



Nele Schuwirth
Kontakt: nele.schuwirth@eawag.ch

Von Punktmessungen zur Gesamtsynthese: Aggregationsverfahren zur Integration über Ziele, Zeit und Raum

Ziel: Die Harmonisierung, Integration und Kommunikation von Bewertungsverfahren erleichtern

Prinzipien der multikriteriellen Entscheidungsanalyse dienen als Grundlage für die Entwicklung von Bewertungsverfahren zur Unterstützung von integrativem Umweltmanagement. Harmonisierte Bewertungsmodulare erleichtern die Integration unterschiedlicher Daten, modulübergreifendes Lernen über ökologische Auswirkungen, sowie ein integratives Management auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen.

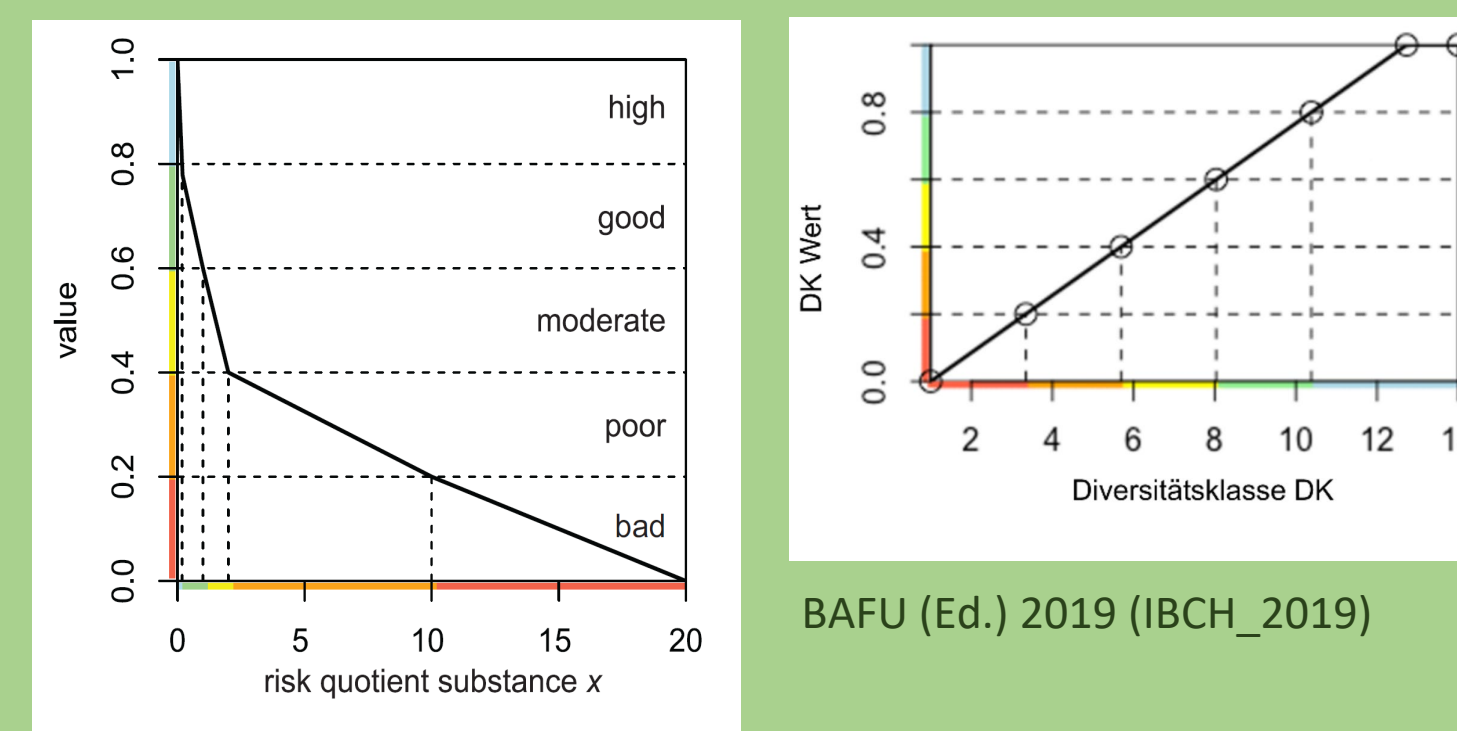
Prinzipien zur integrierten Bewertung

