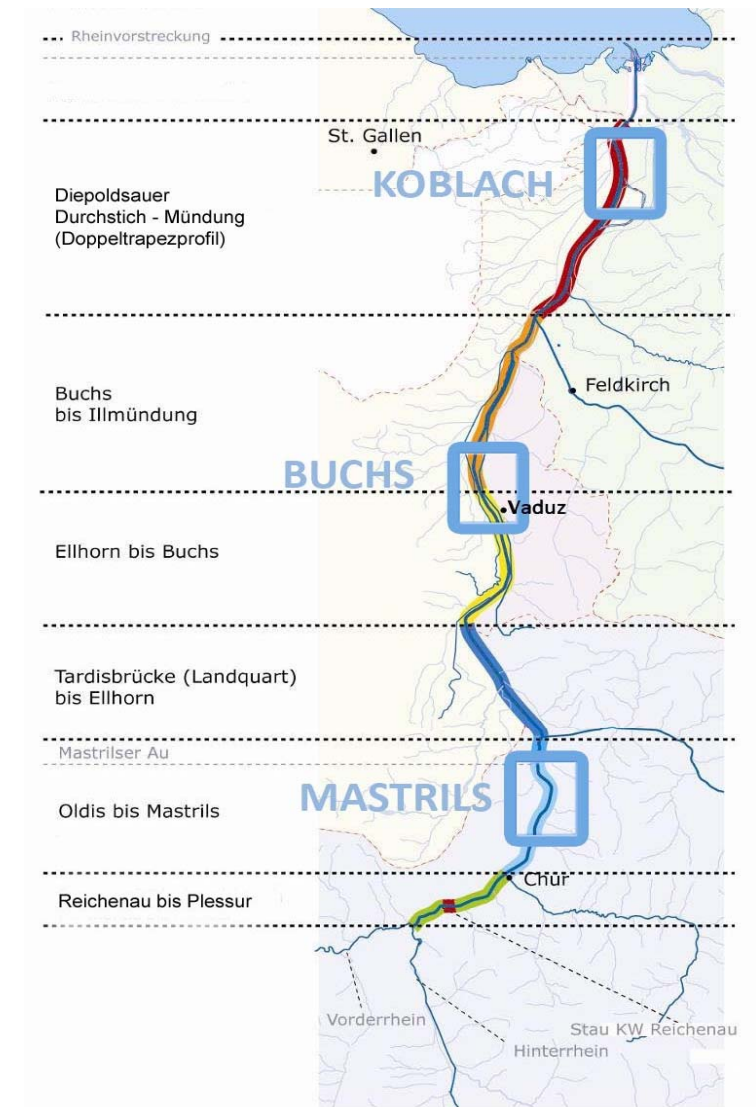
Zustand vor Speichererrichtung mit natürlicher Morphologie (AP 0a)

mittlere Abfluss in den Monaten November bis März (1899-1953)

= 41,2 m³/s

Gefährdungen durch Winterhochwässer oder Schneeschmelze berücksichtigt durch ein
HQ2 = 105 m³/s





- Erhöhte Abflüsse im Sommerhalbjahr
- Winterhalbjahr geprägt durch oft lange andauernde Niederwasserabflüsse
Nur seltene Unterbrechung durch erhöhte Abflüsse

Winterliche Niederwasserphase

- Wesentliche Rolle aus gewässerökologischer Sicht
 - für Organismen eine entscheidende Entwicklungsperiode -
Makrozoobenthos und Fischfauna
- Natürlicherweise kaum Geschiebetrieb
- „Klarwasserphasen“



Unregulierter Alpenrhein

Aufzweigungen in Haupt und Seitenarme, Kiesbänke, Nebenarme, Altarme, Augewässer

Hyporhithral (Äschenregion) – Unterlauf Übergang
Barbenregion (Epipotamal)

Historisch 28 Fischarten und 1 Neunaugenart

Leitarten

- Bach-/Seeforelle - Äsche - Koppe - Strömer



Aktuelle Situation

Fischfauna

Biomasse unter 10 kg/ha (Eberstaller et al., 2005)

Dreimal so hohe Werte in naturnahen Abschnitten wie Mastrilser Auen

Abschnittsname	Fischökologische Bewertung			
	EK Alpenrhein	FIA Österreich	Modul F Schweiz	FIBS Deutschl.
Reichenau-Plessur	4,0	5,0	3,0	5,0
Oldis- Mastrils (mit M. Auen)	3,0	5,0	3,0	5,0
Landquart-Ellhorn	4,0	5,0	3,0	5,0
Ellhorn-Buchs	5,0	5,0	4,0	5,0
Buchs-III	5,0	5,0	4,0	5,0
Diepoldsau (Doppeltrapez)	5,0	5,0	4,0	4,0

MZB

Schon ursprünglich wenige Arten

qualitative (bei der Artenvielfalt) als auch quantitative Defizite (bei der Häufigkeit und Biomasse)

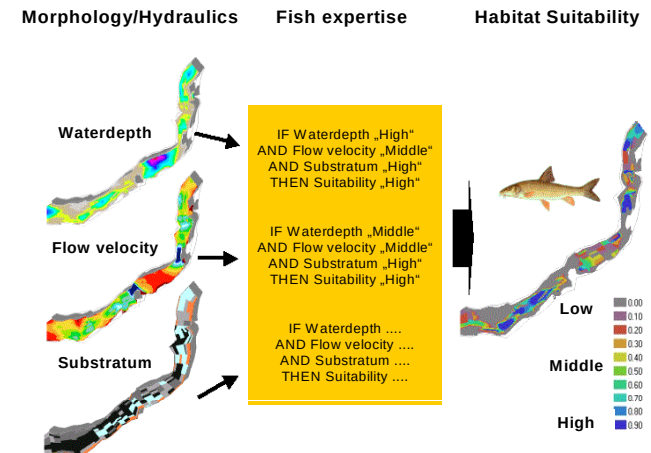


Laichhabitate - Ergebnisse



Basiseignung Laichplätze Forelle

Fuzzy-Regel basierter Ansatz
mit Kolmation



WENN Fließgeschwindigkeit MITTEL (HOCH, GERING, SEHR GERING)

UND Wassertiefe MITTEL (HOCH, GERING)

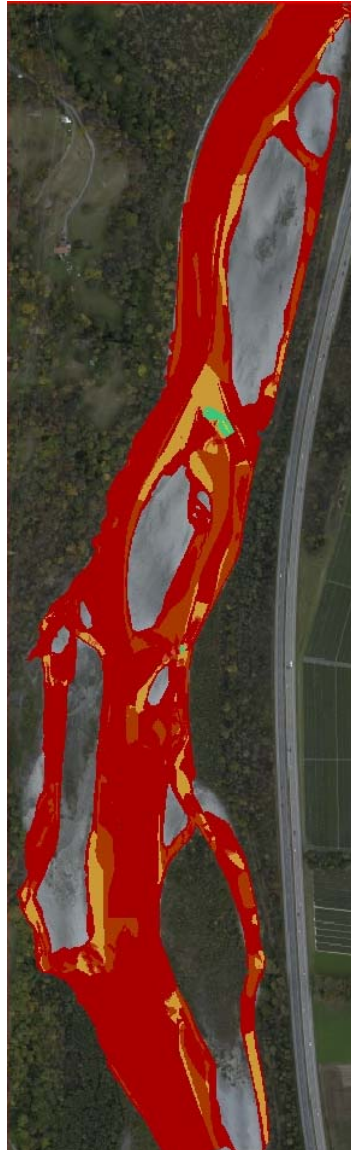
UND Substratgröße MITTEL (HOCH, GERING)

UND Kolmation GERING (MITTEL, HOCH)

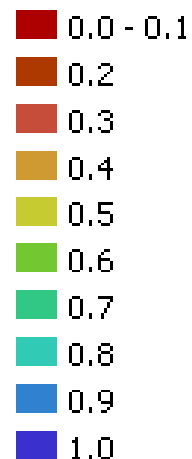
DANN Laichplatzeignung SEHR HOCH (HOCH, MITTEL, GERING)



Integrierte Eignung Laichplätze Forelle



HSI



Aus der Berechnung der Eignungen für alle Abflüsse wird der größte Werte pro Element ausgewählt

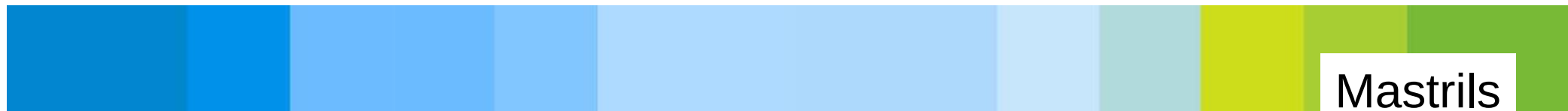
→ Integrierte Eignung

Warum?

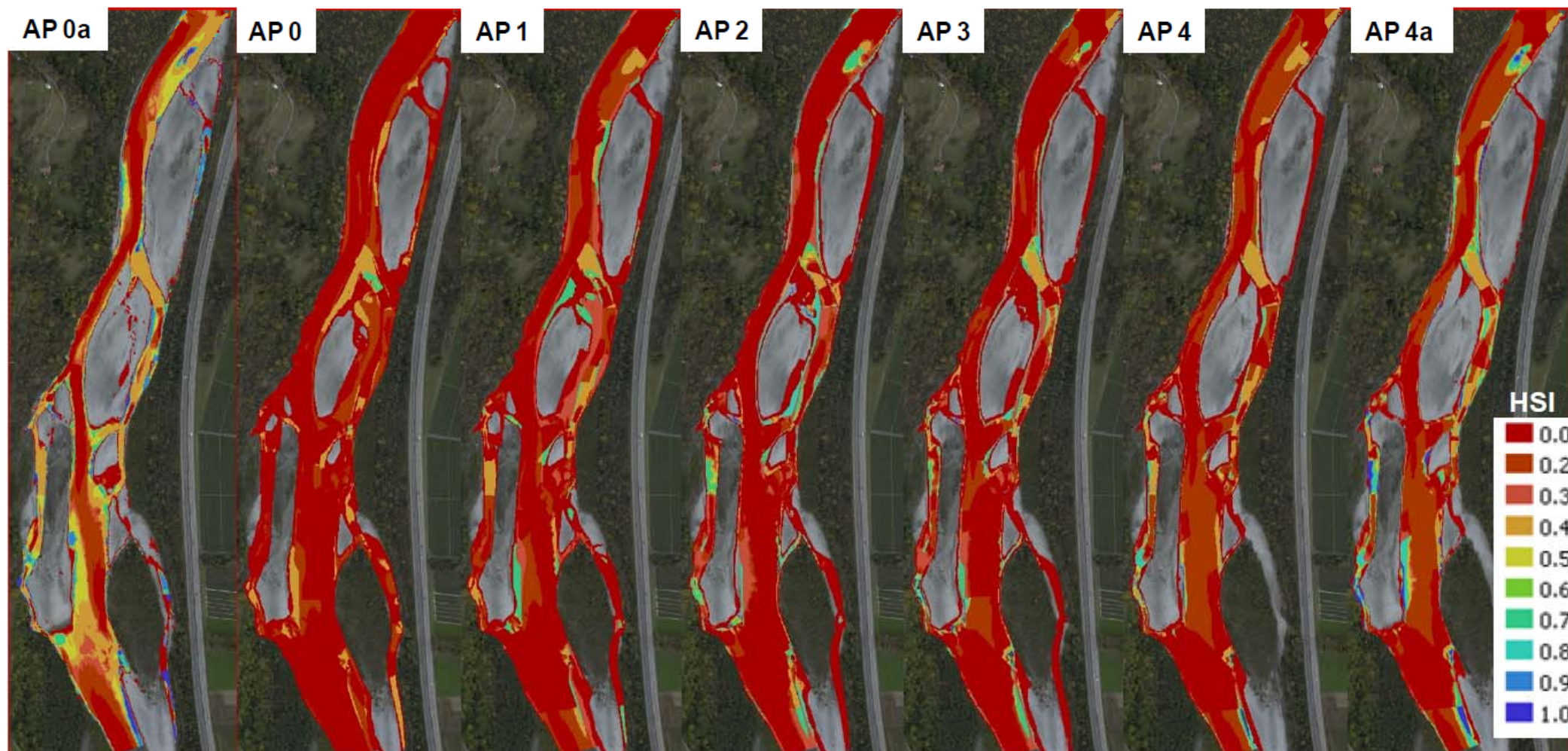
Fisch laicht bei guten Bedingungen ab, dann wird Gefährdung durch Trockenfallen und Erosion wirksam.

Laich kann Wasserstand nicht folgen.

Es kommt auf die Maximaleignung und die darauf folgende Gefährdung während der gesamten Ganglinie an.

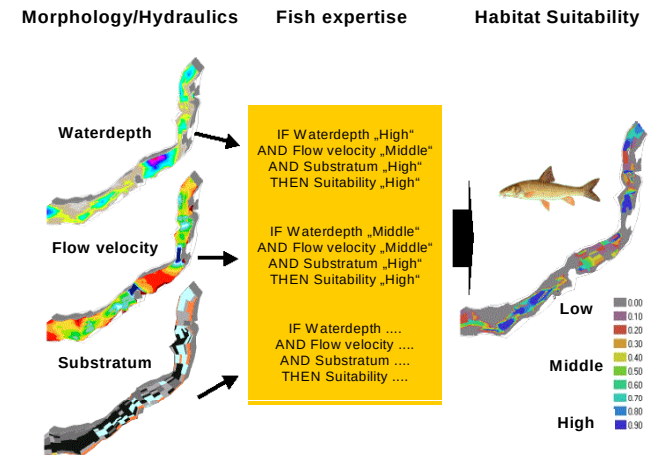


Integrierte Basishabitateignung Laichplätze Forelle



Risiko des Trockenfallens von Laichplätzen

Fuzzy-Regel basierter Ansatz

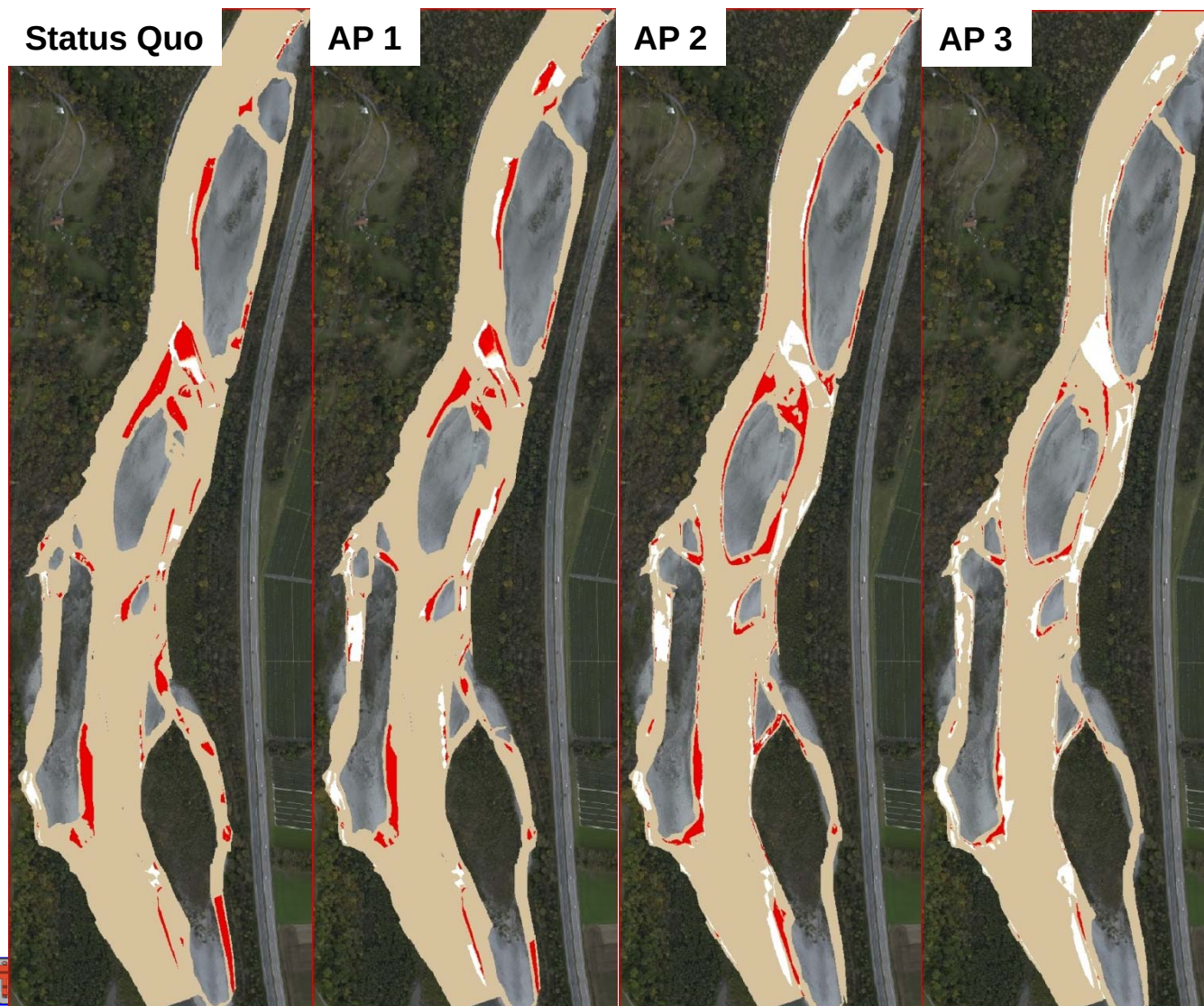


WENN *integrierte* Basiseignung HOCH ($>0,3$) (GERING)

UND Wassertiefe SEHR GERING (GERING, MITTEL)

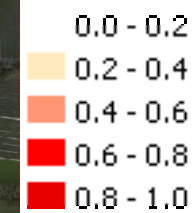
DANN Risiko des Trockenfallens SEHR HOCH (HOCH, MITTEL, GERING)

