MSK·SMG

Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Oberflächengewässer in der Schweiz

Organisation & Weiterentwicklung

03.01.2023

Autorinnen: Irene Wittmer, Christiane Ilg (VSA-Plattform Wasserqualität), Yael Schindler Wildhaber (BAFU)

Fazit Weiterentwicklung des MSK

Allgemein:

- Es existiert ein Grundset an Methoden für die Erfassung der Fliessgewässerqualität: Biologie, Morphologie, stoffliche Wasserqualität. Sowohl bestehende als auch neue Methoden müssen aber weiter- beziehungsweise entwickelt werden, um das MSK fit für neue Herausforderungen zu machen und Chancen durch neue Technologien zu nutzen.
- Zu den grössten Herausforderungen zählen der Einfluss des Klimawandels auf die Beurteilung des Gewässerzustands. Dazu gehört auch die Definition des naturnahen Zustands, nebst dem Klimawandel auch im Hinblick auf Neobiota.
- Die Weiterentwicklung des MSK wird in drei Bereiche aufgeteilt: i) Pflege des Vorhanden ii) Entwicklung neuer Indikatoren und iii) MSK 2030: längerfristige, umfassende Weiterentwicklung der biologischen/ökologische Beurteilung der Gewässer.

Konzeptuelle Anpassungen:

- Das MSK soll in Zukunft ein Gefäss für Informationen über alle schweizweiten Methoden für Gewässeruntersuchungen bieten. Dazu gehören auch Methoden zu Erfolgskontrollen (z.B. Revitalisierung). Vorgesehen ist eine Art Toolbox auf der MSK-Webseite für die Auswahl von Methoden.
- Grundsätzlich werden die Stufen beibehalten. Stufe F steht weiterhin für übersichtsbezogene Zustandsbeschreibungen. Stufe A und S werden neu unter Stufe-S zusammengeführt, diese Stufe steht nun für Methoden zur Ursachenanalyse oder Wirkungskontrollen.
- Die Beurteilung der Einhaltung numerischer Anforderungen im Anhang 2 der GSchV wird in Zukunft, analog der Wasserrahmenrichtlinie, zweistufig gemacht: Anforderungen eingehalten/nicht eingehalten. Die Beurteilung des ökologischen Zustandes bleibt 5-stufig.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 3
2 Organisation MSK 4
3 Weiterentwicklung MSK 5
3.1 Aufgabenbereiche und Verantwortlichkeiten 5
3.2 Weiterentwicklung der MSK-Konzepte von 1998 und 2013 8
3.2.1 Definition der Stufen 8
3.2.2 Klassierung des Zustands 9
3.2.3 Vorgehen Zieldefinition (Zielhierarchie) 10
3.2.4 Aussagekraft biologischer Module 11
4 Längerfristige Weiterentwicklung 12
4.1 Fliessgewässer 12
4.2 Seen 14
5 Publikationsformen 14
6 Literatur 14

Anhänge

1) Leitfaden Modulentwicklung 16

1 Einleitung

Offizieller Start des Modul-Stufen-Konzepts, kurz MSK, war ein durch Bund, Kantone und Eawag erarbeitetes Konzept das 1998 veröffentlicht wurde (Liechti et al. 1998). Das damals formulierte Hauptziel der Untersuchungsmethoden **„das Aufzeigen von Defiziten und dem Handlungsbedarf“** ist auch heute noch aktuell. In den letzten Jahren kam zusätzlich vermehrt der Wunsch nach Methoden auf, die auch die **Ursachen der Defizite und möglichst effiziente Massnahmen** identifizieren, sowie eine geeignete **Wirkungskontrolle** der erfolgten Massnahmen durchführen können.

Geplant waren 1998 verschiedene Teilmethoden, sogenannte **Module**, in verschiedenen Bereichen des Gewässerzustands: biologische Indikatoren wie Fische oder Makrozoobenthos aber auch Hydrologie, Morphologie und chemische Aspekte. Zudem wurden **drei Stufen** mit verschiedene Bearbeitungsintensitäten vorgeschlagen. Man ging von einer geringen Intensität bei flächendeckenden Untersuchungen (Stufe F) und einer mittleren bzw. hohen Intensität bei Systembezogen (Stufe S) bzw. abschnittsbezogenen (Stufe A) Untersuchungen aus (Liechti, Sieber et al. 1998).

Ursprünglich war das MSK für Fliessgewässer geplant, 2011 wurde das Konzept dann um ein Konzept für die Untersuchung und Bewertung von Seen ergänzt (Schlosser et al. 2013).

Heute liegen für die Fliessgewässer für die meisten der ursprünglich definierten Bereiche (Morphologie, Makrozoobenthos etc.) auf der Stufe F eine Methode vor, wobei die ursprüngliche strikte Definition der Stufen bei einigen Modulen aus praktischen Gründen abgeändert (Modul Makrophyten) oder gar ganz aufgelöst wurde (Modul Ökomorphologie Seen). Die meisten Module sind als offizielle BAFU Vollzugshilfen publiziert, für die anderen liegen Expertenberichte auf der MSK-Homepage vor.

Das MSK ist heute bei Bund und Kantonen gut etabliert. Das bestehende Methodenset dient als Basis für eine einheitliche Vollzugspraxis im Gewässerschutz (Abbildung 1). Dank diesen standardisierten Methoden konnten beispielsweise 2012 die ersten nationalen Beobachtungen der Oberflächengewässer (NAWA) durchgeführt werden, die Methoden werden aber auch im Biodiversitätsmonitoring und von kantonalen Fachstellen verwendet. Basierend auf den erhobenen Daten werden schlussendlich Defizite erkannt und Massnahmen ausgelöst.

Das MSK als Gefäss für Methoden zur Erhebung und Bewertung des Gewässerzustandes ist auch in Zukunft wichtig und es muss sich weiterentwickeln, um neue Herausforderungen zu meistern. Im 2018 wurde die Organisation angepasst, zudem steht vor allem die biologische Gewässerbeurteilung vor einigen Herausforderungen. Das vorliegende Papier beschreibt daher die neue Organisation und legt den Grundstein für die MSK-Weiterentwicklung der nächsten Jahre.

