REGIERUNG
DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN

Bewirtschaftungsplan und Massnahmen-programm nach Wasserrahmenrichtlinie

RA LNR 2019-952

Impressum

Herausgeber

Regierung des Fürstentums Liechtenstein

Bearbeitung

Amt für Umwelt
Gerberweg 5
LI-9490 Vaduz
Andreas Gstöhl
Roland Jehle
Elija Kind

Externe Autoren

Rudolf Staub
Büro für Räumliche Entwicklung und Natur
RENAT AG
St. Markusgasse 19
LI-9490 Vaduz

Alexander Jawecki
beratender ingenieur (WKO) / Dipl. Ing. (BOKU)
für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft
A-6830 Rankweil

Titelbild: Liechtensteiner Binnenkanal in Ruggell (Peter Rey, HYDRA)

Oktober 2019

Inhalt

Zusammenfassung 5

1. Ausgangslage 8
   1.1. Gesetzliche Grundlagen 8
   1.2. Umsetzungsphasen 8
   1.3. Planungsgrundsätze und Betrachtungsebenen der WRRL 10
   1.4. Internationale Koordination 10
   1.5. Berichtsaufbau 11

2. Merkmale Planungsraum Liechtenstein 12
   2.1. Einteilung der Oberflächenwasserkörper 14
   2.2. Lage und Grenzen Grundwasserkörper 22
   2.3. Referenzbedingungen Oberflächenwasserkörper 23
   2.4. Ökologischer Zustand – Referenzbedingungen biologische Qualitätskomponenten 24
   2.5. Ökologischer Zustand – Referenzbedingungen der physikalisch-chemischen Komponenten 28
   2.6. Ökologischer Zustand - Referenzbedingungen der Hydromorphologischen Qualitätskomponenten 36
   2.7. Chemischer Zustand – Referenzbedingungen prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe ... 38
   2.8. Physikalisch-chemische Referenzbedingungen Grundwasser 39
   2.9. Ermittlung und Kartierung der Schutzgebiete 41

3. Wassernutzung und Bewirtschaftung 44
   3.1. Zusammenfassung der wirtschaftlichen Analyse der Wassernutzung 44
   3.2. Kostendeckung der Wasserdienstleistungen 47
   3.3. Entwicklung der Wassernutzungen (Baseline Szenario) 50
   3.4. Umwelt- und Ressourcenkosten 51

4. Auswirkungen der menschlichen Tätigkeit 52
   4.1. Nutzungen und Belastungen 52
   4.2. Oberflächengewässer – Belastungen und Einwirkungen 55
   4.3. Grundwasser – Belastungen und Einwirkungen 69

5. Überwachungsprogramm Oberflächengewässer 72
   5.1. Bestehende Überwachungsprogramme in Liechtenstein 72
   5.2. Überwachungsprogramme im Rahmen der WRRL 73
   5.3. Methodik 74
   5.4. Überwachung biologische Qualitätskomponenten 76
   5.5. Überwachung der hydromorphologischen Qualitätskomponenten 79
   5.6. Erfassung chemische und physikalisch-chemische Qualitätskomponenten 80
   5.7. Erfassung prioritäre Stoffe – Chemischer Zustand 85

6. Überwachungsprogramm Grundwasser 88
   6.1. Überwachung Hydrometrie 88
   6.2. Überwachung Qualität 89

7. Beurteilung des Zustands der Gewässer 92

7.1. Qualitätskomponenten und Bewertungssystem Oberflächengewässer 92
7.2. Ökologischer Zustand – Bewertung Oberflächengewässer 93
7.3. Chemischer Zustand – Bewertung Oberflächengewässer 95
7.4. Ergebnisse für die Wasserkörper in Liechtenstein 95
7.5. Bewertung – Grundwasser 105

8. Risikoanalyse der Zielerreichung 106
8.1. Risikoanalyse 106
8.2. Abschätzen des Erreichens der Umweltziele bis 2021 (Risikoanalyse) für den ökologischen Zustand der Oberflächengewässer 107
8.3. Abschätzen des Erreichens der Umweltziele bis 2021 (Risikoanalyse) für den chemischen Zustand der Oberflächengewässer 108
8.4. Abschätzen des Erreichens der Umweltziele bis 2021 (Risikoanalyse) für den mengenmässigen und chemischen Zustand des Grundwassers 109

9. Umweltziele und Zeitplan 110
9.1. Gesetzliche Grundlagen in Liechtenstein 110
9.2. Fristerstreckung zur Zielerreichung (stufenweise Umsetzung) 111
9.3. Verwirklichung weniger strenger Umweltziele 112

10. Massnahmenprogramm 113
10.1. Allgemeine Informationen 113
10.2. Beschreibung der ergänzenden Massnahmen bei Oberflächengewässern 113
10.3. Massnahmen in den einzelnen Oberflächenwasserkörpern 121
10.4. Massnahmen zum Grundwasserkörper 133
10.5. Beschreibung der noch nicht umgesetzten grundlegende Massnahmen 134
10.6. Ziele und Schwerpunkte Massnahmenplan für den Bewirtschaftungszeitraum bis 2021 .. 136
10.7. Zuständigkeiten und Koordination 137

11. Information und Anhörung der Öffentlichkeit 138
11.1. Vorgehen 138
11.2. Ergebnisse 140

12. Zuständige Behörden 142

13. Literatur 143

14. Weitere relevante Unterlagen 147

15. Glossar 149

Zusammenfassung

Mit der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) gibt die Europäische Union seit dem Jahr 2000 einen Rahmen für einen koordinierten Schutz und eine koordinierte Bewirtschaftung der Oberflächengewässer und des Grundwassers vor. **2007 wurde die WRRL in das EWR-Abkommen übernommen und 2011 mit einer Änderung des Gewässerschutzgesetzes in nationales Recht umgesetzt.**

2015 wurde der erste Bericht „Bestandsaufnahme und Überwachungsprogramm“ fertiggestellt und veröffentlicht (AMT FÜR UMWELT 2015). Die Bestandsaufnahme typisiert und beschreibt die Gewässer und gibt einen ersten Überblick über die Belastungen und deren Auswirkungen auf den Zustand der Gewässer. Basierend auf der Bestandsaufnahme wurde ein Überwachungsprogramm definiert, um den Zustand der Gewässer und die Zielerreichung überprüfen zu können.

Der vorliegende Bewirtschaftungsplan präzisiert und aktualisiert die Inhalte der Bestandsaufnahme. Dazu wurden die verschiedenen Qualitätskomponenten für die Beurteilung des ökologischen und chemischen Zustandes der Gewässer vertieft untersucht und bewertet. Eine wichtige Grundlage für die Bewertung der Gewässer ist die Festlegung des natürlichen Referenzzustandes für die verschiedenen Qualitätskomponenten. Im Massnahmenprogramm werden die erforderlichen Massnahmen dargestellt, die für die Erreichung und Einhaltung der **Umweltziele „guter ökologischer und chemischer Zustand“ oder „gutes ökologisches Potenzial“** notwendig sind.

Der **ökologische Zustand** der Gewässer wurde im Wesentlichen anhand von biologischen Qualitätskomponenten beurteilt. Hierzu gehören die Fische, das Makrozoobenthos (an der Gewässersohle lebende mit dem freien Auge sichtbare wirbellose Tiere), die Makrophyten (Wasserpflanzen) sowie das Phytobenthos (Aufwuchsalgen). Für diese Komponenten waren die Referenzzustände für den guten und sehr guten Zustand eines Gewässers zu ermitteln. Ergänzend zu den biologischen Qualitätskomponenten wurden für die Beurteilung auch chemisch-physikalische und hydromorphologische Qualitätskomponenten miteinbezogen. Der **chemische Zustand** der Gewässer wurde über die Grenzwerte für gesundheitsgefährdende Substanzen (v.a. prioritäre Stoffe) gemäss EU-Richtlinien definiert.

Gemäss der vorliegenden Beurteilung ist **die Erreichung der Umweltziele „guter ökologischer und chemischer Zustand“ oder „gutes ökologisches Potenzial“ bis zur ersten Frist 2021 für die Gewässer in der Rheintalebene Liechtensteins unwahrscheinlich.** Die begradigten Gewässer im Talraum sind infolge der fehlenden Strukturen als Lebensraum für Fische und Kleinorganismen stark beeinträchtigt. Sie sind morphologisch gegenüber dem Naturzustand stark verändert. Hinsichtlich der Wasserqualität wurden insbesondere an der Esche, am Spiersbach, Scheidgraben und Binnenkanal Unterlauf Defizite festgestellt. Bei den weitgehend unbeeinflussten Gebirgsbächen ist das Erreichen des guten ökologischen und chemischen Zustandes wahrscheinlich. Der Alpenrhein sowie der Binnenkanal unterhalb von Vaduz weisen zudem durch die Wasserkraftnutzung häufige und unnatürliche Wasserspiegelschwankungen auf.

Als positiv ist die Situation der Grundwasserkörper zu beurteilen. Hinsichtlich Qualität und Menge wird ein guter Zustand erreicht und eine Übernutzung ist bisher nicht erkennbar. Für den Schutz des Grundwassers wurden mittels Verordnung verschiedene Schutzgebiete festgelegt.

Das **Überwachungsprogramm** ist das Kontrollinstrument der WRRL, um das Erreichen der vorgegebenen Ziele zu überprüfen. Ausgewählt wurden zwei Überblicks-Überwachungsstandorte (Alpenrhein, Binnenkanal Unterlauf), die in regelmässigen Abständen untersucht werden. Neben den genannten biologischen Qualitätskomponenten erfolgt auch eine Überwachung des physikalisch-

chemischen Zustandes sowie der Abflussmengen. Die Ökomorphologie der Gewässer ist flächendeckend erfasst und wird periodisch nachgeführt. Für den Zustand der Liechtensteiner Oberflächengewässer liegt heute bereits ein hoher Kenntnisstand vor. Künftig wird das Untersuchungsprogramm auf Spurenstoffe und prioritäre Stoffe nach WRRL erweitert.

Die Überblicksmessstelle für das Grundwasser befindet sich bei der Grundwasserfassung Oberau in Ruggell. An dieser Messstelle wird der von der WRRL geforderte mengenmässige und chemische Zustand überwacht. Die bereits bestehenden qualitativen Überwachungsprogramme für das Trinkwasser werden weitergeführt.

Wie erwähnt zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass die Oberflächengewässer in der Rheintalebene den guten ökologischen Zustand nicht erreichen. Im **Massnahmenprogramm** werden daher konkrete Massnahmen zur Behebung der festgestellten Defizite bzw. zur weiterführenden Ursachenforschung definiert. Die Massnahmen müssen dabei unterschiedliche Ansätze verfolgen, damit eine Verbesserung der Situation erreicht werden kann.

Als zentrale Massnahmen sind die Sicherung des Gewässerraums, weitere Renaturierungen sowie Strukturierungen in den bestehenden Gerinneprofilen zur Verbesserung der Lebensraumsituation zu nennen.

Weitere Massnahmen setzen bei den Nähr- und Schadstoffbelastungen an. Bei Starkniederschlägen finden Hochwasserentlastungen aus dem Kanalisationssystem in die Oberflächengewässer statt. Durch den Bau von Rückhaltebecken konnte dieser Eintrag in den letzten Jahrzehnten bereits schrittweise reduziert werden. Gezielte Abklärungen sollen zeigen, ob die Situation weiter verbessert werden kann.

Bei der Bewirtschaftung von Landwirtschaftsflächen kommen Dünge- und Pflanzenschutzmittel zum Einsatz. Diese können einerseits passiv durch Auswaschung und andererseits aktiv über Drainagepumpwerke in die Gewässer gelangen. Die natürliche Grundbelastung durch die Remineralisierung der Torfböden ist nicht genau bekannt. Auch hier soll mittels gezielten Abklärungen geprüft werden, welchen Beitrag die Drainagen am Qualitätsproblem der Gewässer in diesen Einzugsgebieten haben.

Weiter wirken sich Wasserentnahmen und Rückleitungen durch die Wasserkraftnutzung auf die betroffenen Gewässerabschnitte aus (tägliche Schwall/Sunkerscheinungen, Wasserdefizite) und beeinträchtigen möglicherweise ihre Funktion als Lebensraum. Weitere Untersuchungen der ursächlichen Zusammenhänge mit dieser Beeinflussung sind notwendig.

In der WRRL und im Gewässerschutzgesetz (GSchG) werden verbindlich **Fristen für die Erreichung und Einhaltung der Umweltziele** vorgegeben. In Liechtenstein ist diese Frist der 1. Mai 2021. Aufgrund des Umfangs und der Zeitdauer für die Planung und Umsetzung von technischen Massnahmen, deren Kosten und der in einem Ökosystem nicht kurzfristig einsetzenden Wirkung, ist eine rasche Zielerreichung realistischerweise nicht zu erwarten. Es muss deshalb die Möglichkeit der Verlängerung der Frist, wie sie die WRRL vorsieht, in Anspruch genommen werden.

Trotzdem ist es dringend notwendig mit Massnahmen zu beginnen, um die vorliegenden Defizite zu reduzieren und in weiterer Folge zu beheben. Der Bewirtschaftungsplan und das Massnahmenprogramm sind daher wichtige Instrumente für die Zukunft der Wasserwirtschaft in Liechtenstein.

Der Bewirtschaftungsplan ist alle sechs Jahre zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Er leistet damit periodisch Rechenschaft über die Umsetzung der Inhalte des Massnahmenprogramms.

Alpenrhein

Binnenkanal Unterlauf

Binnenkanal Renaturierung Bofel

Lawena

Graben Ruggeller Riet

Binnenkanal Revitalisierung Pfarrmeder

Samina

Rüfeverbauung Einzugsgebiet Binnenkanal

1. Ausgangslage

1.1. Gesetzliche Grundlagen

Die Europäische Union (EU) hat im Jahre 2000 mit der Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG (nachfolgend kurz WRRL) einen Ordnungsrahmen für den Schutz und die Bewirtschaftung der Oberflächengewässer wie des Grundwassers geschaffen. Mit der WRRL wird in der EU ein ganzheitlicher, integrierter Ansatz zum Schutz der Gewässer und des Wassers als Ressource verfolgt. Über die Staats- und Ländergrenzen hinweg soll eine koordinierte Bewirtschaftung der Gewässer unter Einbezug von ökologischen, ökonomischen sowie regionalen und sozialen Zielsetzungen bewirkt werden. Die praktische Umsetzung der WRRL ist eines der grössten Projekte der Europäischen Union für eine nachhaltige Entwicklung.

Mit Beschluss Nr. 125/2007 des gemeinsamen EWR-Ausschusses vom September 2007 wurde die WRRL mit Anpassungen in das EWR-Abkommen übernommen. Als Mitgliedsstaat des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) ist Liechtenstein zur Übernahme der WRRL verpflichtet. **Zur Implementierung der WRRL in das nationale Recht Liechtensteins wurde im Jahre 2011 das Gewässerschutzgesetz von 2003 angepasst bzw. durch entsprechende Bestimmungen ergänzt.**

Die WRRL berücksichtigt insbesondere folgende Themen:

- Verbesserung des Zustandes der aquatischen sowie der vom Wasser abhängenden terrestrischen Ökosysteme
- Schutz und rationelle Verwendung der Ressource Wasser unter Berücksichtigung des Verursacherprinzips
- Ausreichende Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigem Oberflächen- und Grundwasser
- Reduktion der Einleitung von gefährlichen Stoffen in das Wasser

Ziel ist es, einen guten ökologischen und chemischen Zustand der Oberflächengewässer sowie einen guten chemischen und mengenmässigen Zustand des Grundwassers zu erreichen. Erreicht werden soll dies durch Massnahmenprogramme und deren Umsetzung.

1.2. Umsetzungsphasen

In einem ersten Schritt wurde eine **Bestandsaufnahme der aktuellen Situation vorgenommen (AMT FÜR UMWELT 2015).** Diese beinhaltete eine erste Analyse der Merkmale jeder Flussgebietseinheit, eine Überprüfung der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf den Zustand der Gewässer, eine wirtschaftliche Analyse der Wassernutzung sowie ein Verzeichnis der Gebiete mit Wasserbezug, für die ein besonderer Schutzbedarf festgestellt wurde.

Auf der Basis der Bestandsaufnahme wurde ein **Überwachungsprogramm entwickelt, um den Zustand der Gewässer überprüfen zu können.** Das Überwachungsprogramm dient auch der Kontrolle der Zielerreichung.

Der vorliegende Bewirtschaftungsplan aktualisiert und präzisiert die Inhalte der Bestandsaufnahme und bezeichnet die für die Zielerreichung notwendigen Massnahmen in sogenannten Massnahmenprogrammen.

Übernahme der Wasserrahmenrichtlinie in nationales Recht durch die Anpasssung des Liechtensteiner Gewässerschutzgesetzes 2011.

Die **Bestandsaufnahme** typisiert und beschreibt die Gewässer. Sie analysiert die Belastungen und deren Auswirkungen auf den Zustand der Gewässer sowie die wirtschaftliche Bedeutung der Wassernutzung. Die Bestandsaufnahme wird auf der Basis der vorhandenen Daten durchgeführt.

Es sind **Programme zur Überwachung** der Gewässer hinsichtlich des ökologischen und chemischen Zustands zu erstellen. Dazu gehört auch die mengenmässige Überwachung des Grundwassers.

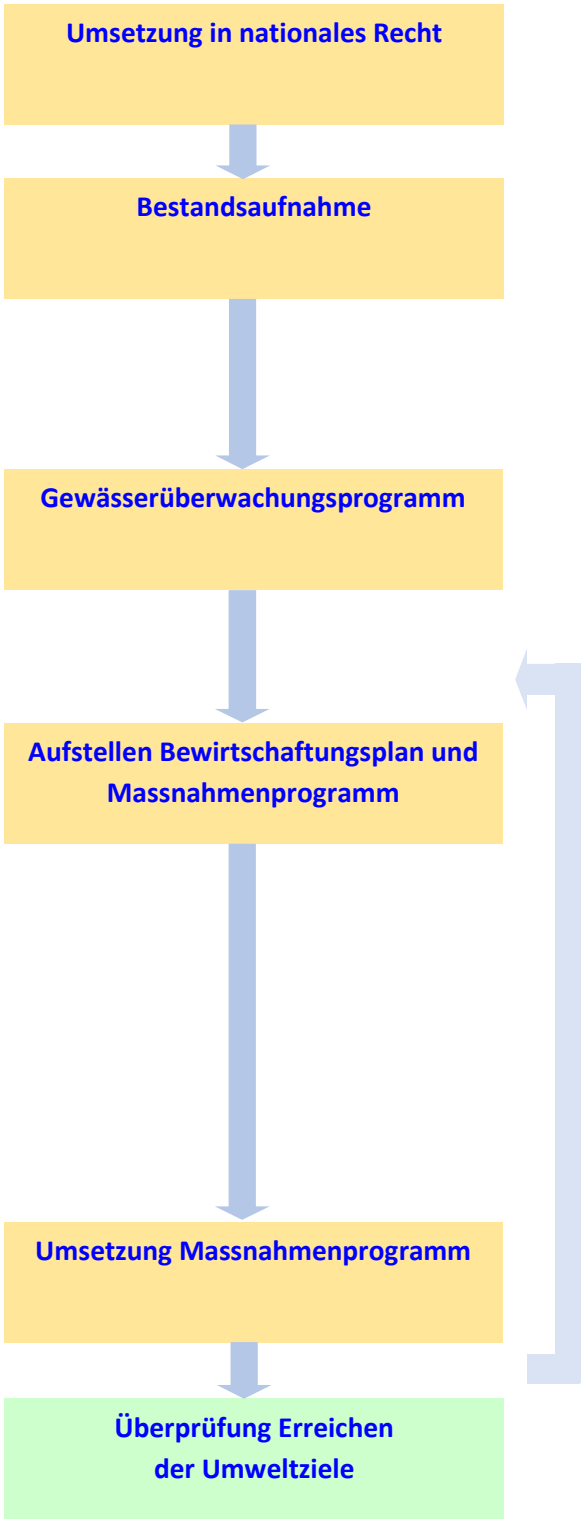
Der **Bewirtschaftungsplan** gibt Auskunft über den Zustand der Gewässer. Er fasst die erforderlichen Massnahmen zusammen, die für die Erreichung und Einhaltung des Umweltqualitätsziels „guter ökologischer Zustand“ oder „gutes ökologisches Potenzial“ notwendig sind. Er beinhaltet die wasserwirtschaftlichen Herausforderungen und zeigt das Vorgehen zu deren Lösung auf (Massnahmenprogramm). Die Bewirtschaftungspläne werden in einem Rhythmus von 6 Jahren fortgeschrieben.

Die **Umsetzung** der im Massnahmenprogramm festgeschriebenen **Massnahmen** hat bis 2020 zu erfolgen.

Überprüfen des Erreichens der Umweltziele bis 2021. Danach erfolgt die Aktualisierung des Bewirtschaftungsplanes (2021) für die nächste 6-Jahresperiode.

Bemerkung: Aufgrund von Verzögerungen bei der Erarbeitung der Berichte konnten die Zeitvorgaben gemäss den Artikeln 41i, 41k, 41n und 41q des Gewässerschutzgesetzes nicht eingehalten werden.

*Abb. 1.1: Die Umsetzungsphasen der **Wasserrahmenrichtlinie***



1.3. Planungsgrundsätze und Betrachtungsebenen der WRRL

Für die Darstellung von Umweltbelastungen, deren Auswirkungen und darauf reagierende Umweltschutzmassnahmen wird auf europäischer Ebene zunehmend das DPSIR-Modell verwendet. Es handelt sich dabei um ein Ursache-Wirkungsmodell, welches Umweltprobleme entlang von Kausalketten beschreibt. Damit sollen alle Aspekte und Zusammenhänge in die Betrachtung einfliessen. DPSIR steht dabei als Abkürzung für die englischen Begriffe Driving forces (D), Pressure (P), State (S), Impact (I) und Response (R). Das Modell findet sich in den verschiedenen Planungsphasen der WRRL wieder:

Phase	Bezeichnung	Inhalte	Kapitel
1	Umweltrelevante Aktivitäten, treibenden Kräfte (D)	Menschlichen Aktivitäten von denen eine Umweltbelastung ausgeht	Wirtschaftliche Analyse (*Kap. 3*) (Art. 5 WRRL)
2	Belastungen (P)	Umweltbelastungen die von diesen Aktivitäten ausgehen	*(Kap. 4)* (Art. 5 WRRL)
3	Zustand (S)	Zustand der Umwelt	Überwachung, Zustandsbeurteilung, Risikoanalyse *(Kap. 5 - 8)* (Art. 8 WRRL)
4	Auswirkungen (I)	Effekte auf die Ökosysteme und Ressourcen	
5	Reaktionen (R):	Reaktionen der Gesellschaft auf die Umweltprobleme (Massnahmen)	Massnahmenprogramm *(Kap. 10)* (Art. 11 WRRL)

Die Betrachtung nach der WRRL erfolgt dabei bezogen auf Flussgebietseinheiten, die kleinste Bewirtschaftungseinheit ist der sogenannte Wasserkörper. Dabei gelten verschiedene Grundsätze:

- Jeder Wasserkörper muss die Umweltziele erreichen
- Grundlage für die Beurteilung der Zielerreichung ist die Bewertung des ökologischen und chemischen Zustandes bei Oberflächengewässern sowie des mengenmässigen und chemischen Zustandes beim Grundwasser
- Die Beurteilung erfolgt durch einen Vergleich mit einem naturnahen Referenzzustand
- Massnahmen sollen die Zielerreichung sicherstellen
- Es kommen ökonomische Prinzipien zum Einsatz (z.B. Verursacherprinzip)
- Das Planungsverfahren ist transparent und bezieht die Öffentlichkeit mit ein

1.4. Internationale Koordination

Liechtenstein ist Teil der internationalen Flussgebietseinheit Rhein, die sich von den Quellflüssen in der Schweiz bis zum Rheindelta an der Nordsee erstreckt. Liechtenstein nimmt davon weniger als 1 Promille des Einzugsgebietes ein. Die Flussgebietseinheit wurde in neun verschiedene Bearbeitungsgebiete untergliedert (Alpenrhein/Bodensee, Hochrhein, Oberrhein, Neckar, Main, Mittelrhein, Mosel/Saar, Niederrhein, Deltarhein). Für das Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/Bodensee ist eine Koordinationsgruppe mit Vertretern von Bayern, Baden-Württemberg, Vorarlberg, der Schweiz, Liechtenstein und Italien zuständig. Durch die Koordinationsgruppe wurden Bestandsaufnahmen, Bewirtschaftungspläne und Massnahmenprogramme erstellt (KOORDINATIONSGRUPPE Alpenrhein/Bodensee 2005, 2009, 2014, 2015). Damit liegt ein übergeordneter koordinativer Rahmen vor, in den die vorliegende Berichterstattung eingebunden ist.

Liechtenstein ist auch über zahlreiche internationale Gremien bzw. Kommissionen mit Gewässerbezug mit anderen Rheinanliegerstaaten verbunden (Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA), Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF), Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)). Diesen Kommissionen kommt insbesondere die Funktion der grenzüberschreitenden Koordination von Umweltmassnahmen an Rhein und Bodensee zu.

1.5. Berichtsaufbau

Der Berichtsaufbau folgt dem in der WRRL vorgesehenem Ablauf der Umsetzungsphasen, der auch in *Abb. 1.1* dargestellt ist bzw. dem DPSIR-Modell *(Kap. 1.3)* entspricht. Er orientiert sich auch an den Bewirtschaftungsplänen anderer Rheinanliegerstaaten und stellt eine relativ umfassende Betrachtung dar. Der Bewirtschaftungsplan beginnt mit einer Beschreibung der allgemeinen Merkmale des Flussgebiets einschliesslich der Einteilung in Oberflächenwasserkörper und die Einstufung von erheblich veränderten und künstlichen Oberflächenwasserkörpern *(Kap. 2.1).* Analog dazu wird beim Grundwasser vorgegangen (*Kap. 2.2).* Für die Wasserkörper werden die Referenzbedingungen für den ökologischen Zustand *(Kap. 2.3-2.*5) und den chemischen Zustand (*Kap. 2.7)* festgelegt. Die hydromorphologischen Referenzzustände (*Kap. 2.6)* sind ebenfalls für die ökologische Zustandsbewertung relevant. Auch für das Grundwasser werden die physikalisch-chemischen Referenzbedingungen definiert *(Kap. 2.8).* Die WRRL berücksichtigt auch die Schutzgebiete mit Wasserbezug *(Kap. 2.9).* Die wirtschaftliche Ausgangslage *(Kap. 3.1)* und eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Wassernutzungen *(Kap. 3.3)* zeigen die wirtschaftliche Bedeutung der Wasserressourcen auf. Die Darstellung des Kostendeckungsgrades rundet die Analyse der Flussgebietseinheit ab *(Kap. 3.2).*

Im *Kapitel 4* werden die signifikanten anthropogenen Belastungen und deren Auswirkungen auf den Zustand der Oberflächenwasserkörper und des Grundwassers beschrieben.

Anschliessend werden die Überwachungsprogramme festgelegt, die Ergebnisse aus der aktuellen Zustandsbewertung bzw. -beurteilung der Wasserkörper aufgezeigt und eine Risikoanalyse der Zielverfehlung ohne Massnahmen durchgeführt *(Kapitel 5-8)*.

Die künftig in den einzelnen Gewässern und Schutzgebieten zu erreichenden Ziele werden definiert *(Kapitel 9)* und die geplanten Massnahmen zu den Wasserkörpern erläutert (*Kapitel 10).*

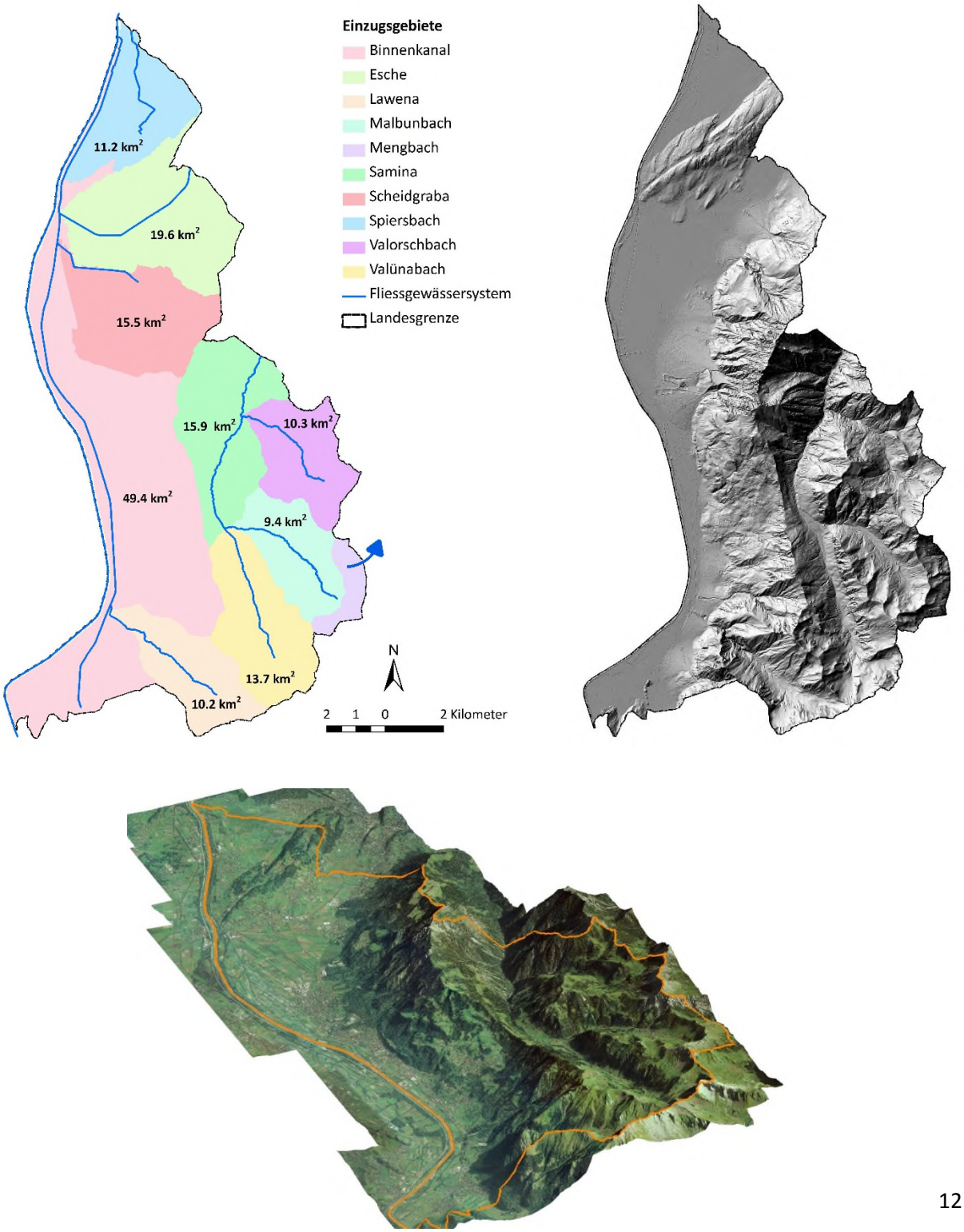
Kapitel 11 erläutert die Aktivitäten zur Information und Beteiligung der Öffentlichkeit und stellt später die Ergebnisse der Anhörungen dar.

Im *Kapitel 12* werden allgemeine Informationen zu den zuständigen Behörden gegeben.

2. Merkmale Planungsraum Liechtenstein

Liechtenstein liegt vollständig innerhalb des Bearbeitungsgebietes Alpenrhein/Bodensee und ist Teil der Flussgebietseinheit Rhein. Naturräumlich kann Liechtenstein in drei Gebiete unterteilt werden: die Ebene des Alpenrheins mit den Hauptsiedlungsgebieten auf den Schwemmfächern, den rheintalseitigen Hanglagen und das innere Berggebiet. Massgebend für die Berichterstattung im Rahmen der WRRL sind Fliessgewässer mit einem Einzugsgebiet von mindestens 10 km^2 und Stillgewässer von über 50 ha. Im Gewässersteckbrief *(Tab. 2.1)* sind die wichtigsten Eckdaten zum Planungsraum zusammengestellt.

Abb. 2.1: Die grösseren Gewässer Liechtensteins mit ihren Einzugsgebieten und dem Landesrelief (rechts) und als farbige 3D-Darstellung (unten) (Quelle: Amt für Bau und Infrastruktur).



Tab. 2.1: Gewässersteckbrief Planungsraum Liechtenstein

Gewässer allgemein	
Flussgebietseinheit	Rhein
WRRL-relevantes Gewässernetz	Länge Hauptgewässer Rhein: 27.6 km Länge Nebengewässer: 65 km
Höhenlage	Hauptgewässer Rhein: 430 - 480 m ü.M. Nebengewässer: 430 - 1950 m ü.M.
Oberirdische Zuflüsse Hauptgewässer	Liechtensteiner Binnenkanal (direkt bei Ruggell) Spiersbach und Samina (beide über Österreich)
Fliessgewässertypen	Hauptgewässer Rhein: Verzweigter Typ des Alpenrheins (IKSR 2015a) Nebengewässer: Fliessgewässer der Kalkalpen und des Alpenvorlandes
Seen	Liechtenstein besitzt keine grösseren Stillgewässer. Die wenigen vorhandenen Stillgewässer sind alle kleiner als 4 ha und erreichen nicht das Kriterium der WRRL von 50 ha
Naturraum	
Fläche	160 km^2
Ökoregionen	Ökoregionen 4 (Alpen) und 9 (Zentrales Mittelgebirge, Alpenvorland) nach WRRL Anhang XI
Geologie	Alpennordrand an der Grenze zwischen den West- und Ostalpen
Klima	Alpin-kontinental
Mittlerer Niederschlag	900 mm (Vaduz) bis 2‘000 mm (Berggebiet)
Landnutzung	
Bevölkerung	37'622 Einwohner (31.12.2015) (Rund 2.5 % der Bevölkerung des Einzugsgebietes «Alpenrhein/Bodensee» lebt in Liechtenstein.)
Landwirtschaftliche Nutzflächen (Ackerflächen, Gras-Krautvegetation)	53.3 km^2 (33 %)
Wälder	66.4 km^2 (41 %)
Siedlungsflächen	16.9 km^2 (11 %)
Unproduktiv	24 km^2 (15 %)
Wasserbewirtschaftung	
Wasserkraft	Nutzung der beiden grösseren alpinen Gewässer Samina (Pumpspeicherkraftwerk) und Lawena (Laufkraftwerk mit Wasserausleitung) zur Stromproduktion. Vereinzelte Laufkraftwerke an kleineren Fliessgewässern oder Quellwasserleitungen (Trinkwasserkraftwerke).
Öffentliche Wasserversorgung	Quell- und Grundwasser aus dezentralen über das Land verteilten Fassungen (Hanglagen und Rheintalebene).

2.1. Einteilung der Oberflächenwasserkörper

Das Gewässersystem wird im Rahmen der Bestandsaufnahme in einzelne Wasserkörper (Oberflächenwasserkörper, Grundwasserkörper) unterteilt. **Die Oberflächenwasserkörper** sind dabei jeweils als «*einheitlicher und bedeutender Abschnitt eines Oberflächengewässers*» (WRRL, Art. 2, Abs. 10) definiert und **bilden die räumliche Bezugsgrundlage für die Anwendung der Wasserrahmenrichtlinie** (Bewirtschaftungsplan und Massnahmenprogramm).

Oberflächenwasserkörper sollen als Untereinheiten der Flussgebietseinheit eine geeignete Beschreibung des Zustandes ermöglichen. Auch die Umweltziele beziehen sich auf diese Wasserkörper. Damit werden die Oberflächenwasserkörper zur zentralen Einheit für die Beurteilung der Gewässer nach der WRRL. Sie sind auch der Bezugsrahmen für die Massnahmenplanung. Zu kleine Einheiten sollten aus praktischen Gründen vermieden werden. Zudem können die Oberflächenwasserkörper mit ähnlichen Eigenschaften zu Gruppen zusammengefasst werden.

Kriterien für die Abgrenzung der Oberflächenwasserkörper sind:

- Übergang von einem Gewässertyp zum nächsten (s. *Kap. 2.1.1*)
- Wesentliche Änderungen der Belastungssituation: hydrologische Eigenschaften (z.B. Wasserentnahmen, bedeutende Zuflüsse wie die Esche in den Binnenkanal); morphologische Eigenschaften

Der Naturraum bestimmt durch die Geologie, die Topografie, die Vegetation im Einzugsgebiet, die Bodeneigenschaft und das Klima (Niederschläge) die mögliche natürliche Ausprägung eines Gewässers und damit seine Lebensraumeigenschaften. **Die Bewertung des Gewässerzustandes im Rahmen der WRRL erfolgt durch den Vergleich zum natürlichen Referenzzustand ohne menschliche Beeinflussung** und hängt daher massgeblich von diesen naturräumlichen Rahmenbedingungen ab. Die Veränderung der Flussmorphologie durch den Menschen für den Hochwasserschutz haben die Gewässer stark verändert. Der aktuelle Zustand weicht daher oft stark von diesem Naturzustand (Referenzzustand) ab.

In einem ersten Schritt werden die Oberflächengewässer aufgrund der naturräumlichen Ausgangslage verschiedenen biozönotischen Typen zugewiesen. Durch die Typisierung werden die einzelnen Oberflächenwasserkörper gegeneinander abgegrenzt *(Kap. 2.1.1)*. Diese Typisierung ist die Grundlage für die Beschreibung des guten ökologischen Zustandes eines Gewässers, der erreicht werden soll (Typspezifische Referenzbedingungen) *(Kap. 2.4-2.8)*.

Ziel der Wasserrahmenrichtlinie ist es, einen **guten ökologischen und chemischen Zustand** für die einzelnen Oberflächenwasserkörper zu erreichen (WRRL Art. 4 (1), a Abs. ii).

Je nach Ausgangslage bzw. Nutzungsinteressen am Gewässer wird sich dieses Ziel für einzelne Wasserkörper nicht realisieren lassen. Die WRRL erlaubt daher die Ausweisung von künstlichen bzw. erheblich veränderten Wasserkörpern. Diese Bezeichnungen wurden eingeführt, um aus sozialer oder wirtschaftlicher Sicht wertvolle Nutzungsformen weiterhin zu ermöglichen. Unter besonderen Rahmenbedingungen bzw. bei fehlenden Alternativen können somit die Nutzungen bei der Festlegung der Ziele für die Wasserkörper berücksichtigt werden (WRRL Art. 4 (1), a Abs. iii). Bei diesen Gewässern muss das **gute ökologische Potenzial sowie der gute chemische Zustand erreicht werden.** Um als entsprechender Wasserkörper bezeichnet werden zu können, muss er aufgrund hydromorphologischer Veränderungen in seinem Wesen erheblich verändert sein. Ein weiteres Kriterium für die Abgrenzung der einzelnen Oberflächenwasserkörper ergibt sich daher aus der Bezeichnung künstlicher *(Kap. 2.1.2)* oder erheblich veränderter Gewässer *(Kap. 2.1.3)*. Aus der Überlagerung der verschiedenen Aspekte lässt sich eine Karte der Wasserkörper erstellen *(Kap. 2.1.4)*.

2.1.1 Typisierung der Fliessgewässer Liechtensteins (Biozönotischer Fliessgewässertyp)

Die Wasserrahmenrichtlinie gibt zwei mögliche Methoden für die naturräumliche Typisierung der Fliessgewässer vor (WRRL, Anh. II, Art. 1.2.1). Für Liechtenstein wird koordiniert mit den anderen Ländern im Bearbeitungsgebiet «Alpenrhein/Bodensee» der erweiterte Ansatz (System B) verwendet. Die Typisierung beruht auf Angaben zur Höhe, geografischen Lage, Geologie und Grösse des Gewässers. Zudem können weitere optionale Faktoren, wie z.B. die hydromorphologischen Eigenschaften, Eingang finden.

Die Typisierung der Fliessgewässer Liechtensteins orientiert sich an den österreichischen Bioregionen (MOOG et al. 2001). Aufgrund von geoökologischen Kriterien und Makrozoobenthosaufnahmen werden in Österreich 15 Fliessgewässer-Bioregionen unterschieden. Die Verwendung des österreichischen Bioregionenmodells schafft einen grösseren Referenzraum und erlaubt die Übernahme methodischer Konzepte im Rahmen der Fliessgewässerüberwachung und der Zustandsbeurteilung. Aufgrund der Kleinheit Liechtensteins sowie der teils stark anthropogen beeinflussten Gewässer war es zudem nicht möglich, für alle Fliessgewässertypen geeignete Referenzmessstellen im Land festzulegen. Hier bieten die Referenzmessstellen in Österreich Hilfestellung.

Liechtenstein hat Anteil an 4 österreichischen Bioregionen *(Tab. 2.2)*. Der Alpenrhein wird im Rahmen der Typisierung als «Sonderfall grosser Fluss» behandelt. Für den Rhein wurde eine eigene Abschnittstypologie entwickelt. Gemäss den österreichischen Bioregionen liegt der Liechtensteiner Flussteil im Alpenvorland und zählt zum (gewunden-)verzweigten Typ (KOORDINATIONSGRUPPE Alpenrhein/Bodensee 2005, IKSR 2004).

Tab. 2.2: Österreichische Bioregionen mit korrespondierendem Liechtensteiner Anteil

Ökoregionen	**Sub – Ökoregion****	**Bioregion (Sub-Bioregionen)****	**Korrespondierende Fliessgewässer-Naturräume Liechtensteins**	**Relevanz für Liechtenstein**
Zentrales Mittelgebirge (Ökoregion 9*)	Alpenvorland	10. Vorarlberger Alpenvorland	Vorlandmolasse (mittelländische Molasse), Rheintal	Binnenkanal, Fliessgewässer im Talraum
Alpen (Ökoregion 4*)	Kalkalpen	6. Nördliche Kalkhochalpen	Westliche Kalkhochalpen	Saminasystem
		6. Nördliche Kalkhochalpen	Falknisdecke	Lawena
		4. Flysch- oder Sandstein-Voralpen	Flyschgebiet	Keine grösseren Fliessgewässer vorhanden
		8. Helvetikum	Helvetikum	

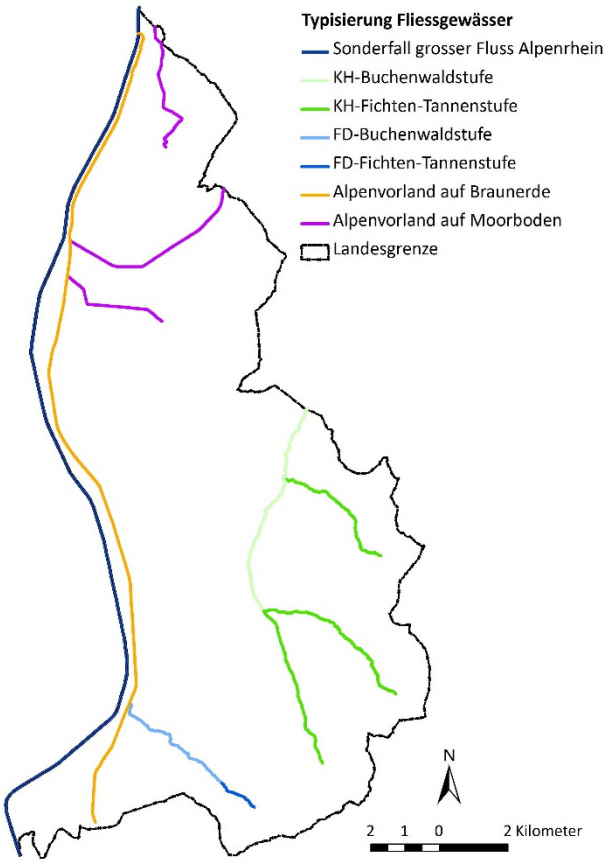
*Die Ökoregionen definieren sich nach ILLIES (1978). Er unterscheidet 25 Gebiete als zoogeografisch abgrenzbare Areale (WRRL, Anhang XI).
** Nach MOOG et al. (2001), definiert für Österreich.

Für die Unterteilung der Oberflächenwasserkörper wird für Liechtenstein eine einfache naturräumliche Gliederung vorgenommen. Sie beruht auf geografischen und hydrologischen Kenngrössen, die wesentlich die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften im Fliessgewässer bestimmen *(Tab. 2.3)*. Details der Typisierung der Gewässer siehe Bestandsaufnahme (RENAT AG & AMT FÜR UMWELT 2015).

Tab. 2.3: Geografische und hydrologische Kenngrössen als Grundlage für die Ausscheidung unterschiedlicher Oberflächenwasserkörper

Kriterium	Einstufung
Geologie / Bodeneigenschaften (Talraum) / Bioregion	Kalkhochalpen
	Falknisdecke
	Alpenvorland (auf Braunerde)
	Alpenvorland (auf Moorboden)
Höhe / Relief / Vegetationsstufe	< 600 m ü.M.
	600 - 1200 m ü.M. Buchenwaldzone (montan)
	1‘200 - 1‘600/1‘800 m ü.M. Buchenwaldzone bis Waldgrenze (hochmontan-subalpin) (Nadelwaldbereiche)
Abflussregime / hydromorphologische Eigenschaften / Einzugsgebiet	Gebirgsbach
	Talbach
	Riedgewässer

Abb. 2.2: Typisierung der wichtigsten Fliessgewässer Liechtensteins.



Tab. 2.4: Kombinationen der Gewässer Liechtensteins gemäss der Kriterien der Tab. 2.3 (Geologie, Boden, Hydrologie, Höhenstufe).

Geologie, Boden	Hydrologie (Einzugsgebiet)	Höhenstufe
Kalkhochalpen (KH)	Gebirgsbäche	Buchenwaldstufe bis 1200 m ü.M.
Kalkhochalpen (KH)	Gebirgsbäche	Fichten-Tannenwaldstufe 1200-1800 m ü.M.
Falknisdecke (FD)	Gebirgsbäche	Buchenwaldstufe bis 1200 m ü.M.
Falknisdecke (FD)	Gebirgsbäche	Fichten-Tannenwaldstufe 1200-1800 m ü.M.
Alpenvorland auf Braunerde	Talbäche	unter 600 m ü.M.
Alpenvorland auf Moorboden	Riedgewässer	unter 600 m ü.M.

2.1.2 Künstliche Wasserkörper

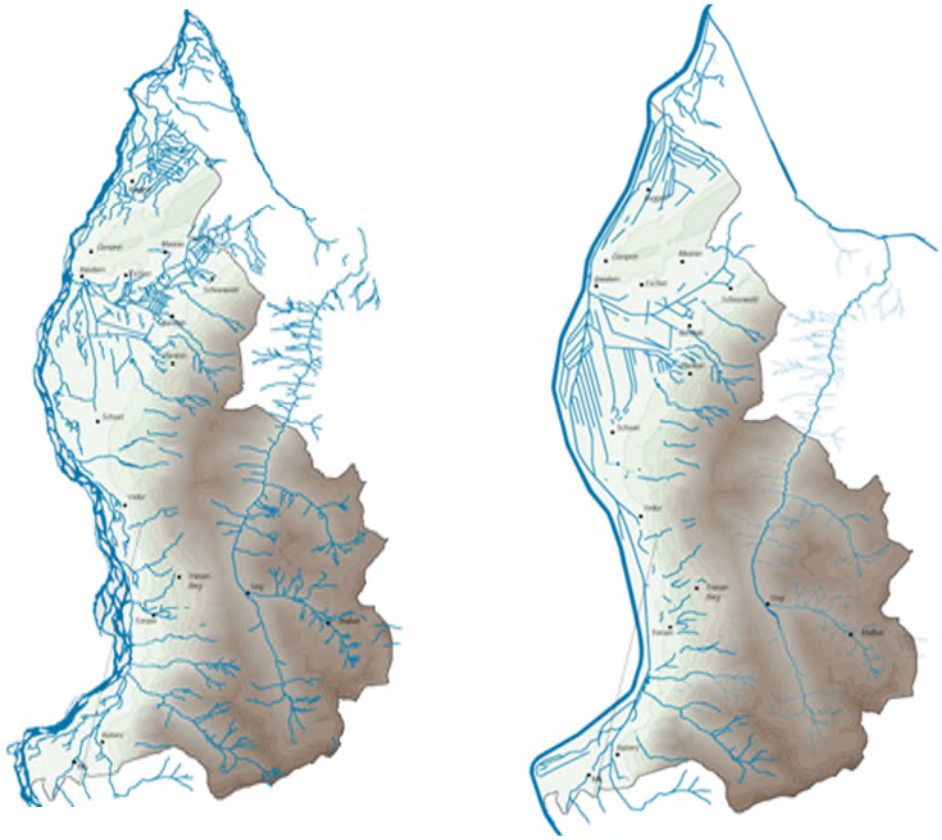
Ein **künstlicher Wasserkörper** (**A**rtificial **W**ater **B**odies, AWB) ist als ein *«von Menschenhand geschaffener Oberflächenwasserkörper»* definiert (WRRL, Art. 2, Pkt. 8). **Es werden Gewässer als künstliche Wasserkörper ausgeschieden, die sich an Standorten befinden, wo ursprünglich keine Gewässer vorhanden waren.** Die Gewässer wurden für besondere Funktionen neu erstellt. Gewässer, die aus Begradigungen oder Verlegungen eines bestehenden Oberflächenwasserkörpers entstanden sind, zählen hingegen nicht zu den künstlichen Gewässern. Die Ausweisung in Liechtenstein erfolgte aufgrund eines Vergleiches mit früheren Karten (1820) (HAIDVOGL & KINDLE 2001). Dabei werden Fliessgewässer, die abschnittsweise neu entstanden sind, nicht zu den künstlichen Wasserkörpern gezählt.

