



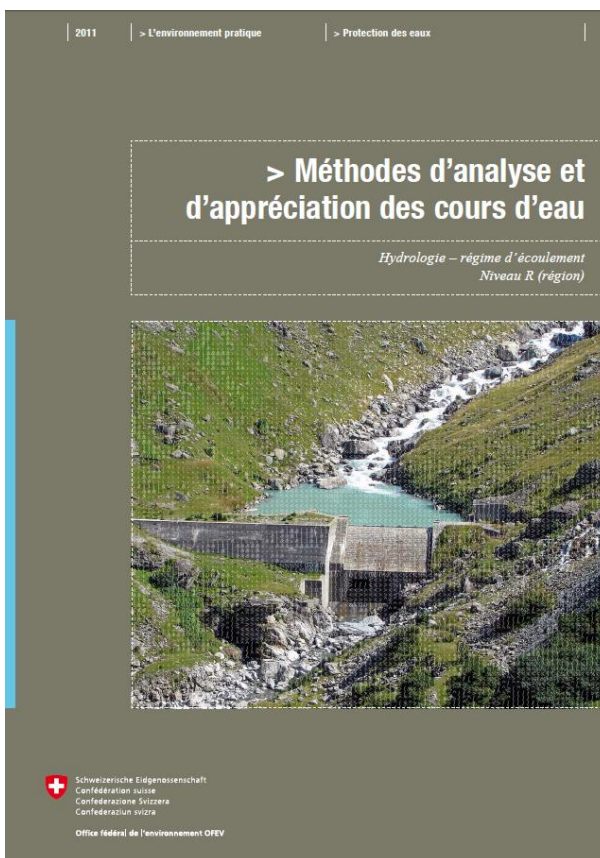
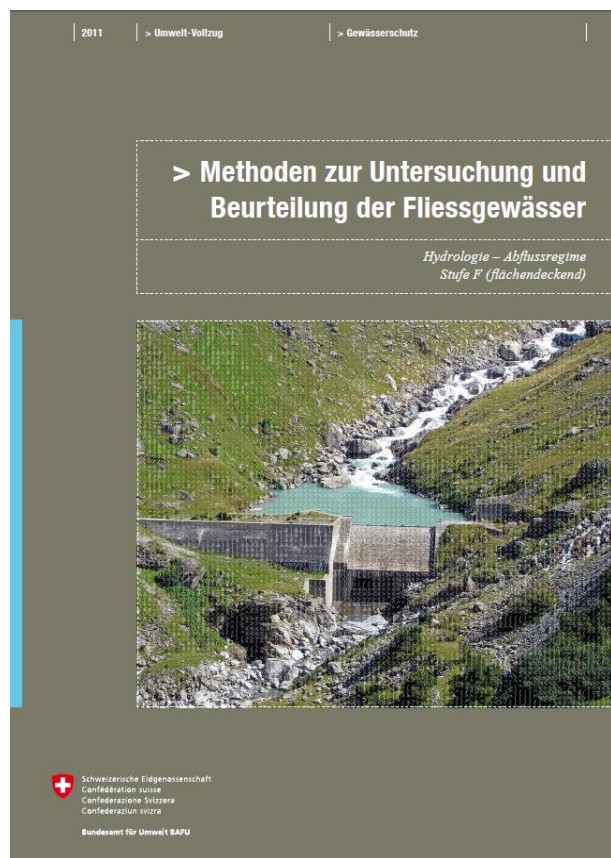
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Federal Department of the Environment,
Transport, Energy and Communications DETEC

Federal Office for the Environment FOEN
Division Water

Module Hydrology (HYDMOD) the Swiss method for assessing and classifying the natural state of the rivers` flow regime



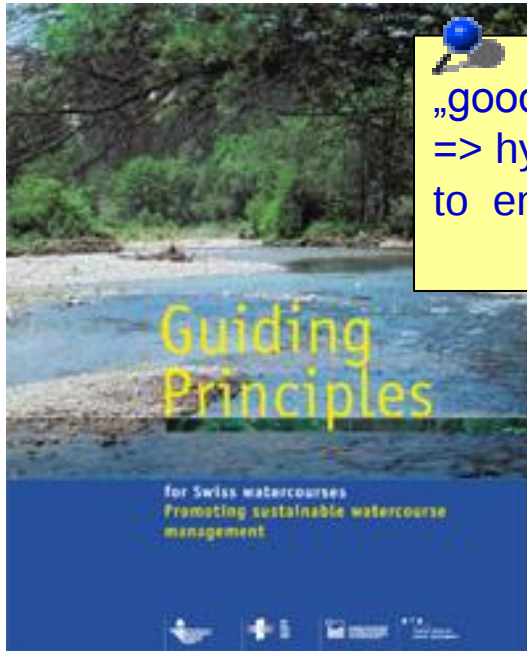
Martin Pfaundler
HydroEco' 2011 Vienna
2-5 May 2011



Integrated water status assessment

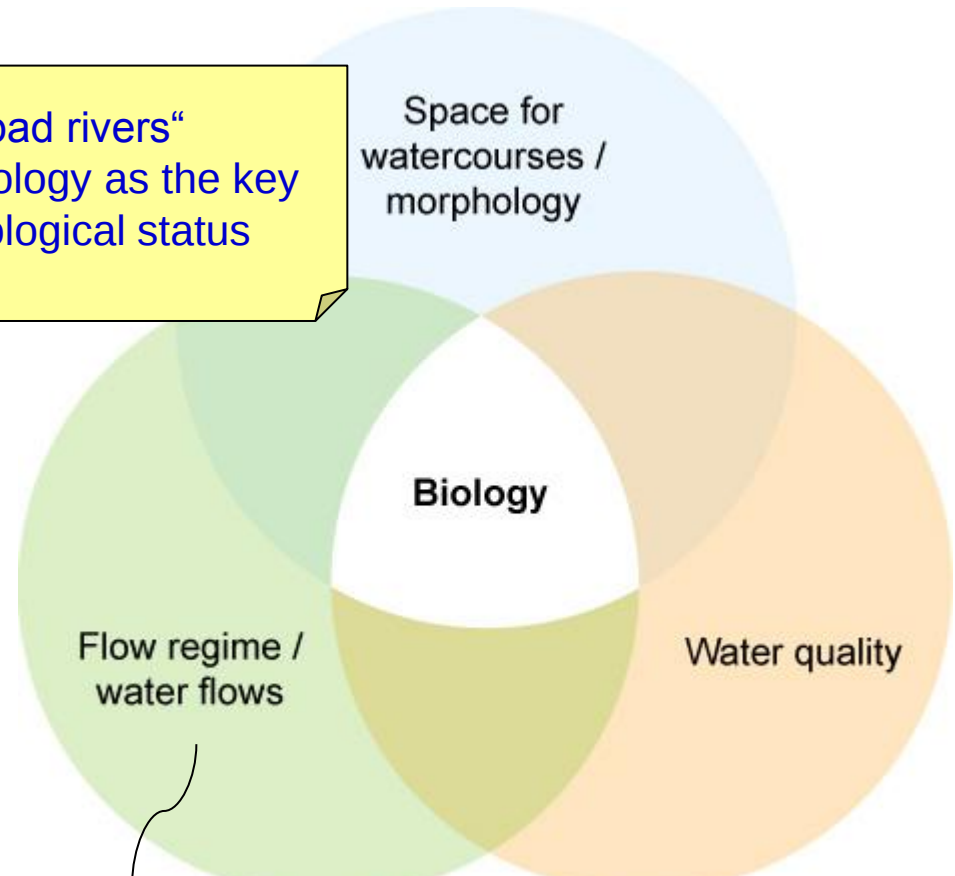
Guiding principles for Swiss watercourses

Promoting sustainable watercourse management



„good water in bad rivers“
=> hydromorphology as the key to enhance ecological status

Abiotic determinants and biologic status



- 1 Water quality
- 2 Space for rivers & ecomorphology
- 3 Flow regime

HYDMOD to evaluate and classify the impacts on the flow regime



Standardized methods for the analysis and assessment
of the ecological status of water courses in Switzerland

Hydrodynamics
and morphology

Biology

Chemical and
toxic effects

R

S

I

Hydrology

Morphology

General Aspect

Higher water
and marsh plants

Makrozoobenthos

Algae

Fish

Water chemistry

Ecotoxicology



HYDMOD in a nutshell



**a method to assess the impacts of
man-made interventions
on the flow-regime**

**Classification of the
flow regime's natural status**



Classification of the flow regime's natural status => assessment classes

I	natural / close to natural
II	slightly altered
III	considerably altered
IV	heavily altered
V	artificial