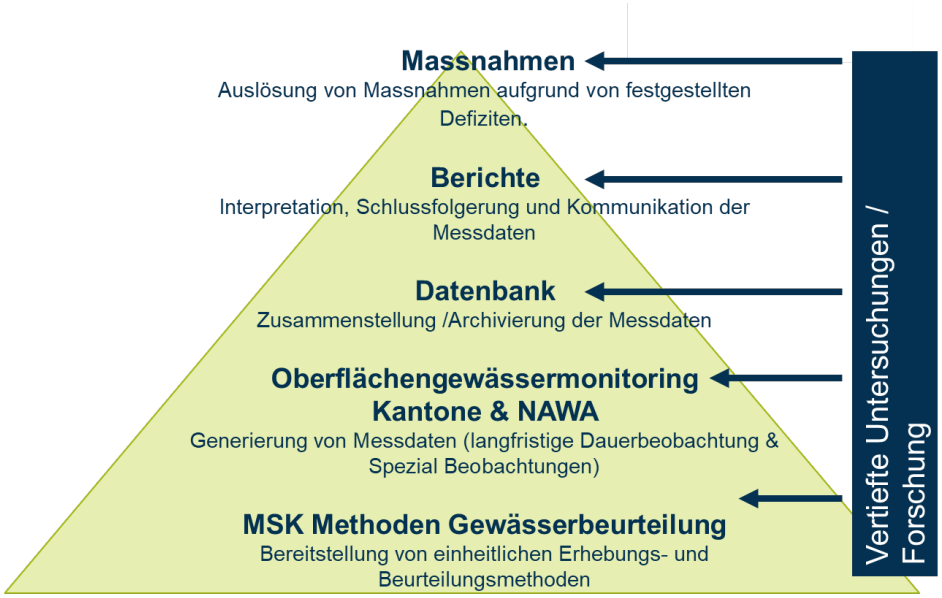


Abbildung 1 Das MSK ist die Basis für einen einheitlichen Gewässerschutz-Vollzug. Vertiefte Untersuchungen von Forschenden sind nötig, um die Methoden aber auch die Monitoringprogramme zu optimieren und Daten vertieft auszuwerten.

2 Organisation MSK

Das MSK ist ein Projekt von Bund, Kantonen, Eawag und des VSA. Die Organisation des MSK wurde 2018 neu strukturiert: Sie ist aufgeteilt in *Steuerung, Führung* und *Ausführung* (Abbildung 2). Einerseits wechselte die Projektleitung (*Führung)* von der Eawag zum VSA. Grund dafür war, dass das MSK als Konzept von der forschungsnahen Entwicklungsphase zunehmend in die Umsetzungsphase kam. Zudem übernahmen die Strategische Begleitgruppe Gewässerbeurteilung Schweiz (SBGB) und die Leitungsgruppe Gewässerbeurteilung (LGB) die Steuerung des MSK.

Im Folgenden werden die Organisation und die Aufgaben der einzelnen Gremien erläutert:

Steuerung

SBGB (Auftraggeber): Die SBGB fällt strategische Entscheide bezüglich der generellen Ausrichtung des Modul-Stufen-Konzepts. Sie ist der Auftraggeber des gesamten Projekts MSK.

LGB (Projektausschuss): Die LGB fällt strategische Entscheide bezüglich:

- Bedarf für neue Module und Überarbeitungen beurteilen.
- Anforderungen an Module definieren
- Ausrichtung des MSK

Zudem verabschiedet sie Modulen und Expertenberichte und entscheidet bei allfälligen strategischen Differenzen in Arbeitsgruppen von einzelnen Modulen.

Führung

Auf der Führungsebene wird zwischen der Gesamtprojektleitung des MSK und Projektleitung einzelner Arbeiten (z.B. Überarbeitung eines Moduls) unterschieden. Die Gesamtprojektleitung wird durch eine wissenschaftliche Begleitgruppe unterstützt und die einzelnen Projekte durch Fachausschüsse.

Gesamtprojektleitung MSK: Die Gesamtprojektleitung des MSK liegt bei einer/m Mitarbeiter/in des BAFU und der Plattform Wasserqualität. Die MSK-Gesamtprojektleitung ist zuständig für die Koordination des gesamten MSK. Sie bereitet strategische Entscheide vor und unterbreitet diese der LGB.

Wissenschaftliche Begleitgruppe: Die Eawag übernimmt neu die Rolle der wissenschaftlichen Begleitung des Gesamtprojektes MSK**.**

Projektleitung Module/Methoden: Die Projektleitung für einzelne Module/Methoden wird nach Projekt bestimmt. Generell sollten sich jeweils ein/e Mitarbeiter/in des BAFU sowie ein/e Mitarbeiter/in der Plattform diese Projektleitung teilen, wobei ein Hauptleiter definiert wird. Die Projektleitung ist zuständig für konkrete Arbeiten (z.B. Überarbeitung des Moduls Makrozoobenthos). Sie ist zuständig für die Erstellung des Pflichtenhefts eines Projekts und übernimmt die Koordination für den zeitlichen Ablauf und die Kommunikation mit den begleitenden Fachausschüssen.

Begleitgruppen: Diese fungieren als Expertengruppen der einzelnen Arbeiten/Module.

Ausführung

Die Ausführung der Arbeiten wird durch Fachspezialisten durchgeführt. Diese werden projektspezifisch bestimmt.