- Hierarchische Zielstrukturierung** erlaubt eine Bewertung auf allen Ebenen gleichzeitig – für den grossen Überblick und lokale Details
- Harmonisierte Bewertungsskala** zur Verknüpfung der Attribute/Indikatoren mit einer gemeinsamen Bewertungsskala [0,1] und farbkodierten Qualitätsklassen
- Aggregation über Ziele, Zeit und Raum:** Flexibilität um geeignete Aggregationsverfahren und Parameter zu finden

2. Harmonisierte Bewertung

Bewertung mit einer kontinuierlichen Skala [0,1] und fünf Qualitätsklassen.

Qualitätsklasse	legale Anforderung	Werteskala
sehr gut	erfüllt	0.8 - 1.0
gut		0.6 - <0.8
mässig	nicht erfüllt	0.4 - <0.6
unbefriedigend		0.2 - <0.4
schlecht		0.0 - <0.2



Schuwirth 2020 *WatRes*

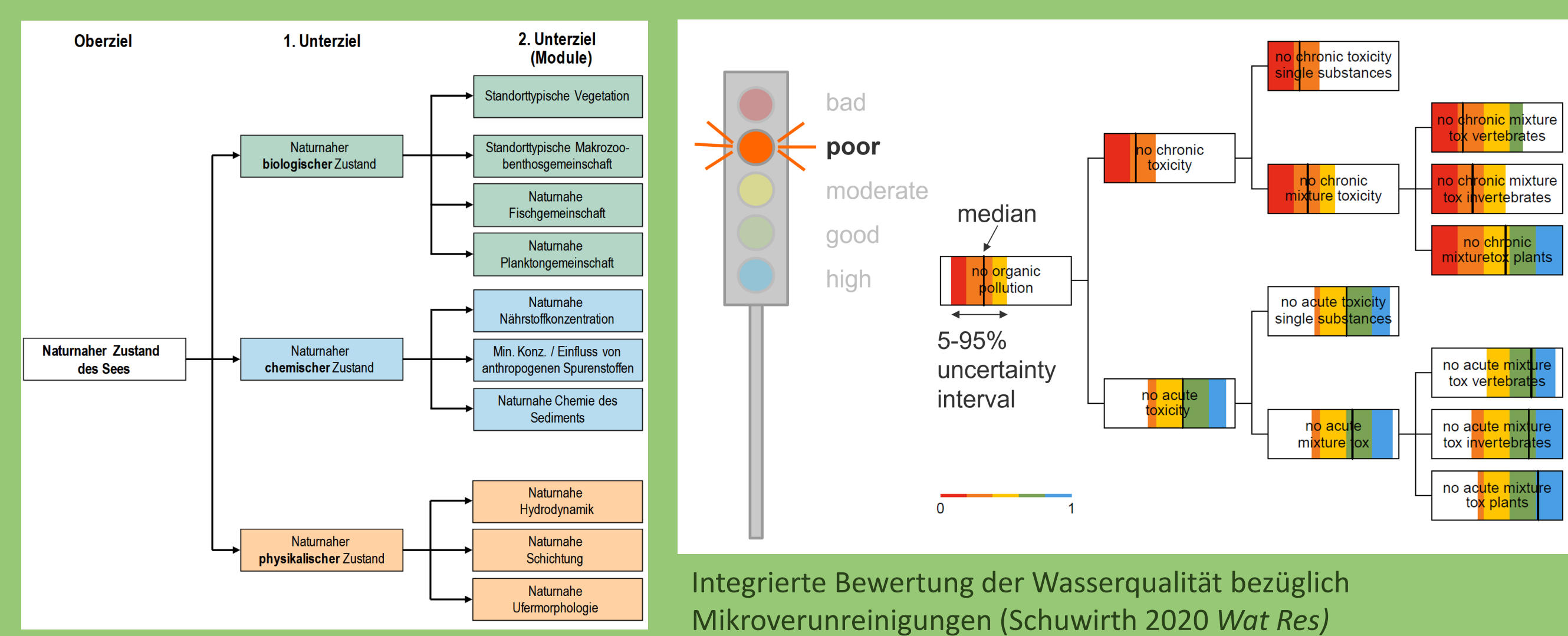
BAFU (Ed.) 2019 (IBCH_2019)