Integriertes Risiko Trockenfallen Laich (wo $SI < 0.3$ hellbraun)

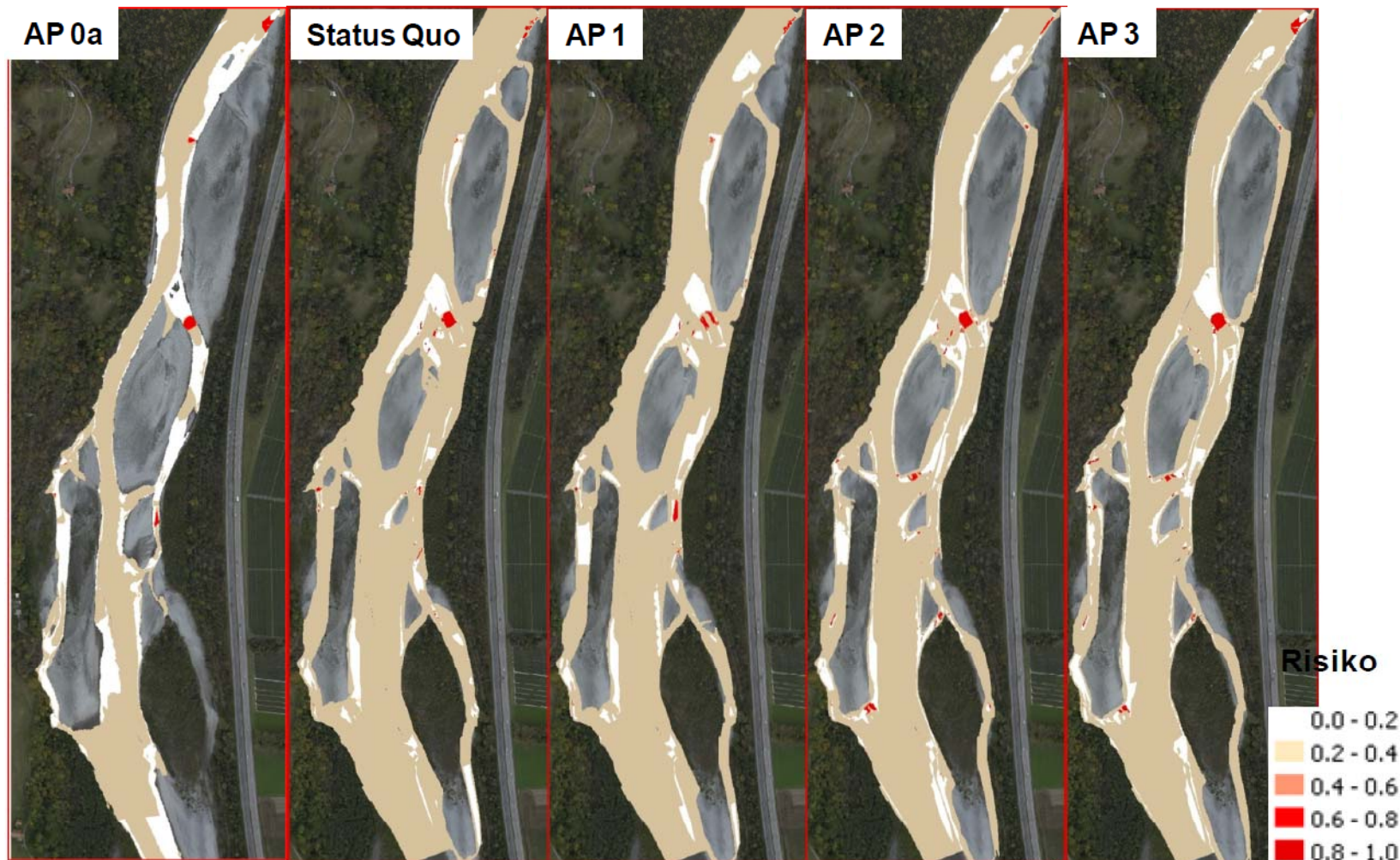


AP 4 und AP 4a kein Risiko Trockenfallen da keine WSP-Schwankungen

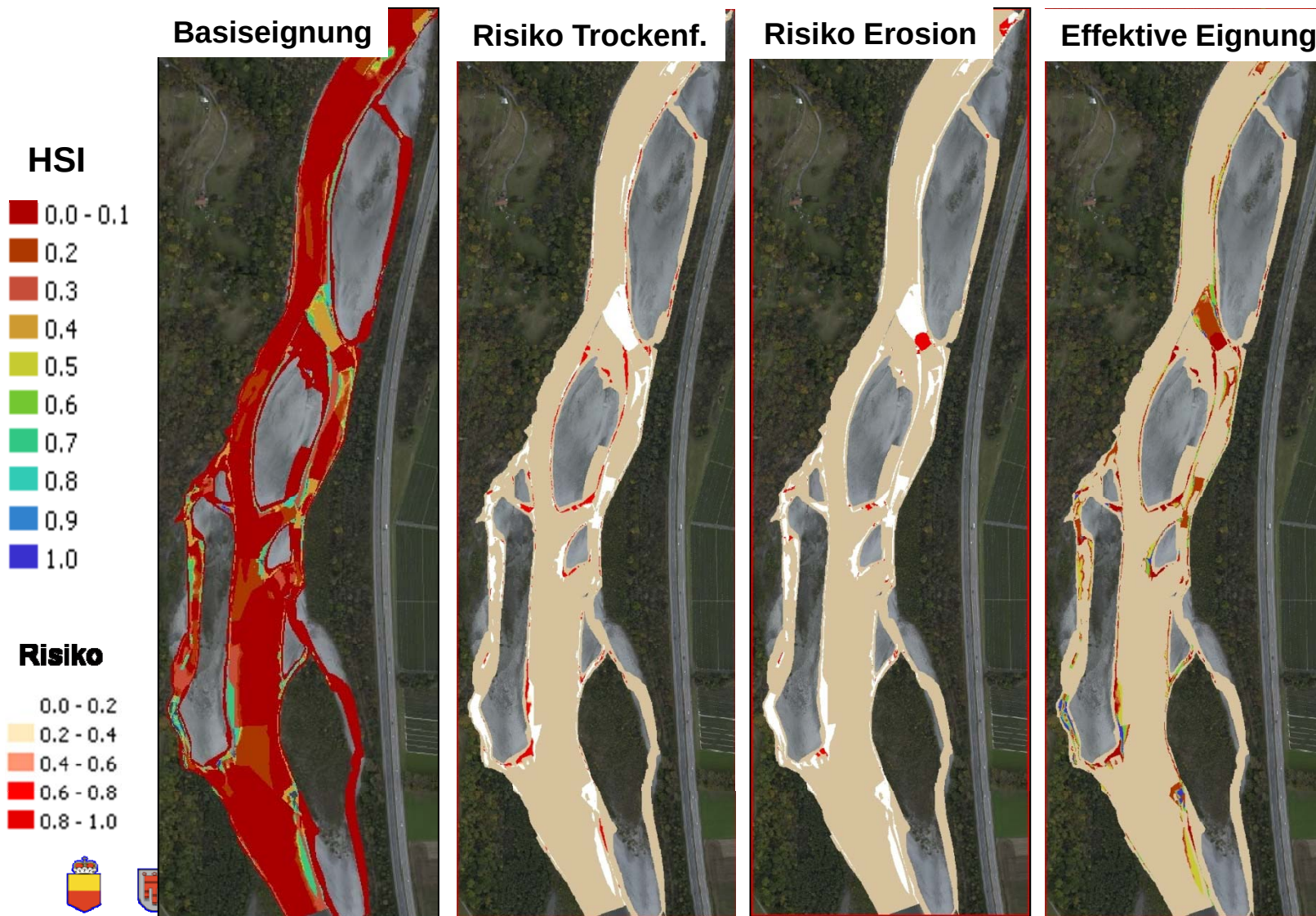
Risiko



Integriertes Risiko Erosion Laichplätze (wo $SI < 0.3$ hellbraun)



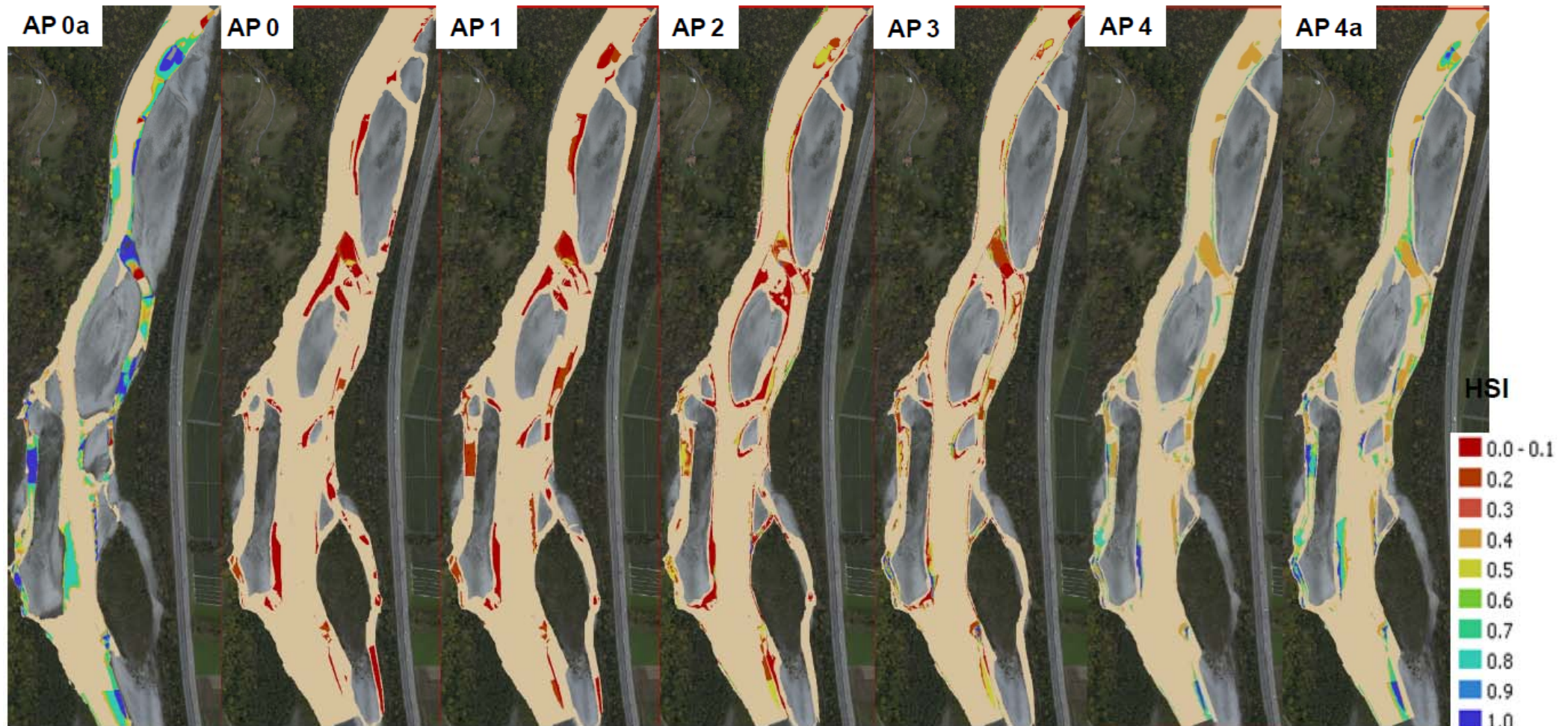
Effektive Eignung Reproduktion (Trockenfallen und Erosion berücks.)

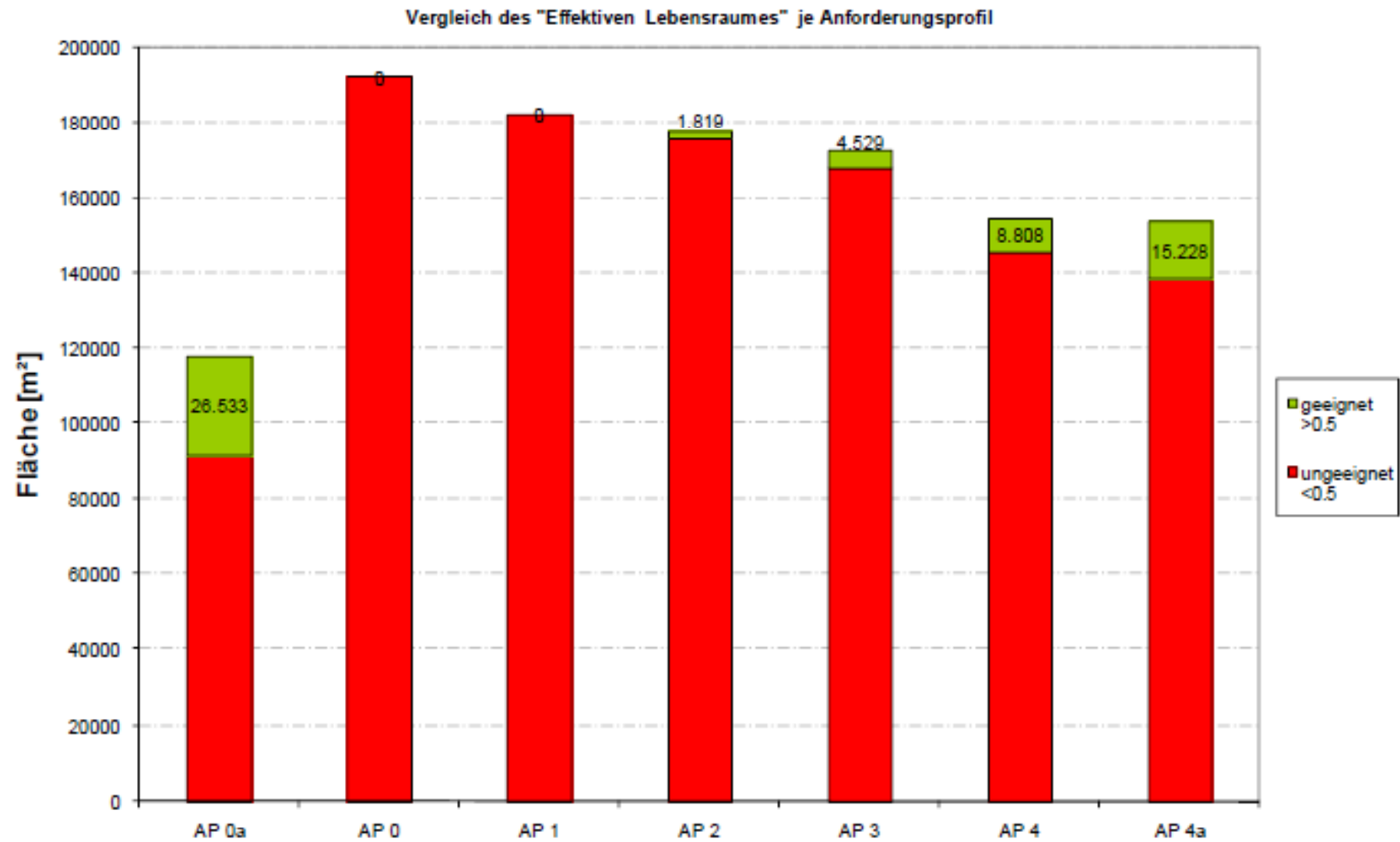


Beispiel AP3



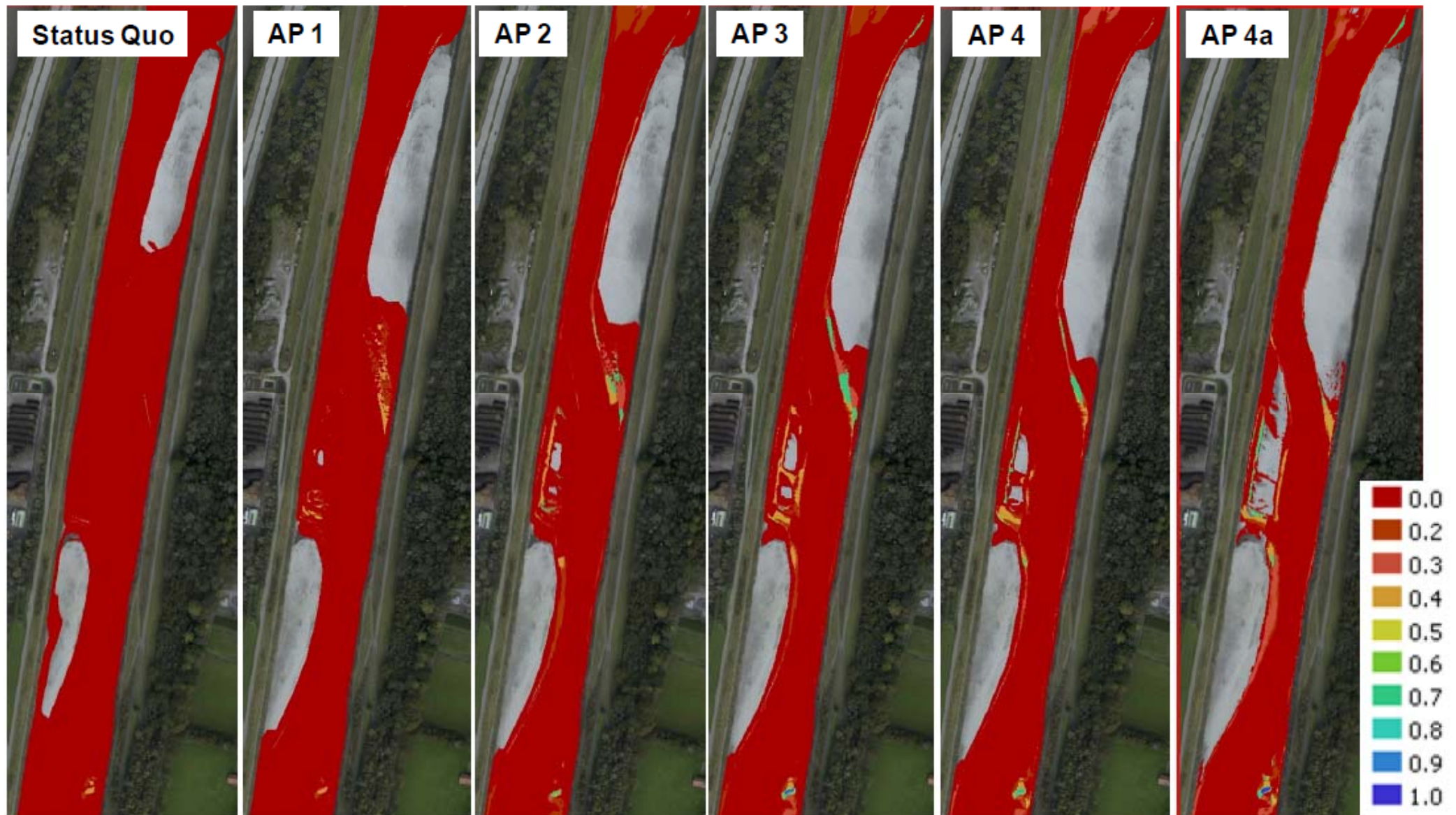
Effektive Eignung Reproduktion (Trockenfallen und Erosion berücks.)