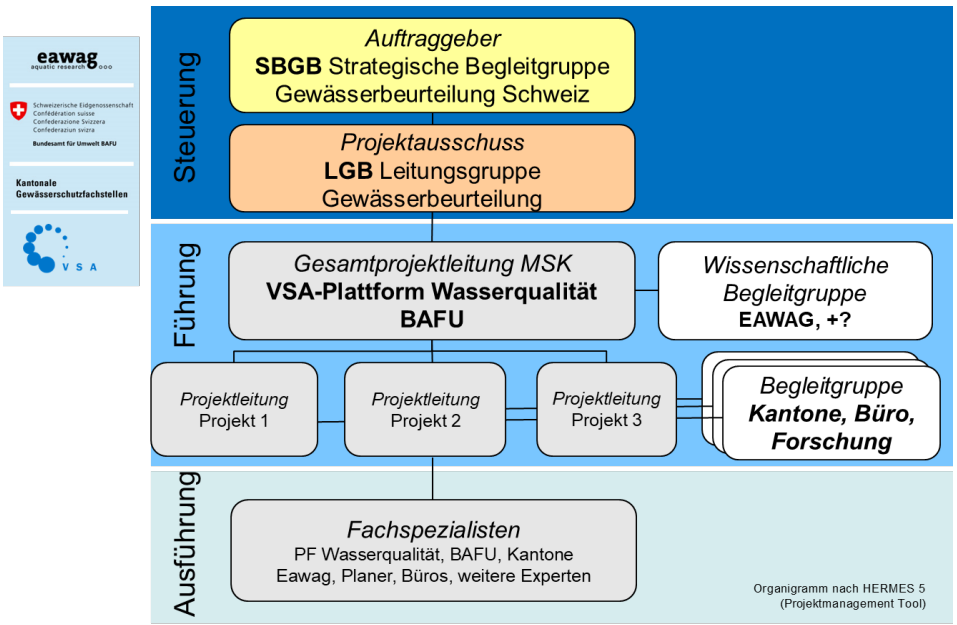


Abbildung 2: Organisation des Modul-Stufen-Konzepts

3 Weiterentwicklung MSK

3.1 Aufgabenbereiche und Verantwortlichkeiten

Für die Weiterentwicklung des MSK werden drei Aufgabenbereiche unterschieden mit unterschiedlichen zeitlichen Horizonten:

1. **Pflege des Vorhanden**: Beibehaltung der bestehenden Indikatoren und Indices und eine pragmatische Anpassung bestehender Methoden aufgrund neuer Erkenntnisse und Bedürfnisse.

2. **Neue Indikatoren**: Einzelne neue Indices für spezifische Bedürfnisse wie z.B. der Spear-Index für die Pestizidbelastung oder Indices für Wirkungskontrollen.

3. **MSK 2030:** Eine umfassendere biologische/ökologische Gewässerbeurteilung als bisher. Grundlagen für eine solche Weiterentwicklung liefern Forschungsprojekte wie z.B. das «*Programm Klimawandel & Gewässerbeurteilung»*

Die Bereiche dienen für eine grobe Einordung der Aufgaben. Da die Übergänge aber fliessend sind, lassen sich nicht alle Aufgaben klar einem Bereich zuordnen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die drei Aufgabenbereiche, Hintergründe und Verantwortliche.

Die Indices der Wirkungskontrolle Renaturierung sind Methoden zur Beurteilung des Gewässers. Sie gehören daher unter das Dach des MSK (siehe auch Kapitel 3.2.1). Organisatorisch werden sie aber von der BAFU-Sektion Revitalisierung geführt (viert Spalte in Tabelle 1). Zwischen der MSK-Leitung und den Verantwortlichen für die Indices Wirkungskontrolle findet ein regelmässiger Austausch statt.

	1. Pflege bestehendes	2. Neue Indices MSK	3. MSK 2030	*Indices Wirkungskontrollen**
Steuerung (Entscheidungsträger)	**LGB**	**LGB / SGBG**	**LGB / SGBG**	***BAFU-Sektion Revitalisierung***
Führung (Prozess Verantwortlich)	**MSK-Leitung**	**MSK-Leitung**	**MSK-Leitung**	
Ausführung (Zusammenarbeit)	VSA-Plattform WQ Kantone Forschung Ökobüros	Forschung Ökobüros Kantone VSA-Plattform WQ	Forschung Kantone Ökobüros	*Forschung (Programm Fliessgewässer Schweiz)*
Beratung	Eawag Wissenschaftliche Begleitgruppe MSK Forschende der Romandie			*Begleitgruppe (Kantone, Büros, Forschung)*
Hintergrund	Die Erfahrung zeigt, dass bestehende Modul weiterentwickelt werden müssen. Zudem sind Erfahrungsaustausche für die Anwender nötig.	Entwicklungen einzelner neuer Indices entsteht meist aus einem spezifischen Bedürfnis (*z.B. Wirkungskontrolle).* *D*eshalb kann es andere Prozess und Steuerungsverantwortliche geben.	MSK stellt pragmatische Methoden für die Erfassung des Gewässerzustands zur Verfügung. Gewiss Aspekte fehlen oder sind ungenügend: z.B. Biodiversität, Foodweb, Klimawandel, eDNA	*Seit 2020 wird für die Wirkungskontrolle von Fliessgewässerrevitalisierungen schweizweit ein einheitliches Gerüst vorgegeben.*
Zeithorizont	Laufend	In den nächsten Jahren	2030 Plus	*Laufend*
Beispiele für Aufgaben	• Erfahrungsaustausche • Homepage • Beratung • Anpassung von Methoden	• Abklären was es wirklich braucht • Neuentwicklung	• Aufgleisen der Anpassung / Überprüfung an Klimawandel • Analyse ob bestehende Module den Zustand genügend repräsentieren • Abklärung was nötig, möglich und was sinnvoll ist	

*Tabelle 1 Übersicht über Aufgaben und Verantwortliche für die MSK Weiterentwicklung. LGB = Lenkungsgremium Gewässerbeurteilung Schweiz In der LGB vertreten sind das BAFU, verschiedene Kantone, das Oekotoxzentrum (OZ) sowie die eawag. * Es findet ein Austausch zwischen MSK und der Entwicklung der Wirkungskontrolle Revitalisierung statt.*

3.2 Weiterentwicklung der MSK-Konzepte von 1998 und 2013

Die 1998 für Fliessgewässer und 2013 für Seen definierten Grundzüge des MSK bleiben erhalten (Schlosser et al. 2013, Liechti et al. 1998).

Aufgrund der Erfahrungen der letzten zwei Jahrzehnte werden jedoch einige Änderungen vorgenommen.

Die Änderungen betreffen die:

- Definition der Stufen
- Klassierung des Zustands (2 oder 5-Stufig)
- Zielhierarchien
- Aussagekraft biologischer Module
- Erweiterung Seen-Methoden

Exkurs zum Namen «Modul-Stufen-Konzept»: Gelegentlich wurde Kritik am Namen *Modul-Stufen-Konzept* laut, da dieser für nicht involvierte Personen schwer verständlich ist. Ursprünglich hiess das Konzept «*Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Modul-Stufen-Konzept*». Mit der Zeit bürgerte sich die kurz Version Modul-Stufen-Konzept oder noch kürzer MSK ein. Verschiedene Alternativen für MSK wurden durchgespielt aber keine geeignete Variante, die in allen Sprachen funktioniert, gefunden. Es wurde daher entschieden, den etablierten Namen und vor allem die Kurzform MSK beziehungsweise SMG auf Französisch beizubehalten. Für eine bessere Verständlichkeit wurde im Logo die ausführlichere Bezeichnung «*Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Oberflächengewässer*» aufgenommen.