Kernaussagen

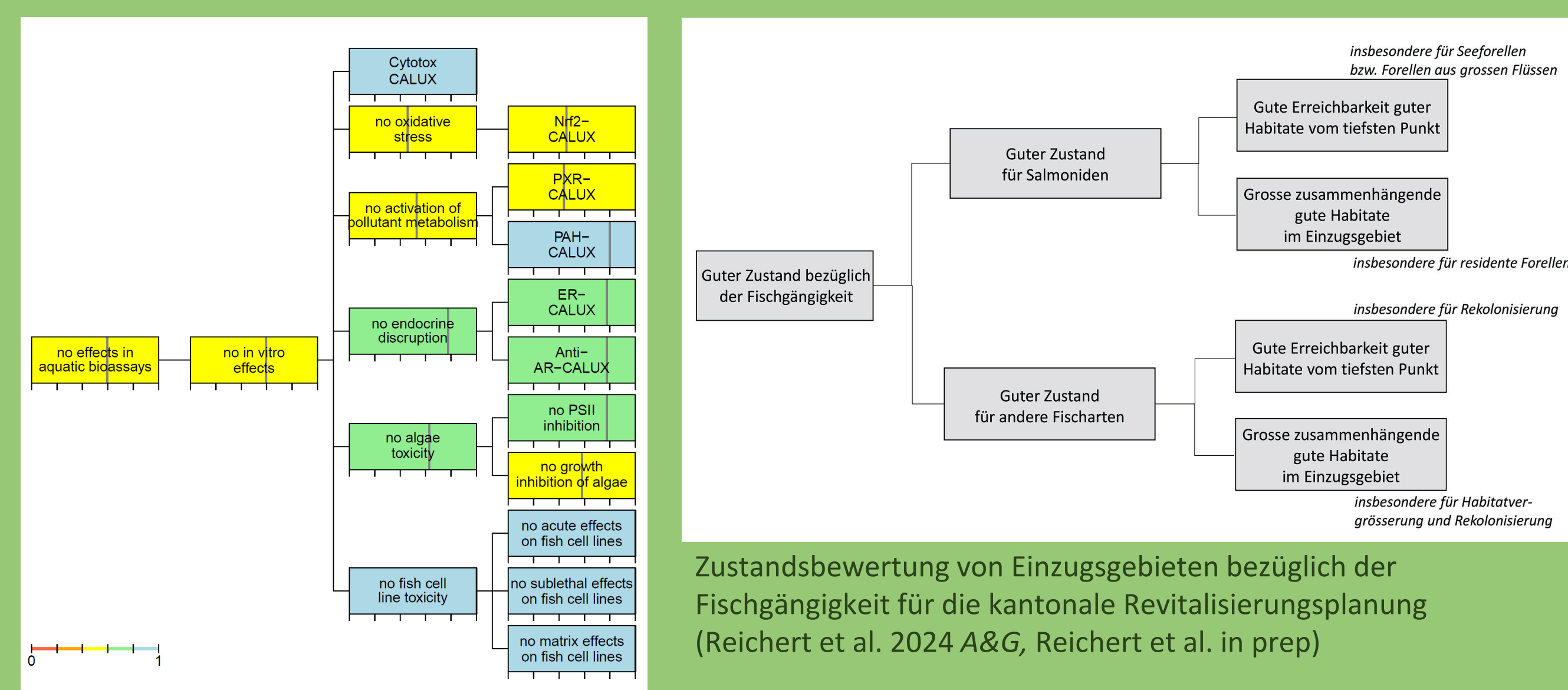
- die hierarchische Struktur ermöglicht es, die Flughöhe der Kommunikation an die Zielgruppe und den Zweck anzupassen
- eine gemeinsame kontinuierliche Bewertungsskala erleichtert die Integration und Unsicherheitsanalyse
- Minimum Aggregation kann unerwünschte Konsequenzen haben