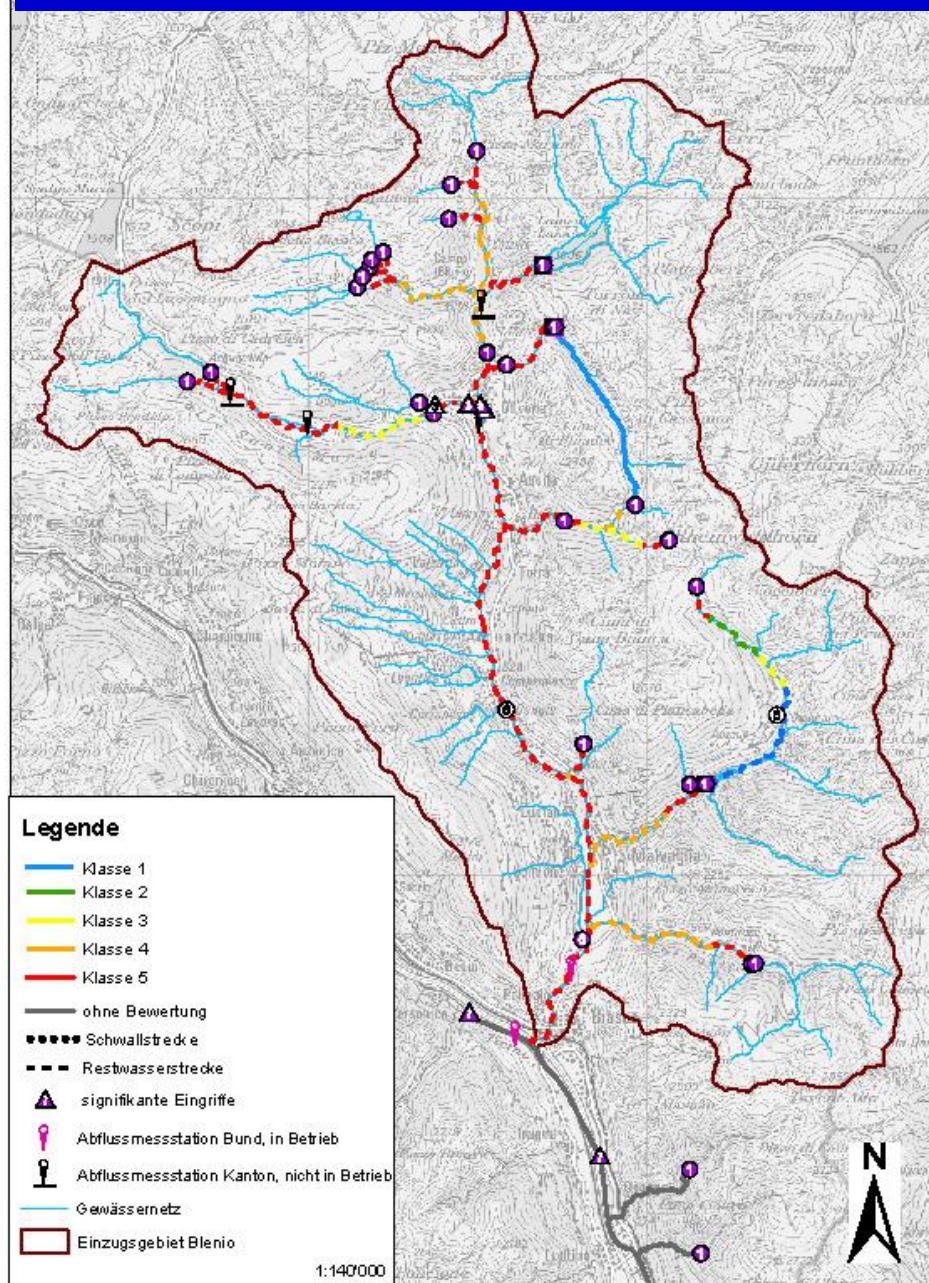
without assessment

but labelling the kind of alteration
=> phenomenon

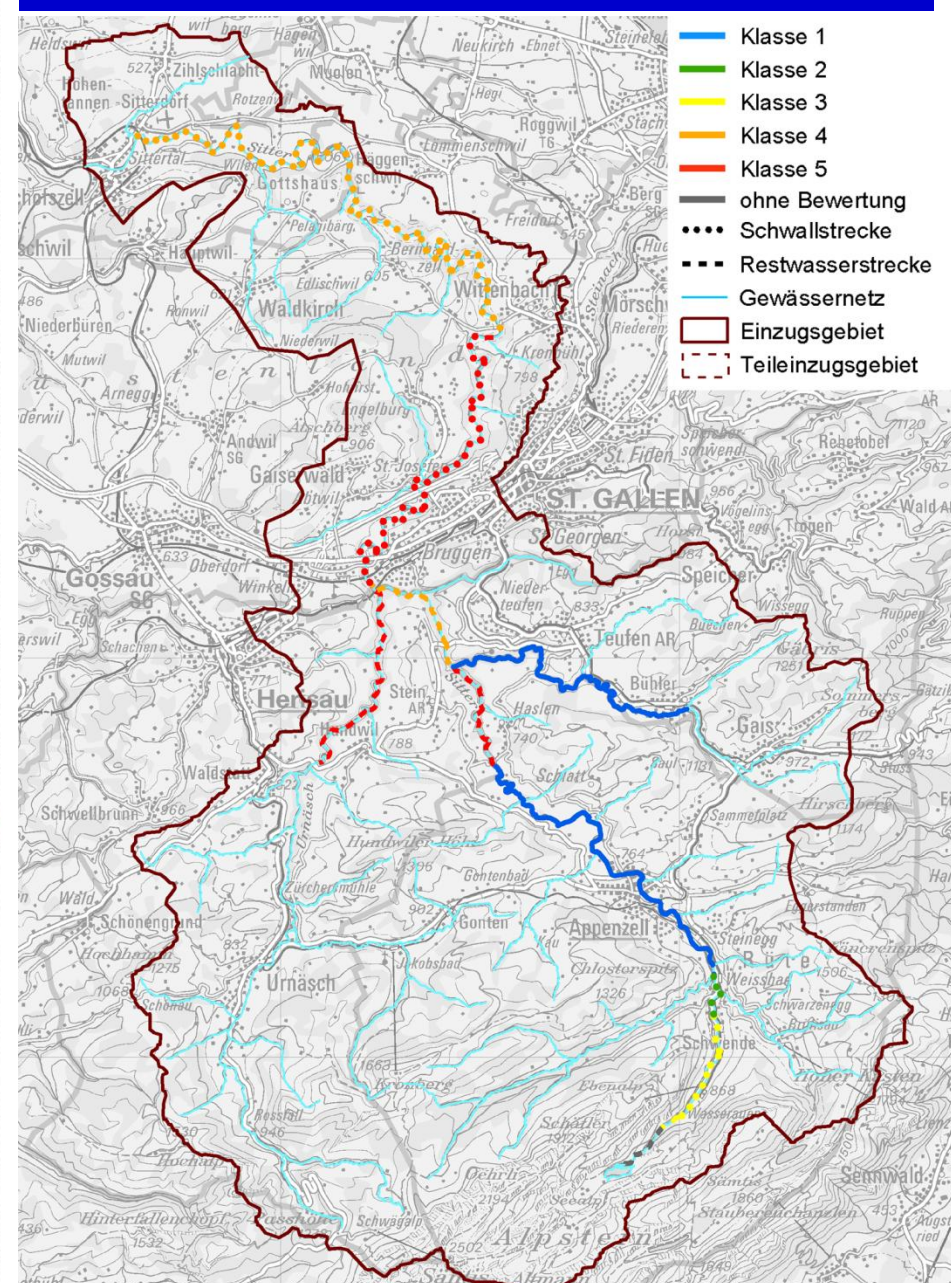
- residual flow effects
- hydro-peaking effects

..... assessment objects are
the individual river reaches

Case study Blenio basin Canton Ticino

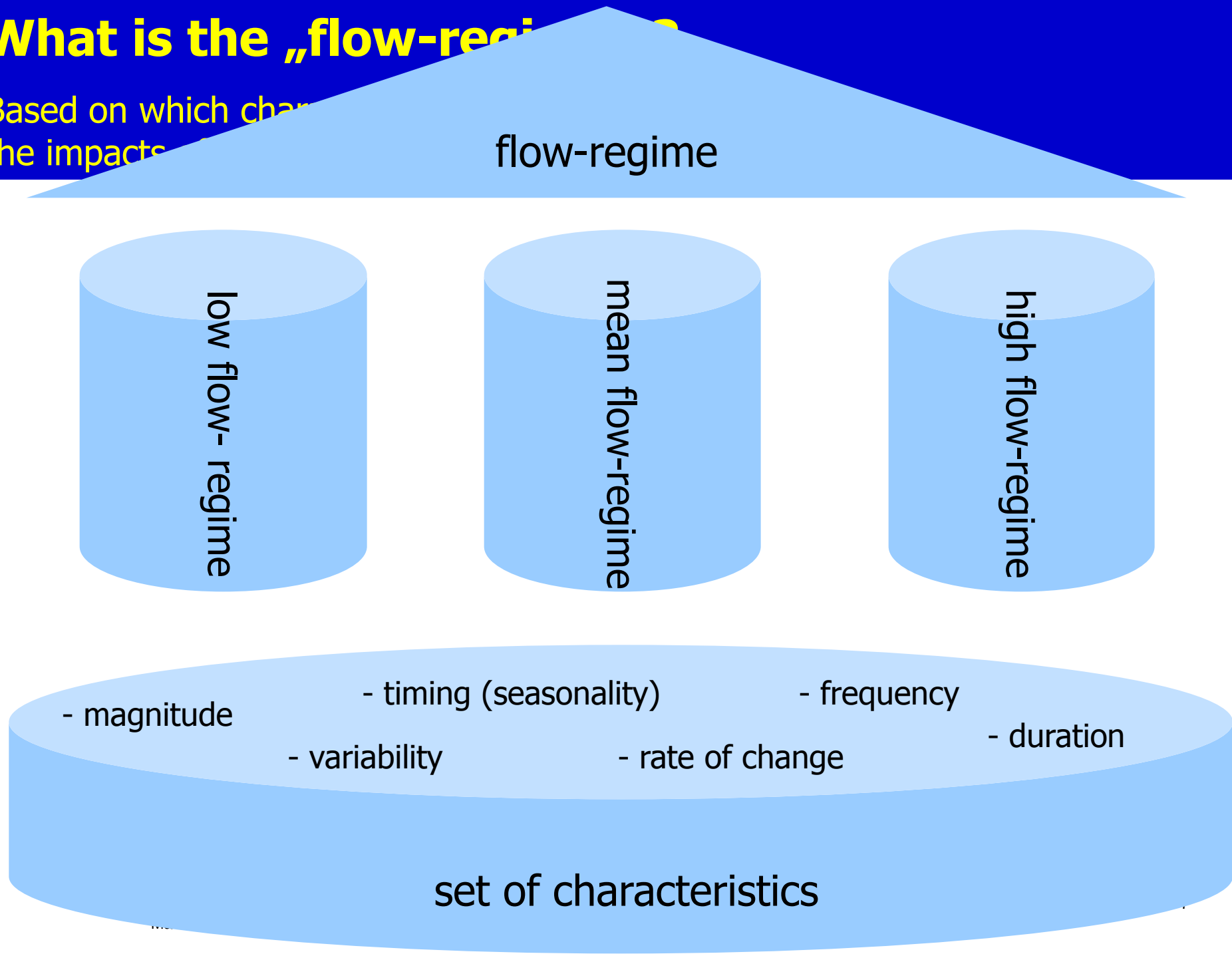


Case study Sitter basin Canton St.Gallen



What is the „flow-regime“?