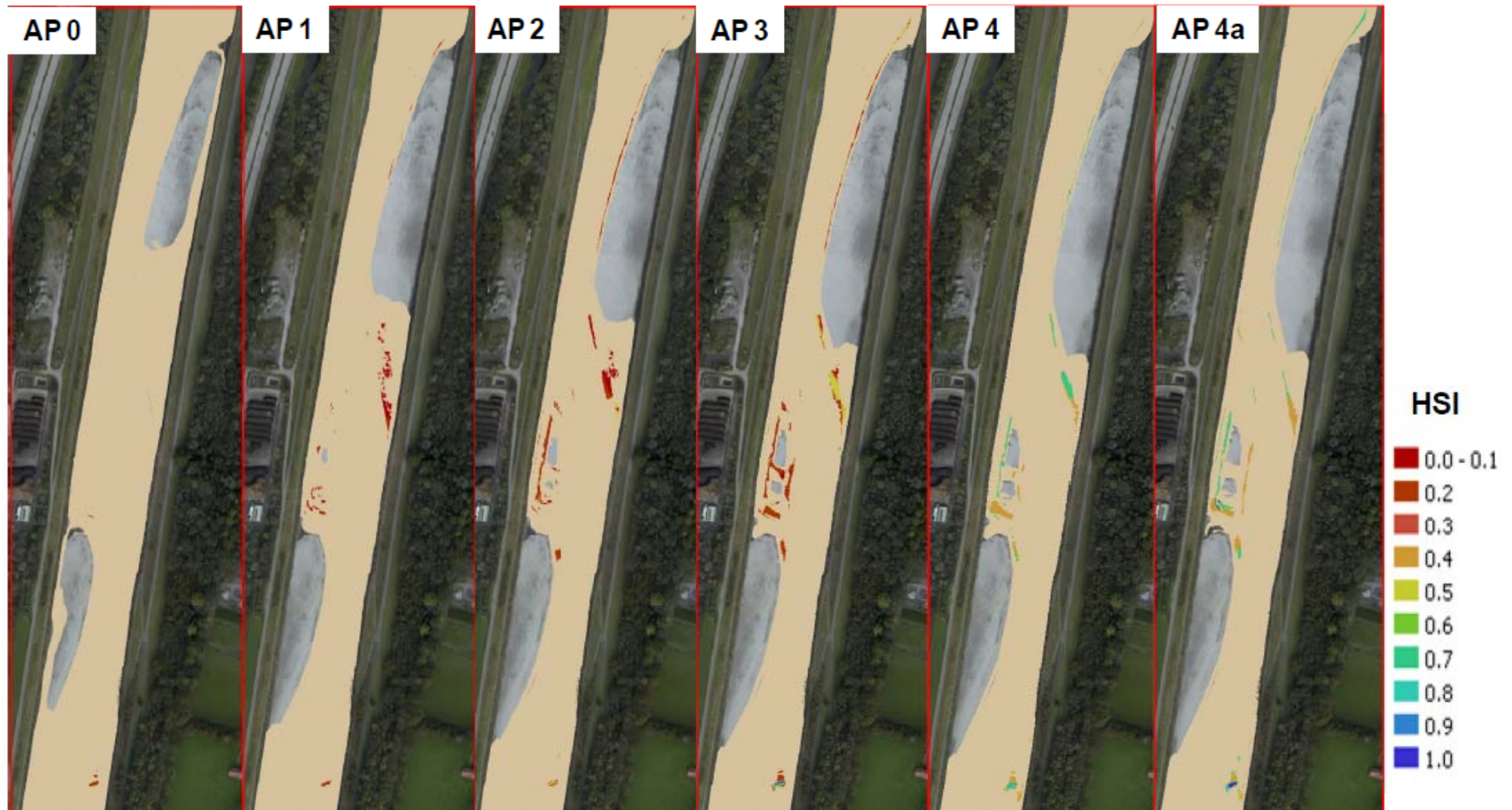
Integrierte Eignung Laichplätze

Buchs



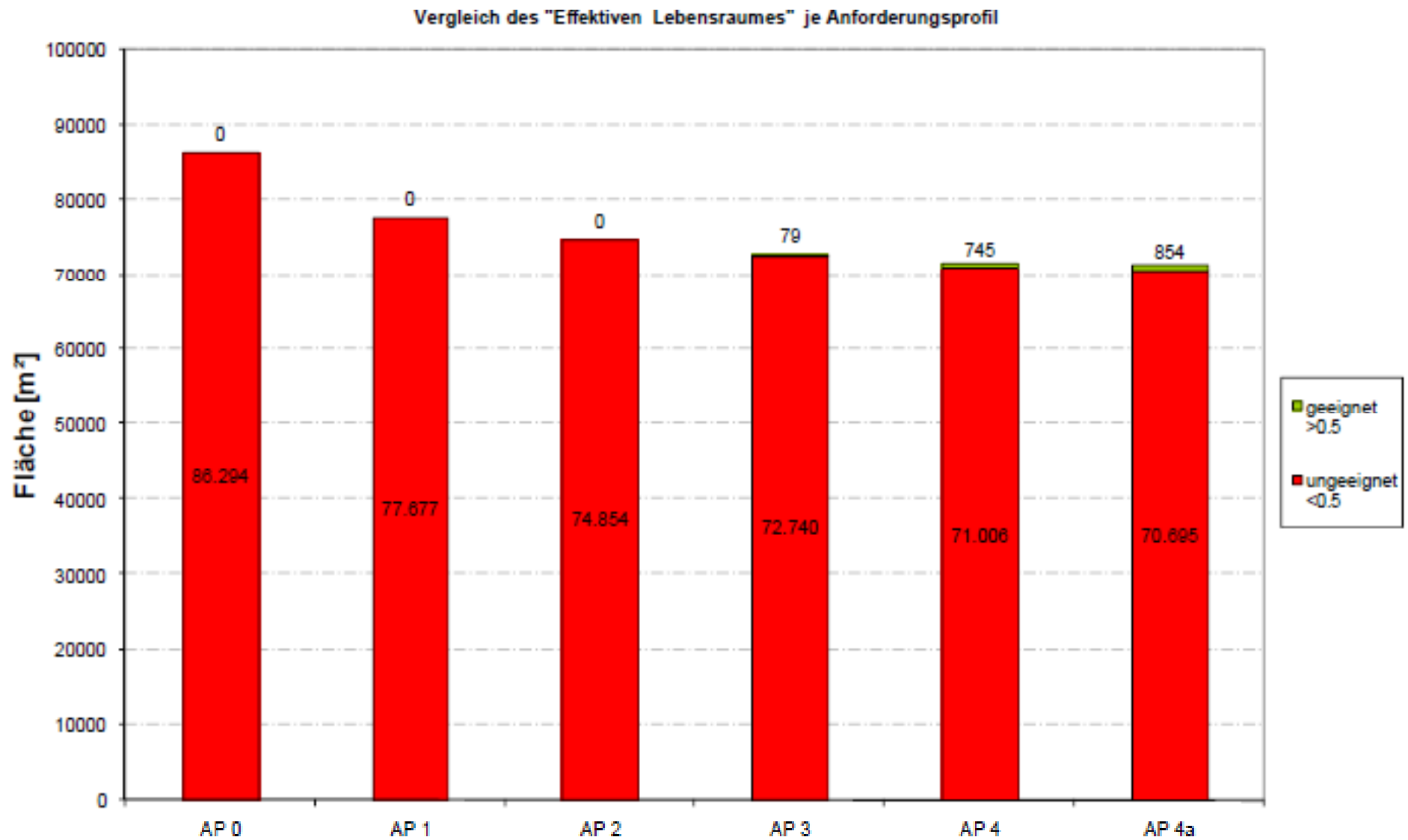
Effektive Eignung Laichplätze

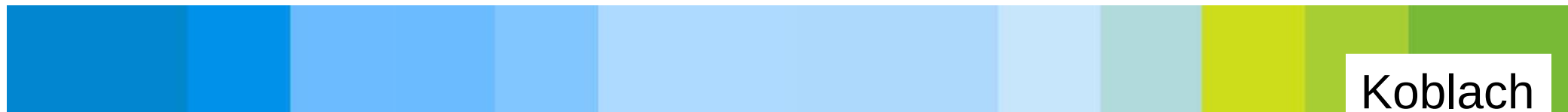
Buchs



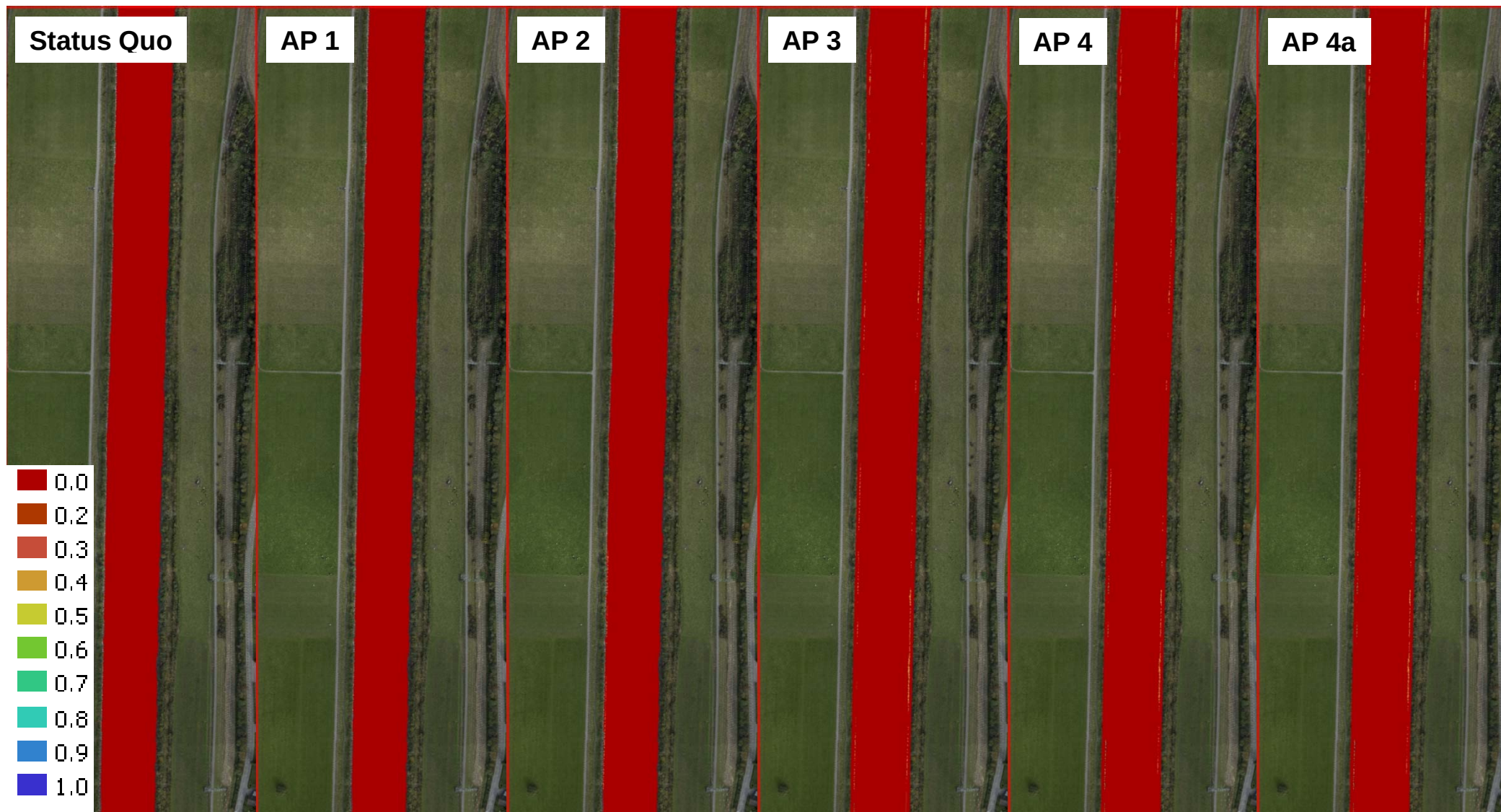
keine Gefährdung
berechnet, da
Basishabitat-
eignung < 0,3;





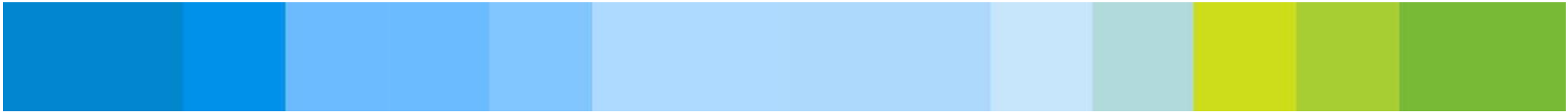


Integrierte Eignung Laichplätze Forelle



Jungfische - Ergebnisse





Jungfische können nur in einem **gewissen Umfang auf Wasserstandsänderungen** reagieren.

Wird eine bestimmte Eignung über die gesamte Ganglinie hinweg nicht unterschritten muss das Individuum keine großräumige Ortswechsel (im Winter: hoher Energieaufwand, Stress) vollführen.

➤ daher minimale Eignung über die gesamte Ganglinie herangezogen.

Vorgangsweise:

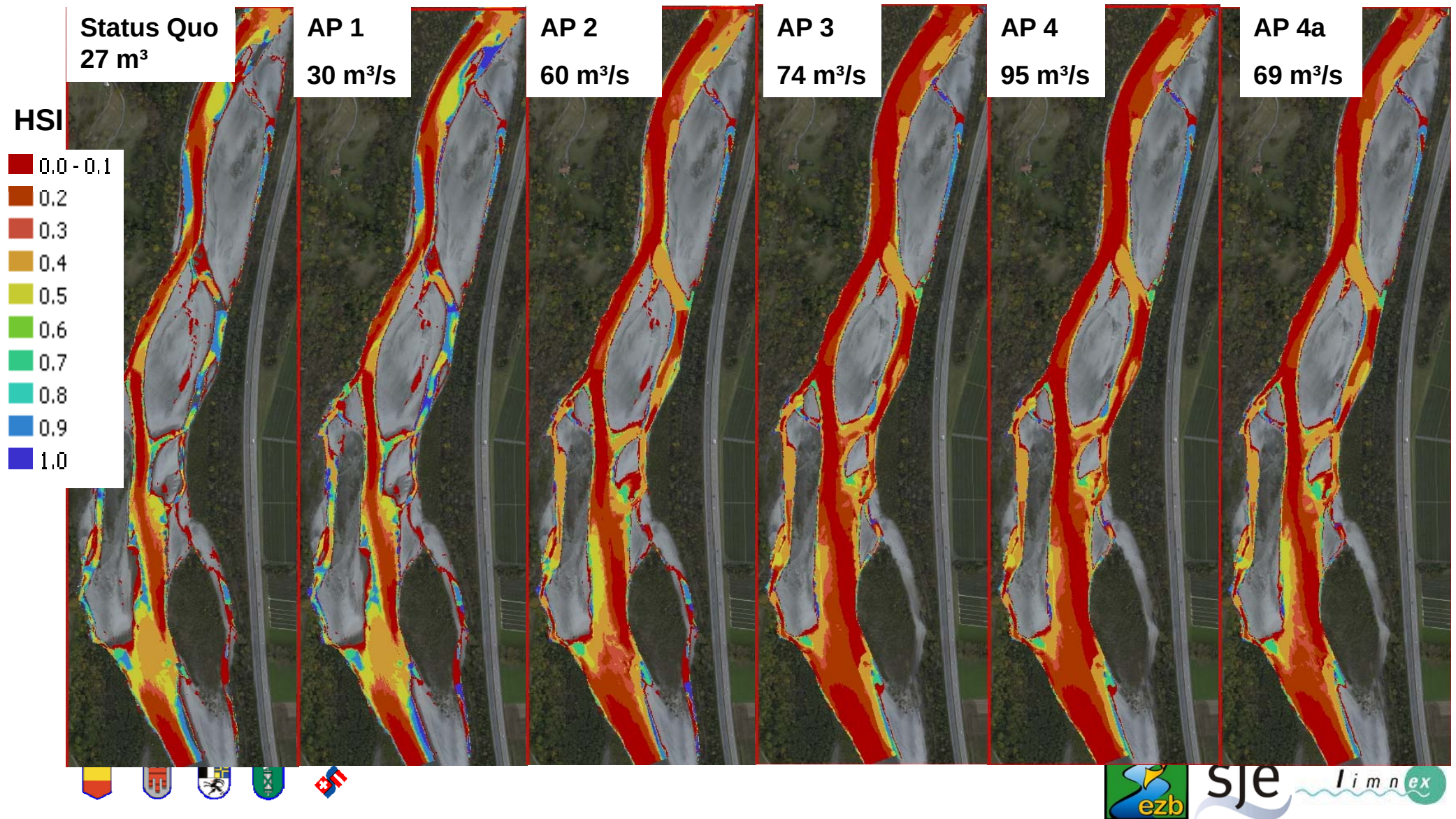
integrierte Eignung (BSI – Gefährdung Stranden bzw. Drift) für jeden 10 Minuten Zeitschritt

Minimalwert über gesamte Ganglinie = EFFEKTIVE GESAMTEIGNUNG.