Der Talraum Liechtensteins wies im 19. Jahrhundert ein dichtes Fliessgewässernetz auf. Dazu zählten zahlreiche Giessen als Grundwasseraufstösse oder Hangbäche, die an mehreren Stellen in den Rhein entwässerten. In der Talebene dürften auch auf den Moorböden zahlreiche natürliche Wasserläufe vorhanden gewesen sein (z.B. Esche- und Spiersbachsystem). Die torfhaltigen Moorböden sind in der Rheintalebene verbreitet und stammen aus ehemaligen Niedermooren. Mit der Begradigung des Alpenrheins und der Absenkung des Grundwasserspiegels in der Rheinebene wurde deren Entwässerung möglich. Die Geradlinigkeit der heutigen Gewässer ist damit zu einem grossen Teil auf die Begradigung von natürlichen Fliessgewässern zurückzuführen. **Die Entwässerungsgräben und Talbäche werden daher als natürliche Wasserkörper eingestuft.**

Als künstlich ist hingegen der in den 1930iger Jahren errichtete Binnenkanal unterhalb Balzers anzusehen, der zur Entwässerung der Talebene und zur Sammlung bzw. Ableitung der Hanggewässer im Zusammenhang mit der Regulierung des Alpenrheins erstellt wurde. Neben dem Alpenrhein bildet der Binnenkanal trotzdem das wichtigste Fliessgewässer im Talraum mit dem höchsten Lebensraumpotenzial für die aquatische Fauna und Flora in Liechtenstein.

Im Berggebiet Liechtensteins handelt es sich durchwegs um natürlich entstandene Gewässer.

Abb. 2.3: Gewässersystem Liechtenstein 1820 (links) und heute (rechts).



2.1.3 Erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB)

Gewässer mit morphologischen Veränderungen (Sohl- und Böschungsfussverbauung, Querbauwerken, Durchgängigkeitsstörungen) **oder gestörtem hydrologischen Regime** (Wasserentnahmen, -einleitungen) können als **erheblich veränderte Wasserkörper** (**H**eavily **M**odified **W**ater **B**odies (**HMWB**)) bezeichnet werden. Die anthropogene Belastung muss dabei «bedeutend» sein.

Die Ausweisung als erheblich veränderter Wasserkörper ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn der Wasserkörper aufgrund der Veränderungen in seinem Wesen so verändert wurde, dass eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass das Qualitätsziel «guter ökologischer Zustand» verfehlt wird. Hierbei werden die Resultate der Überwachungsprogramme berücksichtigt. Ist trotz der Veränderung ein guter Zustand zu erwarten, ist das Gewässer als natürlich einzustufen.

Ein **HMWB kann zudem nur dann ausgewiesen werden, wenn die hydromorphologischen Sanierungsmassnahmen zur Herstellung des guten ökologischen Zustandes signifikante negative Auswirkungen auf die Umwelt oder bestimmte Nutzungen hätten** (WRRL Art. 4, Abs. 3, Zif. A; GschG Art. 41c, Abs. 1a). Spezifizierte Nutzungen mit Relevanz für Liechtenstein sind:

- Hochwasserschutz (Siedlungen, Landwirtschaft, Infrastruktur)
- Stromerzeugung (Wasserentnahmen, Einleitung)
- Trinkwasserversorgung
- Landentwässerung

Voraussetzung ist, dass diese nutzbringenden Ziele, denen die veränderten Merkmale des Wasserkörpers dienen, zudem nicht durch andere Mittel erreicht werden können, die eine bedeutend bessere Umweltoption darstellen. Diese alternativen Möglichkeiten müssen technisch durchführbar sein bzw. dürfen keine unverhältnismässig hohe Kosten verursachen (WRRL Art. 4, Abs. 3, Zif. B; GschG Art. 41c, Abs. 1b).

Die Ausweisung ist fakultativ. Es ist freigestellt, einen Wasserkörper, der die verlangten Kriterien erfüllt, als künstlichen Wasserkörper (AWB) bzw. erheblich veränderten Wasserkörper (HMWB) auszuweisen. Erfolgt keine entsprechende Bezeichnung, wird der Wasserkörper als natürlich betrachtet und es gilt das Umweltziel «guter ökologischer Zustand». Die Einstufung als HMWB muss zudem alle 6 Jahre überprüft werden (GschG Art. 41c, Abs. 3).

In Liechtenstein wurde nur der Alpenrhein als hydromorphologisch stark beeinflusster Oberflächenwasserkörper definitiv als erheblich verändert (HMWB) ausgewiesen. Aus Gründen des Hochwasserschutzes (Hochwassersicherheit für Infrastruktur und Siedlung) ist der Alpenrhein ein stark mit Hochwasserdämmen verbautes Gewässer. Auch der kraftwerksbedingte Schwall/Sunk durch die Wasserkraftnutzung im Einzugsgebiet führt zu einer sehr starken Veränderung der hydrologischen Bedingungen. Da die Erreichung des guten ökologischen Zustandes eine Änderung der Betriebsweise der Kraftwerke bedingen würde, ist von einer signifikanten Auswirkung auf die Wasserkraftnutzung auszugehen. Je nach Standort ist zudem bei einer Aufwertung der morphologischen Situation mit unverhältnismässig hohen Kosten zu rechnen. Der Alpenrhein wird daher international als erheblich verändert eingestuft (KOORDINATIONSGRUPPE ALPENRHEIN/BODENSEE 2009).

Für die künstlichen und erheblich veränderten Gewässer gilt der Zielzustand des guten ökologischen Potenzials.

Das gute ökologische Potenzial muss dabei nicht wesentlich vom guten ökologischen Zustand abweichen. Solange Massnahmen technisch machbar und vertretbar sind, ist das Potenzial nicht erreicht. Entsprechend sind alle verträglichen Massnahmen für die Sanierung umzusetzen.

Abb. 2.4: Für den erheblich veränderten Alpenrhein (links) und den künstlichen Liechtensteiner Binnenkanal (rechts) gilt der Zielzustand des ökologischen Potenzials. Dieser berücksichtigt die einschränkenden Rahmenbedingungen aus anderen Nutzungsinteressen. Trotzdem haben die beiden Gewässer das höchste Fliessgewässer-Lebensraumpotenzial in Liechtenstein.

Gemäss WRRL Art. 4 bzw. GschG Art. 41d kann die Regierung auch für natürliche Gewässer unter bestimmten Voraussetzungen weniger strenge Umweltziele vorgeben. Dies unter folgender Voraussetzung: wenn in der Praxis keine Zielerreichung möglich ist, die Massnahmen mit unverhältnismässig hohen Kosten verbunden wären oder wenn keine geeigneten Alternativen vorhanden sind, die eine bessere Umweltoption darstellen.

2.1.4 Unterteilung und Einstufung der Oberflächenwasserkörper

Die nachfolgenden Darstellungen geben einen Überblick über die Unterteilung und Einstufung der Oberflächenwasserkörper. Die Stillgewässer in Liechtenstein sind alle kleiner als 4 ha und erreichen nicht das Kriterium der WRRL von 50 ha. Für sie erfolgt daher keine Einteilung in Wasserkörper. Dennoch haben die Stillgewässer in Liechtenstein eine wichtige Funktion für Flora und Fauna (insb. Wasservögel und Amphibien). Teilweise haben sie auch eine wichtige Funktion für die Retention, d.h. das Brechen von Hochwasserspitzen (z.B. Egelsee).

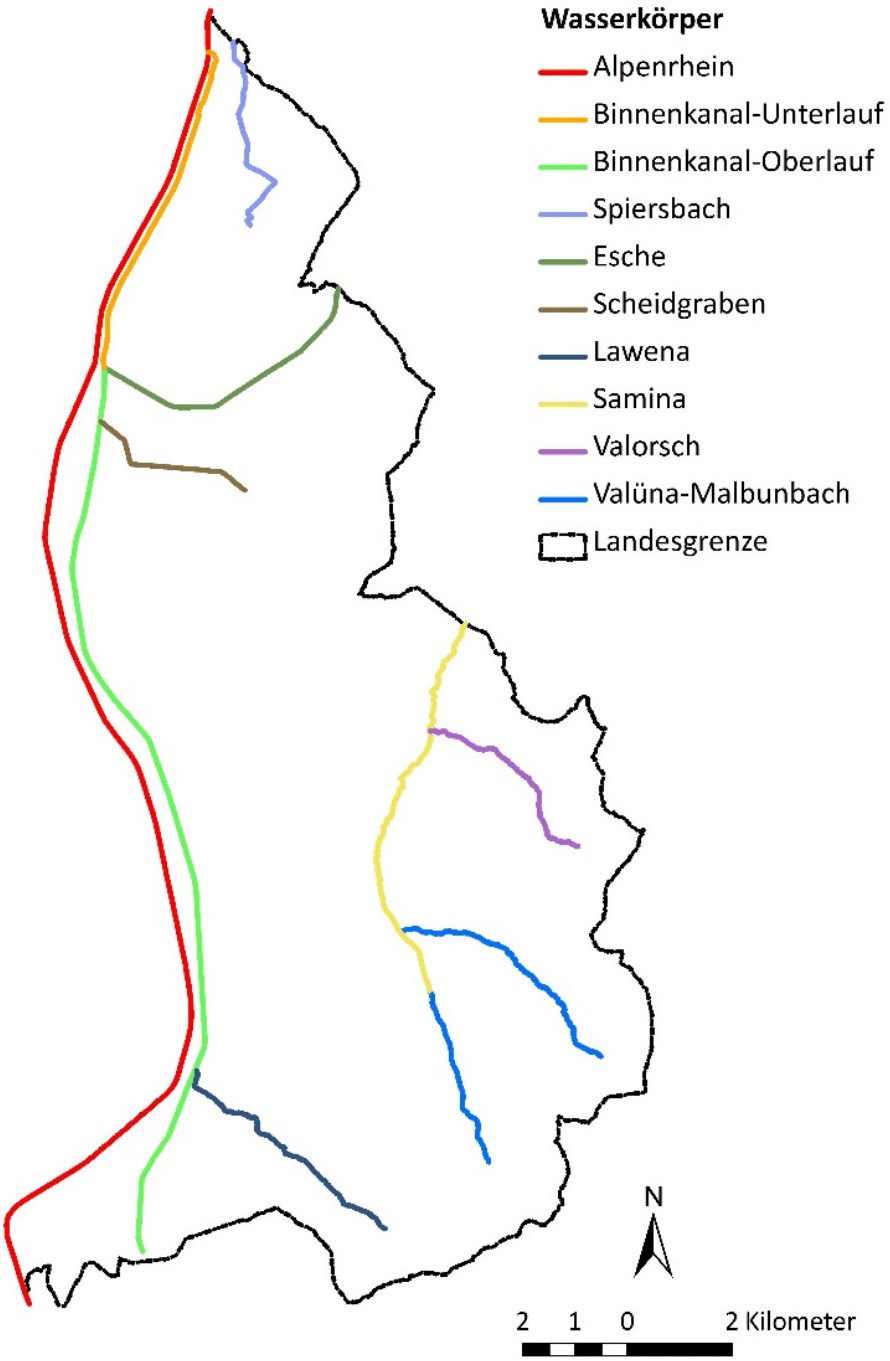


Abb. 2.5: Übersicht der Wasserkörpereinteilung in Liechtenstein.

Tab. 2.5: Länge der einzelnen Wasserkörper.

Wasserkörper	Länge [km]
Alpenrhein	27.6
Binnenkanal-Unterlauf	6.6
Binnenkanal-Oberlauf	17.8
Spiersbach	4.2
Esche	5.7
Scheidgraben	3.3
Lawena	5.4
Valorsch	4.3
Samina	8.3
Valüna-Malbunbach	9.3

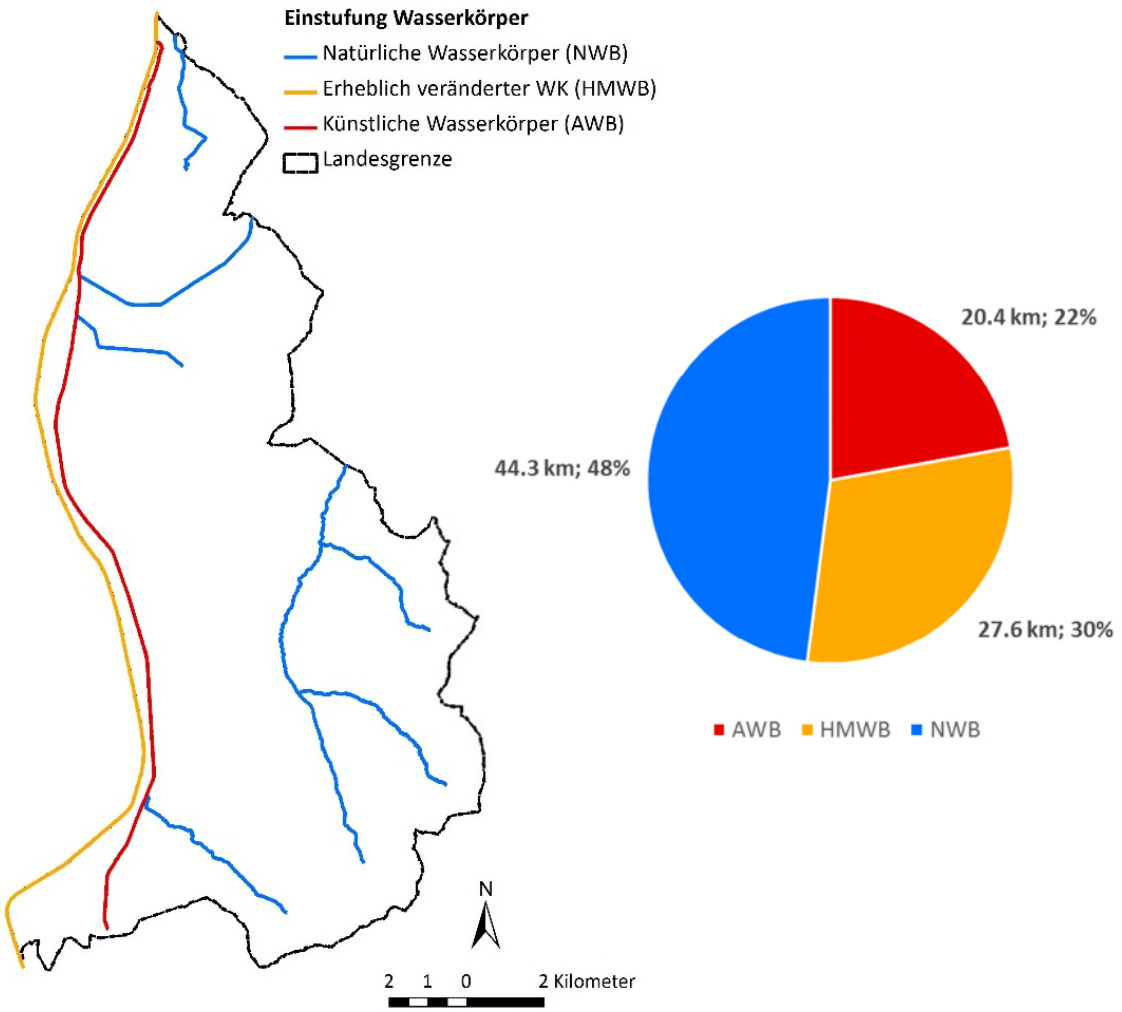


Abb. 2.6: Einstufung Wasserkörper (links) sowie Anteile am betrachteten Gewässersystem (rechts).

2.2. Lage und Grenzen Grundwasserkörper

Im Planungsgebiet des Fürstentums Liechtenstein sind zwei systemrelevante Grundwasserkörper zu verzeichnen:

2.2.1 Voralpines Berggebiet

Es handelt sich um einen komplexen Grundwasserkörper, der sich topografisch über das Gebiet Triesen - Triesenberg bis ins Gebiet Steg - Malbun erstreckt.

Der Grundwasserkörper wird mehrheitlich von den unterschiedlichsten Porengrundwasserleitern wie Bachschutt, Hangschutt und verschwemmtes Moränenmaterial aufgebaut; lokal sind auch Kluft- und Karstgrundwasserleiter sowie Mischformen im Spiel. Die Speisung erfolgt hauptsächlich über die direkte Infiltration von lokal anfallendem Meteorwasser (Regen und Schneeschmelze), wobei im Gebiet Valüna eine namhafte Infiltration von Bachwasser nachgewiesen worden ist. Die Wasseraustritte erfolgen in der Regel punktuell in Form von Quellen.

2.2.2 Grundwasserkörper des Alpenrheins

Dieser grenzüberschreitende Wasserkörper wird hydrogeologisch zum überwiegenden Teil von den quartären Schotter-Ablagerungen des Rheins aufgebaut und nimmt den grössten Teil der Rheinebene im Hoheitsgebiet des Fürstentums Liechtenstein ein.

Es handelt sich um einen typischen Porengrundwasserleiter mit einem relativ geringen Flurabstand und einer engen hydraulischen Anbindung an den Rhein. Letztere zeichnet sich dadurch aus, dass der Grundwasserspiegel massgeblich vom Rheinpegel abhängt und dass Rheininfiltrat den Hauptanteil der Speisung des Grundwasserkörpers einnimmt. Der saisonale Verlauf des Grundwasserspiegels weist dadurch einen Jahresgang auf. So treten Hochwasserstände in der Regel im Zeitraum April – Juli bei hohen Rheinpegeln anlässlich der alpinen Schneeschmelze oder bei ausserordentlichen Niederschlägen am Alpennordhang ein. Jährliche Niedrigwasserstände treten bei niedrigem Rheinpegel im Winter ein (meist Januar – März). Generell kann beobachtet werden, dass der Grundwasserleiter in Rheinnähe höhere Schwankungsamplituden des Grundwasserspiegels aufweist als im rheinfernen Teil des Grundwasserleiters. Dies als Folge des Einflusses der Infiltration oder Exfiltration des Rheins

Die Grundwasserströmungsrichtung entspricht im Allgemeinen etwa dem Verlauf der Talachse beziehungsweise des Rheins. Teilweise bestehen jedoch relevante Abweichungen, die durch die hydraulischen Beziehungen zwischen den Oberflächengewässern – insbesondere des Rheins – und durch die Strukturen im Aufbau des Grundwasserleiters gesteuert werden. Heute gilt z.B. auch die Unterströmung des Rheins zwischen dem Sarganserbecken und Balzers als gesichert.

Der Grundwasserkörper zeichnet sich ferner durch eine relativ hohe effektive Porosität[1] (ca. 15) und durch eine gute bis sehr gute Wasserdurchlässigkeit aus (mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert[2] $k_f = 2 - 3 \times 10^{-3}$ m/s). Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers beträgt im südlichen Teil bis zu 50 m und nimmt in Richtung Norden allmählich auf rund 15 m ab. Eine meist einige Dezimeter bis wenige Meter mächtige feinkörnige Deckschicht bietet den natürlichen Schutz, wobei die Schutzfunktion nur als gering bis mittel einzustufen ist.

---

[1] Porosität: Porenanteil eines Gesteinsvolumens in Prozent

[2] Durchlässigkeitsbeiwert: Wert der die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes bezeichnet.

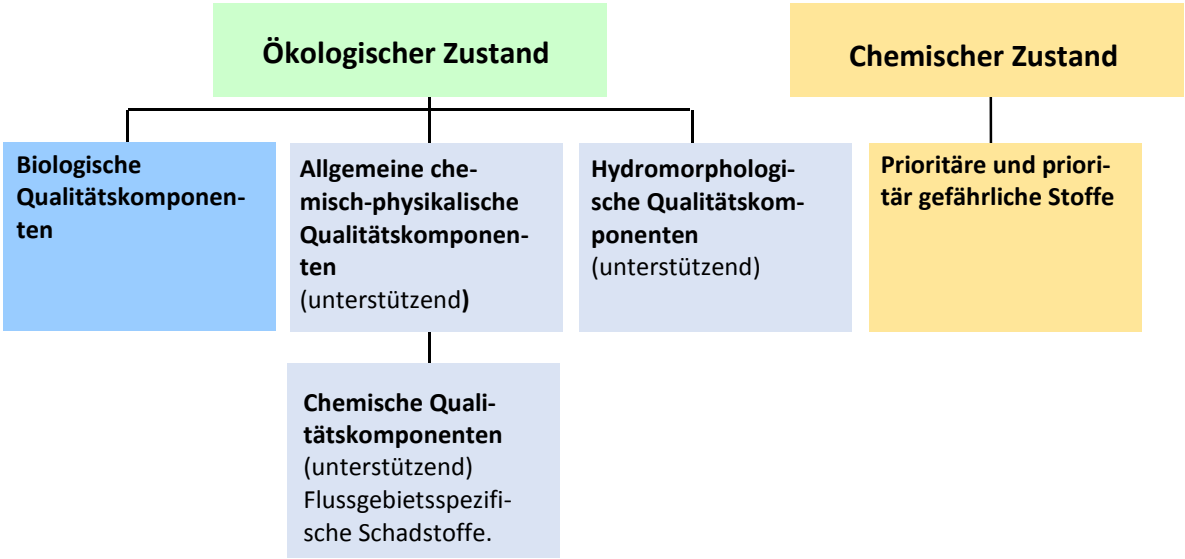
2.3. Referenzbedingungen Oberflächenwasserkörper

Die Beurteilung des ökologischen Zustandes erfolgt anhand verschiedener Qualitätskomponenten *(Kap. 7)*. Dazu sind die entsprechenden Referenzzustände für den guten ökologischen und chemischen Zustand zu definieren. Dieser Zustand bzw. die damit verbundenen Qualitätsziele sollen an weitgehend unbeeinflussten Referenzstellen abgeleitet werden. **In Liechtenstein sind mit Ausnahme der Gebirgsbäche keine solchen natürlichen Referenzmessstellen mehr vorhanden. Die Beurteilung der Fliessgewässer in Liechtenstein orientiert sich daher an den im Nachbarland Österreich definierten Referenzzuständen. Liechtenstein ist naturräumlich mit dem angrenzenden Vorarlberg vergleichbar und eine Übernahme der Referenzzustände möglich.**

Der chemische Zustand eines Gewässers wird dabei über die prioritären Stoffe beurteilt *(Kap. 2.7)*. Die prioritären Stoffe sind in der EU-Richtlinie definiert, auf die in den Artikeln 41f und 41g im Gewässerschutzgesetz verweisen wird.
Die Beurteilung des ökologischen Zustandes erfolgt anhand von Haupt- und Unterstützungskomponenten:

- Biologisch (Hauptkomponente) *(Kap. 2.4)*
- Allgemein chemisch-physikalisch und chemisch (flussgebietsspezifische Schadstoffe[3]) *(Kap. 2.5)*
- Hydromorphologisch[4] *(Kap. 2.6)*

Abb. 2.7: Einstufungsschema des ökologischen und chemischen Zustandes nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie.



[3] Flussgebietsspezifische Schadstoffe sind Stoffe, die für das Flussgebiet als bedenklich gelten. Diese Schadstoffe können für das jeweilige Flusssystem festgelegt werden.

[4] Die Hydromorphologie umfasst die vorhandenen Gewässerstrukturen (Morphologie, Durchgängigkeit) und den Wasserhaushalt (Hydrologie).

2.4. Ökologischer Zustand – Referenzbedingungen biologische Qualitätskomponenten

Die Bewertung des ökologischen Zustands der Oberflächenwasserkörper erfolgt in Bezug auf einen natürlichen Zustand ohne bzw. mit nur geringfügigen anthropogenen Einflüssen. Diese Referenzbedingungen müssen für den jeweiligen Oberflächengewässertyp definiert werden, damit der aktuelle Zustand des Wasserkörpers als Abweichung von den Referenzbedingungen beurteilt werden kann.
Zu den biologischen Qualitätskomponenten, für die Referenzbedingungen erarbeitet werden müssen, gehören die Fische, Makrozoobenthos[5], Makrophyten[6] und das Phytobenthos[7]. Angesichts der Grösse Liechtensteins war es aber nicht zielführend, eigene biologische Referenzbedingungen für die Gewässer zu formulieren. Für die Definition eigener Referenzzustände stehen in Liechtenstein zudem zu wenige weitgehend unbeeinflusste Messstellen zur Verfügung. Eine statistisch gesicherte Auswertung wäre nicht möglich. **Im Sinne einer Vergleichbarkeit mit einem grösseren Raum orientieren sich einerseits die Gewässertypisierung wie auch die Referenzzustände am Nachbarland Österreich**. Hier stehen umfangreiche Grundlagen koordiniert mit den Anforderungen der WRRL zur Verfügung. Für verschiedene Fliessgewässertypen wurden dort die Referenzbedingungen bereits erarbeitet und können übernommen werden. Liechtenstein orientiert sich insbesondere an der Vorgehensweise in der Vorarlberger Rheintalebene mit vergleichbaren Gewässertypen.

Während sich der zu erreichende gute Zustand natürlicher Gewässer durch einen Vergleich der heutigen Situation mit dem natürlichen Referenzzustand ermitteln lässt, ist dies bei erheblich veränderten und künstlichen Gewässer nur schwer möglich. Gemäss der WRRL erfolgt die Beurteilung des guten ökologischen Potenzials unter Berücksichtigung der Bedingungen, die sich aus den veränderten Eigenschaften des Wasserkörpers ergeben (WRRL, Anh. 5). Entsprechende Zielzustände bzw. das gute ökologische Potenzial sind für den Alpenrhein noch nicht definiert. Deren Erarbeitung muss international koordiniert erfolgen. Die Kriterien für den guten ökologischen Zustand des natürlichen Gewässertyps können dabei als Orientierung dienen und werden vorläufig für die Zustandsbeurteilung herangezogen. Dabei hat der Liechtensteiner Binnenkanal ein vergleichbares Entwicklungspotenzial wie ein in gleicher Weise morphologisch verändertes natürliches Gewässer. Unter Berücksichtigung möglicher Einschränkungen (z.B. Raumverhältnisse in der Siedlung, gestreckte Linienführung) kann für den Liechtensteiner Binnenkanal daher der gute ökologische Zustand eines vergleichbaren natürlichen Gewässers als Vergleichsbasis bzw. Referenz für das bei künstlichen Gewässern verlangte gute ökologische Potenzial herangezogen werden.

2.4.1 Fische

Fische sind aufgrund der differenzierten Lebensraumansprüche ein guter Zeiger für den ökologischen Zustand eines Gewässers. Sie reagieren sehr sensibel auf hydromorphologische Belastungen wie Wasserentnahmen, Kontinuumsunterbrechungen oder morphologische Veränderungen.

Zu den Fischen liegen umfangreiche Daten aus der Erstellung von Verbreitungskarten für den Fischatlas Liechtensteins und von Abfischungen im Rahmen von Erfolgskontrollen und der Fliessgewäs-

---

[5] Mit dem blossen Auge erkennbare wirbellose Tiere, die auf oder in der Gewässersohle leben.

[6] Höhere Pflanzen, Moose und Armleuchterlagen, die unter Wasser in aquatischen Habitaten leben oder die meiste Zeit des Jahres unterhalb der Mittelwasserzone wurzeln oder haften und die mit dem blossen Auge erkennbar sind.

[7] Benthische, d.h. am Gewässerboden (benthal) lebende Algen.

serüberwachung vor. 2014 ist ein neuer Fisch- und Krebsatlas erschienen (BOHL et al. 2014). Dieser enthält im Vergleich mit dem Atlas von 2001 (BOHL et al. 2001) auch Angaben zur Bestandsentwicklung sowie eine aktuelle Rote Liste-Einstufung. Für die Fliessgewässer Liechtensteins lassen sich für die verschiedenen Gewässer folgende Leit- und Begleitfischarten definieren:

Tab. 2.7: Die wichtigsten Leit- und typische Begleitfischarten für die Fliessgewässer in Liechtenstein. (Quelle für den Alpenrhein und Binnenkanal: EBERSTALLER et al. 2014).

Gewässer	Leitfischarten	Typische Begleitfische
Alpenrhein	Bachforelle, Äsche, Strömer, Groppe	Seeforelle, Nase, Barbe, Hasel, Alet, Elritze, Bachschmerle, Laube, Brachse, Flussbarsch
Binnenkanal (Forellen- und Äschenregion)	Äsche, Bachforelle, Bachschmerle, Groppe	Alet, Barbe, Elritze, Strömer
Esche, Scheidgraben, Spiersbach (Riedgewässer, vergleichbar mit Brachsenregion)	Aal, Elritze, Flussbarsch, Hecht, Rotauge	Alet, Bachschmerle
Samina, Lawena, Valüna, Malbunbach (Obere Forellenregion)	Bachforelle	

Aufgrund der räumlichen Ausgangslage ist das potenzielle Artenspektrum stark eingeschränkt. Derzeit sind für Liechtenstein 26 Arten dokumentiert (BOHL et al. 2014). Durch die Begradigung der Gewässer und die damit verbundene Gefällserhöhung im Talraum wurden diese rhithralisiert[8] (Erhöhung der Fliessgeschwindigkeiten, tiefere Wassertemperaturen). Natürliche Referenzzustände mit Au- und Hinterwässern mit den entsprechenden Artengemeinschaften fehlen heute fast vollständig. Wichtigstes Fischgewässer ist neben dem Rhein der künstlich erstellte Liechtensteiner Binnenkanal. Die Leit- und Begleitarten orientieren sich hier entsprechend am ökologischen Potenzial und berücksichtigen die vorhandene Rhithralisierung und den Austausch mit dem Alpenrhein.

Das Monitoring der Fische und die ökologische Bewertung am Alpenrhein erfolgen wie beim Makrozoobenthos koordiniert durch die IRKA (Internationale Regierungskommission Alpenrhein). Die Erhebungen erfolgen zeitgleich und auch die Bewertung des ökologischen Zustandes wird aus Gründen der Vergleichbarkeit über den gesamten Alpenrhein gemeinsam durchgeführt. Dabei werden die Mündungsbereiche der grösseren Zubringer und damit des Liechtensteiner Binnenkanals ebenfalls bewertet. 2013 hat die letzte fischökologische Untersuchung stattgefunden (EBERSTALLER et al. 2014). Darin wurden auch die Referenzzustände (Leit- und Begleitfischarten) für den Alpenrhein und den Liechtensteiner Binnenkanal definiert.

[8] Der Begriff Rhithral bezeichnet den Lebensraum Bach der Forellenregion an die sich unten die Flussregion Potamal anschliesst. Die Bäche weisen im Gegensatz zur Flussregion Potamal höhere Fliessgeschwindigkeiten und aufgrund der kürzeren Verweilzeit tiefere Wassertemperaturen auf.

2.4.2 Referenzbedingungen Makrozoobenthos

Zum Makrozoobenthos liegen diverse Aufnahmen und Zeitreihen aus Liechtenstein vor. Die Daten stammen aus der langjährigen Fliessgewässerüberwachung (STAUB & AMANN 2010, RENAT & LIMNEX 2009 & 2011).

Das Makrozoobenthos ist ein guter Zeiger für stoffliche Belastungen. Aus der Artenzusammensetzung und den Abundanzen können verschiedene Indizes, wie z.B. der Saprobienindex[9], ermittelt werden. Die Beurteilung des Makrozoobenthos orientiert sich an den Referenzzuständen in Österreich (OFENBÖCK et al. 2010). Grundlage für den Referenzzustand bilden dabei die Bioregionen in Kombination mit den saprobiellen Grundzuständen nach STUBAUER & MOOG (2002, 2003). Teilweise erfolgt eine innere Differenzierung nach Einzugsgebietsgrösse, Seehöhenklasse und Fischregion. Diese äusseren Rahmenbedingungen haben einen massgeblichen Einfluss auf Zusammensetzung des Makrozoobenthos im Gewässer. Der saprobielle Grundzustand bezeichnet dabei den aufgrund dieser Bedingungen zu erwartende Referenzzustand. Da die naturräumlichen Rahmenbedingungen für die Liechtensteiner Wasserkörper mit jenen in Österreich korrespondieren, können die Referenzzustände wie auch die Bewertungsmethodik übernommen werden. Für die Liechtensteiner Wasserkörper wurden folgende saprobiellen Grundzustände festgelegt.

Tab. 2.8: Saprobielle Grundzustände für die Liechtensteiner Wasserkörper.

Geologie, Boden	Gewässer	Beschreibung	Saprobieller Grundzustand
Kalkhochalpen, Falknisdecke	Samina, Valüna, Malbunbach, Valorschbach, Lawena	Nährstoffarme, sauerstoffreiche Gewässer	1.25
Alpenvorland auf Braunerde	Binnenkanal Ober- und Unterlauf, Spiersbach[10]	Gewässer mit geringer Nährstoffbelastung und guter Sauerstoffversorgung	1.75
Alpenvorland auf Moorboden	Esche, Scheidgraben	Nährstoffreichere Gewässer, stark von ehemaligen Moorböden beeinflusst	2
Alpen und Alpenvorland	Alpenrhein	Gewässer mit geringer Nährstoffbelastung und guter Sauerstoffversorgung	1.75

2.4.3 Referenzbedingungen Makrophyten

Die im Wasser vorkommenden Armleuchteralgen, Moose und Gefässpflanzen (Makrophyten) sind gute Zeiger für stoffliche Belastungen, für Eingriffe in das Abflussregime (z.B. Einstau) und für Gewässer-Umland-Verzahnung (z.B. Verbauungsgrad der Ufer).

Es gibt in Liechtenstein keine Fliessgewässer mit natürlicher Makrophytenausstattung, die zur Definition der Referenzzustände dienen könnten. Grundlage für die Einstufung der Makrophyten bildet daher der in Österreich verwendete Leitfaden (PALL & MAYERHOFER 2013). Die Bioregionen definieren auch hier die Referenzzustände, wobei die Makrophytenzusammensetzung neben der Bioregion ins-

[9] Saprobienindex (Z&M): Das Saprobiensystem dient der Ermittlung des biologischen Verschmutzungsgrades. Es beruht darauf, dass bestimmte Makrozoobenthosarten aufgrund ihrer spezifischen Umweltansprüche in bestimmten Belastungszonen eines Gewässers häufig sind und für diesen Zweck Indikatororganismen darstellen. Den einzelnen Arten kann ein Indikatorwert zugewiesen und daraus ein Index berechnet werden.

[10] Gleiche Einstufung wie Vorarlberg.

besondere auch vom Substrat und den vorhandenen Fliessgeschwindigkeiten abhängt. Ausgehend von der Charakterisierung der abiotischen Verhältnisse im Referenzzustand werden die Arten in Hinblick auf Trophie, Gewässertyp, Geologie und Höhenlage in 4 Gruppen (Klassen) eingestuft. Aus der Verrechnung der Abundanzen der einzelnen vorgefundenen Arten ergibt sich die Zuordnung zur ökologischen Zustandsklasse (WAGNER et al. 2010).

Diese Bewertungsmethode wird für die Makrophyten in Liechtenstein übernommen. In Liechtenstein beschränken sich die Makrophytenvorkommen auf die Rheintalebene unter 800 m ü.M. Dies entspricht dem Alpenvorland (Gewässer der zentralen Mittelgebirges, Bioregion Schweizerisch-Vorarlberger Alpenvorland unter 800 m ü.M.) in Österreich. An den Hanglagen oder im Berggebiet sind höchstens punktuelle Vorkommen (z.B. in einem Kiessammler) zu erwarten.

Es gibt in Liechtenstein nur wenige Gewässer, deren Makrophytenvorkommen eine Einstufung erlauben. Hohe Fliessgeschwindigkeiten (Rhithralisierung der Gewässer) und die meist durchgehende Verbauungen am Böschungsfuss und damit fehlende natürliche Uferzonen schränken das vorhandene Artenspektrum für eine Beurteilung zu stark ein.

2.4.4 Referenzbedingungen Phytobenthos

Das Phytobenthos eignet sich vor allem, um stoffliche Belastungen (organische und Nährstoffbelastungen) in den Gewässern anzuzeigen. Teils lassen sich Eingriffe in das hydrologische Regime (Wasserentnahmen) abbilden.

Die Fliessgewässer der Hanglagen weisen meist nur eine geringe organische Belastung auf. Entsprechend ist hier die Aussagekraft des Phytobenthos für Liechtenstein eingeschränkt. Differenziertere Aussagen sind einzig bei den Gewässern in den Riedgebieten sowie bei einem hohen Drainagewasseranteil zu erwarten.

Für Liechtenstein war es daher nicht zielführend, hier eine eigen Aufnahmemethodik oder ein Referenzsystem zu entwickeln. Es fehlen zudem die geeigneten unbeeinflussten Referenzstellen.

Die Bewertung des Phytobenthos orientiert sich daher am Bewertungssystem von Österreich. Grundlage für die Einstufung des Phytobenthos bilden PFISTER & PIPP (2010). Dabei werden drei Teilmodule berechnet.

- Trophie, Indikator für die Nährstoffbelastung
- Saprobie, Indikator für die organische Belastung
- Referenzarten (Abweichung von einer zu erwartenden Referenzbiozönose)

Tab. 2.9: Trophische Grundzustände für die Liechtensteiner Wasserkörper.

Geologie, Boden	Gewässer	Trophischer Grundzustand
Kalkhochalpen, Falknisdecke	Samina, Valüna, Malbunbach, Valorschbach, Lawena	Oligotroph
Alpenvorland auf Braunerde	Binnenkanal Ober- und Unterlauf, Spiersbach	Mesotroph
Alpenvorland auf Moorboden	Esche, Scheidgraben	Mesotroph
Alpen und Alpenvorland	Alpenrhein	Mesotroph

2.5. Ökologischer Zustand – Referenzbedingungen der physikalisch-chemischen Komponenten

2.5.1 Allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Die physikalisch-chemischen Komponenten unterstützen bei der Beurteilung des Gewässerzustandes die biologischen Komponenten (siehe *Abb. 2.7*) (WRRL Anhang V). Hierzu gehören:

- pH-Wert (Versauerungszustand)
- Temperaturverhältnisse
- Sauerstoffhaushalt
- Salzgehalt
- Nährstoffverhältnisse

Beim **sehr guten Zustand** entsprechen diese Werte vollständig oder nahezu vollständig den Werten, die bei Abwesenheit störender Einflüsse zu verzeichnen sind.

Beim **guten Zustand** gehen sie nicht über den Bereich hinaus, innerhalb dessen die Funktionsfähigkeit des typspezifischen Ökosystems und die Einhaltung der Werte für die biologischen Qualitätskomponenten gewährleistet sind.

Für die einzelnen Gewässertypen wurden in den Nachbarländern zwischenzeitlich differenziertere Zielvorgaben erarbeitet, die zwischen den Anforderungen für den guten und sehr guten Zustand unterscheiden und auch für Liechtenstein anwendbar sind (LIECHTI 2010 für die Schweiz und DEUTSCH et al. 2010 für Österreich). Liechtenstein orientiert sich dabei primär an den Vorgaben aus Österreich.

Bei der Festlegung der Grenzwerte für die Zustandsbewertungen werden die unter *Tabelle 2.8* und *2.9* festgehaltenen saprobiellen bzw. trophischen Grundzustände berücksichtigt. Über diese Grundzustände fliesst der natürlich Zustand eines Gewässers, die sich aus den vorhandenen nicht vom Menschen beeinflussten Rahmenbedingungen ergeben, in die physikalisch-chemischen Bewertungen ein.

2.5.1.1. pH-Wert (Versauerungszustand)

Der pH-Wert wird durch die umgebende Geologie und die Bodeneigenschaften definiert. Im Bereich von Moorflächen sind saure pH-Werte im Bereich gegen 6, in Kalkgebieten bis pH 9 möglich. Liechtenstein verfügt nicht über entsprechende Extremstandorte. Entsprechend orientiert sich das Qualitätsziel an der bestehenden Gewässerschutzverordnung und ist gegenüber DEUTSCH et al. (2010) enger gefasst.

Tab. 2.10: Einstufung pH-Wert.

Bioregion	**Saprobieller Grundzustand**							
	1.25		**1.5**		**1.75**		**2**	
	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut
Alle	6.5 - 9.0							

2.5.1.2. Temperatur

Die Temperatur wird durch die Jahreszeit und Wetterlage bestimmt und ist eine bedeutsame Einflussgrösse für alle physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge in den Oberflächengewässern. Durch die prognostizierte Klimaerwärmung dürften die Durchschnittstemperaturen in den Gewässern längerfristig steigen. Da die Fische sehr empfindlich auf die Wassertemperatur reagieren, wird die Einstufung aufgrund der Fischregion differenziert.

Tab. 2.11: Maximal zulässige Temperaturen (98-Perzentil[11]) in den Sommermonaten (nach DEUTSCH et al. 2010).

Bioregion	Gewässer	Epirhithral (Obere Forellenregion)		Metarhithral/Rhithral (Mittlere und untere Forellenregion)		Hyporhithral (Äschenregion)	
		Sehr gut	gut	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut
Kalkhochalpen, Falknisdecke	Samina, Valüna, Malbun-, Valorschbach, Lawena	15	20	17	20		
Vorarlberger Alpenvorland (Braunerde)	Binnenkanal Ober- und Unterlauf, Spiersbach			17	20	19	21.5
Vorarlberger Alpenvorland (Moorboden)	Esche, Scheidgraben			17	20	19	21.5
	Alpenrhein					19	21.5

2.5.1.3. Sauerstoffhaushalt

Die Sauerstoffsättigung ist abhängig vom Umfang sauerstoffzehrender und sauerstofffreisetzender Prozesse sowie der Wassertemperatur. Zudem findet vor allem bei Fliessgewässern und in Abhängigkeit von den Turbulenzen und dem Luftdruck ein Austausch mit der Umgebung statt. Der Sauerstoff dient den Organismen für die Atmung und ist die Grundlage für den Oxidationsprozess[12] organischer und anorganischer Substanzen. Hohe **Sauerstoffsättigungsgrade** liegen im Bereich zwischen 80 und 120 % der maximal möglichen Sättigung. Diese definieren den guten bis sehr guten Zustand. Diese Sättigungsgrade sollen unabhängig vom Grundzustand des Gewässers erreicht werden.

Tab. 2.12: Sauerstoffsättigung (90-Perzentil) (nach DEUTSCH et al. 2010).

Bioregion	Saprobieller Grundzustand							
	1.25		1.5		1.75		2	
	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut
Alle	80 - 120 %							

[11] Perzentil: gibt den Anteil der Messwerte an, die diese Bedingung erfüllen müssen.

[12] Oxidationsprozesse: chemische Reaktion mit Sauerstoff wie sie bei Abbauvorgängen stattfinden.

Eine alleinige Berücksichtigung der aktuellen Sauerstoffsättigung greift für eine Beurteilung des Sauerstoffhaushaltes zu kurz. Daher werden auch organische Belastungsparameter, die einen Einfluss auf den Sauerstoffhaushalt haben, mit einbezogen (DEUTSCH et al. 2010).

Der **biochemisch/biologische Sauerstoffbedarf (BSB_5)** bildet dabei ein Mass für den Sauerstoffverbrauch durch biologische Abbauvorgänge innerhalb von 5 Tagen. Dabei werden vor allem die leicht abbaubaren Stoffe erfasst. Bei der Beurteilung ist der saprobielle Grundzustand zu berücksichtigen.

Tab. 2.13: Einstufung biologischer Sauerstoffbedarf BSB_5 (mg/l) (90-Perzentil) (Nach Deutsch et al. 2010, GSchV sowie LIECHTI 2010).

Bioregion	Gewässer	Saprobieller Grundzustand					
		1.25		1.75		2	
		Sehr gut	gut	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut
Kalkhochalpen, Falknisdecke	Samina, Valüna, Malbunbach, Valorschbach, Lawena	≤ 1	2				
Vorarlberger Alpenvorland (Braunerde)	Binnenkanal Ober- und Unterlauf, Spiersbach			≤ 2	4		
Vorarlberger Alpenvorland (Moorboden)	Esche, Scheidgraben					≤ 2	4
	Alpenrhein			≤ 2	4		

2.5.1.4. Gelöster organische gebundener Kohlenstoff (DOC)

Die Sauerstoffzehrung ist auch abhängig vom vorhandenen organischen Material. Der gelöste organische gebundene Kohlenstoff (DOC) bildet hier einen wichtigen Summenparameter. Er kann Informationen über den Stoffhaushalt im Gewässer sowie Hinweise auf organische Belastungen geben. Der DOC setzt sich dabei aus einem natürlichen, aus dem Abbau von organischem Material, und der Bodenauswaschung entstandenen, und einem zivilisatorisch bedingten Anteil zusammen. Aufgrund einer möglichen natürlichen Hintergrundbelastung ist eine entsprechende Differenzierung nach saprobiellem Grundzustand sinnvoll.

Tab. 2.14: Einstufung gelöster organisch gebundener Kohlenstoff DOC (mg C/l) (90-Perzentil) (Nach Gewässerschutzverordnung sowie nach Schweizer Modul-Stufenkonzept für die Klasse „sehr gut“ LIECHTI 2010).

Bioregion	Gewässer	Saprobieller Grundzustand					
		1.25		1.75		2	
		Sehr gut	gut	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut
Kalkhochalpen, Falknisdecke	Samina, Valüna, Malbunbach, Valorschbach, Lawena	≤ 1	2				
Vorarlberger Alpenvorland (Braunerde)	Binnenkanal Ober- und Unterlauf, Spiersbach			≤ 2	4		
Vorarlberger Alpenvorland (Moorboden)	Esche, Scheidgraben					≤ 2	4
	Alpenrhein			≤ 2	4		

2.5.1.5. Salzgehalt

Der Salzgehalt beschreibt die Summe der im Wasser gelösten Salze (Magnesium, Calcium, Bikarbonat). Ein indirekter Indikator für den Salzgehalt ist die elektrische Leitfähigkeit. Die Leitfähigkeit ergibt sich aus der Summe der im Wasser gelösten Kationen und Anionen. Eine Grundleitfähigkeit entsteht aus den Salzen, die aus der Gesteinsverwitterung stammen (Wasserhärte). Daneben beeinflussen Nährstoffe oder Stoffe z.B. aus dem Strassenunterhalt (Kochsalz) die Leitfähigkeit. Die Leitfähigkeit ist zudem abhängig von der Temperatur. Ein weiterer stellvertretender Parameter ist die Chlorid-Konzentration. Diese indiziert vor allem die anthropogene Belastung.

Tab. 2.15: Einstufung Chlorid-Konzentration gemäss Qualitätsziel der bestehenden Gewässerschutzverordnung. Der Wert entspricht auch einem Vorschlag für kalkarme Gebiete in Österreich siehe WOLFRAM et al. (2014).

Bioregion	Saprobieller Grundzustand							
	1.25		1.5		1.75		2	
	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut
Alle	≤ 100 mg Cl/l							

2.5.1.6. Nährstoffverhältnisse

Stickstoff und Phosphor sind die wesentlichen Pflanzennährstoffe. Vor allem der Stickstoff kann dabei in verschiedenen chemischen Verbindungen, als Ammonium (NH_4^+), Nitrit (NO_2^-) oder Nitrat (NO_3^-) vorliegen. Nitrat ist ein wichtiger Pflanzennährstoff, während Ammonium und Nitrit aufgrund der fischtoxikologischen Wirkung als Schadstoffe gelten. Die 2 letztgenannten Stoffe werden in der WRRL in den chemischen Qualitätskomponenten (Kap. 2.5.2) berücksichtigt.

Nitrat:

Nitrat (NO_3^-) wird als Nährstoff von den Pflanzen aufgenommen. Erhöhte Nitrat-Gehalte führen zu stärkerem Pflanzenwachstum. Der Nitratgehalt wird durch den Untergrund, organische Abbauvorgänge sowie durch die Deposition von Stickstoffverbindungen aus der Atmosphäre beeinflusst. Entsprechend werden die Referenzzustände bezüglich Nitratkonzentration aufgrund des saprobiellen Grundzustandes differenziert.

Tab. 2.16: Einstufung Nitrat-Stickstoff (NO_3^--N) (mg/l) (Nach DEUTSCH et al. 2010) (90-Perzentil).

Bioregion	Gewässer	Saprobieller Grundzustand					
		1.25		1.75		2	
		Sehr gut	gut	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut
Kalkhochalpen, Falknisdecke	Samina, Valüna, Malbunbach, Valorschbach, Lawena	≤ 1	3				
Vorarlberger Alpenvorland (Braunerde)	Binnenkanal Ober- und Unterlauf, Spiersbach			≤ 2	5.5		
Vorarlberger Alpenvorland (Moorboden)	Esche, Scheidgraben					≤ 4	7
	Alpenrhein			≤ 2	5.5		

Phosphat:

Phosphor ist ein wichtiger Pflanzennährstoff und liegt als Orthophosphat (PO_4^-) pflanzenverfügbar vor. Es ist meist der Minimumstoff, der das Pflanzenwachstum in Fliessgewässern limitiert. In Böden und Sedimenten wird Orthophosphat grösstenteils durch Adsorption zurückgehalten. Geogene Einträge sind daher geringer. Hohe Phosphatwerte kommen in Abwässern vor oder stammen aus der Abschwemmung phosphathaltiger Düngemittel. Da sich das Phytobenthos beim Phosphor als indikativster biologischer Parameter erwiesen hat, bezieht sich die Einstufung auf den trophischen und nicht auf den saprobiellen Grundzustand.

Tab. 2.17: Einstufung PO_4-P (mg/l) (Nach DEUTSCH et al. 2010) (90-Perzentil)

Bioregion	**Gewässer**	**Trophischer Grundzustand**			
		Oligotroph		**Mesotroph**	
		Sehr gut	gut	Sehr gut	gut
Kalkhochalpen, Falknisdecke	Samina, Valüna, Malbunbach, Valorschbach, Lawena	≤ 0.007	0.015		
Vorarlberger Alpenvorland (Braunerde)	Binnenkanal Ober- und Unterlauf, Spiersbach			≤ 0.02	0.05
Vorarlberger Alpenvorland (Moorboden)	Esche, Scheidgraben			≤ 0.02	0.05
	Alpenrhein			≤ 0.02	0.05

2.5.2 Chemische Qualitätskomponenten

Unter die chemischen Qualitätskomponenten fallen unterstützend die flussgebietsspezifischen Schadstoffe. Hierzu gehören:

- Verschmutzung durch alle prioritären Stoffe, bei denen festgestellt wurde, dass sie in den Wasserkörper eingeleitet werden
- Verschmutzung durch sonstige Stoffe, bei denen festgestellt wurde, dass sie in signifikanten Mengen in den Wasserkörper eingeleitet werden

Mögliche Schadstoffgruppen sind gemäss WRRL (Anhang VIII):

- Organohalogene Verbindungen und Stoffe, die im Wasser derartige Verbindungen bilden können
- Organische Phosphorverbindungen
- Organische Zinnverbindungen
- Stoffe und Zubereitungen oder deren Abbauprodukte, deren karzinogene oder mutagene Eigenschaften bzw. steroidogene, thyreoide, reproduktive oder andere Funktionen des endokrinen Systems beeinträchtigenden Eigenschaften im oder durch das Wasser erwiesen sind
- Persistente Kohlenwasserstoffe sowie persistente und bioakkumulierende organische toxische Stoffe
- Zyanide
- Metalle und Metallverbindungen
- Arsen und Arsenverbindungen
- Biozide und Pflanzenschutzmittel
- Schwebstoffe
- Stoffe, die zur Eutrophierung beitragen (insbesondere Nitrate und Phosphate)
- Stoffe mit nachhaltigem Einfluss auf die Sauerstoffbilanz (und die anhand von Parametern wie BSB, CSB usw. gemessen werden können).