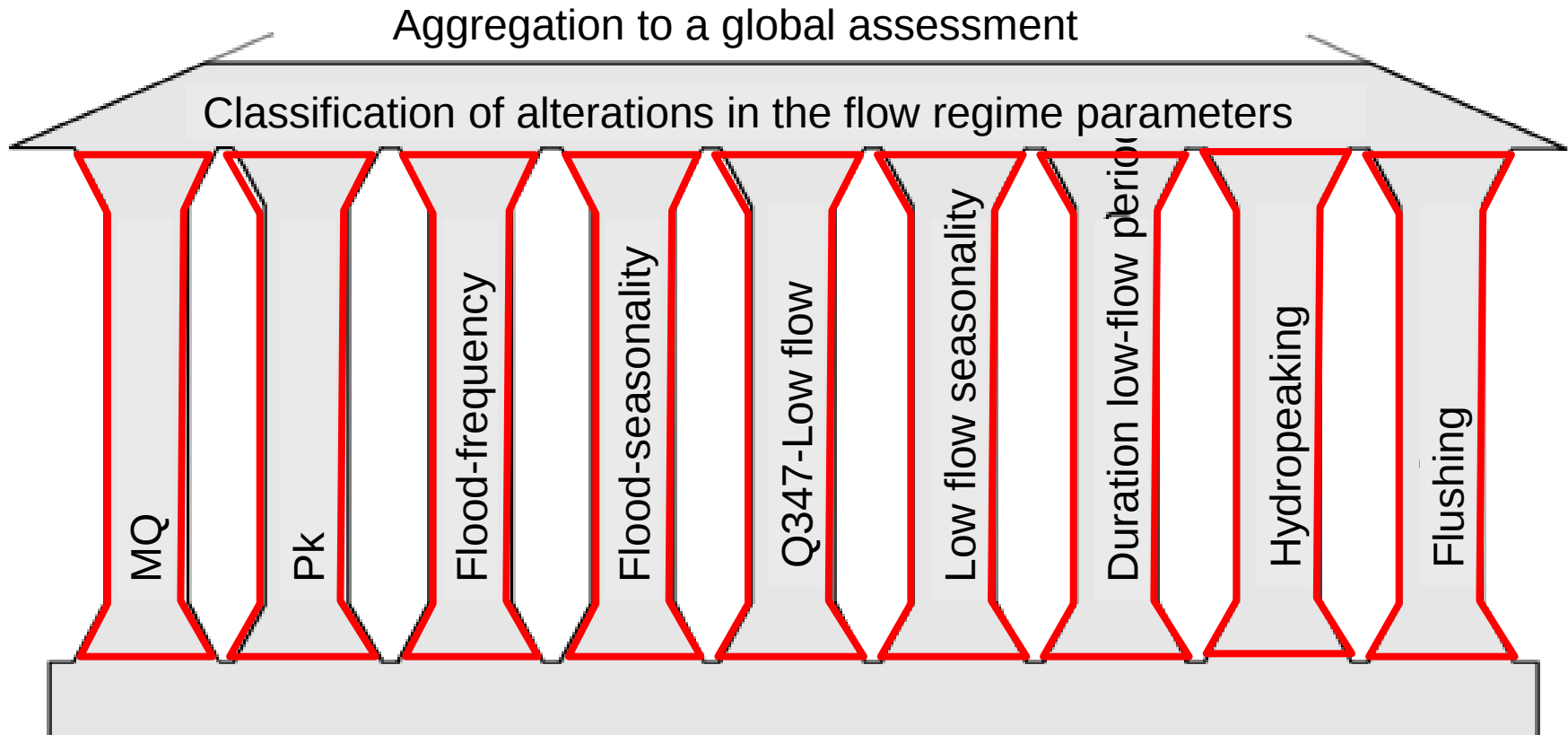
Based on which characteristics
the impacts of a change





Selection of hydrologic indicators for HYDMOD

Within HYDMOD, assessment of flow regime alterations and the status classification is based on the following indicators