1. Hierarchische Zielstrukturierung - Beispiele

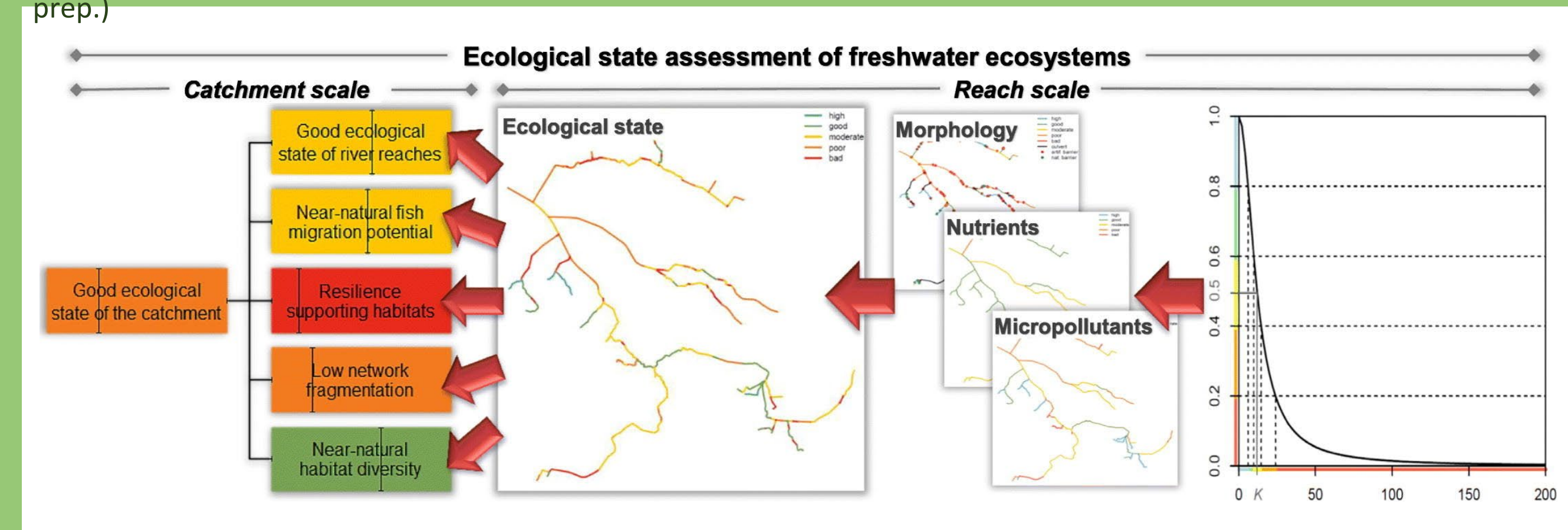
Beispiele für Zielhierarchien zur integrierten Bewertung von Oberflächengewässern in verschiedenen Anwendungsgebieten



Zielhierarchie für die integrierte Bewertung von Seen (Schlosser et al. 2013 *Seenkonzept*)