3.2.1 Definition der Stufen

Bei der Erarbeitung der Teilmethoden zeigte sich, dass die ursprüngliche Definition der Stufen aus verschiedenen Gründen oft nicht zielführend war. Bei Diskussionen mit Vertretern von Kantonen und Forschung wurde jedoch klar, dass es grundsätzlich Sinn macht an gewissen Stufen festzuhalten, um die Gewässeruntersuchungen zu charakterisieren.

Die heutigen Bedürfnisse für standardisierte Methoden in der Umweltbeobachtung liegen einerseits bei der Zustandsbeschreibung und andererseits bei Ursachenidentifikation und Erfolgskontrollen. Abbildung 3 gibt einen Überblick über die Einordnung der Methoden in das DPSIR Modell, welches den Kreislauf von Umweltbelastung und Umweltmassnahmen darstellt und vom Bund für das Management von Umweltproblemen verwendet wird. Die Methoden der Stufe F dienen der Zustandsbeschreibung und Beurteilung (**S**tate). Sie ermöglichen es aber oft nicht, Ursachen zu analysieren oder lokale Erfolgskontrollen von Massnahmen durchzuführen. Dies ist eher die Aufgabe der Methoden wie sie ursprünglich für die Stufe S und A definiert wurden. In Zukunft sollen die Stufen wie folgt interpretiert werden:

- **Stufe F – Flächendeckend** im Sinne einer (meist groben) **übersichtsbezogenen Zustandsbeschreibung und Beurteilung.** Die Bezeichnung flächendeckend ist etwas irreführend, da man sie als eine räumlich lückenlose Erfassung interpretieren kann. Gemeint war aber auch schon im ursprünglichen Konzept eine Methode, die einen groben Überblick über mehrere Gewässer geben kann und daher nicht zu weit ins Detail geht. Am Buchstaben F wird festgehalten, da der Ausdruck „Stufe-F“ ein fester Bestandteil vieler publizierter Methoden ist (z.B. Makrozoobenthos-Stufe F). Auf dieser Stufe stehen heute (2020) für die meisten Parameter der Fliessgewässerbeurteilung standardisierte Methoden zur Verfügung. Dies garantiert eine schweizweit, einheitlich grobe Beurteilung des Zustands.

- **Stufe S- Systembezogen.** Zwischen der Stufe A (Abschnittbezogen) und S (Systembezogen) wird in Zukunft nicht mehr unterschieden. Die Bezeichnung Stufe A fällt weg. Stufe S umfasst

neu alle standardisierten Methoden zur **Ursachenanalyse und Erfolgskontrollen** (z.B. Wirkungskontrollen Renaturierung). Dabei können je nach Bedarf auch Methoden der Stufe-F zum Einsatz kommen. Oftmals werden dabei verschiedene Bereiche wie z.B. Makrophyten und Fische kombiniert. Die alte tabellarische Darstellung (Tafel 1, Liechti et al. 1998), mit den Stufen in der y-Achse und den Bereichen auf der X-Achse ist nicht mehr gültig und wird nicht mehr verwendet.

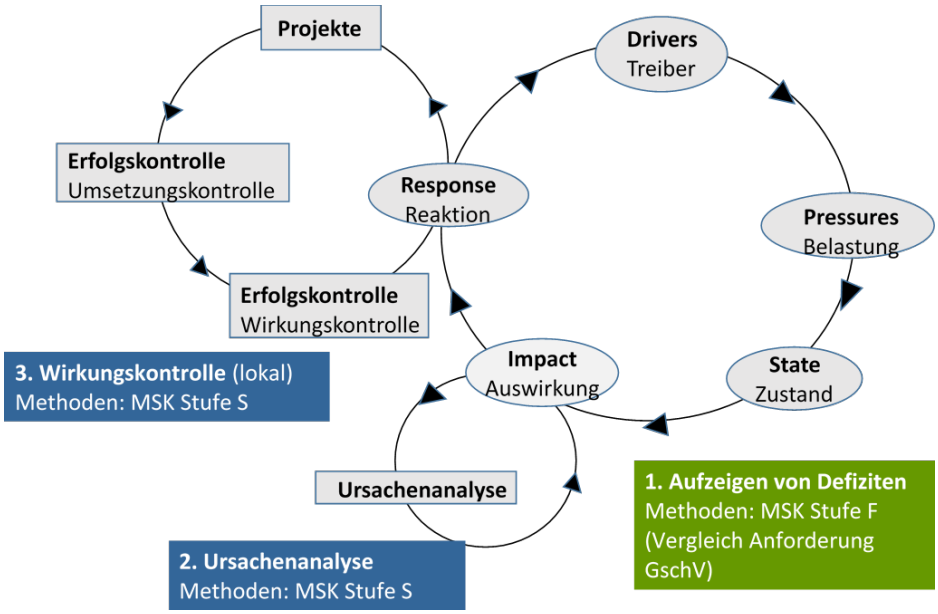


Abbildung 3: Anwendungsbereiche der Methoden F und S. Die bisherigen Methoden auf Stufen-F sind grösstenteils für die Zustandserhebung- und Beurteilung konzipiert, die Methoden auf Stufe S und A für Ursachenanalysen und Erfolgskontrollen. Die Anwendungsgrenzen sind jedoch fliessend.

Die alten strikten Definitionen der Stufen F und S gelten in Zukunft nicht mehr. So waren beispielweise eine hohe Untersuchungsintensität oder Referenzzustände ursprünglich nur für die Stufe-S vorgesehen. Zum Teil arbeiten nun aber auch Methoden der Stufe-F mit vertieften, aufwändigen Methoden (Modul MV) und/oder einer Art Referenzzuständen (Modul Makrophyten).

Das MSK soll sich somit zu einer umfassenden Methodensammlung für Methoden im Bereich Zustandserhebung, Ursachenanalyse und Wirkungskontrolle entwickeln. Auf der Homepage soll diese Methodensammlung in Form einer Toolbox abrufbar sein, inkl. Empfehlung, für welche Fragestellung welche Methoden angewendet werden sollen.