High flow regime

Mean flow regime

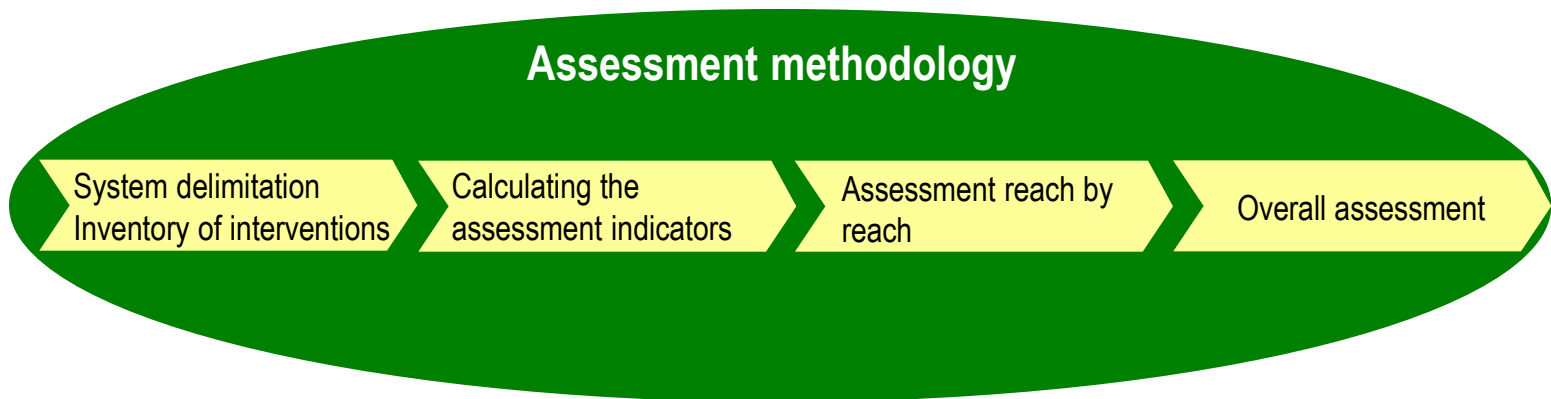
Low flow regime

Hydro-peaking

Flushing



The methodology's procedure



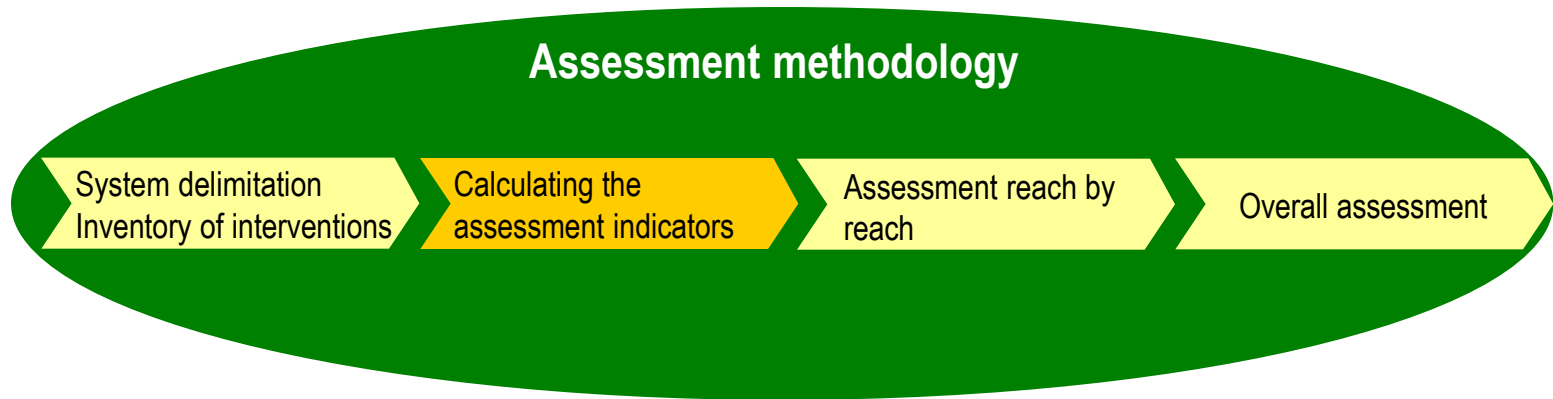
typology of man-made interventions

relevance thresholds and significance criteria

A	B	C	D	E
Code	Bezeichnung	Grössen-Schwellenwert	Signifikanzkriterium	Bemerkung
A) Wasserentnahme (aus Oberflächengewässern)				
A1	Ab-/Über-/Umleitung zur Wasserkrafterzeugung	Q _A ≥ 20 l/s	Q _A : Q ₃₄₇ > 20%	Q _A = bewilligte bzw. Entnahmen
A2	Trinkwasser-/Brauchwasserentnahme (kommunale, industrielle Nutzung)			
A3	Kühlwasserausleitung			
A4	Beschneidung			
A5	landwirtschaftlich	A water withdrawals		
A6	für fischereiwirtschaft			
B) Wasserzufuhr / -einleitung (direkt in Gewässer)				
B1	Strassenentwässerung	B water discharges		
B2	ARA-Auflösung			
B3	Regenwasserkanalisation Regenrückhaltung	C water reservoirs and regulation		
B4	Regenüberlaufbecken (Mischwasser)			
B5	Kühlwassereinleitung	D groundwater related measures		
B6	Überleitung aus anderen Gewässern			
B7	Schwallbetrieb bei Wasserkraft	E flushings		
B8	Triebwassereinleitung aus Wasserkraft			
C) Wasserspeicherung und -regulierung (Änderung des zeitlichen Ablaufes)				
C1	Speicherseen für die Wasserkraft (Tages-/Wochen-/Jahresspeicher)	Vol _{Speicher} ≥ 15'000 m ³	Vol _{Speicher} > 12h*MQ _{Speicherzuflüsse}	Vol _{Speicher} = Speichervolumen
C2	Mehrzweck- und andere Speicherseen (Bewässerung, Erholung, Beschneidung,...)			
C3	Ausflussregelungen von natürlichen Seen (Seeausflussregulierungen)	Regulierte Seen ≥ 10 ha oder ≥ 25'000 m ³ Volumen	Vol _{Regulierung} > 12h*MQ _{Seezuflüsse}	Vol _{Regulierung} = regulierbares Volumen
C4	Hochwasser-Rückhaltebecken	≥ 10'000 m ³	Vol _{Retention} > 1.5h*MQ	Vol _{Retention} = Retention Rückhaltebecken
D) Grundwasserbezogene Massnahmen				
D1	Entnahmen aus Quellen	Q _A ≥ 15 l/s	Q _A : Q ₃₄₇ > 20%	Q _A = konzessionierte maximale Entnahme
D2	Entnahmen von gepumpten GW	≥ 40 l/s	Auf Stufe F nur inventarisiert, aber nicht für Bewertung berücksichtigt	maximale Entnahme
D3	GW-Anreicherung	≥ 50 l/s		



Examples for assessment approaches for 2 indicators

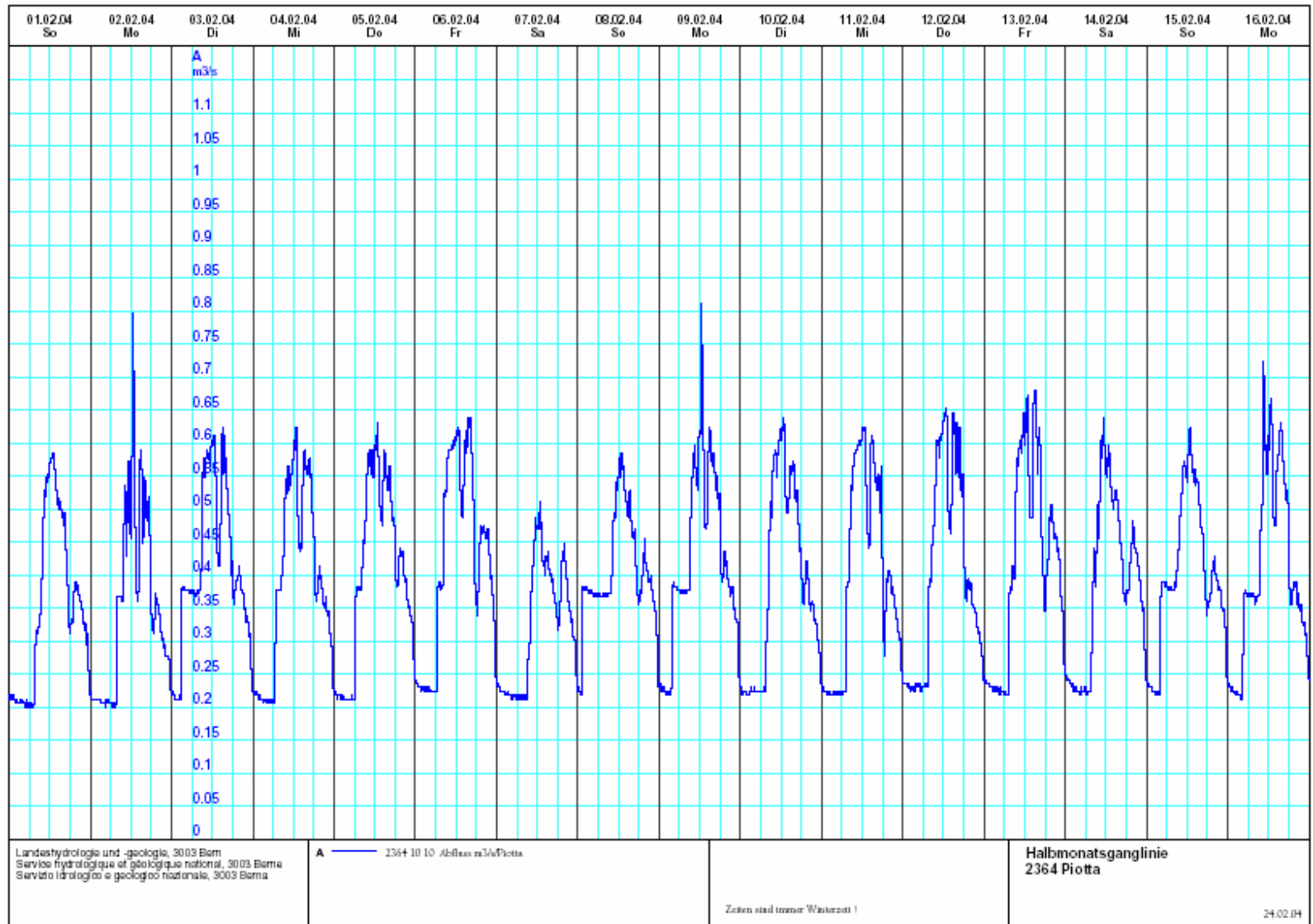


Examples of assessment approaches for 2 of the 9 indicators

- hydropeaking
- low-flow and high-flow seasonality



Hydropeaking

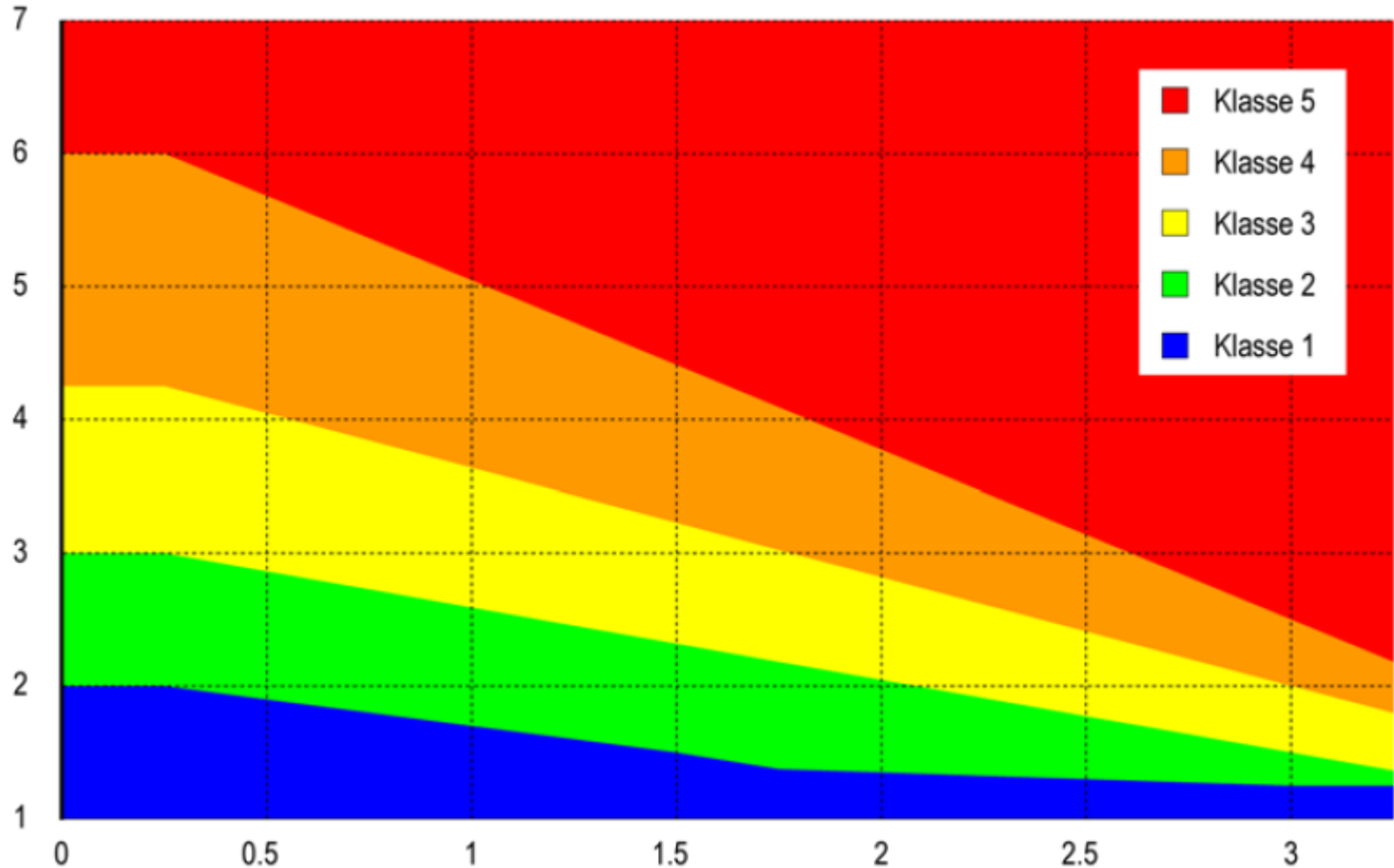


Hydrograph for the river [Ticino@Piotta](#) (period 1-16 February 2004)