Beim **sehr guten ökologischen Zustand** sind die Konzentrationen synthetischer Stoffe nahe Null oder zumindest unter der Bestimmungsgrenze. Bei den nichtsynthetischen Schadstoffen liegt die Konzentration im Bereich der bei Abwesenheit störender Einflüsse festzustellen ist (Hintergrundwerte).

Beim **guten ökologischen Zustand** sind die Konzentrationen nicht höher als es die Umweltqualitätsnormen vorgeben.

Der Anhang VIII der WRRL bezeichnet verschiedene Schadstoffgruppen. Aus einer Vielzahl möglicher Schadstoffe sind die für das **Flussgebiet relevanten Stoffe** auszuwählen. Es handelt sich um Stoffe, die eingeleitet werden oder die in gewissen Mindestkonzentrationen gefunden werden. Liechtenstein arbeitet bei der Analytik und im Überwachungsprogramm eng mit den Staaten am Alpenrhein und Bodensee zusammen. Entsprechend werden neu für die Beurteilung die Umweltqualitätsnormen von Österreich herangezogen (Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer). Die Referenzzustände für Ammonium und Nitrit werden nachfolgend detailliert erläutert.

Die Liechtensteinische Verordnung zum Gewässerschutzgesetz (GSchV) gibt für verschiedene Schadstoffe Qualitätsziele in Form von Konzentrationsobergrenzen für das in die Gewässer oder in die Kanalisation eingeleitete Wasser vor bzw. verbietet die Einleitung entsprechender Stoffe. Für die Fliessgewässer wie auch für das Grund- und Quellwasser sind zudem eigene Qualitätsziele für verschiedene Schadstoffe formuliert. Die festgelegten Grenzwerte sind für die Beurteilung des chemischen Zu-

standes der Gewässer in Liechtenstein heranzuziehen (Art. 41m Gewässerschutzgesetz). Daneben sind auch die prioritären und prioritär gefährlichen Stoffe nach Anhang X der WRRL zu berücksichtigen, wenn diese für das Einzugsgebiet relevant sind (Art. 41f und 41g Gewässerschutzgesetz).

In Liechtenstein wurde 2014 eine Literaturrecherche zu Mikroverunreinigungen bzw. den oben genannten Stofflisten durchgeführt (SPERANDIO unveröff.). Diese ergibt Hinweise auf prioritäre Stoffe für die Beurteilung des chemischen Zustandes *(Kap. 5.7)* wie auch flussgebietsspezifische Schadstoffe. Durch die Teilnahme an einer Analyse von Pestiziden durch das Umweltbundesamt Österreich wurde diese Stoffklasse 2015 bereits untersucht. Im Jahr 2016 wurden weitere Analysen am Binnenkanal und am Auslauf der Kläranlage in Bendern durchgeführt (BÖHLER 2016, AMT FÜR UMWELT UND ENERGIE DES KANTONS ST.GALLEN (2016)).

Tab. 2.18: Umweltqualitätsnormen (UQN) für Schadstoffe zur Beschreibung der chemischen Komponenten des guten ökologischen Zustandes analog zur Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer in Österreich (Anlage B, gemäss BGBl. II Nr., 461/2010) (Grün hinterlegt) bzw. Vorgaben der Gewässerschutzverordnung GSchV (Blau hinterlegt).

Parameter	JD-UQN[13] [µg/l]
Ammonium	siehe unten
AOX	50
Benzidin	0.1
Benzylchlorid	10
Bisphenol A	1.6
Chlordan	0.002
Chloressigsäure	0.6
Cyanid	5
Dibutylzinnverbindungen	0.01
1,2-Dichlorethen	10
2,4-Dichlorphenol	2
2,5-Dichlorphenol	20
1,3-Dichlor-2-propanol	10
Dimethylamin	10
EDTA	50
Ethylbenzol	10
Fluorid	1000
Heptachlor	0.004
Isopropylbenzol	22
LAS (Lineare Alkylbenzolsulfonate)	270
Mevinphos	0.01
Nitrit	siehe unten
Nitrilotriessigsäure	50
Omethoat	0.01
Pentachlornitrobenzol	0.4
Phosalon	0.1
Sebuthylazin	0.01
Trichlorfon	0.01
Xylole	10

Parameter	Zulässige Zusatzkonzentration [µg/l]
Arsen	24
Chrom	5
Kupfer	5
Nickel	10
Selen	5.3
Silber	0.1
Zink	20

[13] JD-UQN: Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnorm

Ammonium und Nitrit gelten als flussgebietsspezifische Schadstoffe und waren fester Bestandteil bisheriger Überwachungsprogramme. Aufgrund der Anlehnung an die österreichischen Vorgaben ergeben sich Änderungen in der Beurteilung und der Kriteriengrenzen. Diese wird nachfolgend im Detail erläutert.

Ammonium:

Die Ammonium-Stickstoff-Konzentration entsteht durch Abbau von biogenen und anthropogenen stickstoffhaltigen Substanzen wie Proteine und Harnstoff-Derivate. In die Gewässer gelangt Ammonium in Liechtenstein durch Auswaschung oder Abschwemmung aus den Böden, über Luftverunreinigungen oder durch die Hochwasserentlastung aus der Kanalisation. Unter aeroben Bedingungen wird Ammonium über Nitrit in Nitrat umgewandelt.

Die Grenzwerte für den guten Zustand sind in der Gewässerschutzverordnung vorgegeben und orientieren sich an der bisherigen Praxis. Die Klassierung „sehr gut" beruht auf den Werten des Modul-Stufenkonzept der Schweiz (chemisch-physikalische Erhebungen, LIECHTI 2010).

Abb. 2.8 : Grenzwerte für Ammonium-Konzentration (NH_4^+-N in mg/l) in Abhängigkeit von der Temperatur. Je höher die Temperatur umso mehr Ammonium liegt als fischgiftiges Ammoniak vor. Entsprechend ist die Grenzwertkonzentration tiefer bei höheren Temperaturen. Die Werte für den guten Zustand entsprechen den Vorgaben der Gewässerschutzverordnung. Der sehr gute Zustand orientiert sich an den Werten des Modulstufenkonzeptes der Schweiz (LIECHTI 2010).

Bioregion	Temperatur			
	Über 10°C		Unter 10°C	
	Sehr gut	gut	Sehr gut	gut
Alle	≤ 0.04	0.2	≤ 0.08	0.4

Nitrit:

Nitrit (NO_2) ist das Zwischenprodukt bei der Oxidation von Ammonium zu Nitrat. Das Nitrit ist ein kurzlebiges Zwischenprodukt. Nitrit wirkt in höheren Konzentrationen toxisch auf Fische. Die Toxizität ist dabei abhängig vom Chloridgehalt. Nitrit ist daher ebenfalls als Schadstoff eingestuft.

Tab. 2.19: Die Umweltqualitätsnorm für Nitrit (mg/l) wird in Abhängigkeit vom Chloridgehalt sowie der Gewässertypisierung (Salmonidengewässer, übrige Gewässer) festgelegt. Die Werte orientieren sich an der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer in Österreich. Für Liechtensteiner Gewässer ergeben sich folgende Werte:

Bioregion	Gewässer	Chloridgehalt [mg Cl/l]				
		0 - 3.0	3.0 - 7.5	7.5 - 15	15 - 30	>30
Kalkhochalpen, Falknisdecke	Samina, Valüna, Malbunbach, Valorschbach, Lawena	0.01	0.05	0.09	0.12	0.15
Vorarlberger Alpenvorland (Braunerde)	Binnenkanal Ober- und Unterlauf, Spiersbach	0.01	0.05	0.09	0.12	0.15
Vorarlberger Alpenvorland (Moorboden)	Esche, Scheidgraben	0.02	0.1	0.18	0.24	0.3

2.6. Ökologischer Zustand - Referenzbedingungen der Hydromorphologischen Qualitätskomponenten

Die hydromorphologischen Qualitätskomponenten unterstützen bei der Beurteilung der biologischen Komponenten im Hinblick auf den ökologischen Zustand (WRRL, Anhang V). Sie dienen der Unterscheidung zwischen den Kategorien «gut» und «sehr gut». Ein sehr guter Zustand wird erreicht, wenn die Hydromorphologie vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse entspricht (siehe *Abb. 4.2*). Damit sind die Referenzbedingungen definiert.

Zur Beurteilung der Hydromorphologie gehören:

- Wasserhaushalt
  - Abfluss und Abflussdynamik
  - Verbindung zu Grundwasserkörpern
- Durchgängigkeit des Fliessgewässers
- Morphologische Bedingungen
  - Tiefen- und Breitenvariation
  - Struktur und Substrat des Flussbetts
  - Struktur der Uferzone

Grundsätzlich lassen sich aufgrund ihrer Entstehungsgeschichte und Funktion in Liechtenstein verschiedene Gewässertypen unterscheiden (HAIDVOGL & KINDLE (2001), REY (2004)). Für die einzelnen Gewässertypen können dabei hydromorphologische Leitbilder im Sinne von Referenzzuständen definiert werden.

Tab. 2.20: Hydromorphologische Leitbilder für die einzelnen Gewässertypen

Gewässertyp	Sehr guter Zustand
Giessen: Von Grundwasser gespiesene Gewässer im Bereich des Schotterkörpers des Rheines mit geringem Gefälle, fehlendem Geschiebetrieb und geringen Abflussschwankungen. Sie weisen keine Trübung und bei fehlender Beschattung einen starken Wasserpflanzenbewuchs auf. Böschung und Sohle sind nicht verbaut. Die Temperaturschwankungen sind gering.	- natürliche (gewundene) Linienführung - keine Sohl- und Böschungsfussverbauung - keine Durchgängigkeitsstörung - meist von Gehölzen (Beschattung) begleitet - permanente, natürliche Wasserführung und Verbindung zum Grundwasser
Riedgewässer: Langsam fliessende Gewässer der ehemals grossen Riedgebiete der Rheintalebene. Typische Vertreter sind die Wiesenbäche und Entwässerungsgräben, die aus Begradigungen entstanden sind. Das Wasser weist je nach organischem Anteil im Einzugsgebiet eine bräunliche Färbung auf. Die Wassertemperatur ist höher. Das Gefälle ist gering, die Temperaturen schwanken stark.	- natürliche (gewundene) Linienführung - keine Sohl- und Böschungsfussverbauung - keine Durchgängigkeitsstörung - permanente Wasserführung - geringe Fliessgeschwindigkeit
Talbäche: Sammelbegriff für im Talgrund verlaufende Fliessgewässer mittlerer Grösse. Hierzu zählen auch die Unterläufe der Hangbäche sowie der Binnenkanal	- natürliche (gewundene) Linienführung - keine Sohl- und Böschungsfussverbauung - permanente Wasserführung mit natürlicher Menge und Dynamik - keine Durchgängigkeitsstörung

Gewässertyp	Sehr guter Zustand
Hangbäche: Diese lassen sich in den steilen Oberlauf, einen Schuttkegel an den Talflanken und den flachen Unterlauf im Talraum (Talbach) untergliedern. Sie weisen eine gestreckte Linienführung mit deutlichem Geschiebetrieb und Umlagerungsdynamik auf.	- natürliche Linienführung (gestreckt, verzweigt, pendelnd) - keine Sohl- und Böschungsfussverbauung - keine künstlichen Durchgängigkeitsstörungen bzw. Sohlstabilisierungen (Abstürze, Sammlerbauwerke) - Wasserführung mit natürlicher Menge und Dynamik
Gebirgsbäche: Entspringen dem Hochgebirge mit entsprechend starkem Geschiebetrieb und grossen Abflussschwankungen.	- natürliche Linienführung (gestreckt, verzweigt) - keine Sohl- und Böschungsfussverbauung - keine künstlichen Durchgängigkeitsstörungen bzw. Sohlstabilisierungen (Abstürze, Sammlerbauwerke) - Wasserführung mit natürlicher Menge und Dynamik
Rüfen: Weisen einen kurzen, steilen Lauf und starken Geschiebetrieb auf und führen nur bei starken Niederschlägen Wasser. Häufig versickert das Wasser im Interstitialraum auf Teilabschnitten. Die Rüfen schufen die grossen, landschaftsprägenden Schwemmfächer in Liechtenstein.	- natürliche Linienführung (gestreckt, verzweigt, pendelnd) - keine Sohl- und Böschungsfussverbauung - keine künstlichen Durchgängigkeitsstörungen bzw. Sohlstabilisierungen (Abstürze, Sammlerbauwerke)

2.6.1.1. Schwall-Sunk-Ausleitungen

Bei Schwall wird die Strömung, Wassertiefe und die benetzte Breite erhöht, somit ergibt sich eine Veränderung der Habitate. Der einhergehende Verlust an wichtigen Lebensräumen, die Erosion von Ufer und Feinsedimenten und die entstehende Restwasserproblematik sind mögliche Konsequenzen dieser Veränderung. Bei Schwall werden vermehrt Organismen verdriftet bzw. abgeschwemmt. Drift kann damit einen Verlust von Jungfischen und/oder Makrozoobenthos (Fischnährtieren) bedeuten. Aufgrund des schnellen Anstiegs und Abfalls der Wassertiefe steigt neben der Drift die Gefahr der Strandung von Fischlarven, Jungfischen und Benthos. Mit dem Schwall-Sunk-Effekt können auch Temperaturveränderungen einhergehen. Die Auswirkungen von Schwallbetrieb führen zu einem Rückgang der Biomasse und der Abundanz einzelner Arten sowie einer Veränderung der Artenzusammensetzung aquatischer Lebensgemeinschaften (SCHMUTZ et al. 2013). Liechtenstein orientiert sich an den Vorgaben der Schweiz. Eine wesentliche Beeinträchtigung liegt dann vor, wenn die Abflussmenge bei Schwall mindestens 1.5 mal grösser ist als bei Sunk **und** die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften (Tiere, Pflanzen) nachteilig verändert werden (Art. 38 GSchV). Am Vaduzer Giessen und am Binnenkanal wurde das Schwall/Sunkverhältnis in einer Einzelfallbeurteilung im Rahmen des UVP-Verfahrens zum Pumpspeicherkraftwerk 2011 festgelegt (RA 2010/1620-8604). Neuere Studien zeigen, dass neben dem Sunk-Schwall-Verhältnis auch die Schwallhäufigkeiten, die Geschwindigkeit der Abflussänderung und der Feststoffhaushalt wesentliche ökologische Auswirkungen haben (SCHMUTZ et al. 2013). In der Schweiz wird derzeit eine detaillierte Vollzugshilfe für Massnahmen bei Schwall-Sunk unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte erarbeitet (BAFU 2016). Bei grossen Flüssen (Alpenrhein) können in der Regel keine generellen Werte für das Verhältnis Schwall/Sunk festgelegt werden. Die Auswirkungen von Schwallereignissen auf den Zustand dieser Gewässer sind hier im Einzelfall zu beurteilen. Entsprechende Studien zur Schwall/Sunk-Problematik zum Alpenrhein wurden ausgearbeitet (D6 IRKA/IRR 2012). In der Schweiz sind gemäss Art. 83a des schweizerischen Gewässerschutzgesetzes die bestehenden schwallerzeugenden Wasserkraftwerke bis Ende 2030 nach den Vorgaben von Artikel 39a zu sanieren. Dies wird sich auch positiv auf die Situation am Alpenrhein auswirken.

2.7. Chemischer Zustand – Referenzbedingungen prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe

Für die **Beurteilung des chemischen Zustandes** wurden im Sinne des Anhanges X der WRRL in einer Tochterrichtlinie Umweltqualitätsnormen für prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe festgelegt (2008/105/EG). **Wenn alle darin enthaltenen Umweltqualitätsnormen eingehalten sind, befindet sich der Oberflächenwasserkörper in einem guten chemischen Zustand**. Nach einer Ergänzung 2013 (2013/39/EU) werden heute 45 Stoffe als prioritär eingestuft. Dazu gehören z.B. Schwermetalle (Quecksilber, Cadmium, Blei, Nickel), Pflanzenschutzmittel und Biozide (Atrazin, Diuron, Trifluralin, Simaz etc.) oder langlebige Kohlenwasserstoffverbindungen (Benzol, Dioxin, PAK etc.). Ausgewählte Stoffe wie z.B. Cadmium oder Dioxine werden zusätzlich als «prioritär gefährlich» ausgeschieden. Daneben ist als Sonderfall die Nitratkonzentration als Anforderung aus der Nitrat-Richtlinie (91/676/EWG) zur Einstufung des chemischen Zustandes zu berücksichtigen. Eine detaillierte Übersicht liefert nachfolgende Tabelle.

Tab. 2.6: Prioritäre und Prioritär gefährliche Stoffe mit den einzuhaltenden Umweltqualitätsnormen nach WRRL. Abkürzungen: (UQN) Umweltqualitätsnorm, (JD) Jahresdurchschnitt, (ZHK) zulässige Höchstkonzentration in µg/l bzw. µg/kg Nassgewicht bei Lebewesen/Biota (gemäss Richtlinien 2013/39/EU und 91/676/EWG sowie Gewässerschutzverordnung GSchV (blau markiert)).

Nr	Stoff	UQN (JD)	UQN (ZHK)	UQN Biota
1	Alachlor	0.3	0.7	
2	Anthracen	0.1	0.1	
3	Atrazin	0.6	2.0	
4	Benzol	10	50	
5	Bromierte Diphenylether		0.14	0.0085
6	Cadmium und Cadmiumverbindungen	0.08	0.2	
6a	Tetrachlorkohlenstoff	12	n.a	
7	C10-13- Chloralkane (8)	0.4	1.4	
8	Chlorfenvinphos	0.1	0.3	
9	Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-Ethyl)	0.03	0.1	
9a	Cyclodien Pestizide: Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin	Σ = 0.01	n.a.	
9b	DDT insgesamt	0.025	n.a.	
	Para-para- DDT	0.01	n.a.	
10	1,2-Dichlorethan	10	n.a.	
11	Dichlormethan	20	n.a.	
12	Bis(2ethyl- hexyl)phthalat (DEHP)	1.3	n.a.	
13	Diuron	0.2	1.8	
14	Endosulfan	0.005	0.01	
15	Fluoranthen	0.0063	0.12	30
16	Hexachlorbenzol		0.05	10
17	Hexachlorbutadien		0.6	55
18	Hexachlorcyclohxan	0.02	0.04	
19	Isoproturon	0.3	1.0	
20	Blei und Bleiverbindungen	1.2	10	
21	Quecksilber und Quecksilberverbindungen		0.03	20
22	Naphthalin	2	130	
23	Nickel und Nickel-ver-bindungen	4	34	
24	Nonylphenole (4-Nonylp-henol)	0.3	2.0	
25	Octylphenole	0.1	n.a.	
26	Pentachlorbenzol	0.007	n.a.	
27	Pentachlorphenol	0.4	1	
28	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	n.a.	n.a.	
	Benzo(a)pyren	$1..7\times10^{-4}$	0.27	5
	Benzo(b)fluo-ranthen		0.017	
	Benzo(k)fluo-ranthen		0.017	
	Benzo(g,h,i)-perylen		8.2×10^{-3}	
	Indeno(1,2,3- cd)-pyren		n.a.	
29	Simazin	1	4	
29a	Tetrachlorethylen	10	n.a.	
29b	Trichlorethylen	10	n.a.	
30	Tributylzinnverbindungen	0.0002	0.0015	
31	Trichlorbenzole	0.4	n.a.	
32	Trichlormethan	2.5	n.a.	
33	Trifluralin	0.03	n.a.	
34	Dicofol	1.3×10^{-3}	n.a.	33
35	Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate	6.5×10^{-4}	36	9.1
36	Quinoxyfen	0.15	2.7	
37	Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen		n.a	0.0065 µg
38	Aclonifen	0.12	0.12	
39	Bifenox	0.012	0.04	
40	Cybutryn	0.0025	0.016	
41	Cypermethrin	8×10^{-5}	6×10^{-4}	
42	Dichlorvos	6×10^{-4}	7×10^{-4}	
43	Hexabromcyclododecan (HBCDD)	0.0016	0.5	167
44	Heptachlor und Heptachlorepoxid	2×10^{-7}	3×10^{-4}	$6,7\times10^{-3}$
45	Terbutryn	0.065	0.34	
	Nitrat	*50 mg/l*		

2.8. Physikalisch-chemische Referenzbedingungen Grundwasser

Die WRRL verlangt eine Ermittlung der signifikanten sowie der anhaltend steigenden Trends bei Schadstoffen. Die Mitgliedsstaaten sind zudem verpflichtet, anhaltende Trends einer Steigerung der Konzentrationen von Schadstoffen, die sich aufgrund der menschlichen Tätigkeiten ergeben, umzukehren und die Verschmutzung des Grundwassers entsprechend zu reduzieren. (WRRL, Art. 4, Abs. 1b). Für die Trendumkehr ist ein Ausgangspunkt festzusetzen, damit die Trends rechtzeitig umgekehrt werden können und ein Verfehlen des Umweltzieles (Schwellenwert) vermieden werden kann. (UMWELTBUNDESAMT 2009).

Für Liechtenstein gibt die Gewässerschutzverordnung vom Januar 2017 für Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt oder dafür vorgesehen ist, für einige Parameter Qualitätsanforderungen vor. Für die Beurteilung im Rahmen der WRRL werden diese Werte mit Werten der österreichischen Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (BGBl. II Nr. 98/2010) sowie mit Experteneinschätzungen ergänzt.

Tab. 2.21: Chemische Referenzbedingungen Grundwasser. Werte gemäss österreichischer Qualitätszielverordnung sind grün und Werte nach der Gewässerschutzverordnung Liechtensteins sind blau hinterlegt. Die Bewertung des Zustandes erfolgt anhand dieser Referenzbedingungen.

Schadstoff/ Schadstoffgruppe/ Verschmutzungsindikator	**Schwellen-wert**	**Ausgangspunkt für Trendumkehr**	**Einheit**	**Anmer-mer-kungen**
Arsen	9	7.5	µg/l	
Benzol	0.9	0.75	µg/l	
Blei	9	7.5	µg/l	
Bor	0.9	0.75	mg/l	
Cadmium	4.5	3.75	µg/l	
Chrom (gesamt)	45	37.5	µg/l	
1,2-Dichlorethan	2.7	2.25	µg/l	
DOC (Gelöster organischer Kohlenstoff)	2	1.75	mg/l	
Kupfer	1‘800	1‘500	µg/l	
Nickel	18	15	µg/l	
Nitrat	25	10	mg/l	
	5.6	2.25	mg_N/l	
Nitrit	0.09	0.075	mg/l	
Quecksilber	0.9	0.75	µg/l	
Summe der polycycl. aromat. KW (Referenz-stoffe: Benzo(a)pyren, Fluoranthen, Benzo(b)-fluoranthen, Benzo(k)-fluoranthen, Benzo(ghi)-perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren) berechnet als Kohlenstoff	0.09	0.075	µg/l	
Kohlenwasserstoff-Index	100	75	µg/l	
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	0.001		mg/l je Einzelstoff	
Monocyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	0.001		mg/l je Einzelstoff	

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	0.0001		mg/l je Einzelstoff	
Flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (FHKW)	0.001		mg/l je Einzelstoff	
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	0.01		mg/l	
Tetrachlorethen und Trichlorethen	9	7.5	µg/l	
Trihalomethane$_{insgesamt}$	27	22.5	µg/l	Anm. 1
Pestizide	0.10	0.075	µg/l	Anm. 2
Aldrin	0.030	0.0225	µg/l	Anm. 3
Dieldrin	0.030	0.0225	µg/l	Anm. 3
Heptachlor	0.030	0.0225	µg/l	Anm. 3
Heptachlorepoxid	0.030	0.0225	µg/l	Anm. 3
Pestizide$_{insgesamt}$	0.50	0.375	µg/l	Anm. 4
Organische Pestizide (Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel)	0.1		µg/l je Einzelstoff	
Ammonium	0.1 / 0.5	0.08 / 0.40	mg/l	Anm.5
	0.08 / 0.4	0.07 / 0.35	mg$_N$/l	Anm.5
Chlorid	40	30	mg/l	
Leitfähigkeit (20°C)	2‘250	1‘875	µS/cm bei 20°C	
Sulfat	40		mg/l	
Orthophosphat	0.30	0.225	mg/l	

Anmerkung 1:
„Trihalomethane insgesamt“ bezeichnet die Summe von Chloroform (Trichlormethan), Tribrommethan (Bromoform), Bromdichlormethan und Dibromchlormethan.

Anmerkung 2:
„Pestizide“ bezeichnet die in der *Tab. 6.3* angeführten Parameter für organische Insektizide, organische Herbizide, organische Fungizide, organische Nematizide, organische Akarizide, organische Algizide, organische Rodentizide, organische Schleimbekämpfungsmittel, verwandte Produkte (u.a. Wachstumsregulatoren) und die relevanten Metaboliten, Abbau- und Reaktionsprodukte. Ausgenommen sind die Parameter Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxid.

Anmerkung 3:
Die Parameter Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxid umfassen auch die relevanten Metaboliten, Abbau- und Reaktionsprodukte.

Anmerkung 4:
„Pestizide$_{insgesamt}$“ bezeichnet die Summe aller einzelnen Pestizide sowie der Parameter Aldrin, Dieldrin, Heptachlor und Heptachlorepoxid, die bestimmt wurden.

Anmerkung 5:
Bei oxischen Verhältnissen: 0.08 mg N/l *(entspricht 0.1 mg/l Ammonium)* bei anoxischen Verhältnissen: 0.4 mg N/l *(entspricht 0.5 mg/l Ammonium).*

2.9. Ermittlung und Kartierung der Schutzgebiete

2.9.1 Ausgangslage

Die Wasserrahmenrichtlinie verlangt die Erstellung eines Verzeichnisses aller Gebiete, für die gemäss den Rechtsvorschriften zum Schutz der Oberflächengewässer und des Grundwassers oder zur Erhaltung von unmittelbar vom Wasser abhängigen Lebensräumen und Arten ein besonderer Schutzbedarf festgestellt wurde (WRRL Art. 6, Anhang IV). Im Gewässerschutzgesetz Liechtensteins wurde diese Vorgabe präzisiert auf ein Verzeichnis der Wasserschutzgebiete, Schutzzonen, Schutzareale und nährstoffsensiblen Gebiete sowie Naturschutzgebiete, bei denen die Erhaltung oder Verbesserung des Wasserzustands ein wichtiger Faktor ist (GSchG Art. 41i Bst c).

Die in der WRRL enthaltenen Kategorien «Erholungsgewässer inkl. Badegewässer» und «Gebiete zum Schutz wirtschaftlich bedeutender Arten» sind für Liechtenstein nicht relevant. Daher sind keine entsprechenden Schutzgebiete bezeichnet.

2.9.2 Gewässer für die Entnahme von Trinkwasser

Die Sicherung einer qualitativ hochwertigen Trinkwasserversorgung hat bei den Schutzfestlegungen eine hohe Priorität. Gemäss WRRL sind zudem in jeder Flussgebietseinheit die Wasserkörper zu ermitteln, die für die Entnahme von Wasser für den menschlichen Verbrauch genutzt werden (Mindestmenge: 10 m^3 pro Tag). Für sämtliche grösseren Wasserfassungen in Liechtenstein wurden Grundwasserschutzzonen ausgeschieden.

Grundwasserschutzzonen

Bei allen Trinkwasserfassungen im öffentlichen Interesse sind die einzelnen Quellfassungsbereiche und Grundwasserpumpwerke per Verordnung geschützt. In der Verordnung sind die Schutzzonen planerisch festgelegt. Dabei wird zwischen dem Fassungsbereich (S1), der engeren (S2) sowie der weiteren Schutzzone (S3) unterschieden. Je nach Zone bestehen unterschiedlich strenge Auflagen, um Stoffeinträge in die Wasserfassungen zu verhindern.

Tab. 2.22: Grundwasserschutzzonen in Liechtenstein.

Gemeinde, Kooperationen	Namen
Balzers	Rheinau, Heilos, Wiesle, Köpf
Planken	Am Alpweg, Wissa Stä, Egg, Sattel
Schaan	Wiesen, Unterau, Wisseler, Efiplanken, Tännlegarta, Rudabach
Triesen	Im Damm-Garnetsch-Undera Hälos, Badtobel, Litzenen
Triesenberg	Berwald, Bleika, Balischguad, Bim Brunna, I da Rieter, Wasserchopf
Vaduz	Neugut, Neufeld, Schneeflucht
Wasserversorgung Liechtensteiner Unterland (WLU)	Oberau, Spetzau, Maurerberg

Grundwasserschutzareale

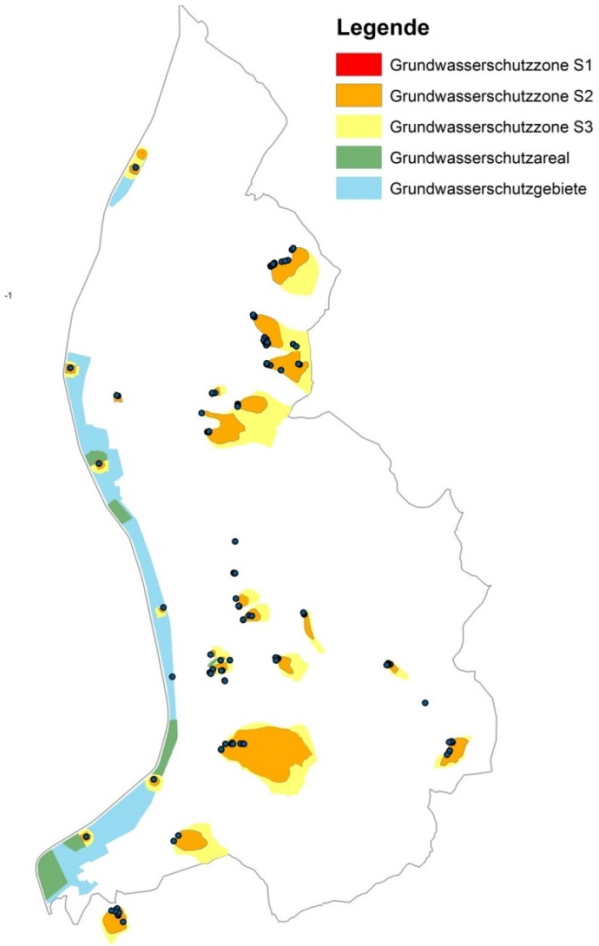
Fünf Grundwasserschutzareale sichern im Talraum den möglichen Standort von zukünftigen Trinkwasserfassungsanlagen.

Grundwasserschutzgebiet

Zwei grössere Gebiete entlang des Rheins wurden als Grundwasserschutzgebiete ausgewiesen. Es

besteht ein Verbot von Eingriffen, die der Menge und Güte der Grundwasservorkommen nachteilig sind oder die die öffentliche Wasserversorgung gefährden könnten (Verordnung zum Schutz des Grundwassers, Art. 3).

Abb. 2.9: Grundwasserschutzzonen in Liechtenstein.



2.9.3 Gebiete zum Schutz von Lebensräumen und Arten

Eines der Ziele für die WRRL ist neben dem Schutz und der Verbesserung der aquatischen Ökosysteme auch die Erhaltung der von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete (Art. 1, Abs. a WRRL). In den Staaten der EU ist neben der Wasserrahmenrichtlinie auch die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (kurz FFH-Richtlinie) wirksam. Diese ist jedoch nicht Bestandteil des EWR-Abkommens und hat daher keine Rechtswirkung für Liechtenstein. In der FFH-Richtlinie werden Arten und Lebensräume von gemeinschaftlichem Interesse bezeichnet, die einen Schutzstatus besitzen bzw. für die Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen (Natura 2000-Gebiete). Die Schnittstelle zu den Natura-2000-Gebieten wird im Anhang IV der WRRL aber explizit erwähnt. In Liechtenstein werden daher jene Gebiete bezeichnet, die neben dem Wassserbezug einen rechtlichen Schutzstatus aufweisen (Naturschutzgebiet, Waldreservat) oder deren Artausstattung eine Ausscheidung als Natura 2000-Gebiet rechtfertigen würde (FFH-Arten).

In Liechtenstein gibt es nur wenige Artvorkommen von internationaler Bedeutung mit Wasserbezug. Erwähnenswert ist das Vorkommen des international gefährdeten Dohlenkrebses – einer FFH-Art – im Spiersbachsystem (KÜHNIS 2010). Daneben bilden die Kiesinseln im Alpenrhein einen besonderen Lebensraum für wassergebundene Vogelarten (WILLI 2013) und Pflanzengesellschaften (BROGGI 2013).

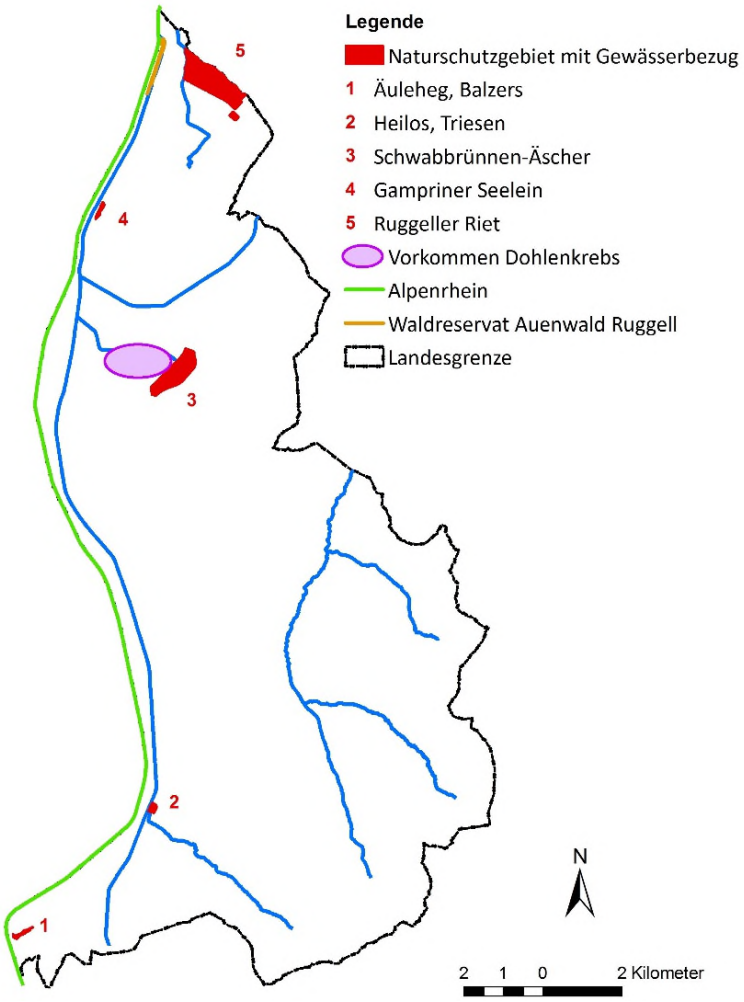
Tab. 2.23: Verzeichnis der Schutzgebiete nach WRRL (Wasserlebensräume und grössere Naturschutzgebiete Liechtensteins mit Wasserabhängigkeit).

Name	Inhalt	Typ
Äuleheg, Balzers	Wiederbewässerter Grundwassergiessen	Naturschutzgebiet
Heilos, Triesen	Teichlandschaft	Naturschutzgebiet
Gampriner Seelein, Gamprin	Kleinsee	Naturschutzgebiet
Schwabbrünnen-Äscher	Niedermoor	Naturschutzgebiet
Ruggeller Riet	Niedermoor (RAMSAR-Schutzgebiet)	Naturschutzgebiet
Ruggell Rheinau	Ehemaliger Auwald am Binnenkanalunterlauf	Waldreservat

Tab. 2.24: Verzeichnis der Fliessgewässer mit besonderen Artvorkommen.

Scheidgraben-system	Scheidgrabensystem mit Dohlenkrebsvorkommen. Der Dohlenkrebs ist eine Art der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der EU (Anhang II) und gilt international nach IUCN als stark gefährdet (Kategorie EN).
Alpenrhein mit seinen Kiesinseln	Überwinterungs- und Brutgebiet für wassergebundene Vogelarten (u.a. Flussregenpfeifer) sowie Standort wassergebundener Pflanzengesellschaften bzw. seltener Pflanzenarten. Der Alpenrhein ist zudem ein Salmonidengewässer nach Fischgewässerrichtlinie der EU und das Hauptgewässer Liechtensteins.

Abb. 2.10: Schutzgebiete Liechtensteins und wichtige Lebensräume wassergebundener Arten.



3. Wassernutzung und Bewirtschaftung

3.1. Zusammenfassung der wirtschaftlichen Analyse der Wassernutzung

3.1.1 Grundlagen

Gemäss Artikel 5 der WRRL wird eine wirtschaftliche Analyse für jede Flussgebietseinheit verlangt. Diese soll gemäss Anhang III WRRL genügend Informationen enthalten um:

- Berechnungen durchführen zu können, inwieweit der Kostendeckung der Wasserdienstleistungen Rechnung getragen wird,
- die kosteneffizientesten Kombinationen für die Massnahmenprogramme auswählen zu können.

Die Analyse beruht auf einem dreistufigen Ansatz:

- Abschätzen der wirtschaftlichen Bedeutung der Wassernutzungen
- Szenarien zur zukünftigen Entwicklung
- Abschätzung des Grades der Kostendeckung der Wasserdienstleistungen.

Die Kosten für die Datenerhebung sind dabei zu berücksichtigen. Aufgrund der komplexen Ausgangslage muss daher die Bearbeitungstiefe gering gehalten werden. Da Liechtenstein als Ganzes zur Flussgebietseinheit Rhein gehört, ist keine Unterteilung in verschiedene Einheiten notwendig.

3.1.2 Öffentliche Wasserversorgung

Die Trinkwasserversorgung wird durch Wasserwerke auf Gemeindeebene und gemeindeübergreifend durch Zweckverbände sichergestellt. Für den nördlichen Landesteil ist die Wasserversorgung Liechtensteiner Unterland (WLU) und für den südlichen – mit Ausnahme der Gemeinde Planken – die Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland (GWO) zuständig. Durch die Zusammenarbeit der Wasserversorgungen sowie einen landesweiten Wasserverbund ergibt sich eine hohe Wasserversorgungssicherheit.

Total wurden 2015 7.66 Mio. m^3 Trinkwasser benötigt. Der Wasserverbrauch betrug 2015 789 l/Einwohner und Tag (inkl. Industrie und Dienstleistungsunternehmen) (Quelle: UMWELTSTATISTIK 2015).

Die **Trinkwassergewinnung** stammt je zur Hälfte aus Quell- und Grundwasser. Aus dem Grundwasser wird jeweils der zur Deckung des Wasserbedarfs fehlende Anteil ergänzt. Entsprechend schwankt dieser Anteil je nach Verbrauch und Quellschüttung.

Primäre Grundwasserleiter sind die Kies-Schotterablagerungen in der Rheintalebene (vgl. *Kap. 2.2*). Hier wird in mehreren öffentlichen Pumpwerken Wasser entnommen und ins Netz eingespeist. Parallel dazu erfolgen direkte Grundwasserentnahmen durch die Industrie in eigenen Fassungen (rund 2 Mio. m^3). Für diese direkten Entnahmen wird eine Konzessionsgebühr von 0.5 Rappen pro m^3 erhoben.

3.1.3 Öffentliche Abwasserbeseitigung

Die ARA Bendern (Koordinaten 756'290/231'410) ist die einzige kommunale Abwasserreinigungsanlage und reinigt das Wasser von allen 11 Gemeinden Liechtensteins. Sie wird durch den Abwasserzweckverband im Auftrag der Gemeinden geführt. Die Anlage ist hydraulisch für 75'000 Einwohner-Gleichwerte (EG) ausgerichtet, biologisch für 105'800 EG. Der Anschlussgrad an die Kanalisation beträgt in Liechtenstein rund 98 % (REGIERUNG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN Hrsg. 2009).

In der ARA Bendern wurden 2015 10.1 Mio. m^3 Abwasser behandelt (UMWELTSTATISTIK 2015). Rund 25 % davon ist sauberes Fremdwasser (Quelle: ARA BENDERN 2015).

3.1.4 Brauchwasserentnahmen aus Oberflächengewässern

Die Ackerlandfläche Liechtensteins beträgt rund 1‘350 ha. Silo- und Grünmais sowie Kunstwiesen machen fast zwei Drittel davon aus. Die Gemüseanbaufläche beträgt rund 90 ha (Quelle: LANDWIRTSCHAFTSSTATISTIK 2013). Die bewässerte Fläche in der Landwirtschaft wird auf 30-50 ha geschätzt. Dies entspricht einer Beregnungsmenge von ca. 100'000 m^3 pro Jahr zwischen April und September. Die Wasserentnahme erfolgt i.d.R. direkt aus den Oberflächengewässern (KRANZ 2014 mündl. Mitteilung). Die entnommene Wassermenge entspricht etwas mehr als 1 Promille des jährlichen Abflusses im Binnenkanal (150 Mio. m^3 pro Jahr). Gemäss Liechtensteiner Wasserrechtsgesetz besteht bei Wasserentnahmen bis 100 l/min eine Meldepflicht. Darüber hinausgehende Entnahmen sind konzessionspflichtig. Derzeit wird ein Konzept für die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen erstellt, das neben der Entnahme aus Oberflächengewässern, unter Rücksichtnahme auf die ökologischen Rahmenbedingungen, auch die Entnahme aus Grundwasserbrunnen und aus dem Trinkwassernetz prüft. Bis dahin hat die Wasserentnahme gemäss dem Merkblatt „Wasserentnahme aus Fliessgewässern“ zu erfolgen. Die zentralen Vorgaben des Merkblattes umfassen: Abflusstiefe mind. 20 cm, kein Einstauen, Verwendung eines korrekten Seihers. In Bezug auf ein langfristiges Bewässerungskonzept konnten die Grundlagenarbeiten im Herbst 2018 soweit abgeschlossen werden. Die Ergebnisse und ein Vorschlag zur künftigen Bewässerungspraxis wurden im Oktober und November 2018 den betroffenen Akteuren vorgestellt und gemeinsam diskutiert. Es ist vorgesehen das Bewässerungskonzept im 2019 abzuschliessen. Siehe auch Ausführungen im Kap. 4.2.3.1.

3.1.5 Thermische Nutzung

Im Rahmen alternativer Energiequellen wird zunehmend der Untergrund für Kühl- und Heizzwecke thermisch genutzt. Für Liechtenstein wurde eine Karte für die Zulässigkeit einer thermischen Nutzung erstellt (Amt für Umwelt, http://geodaten.llv.li/geoshop/grundwasserwaermenutzung.html, Zugriff 27.10. 2016) (BERNASCONI AG 2009). Die thermische Nutzung ist insbesondere in den Grundwasserschutzgebieten der Talebene verboten (siehe *Kap. 2.9)*. Daneben werden vereinzelt Oberflächengewässer thermisch genutzt. Die thermische Wassernutzung beträgt rund 2.8 Mio. m^3 pro Jahr. Das entnommene Wasser wird am gleichen Standort in den Grundwasserleiter oder das Oberflächengewässer zurückgeführt. Die Konzessionsgebühr beträgt 0.5 Rp pro genutztem Kubikmeter. Die Grundwasserwärmenutzung wird über Konzessionen nach Nachweis der Umweltkonformität geregelt.

3.1.6 Freizeitnutzung

Die Gewässer sind ein bedeutender Naherholungsraum. Insbesondere die Kiesbänke im Rhein wie auch die neu gestaltete Binnenkanalmündung bieten attraktive Freizeitbereiche. Alle Fischgewässer werden durch das Land an den Fischereiverein verpachtet. Das Interesse am Fischen ist in den letzten Jahren gewachsen. 2015 besass der Fischereiverein 346 Mitglieder (www.fischen.li). Dies entspricht rund 1 % der Liechtensteiner Wohnbevölkerung.

Im Sommer besteht ein grösserer Wasserbedarf in den Freibädern. Im Winter besteht ein zusätzlicher Wasserbezug aus den Trinkwasserfassungen durch die Beschneiungsanlagen in Malbun mit rund 20‘000 - 40'000 m^3 pro Jahr.

3.1.7 Wirtschaftliche Bedeutung

Liechtenstein weist hohe Anschlussgrade bei einer qualitativ hochwertigen Trinkwasserversorgung und einem gut ausgebauten Kanalisationsnetz auf. Die langfristige Funktionsfähigkeit einer zweckmässigen Siedlungsentwässerung wird im Rahmen von generellen Entwässerungsplanungen (GEP) sichergestellt. Diese bezeichnen die Gebiete mit öffentlicher Kanalisation, organisieren die Trennung von Schmutz- und Sauberwasser und deren Reinigung und legen Versickerungsgebiete für das nicht verschmutzte Abwasser fest.

Gute Infrastrukturanlagen in der Wasserver- und -entsorgung tragen massgeblich zur Standortattraktivität Liechtensteins bei. Sie versorgen sämtliche Dienstleistungsbetriebe, die mehr als die Hälfte der Bruttowertschöpfung von 5.27 Mia CHF erzielen und decken rund die Hälfte der von der Industrie benötigten Wassermengen. Die industriellen Betriebe tragen rund ein Drittel zur Bruttowertschöpfung des Landes bei. Vor allem die Lebensmittel verarbeitende Industrie (Hilcona, Ospelt Anstalt) ist relativ wasserintensiv. Alle Industrie- und Dienstleistungsbetriebe sind an die zentrale Abwasserreinigungsanlage in Bendern angeschlossen.

3.1.8 Stromerzeugung

Rund 1/6 des Liechtensteiner Strombedarfs von rund 398‘531 MWh (Energiestatistik 2016) wird heute durch die Nutzung der heimischen Wasserkraft gedeckt. Neben den zwei grösseren Kraftwerken an der Samina und Lawena und zwei kleineren Kraftwerken im Einzugsgebiet des Binnenkanals (Litzenenbach und Mühleholz) produzieren verschiedene Trinkwasserkraftwerke kleinere Strommengen. Der jährliche Wasserzins für die Nutzung der Wasserkräfte beträgt 6 CHF je Bruttopferdekraft (Wasserrechtsgesetz). Öffentliche Wasserversorgungen haben keinen Wasserzins zu entrichten. In besonderen Fällen kann die Regierung den Wasserzins ermässigen oder erlassen. Die Wasserrechte des Samina- und des Lawenabaches und dessen Zuflüssen (Malbunbach und Valorschbach) sind im Gesetz über die Liechtensteinischen Kraftwerke (LKWG) speziell geregelt. Gemäss LKWG haben die Liechtensteinischen Kraftwerke das ausschliessliche Recht zur Auswertung derer Wasserkräfte und müssen daher für diese auch keinen Wasserzins bezahlen.

3.2. Kostendeckung der Wasserdienstleistungen

Liechtenstein ist gemäss Art. 9 der WRRL verpflichtet, die Kosten der Wasserdienstleistungen unter Zugrundelegung des Verursacherprinzips zu berücksichtigen (einschliesslich umwelt- und ressourcenbezogener Kosten). Insbesondere sollen angemessene Anreize für die Benutzer bestehen, die Wasserressourcen effizient zu nutzen.

3.2.1 Gesetzliche Vorgaben Abwasser Liechtenstein

Die Gemeinden sind gesetzlich verpflichtet, die Kosten für Bau, Betrieb, Unterhalt, Sanierung und Ersatz der Abwasseranlagen, die öffentlichen Zwecken dienen, mit Gebühren oder anderen Abgaben den Verursachern zu überbinden. Ausgenommen sind öffentliche Verkehrsanlagen. Bei den Gebühren und Abgaben sind die Menge und Art des erzeugten Abwassers sowie der geplante Investitionsbedarf für Bau, Betrieb, Unterhalt, Sanierung und Ersatz zu berücksichtigen (Art. 52, Gewässerschutzgesetz). Damit wird eine Vollkostenverrechnung gegenüber den Verursachern notwendig.

3.2.2 Kostendeckung Wasserversorgung

Die Tarifordnungen der Wasserversorgungen geben die Trinkwassergebühren vor.

Tab. 3.1: Trinkwassergebühren.

Verbrauchsbezogener Kubikmeterpreis	0.50 - 0.95 CHF
Grundgebühr	Die Grundgebühr kann einerseits pro Kubikmeter oder pauschal nach Bezugsmenge (Zählergrösse) abgerechnet werden. Diese beinhaltet auch einen Anteil für die Zählermiete und Sicherstellung von Löschwasserreserven.
Einmalige Anschlusskosten bei Gebäudeerrichtung	Zwischen 0 und 5 CHF pro m3 umbauter Raum. Zusätzlich gibt es bei den meisten Gemeinden eine Anschlussgebühr und einen Erschliessungskostenbeitrag

Damit ist das Wasser in Liechtenstein verhältnismässig kostengünstig. Dies kann zumindest teilweise auf die leichte Erschliessbarkeit und gute Qualität mit entsprechend geringem Aufbereitungsaufwand zurückgeführt werden.

Die Wasserversorgungen können mit den Erträgen die Kosten für die Wassergewinnung (Unterhalt und Betrieb Wasserwerke) und Verteilung (Wasserverluste, Löschwasserreserven, Wasserzähler) nur teilweise decken. Daneben werden allgemeine Steuermittel für Investitionen und Betrieb aufgewendet. Kapitalkosten (Zins, Abschreibungen) werden in der Regel in der Kostenaufstellung nicht berücksichtigt.

Die verbrauchsabhängigen Wasserkosten von durchschnittlich 125 CHF pro Einwohner und Jahr entsprechen rund 1.5 Promille des Durchschnittseinkommens (monatlich 6‘257 CHF, 2010 AMT FÜR STATISTIK). Damit wird nur ein sehr geringer Einkommensanteil für die Wasserversorgung aufgewendet.

3.2.3 Kostendeckung Abwasserentsorgung

Alle Gemeinden Liechtensteins verfügen über Abwasserreglemente mit dem Zweck des Schutzes der Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen. Diese regeln die Entwässerung, den Bau, Betrieb, Unterhalt und die Erneuerung der dazu nötigen öffentlichen und privaten Abwasseranlagen sowie die Grundsätze der Finanzierung.