3.2.2 Klassierung des Zustands

Für fast alle Methoden der Zustandsbeschreibung (Stufe-F) gilt heute in Übereinstimmung mit der Wasserrahmenrichtlinie der EU ein 5-Stufiges Klassierungsschema (ursprünglich 4-stufig). Die Grenzen für den Wechsel von einer Beurteilungsstufe zur nächsten werden in der Regel durch Expertengremien bestimmt. Geht es jedoch um die Beurteilung der Einhaltung der numerischen Anforderungen wird eine zweistufige Beurteilung vorgenommen.

Chemischer Zustand: Werden mit den Methoden die Anforderungen an die stoffliche Wasserqualität gemäss Anhang 2 der GSchV überprüft, wird in Zukunft nur zwischen Anforderungen eingehalten (blau) und nicht eingehalten (rot) unterschieden (Beschluss LGB, 2020). Nicht eingehalten, deckt deckt einen Handlungsbedarf nach Art. 47 GSchV auf und zieht die Einleitung von Massnahmen nach sich. Geht es

hingegen um die Beurteilung der ökotoxikologischen Belastung eines Gewässers (bei den Spurenstoffen), soll weiterhin das fünfstufig Beurteilungssystem zum Einsatz kommen. Auch nicht regulierte Stoffe können damit beurteilt werden.

→Ziel ist es, dies im neuen Modul Spurenstoffe umzusetzen. Das Modul Nährstoffe wird aber bis auf weiteres nicht angepasst.

Biologischer Zustand: Die biologischen Methoden überprüfen in der Regel die ökologischen Ziele in Anhang 1 der GSchV. Die ökologischen Ziele besagen für die oberirdischen Gewässer, dass ihre Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen *„naturnah und standortgerecht, sich selber reproduzierend "* sollen und *„eine Vielfalt und eine Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps"* (GSchV, Anhang 1, Ziffer 1, Absatz 1). Ein geringer anthropogener Einfluss (...*nur schwach belastete*) wird also geduldet. Es sind jedoch keine genauen Werte für die Zielerreichung definiert. Im Gegensatz zu den Anforderungen des Anhangs 2 besteht bei einem ungenügenden Zustand rechtlich gesehen keinen direkten Handlungsbedarf gemäss Art. 47.

Weitere Aspekte: Für die Hydrodynamik und die Morphologie gelten ebenfalls die Ziele des Anhang 1, dass sie „naturnahen" Verhältnissen entsprechen sollen (Dietzel 2016).

Methoden zur Beurteilung von Ursachen und Erfolgskontrollen (Stufe S) müssen nicht zwingend den Zustand beurteilen, sondern können auch nur den Unterschied «vorher-nachher» aufzeigen, beurteilt wird dann höchstens der Unterschied (Abnahme, Zunahme etc). Wenn immer möglich ist es aber sinnvoll, auch in den Methoden auf Stufe S eine Beurteilung mit den fünf Klassen vorzunehmen. Die Beurteilung muss dann aber konsistent sein mit der Beurteilung auf Stufe F!

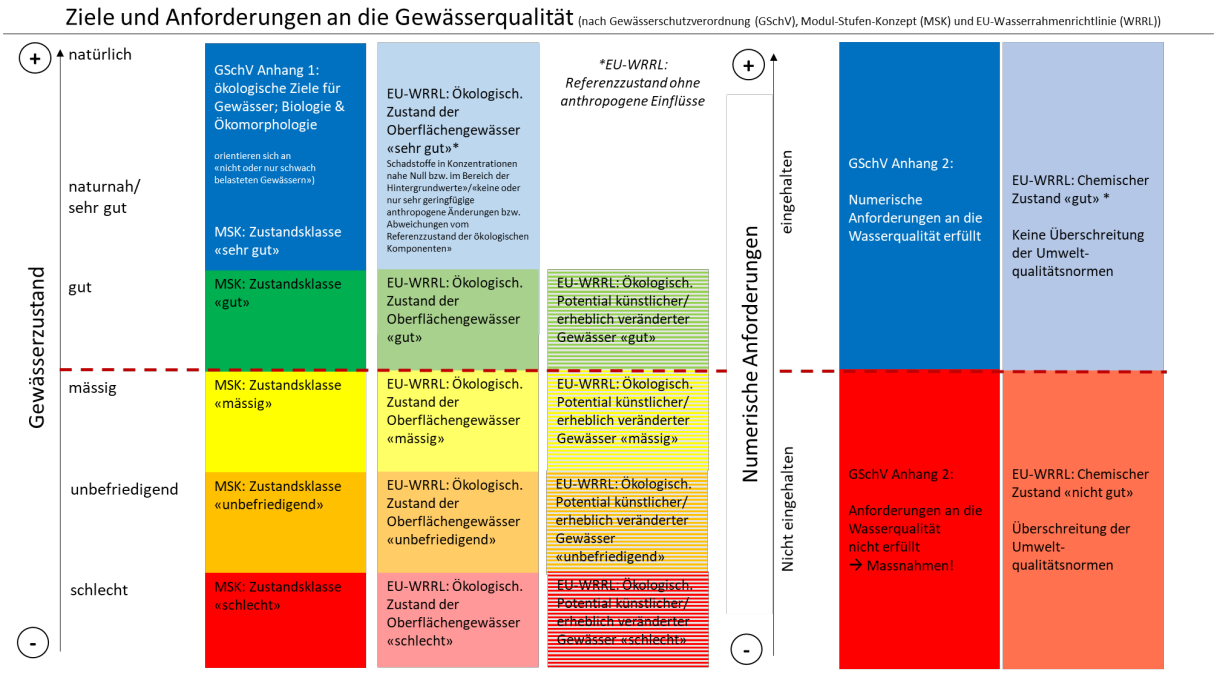


Abbildung 4 Ziele und Anforderungen an die Gewässerqualität nach Gewässerschutzverordnung (GSchV), MSK und Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (Abbildung angepasst nach Dietzel 2016)