Assessment approach for hydro-peaking



Intensität des Impulses $I_{p,SS} = V_{SS} \cdot k_{PR,SS}$

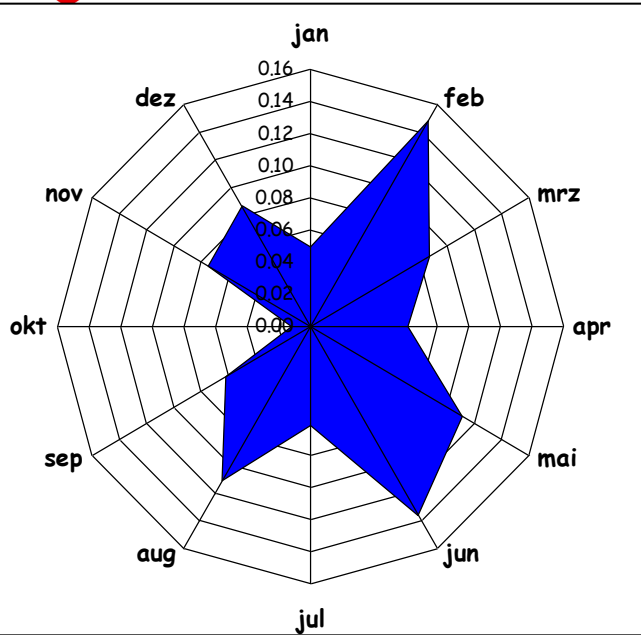


Ratio peak-flow to base flow
indicating pulse intensity

Hydraulischer Stress $I_{h,Schwall} = (Q_{Schwall} / MQ_r) \cdot k_{EZG}$

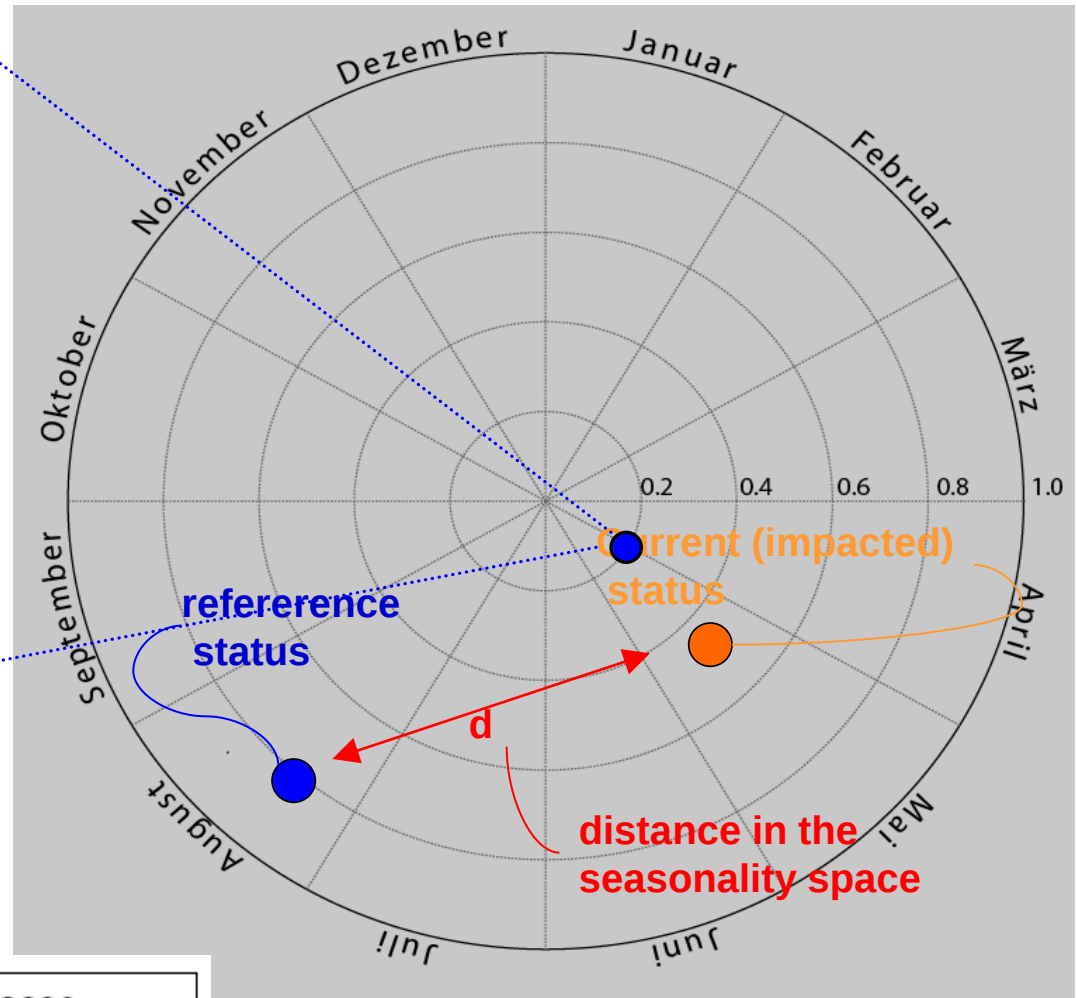
Ratio peak-flow to Q_m = indicator
for the hydraulic stress

Approach for assessing the alteration in the Q_l/Q_h -seasonality



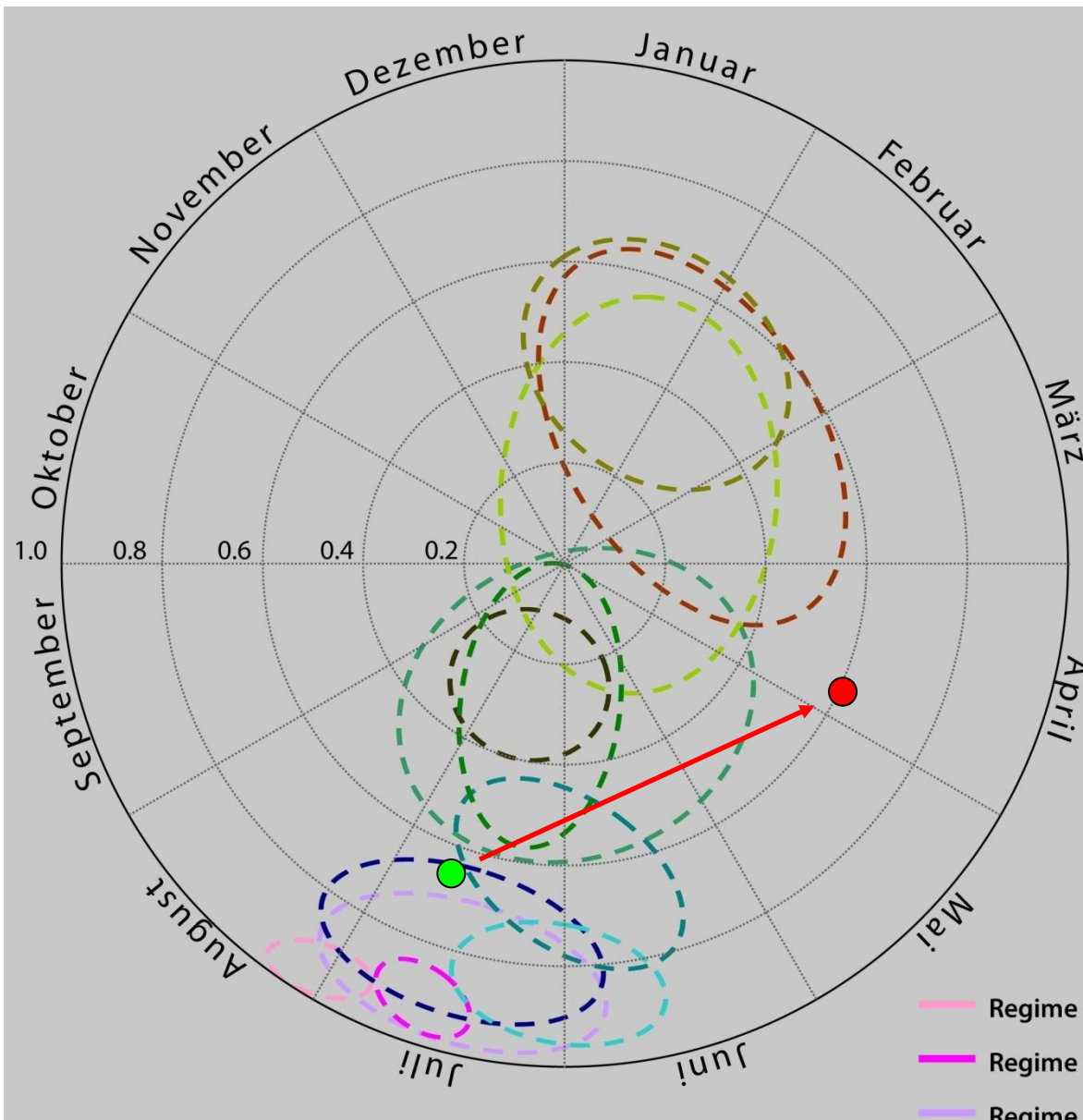
assessment depends on the shift d in the seasonality space

assessment class = $f(d)$



Distanzmass im Saisonalitätsraum	Klasse
$Dist_{ij} \leq 0.3 \ (0.25)$	1
$0.3 \ (0.25) < Dist_{ij} \leq 0.6 \ (0.5)$	2
$0.6 \ (0.5) < Dist_{ij} \leq 0.9 \ (0.75)$	3
$0.9 \ (0.75) < Dist_{ij} \leq 1.2 \ (1.0)$	4
$Dist_{ij} > 1.2 \ (1.0)$	5