Der Abwasserzweckverband, der die ARA in Bendern betreibt, lagert die mit der Abwasserreinigung verbundenen Kosten nach Einwohnergleichwerten kostendeckend auf die einzelnen Gemeinden um. Bei grösseren industriellen Einleitern werden die anfallende Abwassermenge und die darin enthaltene Schmutzfracht für die Kostenberechnung ermittelt. Im Durchschnitt fallen Reinigungskosten von 0.4 CHF pro m^3 an. Die Rechnungsstellung an die Haushalte erfolgt über die einzelnen Gemeinden, die auch für den Unterhalt des Abwassersystems zuständig sind. Die Abwassermenge wird dabei aufgrund des Trinkwasserverbrauchs ermittelt.

Tab. 3.2: Abwassergebühren.

Verbrauchsbezogener Kubikmeterpreis	0.85 - 1.05 CHF pro m^3
Grundgebühr	Die Grundgebühr wird pauschal oder in Abhängigkeit von der anfallenden Abwassermenge ermittelt.
Einmalige Anschlusskosten bei Gebäudeerrichtung	Eine Anschlussgebühr ergibt sich in einigen Gemeinden bei Neubauten zusammen mit dem Wasseranschluss.

In Liechtenstein werden durchschnittlich nur 175 CHF pro Einwohner und Jahr für die Wasserreinigung ausgegeben. Damit sind in verschiedenen Gemeinden die Betriebskosten nur teilweise gedeckt, der Kostendeckungsgrad ist dabei sehr unterschiedlich. Durchschnittlich sind durch die Gebühren (Grundgebühr + Verbrauchsgebühr) rund 87 % der Betriebskosten gedeckt (Durchschnitt 2006-2010, Studie Abwasserzweckverband 2012). Der Unterhalt der Kanalisation obliegt den einzelnen Gemeinden. Für den Unterhalt des Leitungsnetzes stehen die Anschlussgebühren zur Verfügung. Die Werterhaltung der Kanalisation wird grösstenteils aus dem allgemeinen Gemeindebudget finanziert. Diese Investitionskosten werden kaum auf den Verbrauch umgelagert (Deckungsgrad 13 %). Das Gleiche gilt für die Kapitalkosten, die kaum berücksichtigt werden.

Mit rund 0.85 - 1.05 CHF pro m^3 ist der Preis für die Abwasserreinigung in Liechtenstein auch im grenzüberschreitenden Vergleich und angesichts des sehr guten und entsprechend kostenintensiven Ausbaustandards des Kanalisationsnetzes sehr tief. Damit werden die Anforderungen der WRRL an den Kostendeckungsgrad der Wasserdienstleistungen derzeit nicht erfüllt. Der Deckungsgrad liegt in Liechtenstein gesamthaft bei rund 27 % (Durchschnitt 2006-2010, Studie Abwasserzweckverband 2012). Zwischenzeitlich wurden bereits neue Gebührenmodelle entwickelt und die Gebühren angehoben.

3.2.4 Ausblick

Gemeinsam mit den kantonalen Fachstellen der Ostschweiz wurden Empfehlungen zur Sicherstellung der Finanzierung von öffentlichen Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen erarbeitet (Quelle: ARBEITSGRUPPE WASSERVERSORGUNG 2010). Diese Empfehlungen sollen gemäss Arbeitsgruppe im Sinne einer langfristigen, vorausschauenden Planung umgesetzt werden. Dazu wird auch ein Finanzplanungsmodell entwickelt. Damit können die Anforderungen der WRRL an den Kostendeckungsgrad längerfristig erfüllt werden. Dazu sind verschiedene technische und betriebswirtschaftliche Grundlagen erforderlich.

Tab. 3.3: Technische und betriebswirtschaftliche Grundlagen für die Ermittlung des Kostendeckungsgrades (Quelle: ARBEITSGRUPPE WASSERVERSORGUNG 2010).

Grundlage	Begründung
Generelles Wasserversorgungsprojekt (GWP)	Ausbau- und Optimierungsmassnahmen
Qualitätssicherungssystem (QS) WV	Zustand der Wasserversorgungsanlagen, Sanierungsbedarf, periodischer Unterhalt
Genereller Entwässerungsplan (GEP)	Zustand der Abwasseranlagen, Sanierungsbedarf, Entwässerungskonzept mit Ausbauvorhaben
Zustandsanalyse, Massnahmenplan ARA	Zustand, Sanierungs- und Ausbaubedarf ARA
Anlagenkataster / Anlagebuchhaltung	Alter der Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen, Restwert der Anlagen, Wiederbeschaffungszeitpunkte aufgrund Alter und Zustand
Abschreibungsmodus, Umstellung von degressiver auf lineare Abschreibung	Abbildung des tatsächlichen Abschreibungsbedarfs aufgrund der erwarteten Nutzungsdauer der Anlageteile
Planungsmodell für Finanzierungsstrategie und Gebührenplanung	Damit eine langfristige Finanzierungsstrategie und Gebührenplanung erfolgen kann, braucht es ein Planungsmodell

3.3. Entwicklung der Wassernutzungen (Baseline Szenario)

3.3.1 Entwicklung Wasserdargebot

Im Rahmen des Projektes CLISP «Climate Change Adaption by Spatial Planning in the Alpine space» wurden die Auswirkungen des Klimawandels am Beispiel der Wassernutzungen im Fürstentum Liechtenstein im Detail untersucht (HARTMANN et al. 2011). Zudem werden für Liechtenstein periodisch Klimaberichte erarbeitet REGIERUNG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN (Hrsg) (2014).

Neben einem Anstieg der Lufttemperatur (Winter + 1.8°C und Sommer +2.7°C) ist zukünftig mit stärkeren Niederschlägen im Winter (+8 %) und einer Abnahme der Niederschläge im Sommer (-17 %) mit längeren Trockenperioden zu rechnen (Klimabericht). Die gesamte jährliche Niederschlagsmenge wird kleiner und die Verdunstung erhöht. Daraus resultieren geringere jährliche Abflussmengen in den Oberflächengewässern (REGIERUNG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN (HRSG) (2010) & (2014)).

Aufgrund der veränderten Niederschlagsverteilung sind geringere Quellschüttungen im Sommer zu erwarten. Der Anteil des Quellwassers an der gesamthaft ins Netz gespeisten Wassermenge dürfte längerfristig zurückgehen und entsprechend der Grundwasseranteil zunehmen (HARTMANN et al. 2011).

Mit dem Grundwasserleiter im Alpenrheintal steht ausreichend qualitativ hochwertiges Grundwasser zur Verfügung, um die benötigte Wassermenge langfristig sicherzustellen.

Aufgrund der Klimaerwärmung muss zudem mit einer sinkenden Energieproduktion aus der Wasserkraft in der Grössenordnung von 7 bis 10 % gerechnet werden (HARTMANN et al. 2011).

3.3.2 Entwicklung Wassernachfrage

In den Generellen Wasserversorgungsprojekten der beiden Liechtensteiner Wasserversorger sind Prognosen für den Wasserverbrauch 2030 und 2050 enthalten. Diese basieren auf dem erwarteten Bevölkerungswachstum und der Wirtschaftsentwicklung. Aufgrund der Prognosen ergeben sich ab 2030 Fehlmengen zur heutigen Kapazität, die durch zusätzliche Grundwasserpumpwerke gedeckt werden sollen. Nicht berücksichtigt sind die möglichen Einflüsse der Klimaveränderung auf den Wasserverbrauch (HARTMANN et al. 2011).

Tab. 3.4: Prognostizierte Wassermengen gemäss den Generellen Wasserversorgungsprojekten (aus HARTMANN et al. 2011). (GWO = Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland, WLU = Wasserversorgung Liechtensteiner Unterland).

Wasserbedarf [m³ / Jahr]		**2009**	**2030**	**2050**
GWO	Bevölkerung (inkl. Gewerbe und Verluste)	3'850'000	5'050'000	6'100'000
GWO	Industrie	670'000	1'400'000	1'700'000
GWO	**Total GWO**	**4'520'000**	**6'450'000**	**7'800'000**
WLU	Bevölkerung (inkl. Gewerbe und Verluste)	1'150'000	1'580'000	1'900'000
WLU	Industrie	1'200'000	1'120'000	1'200'000
WLU	**Total WLU**	**2'350'000**	**2'700'000**	**3'100'000**
Planken	Bevölkerung (inkl. Gewerbe und Verluste)	30'000	60'000	100'000
Planken	(Keine Industrie)			
Total	**Fürstentum Liechtenstein**	**6'900'000**	**9'210'000**	**11'000'000**

Die aufgrund der Klimaerwärmung erwartete Reduktion der Niederschläge im Sommer führt zu vermehrter Bodentrockenheit und grösserem Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft. Derzeit wird das für die Bewässerung benötigte Wasser aus Fliessgewässern entnommen. Gemäss dem Wasserrechtsgesetz sind Wasserentnahmen aus Fliessgewässern konzessionspflichtig. Beim Vollzug und in der praktischen Umsetzung bestehen jedoch verschiedene Fragen, welche sich derzeit in Abklärung befinden (siehe dazu auch Interpellation zum Gewässerschutz aus dem Jahre 2014, Bericht und Antrag Nr. 12/2015). Zudem steigt der Wasserverbrauch der Haushalte bei höheren Temperaturen und Trockenheit.

3.3.3 Entwicklungsabschätzung Abwasserentsorgung

Die Abwasserreinigungsanlage in Bendern ist auf 75'000 Einwohnergleichwerte (EG) (hydraulisch) und 105'800 EG biologisch ausgerichtet. 2011 wurden 72'090 EG erreicht. Damit arbeitet die ARA hydraulisch an der Kapazitätsgrenze, biologisch ist das Potenzial noch nicht ausgeschöpft. Es wird derzeit bewusst möglichst viel leicht verschmutztes Wasser, wie z.B. Strassenabwässer, der ARA zugeführt. Der saubere Fremdwasseranfall liegt derzeit bei 25 – 30 % und wird laufend reduziert. Damit wird wieder zusätzliche hydraulische Kapazität für Schmutzwasser frei.

Mit steigendem Wasserverbrauch ist ein entsprechender Abwasseranfall mit einer Zunahme von 2.3 Mio m^3 bis 2030 zu erwarten. Damit würde sich die durchschnittliche Aufenthaltszeit des Abwassers in der ARA von heute 19 Stunden auf 15 Stunden reduzieren.

3.4. Umwelt- und Ressourcenkosten

Gemäss Art. 9 WRRL sind beim Verursacherprinzip die Umwelt- und Ressourcenkosten zu berücksichtigen. Zur begrifflichen Abgrenzung dienen nachfolgende Definitionen:

Ressourcenkosten: Kosten für entgangene Möglichkeiten, unter denen andere Nutzungszwecke infolge einer Nutzung der Ressource über ihre natürliche Wiederherstellungs- oder Erholungsfähigkeit hinaus leiden (z.B. in Verbindung mit einer übermässigen Grundwasserentnahme)

Umweltkosten: Kosten für Schäden, die der Wasserverbrauch für Umwelt, Ökosysteme und Personen mit sich bringt, die die Umwelt nutzen (z. B. durch Verschlechterung der ökologischen Qualität von aquatischen Ökosystemen) (LAWA 2003).

Angesichts der relativ hohen Niederschläge vor allem im Berggebiet und des vom Alpenrhein gespiesenen Grundwasserkörpers im Talraum ist von keiner Übernutzung der Ressourcen bzw. Ressourcenknappheit beim Trinkwasser auszugehen (vgl. *Kap. 2.2)*. Die Ressource ist zudem leicht zugänglich. **Die Ressourcenkosten sind für Liechtenstein daher nicht relevant und werden nicht weiter berücksichtigt**.

Die Umweltkosten lassen sich derzeit aufgrund der fehlenden Daten und Methodik in ihrer Höhe nicht ermitteln. Beispiele von möglichen Umweltkosten sind:

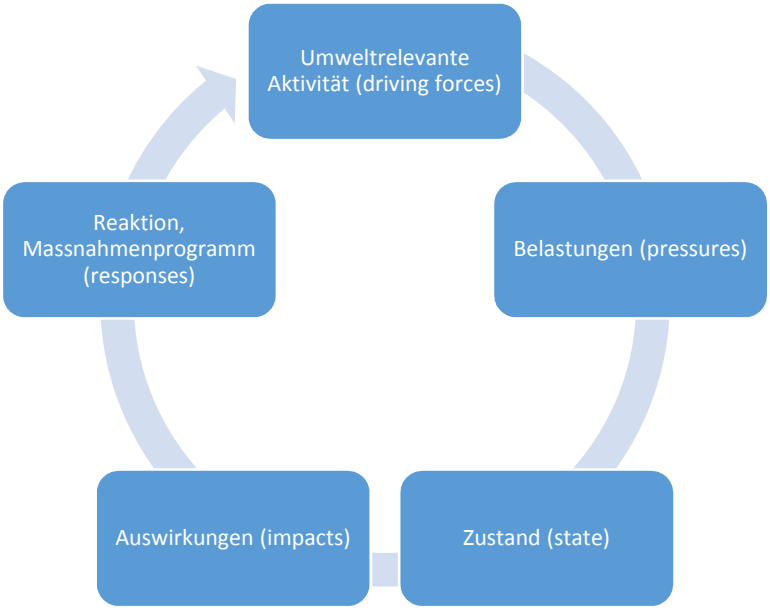
- Auswirkungen der Nährstofffrachten oder Mikroverunreinigungen aus der ARA Bendern und aus Hochwasserentlastungen in den Alpenrhein und Bodensee auf andere Wassernutzer
- Auswirkungen von Störfällen oder Wasserentnahmen aus Oberflächengewässer auf den Fischbestand

4. Auswirkungen der menschlichen Tätigkeit

4.1. Nutzungen und Belastungen

Die WRRL gibt einzelne Arbeitsschritte und Termine vor, um im EU-Raum eine einheitliche Vorgangsweise zur Erreichung der Umweltziele für die Gewässer sicherzustellen. Die Vorgangsweise orientiert sich an einem Modellkonzept, das eine logische Abfolge von der Ursache eines Problems bis zur Umsetzung von Massnahmen gewährleisten soll (CIS-Leitfaden No 3 – pressures and impacts, (CIS LEITFADEN (2003b)) (siehe auch *Kap. 1.3*).

Abb. 4.1: Ablaufschema



Ursache von Eingriffen in Gewässer sind **umweltrelevante Aktivitäten (engl. driving forces)** im weiteren Sinn, die als wirtschaftliche Tätigkeiten des Menschen an den Gewässern stattfinden. In der Wasserwirtschaft werden im Allgemeinen die Siedlungswasserwirtschaft, der Schutz vor Hochwasser und die Nutzung von Wasser als Ressource, einschliesslich der Sicherung der Ressource vor Beeinträchtigungen, unterschieden. Die Tätigkeiten sind:

- Wasserversorgung, Abwasserentsorgung (Siedlungswasserwirtschaft)
- Hochwasserschutz (Schutzwasserwirtschaft)
- Nutzungen von Wasser, z.B. Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung (Energiewasserwirtschaft), Nutzung von Wasser als Kühlwasser, für Wärmepumpen, Nutzung von Wasser für die Bewässerung in der Landwirtschaft

Aus den umweltrelevanten Aktivitäten und Eingriffen ergeben sich **Belastungen (engl. pressures)**. Dies können z.B. stoffliche Belastungen durch leicht abbaubare organische Verbindungen mit entsprechendem Sauerstoffbedarf, durch Nährstoffe und durch Schadstoffe sein. Hydromorphologische Belastungen sind Beeinträchtigungen der Wasserführung oder der Gewässermorphologie. Beim Grundwasser sind eine Änderungen des Grundwasserspiegels und der Qualität des Grundwassers durch stoffliche Belastungen (Nährstoffe, Schadstoffe) möglich.

Durch diese Belastungen verändert sich der **Zustand des Gewässers (engl. state)**. Dieser wird bei Oberflächengewässern durch biologische Parameter (biologische Qualitätskomponenten) und Umweltqualitätsnormen für Schadstoffe bestimmt, die im Rahmen von Überwachungsprogrammen er-

mittelt werden (siehe *Kap. 5-7*). Bei Grundwasser werden Parameter für die Grundwassermenge und Umweltqualitätsnormen für Schadstoffe erhoben (siehe *Kap. 6*). Im Rahmen einer Risikoanalyse wird die Zielerreichung abgeschätzt *(Kap. 8)*. Damit werden auch die **Auswirkungen** der Belastungen auf die Umwelt erfasst **(engl. impacts)**.

Als **Reaktion (engl. responses)** werden Massnahmen ergriffen, die die Nutzungen beeinflussen und zur Verbesserung des Zustandes eines Wasserkörpers führen sollen. Diese sind zu Massnahmenprogrammen zusammengefasst *(Kap. 10)*.

In einem ersten Schritt lassen sich die Zusammenhänge zwischen Nutzungen und den Belastungen im Sinne einer Relevanzmatrix für Liechtenstein anhand der Ergebnisse der Bestandsaufnahme sowie von Expertenmeinungen abschätzen *(Tab. 4.1).*

Tab. 4.1: Zusammenhang zwischen Wassernutzungen (Driving forces) und Belastungssituation (Pressures) von Grund- und Oberflächengewässern in Liechtenstein (verändert nach BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2014) (X = Einfluss vorhanden, (X) = möglicher Einfluss nicht auszuschliessen)

		Belastungen							
		Oberflächengewässer				**Grundwasser**			
		Hydrologie	Morphologie	Org. Belastung/Nährstoffe	Schadstoffe	Nährstoffe	Schadstoffe	Mengenmässige Belastung	Temperatur
Aktuelle Wassernutzungen/Ursachen/Treibende Kräfte									
Wasserversorgung	Öffentliche Wasserversorgung	X						X	
	Wasserentnahmen Industrie/Gewerbe							X	
	Wasserentnahmen Landwirtschaft	X						X	
Abwassereinleitungen	Kläranlage Bendern			X	X		(X)		
	Entlastungen Kanalisationssystem (Direkteinleitungen)			X	X		(X)		
Entwässerung Landwirtschaft	Drainagepumpwerke, Drainagen			X	X		(X)		
Landwirtschaft	Ackerbau			X	X	X	X		
	Tierhaltung			X	(X)	X	(X)		
Wasserkraft	Pumpspeicherkraftwerk Samina	X	X						
	Ausleitungskraftwerk Lawena	X							
Hochwasserschutz	Technischer Hochwasserschutz		X					(X)	
Entwässerungen	Strassen, Gebäude	X			X		X		
Weitere anthropogene Einflüsse									
Altlasten					(X)		X		
Erdwärmesonden									X
Temperaturabgabe Industriebetriebe		(X)							(X)

Die Belastungen werden in der Wasserrahmenrichtlinie wie folgt unterschieden:

Tab. 4.2: Belastungen gemäss Wasserrahmenrichtlinie (Art 5 und Anhang II, Pkt. 1.4)

Belastung	Inhalt	Kapitel
Punktuelle stoffliche Belastungen: Einleitung von Stofffrachten in Gewässer als Abwasser	Belastungen aus Punktquellen (z.B. Emissionen aus Abwasserreinigungsanlagen) umfassen neben Nährstoffen und sauerstoffzehrenden Verbindungen auch eine Vielzahl von Schadstoffen, die in Industrieanlagen oder in Haushalten Verwendung finden.	*4.2.1*
Diffuse stoffliche Einträge: Einträge von Stoffen aus der Fläche, als Oberflächenabfluss, Abschwemmung, Erosion, Drainageabfluss	Diffuse Quellen können den Zustand von Oberflächengewässern sowohl durch den Eintrag von Nährstoffen und organischen Substanzen aber auch durch den Eintrag von chemischen Schadstoffen belasten. Hierzu gehören Schad- und Nährstoffeinträge, die über Erosionen aus landwirtschaftlichen Flächen in die Gewässer gelangen, Abschwemmungen aus versiegelten Flächen in dicht besiedelten urbanen Flächen, insbesondere Verkehrsflächen, oder ubiquitär vorhandene Stoffe, die auch über Ferntransport nach Liechtenstein gelangen.	*4.2.2*
Hydrologische Belastungen: Entnahme von Wasser, Regulierung der Abflussmenge, Einleitung von Wasser als Schwall	Belastungen hydrologischer Natur gründen auf anthropogenen Eingriffen, die zu einer Veränderung des Wasserhaushalts, d.h. der Abflussmenge bzw. der Abflussdynamik von Oberflächengewässern führen; dazu zählen insbesondere Wasserentnahmen (Verringerung der Abflussmenge und -dynamik), Aufstau (u.a. Verringerung der Fließgeschwindigkeit) und künstliche Abfluss- bzw. Pegelschwankungen im Rahmen der Spitzenstromproduktion(Schwall-Sunk-Erscheinungen bei Fließgewässern).	*4.2.3*
Morphologische Belastungen und Wanderhindernisse: Veränderungen der Gewässerstruktur, Beeinträchtigung des Gewässers als Lebensraum, der Durchgängigkeit und der Vernetzung mit dem Umland	Belastungen morphologischer Natur entstehen durch anthropogene Eingriffe in die strukturelle Ausprägung von Gewässern (Veränderung der Tiefen- und Breitenvariation, Struktur und Substrat des Flussbettes, der Uferzone, Strömungsgeschwindigkeiten, laterale Vernetzung, Veränderung des Feststoffhaushalts) z.B. in Zusammenhang mit Gewässerregulierungen, Uferverbauungen, Sohlverbauungen, Begradigungen oder Aufstau. Querbauwerke belasten Gewässer, indem sie die natürliche Durchgängigkeit unterbrechen; aquatische Organismen – insbesondere die Fische – werden dadurch in ihrem Wanderverhalten gestört, Habitate und Lebensräume isoliert und der natürliche Sedimenttransport unterbrochen. Auch Längselemente und zu geringe Restwassermengen können ein Wanderhindernis darstellen.	*4.2.4*
Weitere Belastungen: Nach Bedarf zu berücksichtigen	Einwirkungen auf die Gewässerbiozönose können auch durch invasive Neobiota, Prädatoren, Fischerei, Eingriffe in den Feststoffhaushalt sowie durch den Klimawandel erfolgen.	*4.2.5*

4.2. Oberflächengewässer – Belastungen und Einwirkungen

Nachfolgend werden die einzelnen möglichen Belastungsquellen aufgezeigt und die sich daraus ergebenden Einwirkungen für die Gewässer abgeschätzt. Dabei werden entsprechend der WRRL folgende Belastungen unterschieden:

- Stoffliche Belastungen durch Punktquellen *(Kap. 4.2.1)*
- Stoffliche Belastungen durch diffuse Quellen *(Kap. 4.2.2)*
- Hydrologische Belastungen *(Kap. 4.2.3)*
- Morphologische Belastungen und Wanderhindernisse *(Kap. 4.2.4)*
- Sonstige Belastungen *(Kap. 4.2.5)*

4.2.1 Stoffliche Belastungen durch punktuelle Einleitungen

Punktquellen bilden die Einleitungen aus der **Abwasserreinigungsanlage (ARA)** in Bendern in den Rhein sowie die **Einleitungen aus der Regenwasserkanalisation** über Regenüberläufe und Regenüberlaufbecken ins Gewässersystem. Daneben sind einzelne **Drainagepumpwerke** zur Entwässerung tiefliegender landwirtschaftlicher Nutzflächen als stoffliche Belastungsquellen für Oberflächengewässer von Bedeutung. Einzelne Industriebetriebe leiten zur Kühlung verwendetes Wasser in einer erhöhten Temperatur in die Oberflächengewässer ein. Das Gewässerschutzgesetz und die zugehörige Verordnung regeln grundsätzlich die Einleitung in die Gewässer.

4.2.1.1. Abwasserreinigungsanlage (ARA) Bendern

Die Abwasserreinigungsanlage in Bendern (Koordinaten 756'290/231'410) ist die einzige kommunale Abwasserreinigungsanlage und reinigt das Wasser von allen 11 Gemeinden Liechtensteins. Die gereinigten Abwässer werden in den Alpenrhein geleitet. Die Abbauleistung betrug 2014 im Mittel beim Gesamt-Phosphor 94.6 %, beim Gesamt-N 73.5 %, beim CSB[14] 97.1 % (ARA Bendern (2015)). Die Frachten betrugen zwischen 2012 und 2014 hochgerechnet auf ein Jahr jeweils ca. 2.8 t Gesamt-Phosphor und rund 70 t Gesamt-Stickstoff. Bezüglich Nährstoffen und organischer Belastung wird in den Abwasserreinigungsanlagen eine hohe Wirkung erreicht. Dagegen werden viele Spurenstoffe (z.B. Medikamentenrückstände) mit den derzeitigen Verfahren nicht oder nur kaum abgebaut und gelangen als Mikroverunreinigungen in den Vorfluter (Rhein). Diese Problematik wird international zunehmend erkannt und untersucht. Einige dieser Stoffe (Mikroverunreinigungen) sind als prioritäre Stoffe bzw. spezifische Schadstoffe gemäss WRRL definiert.

4.2.1.2. Drainagepumpwerke

Im Bereich der Moorböden (Torf) der tiefliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen der nördlichen Landeshälfte werden durch Drainagepumpwerke die Grundwasserstände reguliert. Dadurch wird das teils nährstoff- bzw. schadstoffbelastete Drainagewasser direkt in die Vorfluter geleitet. Über die darin enthaltenen Stofffrachten bestehen allerdings grosse Unsicherheiten.

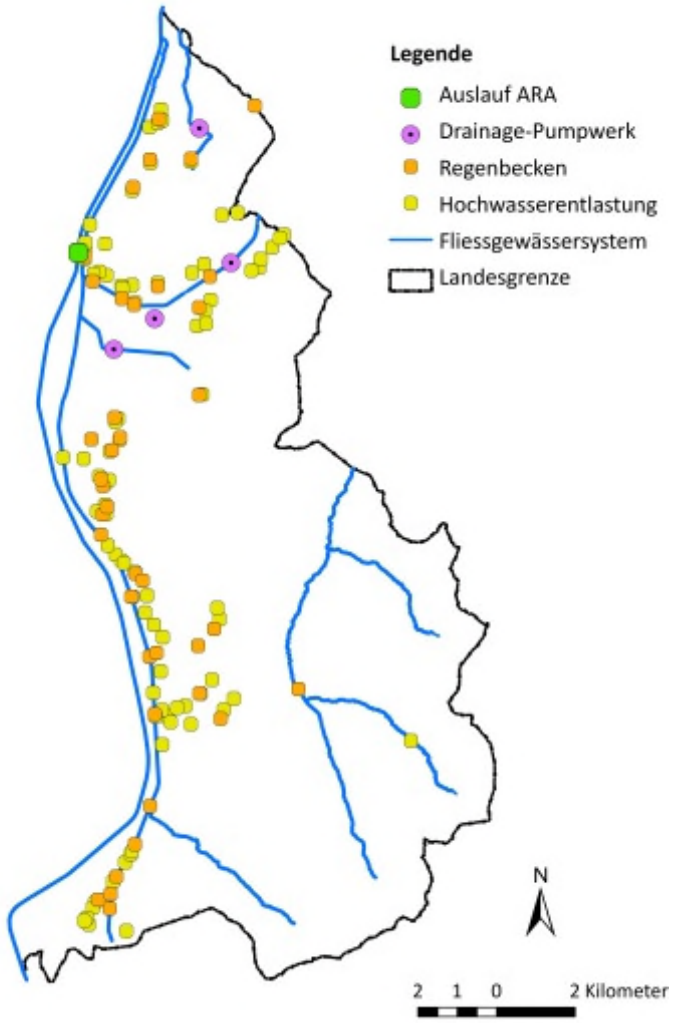
---

[14] CSB: der chemische Sauerstoffbedarf ist ein Mass für die im Wasser enthaltenen und unter bestimmten Bedingungen oxidierbaren Stoffe.

4.2.1.3. Regenbecken/Hochwasserentlastungen

Die Abwasserableitung aus den Siedlungs-, Industrie- und Gewerbegebieten ist grossteils nach dem System der Mischwasserkanalisation ausgebaut. Das Schmutzwasser wird mit dem Regenwasser in einem Kanal zur ARA Bendern abgeleitet. Da der Regenwasseranteil bei Starkregen ein Vielfaches der Schmutzwassermenge ausmacht, wird der Kanalabfluss über Regenüberläufe in die Vorfluter, also das Gewässersystem, entlastet. Das Strassenabwasser der stärker befahrenen Strassen (Landstrassen) wird dabei zu rund 90 % über die Mischwasserkanalisation in die ARA Bendern abgeleitet. Bei Starkregenereignissen wird der erste Teil des mit Regenwasser verdünnten Abwassers in Regenbecken gesammelt und zeitlich verzögert der ARA Bendern zugeführt. Entsprechende Regenbecken sind über das ganze Land verteilt. Darüber hinaus anfallendes Mischwasser wird mechanisch gereinigt und direkt in die Oberflächengewässer entlastet. Diese Entlastungen stellen temporäre punktuelle Belastungsquellen für den Vorfluter dar. Es wird geschätzt, dass die durch diese Entlastung in die Gewässer eingetragene Schmutzfracht ca. den Restfrachten der ARA in Bendern entspricht. Die Rückhaltekapazität wurde durch den Bau von zusätzlichen Regenbecken in den letzten Jahren erhöht. Zudem wird versucht, den Fremdwasseranteil in der Kanalisation durch Trennsysteme mit Versickerung von unverschmutztem Abwasser zu reduzieren. Unverschmutztes Regenwasser aus der Siedlungsentwässerung soll heute nach Möglichkeit vor Ort versickert werden.

Abb. 4.2: Übersicht wesentlicher Punktquellen (Drainagepumpwerke, ARA Bendern, Hochwasserentlastungen) und Rückhaltebauwerke (Regenbecken).



4.2.1.4. Belastungseinschätzung Punktquellen auf die einzelnen Wasserkörper

Die Einschätzung der zu erwartenden Stärke einer Einwirkung, die sich aus der Belastung ergeben, erfolgt auf der Basis der Bestandsaufnahme. Darin sind ersten Erkenntnisse aus den laufenden Überwachungsprogrammen *(siehe auch Kap. 5)* berücksichtigt. Eine wesentliche Unterscheidung betrifft dabei die stoffliche Belastung. Einzelne Stoffe dienen dabei unterstützend bei der Beurteilung des ökologischen Zustandes *(Kap. 2.6)* (spezifische Schadstoffe), andererseits dienen die prioritären und prioritär gefährlichen Stoffe bei der Beurteilung des chemischen Zustandes *(Kap. 2.7)*. Eine eindeutige Aufteilung der Belastungen in Punktquellen (z.B. Drainagepumpwerke) und diffuse Quellen kann erst nach einer Ursachenanalyse mit entsprechender Bestimmung der Frachten gemacht werden (siehe Massnahmen *Kapitel 10*).

Tab. 4.3: Belastungseinschätzung Punktquellen (+: Belastung vorhanden, (+): Belastung nicht abschätzbar, -: keine Belastung vorhanden bzw. zu erwarten) (UQN: Umweltqualitätsnorm).

Wasserkörper	Belastung/Einwirkung	Begründung	Abschätzung Belastung
Alpenrhein	Einleitung ARA Bendern / organische Belastung, Nährstoffe, spezifische Schadstoffe	Ablaufwerte ARA (Emission): Vorgaben werden eingehalten; Messstelle Fussach (Immission): starke Verdünnungseffekte	-
	Prioritäre Schadstoffe	Am Auslauf der ARA ist eine Erstuntersuchung erfolgt	(+)
Binnenkanal-Unterlauf	Regenüberlauf ARA, Regenüberläufe im Einzugsgebiet / organische Belastung, Nährstoffe, spezifische Schadstoffe	NO_2^--N > UQN für den guten Zustand *(Tab. 7.5)*	(+)
	Prioritäre Schadstoffe	Erstuntersuchung ist 2016 erfolgt	(+)
Binnenkanal-Oberlauf	Regenüberläufe im Einzugsgebiet / organische Belastung, Nährstoffe, spezifische Schadstoffe		(+)
	Prioritäre Schadstoffe	Beurteilung aufgrund der Untersuchung am Binnenkanal Unterlauf	(+)
Spiersbach	Drainagepumpwerk / Nährstoffe, spezifische Schadstoffe, Regenüberläufe im Einzugsgebiet	DOC > UQN für den guten Zustand *(Tab. 7.4)*	(+)
Esche	Drainagepumpwerke, Regenüberläufe im Einzugsgebiet / organische Belastung, Nährstoffe, spezifische Schadstoffe	DOC > UQN für den guten Zustand *(Tab. 7.4)*	(+)
Scheidgraben	Drainagepumpwerk, Regenüberläufe im Einzugsgebiet	DOC > UQN für den guten Zustand *(Tab. 7.4)*	(+)
	Wärmeabgabe Industrie	Geringer Anteil an der Wassermenge im Vorfluter, vernachlässigbare Temperaturerhöhung	-
Lawena	Keine		-
Valorsch	Keine		-
Samina	Keine		-
Valüna-Malbunbach	Regenüberläufe Siedlungsgebiet Malbun / Nährstoffe, spezifische Schadstoffe		-

4.2.2 Stoffliche Belastungen durch diffuse Quellen

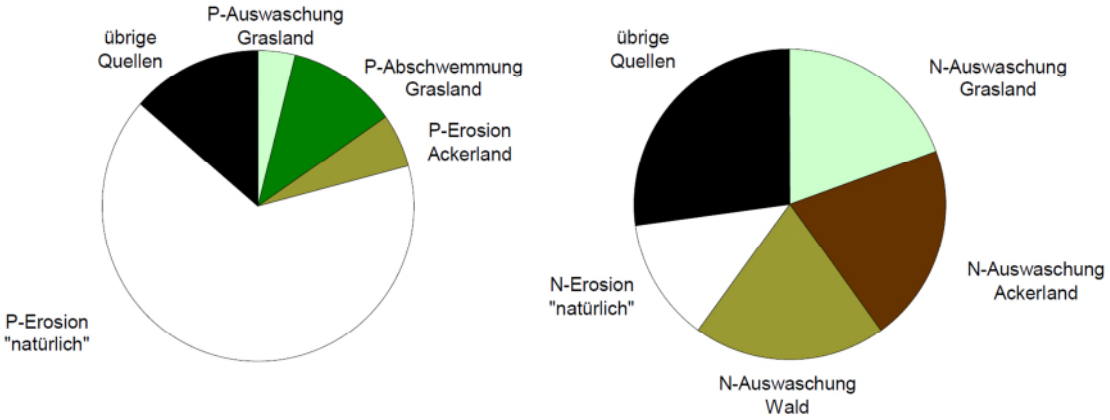
Wesentliche diffuse Quellen in Liechtenstein sind:

- Direkte oberflächliche Einträge in die Oberflächengewässer durch Abschwemmung und Bodenerosion
- Einträge durch Auswaschung und Einleitung über passive Drainageleitungen in die Gewässer

4.2.2.1. Einträge durch Abschwemmung und Auswaschung - Modell

Für die Teileinzugsgebiete des Bodensees wurde eine Abschätzung der P- und N-Verluste und ihrer Herkunft durchgeführt (INTERNATIONALE BODENSEEKONFERENZ 1999). Die Berechnung der Stofffrachten aus den verschiedenen Eintragspfaden (Abschwemmung, Erosion, Auswaschung, atmosphärische Deposition, landwirtschaftliche Direkteinträge) erfolgte mit Hilfe eines Stoffflussmodells aus den berechneten Wasserflüssen (Oberflächenabfluss, Sickerwasser, Drainageabfluss, Niederschlag auf Gewässer) und den entsprechenden nutzungs- und gebietsspezifischen Stoffkonzentrationen.

Abb. 4.3: Herkunft von Phosphor (links) und Stickstoff (rechts) im Fürstentum Liechtenstein (PRASUHN 1999, INTERNATIONALE BODENSEEKONFERENZ (1999).



Tab. 4.4: Stickstoff- und Phosphorfrachten für Liechtenstein gemäss IBK Studie (PRASUHN 1999, INTERNATIONALE BODENSEEKONFERENZ 1999).

Fürstentum Liechtenstein		**Phosphor**			**Stickstoff**		
		Gelöst	Partikulär	Gesamt	Gelöst	Partikulär	Gesamt
Natürliche Hintergrundlast	t	1.4	7.8	9.2	52	27	79
	%	36%	76%	65%	25%	79%	33%
Diffus anthropogene Belastung	t	2.5	2.4	4.9	156	7	163
	%	64%	24%	35%	75%	21%	67%
Gesamt	**t**	**3.9**	**10.2**	**14.1**	**208**	**34**	**242**

Beim gelösten Stickstoff dürfte die jährliche Fracht zwischen 150 und 200 Tonnen (N) pro Jahr liegen, beim gelösten Phosphor zwischen 2 und 4 Tonnen (P). Zum Vergleich beträgt die jährliche N-Abgabe der ARA Bendern rund 70 Tonnen.

Damit trägt Liechtenstein mit 2.5 % der Bevölkerung zu rund 1.5 % der Stickstoff- und zu 1 % der Phosphorbelastung im Einzugsgebiet des Alpenrheins/Bodensees bei (bezogen auf den Anteil gelöster Stoffe). Eine Abschätzung über die Immissionsmethode unter Berücksichtigung der Konzentrationen in den Oberflächengewässern ergaben eine ähnliche Grössenordnung (RENAT AG & AMT FÜR UMWELT 2015).

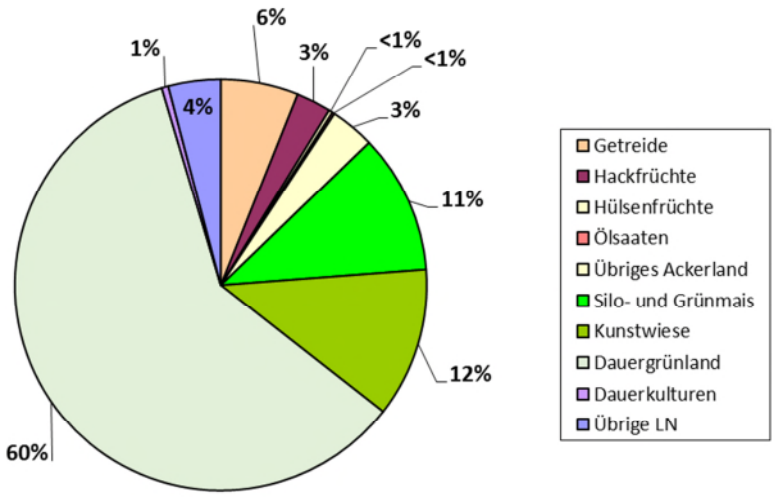
4.2.2.2. Einträge durch die Landwirtschaft

Eine der Hauptursachen für diffuse Nährstoffeinträge in die Gewässer ist die landwirtschaftliche Nutzung. Direkte Eintragungswege sind dabei die Düngung der landwirtschaftlichen Flächen. Indirekt beeinflusst die Landwirtschaft die Gewässer durch Veränderungen der Bodenverhältnisse zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutzung, z.B. durch das Absenken des Grundwasserspiegels im Rahmen von Meliorationen. Durch die Luftzufuhr können insbesondere aus den Moorböden organische Bestandteile abgebaut und ausgewaschen werden.

Liechtenstein weist mit 41.3 % einen hohen Waldflächenanteil auf. 33.2 % der Landesfläche werden landwirtschaftlich meist in Form von Naturwiesen und Alpweiden genutzt. Von den Naturwiesen werden rund ein Viertel extensiv, d.h. ohne Düngung, bewirtschaftet.

11.1 % der Landesfläche werden als Ackerland bewirtschaftet. Die Ackerfläche konzentriert sich ausschliesslich auf die Ebene des Alpenrheins. Hier werden zudem grössere Flächen mit Drainageleitungen entwässert. Entsprechend erhöht ist das Risiko diffuser Ausschwemmungen von Nährstoffen und Pestiziden direkt oder indirekt über die Drainageleitungen in die Oberflächengewässer.

Abb. 4.4: Zusammensetzung der landwirtschaftlichen Nutzfläche (ohne Sömmerung) (total 3‘567 ha) in Liechtenstein im Jahr 2013 (Landwirtschaftsstatistik 2013).



Um übermässige Nährstoffeinträge in die Gewässer zu vermeiden, bestehen im Rahmen der landwirtschaftlichen Gesetzgebung diverse Regelungen zum Düngereinsatz. Zahlreiche Gewässer im Talraum Liechtensteins sind durch extensiv genutzte, ungedüngte Wiesenstreifen gegen die intensivere Landnutzung abgepuffert. Die Rheintalebene weist zudem ein geringes Gefälle auf. Das Risiko oberflächlicher Abschwemmungen ist damit reduziert. Nährstoffausträge aus den Landwirtschaftsflächen erfolgen daher im Talraum primär indirekt über die Drainageleitungen. An den futterbaulich genutzten Hanglagen sind oberflächliche Abschwemmungen, z.B. von Hofdünger, vorhanden.

Einträge von Pflanzenschutzmittel sind flächig primär aus der Landwirtschaft durch Abdrift von Aerosolen bei der Anwendung oder durch Abschwemmung möglich. Der Haupteinsatz der Pflanzenschutzmittel erfolgt in der flachen Talebene des Rheins mit geringem oberflächlichem Abfluss. Liechtenstein weist mit 30.5 % zudem einen sehr hohen Anteil an biologisch bewirtschafteter landwirtschaftlicher Nutzfläche auf (Landwirtschaftsstatistik 2013). Damit ist die eingesetzte Menge an Pflanzenschutzmittel reduziert. Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln ist zudem im Fassungsbereich S_1 und in der engeren Schutzzone S_2 der Trinkwassergewinnungsanlagen verboten.

Die Vorgaben der Schweizer Gesetzgebung gelten in der Regel auch für die Liechtensteiner Landwirtschaftsbetriebe. Die Schweizerische Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) ist aufgrund des Zollvertrags auch in Liechtenstein anwendbar. Die Ausrichtung von Direktzahlungen setzt voraus, dass der betreffende Beitragsbezieher die Anforderungen des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) auf dem gesamten Betrieb erfüllt (=Direktzahlungsverordnung DZV). Über die Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV) und die Düngerverordnung (DÜV) ist Liechtenstein ebenfalls in das Schweizer System eingebunden.

4.2.2.3. Einträge aus der Siedlung und Infrastruktur

Pflanzenschutzmittel finden häufig auch auf Privatgrundstücken Anwendung. Mögliche Eintragswege sind aus den Siedlungsflächen (Vorplätze, Gärten) und von Infrastrukturanlagen (Bahnlinie, Strassen) zu erwarten. Diese können über die Siedlungsentwässerung direkt in die Vorfluter gelangen. Die dabei eingebrachten Mengen sind nicht bekannt.

Liechtenstein orientiert sich hier im Rahmen des Zollvertrages an den entsprechenden Vorgaben aus der Schweiz (Pflanzenschutzmittelverordnung, Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung). Der Einsatz von Herbiziden ist z.B. an Strassen, Wegen und Plätzen verboten (Gewässerschutzverordnung).

4.2.2.4. Belastungseinschätzung Diffuse Quellen auf die einzelnen Wasserkörper

Diffuse Belastungen einzelner Wasserkörper lassen sich über die nachgewiesenen Nähr- und Schadstoffkonzentrationen abschätzen. Erhöhte Werte deuten auf eine entsprechende Belastung hin. Eine eindeutige Aufteilung der Belastungen in Punktquellen (z.B. Drainagepumpwerke) und diffuse Quellen kann erst nach einer Ursachenanalyse mit entsprechender Bestimmung der Frachten gemacht werden (siehe Massnahmen *Kapitel 10*).

Tab. 4.5: Belastungseinschätzung diffuse Quellen (+: Belastung vorhanden, (+): Belastung nicht abschätzbar, -: keine Belastung vorhanden bzw. zu erwarten).

Wasserkörper	Belastung/Einwirkung	Begründung	Abschätzung Belastung
Alpenrhein			-
Binnenkanal-Unterlauf	Abschwemmung, Drainagen	NO_2^--N > UQN für den guten Zustand *(Tab. 7.5)*. Nachweis von Glyphosat *(Tab. 5.7)*	+
Binnenkanal-Oberlauf	Abschwemmung, Drainagen		(+)
Spiersbach	Abschwemmung, Drainagen	DOC > UQN für den guten Zustand *(Tab. 7.4)*	+

Esche	Abschwemmung, Drainagen	DOC > UQN für den guten Zustand *(Tab. 7.4)*	+
Scheidgraben	Abschwemmung, Drainagen	DOC > UQN für den guten Zustand *(Tab. 7.4)*	+
Lawena			-
Valorsch			-
Samina			-
Valüna-Malbunbach			-

4.2.3 Hydrologische Belastungen

Durch die Sohleintiefung des Alpenrheins als Folge der Kiesentnahmen und der Rheinkorrektion hat sich das Grundwasser abgesenkt. Dadurch sind verschiedene natürliche Gewässer der Rheintalebene trocken gefallen. Mittels Wasserdotationen werden diese teils zur Verbesserung der gewässerökologischen Situation wiederbewässert. Die wichtigsten künstlichen Dotationen sind die Einleitung von Sohlfiltrat aus dem Alpenrhein in den Binnenkanaloberlauf über die Balzner Giessen sowie die Bewässerung kleinerer Gräben aus dem Binnenkanal im Bereich des Mittel- und Unterlaufes (Alta Bach Balzers-Triesen, Vaduzer Giessen, Irkalesbach, Kleiner Kanal, Giessen Vaduz, Mölibach Ruggell, Irkalesbach u.a.). Ohne diese Massnahmen wären diese Gewässer durch den tiefen Grundwasserspiegel und die fehlende Infiltration zeitweise trocken. Zusätzliche Wasserverluste können durch Biber entstehen, welche die durch die niederen Grundwasserstände bereits problematische Niederwasserabflusssituation in unseren Gewässern zusätzlich verstärken. Durch den Aufstau von Wasser kann es zu einer verstärkten Versickerung ins Grundwasser kommen. Diese Situation ist insbesondere im Bereich der Balzner Giessen von Bedeutung.

Abb. 4.5: Fassung Sohlfiltrat für die Wiederbewässerung der trockengefallenen Balzner Giessen.

4.2.3.1. Wasserentnahmen Landwirtschaft

Wasserentnahmen für Brauchwasser aus Oberflächengewässern bestehen nur seitens der Landwirtschaft. Die Wasserentnahme für die Bewässerung erfolgt primär aus dem Binnenkanal, aus den vom Binnenkanal dotierten Gewässern sowie dem Zuleitungssystem im Bereich der Balzner Giessen. Vereinzelt wird auch aus anderen Gewässern des Talraums Wasser entnommen. Problematisch ist dies insbesondere bei geringen Wasserführungen in den Sommermonaten, wie das im Trockensommer 2018 sehr ausgeprägt der Fall war. Die Entnahmen stehen teils in Konkurrenz zu den fischökologischen Anforderungen. Wasserentnahmen sind bei Überschreiten des Schwellenwertes von 100 Litern pro Minute konzessionspflichtig (vgl. *Kap. 3.1.4*). Derzeit wird ein Konzept für die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen erstellt, das neben der Entnahme aus Oberflächengewässern, unter Rücksichtnahme auf die ökologischen Rahmenbedingungen, auch die Entnahme aus Grundwasserbrunnen und aus dem Trinkwassernetz prüft. Bis dahin hat die Wasserentnahme gemäss dem Merkblatt „Wasserentnahme aus Fliessgewässern“ zu erfolgen. Die zentralen Vorgaben des Merkblattes umfassen: Abflusstiefe mind. 20 cm, kein Einstauen, Verwendung eines korrekten Seihers. In Bezug auf ein langfristiges Bewässerungskonzept konnten die Grundlagenarbeiten im Herbst 2018 soweit abgeschlossen werden. Die Ergebnisse und ein Vorschlag zur künftigen Bewässerungspraxis wurden im Oktober und November 2018 den betroffenen Akteuren vorgestellt und gemeinsam diskutiert. Es ist vorgesehen das Bewässerungskonzept im 2019 abzuschliessen.

4.2.3.2. Wasserentnahmen Kraftwerke

In Liechtenstein erfolgen Wasserausleitungen aus dem Fliessgewässernetz zur Energiegewinnung an mehreren Standorten. Von besonderer Bedeutung ist die Überleitung von Wasser aus dem Saminatal in die Rheintalebene mit dem Zweck der Stromgewinnung. Unterhalb der Ausleitungsstelle bei Steg besteht an der Samina eine Restwasserstrecke. Ab der Einmündung der ersten grösseren Seitengewässer (Valorschbach) kann von einer wesentlich verbesserten hydrologischen Abflusssituation ausgegangen werden.

Mit dieser Ausleitung wird Wasser der subalpinen/alpinen Stufe (kalt, nährstoffarm) direkt in ein Gewässer der Tallagen überführt. Im Berggebiet ist im Steg ein Stausee vorhanden, der eine gezielte Spitzenstromproduktion erlaubt. Dies führt zu einem Schwall-Sunk-Ereignis sowie Temperaturschwankungen an der Rückgabestelle im Vaduzer Giessen und im anschliessenden Binnenkanal. Der Schwall/Sunk wirkt sich bis nach Ruggell aus. 2015 wurde das Kraftwerk zu einem Pumpspeicherwerk umgebaut. Durch ein Überlaufbauwerk in den Binnenkanal wird der Schwall-Sunk-Effekt auf den Vaduzer Giessen reduziert. Für das Schwall/Sunkverhältnis wurden im UVP zum Pumpspeicherkraftwerk (RA 2010/1620-8604) entsprechende Vorgaben gemacht (Verhältnis 1:3 am Binnenkanal, Vaduzer Giessen 1:5). Die negativen Effekte von kurzfristigen Pegelschwankungen auf die Tierwelt sind am Alpenrhein eine wesentliche Ursache für die schlechte ökologische Bewertung. Sie sind bedingt durch die zahlreichen Speicherkraftwerke im Einzugsgebiet und liegen nicht im Einflussbereich Liechtensteins. In der Schweiz sind gemäss Art. 83a des schweizerischen Gewässerschutzgesetzes die bestehenden schwallerzeugenden Wasserkraftwerke bis Ende 2030 nach den Vorgaben von Artikel 39a zu sanieren. Dies wird sich auch positiv auf die Situation am Alpenrhein auswirken.

Eine weitere grössere Wassernutzung befindet sich bei der Lawena, wo ein Höhenunterschied von fast 1‘000 m zur Stromgewinnung genutzt wird. Aufgrund der geringen Speichermöglichkeiten bei der Wasserfassung wird hier hauptsächlich Bandenergie erzeugt. Das Triebwasser mündet in ein Stillgewässer, welches die vorhandenen Temperaturunterschiede und Abflussschwankungen aus-

gleicht. Des Weiteren sind an kleineren Seitenbächen in Triesen und Vaduz sowie an verschiedenen Trinwasserfassungen Ableitungen zur Stromproduktion vorhanden *(Abb. 4.6)*.