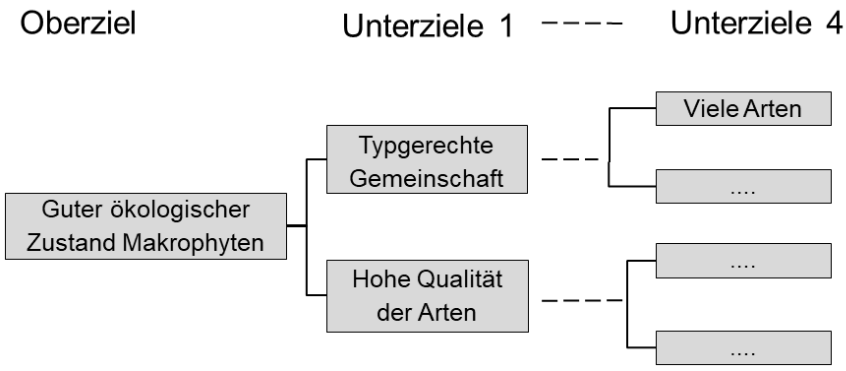
3.2.3 Vorgehen Zieldefinition (Zielhierarchie)

In den Methoden der Stufe F muss die Bewertung des Zustands definiert werden und damit muss auch detailliert festgelegt werden, welche Ziele überprüft werden. Im Konzept für die Untersuchung und Be-

urteilung von Seen wurde für die Zieldefinition die Methode der Zielhierarchien vorgeschlagen (Schlosser et al. 2013). Bei diesem Vorgehen wird erst ein Oberziel formuliert, welches danach in möglichst sich ergänzende Unterziele aufgeteilt wird. Das Oberziel ist bei den Makrophyten beispielsweise ein *"guter ökologischer Zustand der Makrophyten"*, welches danach in verschiedene Unterziele aufgeteilt wird, im Fall der Makrophyten in „*typgerechte Artengemeinschaft*" und „*hoher Qualität der Arten*" (siehe Abbildung 5). Die Unterziele müssen die unterschiedlichen Ziele/Anforderungen im Gesetz berücksichtigen (siehe auch Kapitel 3.2.4). Die Unterziele können in beliebig viele weitere Unterziele aufgeteilt werden. Die Ziele der untersten Stufe müssen schlussendlich quantifizierbar bzw. bewertbar sein. Bei den Makrophyten ist beispielsweise eines der quantifizierbaren Unterziele „*Viele Arten*".

Dieses Vorgehen bedingt eine klare Definition und Darstellung der zu überprüfenden Ziele. In Zukunft ist es daher bei einer Überarbeitung oder Neu-Erstellung zwingend, dass für jedes Modul auf Stufe-F die Ziele in Form einer Zielhierarchie definiert werden. Dies war bisher nicht zwingend der Fall. Nebst der Definition der Zielhierarchie muss die Bewertung der untersten Stufe gewährleistet sein. Die (mathematische) Definition der Aggregation der verschiedenen Unterziele bis zum Oberziel ist nicht in allen Fällen sinnvoll oder erwünscht (z.B. Modul Nährstoffe). Die Definition der Aggregation von Unterzielen zu höheren Zielen ist daher optional.

Eine Empfehlung, wie ein Modul entwickelt und was beachtet werden soll ist im Anhang 1 «Leitfaden zur Modulentwicklung» angegeben. Beim Leitfaden handelt es sich um eine leicht adaptierte Version des Leitfadens aus dem Konzept für Seen.



Fo

Abbildung 5 Beispiel Zielhierarchie (adaptiert von der Zielhierarchie des Makrophyten Modul, Känel et al., 2017)

3.2.4 Aussagekraft biologischer Module

Verschiedene Gesetze konkretisieren Aspekte eines „guten biologischen Zustands". Die MSK-Methoden, welche einen biologischen Zustand erheben, beziehen sich dabei in der Regel auf Anhang 1 - *ökologische Ziele für Gewässer* und zum Teil auf Anhang 2 - *Anforderungen an die Wasserqualität*. Teilweise werden zusätzlich auch Anforderungen aus dem Naturschutzgesetz und dem Fischereigesetz überprüft. Zu den in den Gesetzen geregelten Aspekten gehören eine **standortgerechte Diversität, standortgerechte Häufigkeit, Populationsstrukturen und die gute Gesundheit einzelner Individuen** aber auch **seltene und wertvolle Arten**.

Die MSK-Module wurden entwickelt, um die Anforderungen der GschV einheitlich und mit vertretbarem Aufwande zu überprüfen. Der tatsächliche biologische Zustand kann, wie auch der chemische, nie komplett erfasst werden. In der Regel gilt, je aufwändiger die Erfassung, desto näher kommt man bei der Beschreibung des Zustands an die Wirklichkeit. Die bestehenden biologischen Module (Makrophyten, Fische, Makrozoobenthos, Diatomeen) sind unterschiedlich; je nach Modul werden andere Aspekte überprüft und zum Teil in unterschiedlicher Tiefe. In Anhang 3 ist für bestehende Methoden aufgeführt,

auf welcher gesetzlichen Grundlage sie beruhen bzw. zu welchen Gesetzesartikeln mit den Resultaten der Module Aussagen getätigt werden können.

Zum Teil herrschte Ungewissheit welche Aussagen mit den in den biologischen Modulen erhobenen Indices gemacht werden können und welche nicht. Je nach dem was untersucht wird sind verschiedene Aussagen zum biologischen Zustand möglich, bzw. nicht möglich. Grundsätzlich können jedoch die folgenden Aussagen getroffen werden:

1. Bezogen auf Gewässerorganismen:
   Anhand der Bioindikatoren Kieselalgen, Makrozoobenthos (am Gewässergrund lebende Kleinlebewesen), Wasserpflanzen und Fische lässt sich beurteilen, ob die **Lebensgemeinschaften von Wasserlebewesen naturnah sind**.
2. Bezogen auf die Gewässer:
   Anhand der Bioindikatoren Makrozoobenthos (am Gewässergrund lebende Kleinlebewesen), Wasserpflanzen und Fische lässt sich beurteilen, **ob ein Gewässer ein natürlicher Lebensraum für die einheimischen Tier- und Pflanzenwelt darstellt** (Art. 1 Bst. c GschG).
3. Bezogen auf die menschlichen Einflüsse:
   Anhand der Bioindikatoren Kieselalgen, Makrozoobenthos (am Gewässergrund lebende Kleinlebewesen), Wasserpflanzen und Fische lässt sich beurteilen, ob **negative menschliche Einflüsse** auf die Gewässer die Entwicklung einer naturnahen Lebensgemeinschaft verhindern.

4 Längerfristige Weiterentwicklung

4.1 Fliessgewässer

Ziel ist es, das MSK längerfristig an Herausforderungen anzupassen und Chancen zu nutzen. Zurzeit bestehen für die biologischen Indikatoren verschiedene Herausforderungen, aber dank neuen wissenschaftlichen Entwicklungen auch Chancen.