River Julia@Tiefencastel Shift in high-flow seasonality



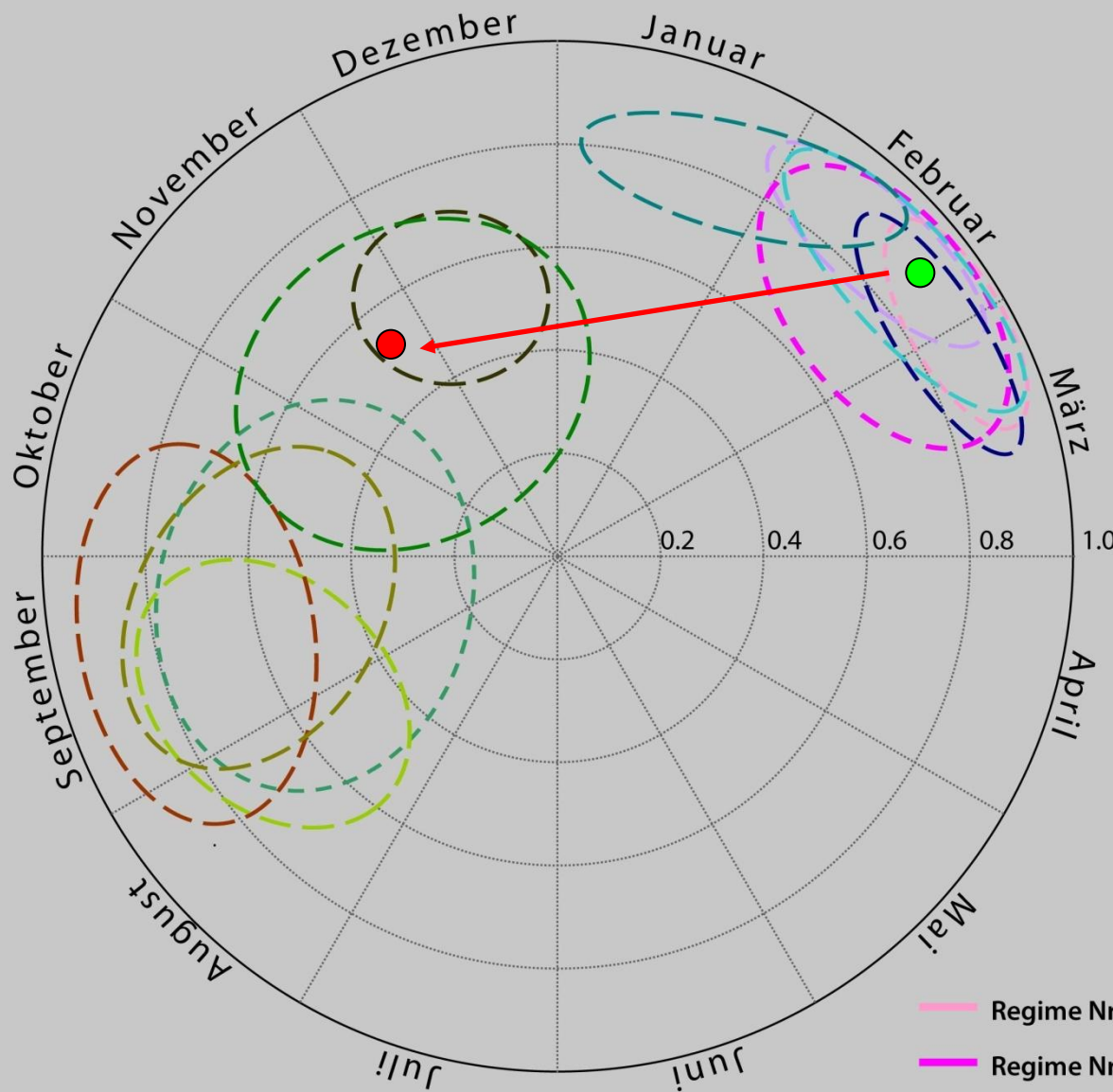
*shift of the Q_h -
seasonality caused
by the Marmorera
reservoir (in
operation since
1954)*



River Julia@Tiefencastel Shift in low-flow seasonality

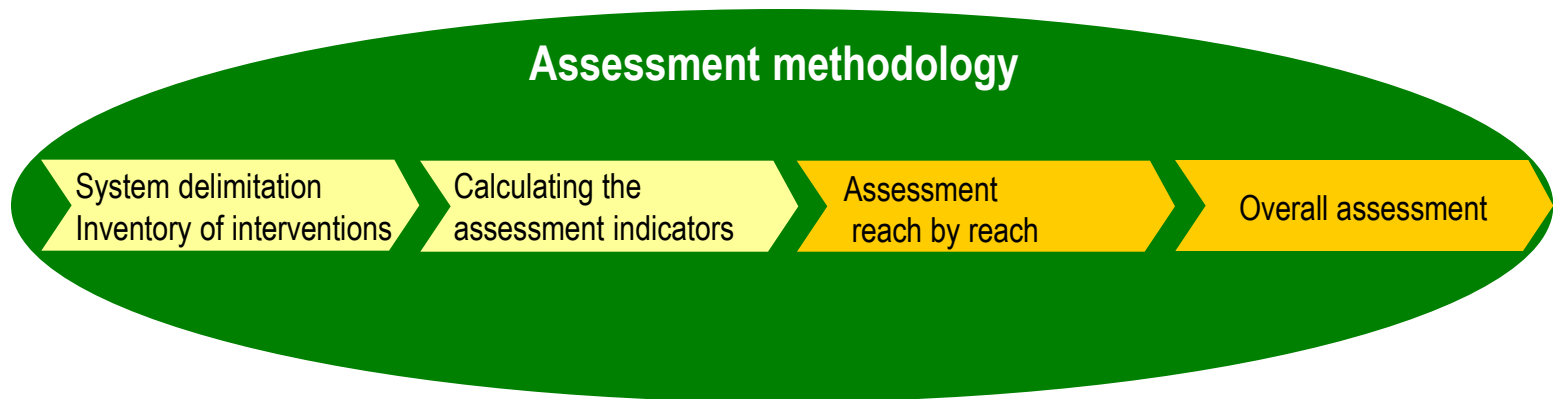
*River
Julia@Tiefencastel*

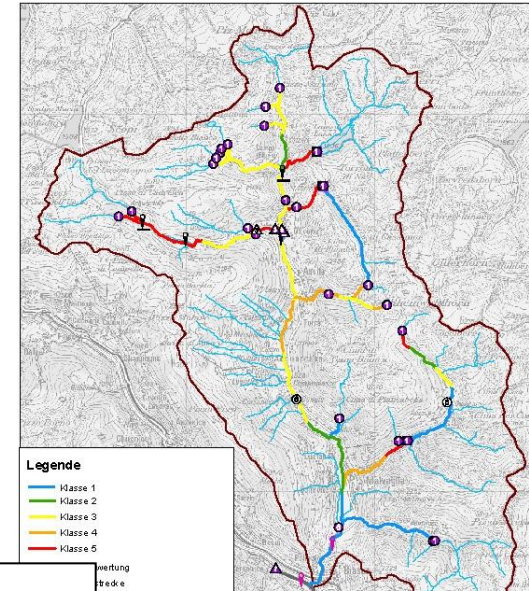
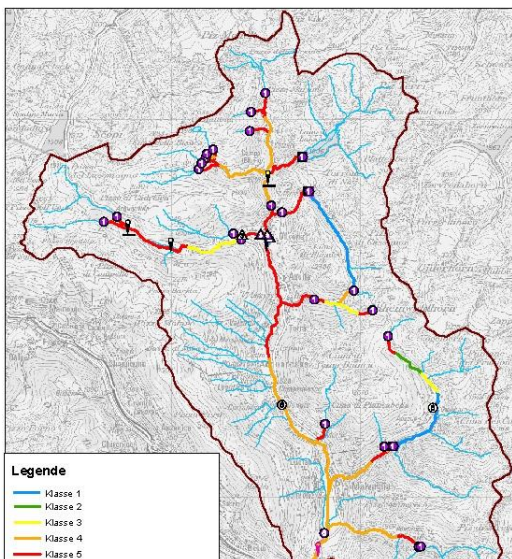
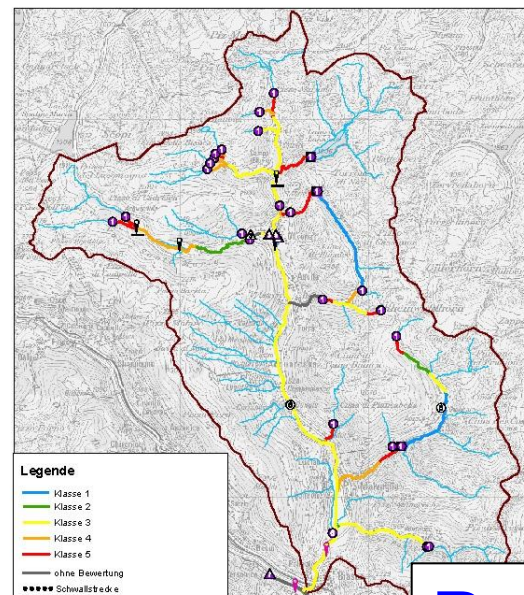
*shift of the QI-
seasonality caused
by the Marmorera
reservoir (in
operation since
1954)*