Verbindliche Restwassermengen existieren seit der Neukonzessionierung im Jahre 2011 bei der Samina beim Pumpwerk Rietern (Steg), bei der Dotierung beim Stauwehr Steg und beim Malbunbach. Die Überwachung erfolgt durch eine permanente Messung. Die Daten werden dem Amt für Umwelt jährlich in einem Bericht zugestellt. Für die Wasserausleitung aus der Lawena gibt es eine Restwasservorschreibung für die Sommermonate.

Es gilt bei Massnahmen zu berücksichtigen, dass die Wasserkraft in Liechtenstein einen grossen Beitrag zur erneuerbaren Energieversorgung leistet und dadurch Stromimporte aus nicht erneuerbaren Energiequellen reduziert werden können.

Abb. 4.6: Wasserkraft- und Trinkwasserkraftwerke in Liechtenstein produzieren rund 18% des Strombedarfs in Liechtenstein (Quelle: Liechtensteinische Kraftwerke, www.lkw.li)

	Name	Typ	Ort	Mittlere Jahresproduktion [MWh/a]
①	Samina	Pumpspeicherkraftwerk	Vaduz	ca. 47‘000
②	Lawena	Wasserkraftwerk	Triesen	13‘300
③	Schlosswald	Trinkwasserkraftwerk	Vaduz	2‘280
④	Steia	Trinkwasserkraftwerk	Nendeln	180
⑤	Letzana	Wasserkraftwerk	Triesen	800
⑥	Mühleholz	Wasserkraftwerk	Vaduz	1‘600
⑦	Maree	Trinkwasserkraftwerk	Vaduz	100
⑧	Stieg	Trinkwasserkraftwerk	Vaduz	110
⑨	Wissa Stä	Trinkwasserkraftwerk	Planken	50
⑩	Wasserchöpfquellen	Trinkwasserkraftwerk	Malbun	50
⑪	Schaaner Quellen	Trinkwasserkraftwerk	Schaan	120
⑫	Meierhof	Trinkwasserkraftwerk	Triesen	20
⑬	Kopfquellen	Trinkwasserkraftwerk	Balzers	30

Abb. 4.7: Restwasserstrecken an Lawena und Samina (links) und Schwall-Sunk-Strecken (rechts) in Liechtenstein (Binnenkanal unterhalb der Einmündung des Vaduzer Giessens).

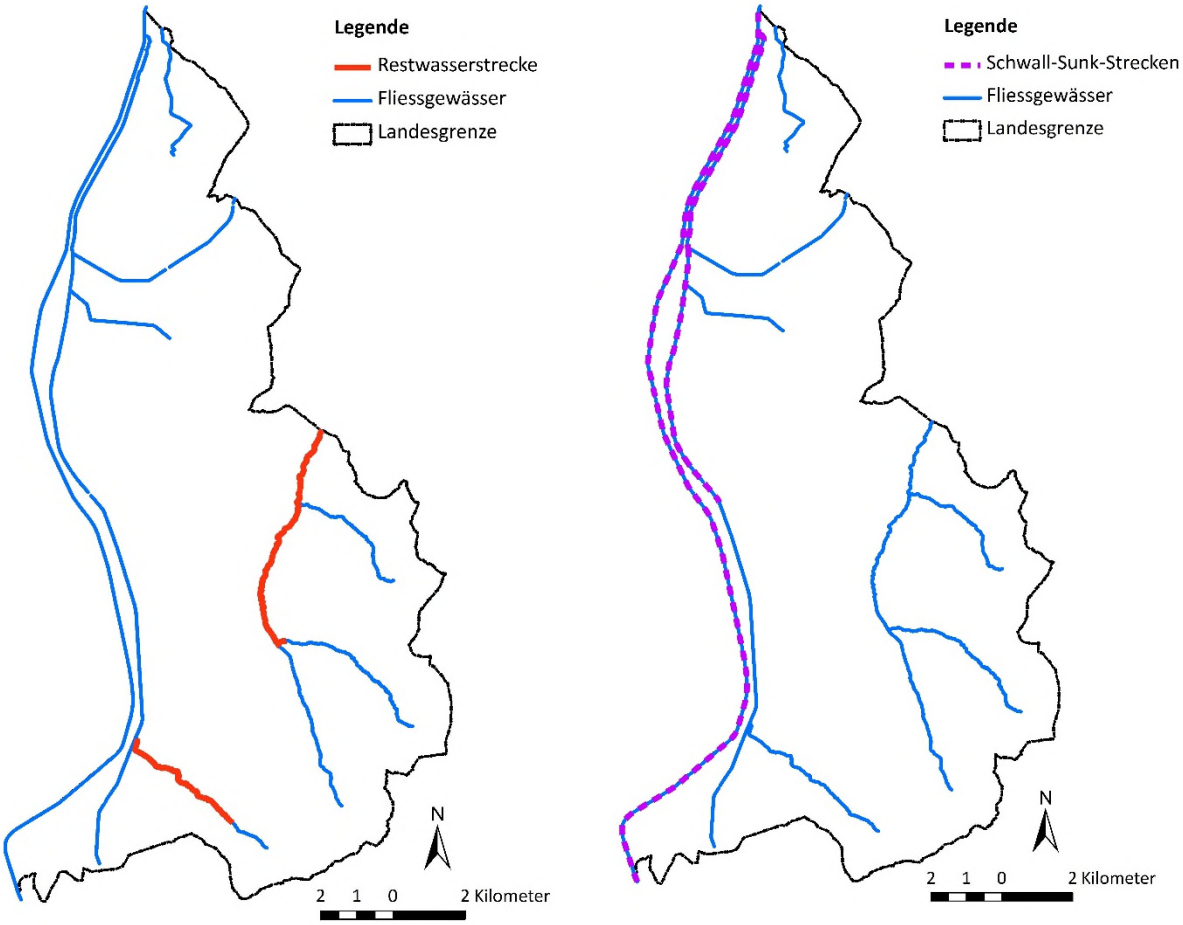


Abb. 4.8: Ausleitungsbauwerke an der Lawena (links) und der Samina (rechts)

4.2.3.3. Belastungseinschätzung Hydrologie

Tab. 4.6: Belastungseinschätzung Hydrologie (+: Belastung vorhanden, (+): Belastung nicht abschätzbar, -: keine Belastung vorhanden bzw. zu erwarten).

Wasserkörper	Belastung/Einwirkung	Begründung	Abschätzung Belastung
Alpenrhein	Kraftwerke CH / Schwall-Sunk	Quotient ca. 1:3 *	+
Binnenkanal-Unterlauf	Kraftwerk Samina / Schwall-Sunk	Regelmässige Wasserstands-schwankungen*	(+)
Binnenkanal-Oberlauf	Kraftwerk Samina / Schwall-Sunk	Regelmässige Wasserstands-schwankungen*	(+)
	Wasserentnahme Landwirtschaft im Ober-lauf, Versickerung in den Untergrund we-gen tiefem Grundwasserspiegel	Geringe Wassertiefen auf Teilabschnitten	(+)
Spiersbach	Keine Beeinflussung der Wasserführung		-
Esche	Keine Beeinflussung der Wasserführung		-
Scheidgraben	Keine Beeinflussung der Wasserführung		-
Lawena	Kraftwerk Lawena / Wasserentnahme, Restwasser	Im Sommer 50 l/s; im Winter keine Abgabe von Dotierwas-ser	(+)
Valorsch	Keine Beeinflussung der Wasserführung		-
Samina	Kraftwerk Samina / Wasserentnahme, Restwasser	Mögliches Risiko (Experten-einschätzung)	(+)
Valüna-Malbunbach	Keine Beeinflussung der Wasserführung		-

*) Schwellenwert von 1 : 1.5 gemäss neuer Gewässerschutzverordnung. Für das Schwall/Sunkverhältnis durch das Pumpkraftwerk Samina wurden entsprechende Vorgaben gemacht (Verhältnis 1:3 am Binnenkanal, 1:5 am Vaduzer Giessen). Eine Nachuntersuchung der ökologischen Auswirkungen des Pumpwerks Samina auf den Vaduzer Giessen kann erst nach 1-2 Jahren nach dem regulären Betrieb erfolgen, weshalb die Belastung derzeit nicht abschätzbar ist.

4.2.4 Morphologische Belastungen und Wanderhindernisse

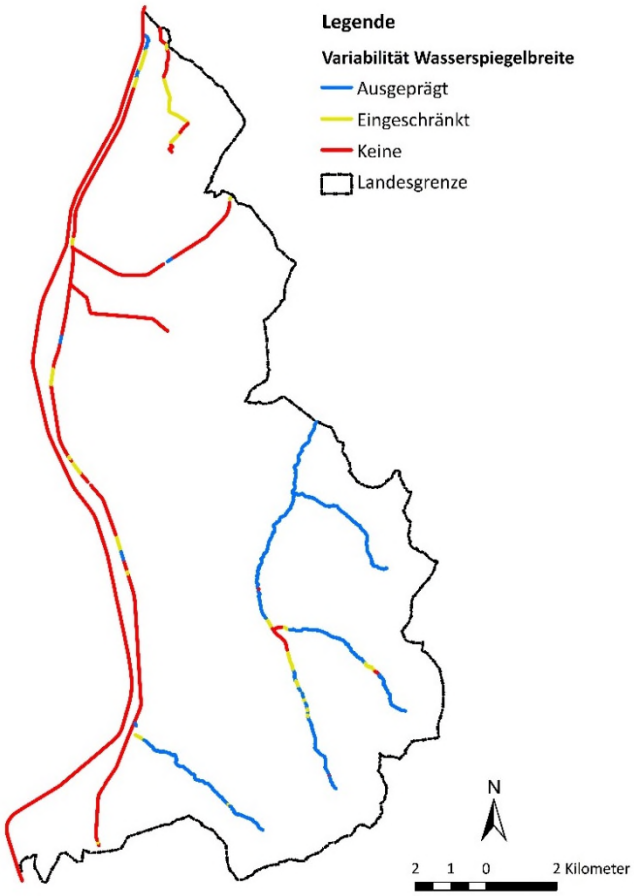
Im Rahmen einer flächendeckenden Kartierung wurden wesentliche ökomorphologische Parameter an den Fliessgewässern erhoben und eine Gesamtbeurteilung durchgeführt (RENAT 2006). Die Kartierung orientierte sich an der Methodik der Schweiz (BUWAL 1998). Diese wurde zwischenzeitlich aktualisiert und wird laufend nachgeführt.

Erfasste Kriterien waren die Breitenvariabilität des Wasserspiegels, der Uferbewuchs, die Verbauung von Böschungsfuss und Sohle sowie Absturzbauwerke und Durchlässe. Diese definieren den natürlichen Zustand des Gewässers hinsichtlich der morphologischen Ausgestaltung. Bei rund einem Viertel aller Fliessgewässer Liechtensteins ist der Böschungsfuss verbaut, der überwiegende Teil davon in den Tallagen. Der Anteil der Sohlverbauungen ist wesentlich kleiner. An den Hanglagen sind zahlrei-

che Abschnitte durch Absturzbauwerke gesichert. Dazwischen sind Sohle und Böschungsfuss weitgehend natürlich.

Ein guter Indikator ist die Variabilität der Wasserspiegelbreite. Natürliche Gewässer weisen eine erhöhte Breitenvariabilität auf, die nicht durch künstliche Bauwerke (Böschungsfusssicherung) eingeschränkt wurde.

Abb. 4.9: Variabilität der Wasserspiegelbreite an den betrachteten Wasserkörpern.



In den letzten Jahrzehnten wurden verschiedene Fliessgewässerabschnitte in Liechtenstein morphologisch aufgewertet und bestehende Verbauungen entfernt. Eine wesentliche Revitalisierung war die Verbesserung der Durchgängigkeit bei der Mündung des Binnenkanals in den Rhein im Jahr 2000. Drei weitere Aufwertungsstrecken am Binnenkanal aus den Jahren 2008 (Bofel Schaan), 2011 (Pfarrmäder Schaan) und 2015 (Zollstrasse Vaduz) verbessern kleinräumig die Situation. Daneben wurden an verschiedenen kleineren Gewässern Abschnitte aufgewertet und Wanderhindernisse entfernt. Die Durchgängigkeit der Oberflächenwasserkörper im Talraum ist für die Wasserfauna hergestellt. Teils schränken tiefe Wasserpegel im Winter die Wandermöglichkeiten der Fische ein. Biberdämme können je nach Situation Fischwanderhindernisse darstellen, dies insbesondere in unseren eingeengten Gewässern ohne strukturreiche, natürliche Morphologie. Dies kann für verschiedene Fischarten zu einer eingeschränkten Zugänglichkeit zu den Laichgewässern führen. Die Fischwanderung an der Samina ist im Unterlauf durch die Schluchtstrecke oberhalb von Frastanz nicht möglich. Am Rhein besteht mit der sohlstabilisierenden Schwelle bei Buchs ein beschränktes Wanderhindernis, das nur von schwimmstarken Fischarten überwunden werden kann (EBERSTALLER et al. 2014). Verschiedene fischökologische Untersuchungen haben aber gezeigt, dass auch schwimmschwächere Arten wie die

Wanderform des Felchens über diese Schwelle aufsteigen können und sich die Situation durch unterwasserseitige Sohlauflandung verbessert hat.

4.2.4.1. Belastungseinschätzung Morphologie und Durchgängigkeit

Tab. 4.7: Belastungseinschätzung Morphologie und Durchgängigkeit (+: Belastung vorhanden, (+): Belastung nicht abschätzbar, -: keine Belastung vorhanden bzw. zu erwarten).

Wasserkörper	Belastung/Einwirkung	Begründung	Abschätzung Belastung	
		Ökomorphologie	Morphologie	Durchgängigkeit
Alpenrhein	Begradigung, Verbauung Böschungsfuss	Stark beeinträchtigt (100 %)	+	-
	Sohlschwelle Buchs	Passierbar für schwimmstarke Fische		(+)
Binnenkanal-Unterlauf	Durchgehende Verbauung Böschungsfuss (Ausnahme des Mündungsbereiches)	Stark beeinträchtigt (>80 %)	+	-
Binnenkanal-Oberlauf	Durchgehende Verbauung Böschungsfuss (Ausnahme Revitalisierungen Bofel, Pfarrmeder, Vaduz)	Stark beeinträchtigt (>95 %)	+	-
Spiersbach	Begradigung, Verbauung Böschungsfuss	Stark beeinträchtigt (>90 %)	+	-
Esche	Begradigung, Verbauung Böschungsfuss, teils Sohlverbauung (Ausnahme Revitalisierungsstrecke)	Stark beeinträchtigt bis naturfremd (>90 %)	+	-
Scheidgraben	Begradigung, Verbauung Böschungsfuss, teils Sohlverbauung,	Stark beeinträchtigt bis naturfremd (>80 %)	+	-
Lawena	Kleinere Schutzbauten	Weitgehend natürlich bis wenig beeinträchtigt (>95 %)	-	-
Valorsch	Natürlich,	Weitgehend natürlich (>95 %)	-	-
Samina	Natürlich, kleinere Schutzbauten oberhalb der Wasserfassung sowie Stauseen im Steg	Weitgehend natürlich bis wenig beeinträchtigt (>90 %)	-	
	Stauwehr, Stauseen Steg, natürlich, Absturzbauwerk Falleck (auf Grenze zu Vorarlberg)	Nicht passierbar, aber kein natürlicher Fischlebensraum (oberhalb Frastanz in Vorarlberg)		-
Valüna-Malbunbach	Natürlich, Schutzbauten im Bereich der Siedlungen	Natürlich bis wenig beeinträchtigt (>95 %)	-	-

4.2.5 Sonstige Belastungen

4.2.5.1. Neobiota

Durch den fehlenden Schiffsverkehr sind die möglichen Eintragungswege für Neobiota reduziert. Einwanderungsroute ist der Alpenrhein, der aufgrund von Wassertemperatur und Strömung nur wenigen Arten den Aufstieg aus dem Bodensee erlaubt. Eine grössere Gefahr besteht durch die direkte Aussetzung, z.B. von Aquarientieren und -pflanzen. Wirbellose Neozoen haben sich noch kaum etabliert. Folgende Neobiota sind in den Gewässern nachgewiesen:

- Regenbogenforelle (aus früherem Besatz und natürlicher Verlaichung, diese wird heute nicht mehr besetzt) (Alpenrhein und Binnenkanal)
- Goldfisch (Carassius auratus) (Esche)
- Giebel (Carassius gibelio) (Esche)
- Kanadische Wasserpest (Elodea canadensis) (kleinere Gräben vor allem im nördlichen Talraum)
- Neuseeländische Deckelschnecke (Potamopyrgus antipodarum), Amerikanische Blasenschnecke (Physella heterostropha)

Optisch auffallend sind diverse Neophytenarten im Uferbereich (Drüsiges Springkraut, Japanischer Staudenknöterich, Amerikanische Goldrutenarten)

Die Neobiota haben Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft in den Gewässern und an den Gewässerufern. Sie sind in allen Wasserkörpern des Talraumes anzutreffen. Hier ist eine entsprechende Belastung vorhanden (Alpenrhein, Binnenkanal, Spiersbach, Esche, Scheidgraben). Quellen: Fische (BOHL et al. 2014), Pflanzen (WALDBURGER 2003), Mollusken (STAUB & BAUMANN 2010)

4.2.5.2. Altlasten

Altlasten sind belastete Standorte, die zu schädlichen Einwirkungen auf die Umwelt führen oder bei denen die konkrete Gefahr dazu besteht. Altlasten müssen saniert werden. Dazu wird derzeit ein Kataster der belasteten Standorte erarbeitet. Im Nahbereich des Rheines sind alte Deponien vorhanden. Die sich daraus ergebende mögliche Belastung ist derzeit nicht abschätzbar.

4.2.5.3. Freizeitnutzungen

Durch die Freizeitnutzung wird höchstens lokal die Flora und Fauna im Uferbereich und im Gewässer nachteilig beeinflusst. Betroffen sind in Liechtenstein vor allem die Brutvögel auf den Kiesinseln im Alpenrhein. Auch der Unterlauf des Binnenkanals wird häufig für Freizeitaktivitäten genutzt (Sportfischen etc.).

4.3. Grundwasser – Belastungen und Einwirkungen

4.3.1 Chemischer Zustand

Die stofflichen Belastungen von Grundwasserkörpern werden in diffuse und punktuelle Belastungen unterteilt. Bekannte potenzielle Punktquellen wie Altlastenstandorte, Deponien etc. werden durch Messstellen beobachtet. Bei den diffusen stofflichen Belastungen stehen Nährstoff- und Pestizideinträge in der Landwirtschaft im Vordergrund.

Beim Pumpwerk Oberau Ruggell können teilweise Spuren von anthropogen verursachten Stoffen in geringer Konzentration festgestellt werden. Im Rahmen des Überwachungsprogramms wird an diesem Standort die Entwicklung dieser Schadstoffe überwacht (siehe Kap. 6.2).

Sowohl das Quellwasser des voralpinen Berggebietes, wie auch das Grundwasser im Wasserkörper der Rheinebene sind weitgehend frei von anthropogenen Beeinträchtigungen und erfüllen die an Trinkwasser gestellten Anforderungen.

Die biologische Wasserbeschaffenheit im Grundwasserkörper der Rheinebene ist aus hygienischer Sicht meist einwandfrei. Die langjährigen Erhebungen in den Liechtensteiner Pumpwerken geben zu keinen Beanstandungen Anlass.

Die chemische Beschaffenheit des Grundwassers im Grundwasserleiter der Rheinschotter wird massgeblich durch dessen Herkunft bestimmt. Vor allem die Wechselwirkungen des Rheins mit dem Grundwasser sind dabei von Bedeutung. Aus den Grundlagenerhebungen der EAWAG in den Jahren ab 1965 und den langjährigen Erhebungen in den Liechtensteiner Grundwasserpumpwerken ist die allgemeine chemische Wasserbeschaffenheit gut bekannt. Projektbezogene Einzeluntersuchungen ergänzen diese Datenbasis.

Im direkten Einflussbereich des Rheins ist das Grundwasser mit einer Gesamthärte zwischen 15 und 25°fH als mittelhart zu taxieren und weist einen mittleren Magnesiumgehalt auf (Calcium/Magnesium-Massenverhältnis 4.5 – 6 mg/mg). Die Karbonathärte liegt zwischen 9 und 18°fH, der Sulfatgehalt schwankt zwischen 15 und 45 mg/l. Die Chlorid- und Nitratgehalte sind gering (Chlorid < 5 mg/l, Nitrat < 10 mg/l). Die Nitratwerte aller Kontrollstellen liegen damit weit unter dem Grenzwert von 40 mg/l. Im Allgemeinen weist das Grundwasser eine hohe Sauerstoffsättigung auf (50 % – 70 %), reduzierte Stoffe wie Ammonium, Nitrit oder gelöste Eisen- und Manganverbindungen sind nicht vorhanden. Die Sauerstoffsättigung im Pumpwerk Unterau, Schaan und im Pumpwerk Oberau, Ruggell weisen jedoch eine tiefere Sauerstoffsättigung als 50 % auf. Eisen- und Manganverbindungen wurden zwar nicht gemessen, in Ruggell sind jedoch im Netz und im Reservoir Eisen- und Manganablagerungen festgestellt worden.

Tab. 4.8: Belastungseinschätzung chemischer Zustand (+: Belastung vorhanden, (+): Belastung nicht abschätzbar, -: keine Belastung vorhanden bzw. zu erwarten).

Wasserkörper	Belastung/Einwirkung	Begründung	Abschätzung Belastung
Rheinebene	Punktquellen	Aufgrund bisher erfasster Parameter ist keine Belastung erkennbar	-
	Diffuse Einträge		-
Voralpines Berggebiet	Punktquellen		-
	Diffuse Einträge		-

4.3.2 Mengenmässiger Zustand

4.3.2.1. Voralpines Berggebiet

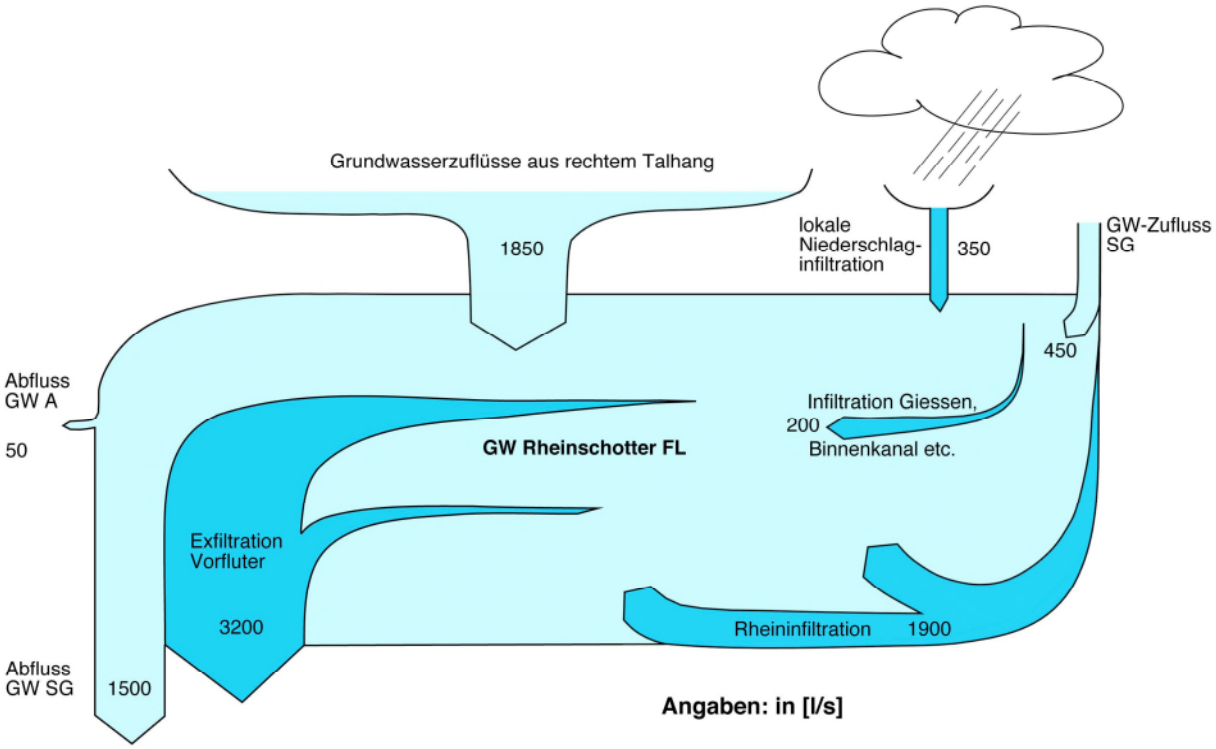
Die derzeitige Nutzung des Grundwassers erfolgt ausschliesslich über Quellfassungen, d.h. über die Nutzung von natürlichen, gravitativen Wasseraustritten. Nutzungen über Tiefenbohrungen mit Pumpbetrieb sind keine bekannt.

Rund 70 – 80 % des natürlich aus den Wasserkörpern austretenden Quellwassers werden gefasst und für die öffentliche Wasserversorgung genutzt. Der grösste Teil der wirtschaftlich nutzbaren Quellvorkommen sind bereits genutzt. Eine Übernutzung ist durch die natürlichen Gegebenheiten (natürlicher Abfluss) nicht möglich und bisher auch nicht zu erkennen.

4.3.2.2. Grundwasserkörper des Rheintals

Das Grundwasser unter der Liechtensteiner Talebene stammt aus der Neubildung durch diffuse Versickerung von Niederschlagswasser, aus Zuflüssen aus zuströmseitig benachbarten Grundwasservorkommen und aus der Infiltration von Oberflächengewässern. Der Abfluss erfolgt durch die Exfiltration in den Vorfluter (Binnenkanal, Rhein) sowie unterirdisch in die Schweiz (Kanton St. Gallen) und in geringem Ausmass nach Vorarlberg (Österreich)

Abb. 4.10: Schematische Darstellung der Grundwasserbilanz in den Rheinschottern (Dr. Bernasconi AG, 2016)



Auf Strecken wo der Rhein nicht stark infiltriert und generell abseits des direkten Einflussgebiets des Rheins wird die Wasserbeschaffenheit von den Verhältnissen entlang des Fliesspfades des Grundwassers wesentlich beeinflusst. Tendenziell nimmt die Mineralisation des Grundwassers durch Lösungsprozesse im Grundwasserleiter zu. In den Randzonen wird die Durchströmung des Grundwasserleiters verlangsamt und der chemische Austausch zwischen Wasser und Gestein wird aufgrund der geringeren Durchlässigkeit oder dem Vorhandensein von feinkörnigerem Rüfeschuttmaterial oder von Hinterwasserablagerungen weiter begünstigt.

Über dieses grenzüberschreitende Grundwasservorkommen besteht ein numerisches Grundwassersimulationsmodell, welches im Auftrag der Internationalen Regierungskommission (IRKA) erstellt wurde. Gemäss den Ergebnissen, die auch dem Amt für Umwelt des Fürstentums Liechtenstein zur Verfügung stehen, ist mit der durchschnittlichen Entnahme von rund 130 l/s keine Übernutzung des Grundwasservorkommens zu erkennen.

Tab. 4.9: Belastungseinschätzung mengenmässiger Zustand (+: Belastung vorhanden, (+): Belastung nicht abschätzba , -: keine Belastung vorhanden bzw. zu erwarten).

Wasserkörper	Belastung/Einwirkung	Begründung	Abschätzung Belastung
Rheinebene	Wasserentnahme Pumpwerke	Aufgrund der Neubildungsmengen und Grundwasserflüsse ist keine Übernutzung vorhanden	-
Voralpines Berggebiet	Wasserentnahme Quellfassungen	Die Nutzung natürlicher gravitativer Wasseraustritte verhindert eine Übernutzung des Grundwassers	-

5. Überwachungsprogramm Oberflächengewässer

5.1. Bestehende Überwachungsprogramme in Liechtenstein

Liechtenstein besitzt eine lange Tradition in der biologischen Fliessgewässerüberwachung. Die Koordination der Fliessgewässerüberwachung obliegt dem Amt für Umwelt. In den vergangenen Jahren sind nachfolgende Aufnahmen erfolgt:

- **Regelmässige Abfischungen im Liechtensteiner Fliessgewässernetz liefern eine gute Übersicht über die aktuelle Fischfauna und deren Entwicklung.** Eine flächendeckende Darstellung der Fischfauna in Liechtenstein geben der Fisch- und Krebsatlas von 2001 (BOHL et al. 2001) und seine Aktualisierung 2014 (BOHL et al. 2014).
- **Makrozoobenthosaufnahmen erfolgten im Rahmen einer allgemeinen Fliessgewässerüberwachung** sowie von Erfolgskontrollen seit 1970 (STAUB & AMANN 2010). **Im Jahr 2008 wurden standardisierte Aufnahmen des Makrozoobenthos an 33 Aufnahmestellen** durchgeführt (RENAT AG & LIMNEX AG 2009), die 2011 an einer reduzierten Anzahl von Aufnahmestellen wiederholt wurden (RENAT AG & LIMNEX 2012). Diese Aufnahmen bildeten eine **Grundlage für die Entwicklung des vorliegenden Überwachungsprogramms für Liechtenstein.** Die Aufnahmen werden seit 2014 mit dem Vorarlberger Umweltinstitut abgestimmt durchgeführt. Die Methodik der Zustandsbewertung ist entsprechend gleich.
- **Aufnahme der Makrophyten an ausgewählte Fliessgewässern im Alpenrheintal** (RENAT AG & LIMNEX AG 2009).
- **Standardisierte chemische Wasseranalysen seit Anfang der 90iger Jahre, einzelne Messstellen seit 1970**. Das Messstellennetz und die untersuchten Parameter (Ammonium, Nitrit, Nitrat, Gesamtphosphor, Orthophosphat, gelöster organischer Kohlenstoff) wurden dabei sukzessive durch das Amt für Umwelt erweitert.
- Eine **hydrologische Dauerüberwachung erfolgt am Hauptgewässer, dem Liechtensteiner Binnenkanal an der Messstelle Ruggell** und weiteren Messstellen in Schaan und Triesen, sowie am Alpenrhein ober- und unterhalb der Liechtensteiner Strecke durch die Schweiz (Pegel Bad Ragaz und Pegel Oberriet, Diepoldsau). Die Sohlfiltratfassung für die Balzner Giessen wird ebenfalls mengenmässig überwacht.
- Eine erste **landesweite Darstellung der Ökomorphologie** wurde 2006 abgeschlossen (RENAT 2006). Diese wird laufend aktualisiert (siehe *Abb. 4.9)*.

Das Überwachungsprogramm orientierte sich früher methodisch am Modul-Stufen-Konzept der Schweiz. Dies betrifft insbesondere die ökomorphologischen Aufnahmen mit einer vierstufigen Skala. Bei neueren Modulen gemäss schweizerischem Konzept (z.B. Makrozoobenthos, Fische) wurde bereits eine 5-stufige Skala analog zur WRRL verwendet. Neu berücksichtigt das Überwachungsprogramm Liechtensteins die Vorgaben aus der WRRL. Das Überwachungsprogramm orientiert sich neu an den methodischen Ansätzen aus Österreich *(Kap. 5.3).* Damit wird die methodische Kompatibilität der Überwachung mit den Ländern der EU und der WRRL sichergestellt und eine grenzüberschreitende Betrachtung in der Region Bodensee/Alpenrhein möglich.

Die Entwicklung eines eigenen Systems ist aufgrund der Grösse Liechtensteins und aufgrund der fehlenden natürlichen Referenzzustände zu aufwändig. Entsprechend wurde darauf verzichtet.

5.2. Überwachungsprogramme im Rahmen der WRRL

Die WRRL bringt neue Anforderungen an die Gewässerüberwachung. Der **Artikel 8 der WRRL (bzw. Art. 41k des Liechtensteiner Gewässerschutzgesetzes) verlangt das Aufstellen von Programmen für die Überwachung der Gewässer (Oberflächengewässer, Grundwasser und Schutzgebiete)**. Diese sollen einen zusammenhängenden und umfassenden Überblick über den Zustand der Gewässer ermöglichen. Es ist auch das **von der WRRL vorgesehene Kontrollinstrument, um die Erfüllung der vorgegebenen Ziele (guter ökologischer Zustand, gutes ökologisches Potenzial) zu überprüfen.**

Das vorliegende Überwachungsprogramm definiert die Inhalte der nach WRRL verlangten Überwachung. Die Zuständigkeit für die Überwachung der Messstellen liegt beim Amt für Umwelt. Die in der WRRL definierte überblicksweise Überwachung bezieht sich auf die einzelnen Wasserkörper oder Wasserkörpergruppen und **soll einen Überblick über den Zustand und die langfristige Entwicklung des Wasserkörpers geben.** Die WRRL unterscheidet zudem zwei weitere Überwachungsarten:

- **operative Überwachung** (z.B. Erfolgskontrolle von Revitalisierungen)
- **Überwachungen zu Ermittlungszwecken** (z.B. bei punktuellen Belastungen)

Die **überblicksweise Überwachung** soll langfristige Veränderungen aufgrund natürlicher Gegebenheiten oder menschlicher Tätigkeiten aufzeigen. Sie wird an einer ausreichenden Zahl von Oberflächenwasserkörpern durchgeführt, um eine Bewertung des Gesamtzustandes der Oberflächengewässer in jedem Einzugsgebiet oder Teileinzugsgebiet der Flussgebietseinheit zu gewährleisten. Überwacht werden biologische, hydromorphologische, allgemein physikalisch-chemische Qualitätskomponenten sowie die Schadstoffe bzw. prioritären Schadstoffe.

Die **operative Überwachung** wird mit dem Ziel durchgeführt, den Zustand der Wasserkörper zu bestimmen, bei denen festgestellt wird, dass sie die für sie geltenden Umweltziele möglicherweise nicht erreichen und um alle auf die Massnahmenprogramme zurückgehenden Veränderungen am Zustand derartiger Wasserkörper zu bewerten. Das Programm kann während der Geltungsdauer des Bewirtschaftungsplans für das Einzugsgebiet geändert werden, um insbesondere eine geringere Überwachungsfrequenz festzulegen, falls festgestellt wird, dass es sich um eine nicht signifikante Auswirkung handelt oder die relevante Belastung aufgehört hat. Je nach stofflicher oder hydromorphologischer Belastung des Wasserkörpers sind jene biologischen Qualitätselemente zu überwachen, die für die Ermittlung der Belastungen die höchste Aussagekraft haben. Die operative Überwachung hat bei Grenzgewässern im Hinblick auf bilaterale Verpflichtungen jene Zeiträume, Frequenzen und Parameter zu umfassen, die durch die Grenzgewässerkommissionen festgelegt wurden.

Mit der **Überwachung zu Ermittlungszwecken** kann flexibel auf Ereignisse oder Zielverfehlungen am Gewässer reagiert werden. Sie wird bei Bedarf eingesetzt, um z.B. die Auswirkungen von Verschmutzungsereignissen festzustellen oder um die möglichen Ursachen bei einer Zielverfehlung zu ermitteln.

Da Liechtenstein kein grösseres stehendes Gewässer über 50 ha aufweist, ist nur die Überwachung der Fliessgewässer sowie des Grundwassers notwendig.

5.3. Methodik

Aufgrund der Grösse Liechtensteins ist es wenig zielführend, eigene Erfassungs- und Auswertungsmethoden zu entwickeln. **Für Liechtenstein als Teil des Bearbeitungsgebietes Rhein macht es zudem Sinn, sich methodisch an den Nachbarländern, insbesondere Österreich, zu orientieren, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen.** Gleichzeitig steht so ein grösserer Vergleichsraum für die Dateninterpretation zur Verfügung. Die von den Nachbarstaaten übernommenen Methoden wurden aber, sofern erforderlich, an die Liechtensteiner Verhältnisse angepasst.

In Liechtenstein werden die österreichischen Erfassungsmethoden angewendet. Diese sind für die einzelnen Qualitätskomponenten detailliert beschrieben in: HAUNSCHMID et al. (2010) (Fische), OFENBÖCK et al. (2010) (Makrozoobenthos), PFISTER & PIP (2010) (Phytobenthos) und PALL & MAYERHOFER (2010) (Maktophyten). Eine Übersicht gibt *Tabelle 5.1*. Die Aufnahmen der einzelnen Qualitätskomponenten erfolgen teils koordiniert mit dem Nachbarland Vorarlberg. Teils wurden ergänzende Auswertungen gemäss dem Modul-Stufenkonzept der Schweiz durchgeführt (BUWAL 1998).

Es bestehen internationale Bemühungen zur Koordinierung der Überblicksüberwachungsprogramme in der internationalen Flussgebietseinheit Rhein mit Beteiligung aller Anrainerstaaten und unter Mitwirkung Liechtensteins (IKSR 2007). Am Rhein finden durch die Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA) auch gemeinsame und koordinierte Erfassungen verschiedenster Parameter (z.B. Fischfauna, Benthos) statt.

Tab. 5.1: Erfassungsmethodik der Biologischen Qualitätskomponenten in Liechtenstein.

	Indikatoreigenschaften	**Probenentnahme (Methode)**	**Erhobene Parameter**
Fische	Aufgrund der differenzierten Lebensraumansprüche ein guter Zeiger für den ökologischen Zustand (insb. Hydromorphologische Belastungen wie Restwasser, Kontinuumsunterbrechungen, morphologische Veränderungen).	Elektrobefischung mittels Watbefischung in mehreren Durchgängen auf einem mindestens 100 m langen Abschnitt.	- Artzusammensetzung - Abundanzen - Biomasse - Altersstruktur
Makrozoobenthos	Guter Zeiger für stoffliche Belastungen teils auch für Auswirkungen verschiedener Stressoren wie Degradation der Gewässermorphologie, Restwasser oder Staustrecken.	Zweistufiges System mit unterschiedlicher Auflösung. Grundlage ist ein Multihabitatsampling[15] im Gewässer	*Erweiterte Screening-Methode:* - Arten (mittlere Bestimmungstiefe) - Häufigkeiten - (Biomassse) *Detaillierte MZB-Methode:* - Arten (exakte taxonomische Bestimmung) - Häufigkeiten
Phyto-benthos	Guter Zeiger für stoffliche Belastungen (v.a. Nährstoffe). Teils lassen sich Eingriffe in das hydrologische Regime (Restwasser) nachweisen.	Aufnahme benthischer Algengemeinschaften von natürlichen Substraten auf einem mindestens 20 m langen Fliessgewässerabschnitt.	- Arten - Häufigkeiten

[15] Die verschiedenen Substrate werden proportional zu ihrem Vorkommen an der Aufnahmestelle beprobt

	Indikatoreigenschaften	Probenentnahme (Methode)	Erhobene Parameter
Makrophyten (Armleuchteralgen, Moose, Gefässpflanzen)	Zeiger für stoffliche Belastungen (Trophieindikatoren), für Eingriffe in das Abflussregime (z.B. Einstau), für strukturelle Veränderungen und die Gewässer-Umland-Verzahnung (z.B. Verbauungsgrad).	Erfassung der Makrophytenvegetation auf mindestens 100 m langen Abschnitten	- Arten - Mengenschätzung (Quantifizierung)

Referenzwerke: Fische: SCHAGER & PETER (2004), HAUNSCHMID et al. (2010); Makrozoobenthos: OFENBÖCK et al. (2010), STUCKI (2010), RENAT & LIMNEX (2008); Phytobenthos: PFISTER & PIPP (2010); Makrophyten: PALL & MAYERHOFER (2010)

Die Zustandsbewertung der biologischen Qualitätselemente erfolgt in Zukunft nach dem österreichischen Bewertungssystem und die Erhebung nach den dazu veröffentlichten Leitfäden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente. Die Bewertung orientiert sich an den Referenzzuständen von Vorarlberg. Die Fischuntersuchungen werden nach dem in Österreich entwickelten Fisch Index Austria (FIA) (HAUNSCHMID et al. 2006) bewertet und in der Fischdatenbank Austria beim Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde in Scharfling am Mondsee verwaltet. Die Methode und Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten erfolgt in Anlehnung an die in Österreich in der Qualitätszielverordnung „Ökologie Oberflächengewässer“ festgehaltenen Vorgehensweise. Somit ist gesichert, dass die Bewertungen mit Österreich vergleichbar sind und nach den Standards und Qualitätsanforderungen der WRRL durchgeführt werden.

5.3.1 Frequenzen

Seitens der WRRL sind klare Frequenzen für die Überblicksüberwachung der einzelnen Parameter vorgegeben. In begründeten Fällen kann jedoch davon abgewichen werden.

Tab. 5.2: Frequenzen der Überblicksüberwachung gemäss Vorgaben der WRRL (Anhang V).

Inhalte	Frequenzen
Biologisch: Aquatische Flora (Phytobenthos), Makroinvertebraten und Fische	alle 3 Jahre
Hydromorphologie: Kontinuität und Morphologie	alle 6 Jahre
Hydrologie	kontinuierlich
Physikalisch-chemisch	alle drei Monate
Prioritäre Stoffe	1x pro Monat im ersten Untersuchungsjahr

Während der Geltungsdauer des Bewirtschaftungsplanes werden die Schadstoffe der Liste prioritärer Stoffe, die in das Einzugsgebiet oder in das Teileinzugsgebiet eingeleitet werden, für einen Zeitraum von einem Jahr überblicksweise überwacht (WRRL, Anhang V, Abs 1.3.1). Kommt es für einen Schadstoff der prioritären Liste an der untersten Überblicksmessstelle zu einer Überschreitung, so ist der Schadstoff an allen weiteren im unmittelbaren Einzugsgebiet befindlichen Überblicksmessstellen zu erfassen.

5.4. Überwachung biologische Qualitätskomponenten

5.4.1 Sieben Überwachungsstandorte in Liechtenstein

Auf der Basis der Ersterfassung 2008 und wiederkehrenden Untersuchungen konnten ein Überblicks-Überwachungs**standort am Binnenkanal sowie 5 Standorte für die operative Überwachung** *(Tab. 5.3)* definiert werden. Diese bilden das Grundgerüst für die Gewässerüberwachung in Liechtenstein und die Basis für das Überwachungsprogramm gemäss den Vorgaben der WRRL.

Zusätzlich besteht ein Überblicks-Überwachungs**standort am Alpenrhein in Bangs.** Die Messstelle befindet sich direkt unterhalb von Liechtenstein auf österreichischem Gebiet und deckt den gesamten Einfluss der Liechtensteiner Talgewässer auf den Alpenrhein ab. Die Messstelle Bangs ist bereits heute Bestandteil bestehender Überwachungsprogramme. Diese Aufnahmen werden auch weiterhin im Rahmen der IKSR bzw. der IRKA mit den anderen Rheinanliegerstaaten koordiniert durchgeführt. Eine weitere relevante Überblicksmessstelle auch für chemische Parameter, die auch die Liechtensteiner Gewässer einschliesst, liegt am Rhein bei Fussach (Ö). Diese wird von Österreich betreut.

Die Überblicksüberwachung wird jeweils landesintern selektiv (operativ) durch weitere Aufnahmestellen ergänzt. Die Erfassung konzentriert sich dabei auf die wesentlichen Qualitätskomponenten mit der höchsten Aussagekraft (i.d.R. Makrozoobenthos, Fischfauna, teils Phytobenthos). **Auf eine regelmässige Erfassung der Makrophyten wird aufgrund der geringen Aussagekraft an den fünf Überwachungsstellen verzichtet**.

Die Aufnahmestellen am **Spiersbach** und **Binnenkanal** liegen im Bereich der Siedlungstätigkeit der Talebene. Beide Gewässer sind auf weiten Strecken stark ökomorphologisch beeinträchtigt. Die Aufnahmestellen wurden bezüglich der ökomorphologischen und hydrologischen Rahmenbedingungen repräsentativ ausgewählt (keine Revitalisierungsabschnitte).

Die **Esche** hat ein Einzugsgebiet mit besonderen Bodeneigenschaften (hoher Anteil ehemaliger Moorböden, intensive landwirtschaftliche Nutzung) sowie einem vorgelagerten stehenden Gewässer (Egelsee). Daraus resultieren spezielle chemische Rahmenbedingungen mit entsprechenden Auswirkungen auf den trophischen und saprobiellen Grundzustand und die biologischen Qualitätskomponenten.

Das Einzugsgebiet der **Samina** liegt über 900 m ü.M.. Die Restwasserstrecke ist weitgehend naturnah und ökomorphologisch wenig bis gar nicht beeinträchtigt. Die Fischfauna ist mit der einzig vorkommenden und aus Besatz stammenden Bachforelle stark eingeschränkt. Hier kommt ein reduziertes Programm mit einem Schwerpunkt beim Makrozoobenthos zur Anwendung. Angesichts der Seehöhe und des Gefälles wird auf eine fischökologische Bewertung verzichtet.

Die Aufnahmen an den Grenzgewässern erfolgen koordiniert mit Vorarlberg und die Ergebnisse werden ausgetauscht. Die Methodik bei der Bewertung des Makrozoobenthos und Phytobenthos sind ident. Dadurch erhöhen sich die Interpretationsmöglichkeiten an diesen grenzüberschreitenden Gewässern:

- Bei der **Samina** liegt eine Vorarlberger Landesmessstelle oberhalb der oberen Wasserfassung der E-Werke Frastanz und erfasst somit das gesamte Einzugsgebiet der Samina und ergänzt die Aufnahme im Gebiet Steg-Rietern. Zwischen Landesgrenze und Vorarlberger Aufnahmestelle sind nur kleinere Zuflüsse vorhanden. Damit bietet die Stelle oberhalb Frastanz auch einen summarischen Überblick über die Situation im Liechtensteiner Berggebiet.

– Beim **Spiersbach** liegt eine Vorarlberger Landesmessstelle im Mündungsbereich zum Alpenrhein und berücksichtigt so die Wasserüberleitung über den Parallelgraben aus dem Binnenkanalsystem. Sie stellt eine gute Vergleichsbasis zur Messstelle in Liechtenstein ohne Binnenkanalwassereinfluss dar.

Tab. 5.3: Überwachungsstandorte in Liechtenstein - Biologie. Angegeben ist der Bearbeitungszyklus in Jahren. MZB = Makrozoobenthos, Phy.-Bent = Phytobenthos, Mak.-Phy = Makrophyten).

Typ	Standort/Wasserkörper	Begründung	MZB	Fische	Phy.-Bent	Mak.-Phy
Überblick	**Alpenrhein**	Teilanstoss Liechtensteins auf rund 25 km an den Alpenrhein	Koordination im Rahmen der Intern. Kommission zum Schutz des Rheins[1]			
Überblick	**Binnenkanal Unterlauf**	Erfassung des gesammelten Zuflusses der rheintalseitigen Hang- und Talgewässer in den Rhein (Einzugsgebiet ca. 96 km^2)	**3**	**3**	**3**	**-**
Operativ	**Binnenkanal Oberlauf**	Sammelgewässer der rheintalseitigen Hanglagen ohne Einfluss Riedgebiete (Einzugsgebiet ca. 50 km^2)	**6**	**6**	**6**	**-**
Operativ	**Unterlauf Esche**	Sammelgewässer der Riedgebiete zwischen Bendern und Mauren (Einzugsgebiet ca. 10 km^2)	**6**	**6**	**6**	**-**
Operativ	**Spiersbach**	Rund 11 km^2 grosses Teileinzugsgebiet mit direkter Entwässerung ins benachbarte Vorarlberg	**6**	**6**	**6**	**-**
Operativ	**Scheidgraben**	Sammelgewässer der Riedgebiete nördlich von Schaan mit einem Einzugsgebiet von rund 15.5 km^2	**6**	**6**	**6**	**-**
Operativ	**Samina** unterhalb Ausleitung Rietern	Überwachung des inneren Berggebietes mit reduziertem Aufnahmeprogramm (Teileinzugsgebiet von rund 24 km^2)	**6**	**-**	**6**	**-**

[1] Am Alpenrhein erfolgte zuletzt 2015 eine Benthosaufnahme im Basismonitoring Ökologie an den Messstellen in Bangs sowie bei Triesen (Rey et al. 2011).

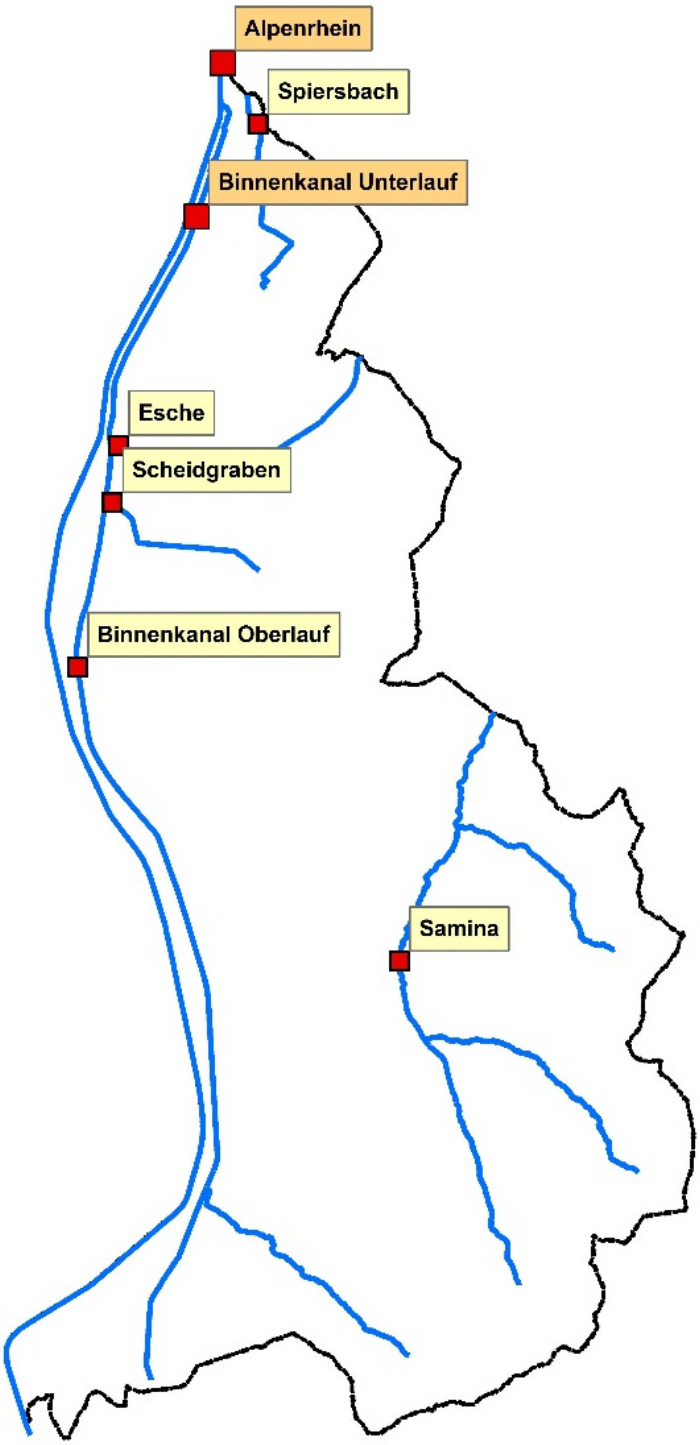


Abb. 5.1: Überwachungsstandorte Biologie in Liechtenstein mit den Überblicksmessstellen am Binnenkanal und Alpenrhein.