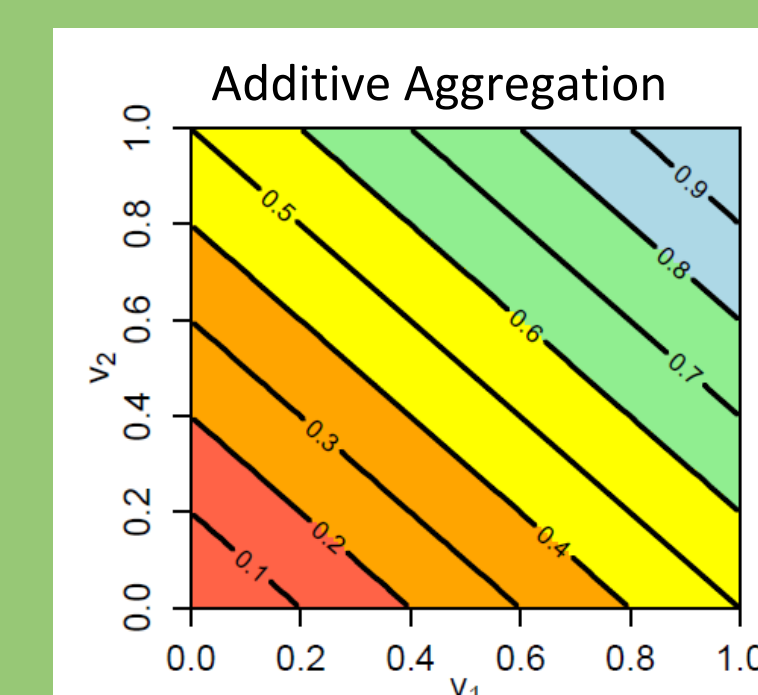
Integrierte ökotoxikologische Bewertung von Oberflächengewässern mit Biotests (Ökotoxizentrum, in prep.)



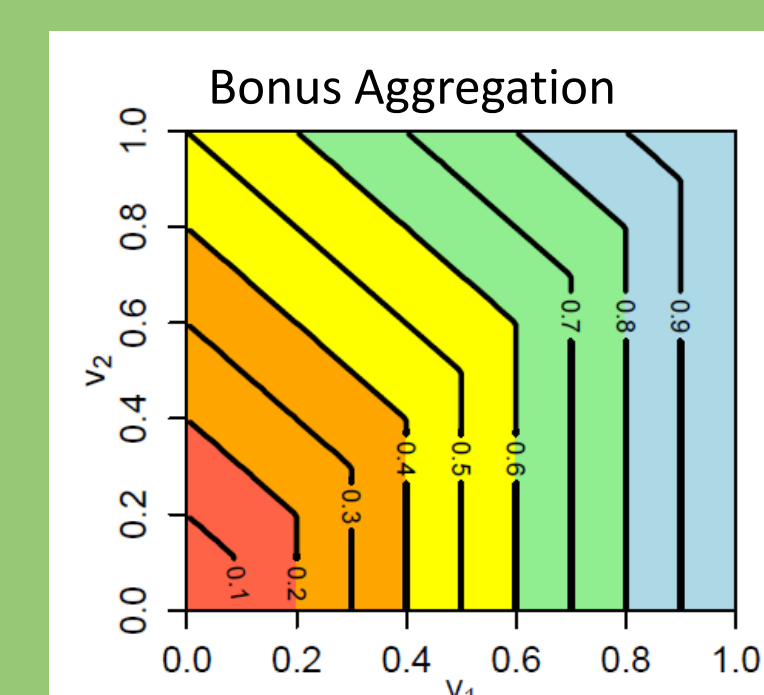
Vorschlag zur Verknüpfung von Bewertungen auf Flussabschnittsebene (rechts) mit einer Bewertung auf Einzugsgebietsebene (links) (Kümmerlen et al. 2019 *Stöten*)