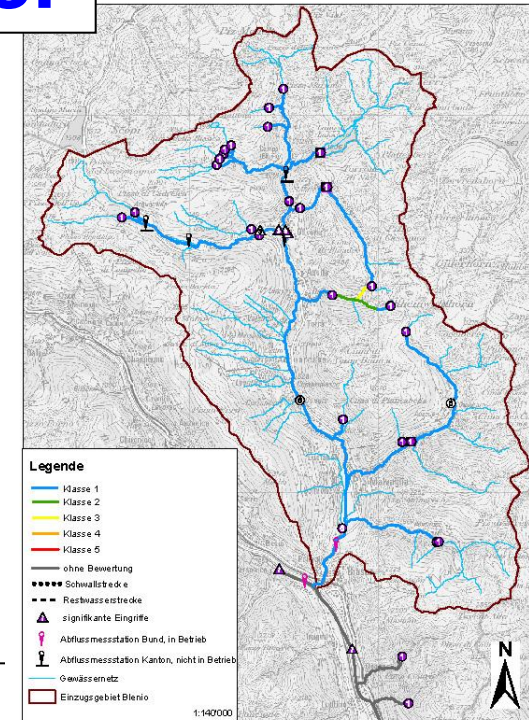
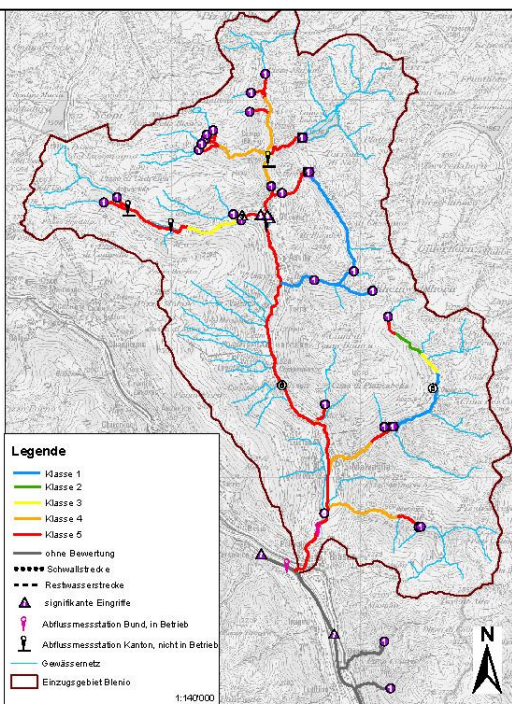
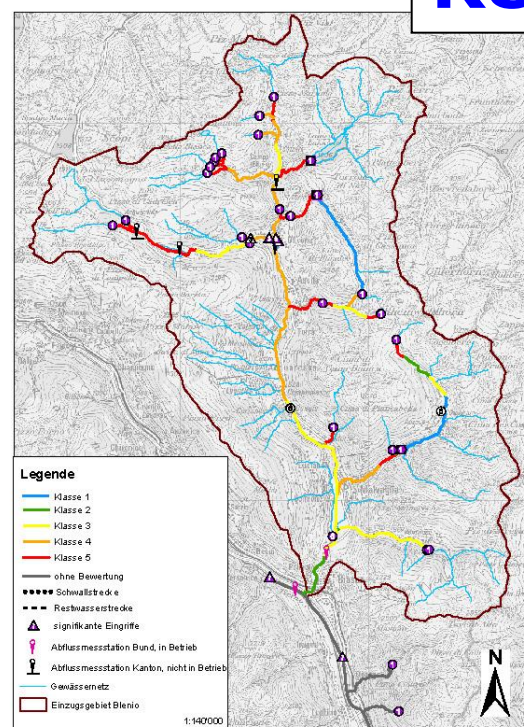
- | | | |
|--------------|---------------|---------------|
| Regime Nr. 1 | Regime Nr. 7 | Regime Nr. 13 |
| Regime Nr. 2 | Regime Nr. 8 | Regime Nr. 14 |
| Regime Nr. 3 | Regime Nr. 9 | Regime Nr. 15 |
| Regime Nr. 4 | Regime Nr. 10 | Regime Nr. 16 |
| Regime Nr. 5 | Regime Nr. 11 | Einheitskreis |
| Regime Nr. 6 | Regime Nr. 12 | |







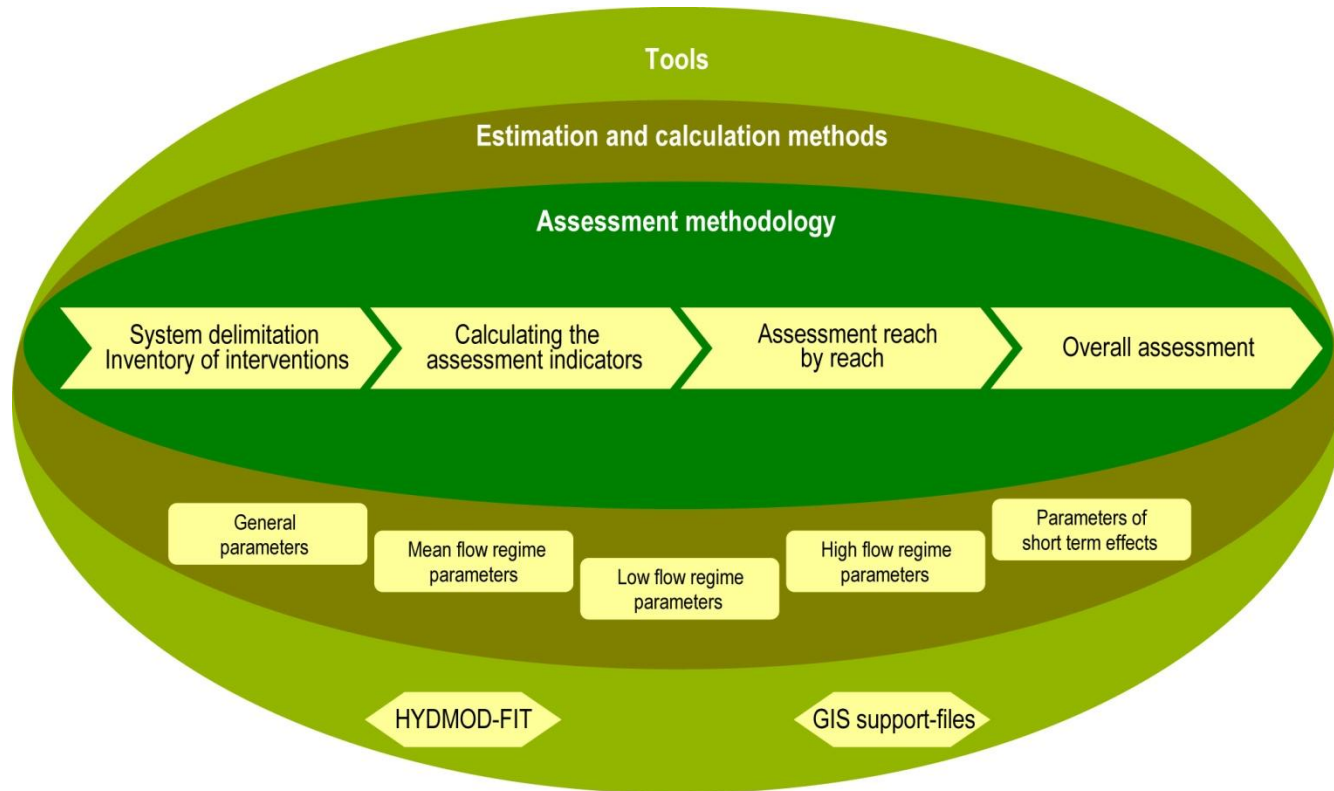
Results for each indicator



using the natur:



HYDMOD..... the „package“



www.modul-stufen-konzept.ch > Hydrology

for the method

for the software HYDMOD-FIT

for the GIS support files

for background information and references





discharge gauging stations in the hydropeaking assessment scheme

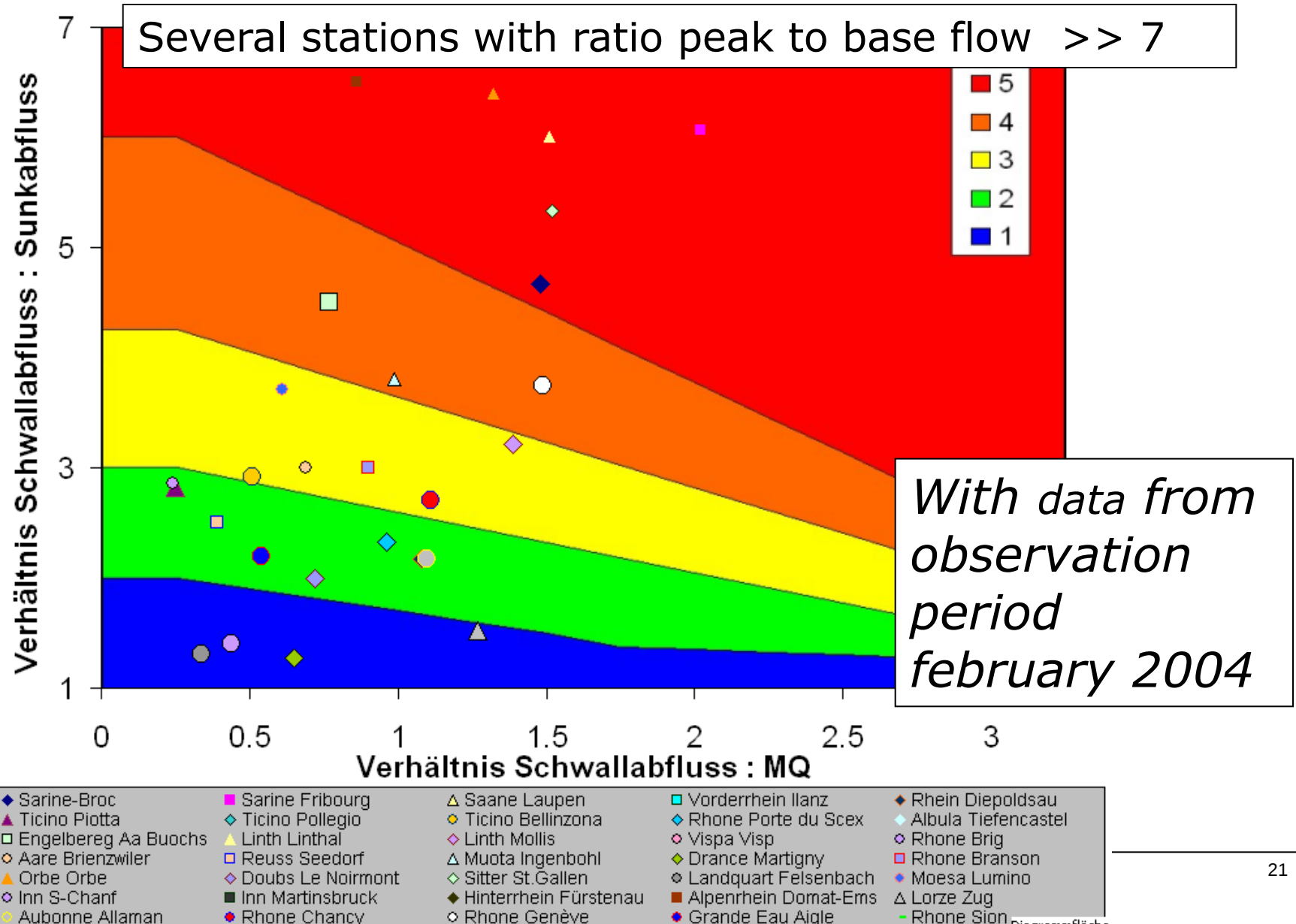




Abb. 38 > Spezifischer mittlerer jährlicher Abfluss M_q [$l/s \cdot km^2$]

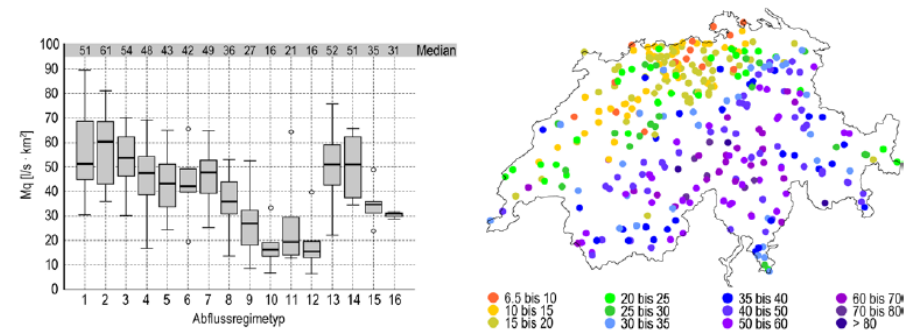


Abb. 39 > Variationskoeffizient mittlerer jährlicher Abfluss CV- M_q [%]

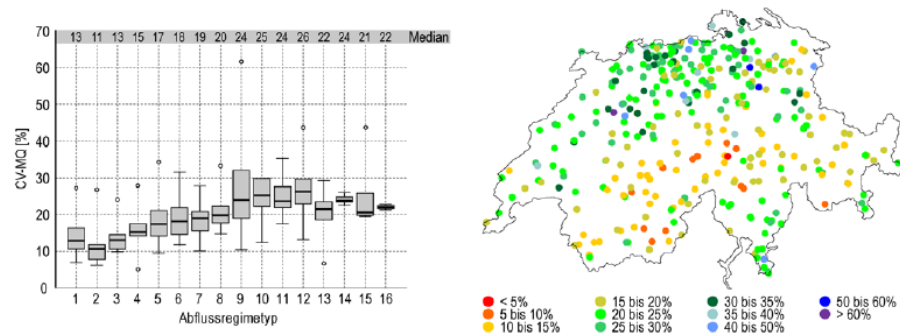


Abb. 46 > Spezifischer Niedrigwasserabfluss q_{347} [$l/s \cdot km^2$]

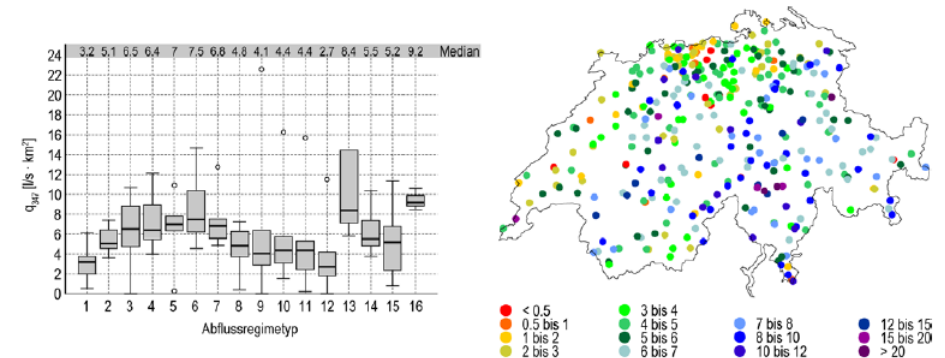
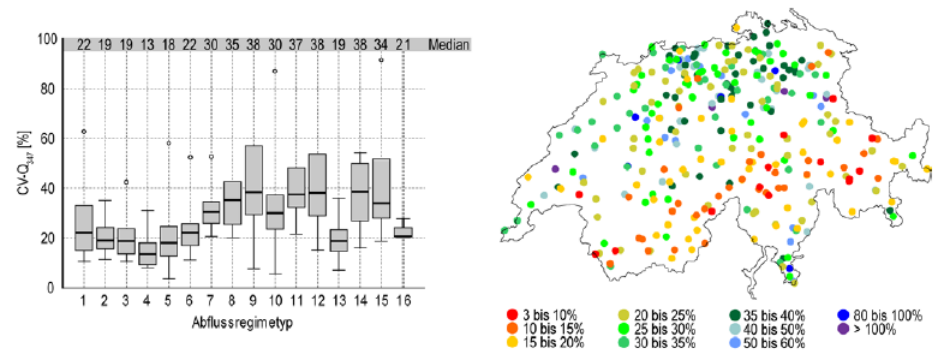


Abb. 47 > Variationskoeffizient Niedrigwasserabfluss CV- q_{347} [%]

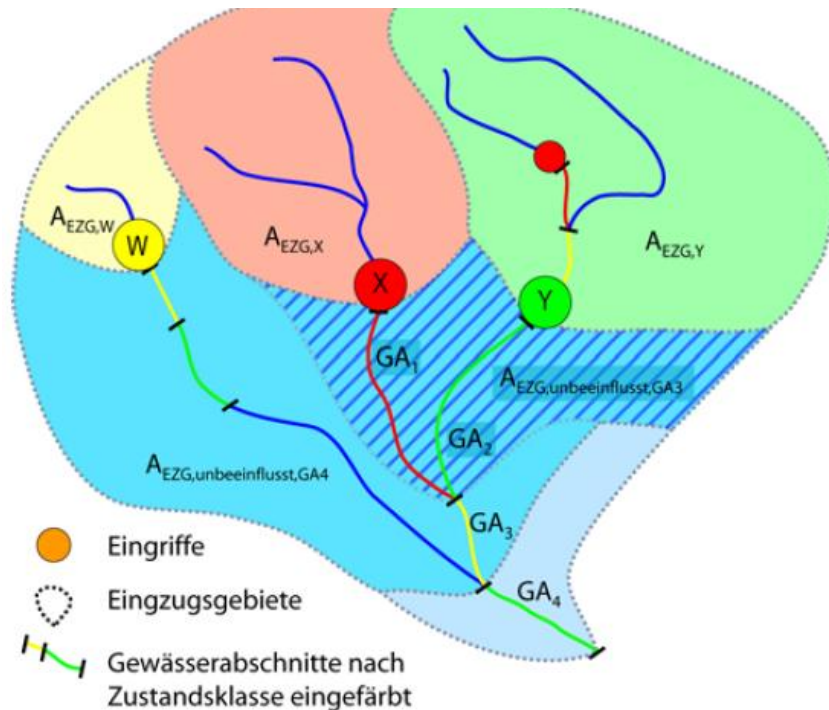




Abschnittsbewertung

$$Z_{GA} = \sum_i Z_i \cdot A_{EZG,i} / \sum_i A_{EZG,i}$$

ZGA	Zustandsklasse am Gewässerabschnitt
Z _i	Zustandsklasse der berücksichtigten flussauf gelegenen signifikanten Eingriffe sowie 1 für alle unbeeinflussten Zwischen- und Teileinzugsgebiete
AEZG,i	Einzugsgebietsflächen an den berücksichtigten flussauf gelegenen signifikanten Eingriffe sowie Flächen aller unbeeinflussten Zwischen- und Teileinzugsgebiete





Die daraus abgeleitete Aggregationsregel bezieht sowohl die schlechteste der neun Einzelbewertungen (worstcase) als auch einen Summenwert aller Einzelbewertungen ein.

Aggregationsregel mit «worst case» und Summenwert

Der Summenwert der Einzelbewertungen wird durch Aufsummieren der folgenden Punktzahlen in Abhängigkeit der Zustandsklasse der Einzelbewertungen gebildet:

Bildung Summenwert aus den Zustandsklassen der Einzelbewertungen

- > Klasse 1: 1 Punkt
- > Klasse 2: 2 Punkte
- > Klasse 3: 4 Punkte
- > Klasse 4: 8 Punkte
- > Klasse 5: 12 Punkte

Abb. 33 > Klassierungsregel Gesamtbewertung

Schematische Darstellung der Aggregationsregel zur Ermittlung der Gesamtbewertung mit Berücksichtigung von «worst case» und Summenwert. Ausnahme: wenn der Bewertungsindikator Schwall/Sunk-Phänomen eine schlechtere Klassierung aufweist, wird diese für die Gesamtbewertung übernommen.