5.5. Überwachung der hydromorphologischen Qualitätskomponenten

5.5.1 Hydrologie (Wasserhaushalt)

Eine dauernde kontinuierliche Wasserabflussmessung befindet sich am Binnenkanal in Ruggell. Diese besteht seit 1974 und ist in das Messprogramm der hydrometrischen Stationen der Fliessgewässer der Schweiz integriert (BAFU 2013). Die hydrologische Überwachung an der Dauermessstation in Ruggell wird im bisherigen Ausmass und mit den bestehenden Parametern weitergeführt. Damit sind 96 km^2 oder 60 % des Liechtensteiner Staatsgebietes abgedeckt. Weitere 24 km^2 (Valünabach, Malbunbach) werden mit Ausnahme der Restwassermenge im Steg und des Überwassers aus Hochwasserereignissen ebenfalls in den Rheintalraum übergeleitet.

Zusätzliche Abflussmessstationen bestehen am Binnenkanal in Triesen und Schaan (total 3) und beim Alpenrhein bei Triesen und Gamprin (total 3). Diese werden seit 2013 durch das Amt für Bevölkerungsschutz erhoben und dienen primär der Hochwasserüberwachung. Die Wassereinleitung aus dem Alpenrhein (Sohlfiltratfassung Äule Häg Balzers) wird ebenfalls mengen- und temperaturmässig überwacht.

5.5.2 Ökomorphologie

Die Ökomorphologie ist für alle permanent wasserführenden Fliessgewässer Liechtensteins erfasst (RENAT 2006) und wird laufend aktualisiert und z.B. nach Revitalisierungen nachgeführt. Die Erfassungsmethodik orientiert sich dabei an den bisherigen Aufnahmen und damit am Modul-Stufen-Konzept der Schweiz (BUWAL 1998).

5.5.3 Durchgängigkeit

In der Talebene Liechtensteins wurden die Wanderhindernisse für Fische entfernt bzw. die Durchgängigkeit im System hergestellt. Eine Ausnahme bildet die für schwimmschwache Fische nur eingeschränkt passierbare Sohlschwelle am Alpenrhein bei der Brücke Buchs.

An den Hanglagen sind natürliche sowie künstliche Wanderhindernisse (Schwellen, Auslaufbauwerke bei Kiessammlern) vorhanden.

Abb. 5.2: Fischpassierbare Anbindung Liechtensteiner Binnenkanal an den Alpenrhein. Ausgangslage im Jahr 1980 (links) und nach der Renaturierung der Mündung im Jahr 2000 (rechts).

5.6. Erfassung chemische und physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

5.6.1 Überwachungsstellen

Die hydrometrische Station in Ruggell erfasst und überwacht kontinuierlich *pH, Leitfähigkeit, Temperatur* und *Sauerstoffsättigung* mittels Messsonden.

Chemische Analysen von Wasserproben werden in einem dreimonatigen Zyklus an verschiedenen Aufnahmestellen durchgeführt. Die Entnahme erfolgt in Form von Stichproben. Einzig bei der Station Binnenkanal Ruggell werden 12 Wochensammelproben genommen. Diese Messstelle ist auch Teil der nationalen Daueruntersuchung der schweizerischen Fliessgewässer (NADUF, http://www.hydrodaten.admin.ch/de/2410.html). Die Probenahme der Messstelle Bangs am Alpenrhein erfolgt ebenfalls jeden Monat. Die Überwachung erfolgt an den gleichen Stellen wie die biologische Überwachung. Diese Stellen werden bereits seit längerer Zeit regelmässig beprobt.

Tab. 5.4: Überwachungsstellen physikalisch-chemische Komponenten (Lage siehe Abb. 5.1)

Typ	Wasserkörper	Ort	Methodik	Beprobung seit
Überblick	**Alpenrhein**	Bangs (A)	1x/Monat	2008
Überblick	**Binnenkanal Unterlauf**	NADUF-Messstation, Ruggell	12 Wochensammelproben	1989
Operativ	**Binnenkanal Oberlauf**	Schaan Umspannbauwerk	Probenentnahme vierteljährlich	2017
Operativ	**Spiersbach**	bei Brücke Landesgrenze, Ruggell	Probenentnahme vierteljährlich	2005
Operativ	**Esche**	vor Mündung in Binnenkanal, Bendern	Probenentnahme vierteljährlich	1988
Operativ	**Scheidgraben**	vor Mündung in Binnenkanal, Gamprin	Probenentnahme vierteljährlich	1994
Operativ	**Samina** unterhalb Ausleitung Rietern	bei Pumpwerk Rietern, Steg	Probenentnahme vierteljährlich	2003

Die Bewertung des chemisch-physikalischen Zustands erfolgt ab 2017 in Anlehnung an die in Österreich in der Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer festgehaltenen Vorgehensweise und orientiert sich an den Referenzbedingen. Bis 2016 erfolgte die Bewertung nach dem Modul Stufen Konzept Stufe F (BUWAL 1998).

5.6.2 Physikalische und chemische Grundparameter

Mit den Aufnahmen sollen Aussagen möglich sein zu wichtigen Unterstützungskomponenten bei der Beurteilung des ökologischen Zustandes *(Kap. 2.6).* Hierzu gehören insbesondere Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt, Versauerungszustand und Nährstoffverhältnisse. Das bisherige Erfassungsprogramm wurde ab 2017 neu organisiert (Messstellen und Aufnahmeparameter). Die Parameter werden in Anlehnung an Österreichische Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV BGBl. II Nr. 465/2010) sowie das Grundmessprogramm der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR 2015a) ergänzt *(Tab. 5.6).*

Tab. 5.5: Bisheriges Erfassungsprogramm und Neuorganisation ab 2017.

	Bisheriges Erfassungsprogramm bis 2016	**Ab 2017**
Temperatur	X	X
Gelöster Sauerstoff/Sauerstoffsättigung		X
Biochemischer Sauerstoffbedarf nach 5 Tagen		X
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	X	X
Leitfähigkeit	X	X
Chlorid	X	X
Orthophosphat	X	X
Gesamt-Phosphor filtriert	X	X
Sulfat		X
Nitrat-N	X	X
pH-Wert	X	X
Schadstoffe		
Nitrit-N	X	X
Ammonium-N	X	X

5.6.3 Flussgebietsspezifische Schadstoffe

Neben Ammonium und Nitrit (Tab. 5.5) werden weitere flussgebietsspezifische Schadstoffe mit möglicher Relevanz für Liechtenstein untersucht. Grundlagen für die Auswahl bildeten bisherige Untersuchungen im Auslauf der ARA Bendern, im Binnenkanal, eine Literaturrecherche (SPERANDIO unveröff.) sowie die Rheinstoffliste (IKSR 2014). Weitere Stoffe ergaben sich auch aus einer Studie in Österreich, die die flussgebietsspezifischen Schadstoffe gemäss Tab. 2.18 in Kläranlagenausläufen in Österreich untersuchte (UMWELTBUNDESAMT 2009b), bzw. aus Nachweisen im Rhein bei Fussach. Weiters wurden Ergebnisse aus einem Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser berücksichtigt (GÖTZ 2013). Diese Liste wird laufend an neue Erkenntnisse angepasst. Bei der Einschätzung der Relevanz wurden folgende Aspekte berücksichtigt: Zulassung, Verkaufszahlen, Verwendung der Stoffe in Liechtenstein, Ergebnisse von Untersuchungen an der ARA Bendern bzw. am Binnenkanal Unterlauf (NADUF-Massstelle). Basierend auf diesen Aspekten erfolgte eine entsprechende Experteneinschätzung.

Tab. 5.6: Flussgebietsspezifische Schadstoffe. Quellen: Beobachtungsliste gemäss Durchführungsbeschluss 2015/495. Relevanz FL: X mögliche Relevanz für Liechtenstein, (X) geringe Relevanz (SPERANDIO unveröff.), Pestizidstudie Umweltbundesamt Österreich (UBA 2015), Binnenkanaluntersuchung (GÖTZ et al. 2003), Untersuchung Auslauf ARA Bendern (GÖTZ: 2013, Amt für Umwelt und Energie St. Gallen: 2016a, BÖHLER: 2016b), Hauptmessstelle Binnenkanal NADUF (BÖHLER: 2016b), Legende: n.n.: nicht nachweisbar

Name	Stofftyp	Beobachtungsliste	Relevanz FL	Nachweise ARA Bendern (Auslauf)	Hauptmessstelle Binnenkanal NADUF
Arzneimittel					
Clarithromycin	Antibiotikum	X	(X)	2013, 2016b	n.n. (2016b)
Azithromycin	Antibiotikum	X		2016b	n.n. (2016b)
Erythromycin	Antibiotikum	X		n.n. (2016b)	n.n. (2016b)
Diclofenac	Entzündungshemmer	X	(X)	2013, 2016a	n.n. (2016b)
Irbesartan	Bluthochdruckmittel			2016a	
17-alpha-Ethinylöstradiol (EE2)	Empfängnisverhütung, Hormonbehandlung	X		n.n. (2016b)	n.n. (2016b)
17-beta-Östradiol (E2), Östron (E1)		X		n.n. (2016b)	n.n. (2016b)
Weitere Chemikalien					
2,6-Ditert-butyl-4-methylphenol	Antioxidans, E321	X		n.n. (2016b)	n.n. (2016b)
2-Ethylhexyl-4-methoxycinnamat	UV-Filter	X		n.n. (2016b)	n.n. (2016b)
AOX	Gruppenparameter				
Benzothiazol	Additiv			2016a	
Bisphenol-A	Weichmacher				
Dibutylzinnverbindungen					
EDTA	Komplexbildner				
Fluorid			(X)	2013	
LAS (Lineare Alkylbenzolsulfonate)	Tenside				
Nitrilotriessigsäure	Komplexbildner				

Name	Stofftyp	Be-obach-tungs-liste	Rele-vanz FL	Nachweise ARA Bendern (Auslauf)	Hauptmessstelle Bin-nenkanal NADUF
Xylole	Aromatischer Kohlen-wasserstoff				
Stickstoffverbindungen					
Ammonium-N					Siehe *Tab. 7.5*
Nitrit					Siehe *Tab. 7.5*
Gelöste Metalle und Halbmetalle					
Aluminium					
Antimon	Halbmetall				
Arsen	Halbmetall				
Chrom[16]					
Kupfer[16]					
Zink[16]					
Pflanzenschutzmittel					
2,4-D	Herbizid			2016a	
AMPA	Abbauprodukt Gly-phosat				Nachweis im Binnen-kanal (UBA 2015)
Carbendazim	Fungizid		X	2013, 2016a	
DEET (Diethyltoluamid)			(X)	2016a	
Diazinon	Insektizid, Akarizid			2016a	Nachweis Binnenka-naluntersuchung 2003, n.n. (UBA 2015)
Glyphosat	Herbizid		X	2016a	Nachweis im Binnen-kanal (UBA 2015)
Iprovalicarb	Fungizid		(X)	n.n. (2016a)	
Linuron	Herbizid		X	2016a	n.n. (UBA 2015)
Mancozeb	Fungizid		X		
MCPA	Herbizid			2016a	
Mecoprop/Mecoprop-P	Herbizid		X	2016a	Nachweis Binnenka-naluntersuchung 2003
Methiocarb	Insektizid, Akarizid	X		n.n. (2016a)	n.n. (UBA 2015)
Methoxyfenozid	Insektizid		(X)	n.n. (2016a)	
Oxadiazon	Herbizid	X	-		
Prochloraz	Fungizid		X		
Propiconazol	Fungizid			2016a	
Prothioconazol	Fungizid			2016a	
Spiroxamin	Fungizid		X		
Tebuconazol	Fungizid			2016a	
Terbuthylazin	Herbizid			2016a	
Triallat	Herbizid	X	-		
Triclopyr	Herbizid			2016a	
Triclosan	Mikrobizid			2016a	

[16] Bei diesen Metallen bestehen Qualitätsziele in der aktuellen Gewässerschutzverordnung

Name	Stofftyp	Beobachtungsliste	Relevanz FL	Nachweise ARA Bendern (Auslauf)	Hauptmessstelle Binnenkanal NADUF
Neonicotinoide: Thiacloprid, Clothianidin	Insektizide	X		n.n. (2016a)	n.n. (UBA 2015)
Imidacloprid		X		2016a	n.n. (UBA 2015)
Thiamethoxam, Acetamiprid		X		n.n. (2016a)	

Pestizidstudie Umweltbundesamt Österreich 2015: nicht nachweisbar im Binnenkanal waren zudem folgende Pestizide und Pestizidmetaboliten: Beta-Cyfluthrin, Captan, Chlorthalonil, Clothianidin, Deltamethrin, Dimoxystrobin, Esfenvalerat, Famoxadon, Fenpropimorph, Fipronil, Flufenacet, Folpet, Foramsulfuron, Glufosinat, Imidacloprid, Lambda-Cyhalothrin, Methiocarb, Metosulam, Nicosulfuron, Penoxsulam, Pethoxamid, Pinoxaden, Tefluthrin, Tembotrion, Thiacloprid.

Tab. 5.7: Zuordnung der betrachteten Mikroverunreinigungen zu den relevanten diffusen Quellen und den Haupteintragspfaden (aus Braun et al. 2015)

Quelle	Landwirtschaft	Siedlung		Verkehr		Belastete Standorte	Aktivitäten im und am Wasser	diverse
Eintragspfad	Oberflächenabfluss Drainagen Spraydrift Abfluss versiegelte Flächen	Mischwasserentlastungen	Regenwasserkanäle	Strassenabwasser	Gleisabwasser	Sickerwasser	direkt	Direkte atmosphärische Deposition
Haushaltschemikalien		X						X
Schwermetalle	X	X	X	X	X	X	X	X
Biozidwirkstoffe	X	X	X				X	X
Pflanzenschutzmittel	X	X	X	X	X	X		X
Natürliche Toxine	X							X
Humanarzneimittel		X						
Tierarzneimittel	X	X						
Hormonaktive Substanzen	X	X						
UV-Filter, Nonylphenol, Bisphenol A		X				X	X	
Benzotriazol (Korrosionsschutzmittel)		X						
PAK		X	X	X	X	X	X	X
MTBE (Benzinzusatzstoff)		X	X	X			X	X

5.7. Erfassung prioritäre Stoffe – Chemischer Zustand

Bei den **prioritären und prioritär gefährlichen Stoffen** erfolgt aus Gründen der Kosteneffizienz nur eine Überwachung, wenn diese im Einzugsgebiet eingeleitet werden oder Nachweise im Auslauf der ARA Bendern, im Liechtensteiner Binnenkanal oder im Alpenrhein erfolgt sind.

Als Grundlage für die Ersterfassung wurde im Winter 2014/2015 eine Literaturrecherche zu Mikroverunreinigungen durchgeführt. Dabei wurde die Relevanz der Stoffe einerseits aufgrund von der Anwendung in Liechtenstein, einer älteren Erfassung im Binnenkanal, der ARA Bendern und der Verwendung bzw. Nachweise in der benachbarten Schweiz berücksichtigt (Sperandio unveröff.).

Durch die Teilnahme an einer Analyse von Pestiziden durch das Österreichische Umweltbundesamt wurden Wochensammelproben vom Liechtensteiner Binnenkanal zwischen April und Oktober 2015 untersucht (UBA 2015).

Andererseits kann die Relevanz für Liechtenstein auch durch den fehlenden Nachweis der prioritären Stoffe bei der österreichischen Überblicksmessstelle am Alpenrhein bei Fussach beurteilt werden. Die Messstelle am Alpenrhein bei Fussach in Vorarlberg gibt somit Hinweise, welche Stoffe auszuschliessen sind. Für den Rhein wurden zudem durch die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins Stofflisten erarbeitet (IKSR 2015a).

In einer neuen Messkampagne im Herbst 2016 wurden einerseits der Binnenkanal und andererseits der Auslauf der Kläranlage in Bendern untersucht (Lage der Messstellen siehe *Kap 6.2*):

- In der Kläranlage Bendern besteht ein Schwerpunkt bei Mikroverunreinigungen, die in Abwässern zu erwarten sind (z.B. Arzneimittelwirkstoffe, Pflanzenschutzmittel). Die Kläranlage leitet sämtliche gereinigte Abwässer von Liechtenstein in den Alpenrhein.
- Im Binnenkanal sind durch das Fehlen einer Kläranlageneinleitung keine massgeblichen Konzentrationen an Stoffen zu erwarten, die in der Kanalisation vorkommen dürften. Andererseits sind Stoffe aus diffusen Einträgen und aus der Landwirtschaft dort zu erwarten.

Anstelle der Untersuchung von Biota (z.B. Fische, Krebse) wurden Sedimentuntersuchungen durchgeführt, um herauszufinden, ob diese Stoffe überhaupt in diesem Substrat nachweisbar sind. Für die Nachweise in Biota wird auf das Fischuntersuchungsprogramm 2015 (GZÜV-Untersuchung) und die Untersuchungsergebnisse an der Messstelle Fussach am Alpenrhein in Vorarlberg verwiesen (UMWELTBUNDESAMT ÖSTERREICH 2015).

Tab. 5.8: Überwachungsstellen Chemie – prioritäre Stoffe (Lage der Messstellen *Kap 6.2*):

	Wasserkörper	Ort	Frequenz
Überblick	**Alpenrhein (A)**	Fussach	Gemäss österreichischem Programm
Überblick	**Binnenkanal Unterlauf**	Ruggell (Hydrometrische Messstation BAFU, NADUF)	1-jährige Erstuntersuchung, dann nach Bedarf
Operativ	**ARA Bendern**	Auslauf ARA Bendern in den Alpenrhein	Erstuntersuchung, dann nach Bedarf
Operativ	**Binnenkanal Oberlauf**	Erfassung nach Bedarf	
Operativ	**Spiersbach**		
Operativ	**Esche**		
Operativ	**Scheidgraben**		
Operativ	**Samina** unterhalb Ausleitung Rietern		

Tab. 5.9: Prioritäre Schadstoffe gemäss WRRL Anhang X (Quellen: Rheinstoffliste 2014, Literaturrecherche Mikroverunreinigungen, Sperandio unveröff.)
Legende:
- UBA 2015: Umweltbundesamt Österreich 2015: Prüfbericht Umweltbundesamt Binnenkanal Ruggell
- Auslauf ARA Bendern & Hauptmessstelle Binnenkanal Götz: 2013, Amt für Umwelt und Energie St. Gallen: 2016a, Böhler: 2016b
- Rheinstoffliste 2014: P: Aufnahme in Prüfliste, -: keine Aufnahme, + Aufnahme in Rheinstoffliste
- Relevanz FL: B Anreicherung in Biota, X mögliche Relevanz für Liechtenstein, (X) geringe Relevanz, - eher nicht relevant (Sperandio unveröff.)
- Typ: P – Pestizid, S – Schwermetall, PAK – Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, CL – Chlorierte Lösungsmittel, CZ – Chlorierte Zwischenprodukte, D – Dioxine, F – Flammschutzmittel, I – Industriechemikalien.

Typ	Stoff	Prioritär gefährlich	Rhein-stoffliste 2014	Nachweise ARA Bendern	Relevanz FL	Hauptmessstelle Binnenkanal
P	Aclonifen		P	n.n. (2016a)	-	
P	Alachlor		-	n.n. (2016a)	-	
PAK	Anthracen	X	-	n.n. (2016b), Nachweis Sediment 2016b	(X)	n.n. (2016)
P	Atrazin		-	n.n. (2016a)	-	Binnenkanal 2003
I	Benzol	X	-	n.n. (2016b)	(X)	n.n. (2016b)
P	Bifenox		P		-	n.n. (2015)
S	Blei- und Verbindungen		+	n.n. (2016b), Nachweis Sediment 2016b	B	n.n. (2016b)
F	Bromierte Diphenylether	X	+		B	
F	C10-13-Chloralkane	X	P	n.n. (2016b)	-	n.n. (2016b)
S	Cadmium und Verbindungen	X	+	n.n. (2016b)	B	n.n. (2016b)
P	Chlorfenvinphos		-		-	
P	Chlorpyrifos		-		(X)	n.n. (2013, 2015)
P	Cybutryn		P	n.n. (2016a)	-	n.n. (2013)
P	Cypermethrin		P		(X)	n.n. (2013, 2015)
P	Dichlorvos		P		-	
CL	1,2-Dichlorethan			n.n. (2016b)	(X)	n.n. (2016b)
CL	Dichlormethan		-	n.n. (2016b)	(X)	n.n. (2016b)
P	Dicofol	X	P		-	
I	Bis (2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	X	-		-	
D	Dioxin + dl-Polychlorierte Biphenyle (PCB)	X	P		(X)	
P	Diuron		-	ARA Bendern 2013, 2016a	X	n.n. (2016b), 2016a
P	Endosulfan / alpha-Endosulfan	X	-		-	n.n. (2016b)
P	Heptachlor / Heptachlorepo-xid	X	P		-	

Typ	Stoff	Prioritär gefährlich	Rhein-stoffliste 2014	Nachweise ARA Bendern	Relevanz FL	Hauptmessstelle Binnenkanal
P	Hexachlorxyclohexan	X	-	n.n. (2016b)	-	n.n. (2016b)
F	Hexabromcyclododecane (HBCDD)	X	P		-	
CZ	Hexachlorbenzol	X			-	
CZ	Hexachlorbutadien	X	-		-	
P	Lindan		-			
P	Isoproturon		+	n.n. (2016b)	X	n.n. (2016b)
PAK	Naphthalin		-	n.n. (2016b), Nachweis Sediment 2016b		n.n. (2016b)
S	Nickel und Verbindungen		+	n.n. (2016b) Nach-weis Sediment 2016b	B	n.n. (2016b)
I	Nonylphenole / 4-(para)-n-Nonylphenol	X	-	n.n. (2016b)	X	n.n. (2013, 2015, 2016b)
	Octylphenol			n.n. (2016b)	X	n.n. (2016b)
P	Pentachlorphenol		-	n.n. (2016b)	-	n.n. (2016b)
PAK	PAK		+	n.n. (2016b), Nachweis Sediment 2016b	B	n.n. (2016b)
	Benzo(a)pyren	X	+	n.n. (2016b), Nachweis Sediment 2016b	-	n.n. (2016b)
PAK	Fluoranthen		-	n.n. (2016b), Nachweis Sediment 2016b	(X)	n.n. (2016b)
CZ	Pentachlorbenzol	X	-	n.n. (2016b)	-	n.n. (2016b)
I	Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)		+	n.n. (2016b)	-	n.n. (2016b)
P	Quinoxyfen			n.n. (2016a)	-	
S	Quecksilber und Verbindun-gen	X	+	n.n. (2016b)	B	n.n. (2016b)
P	Simazin		-	n.n. (2016a)	-	
P	Terbutryn		X	ARA Bendern 2013, 2016a, n.n. (2016b)	X	n.n. (2016b)
P	Trifluralin	X	-	n.n. (2016b)	-	n.n. (2016b)
CZ	Trichlorbenzol				-	
CL	Trichlormethan			n.n. (2016b)	-	n.n. (2016b)
I	Tributylzinn		-	n.n. (2016b)	-	n.n. (2016b)

6. Überwachungsprogramm Grundwasser

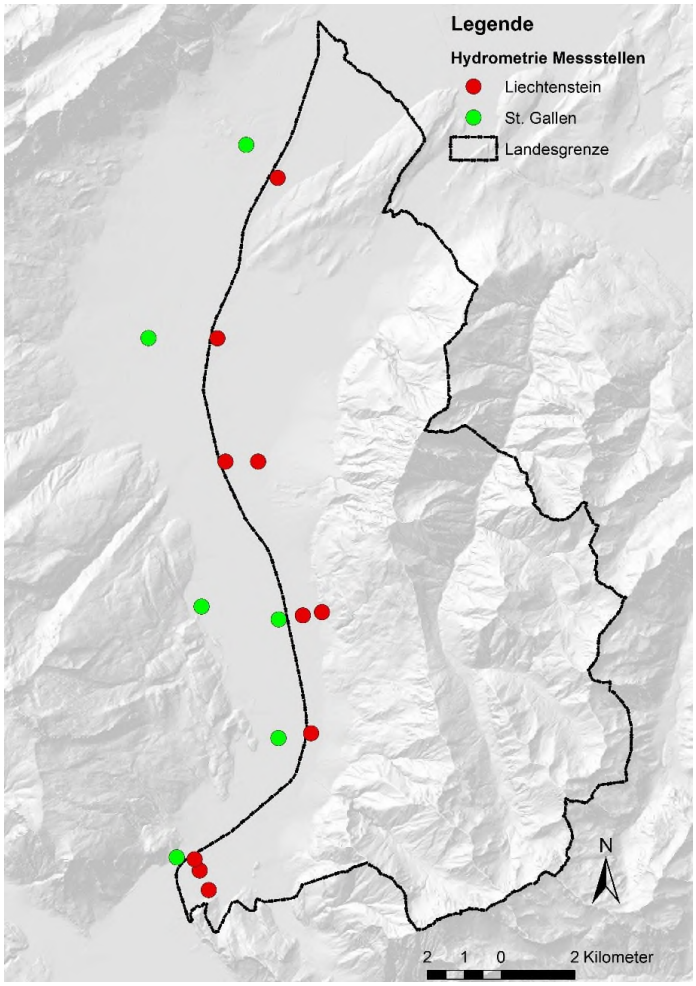
6.1. Überwachung Hydrometrie

Für den wichtigen Grundwasserleiter des Alpenrheins wurden koordiniert mit dem Kanton St. Gallen im Jahre 2008 zehn Grundwasser-Messstellen eingerichtet. An diesen Stellen werden kontinuierlich Wasserstand, Temperatur und Leitfähigkeit erfasst. Diese Überwachung dient unter anderem der Grundwassermodellierung. Damit werden langfristige Veränderungen im Grundwasserleiter im Alpenrheintal erkennbar (quantitative und qualitative Überwachung der langfristigen Entwicklungen).

Für die ergänzende Grundwasserbeobachtung wird dreimal im Jahr (Februar, Juni und Oktober) an weiteren Messstellen der Wasserstand ermittelt. Dieses Messnetz konzentriert sich auf die Rheintalebene und umfasst 45 Sondierbohrungen, 15 Piezometer, 33 Pegelstände in Oberflächengewässern und 8 Tiefenbohrungen. Zudem liegen die Wasserstände aus den sechs Grundwasserpumpwerken vor. Damit verfügt Liechtenstein über eine detaillierte und koordinierte Überwachung des Grundwasserstandes in der Rheintalebene.

Die Grundwasservorkommen an den Hanglagen werden nur passiv genutzt (austretendes Quellwasser). Entsprechend sind keine Einflüsse aus der Wassernutzung auf den Grundwasserspiegel zu erwarten, ein Überwachungsprogramm ist daher nicht notwendig.

Abb. 6.1: Hydrometrie-Messstellen für das Grundwasser mit der Reliefkarte als Hintergrund (Quelle: Amt für Umwelt, Hintergrund: Amt für Bau und Infrastruktur).

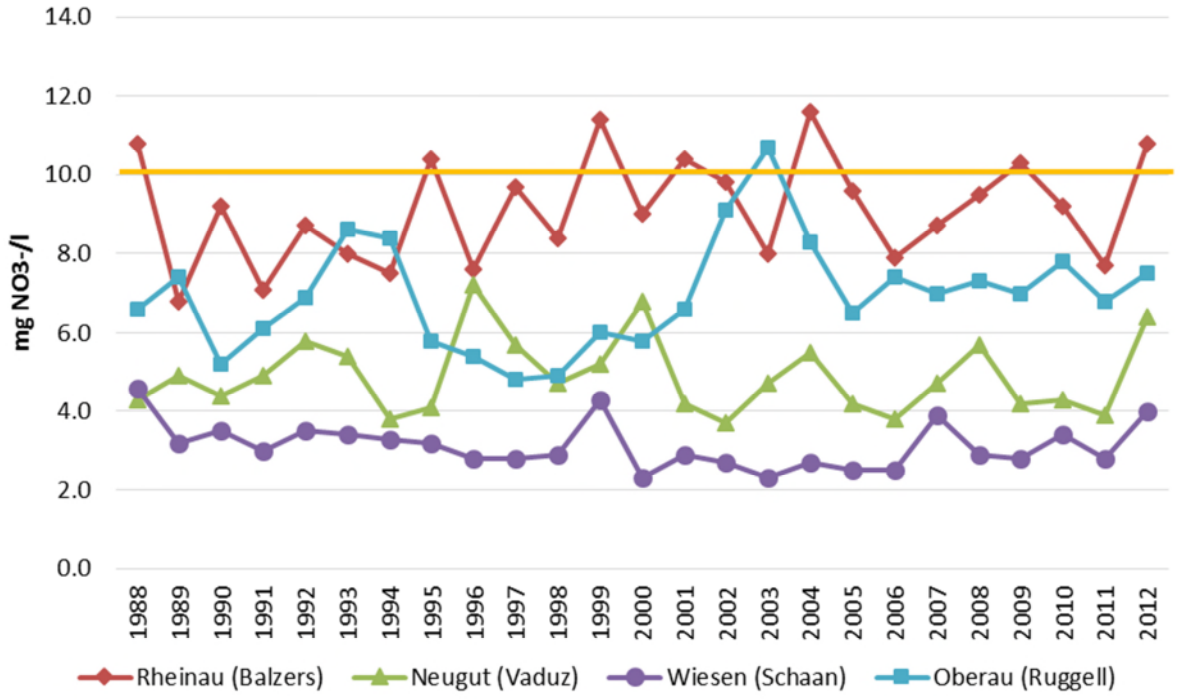


6.2. Überwachung Qualität

Die Trinkwasserverordnung von 2004 (TWV) regelt die Anforderungen an die Qualität des Trinkwassers. Dazu gehören mikrobiologische und chemische Parameter. Die Verordnung regelt auch die Untersuchungspflichten und Untersuchungsintervalle.

Bei den Grundwasserpumpwerken der Rheintalebene für die Qualitätskontrolle des Trinkwassers laufend die Parameter *Temperatur, pH-Wert, Nitrat, Chlorid* erfasst. Einzig bei der Nitrat-Konzentration besteht vereinzelt eine Überschreitung des Ausgangspunkts für die Trendumkehr *(Abb. 6.2)*. Die Konzentrationen liegen aber noch weit unter dem vorgeschriebenen Toleranzwert der TWV und den Anforderungen der GSchV für Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird.

Abb. 6.2: Die Nitrat-Konzentration im Grundwasser in den Liechtensteiner Pumpwerken (jährlicher Maximalwert) zeigen, dass die Werte weitestgehend unter 10 mg NO_3^-/l liegen (gelbe Linie = Ausgangspunkt für die Trendumkehr). Der Toleranzwert liegt gemäss TWV bei 40 mg NO_3^-/l. Die Anforderung für Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird, liegt bei 25 mg NO_3^-/l (GSchV).



Die vorhandenen Untersuchungsprogramme vom Amt für Lebensmittelkontrolle und Veterinärwesen bei der Trinkwassergewinnung werden weitergeführt. Diese bestehen aus den Kontrollen der Wasserqualität gemäss den Vorgaben der Trinkwasserverordnung sowie der permanenten Qualitätsüberwachung der Grundwasserpumpwerke in der Rheintalebene. Das Grundwasser wird dabei an den Standorten Neugut, Heilos, Rheinau, Unterau, Wiesen und Oberau auf verschiedene Parameter untersucht (Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit, Ammonium, Nitrat, Gesamthärte, Chlorid, TOC, Eisen, Sauerstoff, Kupfer, Karbonathärte, Calcium, Magnesium, Kalium, Fluorid, Arsen, Mangan, Blei, Cadmium, Aluminium, Quecksilber, Selen, Cyanid, Bor, Nitrit, Sulfat).

Das Untersuchungsprogramm bei den Quellen der Hanglagen ist reduziert und abhängig von der Ausgangslage im Einzugsgebiet sowie den sich daraus ergebenden potenziellen Risiken. Zusätzlich werden im Trinkwassernetz laufend Proben genommen.

Das Überwachungsprogramm des Amtes für Umwelt und die dabei erhobenen Parameter erfolgt in Anlehnung an die Österreichische Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV BGBl. II Nr. 465/2010). Bei der Erstuntersuchung 2016 nach dem neuen Standard wurden alle für die Trinkwasserentnahme relevanten Messstellen auf die in der GZÜV relevanten Parameter untersucht. Diese Untersuchung wird in weiterer Folge regelmässig bei der Hauptmessstelle Grundwasser wiederholt. Die Hauptmessstelle befindet sich beim Pumpwerk Oberau in Ruggell *(Abb. 6.3)*. Hier erfolgt eine Erstuntersuchung gemäss GZÜV im ersten Jahr auf verschiedene Stoffe bzw. Stoffgruppen (siehe nachfolgende *Tabellen 6.1 bis 6.3*). Eine Wiederholungsmessung erfolgt innerhalb der darauffolgenden sechs Jahre.

Tab. 6.1: Probenahme und Vor-Ort-Parameter und chemisch-analytische Parameter *(Soll Zustand analog GZÜV BGBl. II Nr. 465/2010)*

Parameter	**Parameter**	**Parameter**
Wassertemperatur	Calcium	Chlorid
pH-Wert	Magnesium	Sulfat
elektr. Leitf. (bei 20°C)	Natrium	Orthophosphat
Sauerstoffgehalt	Kalium	Bor
Gesamthärte	Nitrat	DOC (ber. als C)
Karbonathärte	Nitrit	Eisen, gelöst
Hydrogencarbonat	Ammonium	Mangan, gelöst

Tab. 6.2: Gelöste Metalle und leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (Soll Zustand analog GZÜV BGBl. II Nr. 465/2010)

Parameter	**Parameter**	**Parameter**
Aluminium	Uran	1,1-Dichlorethen
Arsen	Zink	Tribromomethan
Blei	Trichlorethen	Bromdichlormethan
Cadmium	Tetrachlorethen	Dibromchlormethan
Chrom	1,1,1-Trichlorethan	Dichlormethan
Kupfer	Chloroform (Trichlormethan)	1,2-Dichlorethan
Nickel	Tetrachlormethan	cis 1,2-Dichlorethen
Quecksilber		

Tab. 6.3: Pestizide (Soll Zustand analog GZÜV BGBl. II Nr. 465/2010)

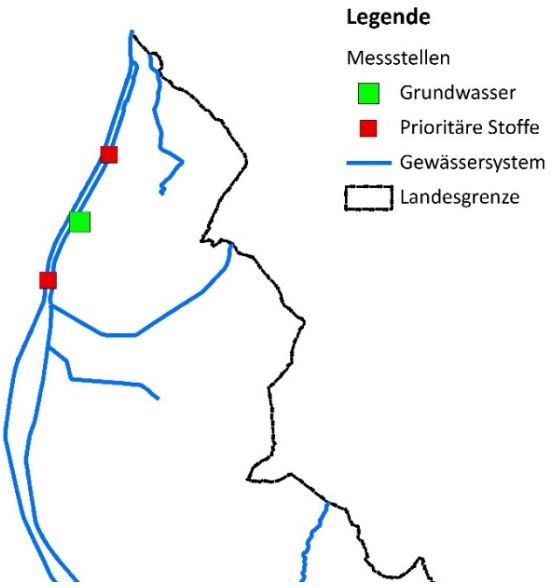
Parameter	**Parameter**	**Parameter**
Pestizide I (Triazine)	Desethylterbutylazin	(als Dieldrin)
Atrazin	Metolachlor	Chlordan
Desethylatrazin	Alachlor	Heptachlor und Heptachlorepoxid
Desisopropylatrazin	Pendimethalin	Hexachlorbenzol
Cyanazin	Terbutryn	Lindan
Prometryn	2,6 Dichlorbenzamid	DDE (und Isomere)
Propazin		DDT (und Isomere)
Simazin	**Pestizide II (Organochlorinsektizide)**	
Sebutylazin	Summe Aldrin und Dieldrin	
Terbutylazin		

Parameter
Pestizide III (Phenylharnst.)
Buturon
Chlorbromuron
Chlortoluron
Diuron
Hexazinon
Isoproturon
Linuron
Metobromuron
Metoxuron
Monolinuron
Monuron
Neburon
Bromoxynil und Bromoxyni-lester (als Bromoxynil)
Ioxynil
Pestizide IV (Phenoxyalkancarbonsäuren)
2,4-Dichlorphenoxy-essigsäure (2,4- D), Salze und Ester (als 2,4-D)
Dichlorprop (2,4-DP), Salze und Ester (als 2,4-DP)
4Chlor-2methylphenoxy-essigsäure (MCPA), Salze und Ester (als MCPA)
4-(4Chlor-2methylphenoxy)-

Parameter
buttersäure (MCPB), Salze und Ester (als MCPB)
Mecoprop (MCPP), Salze und Ester (als MCPP)
(2,4,5-T), Salze und Ester
Dicamba
Pestizide V (saure Herbizide)
Bentazon
Dinoseb-acetat
Metazachlor
Methoxychlor
Orbencarb
Pyridat und 6Chlor-4hydroxy-3phenylpyridazin (als Pyridat)
Pestizide VI
Bromacil
Dichlobenil
Metalaxyl
Pirimicarb
Triadimefon
Triadimenol
Pestizide VII (Sulfonyl-harnst.)
Amidosulfuron
Metsulfuron-methyl
Nicosulfuron

Parameter
Primisulfuron-methyl
Rimsulfuron
Thifensulfuron-methyl
Triasulfuron
Triflusulfuron
Pestizide XIII
Aclonifen
Clomazon
Deltametrin
Dimethenamid
Fluazifop-p-butyl
Fluroxypyr-1methylheptylester
Metamitron
Quizalofop-methyl
Prosulfocarb
Pestizide IX
Carbetamid
Fenoxyprop
Flufenacet
Fluroxypyr
Isoxaflutol
Metosulam
Quizalofop

Abb. 6.3: Übersicht Messstellen Grundwasser und Chemie Oberflächengewässer (Prioritäre Stoffe).



7. Beurteilung des Zustands der Gewässer

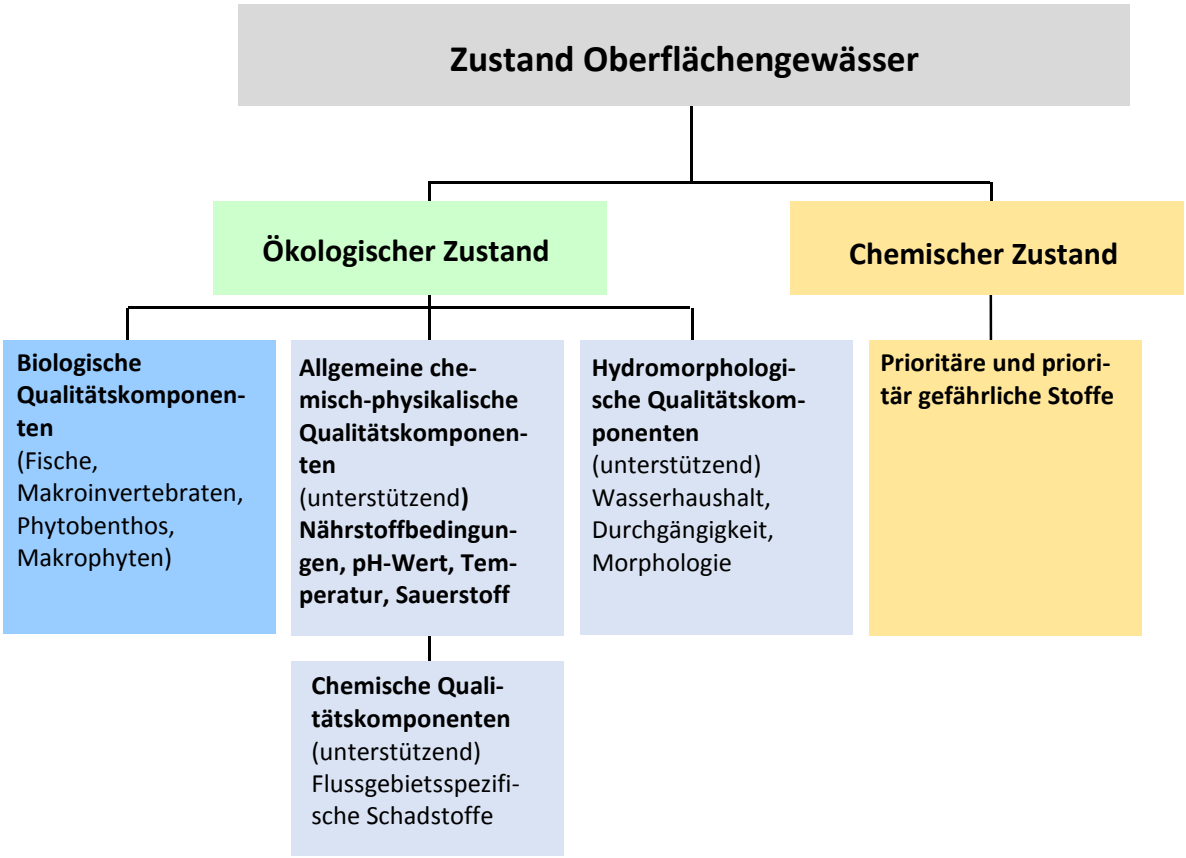
7.1. Qualitätskomponenten und Bewertungssystem Oberflächengewässer

Die Beurteilung erfolgt durch den Vergleich eines Gewässers mit einem Referenzzustand. Dazu sind für jeden Oberflächenwasserkörper die typspezifischen biozönotischen, physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Referenzbedingungen für den sehr guten ökologischen Zustand sowie die Grenzen zwischen «sehr gut» und «gut» sowie zwischen «gut» und «mässig» zu definieren *(Kap. 2.4, 2.5, 2.7)*. Das Gleiche gilt auch für das gute ökologische Potenzial für die erheblich veränderten bzw. künstlichen Oberflächenwasserkörper. Die Beurteilung des Zustandes des Wasserkörpers erfolgt durch einen Vergleich mit diesem definierten Referenzzustand. Dabei wird zwischen Hauptkomponenten und unterstützenden Komponenten unterschieden *(Abb. 7.1)*.

Grundsätzlich erfolgt die Zustandsbewertung aus dem Zusammenführen der biologischen, hydromorphologischen (nur beim sehr guten Zustand) und chemischen Bewertungen, wobei die Bewertung des Wasserkörpers auf dem **«One out – all out» Prinzip** beruht, d.h. die schlechteste Bewertung der verschiedenen Qualitätskomponenten bestimmt die Zustandsbewertung.

Die Beurteilung des chemischen Zustandes erfolgt anhand einer vorgegebenen Auswahl prioritärer bzw. prioritär gefährlicher Stoffe.

Abb. 7.1: Einstufungsschema des ökologischen und chemischen Zustandes nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie.



7.2. Ökologischer Zustand – Bewertung Oberflächengewässer

Nach den Vorgaben der WRRL (Artikel 4 und Anhang V) sind für die Einstufung des ökologischen Zustandes die biologischen Komponenten massgebend *(siehe Abb. 7.1)*. **Hydromorphologische und chemisch-physikalische Komponenten unterstützen bei der Beurteilung** und definieren zusätzlich die Grenze zwischen den Bewertungsstufen «sehr gut» und «gut».

Die chemischen und chemisch-physikalischen Komponenten bestimmen auch, ob der ökologische Zustand «gut» oder «mässig» ist (auch wenn alle biologischen Komponenten mit gut bewertet werden). Sie helfen zudem bei der Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse der biologischen Komponenten, der Ursachenklärung, bei der Massnahmenplanung und bei der Erfolgskontrolle.

Die flussgebietsspezifischen Schadstoffe *(Kap. 2.5.2)*, die den ökologischen Zustand beeinträchtigen können, sind entsprechend ihrer Umweltqualitätsnorm zu beurteilen. Um einen guten ökologischen Zustand ausweisen zu können, müssen diese Normen eingehalten werden. Dabei gibt es bei den betrachteten Schadstoffen Überschneidungen mit der Beurteilung des chemischen Zustandes (prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe) *(Kap. 2.6).*

Biologische Qualitätskomponenten (Hauptverantwortlich für Einstufung in die fünf Zustandsklassen sehr gut, gut, mässig, unbefriedigend, schlecht. Referenzzustände siehe Kap. 2.6):

- Fische
- Benthische Wirbellosen-Fauna (Makrozoobenthos)
- Gewässerflora (Phytobenthos, Makrophyten)

Chemische und chemisch-physikalische Komponenten (Unterstützungskomponenten: Dienen der Unterscheidung zwischen mässigem, gutem und sehr gutem ökologischem Zustand. Referenzzustände siehe Kap. 2.5):

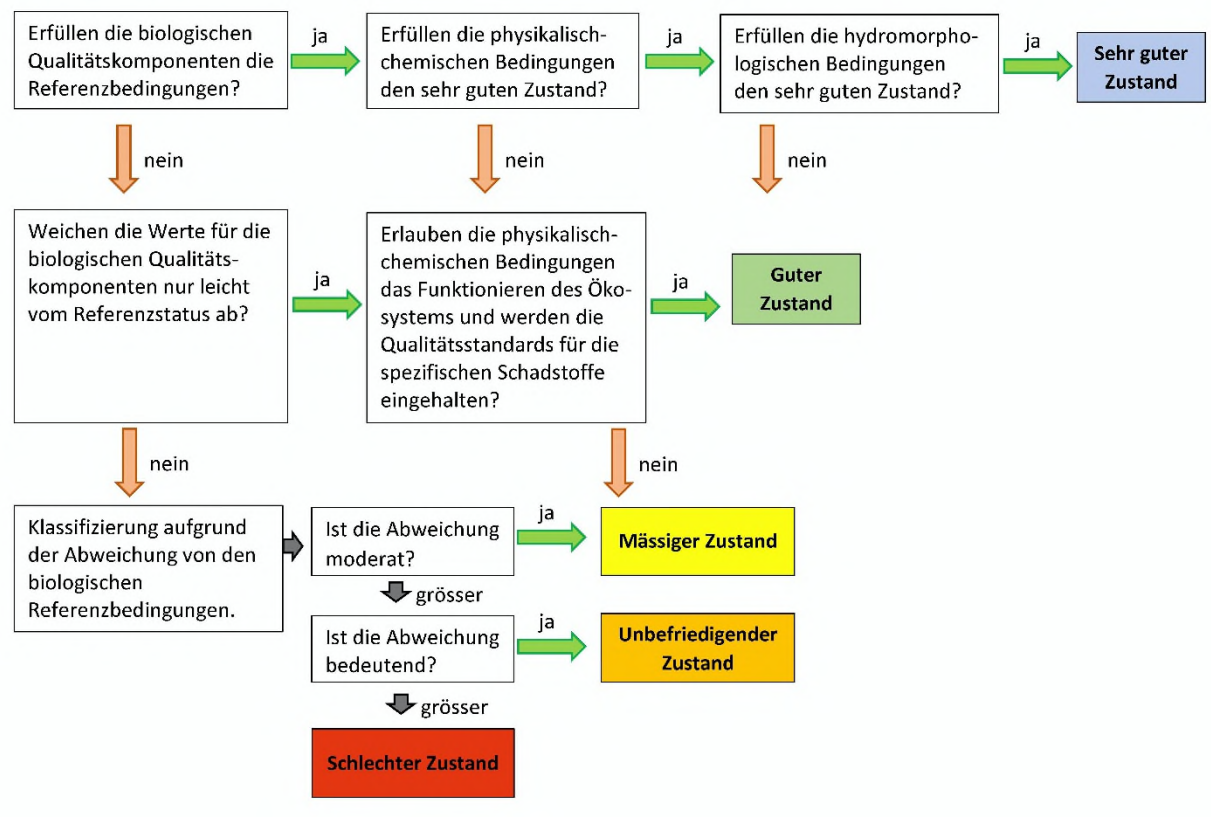
- *Allgemeine chemisch-physikalische* Komponenten (u.a. Temperatur, Sauerstoff, Nährstoffverhältnisse, Versauerungszustand)
- *Flussgebietsspezifische synthetische und nichtsynthetische Schadstoffe* (u.a. organische Phosphorverbindungen, Pflanzenschutzmittel, Metalle, Arsen)

Hydromorphologische Qualitätskomponenten (Unterstützungskomponenten: Dienen der Unterscheidung zwischen dem guten und sehr guten ökologischen Zustand. Referenzzustände siehe Kap. 2.7)

- Wasserhaushalt (Abfluss, Abflussdynamik, Verbindung zum Grundwasserkörper)
- Durchgängigkeit des Gewässers
- Morphologische Bedingungen (Tiefen- und Breitenvariation, Struktur und Substrat des Flussbetts, Struktur der Uferzone)

Die Einstufung ergibt sich jeweils aus dem niedrigsten Wert der verschiedenen, biologischen Qualitätskomponenten. Entsprechend müssen auch nicht alle Qualitätskomponenten untersucht werden, sondern nur jene mit der höchsten Aussagekraft für das Gewässer. Die Bewertung erfolgt jeweils für die Raumeinheit des Oberflächenwasserkörpers.

Abb. 7.2: Entscheidungskaskade für die Einstufung des ökologischen Zustandes (gemäss CIS Leitfaden (2003d)).