Gefährdungen durch Drift und Stranden separat behandelt.

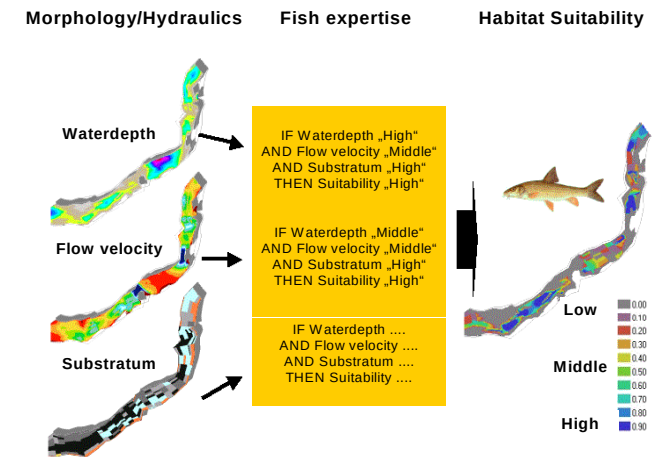


Basiseignung Jungfische alle APs bei Sunk (geringstem Abfluss)



Strandungsrisiko Jungfische Forelle

Fuzzy-Regel basierter Ansatz mit
neu integrierten Parametern



WENN *Basiseignung in den letzten 60 min HOCH (>0,3) (GERING)*

UND Wasserspiegelabsenkung SCHNELL (LANGSAM)

UND Wassertiefe GERING (HOCH)

UND Steilheit des Ufers GERING (HOCH)

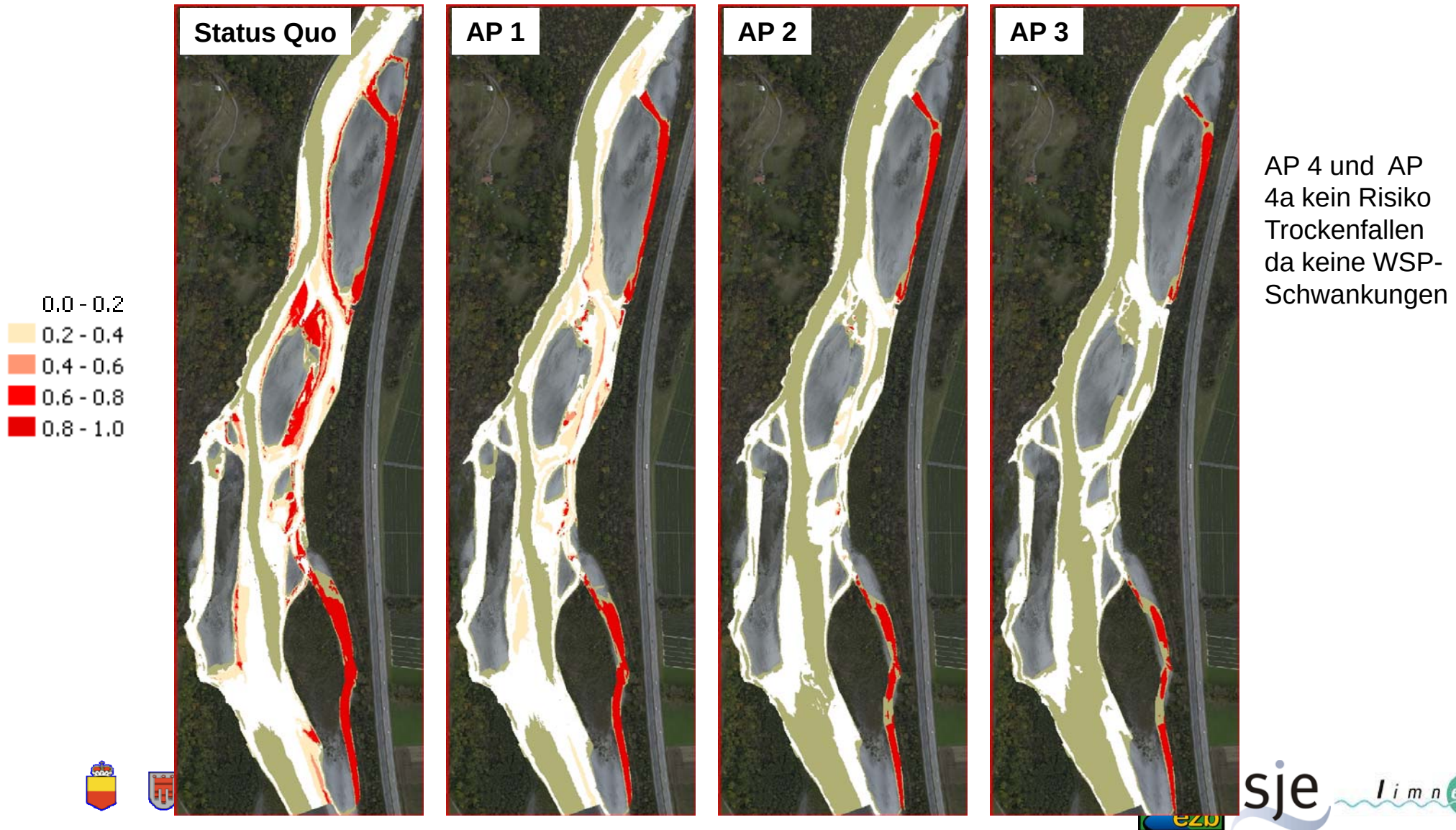
UND Oberfläche der trockenfallenden Fläche WELLIG (GLATT)

UND Substratgröße HOCH (GERING)

DANN Strandungsrisiko SEHR HOCH (HOCH, MITTEL, GERING)



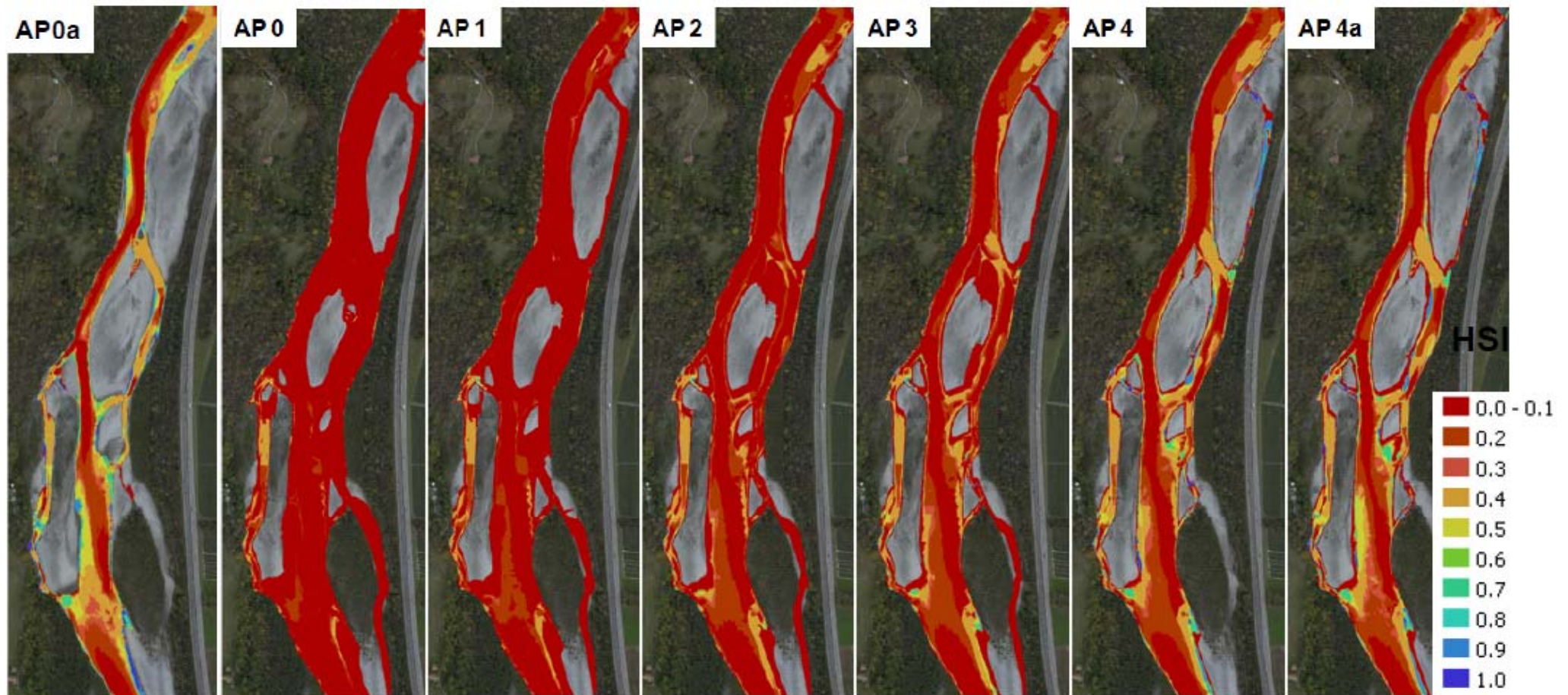
Integriertes Strandrungsrisiko Jungfische (wo SI < 0.3 hellbraun)



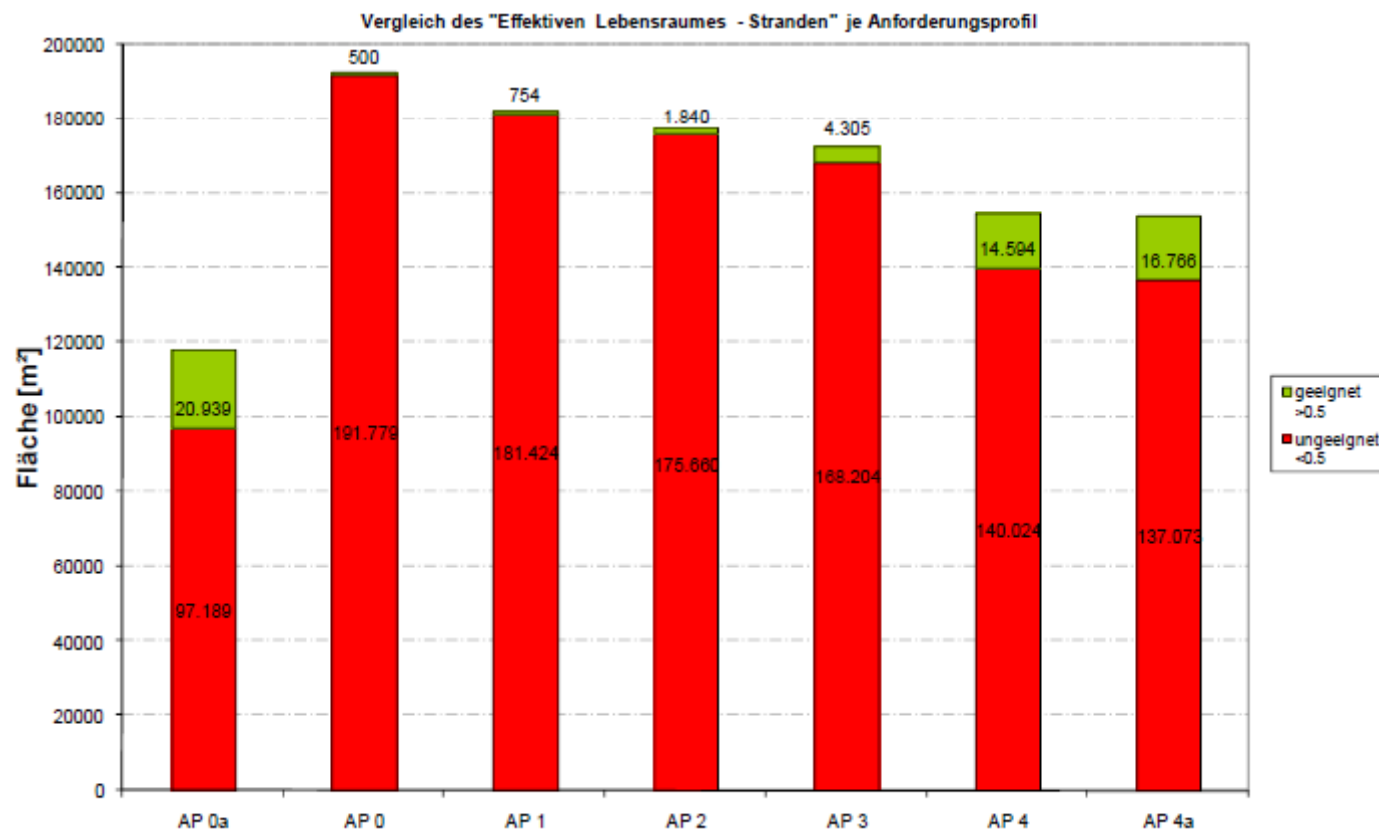
Jungfische - Durch Strandrungsrisiko reduzierte Eignung

Effektive Eignung

Mastrils



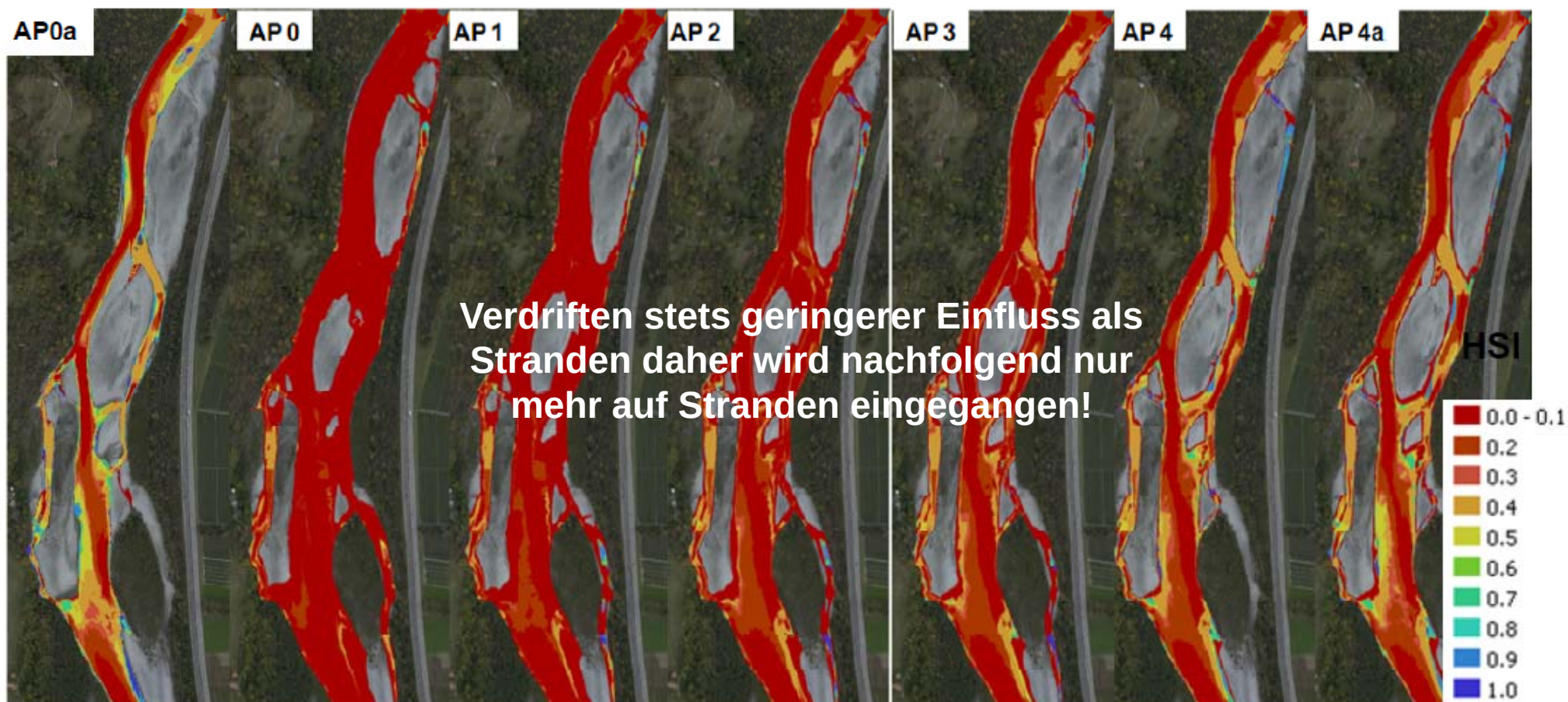
Jungfische - Durch Strandungsrisiko reduzierte Eignung Effektive Eignung