Herausforderungen:

Klimawandel: Der Klimawandel hat einen grossen Einfluss auf den biologischen Zustand, da sich mit der Temperatur und dem Niederschlag zwei wichtig Einflussgrössen ändern. Es stellt sich die Frage, inwieweit man den Einfluss des Klimawandels auf die biologischen Indices vom Einfluss anderer Belastungsfaktoren unterscheiden kann. Dieses Thema wird im Eawag-Forschungs-Programm «*Klimawandel und aquatische Biodiversität – Teil Gewässerbeurteilung*» angegangen. Für die Seen liefert das Projekt «Seewandel» Informationen.

Ursachenspezifischer Indizes: Ein Set an Indices und Parameter für alle wichtigen biologischen Indikatoren und weiteren Untersuchungsbereiche besteht. Mit Ausnahme des Diatomeen-Index zeigen die Indikatoren an, dass der Zustand schlecht ist, aber nicht was die Ursache für diesen schlechten Zustand sein könnte. In Zukunft sollen vermehrt «ursachenspezifische Indices» entwickelt werden. Im Idealfall können bei gleichbleibender Probenahme (z. B. von MZB) mehrere Indices berechnet werden (z.B. IBCH und SPEAR-Index).

Biodiversität: In vielen biologischen MSK-Modulen ist die Artenvielfalt Teil der Bewertung (Kapitel 3.2.4.). Die Biodiversität, insbesondere die Änderung oder der Verlust der Biodiversität, ist aber nicht explizit Teil der Bewertung. Es wird geprüft, wie in Zukunft die Veränderung der Biodiversität an einem Standort aber auch räumliche Veränderungen (Beta-Diversität) ermittelt werden können. Die Berechnung der Biodiversität basiert, wenn immer möglich auf Daten, die mit bestehenden Erhebungs-Methoden erfasst werden. Die Berechnung orientiert sich am Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM).

Ökosystem: Die existierenden Module konzentrieren sich in der Regel auf den Zustand einer Organismengruppe. Es stellt sich die Frage, in wieweit das Set an bestehenden Methoden das Ökosystem und seine Funktionen (z.B. Foodweb) abbildet.

Quantitative Erhebungen: Einige Indices basieren nur auf der Erhebung der Vielfalt der Organismen, für ein besseres Verständnis der Ökosystemfunktionen sind aber auch Informationen zur Quantität einzelner Organismengruppen wichtig.

Standortfremde Arten (Neobiota) treten zum Teil vermehrt auf, zum Teil auch begünstigt durch den Klimawandel. Unklar ist, wie man diese Neobiota beurteilt: zählen sie zur «Vielfalt» und damit zu der Biodiversität oder gibt es Negativpunkte, für standortfremde Arten.

Definition Naturnaher Zustand. Im Schweizermittelland gibt es so gut wie keine Referenzstellen, anhand derer man den naturnahen Zustand beurteilen könnte. Ebenso stellt sich die Frage ob die Definition des naturnahen Zustands sich ändern kann aufgrund von Neobiota oder des Klimawandels.

Für gewisse Aussagen zu grobe Beurteilung beim MZB: Bisher basiert die Erfassung und Beurteilung des MZB meist auf Familienniveau, damit ist eine grobe Zustandsbeurteilung möglich. Laut Experten kann es aber dazu führen, dass auch in «sehr gut» bewerten Gewässern Defizite bestehen (Awel 2018). Gewisse Gruppen auf Artniveau zu erheben wäre daher wertvoll.

Limitiertes Budget: Bei all diesen Herausforderungen kommt hinzu, dass das Budget für Untersuchungen limitiert ist, sowohl von den zeitlichen als auch von den finanziellen Ressourcen her. Tendenziell sollen daher die Methoden verbessert aber nicht aufwändiger gemacht werden.

Synthese von Untersuchungen: Zurzeit gibt es keine Empfehlung wie aus den Ergebnissen der einzelnen Methoden eine standardisierte Synthese gemacht werden kann. Nebst der Synthese über den Zustand besteht zum Teil das Bedürfnis, dass Massnahmen in einem Einzugsgebiet priorisiert werden können. Es existieren diverse Vorarbeiten der Eawag (Schuwirth, Reichert) sowie ein Projekt des VSA das Ende 2022 abgeschlossen wird. In einem ersten Schritt wird ein Erfahrungsaustausch zu diesem Thema und zur Klärung des weiteren Vorgehens organisiert.

Chancen

DNA und eDNA: Neben den klassischen Indikatoren und Methoden zur Beurteilung der Fliessgewässerqualität bieten die DNA- und eDNA-Analyse neue - meist ergänzende - Möglichkeiten zur Erfassung der biologischen Vielfalt in den Gewässern. Dank diesen Möglichkeiten könnten auch neue Parametern für die Gewässerbeurteilung wie bspw. die Bakterienvielfalt in Gewässern für die Gewässerbeurteilung in Zukunft in den Fokus rücken.

Ökotoxikologische Methoden: Die ökotoxikologischen Methoden sind eine Schnittstelle zwischen der chemischen Wasserqualität und der Biologie. Sie können ergänzende Informationen zu chemischen und biologischen Erhebungen schliessen und Zusammenhänge aufzeigen.

Bildverarbeitung: Automatisierte Bild-Aufnahmen und –Analysen, wie zum Beispiel das Eawag Projekt Aquascope zum Plankton Vorkommen in Seen, bieten ein grosses Potenzial zur Erfassung der Vielfalt. Sie entwickeln sich zurzeit rasant. Eine Herausforderung sind die damit verbundenen grossen Datenmengen.

Grosse Datensätze: Immer mehr Datensätze existieren und können vertieft statistisch analysiert werden, beispielsweise auch um neue ursachenspezifische Indikatoren zu entwickeln.

Austausch Forschung-Praxis. Ein guter Austausch zwischen Forschung und Praxis hilft auf beiden Seiten, da die Praxis Kenntnis von neuen Möglichkeiten und die Forschung ihrerseits Input von in der Praxis offenen Fragen erhält.