Die Bewertung und Darstellung des ökologischen Zustandes erfolgt in Form eines fünfstufigen Systems, wobei die Klasse I (sehr guter ökologischer Zustand) den gewässertypspezifischen Referenzzustand darstellt; die **Klasse II (guter ökologischer Zustand) die zumindest zu erreichende Qualitätsvorgabe der WRRL.** Die Klassen «unbefriedigend» und «schlecht» ergeben sich aufgrund der Stärke der Abweichung der biologischen Qualitätskomponenten vom Referenzzustand.

Für künstliche und erheblich veränderte Oberflächenwasserkörper (Alpenrhein, Binnenkanal) gilt der Zielzustand des ökologischen Potenzials. Der Zielzustand des Alpenrheins ist noch nicht definiert. Dies muss in internationaler Koordination erfolgen. Beim Binnenkanal kann vereinfacht vom Zielzustand des guten ökologischen Zustandes ausgegangen werden.

Tab. 7.1: Einstufungssystem mit entsprechender Farbgebung.

Ökologischer Zustand	**Ökologisches Potenzial** (künstliche und erheblich veränderte Oberflächenwasserkörper)	**Zielsetzung WRRL**
Sehr gut		Bis 2021 zu erreichende Vorgabe
Gut	Gut und besser	
Mässig	Mässig	
Unbefriedigend	Unbefriedigend	
Schlecht	Schlecht	

7.3. Chemischer Zustand – Bewertung Oberflächengewässer

Für die Beurteilung des chemischen Zustandes dienen die in einer Tochterrichtlinie festgelegten Umweltqualitätsnormen für prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe (2008/105/EG), ergänzt 2013 (2013/39/EU). Wenn alle darin enthaltenen Umweltqualitätsnormen *(Kap 2.7)* eingehalten sind, befindet sich der Oberflächenwasserkörper in einem guten chemischen Zustand.

Bei mehreren Messungen erfolgt die Bewertung des Zustands durch den Mittelwert über den Beobachtungszeitraum. Eine Überschreitung ist dann gegeben, wenn der Mittelwert das Qualitätsziel überschreitet.

Tab. 7.2: Einstufungssystem mit entsprechender Farbgebung.

Chemischer Zustand	Zielsetzung WRRL
Gut	Bis 2021 zu erreichende Vorgabe
Nicht gut	

7.4. Ergebnisse für die Wasserkörper in Liechtenstein

7.4.1 Biologische Qualitätskomponenten

In Vorbereitung des Überwachungsprogramms wurden 2008 - 2009 umfangreiche Aufnahmen biologischer Qualitätskomponenten an verschiedenen Gewässern in Liechtenstein durchgeführt. Sie dienten:

- der Darstellung einer landesweiten Übersicht des aktuellen Zustandes der Fliessgewässer
- der Festlegung der Aufnahmestellen für das zukünftige Überwachungsprogramm nach WRRL
- der Auswahl der für die verschiedenen Standorte notwendigen biologischen Qualitätskomponenten mit der höchsten Aussagekraft
- der Bestimmung geeigneter Aufnahme- und Auswertungsmethoden. Die Beurteilung erfolgte unter der Berücksichtigung der Methoden aus den Nachbarländern Österreich und Schweiz.

Einzelne Aufnahmen wurden 2011, 2014 und 2015 an ausgewählten Standorten wiederholt (Fische, Makrozoobenthos). Wesentliche Erkenntnisse waren:

- die Fische sind jene biologische Qualitätskomponente mit der schlechtesten Einstufung und der höchsten Aussagekraft für die Liechtensteiner Gewässer
- das Makrozoobenthos differenziert am Zweitbesten, wobei sich aus dem erweiterten Screening wie der detaillierten Aufnahmemethodik vergleichbare Einstufungen ergeben
- die Makrophyten sind für die Liechtensteiner Fliessgewässer nur von geringer Aussagekraft. Aufgrund der naturräumlichen und ökomorphologischen Ausgangslage und des dadurch eingeschränkten Artenpotenzials differenzieren die Makrophyten kaum für die einzelnen Gewässer
- eine ebenfalls geringe Aussagekraft ergibt sich aufgrund der relativ guten Wasserqualität aus dem Phytobenthos. Ihr Zustand wurde für die grösseren Liechtensteiner Gewässer (Binnenkanal, Alpenrhein, Spiersbach) als gut beurteilt

Daraus resultierte die Auswahl der Überwachungsstandorte für Liechtenstein (siehe *Kap. 5).*

Tab. 7.3: Übersicht der Ergebnisse der biologischen Qualitätskomponenten an den Wasserkörpern (n.b.: nicht bestimmt, AWB: künstliches Gewässer, HMWB: erheblich verändertes Gewässer). Die Wertebereiche ergeben sich teils aus unterschiedlichen Aufnahmestellen an diesem Wasserkörper (siehe Abb. 7.5). Die schlechteste Einstufung der einzelnen Komponenten definiert den Gesamtzustand. An einzelnen Gewässern waren die Aufnahmestellen nur teilweise repräsentativ (z.B. Lawena), an der Samina besteht ein festgelegtes Restwasserregime. Die Gesamtbeurteilung wurde hier provisorisch () bezeichnet bzw. basiert auf Experteneinschätzung.

Wasserkörper	**Einstufung**	**Biologische Qualitätskomponenten**				**Gesamt**
		Fische	**Makrozoobenthos**	**Makrophyten**	**Phytobenthos**	
Alpenrhein	HMWB	schlecht	mässig	n.b.	sehr gut	schlecht
Binnenkanal-Unterlauf	AWB	unbefriedigend	mässig	gut	mässig bis gut	unbefriedigend
Binnenkanal-Oberlauf	AWB	unbefriedigend bis mässig	mässig bis gut	mässig	gut	unbefriedigend
Spiersbach	NWB	unbefriedigend	mässig bis gut	mässig	gut	unbefriedigend
Esche	NWB	schlecht	unbefriedigend bis mässig	mässig	mässig	schlecht
Scheidgraben	NWB	n.b.	schlecht bis mässig	mässig bis gut	n.b.	schlecht
Lawena	NWB	n.b.	gut	n.b.	n.b.	(gut)
Valorsch	NWB	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	(gut)
Samina	NWB	n.b.	gut (2008/2015), früher mässig	n.b.	gut bis sehr gut	(gut)
Valüna-Malbunbach	NWB	n.b.	gut bis sehr gut	n.b.	n.b.	gut

Abb. 7.3: Übersicht Beurteilung biologische Qualitätskomponenten

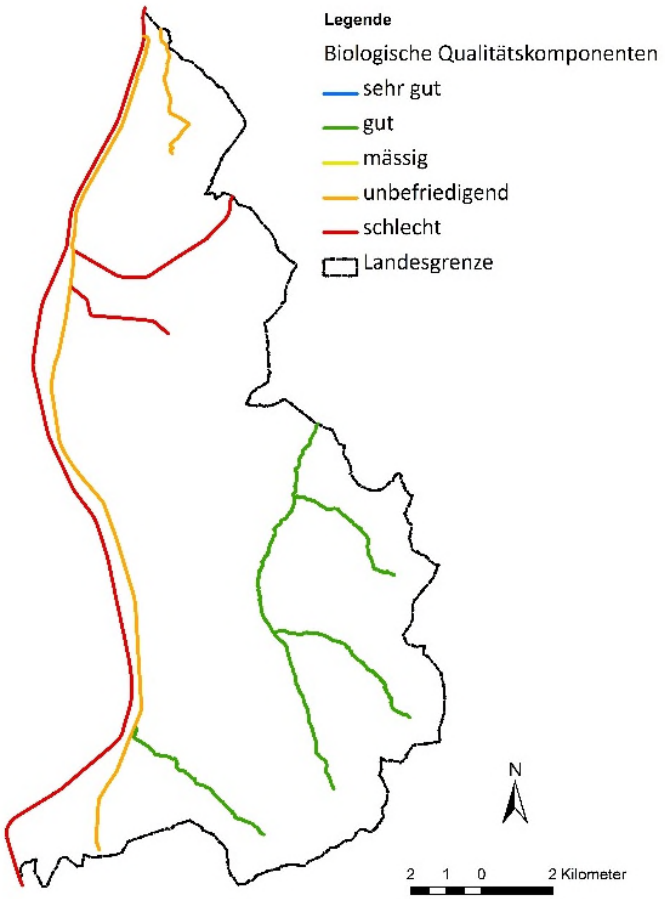
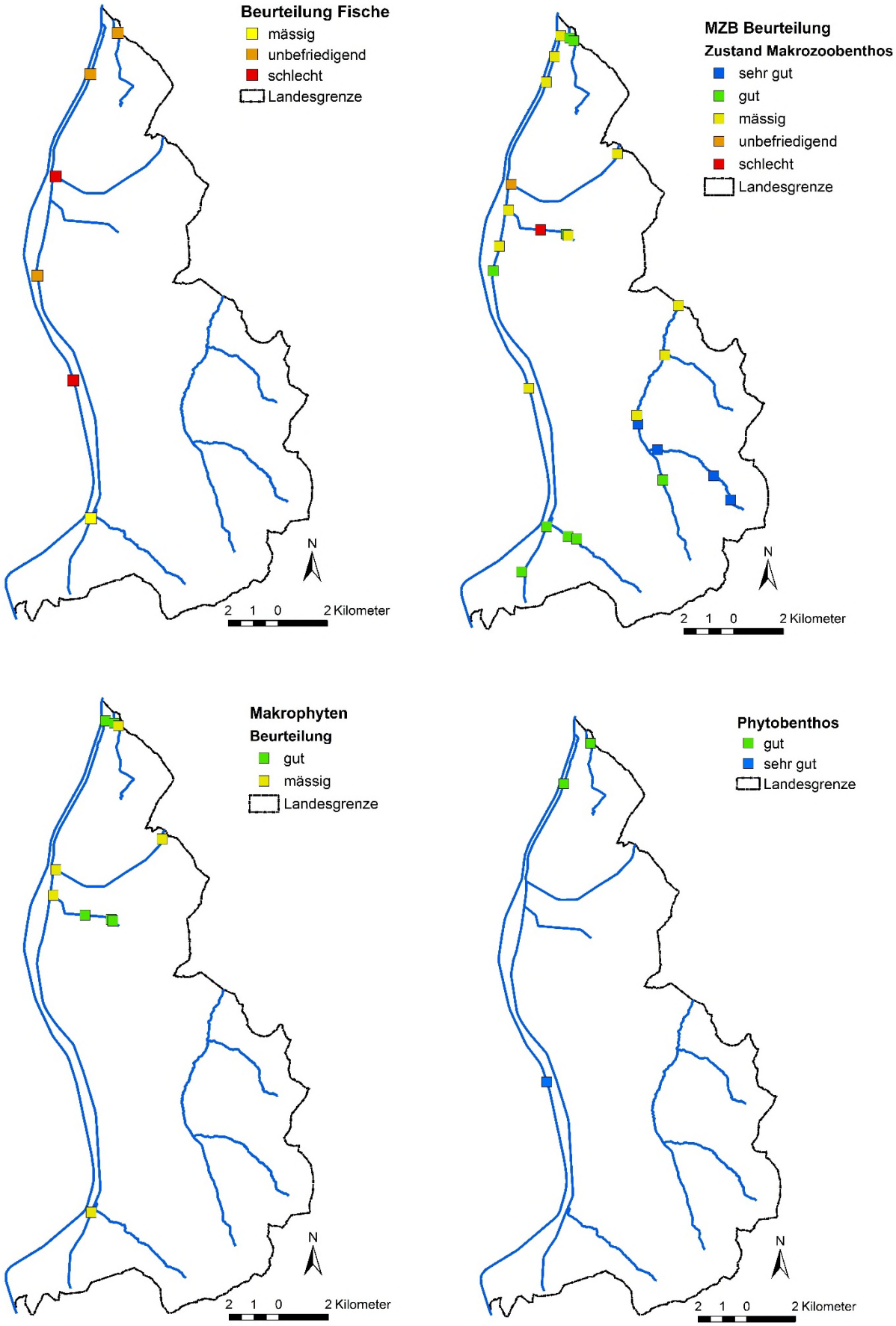


Abb. 7.4: Der künstliche Binnenkanal weist einen unbefriedigenden Zustand auf. Massgebend für die Einstufung ist die vorhandene Fischfauna.

Abb. 7.5: Ergebnisse Aufnahmen biologischer Qualitätskomponenten früherer Aufnahmen (RENAT AG & LIMNEX AG 2009 & 2011).



7.4.2 Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

7.4.2.1. Physikalisch-chemische Grundparameter

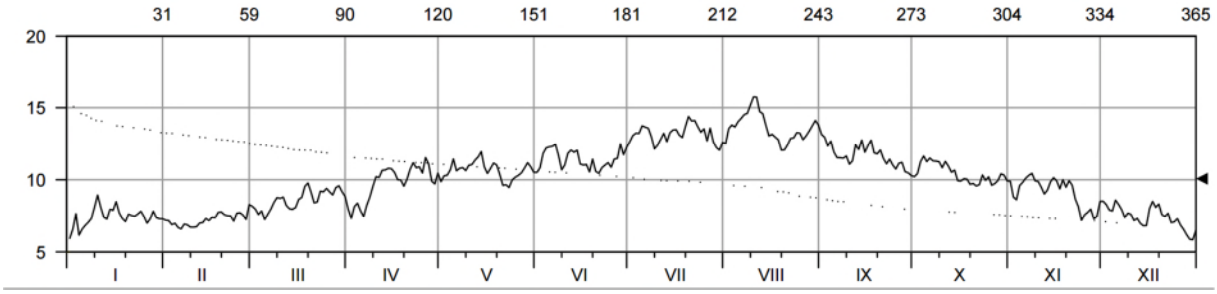
Im Rahmen der Gewässerüberwachung werden an verschiedenen Wasserkörpern ausgewählte chemische und physikalische Parameter erhoben. Die Probennahme erfolgt 4x jährlich. Es erfolgt eine Beurteilung, ob die Referenzbedingungen *(Kap. 2.5)* für den guten oder sehr guten Zustand erreicht werden.

Tab. 7.4: Allgemeine Parameter (Jahresmittelwerte). k.A.: keine Angaben, Farben: Angabe ob die Referenzbedingungen für den guten und sehr guten Zustand erreicht bzw. nicht erreicht werden. Die Daten beziehen sich auf die Werte der Jahre 2010-2014. Es wurden jährlich 4 Messungen im Abstand von 3 Monaten durchgeführt und die 90-Perzentile für die einzelnen Jahre berechnet. Angegeben sind Maximal- und Minimalwerte. Bei der Temperatur ist der höchste gemessene Temperaturwert angegeben. Bei pH-Wert und Leitfähigkeit die Minimal- und Maximalwerte der einzelnen Aufnahmen.

Wasserkörper	Messstelle	Temperatur	pH-Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]	NO_3^--N [mg/l]	PO_4-P [mg/l]	DOC [mg/l]
Alpenrhein	Bangs	< 16.8	7.7 - 8.5	197 - 401	0.57 - 0.73	0.01	0.59 - 0.79
Binnenkanal-Unterlauf	Messstation Ruggell, Wochensammelproben	Siehe *Abb. 7.6*		447 - 477	0.91 - 1.2	0.01	2.9 - 4.94 (ohne 4 Extremwerte von 2014)
Binnenkanal-Oberlauf	Brücke Heilos	< 13.3	7.9 - 8.2	426 - 502	1.1	0.01	1.168-2.26
Spiersbach	Brücke, Landesgrenze	< 15.0	7.5 -7.9	578 - 691	1.01 - 5.02	0.008 - 0.014	8.55 - 13.4
Esche	Vor Mündung Binnenkanal	< 16.6	7.6 - 8.1	660 - 1060	1.21 - 1.84	0.02 - 0.037	7.04 - 10.1
Scheidgraben	Kurz vor Mündung Binnenkanal	< 19.7	7.6 - 8.3	690 - 858	1.34 - 1.81	0.01 - 0.02	3.97 - 6.27
Lawena		k.A.		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Valorsch		k.A.		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Samina	Pumpwerk Rietern, Steg	< 11.7	8.3 - 8.4	378 - 700	0.377 - 0.724	0.017 - 0.028[17]	0.75 - 1.82
Valüna-Malbunbach	Malbunbach, Steg	< 11.6	8.2 -8.4	609 - 944	0.285 - 0.54	0.01	0.9 - 1.7

[17] Ein einmalig erhöhter gemessener Wert im 2012 wurde nicht berücksichtigt.

Abb. 7.6: Temperaturverlauf Binnenkanal Ruggell im Jahr 2015 (Quelle: Bundesamt für Umwelt BAFU, Hydrologische Daten und Vorhersagen, Messstelle Liechtensteiner Binnenkanal Ruggell, 2410). Die Temperatur liegt innerhalb der Referenzvorgabe für den sehr guten Zustand (17 Grad, siehe Kap. 2.5.1.2)



7.4.2.2. Flussgebietsspezifische Schadstoffe

Die Wasserproben wurden in der Vergangenheit standardmässig auf die Schadstoffe Ammonium und Nitrit untersucht. Im Binnenkanal-Unterlauf und an der Esche wurden Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Weitere flussgebietsspezifische Schadstoffe wurden ausser an der Hauptmessstelle am Binnenkanal Unterlauf nur exemplarisch erfasst. Einzelne Schadstoffe konnten nachgewiesen werden (siehe Tab. 5.6). Diese liegen innerhalb der Umweltqualitätsnormen.

Tab. 7.5: Konzentrationen von Ammonium und Nitrit Stickstoff (Max.-Min.-der Jahresdurchschnittwerte zwischen 2010 und 2014) mit Bezeichnung der Grenzwertüberschreitungen (Nicht Erreichen der Umweltqualitätsnormen, siehe Kap. 2.6.2). k.A.: keine Angaben. Am Binnenkanal-Unterlauf bestehen 12 Wochensammelproben, an den anderen Messstellen wurden 4 Messungen durchgeführt und gemittelt.

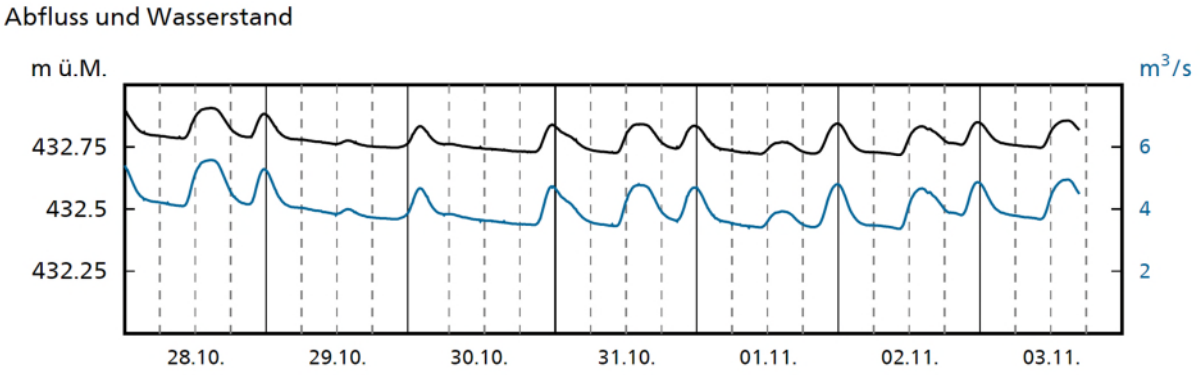
Wasserkörper	**NH_4^+-N [mg/l]**	**NO_2^--N [mg/l]**
Alpenrhein (Bangs)	0.022 - 0.045	0.003 - 0.005
Binnenkanal-Unterlauf	0.043 - 0.244	0.008 - 0.149
Binnenkanal-Oberlauf	0.013 - 0.02	0.002 - 0.005
Spiersbach	0.11 - 0.245	0.013 - 0.061
Esche	0.215 - 0.425	0.021 - 0.084
Scheidgraben	0.103 - 0.193	0.019 - 0.048
Lawena	k.A.	k.A.
Valorsch	k.A.	k.A.
Samina	0.013 - 0.018	0.002 - 0.006
Valüna-Malbunbach	0.01 - 0.013	0.002 - 0.005

7.4.3 Hydromorphologische Qualitätskomponenten

7.4.3.1. Hydrologisch

Es erfolgt eine permanente Überwachung der Hydrologie an der Messstation Ruggell im Liechtensteiner Binnenkanal *(Abb. 7.7).*

Abb. 7.7: Abflussschwankungen Binnenkanal Ruggell Herbst 2016 (Quelle: Bundesamt für Umwelt BAFU, Hydrologische Daten und Vorhersagen, Messstelle Liechtensteiner Binnenkanal Ruggell, 2410). Die regelmässigen durch den Kraftwerksbetrieb bedingten Schwankungen im Abfluss sind erkennbar.



Daneben bestehen regelmässige Schwall-Sunk-Effekte im Alpenrhein. Die Möglichkeiten zur Reduktion sind Gegenstand internationaler Abklärungen (u.a. INTERNATIONALE REGIERUNGSKOMMISSION ALPENRHEIN (HRSG.) (2012)).

Mit Österreich besteht in den jährlich stattfindenden Sitzungen der Grenzgewässerkommission ein regelmässiger Informationsaustausch. Bei der Samina umfasst die Koordination die Restwasserdotierung, die Vorgangsweise bei der Sediment-Bewirtschaftung des Stauraumes Steg und ein gemeinsames Monitoring des ökologischen Gewässerzustandes. Beim Spiersbach wurde zwischen 2000 und 2002 ein gemeinsames Konzept zur ökologischen und schutzwasserbaulichen Entwicklung mit einem Massnahmenplan ausgearbeitet. Erste Massnahmen wurden bereits umgesetzt (KOORDINATIONSGRUPPE ALPENRHEIN/BODENSEE 2015).

7.4.3.2. Morphologisch

Verschiedene ökomorphologische Parameter wurden im Rahmen einer landesweiten Kartierung an den Fliessgewässern erhoben und eine Gesamtbeurteilung durchgeführt (RENAT 2006) (siehe *Kap. 4.2.4*). Die Ökomorphologie bestimmt massgeblich die Lebensraumbedingungen für die biologischen Qualitätskomponenten (Fische, Makrozoobenthos etc.). Wesentliche Kriterien für die Einstufung waren neben der Breitenvariabilität des Wasserspiegels und dem Uferbewuchs die Verbauung von Böschungsfuss und Sohle.

Die **ökomorphologische Beurteilung** zeigt primäre Defizite bei den grossen Talgewässern (Alpenrhein, Scheidgraben, Esche, Spiersbach, Binnenkanal). Besser können die revitalisierten Abschnitte am Binnenkanal, Esche und Mölibach beurteilt werden, die jedoch insgesamt nur einen kurzen Anteil an der Gewässerlänge und damit am Wasserkörper haben. In den Hochlagen und inneralpin sind die Gewässer mit Ausnahme der Bauten im Steg ökomorphologisch weitgehend wenig beeinträchtigt bis natürlich.

Abb. 7.8: Ökomorphologische Gesamtbeurteilung.

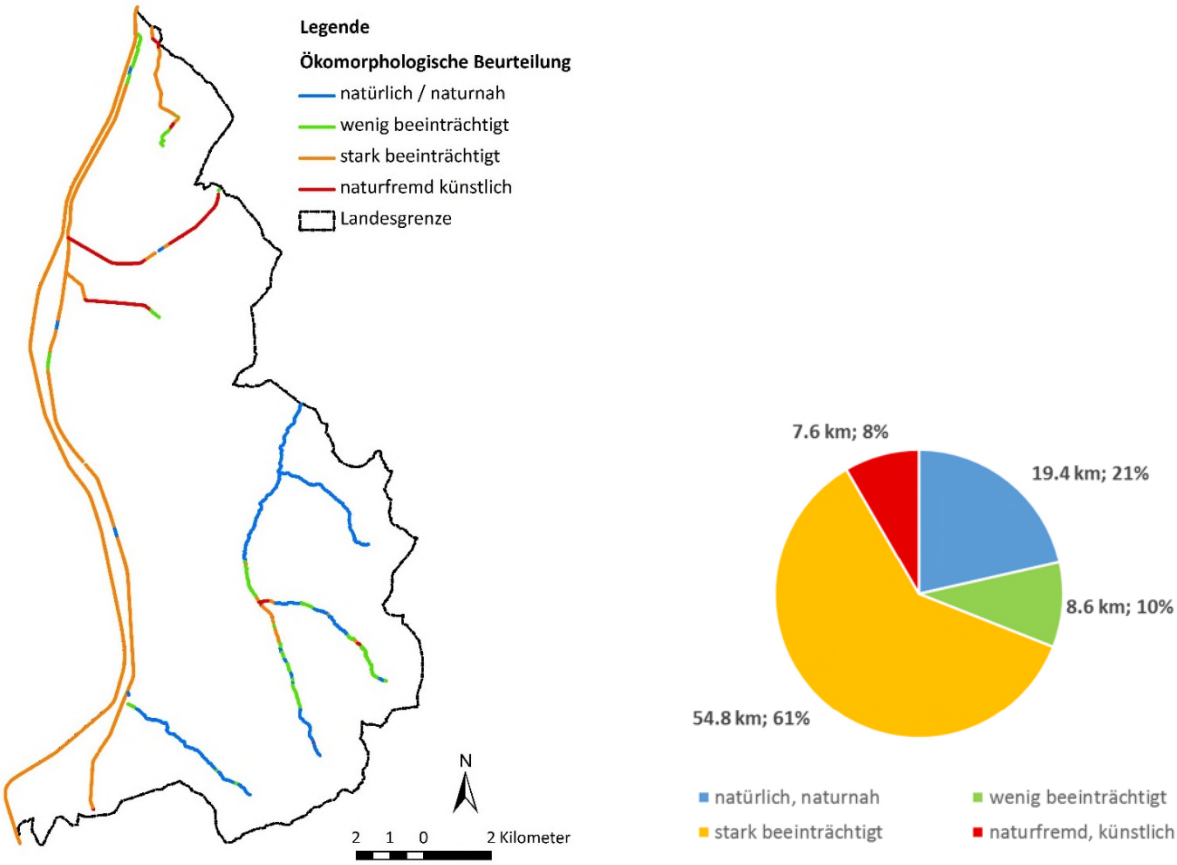


Abb.7.9: Renaturierter Mündungsbereich des Liechtensteiner Binnenkanals in den Rhein.

7.4.4 Chemischer Zustand

Der chemische Zustand wird anhand des Nachweises von prioritären Stoffen beurteilt *(Kap. 5.7)*. Einzelne Schadstoffe reichern sich in den aquatischen Organismen an. Im Alpenrhein werden an der Messstelle Fussach die Umweltqualitätsnormen für *Bromierte Diphenylether* sowie *Quecksilber/Quecksilberverbindungen* im Gewebe von Wasserorganismen (Biota) überschritten *(Tab. 7.6)*. Bei den anderen prioritären Stoffen werden die Umweltqualitätsnormen eingehalten (IKSR (2015b)).

Bromierte Diphenylether finden als Flammschutzmittel in Kunststoffen und Textilien Anwendung. Sie weisen teils eine hohe Bioakkumulation und Toxizität auf und gelangen über Haushaltsabwässer oder die Abfallbehandlung in die Gewässer.

Quecksilber ist ein toxisches, bioakkumulierendes Schwermetall. Wichtige Eintragswege sind die Zahnmedizin (Quecksilberamalgam), Knopfbatterien und Leuchtstofflampen, Einsatz als Reagenzien in chemischen Labors. Als Emissionspfade gelten die Entwässerung urbaner Flächen, Erosion und Drainage von landwirtschaftlichen Flächen (atmosphärische Deposition) sowie Kläranlagen oder Direkteinleitungen (UMWELTBUNDESAMT 2007). Direkteinleitungen sind in Liechtenstein keine vorhanden. In Europa gilt die Verbrennung von Kohle als wichtige Emissionsquelle.

Der Binnenkanal wurde zudem im Rahmen des Projekts «Netzwerk Fischrückgang in der Schweiz» auf weitere Spurenstoffe analysiert. Dabei wurden verschiedene Pestizide in geringer Belastung nachgewiesen (Diazinon, Diuron). Bemerkenswert war die erhöhten Konzentrationen an bromierten Flammschutzmitteln in der Leber von Bachforellen (GÖTZ et al. 2003, MERTENS 2005).

Unter Berücksichtigung der ubiquitären (allgegenwärtigen) Stoffe wird der gute chemische Zustand – wie flächendeckend in Europa – nicht erreicht. Diese Stoffe sind weit verbreitet und entsprechend anzutreffen. Die Richtlinie 2013/39/EU erlaubt die getrennte Darstellung der ubiquitären Stoffe (Bromierte Diphenylether, Quecksilber und Quecksilberverbindungen, Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Tributylzinnverbindungen, Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS), Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen Hexabromcyclododecane (HBCDD), Heptachlor und Heptachlorepoxid).

Ohne die ubiquitären Stoffe ist von einem guten chemischen Zustand der Oberflächengewässer auszugehen.

Tab. 7.6: Zustand prioritärer Stoffe, Ergebnisse Messung Fussach am Alpenrhein IKSR (2015b) (rot = Umweltqualitätsnorm nicht eingehalten) (UQN siehe Kap. 2.6).

Stoff	**Alpen-rhein** Fussach
Alachlor	
Anthracen	
Atrazin	
Benzol	
Bromierte Diphe-nylether	
Cadmium und Cadmi-umverbindungen	
Tetrachlorkohlenstoff	
C10-13- Chloralkane (8)	
Chlorfenvinphos	
Chlorpyrifos (Chlorpy-rifos-Ethyl)	
Cyclodien Pestizide: Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin	
DDT insgesamt	
1,2-Dichlorethan	
Dichlormethan	
Bis(2ethyl- he-xyl)phthalat (DEHP)	
Diuron	
Endosulfan	
Fluoranthen	

Stoff	**Alpen-rhein** Fussach
Hexachlorbenzol	
Hexachlorbutadien	
Hexachlorcyclohexan	
Isoproturon	
Blei und Bleiverbindun-gen	
Quecksilber und Queck-silberverbindungen	
Naphthalin	
Nickel und Nickel-ver-bindungen	
Nonylphenole (4-Nonylphenol)	
Octylphenole	
Pentachlorbenzol	
Pentachlorphenol	
Polycyclische aromati-sche Kohlenwasserstof-fe (PAK)	
Benzo(a)pyren	
Benzo(b)fluoranthen	
Benzo(k)fluoranthen	
Benzo(g,h,i)-perylen	
Indeno(1,2,3- cd)-pyren	

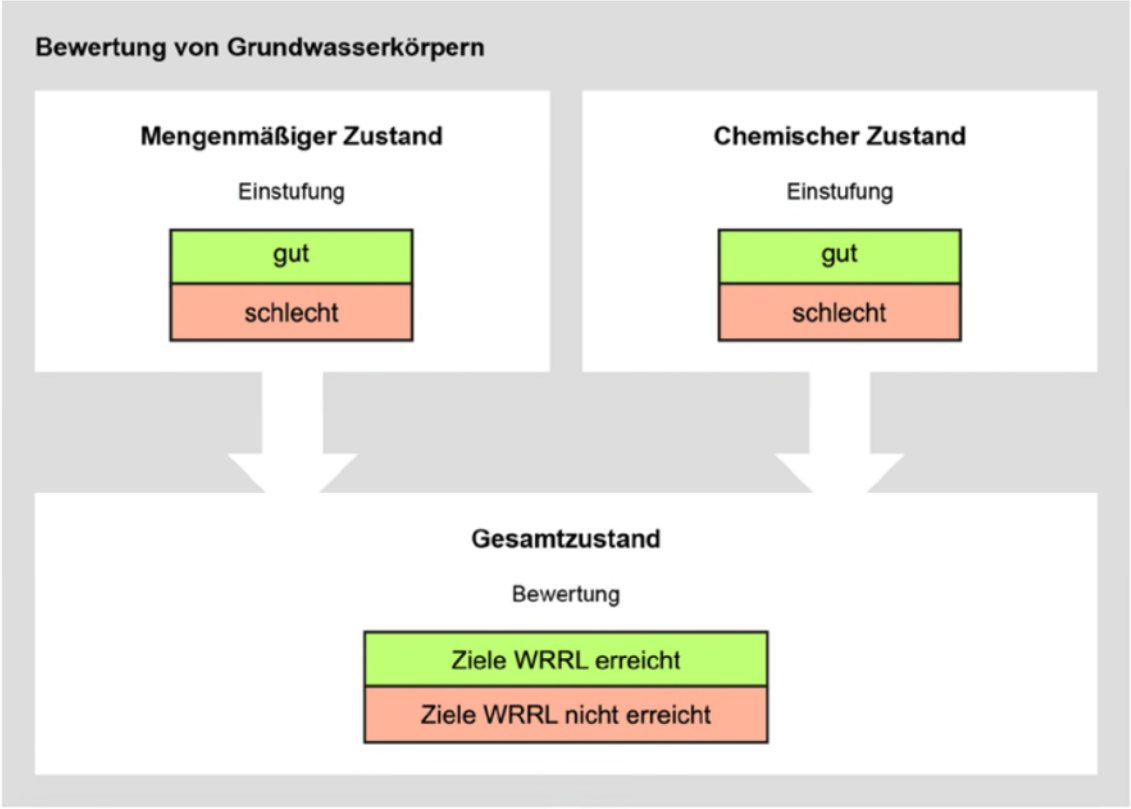
Stoff	**Alpen-rhein** Fussach
Simazin	
Tetrachlorethylen	
Trichlorethylen	
Tributylzinnverbindun-gen	
Trichlorbenzole	
Trichlormethan	
Trifluralin	
Dicofol	
Perfluoroktansulfonsäu-re und ihre Derivate	
Quinoxyfen	
Dioxine und dioxinähn-liche Verbindungen	
Aclonifen	
Bifenox	
Cybutryn	
Cypermethrin	
Dichlorvos	
Hexabromcyclododecan (HBCDD)	
Heptachlor und Hep-tachlorepoxid	
Terbutryn	

7.5. Bewertung – Grundwasser

7.5.1 Bewertungssystem

Für die Grundwasserkörper werden die Ziele erreicht, wenn der gute mengenmässige und der gute chemische Zustand gleichermassen erreicht werden.

Abb. 7.10: Zustandsbeurteilung Grundwasserkörper



7.5.2 Mengenmässiger Zustand

Aufgrund der Ausgangslage mit dem ergiebigen Grundwasserleiter in der Rheintalebene und der vorhandenen Schüttungsmengen der Quellen an den Hanglagen ist von einem guten mengenmässigen Zustand auszugehen.

7.5.3 Chemischer Zustand

Die bisherigen chemischen Untersuchungen deuten auf keine Belastungen hin. Alle Qualitätsvorgaben werden eingehalten. Es konnten im Rahmen einer Untersuchung 2016 zudem in keiner Grundwasserfassung in Liechtenstein Pestizide gemäss Tab. 6.3 nachgewiesen werden. Es kann von einem guten chemischen Zustand ausgegangen werden.

8. Risikoanalyse der Zielerreichung

8.1. Risikoanalyse

Die Risikoanalyse schätzt ab, wie sich die ermittelten anthropogenen Belastungen und menschlichen Tätigkeiten auf die Oberflächenwasserkörper auswirken und wie wahrscheinlich es ist, dass die Oberflächenwasserkörper die vorgegebenen Umweltqualitätsziele (guter Zustand, gutes Potenzial) bis zum Ende des nächsten Bewirtschaftungszeitraumes nicht erreichen werden (WRRL Anhang II, Nr. 1.5). In Liechtenstein ist gemäss Art 41b GSchG die Frist zur Einhaltung bzw. Erreichung der Umweltziele der 1. Mai 2021.

Die Risikoeinschätzung erfolgt über die Ergebnisse des Überwachungsprogramms *(Kap. 7)* und nach Experteneinschätzung. Es werden folgende Kriterien unterteilt.

- **Biologische Parameter:** Fische, Makrozoobenthos, Phytobenthos, Makrophyten. (s. *Kap. 7.4.1*)
- **Allgemeine chemisch-physikalische Parameter:** Gewässergüte, Kohlenstoff- und Nährstoffparameter. (s. *Kap. 7.4.2*)
- **Hydromorphologie:** Restwasser, Schwall, Stau, Wanderhindernis und Morphologie. (s. *Kap. 7.4.3*)
- **Chemische Schadstoffe EU:** prioritäre Stoffe, „Stoffe der Liste I“ gemäss Richtlinie 2008/105/EG bzw. QZV Chemie OG, Anlage A (gemeinschaftsrechtlich geregelte Stoffe, Bewertung des chemischen Zustandes) (s. *Kap. 7.4.4*)
- **Chemische Schadstoffe National:** national geregelte Schadstoffe und Stoffe gemäss Wasserrahmenrichtlinie bzw. auch die Stoffe aus der österreichischen QZV Chemie OG, Anlage B (Bewertung des ökologischen Zustandes) (s. *Kap. 7.4.2*)

Es besteht ein dreistufiges Bewertungssystem (BMLFUW 2007):

- **Kein Risiko:** Gewässer, die den guten Zustand wahrscheinlich erreichen werden. Für diese Wasserkörper kann auf Grund des derzeitigen Kenntnisstandes davon ausgegangen werden, dass das Erreichen der Umweltqualitätsziele nicht gefährdet ist. Weitergehende Massnahmen sind im Rahmen des Bewirtschaftungsplanes nicht notwendig.

- **Risiko ist nicht einstufbar:** Gewässer, für die zurzeit unklar ist, ob sie den guten Zustand erreichen. Für eine Beurteilung stehen nicht ausreichend Daten zur Verfügung bzw. die Auswirkungen allfälliger Belastungen sind nicht abschätzbar. Für diese Wasserkörper ist es notwendig, die bestehenden Informationslücken für eine eindeutige Risikobeurteilung zu beheben.

- **Risiko:** Gewässer, die den guten Zustand wahrscheinlich nicht erreichen werden. Aufgrund des derzeitigen Kenntnisstandes ist das Risiko gegeben, dass die Umweltqualitätsziele ohne weitergehende Massnahmen nicht erreicht bzw. verfehlt werden. Bei diesen Gewässern sind im Rahmen des Bewirtschaftungsplanes die notwendigen Massnahmen festzulegen.

8.2. Abschätzen des Erreichens der Umweltziele bis 2021 (Risikoanalyse) für den ökologischen Zustand der Oberflächengewässer

Zusammenfassend lässt sich das Erreichen der Zielsetzungen «guter ökologischer Zustand» für natürliche und «gutes ökologisches Potenzial» für künstliche bzw. erheblich veränderte Gewässer für die einzelnen Oberflächenwasserkörper wie nachfolgend beurteilen. Diese Beurteilung beruht einerseits auf der Risikoabschätzung der verschiedenen Belastungen *(Kap. 4.2)* und andererseits auf der Zustandsbewertung der Gewässer *(Kap. 7.4)*.

Tab. 8.1: Risikoabschätzung Zielerreichung 2021 (ökologischer Zustand, ökologisches Potenzial). Legende: +: Risiko, (+): Risiko nicht einstufbar, -: kein Risiko, AWB: künstliches Gewässer, HMWB: erheblich verändertes Gewässer.

Wasserkörper	Einstufung HMWB, AWB	Verfehlen der Umweltziele bis 2021	Belastungen					Zustand		
			Punktquellen	Diffuse Quellen	Hydrologie	Morphologie	Durchgängigkeit	Biologisch	Chem.-physik	Flussgebietsspez. Schadstoffe
Alpenrhein	HMWB	+	-	-	+	+	(+)	+	-	-
Binnenkanal-Unterlauf	AWB	+	(+)	+	(+)	+	-	+	(+)	+
Binnenkanal-Oberlauf	AWB	+	(+)	+	(+)	+	-	+	-	-
Spiersbach		+	(+)	+	-	+	-	+	+	-
Esche		+	(+)	+	-	+	-	+	+	+
Scheidgraben		+	(+)	+	-	+	-	+	+	-
Lawena		(+)	-	-	(+)	-	-	(+)	-	-
Valorsch		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Samina		(+)	-	-	(+)	-	(+)	(+)	-	-
Valüna-Malbunbach		-	-	-	-	-	-	-	-	-

8.3. Abschätzen des Erreichens der Umweltziele bis 2021 (Risikoanalyse) für den chemischen Zustand der Oberflächengewässer

Da industrielle Direkteinleiter in die Gewässersysteme fehlen, wird davon ausgegangen, dass die Gefährdung durch prioritäre Stoffe gering ist bzw. primär über die ARA Bendern erfolgt. Der chemische Zustand der grenzüberschreitenden Gewässer Rhein, Spiersbach und Samina wurde entsprechend (ohne Berücksichtigung der ubiquitären Stoffe Bromierte Diphenylether und Quecksilber) als gut beurteilt (KOORDINATIONSGRUPPE ALPENRHEIN/BODENSEE 2014). Im Rahmen von Detailuntersuchungen am Alpenrhein bei Fussach konnten bei zwei prioritären Stoffen (bromierte Diphenylether und Quecksilber) Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen in den Wasserlebewesen (Biota) festgestellt werden. **Entsprechend muss gesamthaft am Alpenrhein von einer Zielverfehlung des guten chemischen Zustandes ausgegangen werden.**

Durch den Nachweis im Alpenrhein bei Fussach ist auch von einer Belastung durch ubiquitäre Stoffe im Liechtensteiner Gewässersystem mit Ausnahme der inneralpinen Gewässer und der Lawena auszugehen. Bromierte Diphenylether wurden zudem auch im Rahmen des Projektes Fischnetz im Liechtensteiner Binnenkanal nachgewiesen (MERTENS 2005).

Tab. 8.2: Risikoabschätzung Zielerreichung 2021 (guter Zustand). +: Risiko, (+): Risiko nicht einstufbar, -: kein Risiko, n.b. nicht beurteilt, AWB = künstliches Gewässer, HMWB = erheblich verändertes Gewässer.

Wasserkörper	Einstufung HMWB, AWB	Verfehlen der Umweltziele bis 2021	Belastungen	
			Ubiquitäre Stoffe[18]	Übrige prioritäre Stoffe
Alpenrhein	HMWB	**+**	+	-
Binnenkanal-Unterlauf	AWB	**+**	+	-
Binnenkanal-Oberlauf	AWB	**+**	+	-
Spiersbach		**(+)**	(+)	-
Esche		**(+)**	(+)	-
Scheidgraben		**(+)**	(+)	-
Lawena		**-**	-	-
Valorsch		**-**	-	-
Samina		**-**	-	-
Valüna-Malbunbach		**-**	-	-

[18] Ubiquitär: Spurenstoffe, die in geringer Konzentration global vorhanden sind. Der Begriff der ubiquitären Stoffe wurde mit der Änderung der Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe eingeführt (Richtlinie 2013/39/EU). Diese erlaubt die getrennte Darstellung ausgewählter persistenter, bioakkumulierbarer und toxischer Stoffe, die ubiquitär vorhanden sind. Hierzu gehören: Bromierte Diphenylether, Quecksilber und Quecksilberverbindungen, Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) (7), Tributylzinnverbindungen, Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS), Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen, Hexabromcyclododecane (HBCDD), Heptachlor und Heptachlorepoxid.

8.4. Abschätzen des Erreichens der Umweltziele bis 2021 (Risikoanalyse) für den mengenmässigen und chemischen Zustand des Grundwassers

Auf Grund der Ausgangslage mit dem ergiebigen Grundwasserleiter in der Rheintalebene und der vorhandenen Schüttungsmengen der Quellen an den Hanglagen ist von einem guten mengenmässigen Zustand auszugehen. Die bestehenden sowie zukünftigen Gewinnungsgebiete für Trinkwasser sind mit entsprechenden Schutzzonen bzw. Schutzarealen gesichert. Die bisherigen chemischen Untersuchungen deuten auf keine Belastungen hin. Es kann von einem guten chemischen Zustand ausgegangen werden. Entsprechend wird das Risiko hinsichtlich Verfehlung des „guten chemischen Zustandes“ mit „kein Risiko“ eingestuft.

9. Umweltziele und Zeitplan

Das übergeordnete Ziel der WRRL ist es, die Rahmenbedingungen für den Schutz der Oberflächengewässer und des Grundwassers zu schaffen bzw. festzuschreiben. Dieses Ziel wird in Artikel 4 WRRL durch die Vorgaben der Umweltziele konkretisiert.

Umweltziele für Oberflächengewässer:

- Verschlechterungsverbot: Es werden alle notwendigen Massnahmen durchgeführt, um eine Verschlechterung des Zustands der Oberflächenwasserkörper zu verhindern.
- Verbesserungsgebot: Es werden alle Oberflächenwasserkörper geschützt, verbessert und saniert mit dem Ziel, die Umweltziele nach den Bestimmungen des Anhang V zu erhalten bzw. zu erreichen.
- Reduzierung der Verschmutzung durch prioritäre Stoffe.
- Beseitigung der Einleitung, Emission und Verluste von prioritären gefährlichen Stoffen.
- Das Umweltziel für natürliche Wasserkörper ist der gute ökologische Zustand sowie der gute chemische Zustand.
- Das Umweltziel für erheblich veränderte und künstliche Wasserkörper ist das gute ökologische Potenzial sowie der gute chemische Zustand.

Umweltziele für Grundwasser:

- Verschlechterungsverbot: Es werden alle notwendigen Massnahmen durchgeführt, um die Einleitung von Schadstoffen zu verhindern und zu begrenzen und eine Verschlechterung des Zustands der Grundwasserkörper zu verhindern.
- Verbesserungsgebot: Es werden alle Grundwasserkörper geschützt, verbessert, saniert und eine ausgeglichene Wasserbilanz gewährleistet, mit dem Ziel, den guten Zustand des Grundwassers zu erhalten bzw. zu erreichen.
- Trendumkehr der Schadstoffkonzentrationen: Es werden alle Massnahmen gesetzt, um anhaltende Trends ansteigender Konzentrationen von Schadstoffen umzukehren und die Verschmutzung des Grundwassers schrittweise zu reduzieren.
- Das Umweltziel für Grundwasser ist der gute mengenmässige Zustand und der gute chemische Zustand.

Umweltziele für Schutzgebiete:

- Es werden alle Vorgaben und Ziele nach gemeinschaftlichen Rechtsvorschriften erfüllt.

9.1. Gesetzliche Grundlagen in Liechtenstein

Diese Bestimmungen der WRRL wurden mit Art 41a und 41b des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) in Liechtenstein umgesetzt. Die Umweltziele sind demnach bis zum 1. Mai 2021 zu erreichen. Diese Frist kann zweimal um jeweils sechs Jahre (1. Mai 2027, 1. Mai 2033) verlängert werden, wenn die notwendigen Verbesserungen aufgrund der natürlichen Gegebenheiten nicht fristgerecht erreicht werden können, wenn die vorgesehenen Massnahmen aus technischen Gründen nur schrittweise umgesetzt werden können und bei unverhältnismässigen Kosten für die Einhaltung der Fristvorgabe. Es muss aber sichergestellt werden, dass keine weitere Verschlechterung des Gewässerzustands eintritt.

9.2. Fristerstreckung zur Zielerreichung (stufenweise Umsetzung)

9.2.1 Zielerreichung Ökologischer Zustand

Nach Art 41b GSchG sind die Umweltziele bis zum 1. Mai 2021 zu erreichen. Massnahmen zur Reduzierung oder Entfernung bzw. Aufhebung von relevanten Belastungen, wie morphologischen Belastungen durch Regulierungen und hydrologische Belastungen durch die Wasserkraftnutzung, aber auch diffuse Einträge durch landwirtschaftliche Nutzung, sind hinsichtlich Umfang und Kosten als Grossprojekte einzustufen. Die Umsetzung solcher Projekte erfordert daher einen entsprechenden Zeitrahmen, der bis zum Abschluss der Baumassnahmen einige Jahre betragen kann. Nach der baulichen Umsetzung der Massnahmen wird es voraussichtlich mehrere Jahre dauern, bis sich ein neues Ökosystem etabliert und eine Verbesserung des ökologischen Zustands mit entsprechenden biologischen Parametern nachgewiesen werden kann. Dazu kommt, dass die relevanten diffusen Einträge flächendeckende bzw. die relevanten morphologischen Belastungen über den gesamten Gewässerverlauf lineare Einwirkungen darstellen, die durch einzelne lokale Massnahmen und Bauabschnitte die Situation nur schrittweise verbessern können. Eine generelle Zustandsverbesserung alleine durch Massnahmen an den Gewässern im Zuständigkeitsbereich des Landes ist nicht zu erwarten. Auch an den Zubringern und kleineren Gewässern im Zuständigkeitsbereich der Gemeinden müssen Verbesserungsmassnahmen durchgeführt werden. Die Umweltziele der Gemeinden, wie sie z.B. in den Gemeinderichtplänen oder Natur- und Landschaftsentwicklungskonzepten (NLEK) festgehalten sind, spielen daher eine wichtige Rolle für die generelle Zielerreichung. Eine gute Zusammenarbeit und ein regelmässiger Informationsaustausch zwischen Land und Gemeinden sind daher zu pflegen (siehe Kap. 10.7).

Eine Fristerstreckung ist nach Artikel 4 Absatz 4 WRRL aus folgenden Gründen möglich, sofern sich der Zustand des Wasserkörpers nicht weiter verschlechtert:

- Technische Machbarkeit: Die Massnahmen sind aus technischen Gründen nur schrittweise und über einen längeren Zeitraum umsetzbar. Es sind noch nicht genügend Informationen für eine technische Lösung vorhanden.
- Unverhältnismässig hohe Kosten: Die Umsetzung der Massnahme innerhalb der vorgegebenen Frist verursacht einen unverhältnismässig hohen Kostenaufwand. Unsicherheiten bezüglich Ursachen, Notwendigkeit, Umfang und Wirkung der Massnahmen sind zu berücksichtigen.
- Natürliche Gegebenheiten: Benötigter Zeitraum für den Ablauf natürlicher Prozesse nach baulichen Massnahmen ist länger als die Umsetzungsfrist.

Aus den obengenannten Gründen ist eine rasche Zielerreichung des guten ökologische Zustandes bzw. des guten ökologischen Potenzials bis zum Jahr 2021, nicht zu erwarten. **Die in der WRRL vorgesehene Möglichkeit zur Fristerstreckung müssen daher für verschiedene Wasserkörper in Anspruch genommen werden (siehe Tab. 8.1).**

Nach Art 41b GSchG kann die Frist, entsprechend den Vorgaben der WRRL und angepasst an die zeitliche Umsetzung der WRRL, höchstens zweimal um sechs Jahre d.h. bis ins Jahr 2027 und 2033 verlängert werden.