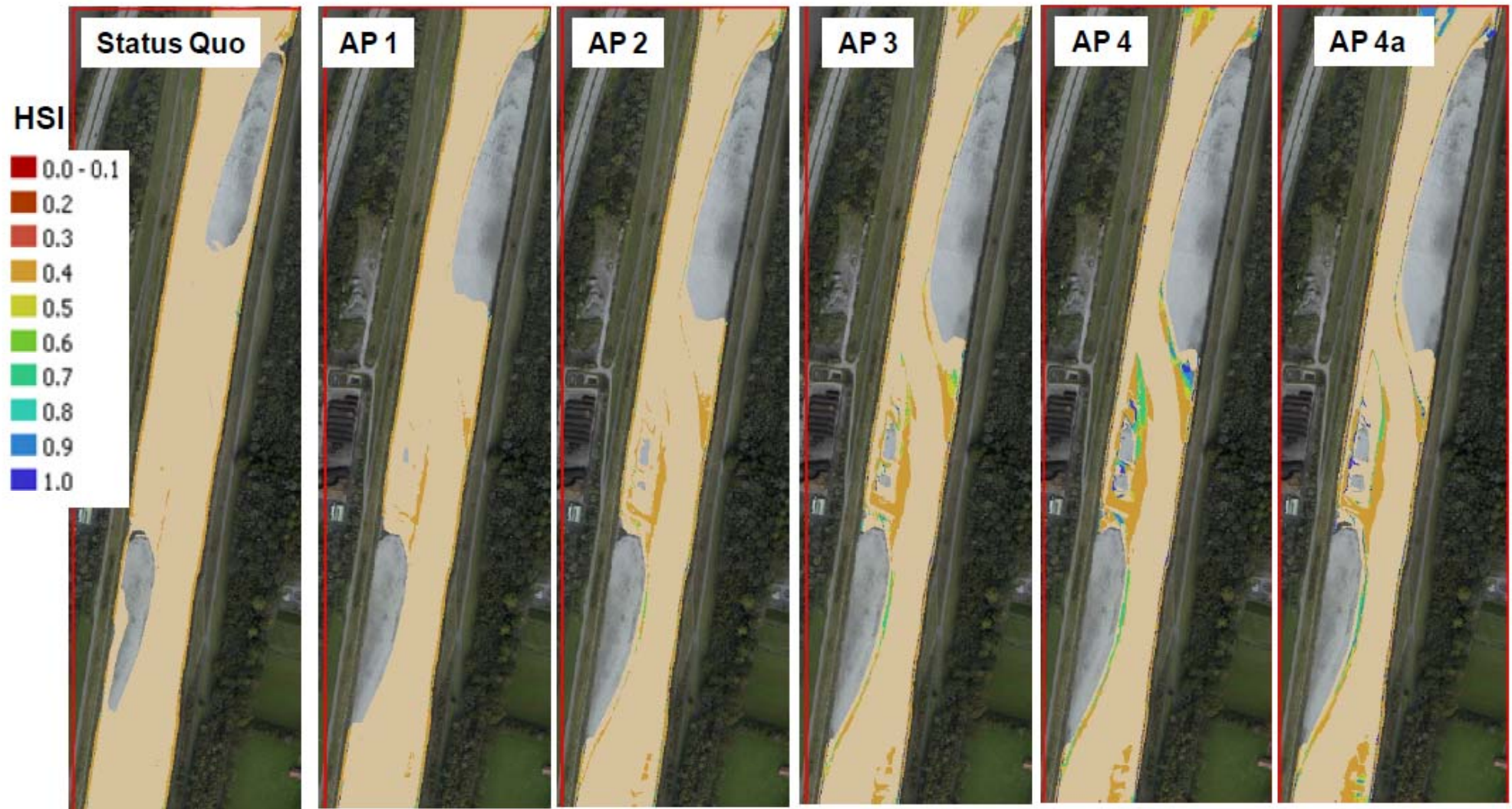


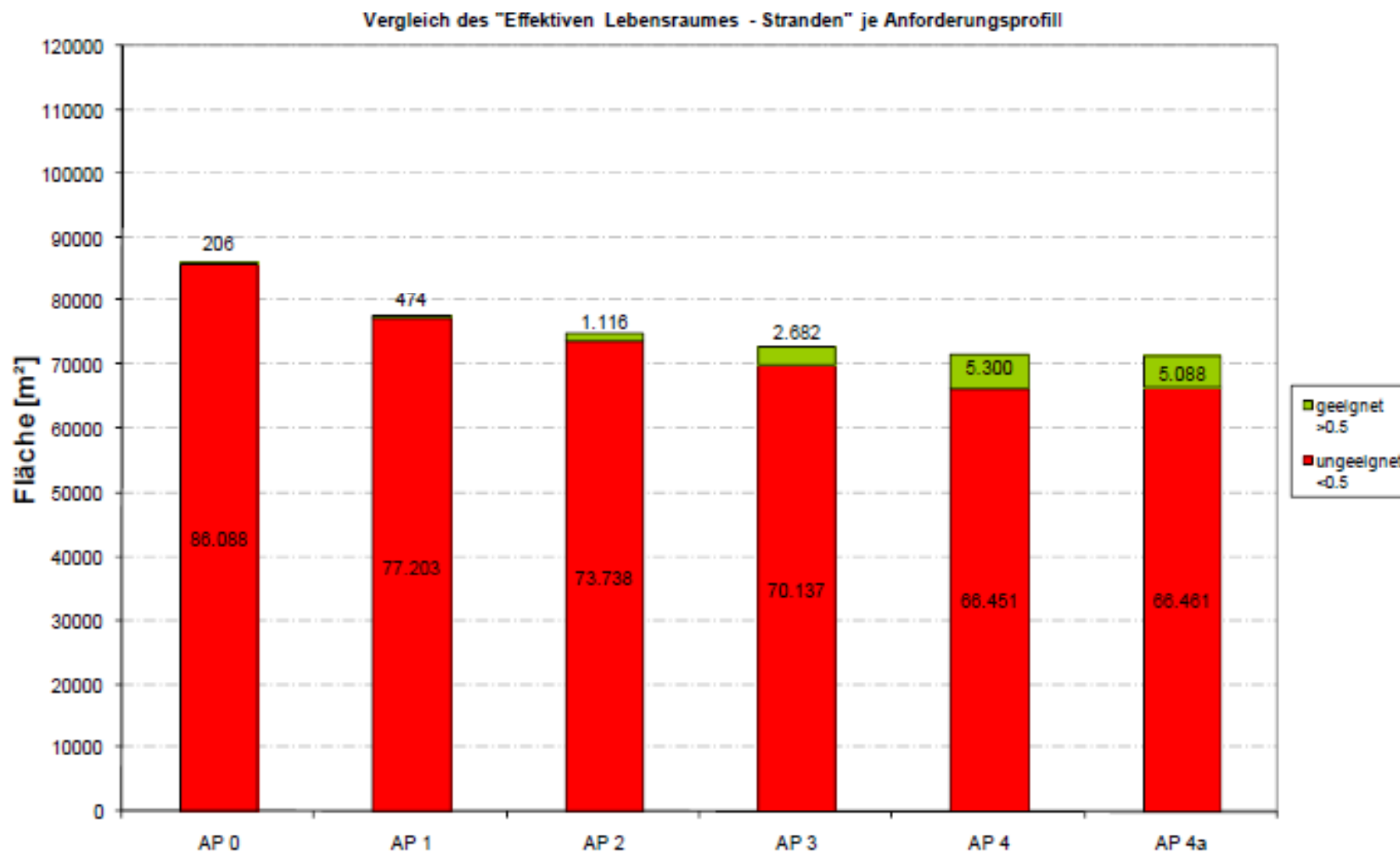
Jungfische - Durch Verdriftungsrisiko reduzierte Eignung

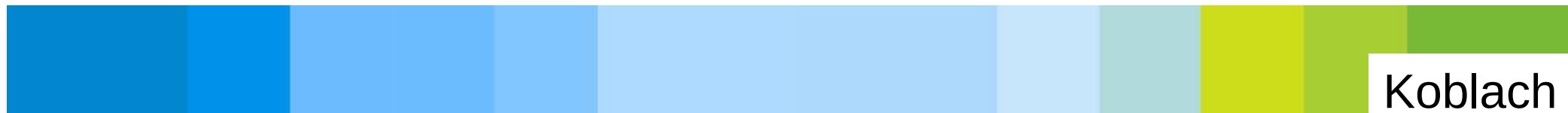
Effektive Eignung

Mastrils



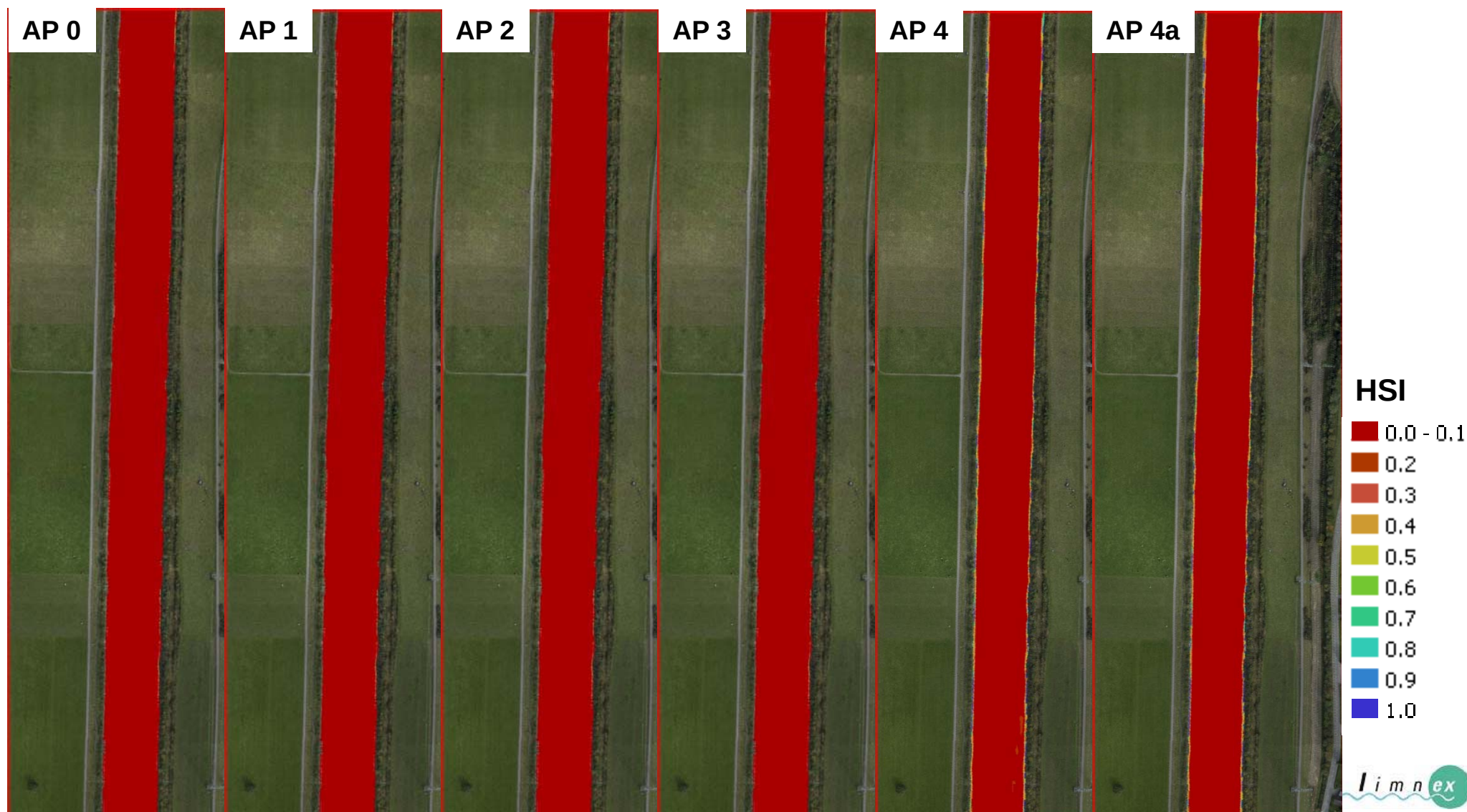






Koblach

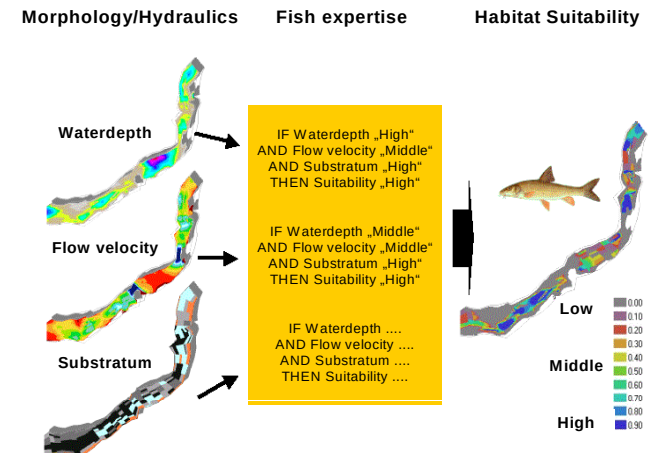
Basiseignung - Jungfische bei Sunk



Basiseignung rheophile Invertebraten

Fuzzy-Regel basierter Ansatz

Mit Kolmation



WENN Fließgeschwindigkeit MITTEL (SEHR HOCH, HOCH, GERING)

UND Wassertiefe MITTEL (HOCH, GERING, SEHR GERING)

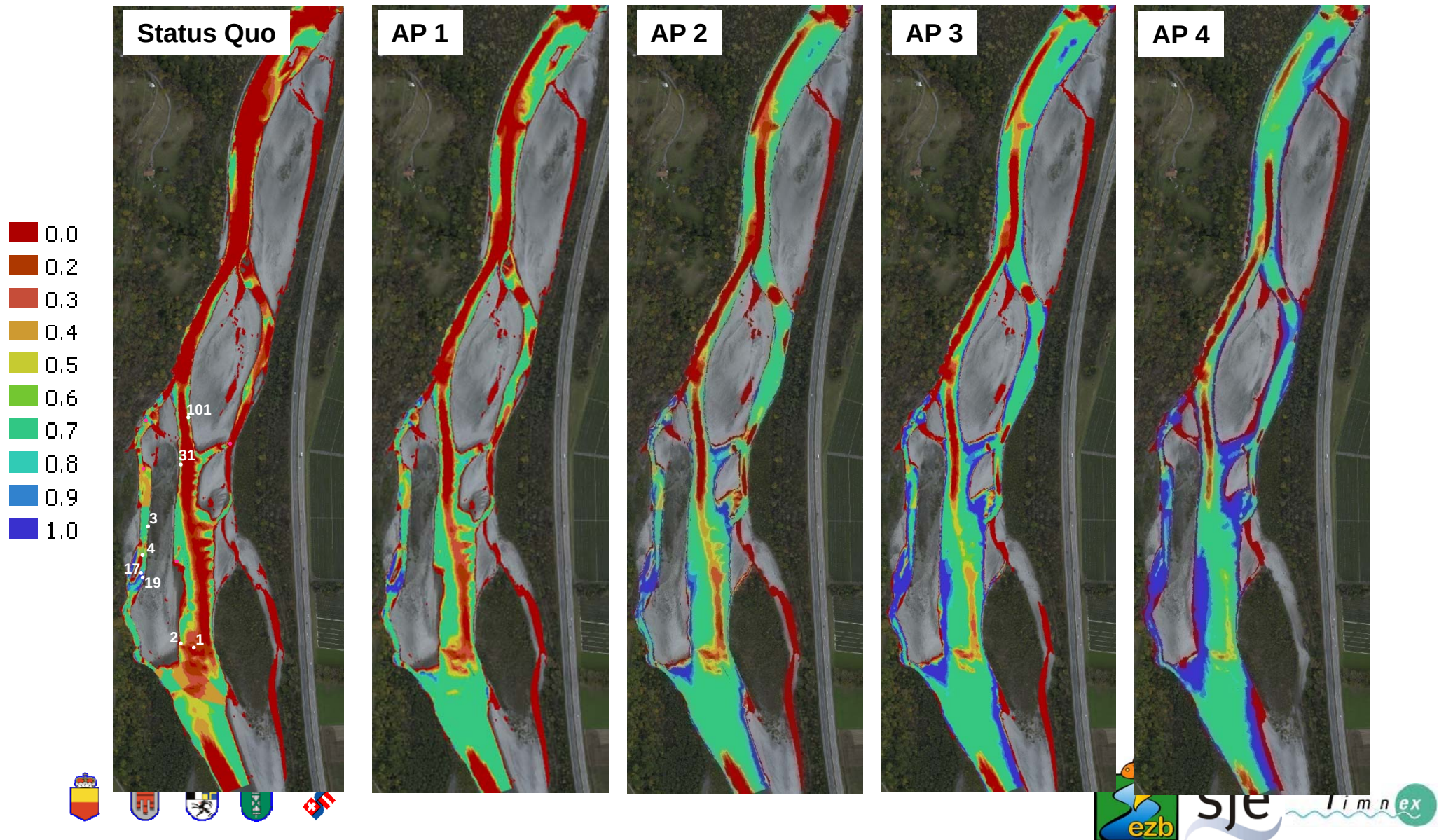
UND Substratgröße HOCH (MITTEL, GERING, SEHR GERING)

UND Kolmation GERING (MITTEL, HOCH)