3. Aggregationsverfahren

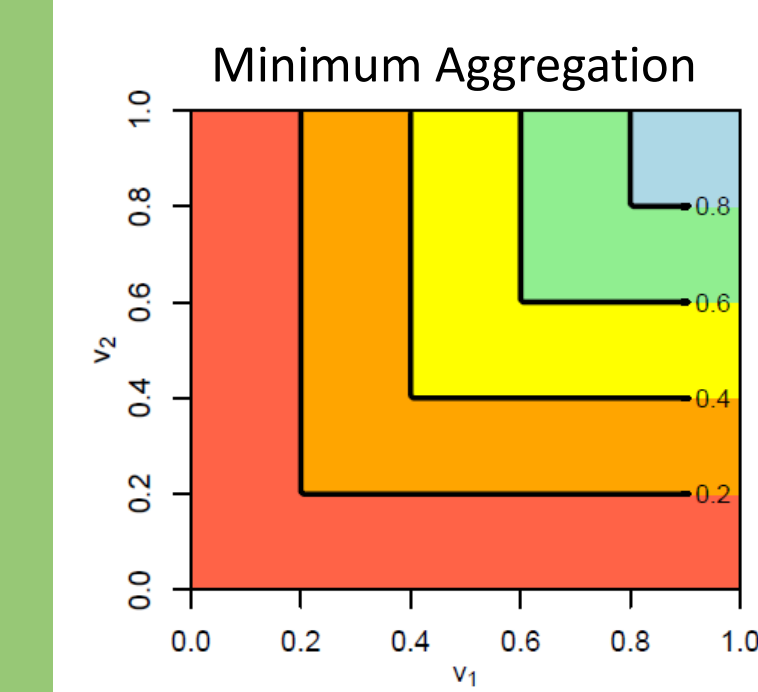
Beispiele für Aggregationsfunktionen mit unterschiedlichen Eigenschaften. Sie zeigen den Spezialfall der Aggregation von zwei Unterzielen (v_1 und v_2) mit gleichem Gewicht, sie sind aber auch auf mehrere Ziele mit unterschiedlichen Gewichten anwendbar. Die Höhenlinien zeigen die aggregierten Werte. Die Eignung der Verfahren hängt vom Anwendungsfall ab.



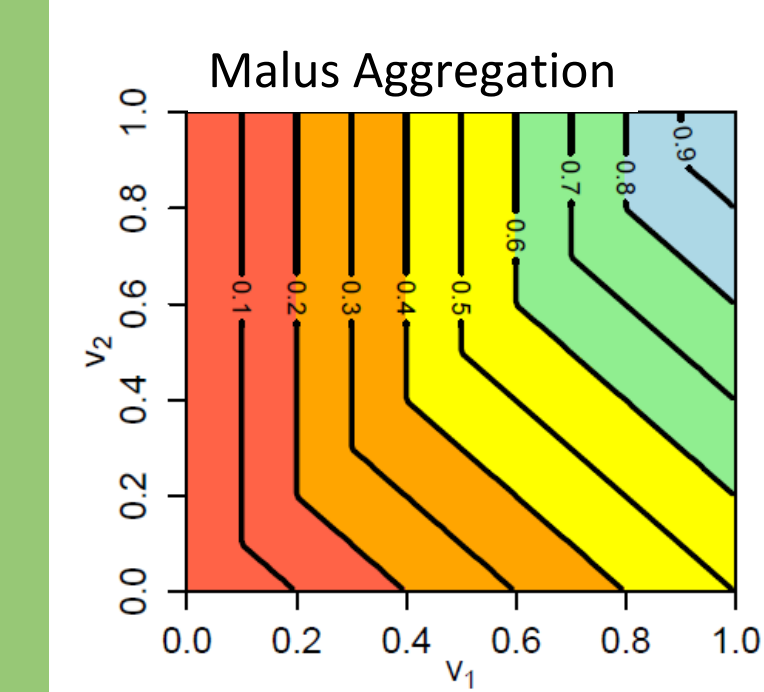
Additive Aggregation: der gewichtete arithmetische Mittelwert erlaubt Kompensation zwischen guten und schlechten Werten