4.2 Seen

Mit dem Konzept für die Untersuchung und Bewertung von Seen wurden 2013 Grundlagen geschaffen, damit auch Methoden für die Beurteilung von Seen ins MSK integriert werden können (Schlosser et al. 2013). 2016 folgte das erste Modul (Modul Ökomorphologie Seeufer). Kurzfristig sind keine weiteren spezifischen Methodenentwicklungen für Seen geplant. Längerfristig soll jedoch überprüft werden, welche Methoden es für die Erfassung des Seenzustands braucht. Zurzeit laufen zudem diverse Aktivitäten zur biologischen Erfassung des Zustands der Seen. Je nach Resultaten dieser Aktivitäten kann sich ein Bedarf für eine Methode ergeben. Die MSK-Leitung verfolgt daher diese Projekte mit:

- Erfahrungsaustausch zu Plankton Untersuchungen in Seen (Fazit Planktonaustausch)
- Empfehlungen zur Erfassung der Fischfauna basierend auf dem Projet Lac (www.eawag.ch/projetlac)
- Ein grosses Projekt zum Zustand und Wandel im Bodensee (Projekt Seewandel, www.seewandel.org)
- Ein grosses Projekt zum Zustand und Wandel im Genfersee (Projekt L'explore, https://wp.unil.ch/lexplore)
- Photographische Erfassung des Planktons in Seen (Aquascope, www.aquascope.eawag.ch/)

5 Publikationsformen

Ob in Zukunft neu entwickelte, ursachenspezifische Indices separat publiziert werden oder in bestehende Methoden integriert werden, muss im Einzelfall entschieden werden. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, Methoden als VSA-Empfehlungen, Merkblätter aber auch als ergänzende Expertenberichte von Forschungsinstitutionen und Ökobüros auf der MSK-Homepage zu veröffentlichen. Diese sind - im Gegensatz zu den Vollzugshilfen - zwar nicht rechtlich bindend, aber sie zählen als «Best Practice».

6 Literatur

Awel (2018), «Gewässer und Wasser – Gesamtbericht»; Link

Dietzel, A. (*2016*) Gegenüberstellung der Schweizer Gewässerschutzgesetzgebung mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Zusammenhang mit der Untersuchung und Beurteilung der Oberflächengewässer (Modul-Stufen-Konzept).

Liechti, P., Sieber, U., von Blücher, U., Willi, H.P., Bundi, U., Frutiger, A., Hütte, M., Peter, A., Göldi, C., Kupper, U., Meier, W. and Niederhauser, P. (*1998*) Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz - Modul-Stufen-Konzept. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26. Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL.

Schlosser, J., Haertel-Borer, S., Liechti, P. and Reichert, P. (*2013*) Konzept für die Untersuchung und Beurteilung der Seen in der Schweiz Seen. Anleitung zur Enwicklung und Anwendung von Beurteilungsmethoden. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern Umwelt-Wissen Nr. 1326.

Anhang 1 - Leitfaden Modul Entwicklung

(Adaptiert nach Schlosser et al. (2013))

Bei der Erstellung bzw. Überarbeitung einer Methode müssen sich in einem ersten Schritt folgende Fragen gestellt werden:

1. Was sind die Ziele der Methode(siehe dazu auch Abbildung 3).?
    - Überblicksmässige Zustandsbeschreibung und Beurteilung(Stufe-F), oder
    - Identifikation von Ursachen oder Erfolgskontrolle (z.B. Renaturierung)

Je nach Ziele der Methode müssen unterschiedliche Vorgaben verfolgt werden. Der folgende Leitfaden gilt hauptsächlich für Methoden der Zustandserhebung (Stufe F). Für Methoden der Ursachenidentifikation und Erfolgskontrollen können diese jedoch ebenfalls gelten, sie sind aber nicht zwingend.

Ökologische Ziele/ Anforderungen an die Wasserqualität: In einem 1. Schritt sollen die durch die Erhebungen zu überprüfenden ökologischen Ziele klar definiert werden (z.B. naturnaher Zustand des Makrozoobenthos). Diese stützen sich in der Regel auf den Anhang 1 und Anhang 2 der Gewässerschutzverordnung.

> **Oberziele/Unterziele***:* Es soll zwischen einem Oberziel der Methode (z.B. Naturnaher Zustand MZB) und je nach Bedarf mehreren Unterzielen (z.B. Hohe Diversität der Arten) unterschieden werden.
>
> **Hierarchie de Ziele:** Die definierten ökologischen Unterziele müssen sich hierarchisch auf einer oder mehreren Stufen dem Oberziel unterordnen lassen (Methode: Zielhierarchie).

Parameter: Es müssen messbare Parameter (Attribute- z.B. Anzahl der Makrozoobenthos Familien) definiert werden, die standardisiert erhoben werden müssen, um die formulierten Ziele der untersten Stufe zu überprüfen.

Beurteilung:

> **Parameter/Messwerte:** Die erhobenen Parameter bzw. Messwerte müssen auf einer Skala von 0 – 1 (1=Ziel erreicht, 0 = nicht erreicht) bewertet werden können.
>
> **Kontinuierliche Beurteilung:** Wenn immer möglich sollte die Beurteilung der erhobenen Parameter/Messwerte kontinuierlich erfolgen und nicht in Klassen.
>
> **Klassen:** die kontinuierliche Beurteilung von 0 – 1 wird in 5 Klassen eingeteilt: 0 - 0.2 = schlecht, 0.2 - 0.4 = unbefriedigend, 0.4 - 0.6 = mässig, 0.6 - 0.8 gut, 0.8 - 1 =sehr gut).
>
> **Erreichung Oberziel**: Die Beurteilung des Oberziels basiert auf der Aggregation von Unterzielen. Die mathematische Definition der Aggregation einzelner Unterziele zum Oberziel ist nicht in jedem Fall gewünscht und daher optional! Sie kann auch als Empfehlung formuliert werden.

Datenarchivierung: Sowohl erhobene Messwerte wie auch die dazugehörige Beurteilung müssen gespeichert werden.

Dokumentation Methodenentwicklung: Die Entscheide die zu der Bewertung/Beurteilung geführt haben müssen in der Methode, deren Anhang oder einem öffentlich zugänglichen separaten Bericht dokumentiert werden

Abgleich mit dem internationalen Umfeld:

Wenn immer möglich und sinnvoll soll die Methode in den internationalen Kontext gesetzt werden. Insbesondere sollen dabei die WRRL und die Methoden der umliegenden Länder berücksichtigt werden.