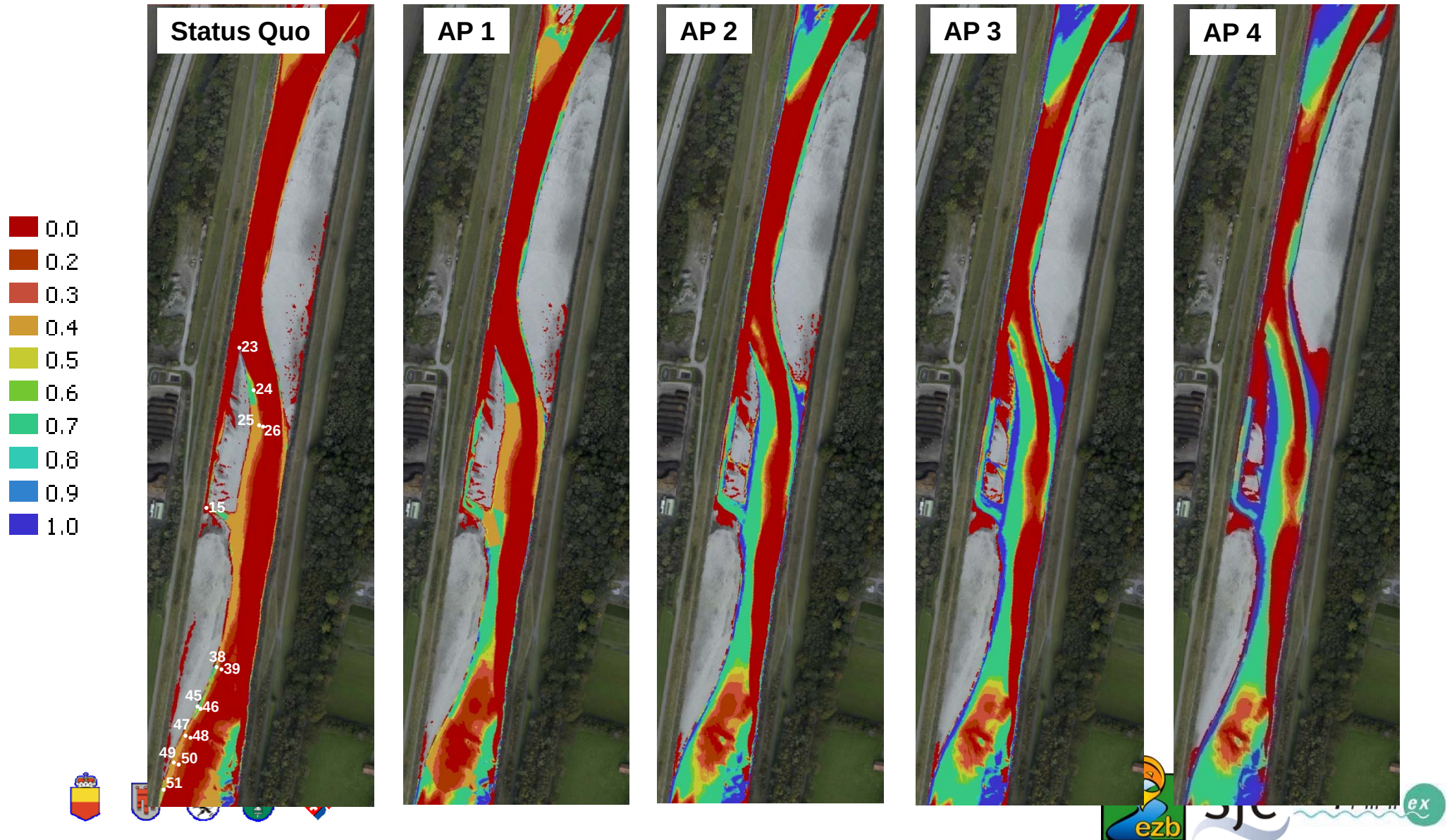
DANN Basiseignung SEHR HOCH (HOCH, MITTEL, GERING)



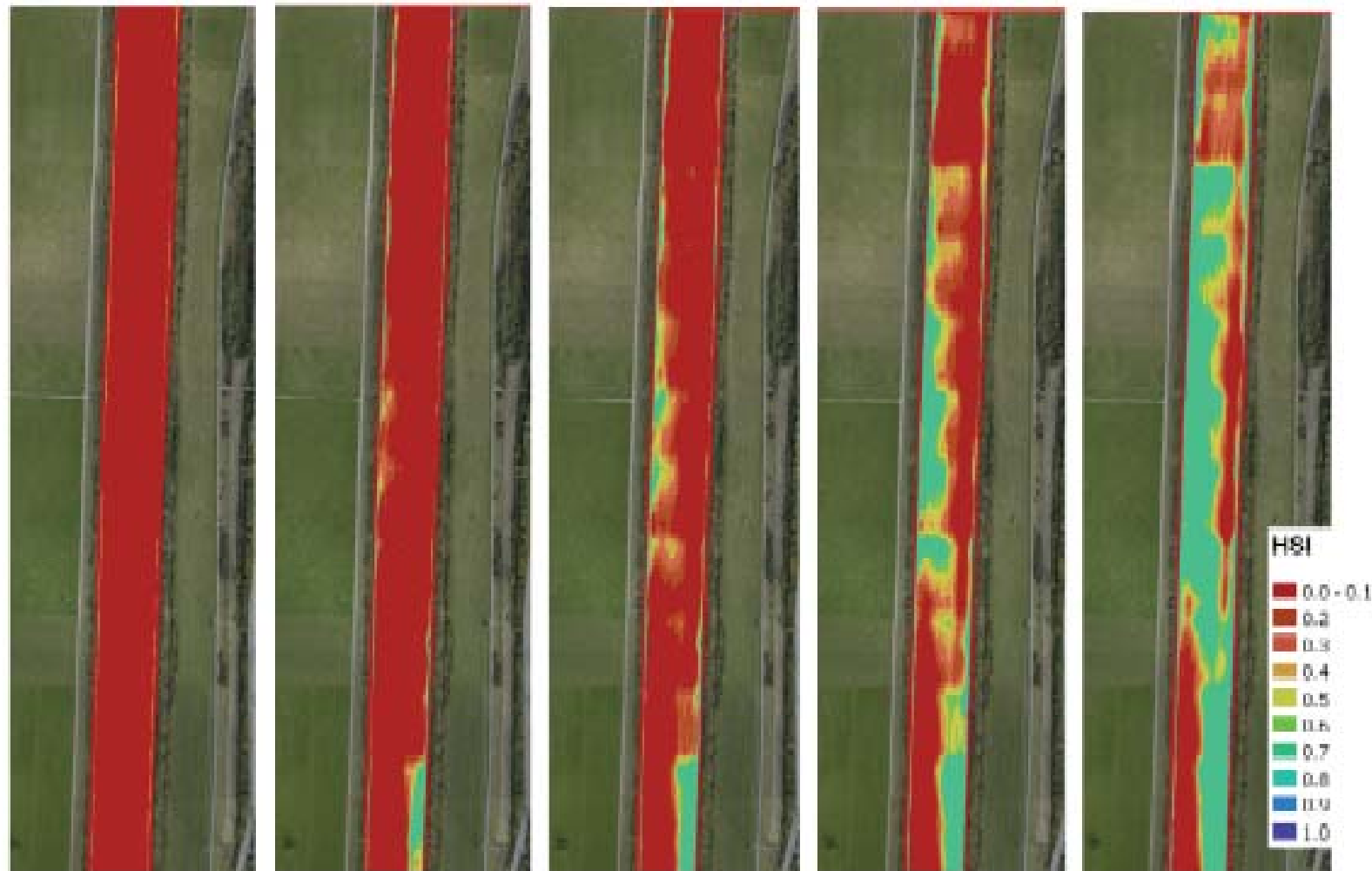
Integrierte Basiseignung rheophile Invertebraten



Integrierte Basiseignung rheophile Invertebraten



Integrierte Basiseignung rheophile Invertebraten



Bedeutung der Morphologie



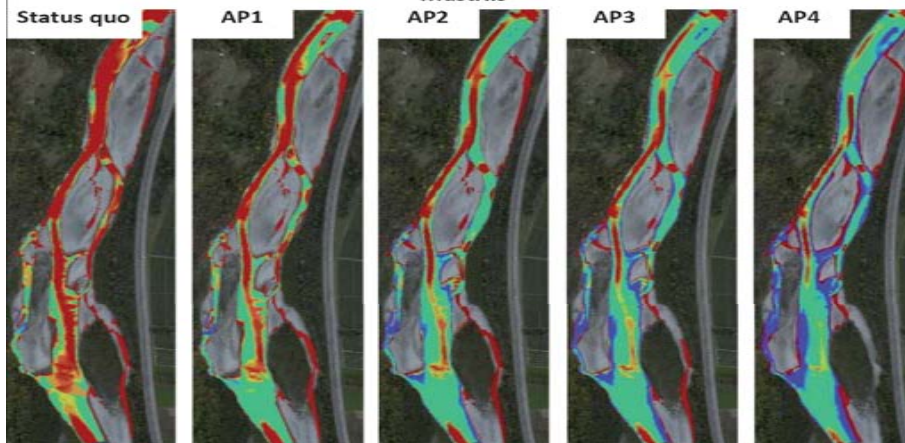
- Analyse verschiedener Gewässerelemente (Furt, Schotterbank, Seitenarm....) für den gesamten Abschnitt Mastrils

Lebensraumgüte der einzelnen Strukturelemente pro km Fluss als Reproduktionsareal und für Jungfische bei unterschiedlichen Schwallsszenarien

Abschätzung der erforderlichen Strukturen zur Erreichung einer gewissen Lebensraumgüte (z.B. wie viel ha permanent dotierte Seitenarme oder Flachwasserbereiche an Kiesbänken)

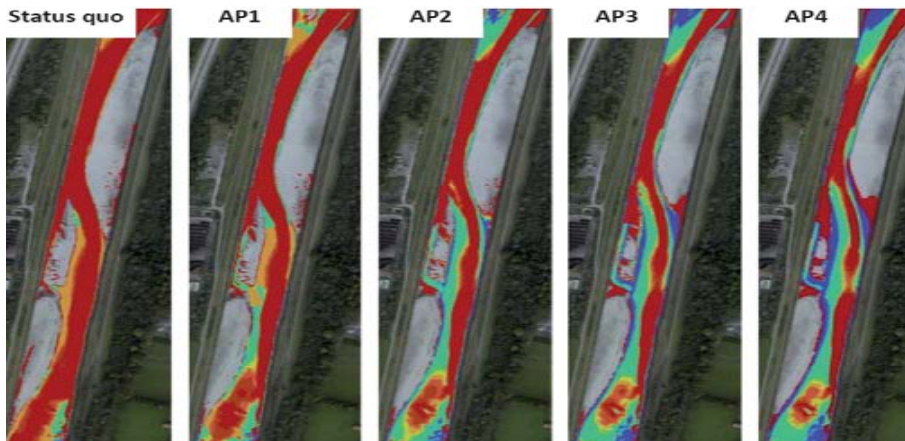
Schlussfolgerungen und Empfehlungen





Mastrilser Rheinauen Makrozoobenthos

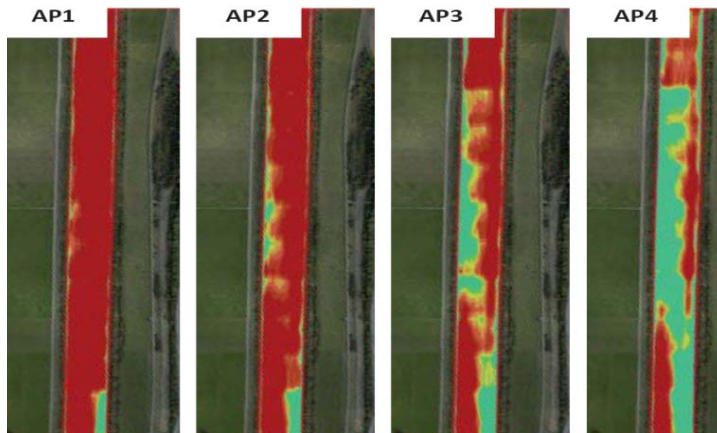
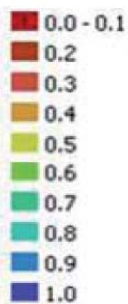
ab **AP1/AP2** großflächig besiedelbare Flächen. Bei weiterer Schwalldämpfung nur mehr geringe Verbesserung.



Buchs Makrozoobenthos

deutliche Verbesserung ab **AP2**. Bei weiterer Schwalldämpfung positive Auswirkungen minimal. Tiefenrinne ist selbst bei AP4 nicht besiedelbar.

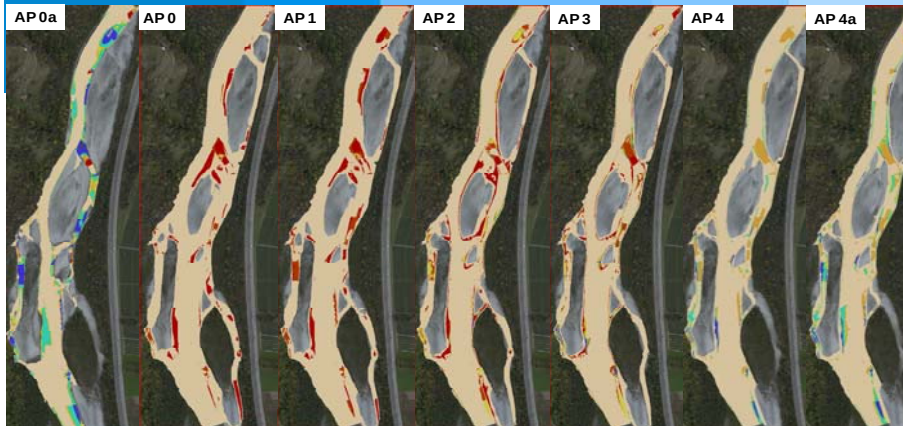
HSI
Habitat
Suitability Index



Koblach Makrozoobenthos

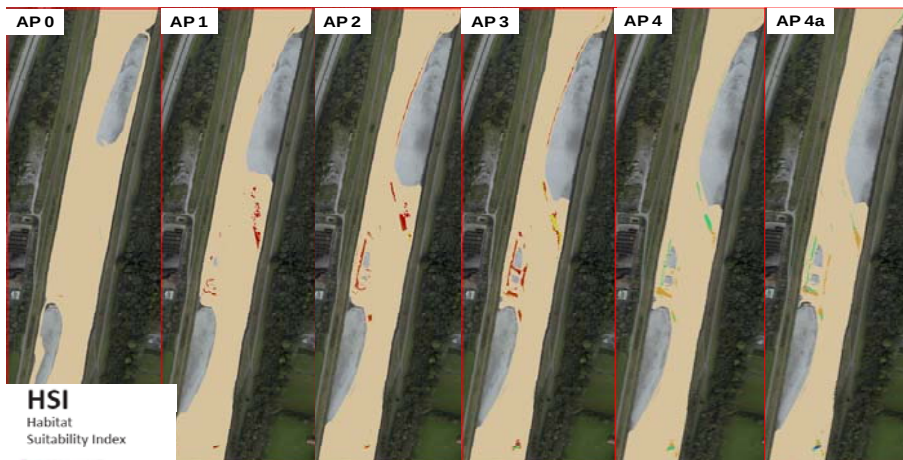
ökologische Verbesserung erst ab **AP3/AP4**. Morphologische Verbesserungen wesentlich.

Schlussfolgerungen Laichplätze



Mastrilser Rheinauen Laichplätze/Eientwicklung

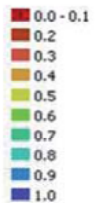
Ab **AP2** erste funktionsfähige Laichplätze.
Bei **AP3** bereits größere Flächen vorhanden.
Mit weiterem Schwallausgleich Anstieg der potentiell geeigneten Laichplätze.



Buchs Laichplätze/Eientwicklung

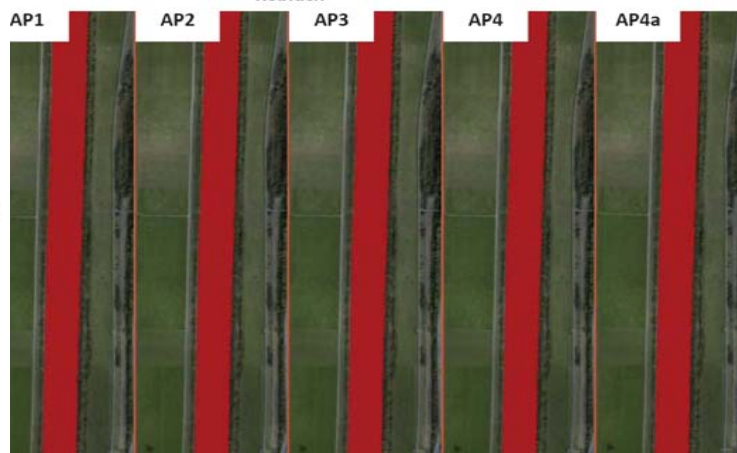
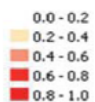
Erst bei **AP3** entstehen potentielle Laichplätze, auch bei **AP4** & **AP4a** (vollständiger Schwallausgleich) aber deutlich unter den Mindestanforderungen. Morphologische Aufwertungen notwendig.