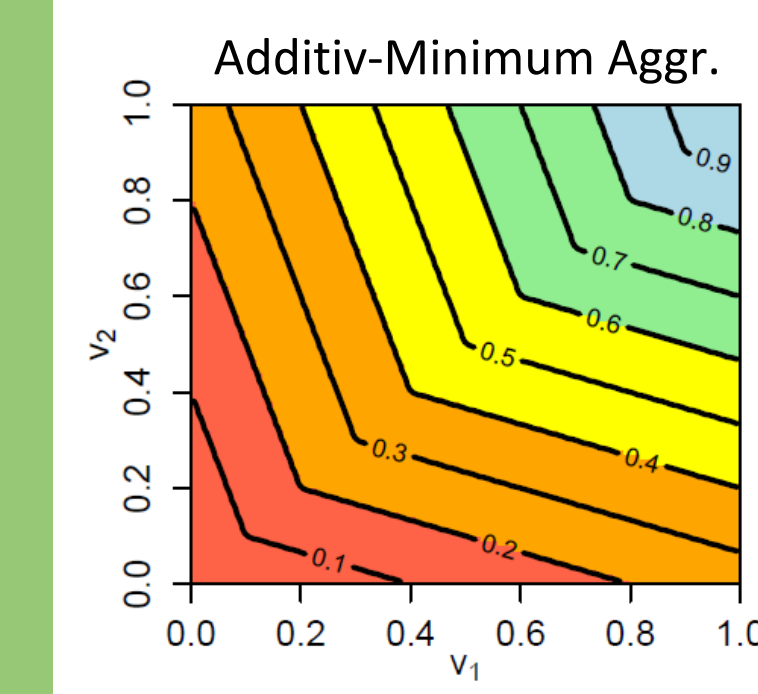
Bonus Aggregation: das zweite Unterziel fällt nur ins Gewicht, wenn es besser ist als das erste



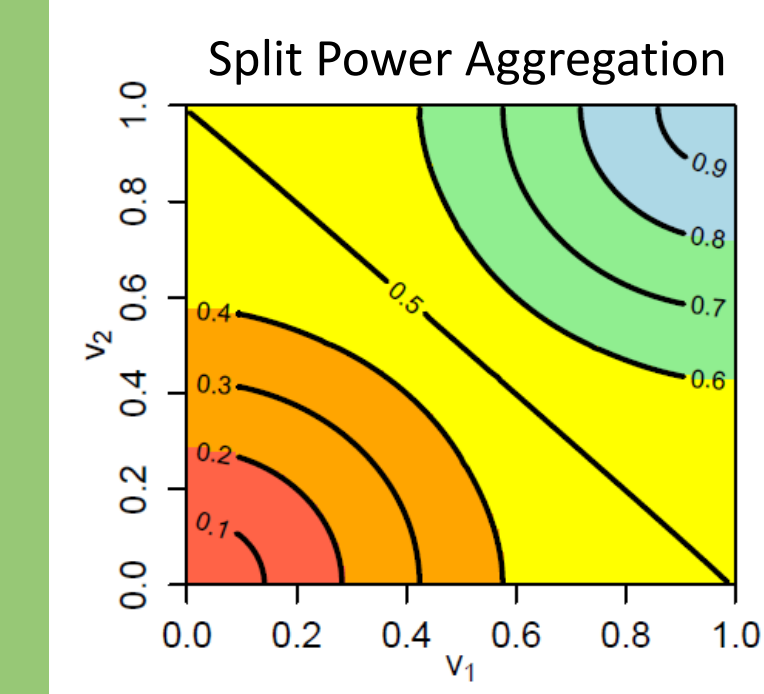
Minimum Aggregation: "worst-case", hängt nur vom schlechtesten Unterziel ab und ist unsensibel gegenüber allen anderen - differenziert am wenigsten gut