HSI
Habitat
Suitability Index



keine Gefährdung
berechnet, da
Basishabitats-
eignung < 0,3;

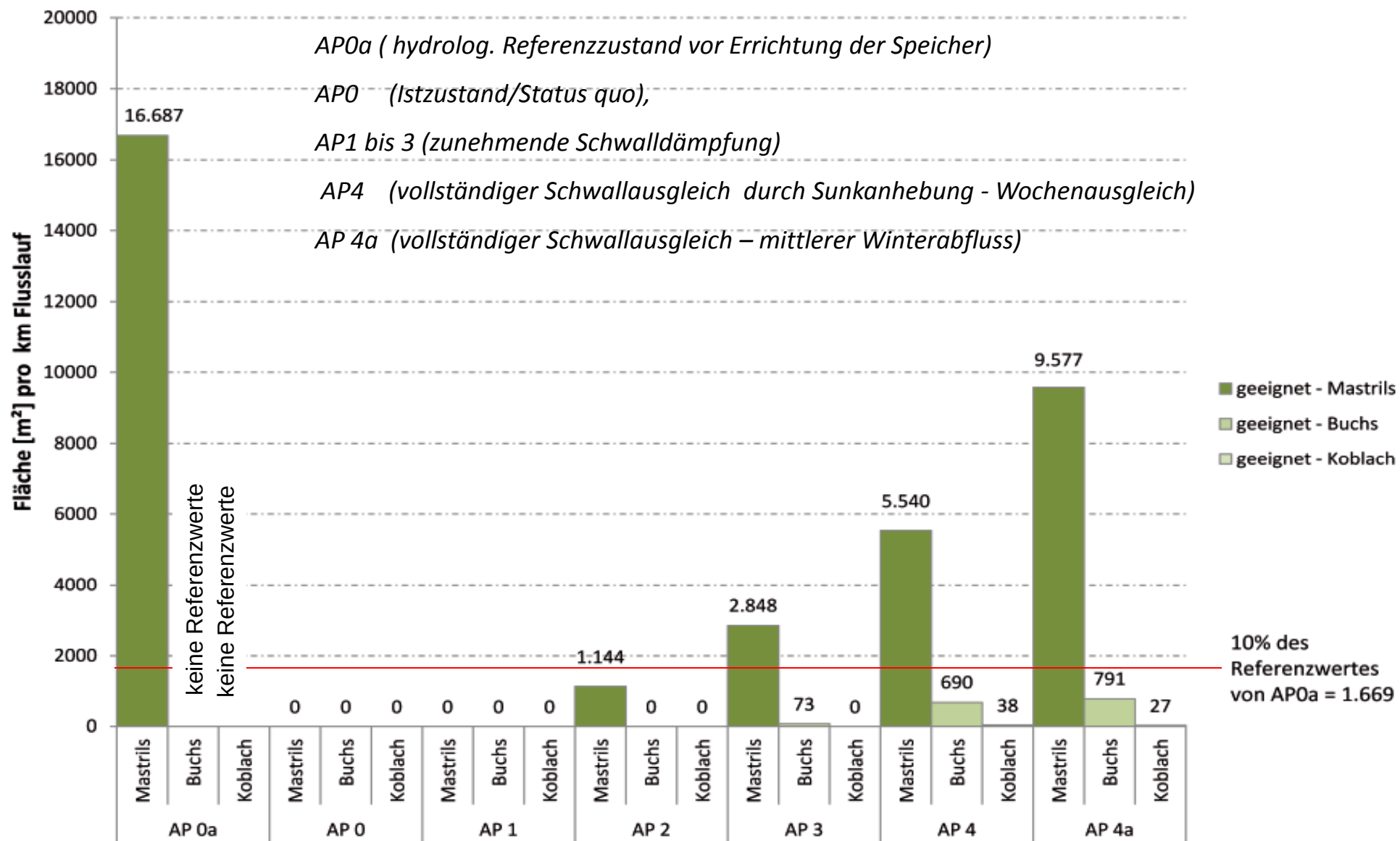
Risiko



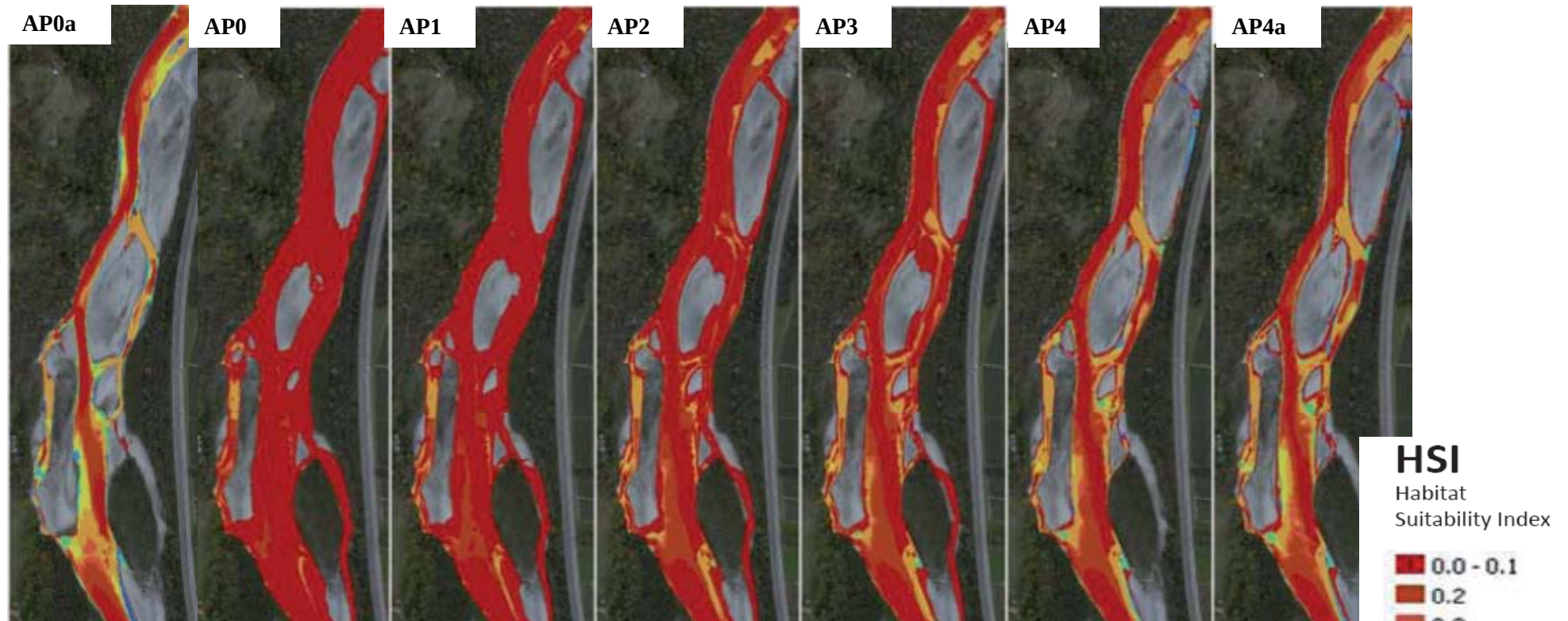
Koblach Laichplätze/Eientwicklung

Selbst bei vollständigem Schwallausgleich **AP4** und **AP4a** keine geeigneten Laichplätze.
Umfangreiche morphologische Aufwertungen notwendig.

Ergebnisse Laichplätze/Eientwicklung „Effektive Lebensraumeignung“



„Effektive Lebensraumeignung“ Mastrilser Rheinauen Jungfische



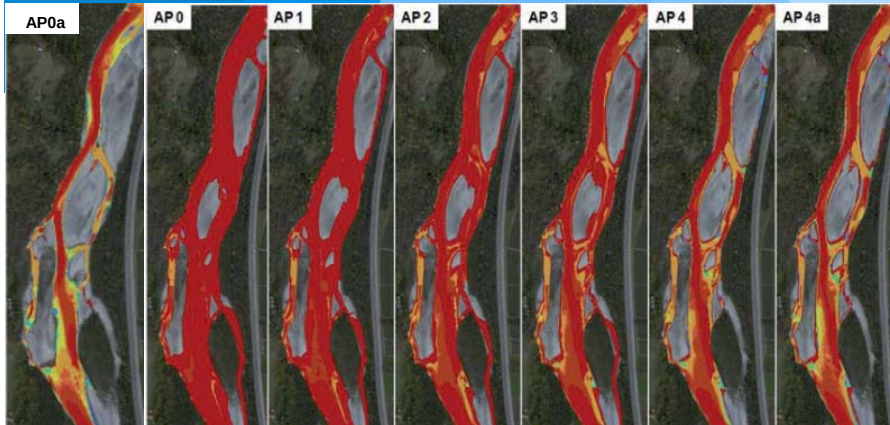
Ab **AP2** : deutliche Verbesserung für Jungfische, wobei Strandungsrisiko noch relativ hoch.

Ab **AP3** Gefährdung Stranden weitgehend reduziert.

Bei vollständigem Schwallausgleich (**AP4** & **AP4a**) in Mastrils doppelt so viel Lebensraum wie in Buchs.

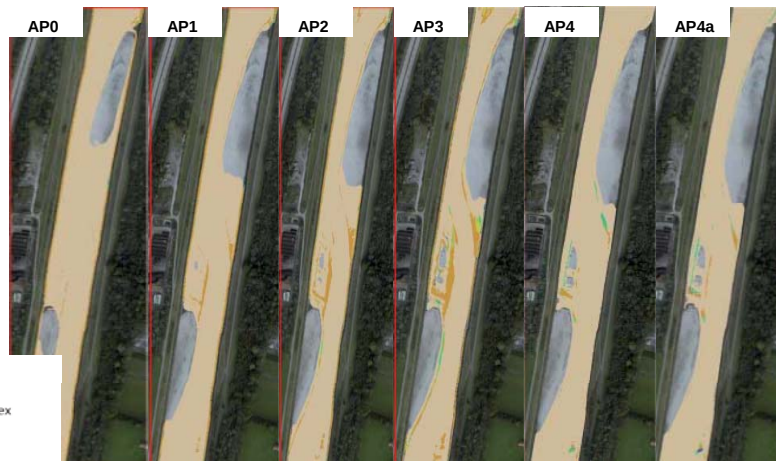


Schlussfolgerungen Jungfische

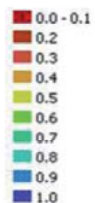


Mastrilser Rheinauen Jungfische

Ab **AP2** : deutliche Verbesserung für Jungfische, wobei Strandungsrisiko noch relativ hoch. Ab **AP3** Gefährdung Stranden weitgehend reduziert. Bei vollständigem Schwallausgleich (**AP4 & AP4a**) in Mastrils doppelt so viel Lebensraum wie in Buchs.

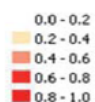


HSI
Habitat
Suitability Index



keine Gefährdung
berechnet, da
Basishabitat-
eignung < 0,3;

Risiko



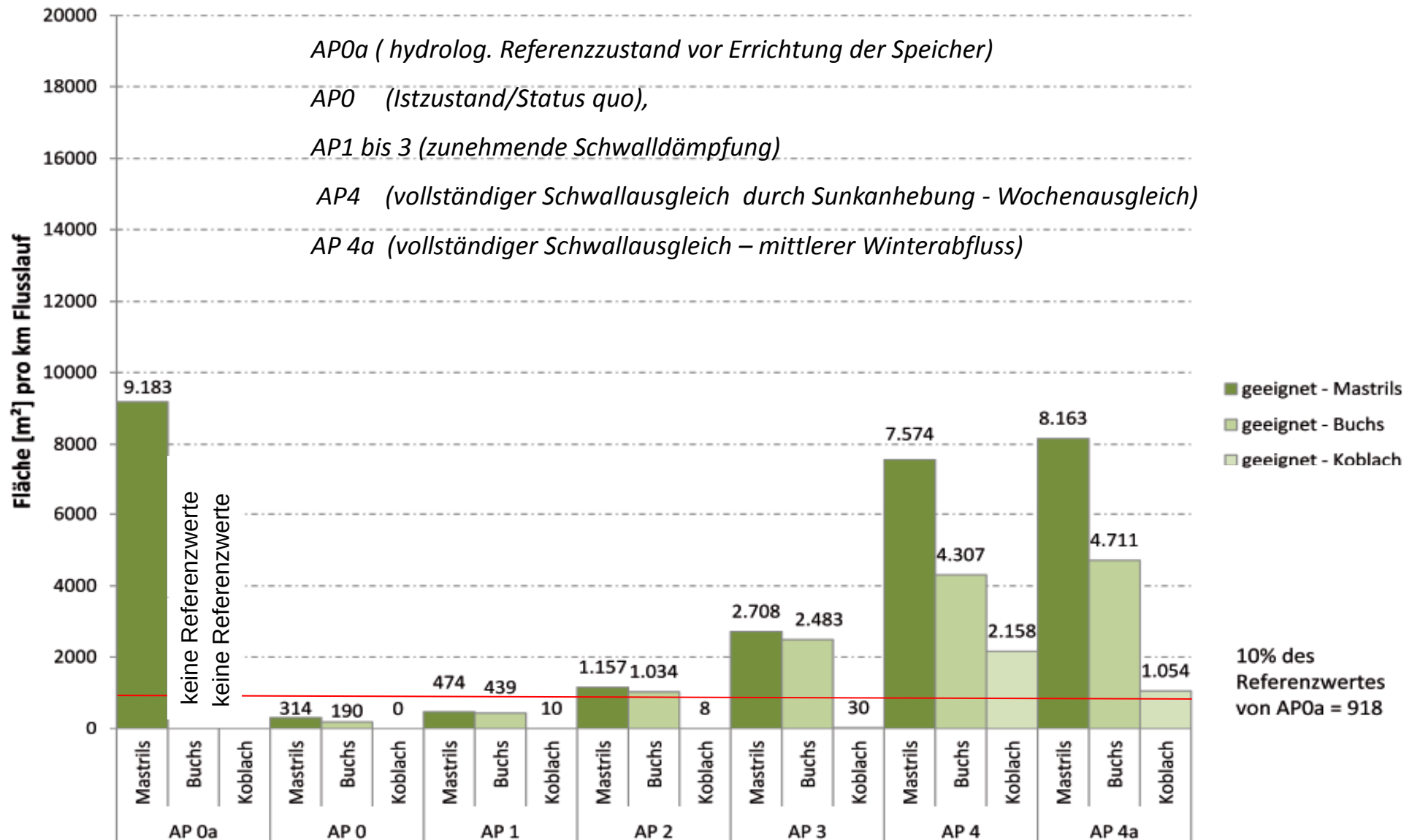
Buchs Jungfische

Ab **AP2** deutliche Verbesserung der Lebensraumverhältnisse. Strandungsrisiko ähnlich naturnahen Mastrilser Auen. Gefahr des Verdriftens ist in Buchs ab **AP1** bis **AP3** aber deutlich höher.

Koblach Jungfische

Deutliche Verbesserungen sind erst ab **AP3** und nur kombiniert mit umfangreichen morphologischen Aufwertungen möglich. Bei **AP0**, **AP1** und **AP2** sind die Zielwerte für geeignete Habitate auch mit morphologischen Aufwertungen nicht erreichbar.

Ergebnisse Jungfische „Effektive Lebensraumeignung“ Gefährdung Stranden



Gesamtresümee Bach-/Seeforelle

Bei **Jungfischen** deutliche Verbesserungen **ab AP2** in **Mastrils und Buchs** erreichbar, in Koblach ist dies nur kombiniert mit morphologischen Aufwertungen möglich.

Reproduktion ist der limitierende Faktor für eine intakte Bachforellenpopulation im Alpenrhein.

Mastrilser Rheinauen: ab AP3 ist eine intakte, nachhaltige sich selbst erhaltende Bach- und Seeforellenpopulation möglich.

Für die Strecken **Buchs** und **Koblach** sind gleichzeitig mit **Schwalldämpfung** (ab AP3) auch umfangreiche **morphologische Verbesserungen** notwendig. Erfolge sind dann eventuell auch schon mit einer etwas geringeren Schwalldämpfung möglich.



Problem Sunkanhebung:

Starke Sunkanhebung bei AP 3, 4 und 4a durch geforderten Wochenausgleich im Projekt.

Verbesserungen durch Schwalldämpfung vor allem bei der Reproduktion durch Sunkanhebung (BF/SF bei Reproduktion an NW angepasst) grossteils wieder zunichte gemacht,

In Wochen mit geringerem Gesamtabfluss bei gleichem Speichervolumen deutlich geringere Sunkanhebung. Über grössere Teile des Winters daher beim derzeitigen AP3 günstigere Bedingungen gegeben als im Projekt berechnet.

Wesentliche Handlungsempfehlung zur Verbesserung der Reproduktion d. Bach-/Seeforelle:

- Möglichst weitgehende Schwalldämpfung ohne zu hohe Sunkanhebung
- kombiniert mit morphologischen Verbesserungen und
- Vernetzung Zubringer.

Ökologischer Zielzustand (CH und WRRL)

Der ökologische Zustand eines Gewässers wird jedoch nicht nur durch den Zustand einer Art definiert.

- Oberlauf: 3-4 Leitfischarten, 4 typ. Begleitarten
- Mittel-und Unterlauf: 4 Leitfischarten, 10-12 typ. Begleitarten

Im Frühjahr laichende Arten reagieren weniger sensibel auf die winterliche Sunkanhebung, damit sind für diese Arten stärkere Verbesserungen bei den AP's als bei der Bachforelle zu erwarten.



Mögliche Verbesserungen durch morphologische Aufwertungen

Durch die Schaffung von geeigneten Strukturen können die Lebensraumverhältnisse in Buchs und Koblach bei gleicher Schwalldämpfung weiter verbessert werden.

Kombination Schwalldämpfung und morphologische Maßnahmen:
vermutlich effizienteste Vorgangsweise:

*Zusätzlich erforderliche Strukturen für Jungfische der Bach-/Seeforelle in **ha pro km Flusslauf** in Buchs und Koblach (angelehnt an 10% Referenzwert).*

Buchs	AP 0	AP 1	AP 2	AP 3	AP 4	AP4a
Kiesbank	-	261,4	0	0	0	0
Seitenarm	18,2	5,8	0	0	0	0
Furt	58,1	42,5	0	0	0	0
Koblach	AP 0	AP 1	AP 2	AP 3	AP 4	AP 4a
Kiesbank	-	495,7	14,3	3,1	0	0
Seitenarm	23,0	11,0	5,4	2,9	0	0
Furt	73,3	80,5	75,2	49,0	0	0

Anpassung des Betriebsregimes von Schwalldämpfungsbecken an die einzelnen Entwicklungsstadien im Jahresverlauf

Endergebnis: sehr unterschiedliche Reaktion der einzelnen Altersstadien der Fische als auch der benthischen Faunenelemente (MZB) auf die Auswirkungen des Abflussschwall. Dabei saisonal unterschiedliche Hauptschadensfaktoren.

Optimaler Einsatz des verfügbaren Volumen von Schwalldämpfungsbecken :

- jahreszeitlich abgestimmt Betriebsweise
- gezielt Reduktion der Auswirkungen des jeweils limitierenden Schadensfaktors
- weniger limitierende Schadensfaktoren nicht optimal reduzierbar

Gezielte Förderung der Reproduktion der Bach-/Seeforelle als limitierendes Entwicklungsstadium für eine intakte Bach-/Seeforellenpopulation im Alpenrhein

1. Mitte November/Dezember (Laichzeit)
2. Winter (Eientwicklung)
3. Frühjahr/Frühsommer (Schlupf der Fischlarven)

Mitte November/Dezember (Laichzeit Bach-/Seeforelle):

Vermeidung zu starker Sunkanhebung

Durch die Vermeidung einer zu starken Sunkanhebung massive Verbesserung der fischökologischen Verhältnisse erreichbar. Da Hauptlaichzeit nur über ca. **4-6 Wochen**, auch kurzfristige Betriebseinschränkungen überlegenswert.



<http://fotoalbum.naturerlebnis-chiemsee.de/d/6287-3/Bachforelle.JPG>



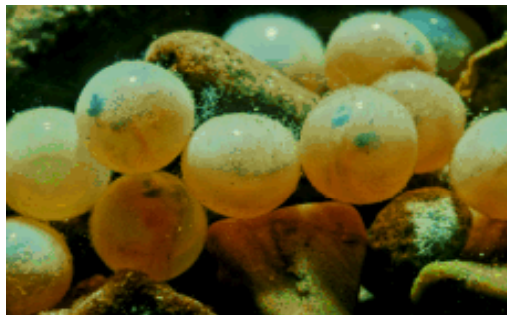
http://www.tvchur.ch/images/content/buendner_gewaesser/messgewaesser/mewis



Winter (Eientwicklung)



http://www.smul.sachsen.de/umwelt/img/natur/324_lachs.jpg



<http://www.wupperverband.de/2d475fe384f2de43c1256f3c002e68be/c0962917eb6bc8d6c1256d490049dadf/WYSinhalt/0.75DA.gif>

Vorrangig **Reduktion der Schwallamplitude** zur Minimierung der Beeinträchtigung der Eientwicklung durch Trockenfallen, Kolmation und Erosion.

Anhebung Sunkabfluss sowie geringfügig erhöhte Schwallrückgangs- und Schwallanstiegs-geschwindigkeiten zu dieser Periode geringere Beeinträchtigung für die Bachforellenpopulation zur Folge.

Stranden als auch Verdriften von Jungfischen zu dieser Jahreszeit generell nicht die limitierenden Gefährdungsfaktoren für den Erhalt der Bach-/Seeforellenpopulation.

Frühjahr/Frühsummer (Schlupf der Fischlarven von Bach-/Seeforelle und anderen Leitfischarten wie Äsche usw.)

Wichtig vor allem ein **möglichst langsamer Anstieg/Rückgang** des Wasserspiegels bei Schwall/Sunk, optimal kombiniert mit verringerter Schwallamplitude.

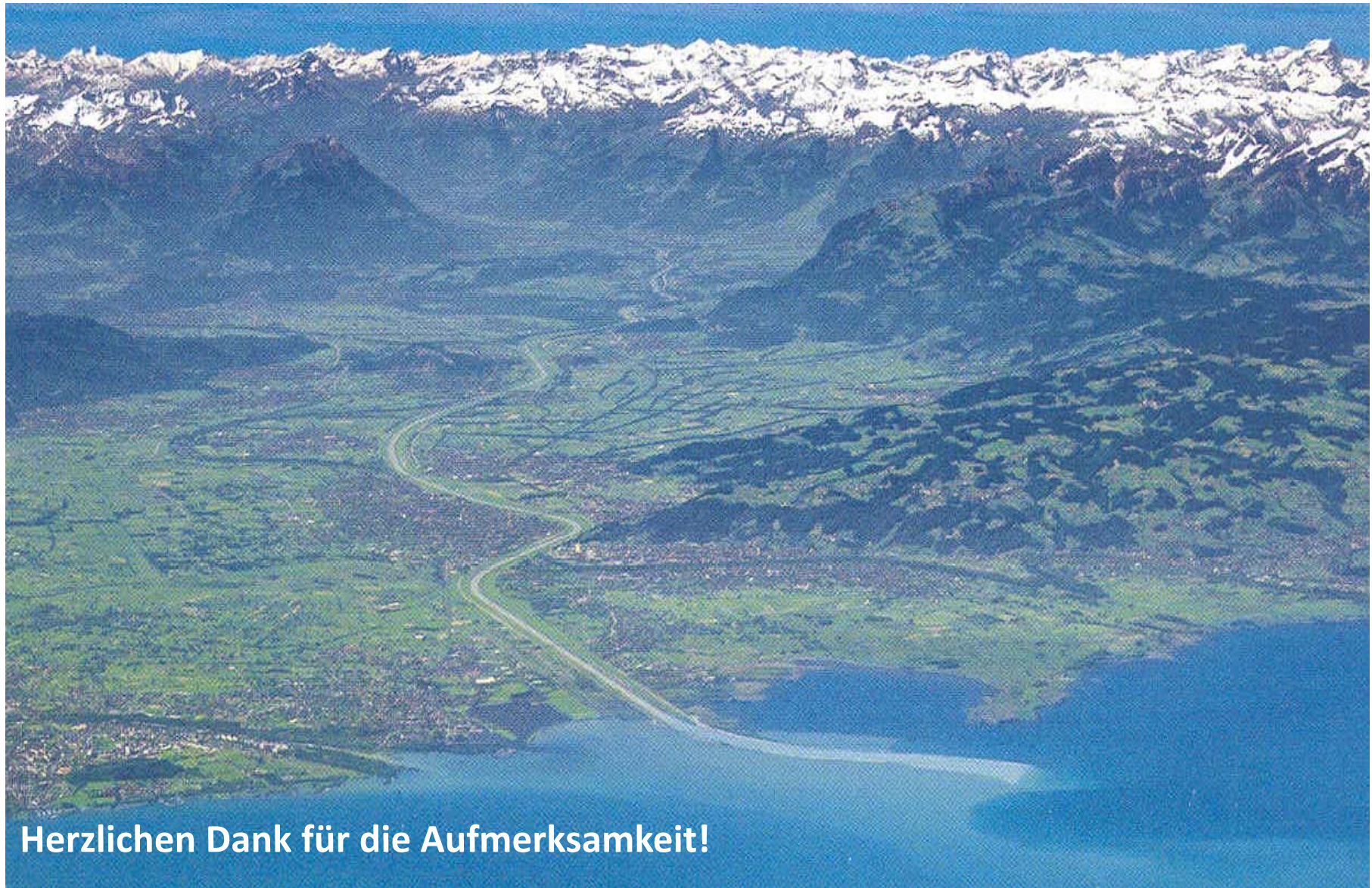
Anhebung Sunkabfluss vermutlich in dieser Periode nicht der Hauptschadensfaktor für diese Stadien. Genaue Überprüfung bzw. Modellierung der Verhältnisse zu diesem Zeitraum wird jedoch dringend empfohlen.



https://naturfotografenforum.de/data/media/48/RegenbogenforelleSchlupf::Marko_K%C3%B6nig_regenbogenforelle_schlupf_suesswasserfisch_larve_laich_fisch_forelle_ei.jpg



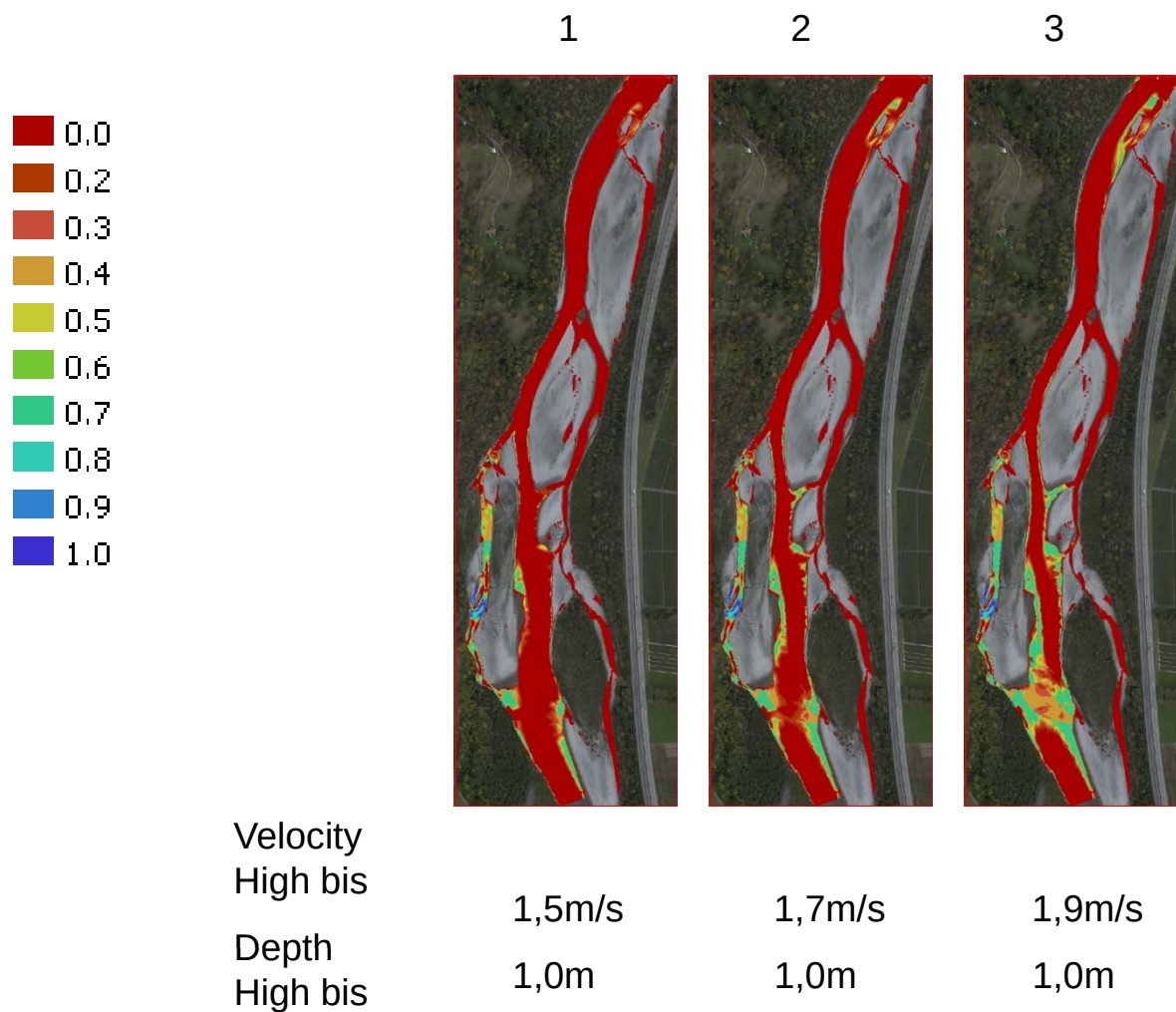
<http://www.jagd-bayern.de/uploads/pics/Dottersacklarve.jpg>



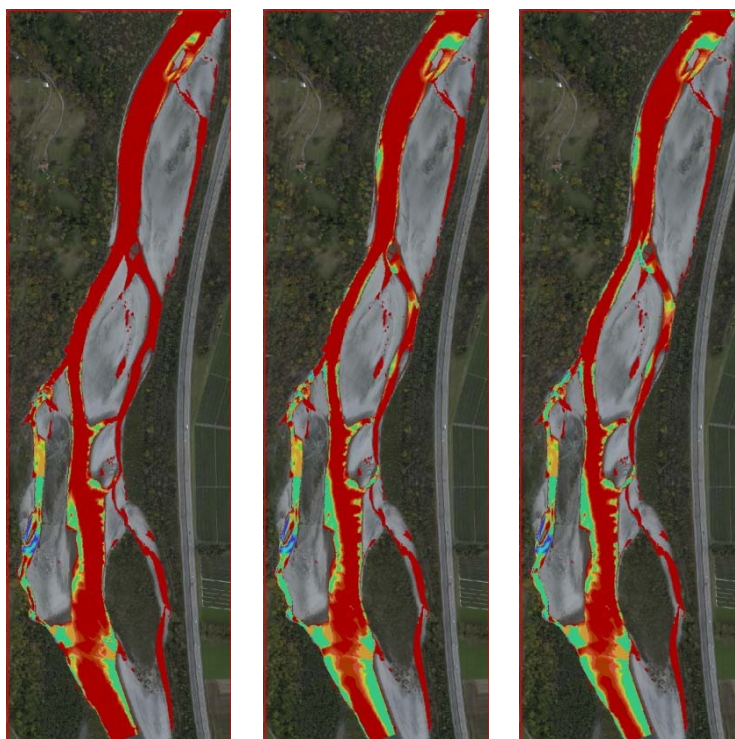
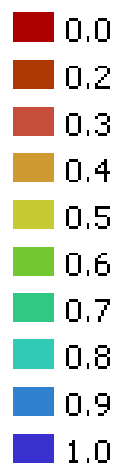
Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit!



SENSITIVITÄT Basiseignung rheophile Invertebraten



SENSITIVITÄT Basiseignung rheophile Invertebraten



Velocity
High bis

1,7m/s

1,7m/s

1,7m/s

Depth
High bis

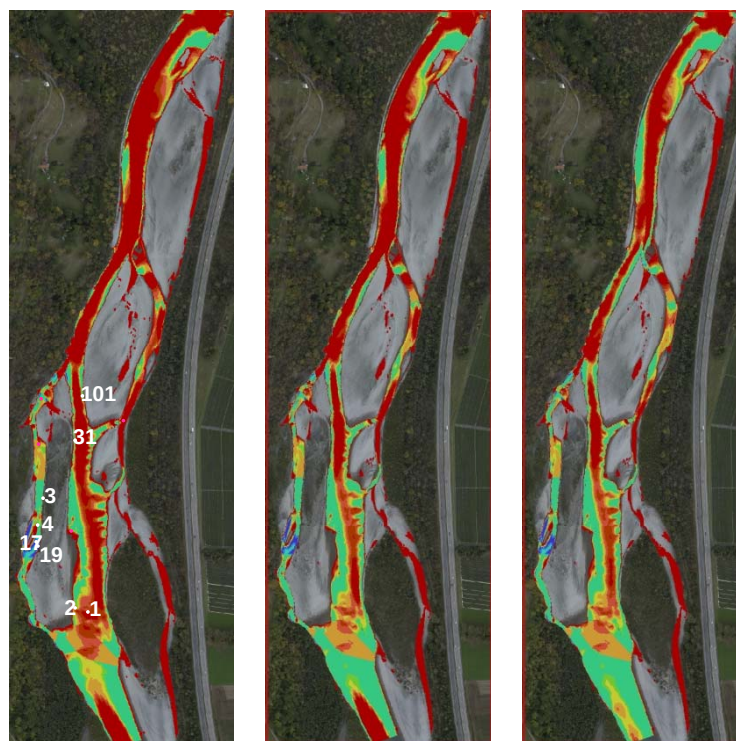
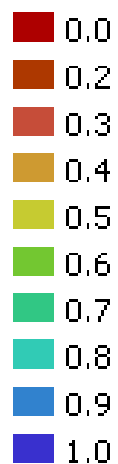
1,0m

1,5m

2,0m



SENSITIVITÄT Basiseignung rheophile Invertebraten



Velocity
 High bis

1.8m/s

1.9m/s

1.9m/s

Depth
 High bis

1,5m

1,5m

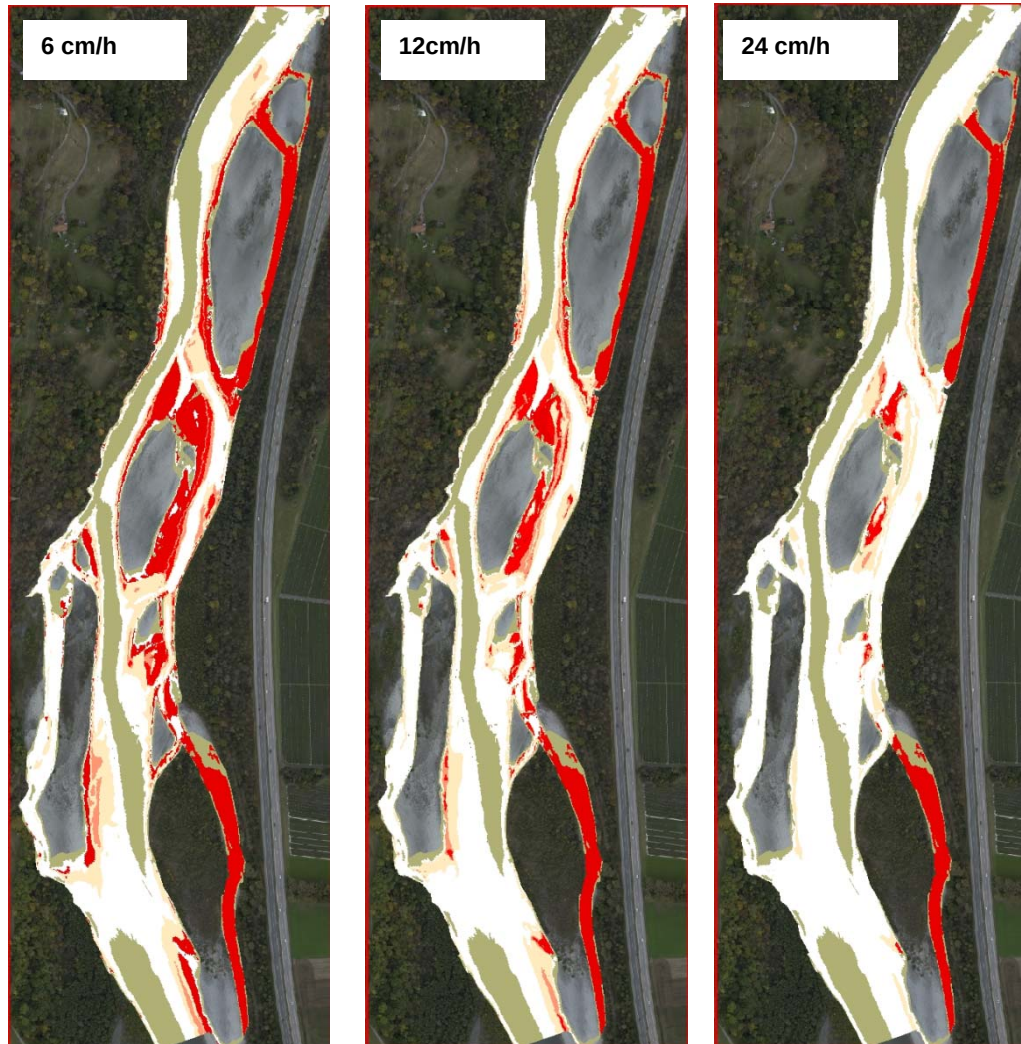
2,0m



strenger

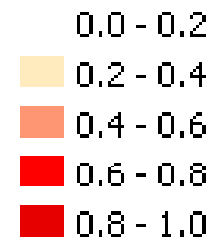
Projekt

Weniger streng



Veränderung des Grenzwertes : Kritische Sunkrückgangsgeschwindigkeit

Risiko



SENSITIVITÄT Effektive Eignung

Mastrils