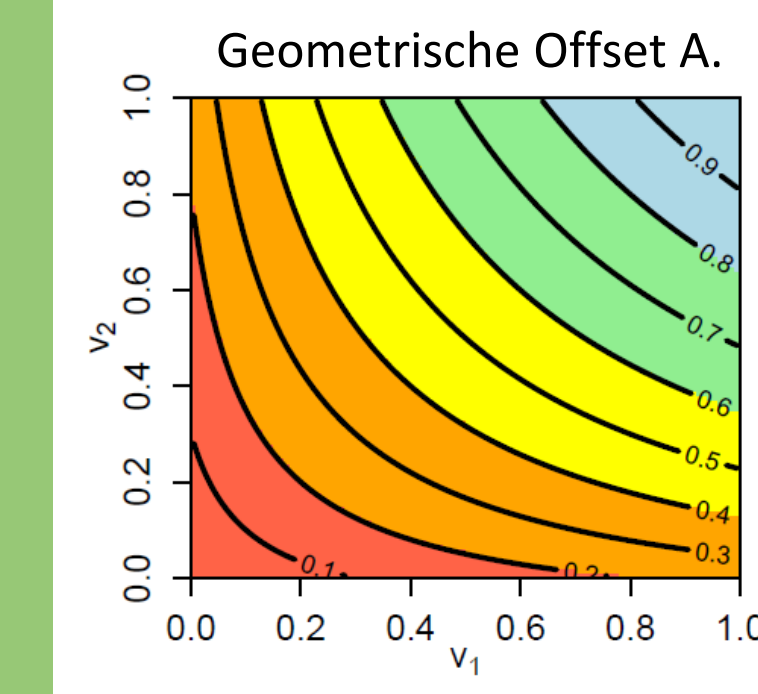
Malus Aggregation: das zweite Unterziel fällt nur ins Gewicht, wenn es schlechter ist als das erste



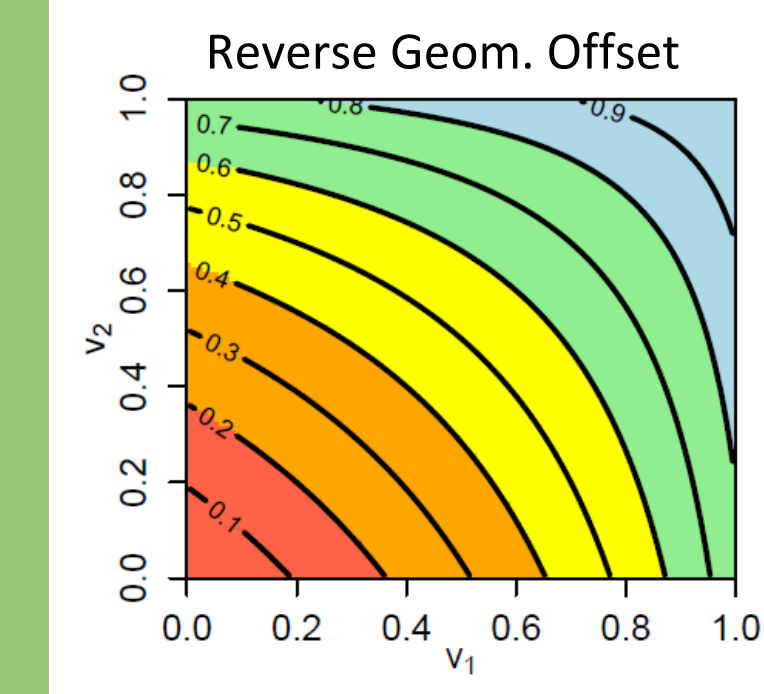
Additiv-Minimum Aggregation: erlaubt nur teilweise Kompensation, Kompromiss zwischen Additiver und Minimum-Aggregation



Split power Aggregation: Gute Bewertung nur wenn alle Unterziele gut erfüllt werden, schlechte Bewertung nur wenn alle schlecht erfüllt werden



geometrischer Mittelwert mit Offset: erlaubt nur teilweise Kompensation, Kompromiss zwischen Additiver und Minimum-Aggregation



Reverse Geometrische Offset Aggregation: der bessere Wert hat einen stärkeren Einfluss auf die Bewertung als der schlechtere (Gegenteil zu Geom. Offset)

Langhans et al. 2014 *EcoInd*, Reichert et al. 2019 *EURO J Dec Proc*, Schuwirth 2020 *Wat Res*

Software Implementation

R package utility (<http://CRAN.r-project.org/package=utility>, Reichert et al. 2013 *Env Mod Soft*)
R package ecova1 (<http://CRAN.r-project.org/package=ecova1>)



Website mit Referenzen:
<https://www.eawag.ch/en/department/siam/projects/development-of-surface-water-assessment-procedures/>