9.2.2 Zielerreichung Chemischer Zustand

In der Wasserphase werden die Umweltqualitätsnormen (UQN) gemäss der gültigen Liste der prioritären und prioritären gefährlichen Schadstoffe eingehalten. Hinsichtlich der UQN für Biota gemäss der neuen Richtlinie (RL 2013/39/EU) kann der gute chemische Zustand aufgrund der nachgewiesenen ubiquitären Schadstoffe wie z.B. Quecksilber (Hg), das als Luftschadstoff aus Verbrennungsprozessen global in die Ökosysteme eingetragen wird, nicht erreicht werden. Diese rechtliche Änderung bedeutet, dass der chemische Zustand für viele Oberflächengewässer den guten Zustand verfehlt und als nicht gut auszuweisen ist, auch wenn die bis dahin (bis Ende 2015, RL 2008/105/EG) vorgegebenen Grenzwerte für die Schadstoffe in der Wasserphase eingehalten werden. Von dieser Situation sind alle EU/EWR Staaten betroffen. Die Überschreitung der Grenzwerte ist für den Genuss von Wasser als Trinkwasser nicht relevant.

Diese Problematik ist europaweit im Geltungsbereich der WRRL gegeben, da die Einträge dieser Stoffe in die Umwelt nur durch die Begrenzung oder das Verbot des globalen Einsatzes der betreffenden Schadstoffe reduziert werden können. Eine Abnahme der Immissionswerte wird auch nach solchen Begrenzungen und Verboten infolge Bioakkumulation, Adsorptions- und Abbauprozessen längere Zeiträume beanspruchen. Massnahmen erfordern eine internationale Abstimmung und eine konkrete nationale Umsetzung. Die in internationaler Abstimmung zu entwickelnden Massnahmen sind als grundlegende Massnahmen zu werten.

Eine Fristerstreckung zur Zielerreichung des chemischen Zustands der Oberflächenwasserkörper ist daher für alle betroffenen Wasserkörper erforderlich.

9.3. Verwirklichung weniger strenger Umweltziele

Für Wasserkörper, bei denen die Erreichung des guten Zustands oder guten Potenzials infolge Beeinträchtigung durch menschliche Tätigkeiten oder natürliche Gegebenheiten praktisch nicht möglich oder unverhältnismässig aufwendig erscheint, können im Einzelfall weniger strenge Umweltziele (Artikel 4 Absatz 5 WRRL; bzw Artikel 41d GSchG) für Wasserkörper festgelegt werden. Dies setzt voraus, dass zu diesen Tätigkeiten keine Alternativen zur Verfügung stehen, die eine wesentlich bessere Umweltoption darstellen und nicht mit unverhältnismässigen Kosten verbunden sind, wobei auch die stufenweise Zielerreichung zu prüfen ist. Auch bei weniger strengen Umweltzielen ist bei Oberflächengewässern der bestmögliche ökologische und chemische Zustand und bei Grundwasser die geringstmögliche Veränderung vom guten Zustand zu erreichen. Weniger strenge Umweltziele müssen im Bewirtschaftungsplan im Einzelfall begründet, und alle sechs Jahre überprüft werden.

Weniger strenge Umweltziele können nicht generell, sondern nur für bestimmte Gewässer festgelegt werden. Dazu sind auch Voraussetzungen definiert, für deren Prüfung in der Regel der Versuch der stufenweise Umsetzung mit Fristerstreckung praktikabel erscheint. Weniger strenge Ziele sind zwar in der WRRL vorgesehen, stellen aber die Ausnahme und nicht den Regelfall dar (LAWA, 2012).

Im vorliegenden Bewirtschaftungsplan werden weniger strenge Umweltziele vorläufig nicht angewendet.

10. Massnahmenprogramm

10.1. Allgemeine Informationen

Mit dem Massnahmenprogramm nach Artikel 11 WRRL werden jene Massnahmen festgelegt, die zur Erreichung der Umweltziele nach Artikel 4 dieser Richtlinie notwendig sind *(Kap. 9)*. Diese Bestimmungen der WRRL wurden mit Artikel 41n und 41o des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) in Liechtenstein umgesetzt. Das vorliegende Massnahmenprogramm basiert auf den in den vorangegangenen Kapiteln dargelegten Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten *(Kap. 4)*, Zustandsbewertungen *(Kap. 7)* und der Risikoanalyse *(Kap. 8)*. Nachfolgend werden die Massnahmen beschrieben und den einzelnen Wasserkörpern zugeordnet.

Im Massnahmenprogramm sind zumindest die grundlegenden Massnahmen und bei Bedarf zur Verbesserung des Zustands auch die erforderlichen ergänzenden Massnahmen vorzusehen. Weitere Massnahmen können im Verlauf der Umsetzungsphase als zusätzliche Massnahmen erforderlich werden.

- **Grundlegende Massnahmen** sind in Anhang VI, Teil A, der WRRL explizit vorgegeben. Es handelt sich um Mindestanforderungen, die in der Bewirtschaftung der Gewässer und zum Schutz der Ressource eingehalten werden müssen. Defizite beim Vollzug der Massnahmen sind im Kapitel 10.5 dargestellt.

- **Ergänzende Massnahmen** sind Massnahmen, die zusätzlich zu den grundlegenden Massnahmen aufgenommen werden müssen, wenn die grundlegenden Massnahmen für die Einhaltung und Erreichung der Umweltziele nicht ausreichen. Einige davon sind in Anhang VI, Teil B der WRRL angeführt. In dieser Massnahmengruppe sind u.a. vertiefende technische Untersuchungen und Analysen, Sanierungskonzepte und Bauprojekte enthalten. Diese Massnahmengruppe ist der Schwerpunkt des Massnahmenprogramms.

- **Zusätzliche Massnahmen** sind Massnahmen, die nachträglich zum Bewirtschaftungsplan aufgenommen werden, wenn absehbar ist, dass die festgelegten Umweltziele verfehlt werden.

10.2. Beschreibung der ergänzenden Massnahmen bei Oberflächengewässern

Aufgrund ähnlicher Belastungssituationen der Gewässer können bestimmte Massnahmen mehreren Wasserkörpern zugeordnet werden. Die einzelnen Massnahmen werden zu folgenden Massnahmengruppen zusammengefasst:

- Regenüberläufe und Regenbecken
- Drainagepumpwerke bei Moorböden
- Diffuse Einträge
- Lebensraum Gewässer
- Hydrologie (Restwasser, Schwall/Sunk, Bewässerung Landwirtschaft)

Anschliessend werden die Massnahmengruppen den einzelnen Oberflächenwasserkörpern zugeordnet.

10.2.1 Massnahmen Regenüberläufe und Regenbecken

Problematik:

In Liechtenstein sind mehrere Wasserkörper organisch belastet und weisen eine mässige Wasserqualität auf. Neben Drainagen, diffusen Quellen, Torfremineralisation etc. stammt ein Teil der organischen Belastung der Gewässer aus Abwassereinleitungen der Siedlungsentwässerung. Die genaue Verteilung der Frachten auf die einzelnen Quellen ist nicht bekannt. Insbesondere führen Entlastungen der Mischwasserkanalisation bei Regenwetter zu punktuellen Einleitungen von stofflichen Belastungen in die Oberflächengewässer. Einwirkungen auf den Zustand ergeben sich durch die eingebrachten Frachten von leicht abbaubaren organischen Stoffen, Nährstoffen, flussgebietsspezifischen Schadstoffen und prioritären Schadstoffen.

Die Entlastungen der Mischwasserkanalisationen sind notwendig, da die zentrale Abwasserreinigungsanlage nur auf einen begrenzten Zufluss (zweifache Menge des Zuflusses bei Trockenwetter) ausgelegt ist. Fällt mehr Regenwasser an, so wird das stark verdünnte Abwasser über Regenüberläufe und Regenbecken in die Gewässer entlastet. Um die Emission von Schmutzstoffen in die Gewässer zu begrenzen, sind im Kanalisationssystem Regenbecken angeordnet, welche einen Teil des Abwassers zurückhalten und das entlastende Abwasser vorreinigen (siehe *Kap. 4.2.1.3*).

Massnahmen:

- **Überprüfung der Regenüberläufe und Regenbecken:** Die Funktion der bestehenden Regenüberläufe und Regenbecken werden im Rahmen der Generellen Entwässerungspläne (GEP) der Gemeinden und des Abwasserzweckverbandes (VGEP) geprüft. Der GEP ist ein wichtiges Planungsinstrument und ist Grundlage für den zweckmässigen Ausbau und die Werterhaltung der kommunalen Abwasseranlagen sowie der Entwässerung der privaten Liegenschaften. Der GEP umfasst alle Massnahmen, um die ober- und unterirdischen Gewässer umfassend vor Verunreinigungen aus dem Entwässerungssystem zu schützen. Dazu werden der hydraulische und der bauliche Zustand des Entwässerungsnetzes erfasst sowie die abgeleiteten Wassermengen, Stoffkonzentrationen und Stofffrachten bestimmt. Die Emissionen werden im Hinblick auf mögliche Ursachen analysiert. Die Werte werden mit den Soll-Werten nach fachlichen Kriterien und rechtlichen Vorgaben verglichen und darauf aufbauend – falls notwendig – Optimierungs- und Sanierungskonzepte erarbeitet. Eine Überprüfung der Entlastungshäufigkeit und Menge ist vorzusehen.

- **Überprüfung Weiterleitmengen:** Im Rahmen der Überarbeitung des Verbands-GEP des Abwasserzweckverbandes der Gemeinden Liechtensteins (AZV) sollen die Weiterleitmengen bei den Sonderbauwerken optimiert werden. Dadurch soll erreicht werden, dass die Entlastungsmengen im Einzugsgebiet in der Summe reduziert werden kann. Durch eine Gesamtplanung können zur Emissionsreduktion weitere Massnahmen notwendig werden.

- **Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung:** Der Sauberwasseranteil in der Kanalisation soll verringert werden, damit die in die Gewässer entlastenden Mengen bei den Regenüberläufen und Regenbecken reduziert werden können. Dazu soll sauberes Regenwasser wie z.B. von Hausdächern, Vorplätzen und wenig befahrenen Strassen in erster Linie auf einer Fläche mit bewachsener Bodenschicht zur Versickerung gebracht werden (Versickerungsgebot). Ist dies nicht möglich, so kann das nicht oder nur gering verschmutzte Regenwasser in einer unterirdischen Anlage versickert werden. Erst in dritter Priorität soll eine Ableitung – falls möglich – über die Regenwasserkanalisation in ein Gewässer oder in die Mischwasserkanalisation erfolgen. Die Umset-

zung erfolgt über die entsprechenden rechtlichen Vorgaben in den Abwasserreglementen der Gemeinden. Eine Lenkungsabgabe auf in die Kanalisation abgeleitetes unverschmutztes Regenwasser kann die Reduktion des Sauberwasseranfalles zusätzlich fördern und ist im Sinne des Verursacherprinzipes sinnvoll.

Zuständigkeit: Land / Gemeinden / Abwasserzweckverband

10.2.2 Massnahmen Drainagepumpwerke bei Moorböden

Problematik:

Mit der Entwässerung der ehemaligen Niedermoore in der Rheintalebene konnte landwirtschaftlich nutzbares Land gewonnen werden. Die torfhaltigen Moorböden werden mit Drainageleitungen entwässert, welche das Bodenwasser entweder passiv oder über ein Pumpwerk in die Gewässer einleiten. Das Drainagewasser ist mit Abbauprodukten aus der Torfmineralisierung belastet. Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, dass von der Oberfläche Hofdünger und Pflanzenschutzmittel in den Boden sickern und in die Drainageleitungen gelangen. Die Drainagepumpwerke führen somit zu punktuellen Einleitungen von grösseren stofflichen Belastungen in die Oberflächengewässer.

Massnahme:

- **Ermittlung der effektiven Emissionen von Drainagepumpwerken:** Bei den Drainagepumpwerken sollen die abgeleiteten Wassermengen, Stoffkonzentrationen und Stofffrachten abgeschätzt werden. Des Weiteren sollen die Emissionen bezüglich möglicher Ursachen (Torfabbau, Eintrag über Ausbringung von Hofdünger, etc.) analysiert werden. Die Werte werden mit den Soll-Werten nach fachlichen Kriterien und rechtlichen Vorgaben verglichen. Aus diesen Ermittlungen soll abgeleitet werden, ob aus den Drainagepumpwerken relevante stoffliche Belastungen der Gewässer resultieren und ein Handlungsbedarf besteht.
- **Überprüfung von Verbesserungsmassnahmen:** Das Betriebsregime der Drainagepumpwerke kann Einfluss auf den Grundwasserstand und somit auch auf die Mineralisierung des torfhaltigen Bodens nehmen. Es soll abgeklärt werden, ob mit einem optimierten Betriebsregime der Nähr- und Schadstoffaustrag reduziert werden kann. Weitere Verbesserungsmassnahmen sind die Reduktion der Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft *(siehe Kap. 10.2.3)*, technische Reduktionen der Schmutzstoffe, Erhöhung der Selbstreinigungskraft der Vorfluter (Fliessgewässer), etc.

Zuständigkeit: Land / Gemeinden / Anlagenbetreiber

10.2.3 Massnahmen diffuse Einträge

Problematik:

Die Landwirtschaft setzt sehr grosse Mengen an Nährstoffen um. Dabei können Nährstoffe die Gewässer belasten, wenn:

- Hofdünger zu nahe an Oberflächengewässern ausgebracht werden.
- Die Lagereinrichtungen für Hofdünger nicht dicht oder nicht gross genug dimensioniert sind.
- Hofdünger ausserhalb der Vegetationsperiode oder generell auf Böden ausgebracht werden, die wassergesättigt, gefroren, schneebedeckt oder ausgetrocknet sind.
- Hofdünger vor Starkniederschlägen ausgebracht werden.
- Mehr Nährstoffe auf die Landwirtschaftsfläche eingetragen werden, als für das Pflanzenwachstum benötigt wird (z.B. Gülle auf unbewachsenem Ackerboden).
- Nährstoffe aus Drainagen ohne Pumpwerke in die Gewässer eingeleitet werden.

Zudem werden bei konventionellen Landwirtschaftsbetrieben, in privaten Gärten und beim Unterhalt von öffentlichen Plätzen und Strassen Pflanzenschutzmittel eingesetzt, welche bei nicht fachgerechtem Einsatz, insbesondere durch Abschwemmung, ins Gewässer gelangen können.

Die diffusen Einträge aus der Landwirtschaft sind in hohem Mass durch die Gegebenheiten des Standortes und die landwirtschaftliche Praxis bestimmt.

Die Vorgaben für die gute landwirtschaftliche Praxis sind im Landwirtschaftsgesetz (LWG) und der Verordnung über landwirtschaftliche Begriffe und die Anerkennung von Landwirtschaftsbetrieben (Landwirtschaftliche Begriffs- und Anerkennungsverordnung; LBAV) enthalten. Nach Art. 10 LBAV wird verlangt, die Nährstoffkreisläufe möglichst zu schliessen. Dies ist mittels einer ausgeglichenen Nährstoffbilanz nachzuweisen, für die entsprechende Vorgaben in Anhang 2 Ziffer 2.1 LBAV angeführt werden. Auch müssen auf allen Parzellen mindestens alle 10 Jahre Bodenuntersuchungen nach Anhang 2 Ziffer 2.2 durchgeführt werden. Auf den nach Anhang 2 Ziffer 9 definierten Pufferstreifen mit einer Breite von 3 m beidseitig der Böschungsoberkante von Gewässern dürfen weder Dünge- noch Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden. Ein 6 m breiter Streifen darf nicht umgebrochen werden. Für die Abgrenzung des Pufferstreifens werden konkrete Vorgaben genannt.

Im LWG und im Art. 14 LBAV werden die gezielte Auswahl und Anwendung der Pflanzenschutzmittel gefordert. Es dürfen nur Pflanzenschutzmittel angewendet werden, die nach der schweizerischen Pflanzenschutzmittelverordnung zugelassen sind und gemäss der guten landwirtschaftlichen Praxis eingesetzt werden dürfen.

In der Gewässerschutzverordnung ist der Einsatz von Hofdüngern detailliert geregelt (kein Einsatz während der Vegetationsruhe, bei gefrorenem Boden, etc.). Das Amt für Umwelt kann Ausnahmen in Form von Düngefenstern während der Vegetationsruhe bewilligen.

Über den Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln über Drainagen ohne Pumpwerk, die direkt in die Gewässer münden, ist nur wenig bekannt. Solche teilweise sehr alte Drainagen sind in Liechtenstein zur Entwässerung weit verbreitet und könnten ebenfalls für die schlechte Wasserqualität einzelner Wasserkörper verantwortlich sein.

Privatpersonen, die Pestizide einsetzen, halten sich teilweise nicht an die Gebrauchsanweisungen, was in der Regel zu einem zu grosszügigen Einsatz und damit zu einer Gewässergefährdung führen kann.

Massnahmen:

- **Monitoring Einsatz Düngemittel:** Die vorliegenden Informationen über die Nährstoffflüsse bzw. Bilanzen in der Landwirtschaft (z.B. HODUFLU[19]) werden analysiert. Es sollen Entwicklungen erkannt und allenfalls Massnahmen abgeleitet werden. Der korrekte Einsatz der Hofdünger gemäss Gewässerschutzverordnung und Landwirtschaftlicher Begriffs- und Anerkennungsverordnung ist regelmässig zu überprüfen.
- **Kontrolle der Lagereinrichtungen für Hofdünger:** Die Lagereinrichtungen für Hofdünger der Landwirtschaftsbetriebe werden auf ihren baulichen Zustand, insbesondere hinsichtlich Dichtheit und auf eine genügende Lagerkapazität, hin überprüft.
- **Reduktionsplan Pflanzenschutzmittel:** Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln soll auf die für den Schutz der Pflanzen notwendige Menge reduziert werden. Dazu sollen Massnahmen analog der Schweiz für einen reduzierteren bzw. massvollen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln geprüft werden. Es ist darauf zu achten, dass die Vorgaben zur Reduktion und zu Verboten des Einsatzes von prioritären und prioritär gefährlichen Stoffen zur Anwendung kommen. Der bereits heute hohe Anteil an Biobetrieben soll weiter gefördert werden. Ein weiteres Thema sind die Herbizide und Fungizide in Baustoffen (Fassaden, Dachabdichtungen, etc.).
- **Sensibilisierungskampagne Private und Werkbetriebe:** Die bestehenden Sensibilisierungskampagnen für die Öffentlichkeit (www.giftzwerg.ch) und die Weiterbildungsangebote für die Werkbetriebe für den fachgerechten Spritzmitteleinsatz sollen weitergeführt werden.
- **Angepasste Bewirtschaftung:** Für den Liechtensteiner Talraum liegt eine detaillierte Bodenkartierung mit entsprechender Nutzungseignung vor. Die Bewirtschaftung soll möglichst darauf ausgerichtet werden, um die langfristige Bodenfruchtbarkeit sicherzustellen und Mineralisierungen mit entsprechender Bodensackungen zu minimieren.
- **Förderung ökologischer Ausgleichsflächen:** Die bestehende landwirtschaftliche Förderung extensiver Bewirtschaftungsformen ist weiterzuführen (ökologischer Leistungsnachweis, Bewirtschaftungsbeiträge). Entsprechende Flächen sind vornehmlich entlang der Gewässer anzulegen. Natur- und Landschaftsschutzkonzepte und Vernetzungsprojekte nach Schweizer Vorbild können hier entsprechende Vorgaben zur räumlichen Planung liefern.
- **Frachtanalyse passive Drainagen:** Untersuchung des Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleintrags aus Drainagen ohne Pumpwerk in die Gewässer.

Zuständigkeit: Land / Gemeinden / Bewirtschafter Pächter / Bodeneigentümer / Privatpersonen

[19] HODUFLU ist ein Internetprogramm zur einheitlichen Verwaltung von Hof- und Recyclingdüngerverschiebungen in der Landwirtschaft. Es vereinfacht und beschleunigt den administrativen Ablauf von Nährstoffverschiebungen in der Landwirtschaft und ermöglicht eine transparente Darstellung der Nährstoffflüsse.

10.2.4 Massnahmen Lebensraum Gewässer

Problematik:

Die Erfolge der hohen Investitionen in die Abwasserbewirtschaftung und dadurch verbesserten Wasserqualität kommen durch den fehlenden naturnahen Charakter unserer Gewässer nicht zum Tragen. Der ökologisch gute Zustand wird grösstenteils aufgrund der fehlenden Lebensräume nicht erreicht. Die begradigten Gewässer im Talraum sind infolge der fehlenden Strukturen als Lebensraum für Fische und Kleinorganismen stark beeinträchtigt. Sie sind grösstenteils morphologisch stark verändert und funktionell beeinträchtigt, was zu einem Handlungsbedarf zur Erreichung der Umweltziele führt.

Die Regulierung des Alpenrheins und des Gewässersystems in der Talebene war Voraussetzung für die Siedlungsentwicklung, landwirtschaftliche Produktion und den dazu parallel laufenden wirtschaftlichen Fortschritt in der Talebene. Die Linienführung und die Tiefenlage der Gewässer von heute sind das Ergebnis der technischen Auslegung der Regulierungsprojekte von damals, die auch noch heute eine wesentliche Rahmenbedingung für die Funktion der Entwässerung landwirtschaftlicher Nutzflächen und den Hochwasserschutz der Siedlungsgebiete sind. Die Gewässer verlaufen im Talboden über grössere Strecken in landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Renaturierungen bedeuten in der Regel Flächenverluste für die landwirtschaftliche Produktion und stehen somit im Interessenskonflikt mit dem Bodenerhaltungsgesetz. Als Rahmenbedingungen sind auch Infrastrukturen wie z.B. Leitungen entlang des Gewässers zu beachten. Zudem gilt es auch den Biber bei der Planung und Umsetzung von Renaturierungen zu berücksichtigen. So können z.B. durch flache Böschungen und angemessene Raumverhältnisse für das Gewässer gewisse Konflikte in Zusammenhang mit dem Anlegen von Biberbauten vermieden oder zumindest gemildert werden. Bei Massnahmen zur Lebensraumverbesserung sind der Hochwasserschutz und die Vernetzung mit dem Landlebensräumen zu berücksichtigen.

Massnahmen:

- **Abgrenzung und Freihaltung des erforderlichen Gewässerraumes (Art. 25 GSchG):** Für Massnahmen zur Verbesserung des Gewässers als Lebensraum und zur Vergrösserung des Abflussvermögens ist die Inanspruchnahme von Flächen unvermeidbar. Deshalb ist es erforderlich entsprechende Flächen für diesen Zweck von Bauten und Anlagen auch für künftige Generationen freizuhalten und in den Nutzungsplänen auszuweisen. Die Sicherstellung des Gewässerraumes ist auch für allfällige zukünftig notwendige Hochwasserschutzmassnahmen und für die Biotopvernetzung von zentraler Bedeutung. Verschiedene Vorarbeiten wurden bereits durchgeführt. Aufbauend auf diesen Erfahrungen soll im Einvernehmen mit den Gemeinden der Gewässerraum nach einheitlichen Kriterien festgelegt werden. Die Gewässerraumausscheidung ist derzeit im Amt für Umwelt in Bearbeitung.

- **Erstellen eines Massnahmenplans für Renaturierungen und schrittweise Umsetzung (Art. 34 GSchG):** Aufgrund des ausgewiesenen Handlungsbedarfs soll ein Massnahmenplan für die Sanierung der stark morphologisch beeinträchtigen Gewässer ausgearbeitet werden. Dieser soll zusammen mit den Gemeinden und weiteren betroffenen Akteuren erstellt werden. Die bisherigen Erfahrungen und bereits bestehende Konzepte sollen dabei berücksichtigt werden. Im Massnahmenplan werden die einzelnen Massnahmen zur Verbesserung der aquatischen Lebensräume sowie die Fristen zu deren Durchführung festgelegt. Die Priorisierung erfolgt nach ökologischer Wirksamkeit und Machbarkeit. Diesbezüglich sind auch die Rahmenbedingungen (unverschiebbare Bauwerke und Leitungen, Hydraulische Gerinnekapazitäten, Verklausungsgefahr und

Verfügbarkeit von Flächen) zu berücksichtigen. Die notwendigen finanziellen Mittel sollen in die Finanzplanung des Landes aufgenommen werden. Ziel ist es, durch die schrittweise Umsetzung dieser Massnahmen an den verbleibenden noch möglichen Gewässerabschnitten den ökologischen Gesamtzustand zu verbessern. Renaturierungen im Sohlbereich sind auf Streckenabschnitten mit starker Exfiltration ins Grundwasser im Einzelfall zu prüfen.

- **Gewässerpflege und Instandhaltung als laufende Aufgabe:** Für die Pflege der Ufervegetation und den Unterhalt der zuführenden Entwässerungsgräben sollen auf die Naturwerte abgestimmte Pflegegrundsätze gelten und Pflegepläne erstellt werden, die zu einer Verbesserung der Lebensräume in den vorgegebenen Gerinneprofilen führen. Mit entsprechendem Pflegeaufwand und einer Planung können an Gewässerabschnitten mit entsprechender Abflusskapazität im Uferbereich auch hydraulisch wenig wirksame Ufervegetation zugelassen werden (z.B. Weiden die jährlich auf den Stock gesetzt werden). Die Rahmenbedingungen des Hochwasserschutzes müssen berücksichtigt werden (z.B. Verklausungsgefahr).

- **Strukturierung im bestehenden Abflussprofil:** Die ökologische Funktionsfähigkeit der verbleibenden, nicht umfassend sanierbaren Abschnitte soll durch eine Strukturierung im bestehenden Abflussprofil der aquatische Lebensraum aufgewertet werden (=Instream-Verbesserungsmassnahmen). Die Rahmenbedingungen des Hochwasserschutzes müssen dabei berücksichtigt werden. Dieser Massnahmentyp soll nicht im Konflikt mit möglichen späteren Renaturierungsabsichten stehen und nur zur Anwendung kommen, wenn die räumlichen Begebenheiten bereits eingeschränkt sind. Dies soll bei der Konkretisierung der Massnahmen mit den betroffenen Akteuren berücksichtigt werden.

- **Naturnahe Gestaltung der Gewässersohle**: Bestehende Sohlbefestigungen sollen entfernt werden, sofern sie wasserbaulich nicht zwingend notwendig sind. Die Selbstreinigungskraft und ökologische Funktionsfähigkeit ist nur in einer unbefestigten Sohle mit natürlichem Sohlsubstrat gegeben.

- **Naturnahe Stillgewässer:** In Liechtenstein sind wenige und nur kleine Stillgewässer vorhanden. Sie sind wichtig für Flora und Fauna (insb. Wasservögel und Amphibien). Teilweise haben sie auch die wichtige Funktion für die Retention, d.h. das Brechen von Hochwasserspitzen. Die bestehenden Stillgewässer sind zu erhalten und zu pflegen. Nach Möglichkeit sollen weitere Stillgewässer geschaffen werden.

Zuständigkeit: Land bezüglich Landesgewässer / Gemeinden bezüglich Gemeindegewässer / Private Initiativen

10.2.5 Massnahmen Hydrologie (Restwasser, Schwall/Sunk, Bewässerung Landwirtschaft)

Problematik:

Infolge der Wasserkraftnutzung durch Ausleitung steht dem Gewässer nur noch eine reduzierte Abflussmenge zur Verfügung (Restwasser). Durch die schwallartige Wasserabgabe an das Gewässer unterhalb der Kraftwerke kommt es durch diese Abflussspitzen oft mehrmals täglich zu Wasserspiegelschwankungen. Diese führen bei Schwall zu hydraulischem Stress sowie Abdrift und bei Sunk zu Strandungen von Fischlarven und Trockenfallen von Laichplätzen. Durch diese veränderten Abflussbedingungen kommt es zu einer Verschlechterung der Lebensbedingungen, was zu einer Verfehlung des Umweltzieles des guten ökologischen Zustands eines Gewässers führen kann.

Der Bedarf zur Bewässerung der landwirtschaftlichen Kulturen hat in den letzten Jahren zugenommen. Die Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern können zu Konflikten mit der Gewässerökologie und Fischerei führen.

Massnahmen:

- **Restwasser:** Die Restwasservorgaben (Pflichtwasserabgabe) für die Ausleitungsstrecken sind periodisch zu überprüfen und bei einer Verfehlung des ökologischen Zielzustandes infolge des Wassermangels nach Möglichkeit anzupassen.
- **Schwall/Sunk:** Die Schwall/Sunk-Vorgaben sind zu überprüfen und bei ursächlicher Verfehlung des ökologischen Zielzustandes gegebenenfalls anzupassen. Weitere mögliche Massnahmen wie eine Anpassung der Betriebsführung während der Laichzeit (fischsensible Zeiträume), Rückzugsmöglichkeiten für Fische, Überleitungen des Schwalls in andere Gewässer etc. sind zu prüfen.
- **Landwirtschaftliche Bewässerung:** Bei der Wasserentnahme aus Oberflächengewässern muss gewährleistet sein, dass die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer nicht beeinträchtigt wird. Entsprechend sind bei der Wasserentnahme aus Oberflächengewässern verschiedene Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, wie z.B. Restwassermenge, Ort und Art der Wasserentnahme.

  Derzeit wird ein Konzept für die Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen erstellt, das neben der Entnahme aus Oberflächengewässern, unter Rücksichtnahme auf die ökologischen Rahmenbedingungen, auch die Entnahme aus Grundwasserbrunnen und aus dem Trinkwassernetz prüft. Die Grundlagenarbeiten konnten im Herbst 2018 soweit abgeschlossen werden. Die Ergebnisse und ein Vorschlag zur künftigen Bewässerungspraxis wurden im Oktober und November 2018 den betroffenen Akteuren vorgestellt und gemeinsam diskutiert. Es ist vorgesehen das Bewässerungskonzept im 2019 abzuschliessen (siehe auch Kap. 3.1.4 und 4.2.3.1).

Zuständigkeit: Land / Wasserkraftbetreiber / Bewirtschafter / Gemeinden

10.3. Massnahmen in den einzelnen Oberflächenwasserkörpern

Die nachfolgende Matrix gibt eine Übersicht der Massnahmen in den einzelnen Oberflächenwasserkörpern.

Tab 10.1: Massnahmenprogramm – Übersicht. X: Massnahme erforderlich.

Gewässer	**Regenbecken**	**Drainagen**	**diffuse Einträge**	**Lebensraum**	**Hydrologie**
Alpenrhein				**X**	**X**[20]
Binnenkanal-Unterlauf	**X**		**X**	**X**	**X**
Binnenkanal-Oberlauf	**X**		**X**	**X**	**X**
Spiersbach	**X**	**X**	**X**	**X**	
Esche	**X**	**X**	**X**	**X**	
Scheidgraben	**X**	**X**	**X**	**X**	
Lawena					**X**
Valorschbach					
Samina					**X**
Valüna-Malbunbach					

[20] Die Ursachen für die Schwall-Sunk-Problematik am Alpenrhein liegen ausserhalb des Liechtensteiner Staatsgebietes. Massnahmen können nur international koordiniert erfolgen.

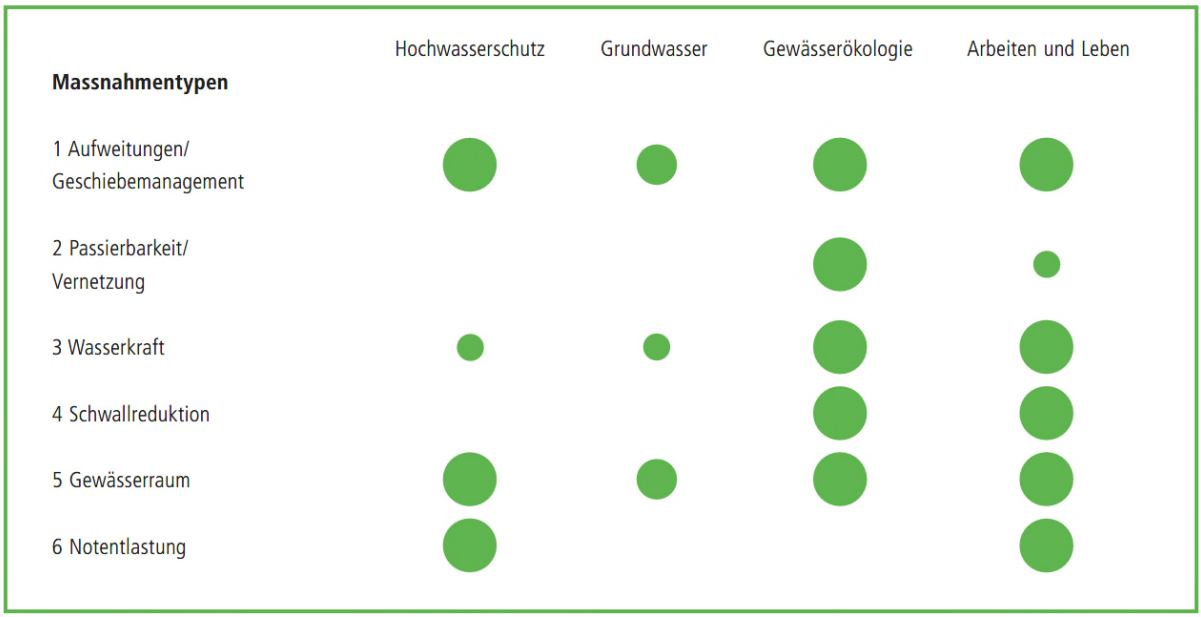
10.3.1 Alpenrhein

Problematik:

Der Alpenrhein im Abschnitt Liechtenstein ist durch das vom Betrieb der Wasserkraftwerke im Oberlauf beeinflusste Abflussregime und das stark regulierte Gerinne stark beeinträchtigt. Diese Nutzungen (Wasserkraft, Hochwassersicherheit) sind für die Gesellschaft von grosser wirtschaftlicher Bedeutung. Durch die Ausweisung als erheblich verändertes Gewässer wird dargestellt, dass Massnahmen keine signifikanten negativen Folgen für diese bedeutenden Nutzungen haben dürfen *(siehe Kap. 2.1.3)*.

Im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA), die sich aus Mitgliedern der Länder Liechtenstein und Vorarlberg, der Kantone Graubünden und St. Gallen und der Internationalen Rheinregulierung zusammensetzt, wurden mehrere fachspezifische Untersuchungen ausgearbeitet, mit dem Ziel, den regulierten Alpenrhein zu einem Flusslebensraum zu entwickeln und entsprechende konkrete bauliche Massnahmen vorzubereiten. Im Jahre 2005 wurde das Entwicklungskonzept Alpenrhein (EKA) verabschiedet, welches eine umfassende Analyse der relevanten Themen am Alpenrhein sowie ein Massnahmenkonzept mit sechs Massnahmentypen beinhaltet. Die nachfolgende Abbildung gibt eine Übersicht der sechs Massnahmentypen und deren Bedeutung für die Themen Hochwasserschutz, Grundwasser, Gewässerökologie sowie Arbeiten und Leben.

Abb.10.1: Massnahmentypen gemäss Entwicklungskonzept Alpenrhein



Die Massnahmen in Liechtenstein sind nicht isoliert, sondern als Teil des Gesamtkonzeptes zu betrachten. Die Abstimmung im Rahmen der IRKA ist institutionalisiert. Die Regulierung und die Eintiefung der Sohle des Alpenrheins im Abschnitt Liechtenstein beeinflusst den gesamten Grundwasserhaushalt im Liechtensteiner Talraum und haben weitreichende Folgen für den Grundwasserstand und die Grundwasserqualität. Südlich von Vaduz sind durch die Absenkung des Grundwasserspiegels

die ehemals typischen grundwassergespiesenen Giessenbäche völlig verschwunden bzw. können nur durch künstliche Dotationsbauwerke aufrechterhalten werden (wie z.B. Wiederbewässerung Äulehäg in Balzers). Ein dynamischer Wasseraustausch der Fliessgewässer mit dem Grundwasser ist nicht mehr gegeben. Dies führt regelmässig aufgrund von Wasserverlusten der Oberflächengewässer in das Grundwasser zu winterlichen Niederwassersituationen.

Tab. 10.2: Massnahmen – Alpenrhein (Streckenabschnitt Liechtenstein)

			X	X[21]

Bemerkungen

- **Konkretisierung der Konzepte:** Planungsgrundlagen für mögliche Aufweitungen laut Entwicklungskonzept Alpenrhein (IRKA, 2005) sind zu konkretisieren. Auf dem liechtensteinischen Abschnitt betrifft dies die Aufweitungsperimeter Eschner Au, Sevelen/Vaduz, Balzers/Trübbach und Ruggell/Bangs. Dabei ist die Verbesserung der Grundwassersituation ein wesentlicher Aspekt. Weitere Schwerpunkte des Entwicklungskonzeptes sind Monitoring, Geschiebemanagement, Passierbarkeit (Wanderfische) und Schwall-/Sunk Reduktion.
- **Abgrenzung und Freihaltung des Planungsraumes:** Die ausgeschiedenen Planungsräume gemäss dem Entwicklungskonzept Alpenrhein (Alpenrheinperimeter) sollen freigehalten werden, damit die Voraussetzungen für bauliche Massnahmen zur Renaturierung erhalten bleiben.
- **Sohlschwelle Buchs:** Die Entwicklung der Sohlanlandung im Bereich der Sohlschwelle Buchs wird beobachtet und im Hinblick auf die Durchgängigkeit für Wanderfische bewertet.

Am 15. Mai 2018 hat die Regierung das Projektvorhaben „Rheindammsanierung“ beschlossen. Das Amt für Bevölkerungsschutz wurde beauftragt bis spätestens Ende 2020 ein entsprechendes Vorprojekt zur Genehmigung vorzulegen. Die anschliessende Sanierung des rund 25 km umfassenden Dammbauwerkes ist im Rahmen von ca. 15 eigenständigen Bauprojekten vorgesehen. Es wird mit einem Zeithorizont von rund 20 Jahren gerechnet. Das Vorprojekt beinhaltet im Wesentlichen folgende Teilprojekte:

- Eine Darstellung der aus geotechnischer und geohydrologischer Sicht möglichen technischen Sanierungsvarianten (Sanierungsbaukasten).
- Rheinaufweitungen werden als mögliche Sanierungsvariante ebenfalls untersucht. Konkret soll im Rahmen des Vorprojektes gemeinsam mit dem Kanton St. Gallen und den betroffenen Gemeinden Schaan, Eschen und Buchs für den Projektperimeter „Schaan-Buchs-Eschen“ die technische Machbarkeit einer Rheinaufweitung untersucht werden.

[21] Die Ursachen für die Schwall-Sunk-Problematik am Alpenrhein liegen ausserhalb des Liechtensteiner Staatsgebietes. Massnahmen können nur international koordiniert erfolgen.

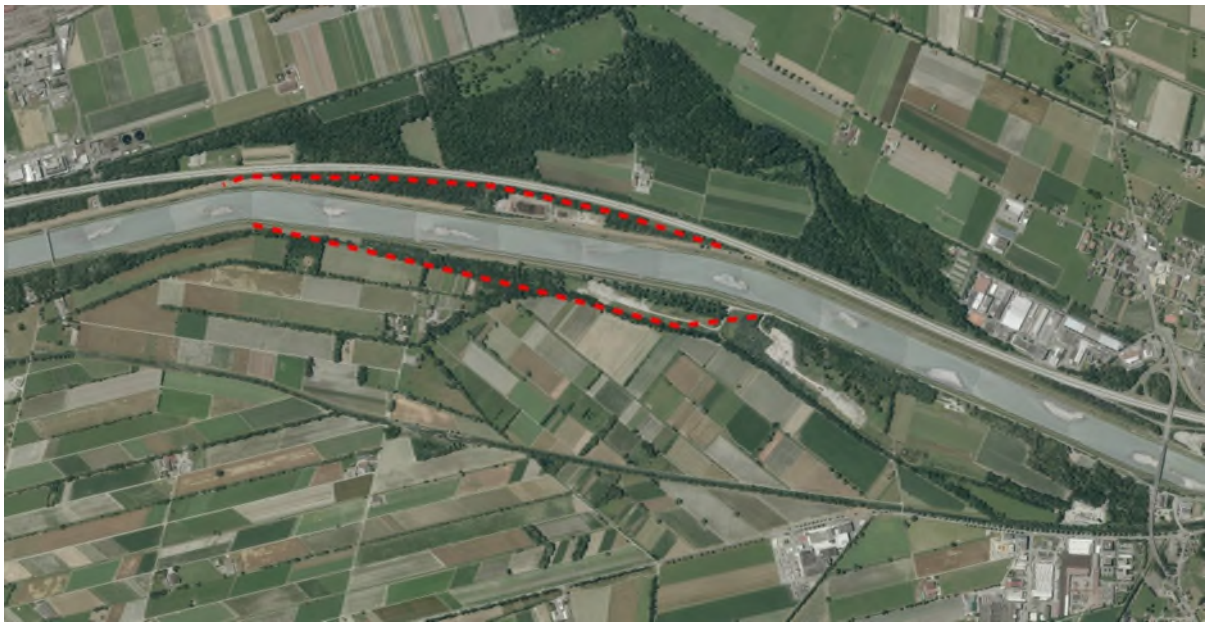
– Ausarbeitung eines ersten Bauprojektes für einen Dammabschnitt mit hoher Sanierungspriorität.

Die im Entwicklungskonzept Alpenrhein auf liechtensteinischem Hoheitsgebiet ausgewiesenen Aufweitungsbereiche sind spätestens zum Zeitpunkt der Ausarbeitung des Bauprojektes für den jeweiligen Dammabschnitt unter Einbezug der betroffenen Grundeigentümer und Gemeinden als Sanierungsvariante vertieft zu prüfen.

Das Projekt Dammsanierung beinhaltet eine fortlaufende Information der Bevölkerung über die mit der Dammsanierung einhergehenden Fragestellungen und der dabei geplanten Lösungsansätze. Erste öffentliche Informationsveranstaltungen fanden am 13.11.2018 sowie am 22.11.2018 statt. Des Weiteren erfolgt eine angemessene Konsultation der im Umweltbereich aktiven Institutionen und Interessensvertretern.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den im Rahmen der Machbarkeitsstudie „Rheinaufweitung“ zu untersuchenden Projektperimeter „Schaan-Buchs-Eschen“.

Abb. 10.2: Projektperimeter „Schaan-Buchs-Eschen“



10.3.2 Binnenkanal Unterlauf

Problematik:

Stoffliche Belastungen stammen aus Entlastungen aus der Mischwasserkanalisation, von Drainagesystemen, von diffusen Einträgen durch landwirtschaftliche Nutzungen sowie in geringerem Umfang aus dem unmittelbaren Einzugsgebiet durch temporäre Entlastungen der ARA Bendern bei hohen Wasserständen im Rhein. Die hydrologischen Einwirkungen durch die Schwallentlastung aus dem Vaduzer Giessen bzw. vom Kraftwerk Samina werden mit einem speziellen Monitoring erfasst. Die Ergebnisse des Monitorings liegen derzeit noch nicht vor. Die Lebensraumdefizite ergeben sich durch den weitestgehend monotonen Verlauf und die Strukturarmut mit einhergehender fehlender Breiten- und Tiefenvarianz sowie fehlender Beschattung.

Tab. 10.3: Massnahmen – Binnenkanal Unterlauf

X		X	X	X

Bemerkungen

- **Renaturierungen:** Eine erste grosse erfolgreiche Revitalisierung befindet sich im Bereich der Mündung in den Alpenrhein. In drei Etappen wurde der Binnenkanal in den Jahren 1989 bis 2000 auf einer Länge von 1300 m renaturiert und die barrierefreie Vernetzung mit dem Alpenrhein wieder hergestellt. Es handelt sich um die grösste Renaturierung Liechtensteins mit massgeblichen positiven Effekten auf die Fischfauna sämtlicher an den Binnenkanal angebundenen Gewässer. Vor der Renaturierung zählte man im Binnenkanalsystem vier Fischarten, heute sind es um die 17 Arten. Weitere Massnahmen zur Lebensraumaufwertung dieses kanalartigen Gewässers werden auch im „Seeforelle Grundlagenbericht für nationale Massnahmenprogramme“ empfohlen (Rey 2009).

- **Kraftwerk Vaduz (Samina) - Monitoring:** Für das 2015 fertiggestellte Pumpspeicherkraftwerk Samina in Vaduz wurden Auflagen für das maximale Schwall/Sunkverhältnis für den Vaduzer Giessen (Einzugsgebietsgrösse < 10 km^2 und kein Wasserkörper gemäss WRRL) und den Binnenkanal festgelegt. Die hydrologischen Untersuchungen sind durch den Kraftwerksbetreiber durchzuführen. Eine geplante Nachuntersuchung der Auswirkungen auf den biologischen Zustand und deren Ergebnis ist bei der Betriebsführung zu berücksichtigen.

10.3.3 Binnenkanal Oberlauf

Problematik:

Die Hauptursache für den unbefriedigenden ökologischen Zustand ist die durchgehende Regulierung des Gewässers. Hinzu kommt, dass das künstlich über die Balzner Giessen zugeleitete Rheinsohlfiltrat durch den in diesem Abschnitt niederen Grundwasserspielgel teilweise massiv versickert (Exfiltration). Der Grundwasserspiegel liegt infolge der Rheinregulierung und Sohlenabsenkung in diesem Abschnitt zu tief, um einen Basisabfluss in niederschlagsarmen Jahreszeiten zu sichern. Auch die natürliche Dotation aus den hangseitigen Zubringern ist zu gering, um einen ausreichenden Abfluss am Oberlauf des Binnenkanals in Niederwassersituationen zu gewährleisten. Die Fischpassierbarkeit für grosse Wanderfische, wie die Seeforelle, über das grösstenteils monotone Gerinne ohne Niederwasserrinne ist südlich von Triesen dadurch in den Wintermonaten teilweise eingeschränkt (Wassertiefen kleiner 20 cm). Eine Untersuchung der Lösungsansätze für die Niederwassersituation im Liechtensteiner Binnenkanal wurde 2011 veröffentlicht (Rey, Beck 2011). Ab dem Zufluss des Vaduzer Giessen kommt es durch das Pumpspeicherkraftwerk Vaduz mehrmals täglich zu kraftwerksbedingten Wasserspiegelschwankungen (Schwall-Sunk). Strukturarmut, monotoner Verlauf mit einhergehender fehlender Breiten- und Tiefenvarianz sowie fehlende Beschattung machen den Binnenkanal über grosse Abschnitte als Lebensraum für wasserlebende Tiere und Pflanzen ungeeignet. Des Weiteren wird das Gewässer durch punktuelle und diffuse Einträge belastet.

Tab. 10.4: Massnahmen – Binnenkanal Oberlauf

X		X	X	X

Bemerkungen

- **Renaturierungen:** Durch die starke Exfiltration von Wasser aus dem Binnenkanal in den abgesenkten Grundwasserspiegel südlich von Vaduz sind Eingriffe in die abgedichtete (kolmatierte) Gewässersohle mit starkem Wasserverlust verbunden. Bei Renaturierungen sind vor allem in der Anfangsphase starke Exfiltrationen und weitere Wasserverluste über die Gewässersohle zu erwarten. Die eingeschränkten Platzverhältnisse sind bei der Planung genauso zu berücksichtigen wie die Vorgaben aus dem Hochwasserschutz. Bei der Gestaltung ist darauf zu achten, dass der Biber an den Renaturierungsabschnitten mit beschränkter Abflusskapazität keinen geeigneten Lebensraum findet und die Hochwasserproblematik durch seine Aktivitäten verstärkt. Renaturierungen wurden an diesem Wasserkörper bereits in drei Abschnitten umgesetzt (Bofel 2008, Pfarrmeder 2011 , Zollstrasse 2015).

- **Abflusserhöhung:** Die Möglichkeiten der Erhöhung des Grundabflusses (z.B. durch weitere Dotation von Rheinsohlfiltrat über die Balzner Giessen) sollten bei anhaltenden Niederwassersituationen geprüft werden.

10.3.4 Spiersbach

Problematik:

Der Spiersbach ist durch Nährstoffe und Schadstoffe belastet. Mögliche Ursachen sind Entlastungen aus der Kanalisation, Einleitungen aus einem Drainagepumpwerk, diffuse Einträge über Abschwemmung, Erosion und Drainagen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen. Der Gewässerlebensraum ist durch die Begradigung des Gewässers stark beeinträchtigt. Der Spiersbach ist als Hauptvorfluter für den Wasserhaushalt des Naturschutzgebietes Ruggeller Riet (wasserabhängiger Landlebensraum) von Bedeutung.

Tab. 10.5: Massnahmen - Spiersbach

X	X	X	X	

Bemerkungen

- **Renaturierungen:** Das Spiersbachsystem besitzt durch seine intakte Anbindung an den Alpenrhein (in Vorarlberg) ein hohes gewässerökologisches Potential. Eine Verbesserung des Lebensraums und der Laichplatzsituation in solchen angebundenen Nebengewässern wird auch im Bericht „Fischökologisches Monitoring Alpenrhein“ (IRKA 2013) als weiterführende Massnahme genannt. Für den Spiersbach liegt ein sehr detailreiches Gewässerentwicklungskonzept (JEHLE et al. 2003) mit Massnahmen in Liechtenstein und Vorarlberg vor. Die Erkenntnisse sind grösstenteils noch aktuell. Am Parallelgraben, der in den Spiersbach mündet, wurden vom Fischereiverein etappenweise Renaturierungen innerhalb des bestehenden Gerinnes, sogenannte „Instreamrenaturierungen“, durchgeführt. Am zufliessenden Mölibach wurde ein grösserer Abschnitt bereits erfolgreich revitalisiert. Bei der Gestaltung ist darauf zu achten, dass der Biber an Gewässerabschnitten mit beschränkter Abflusskapazität die Hochwasserproblematik durch seine Aktivitäten nicht verschärft.

- **Ruggeller Riet**: Verbesserung der hydrologischen Situation im wasserabhängigen Niedermoor Ruggeller Riet durch Massnahmen (Wasserrückhalt) am Spiersbachsystem.

10.3.5 Esche

Problematik:

Die Esche ist durch Entlastungen aus der Kanalisation sowie durch Einleitungen von Drainagepumpwerken aus landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen mit organisch abbaubaren Stoffen, Nährstoffen und Schadstoffen belastet. Der Anteil und Einfluss der Remineralisation von Nährstoffen aus den Torfboden an diesen Frachten ist nicht bekannt.

Das Gewässer ist als Lebensraum durch den bestehenden Ausbau mit gerader Linienführung und Regelprofil beeinträchtigt.

Aufgrund des neu geschaffenen Egelsees im Oberlauf werden teils hohe Wassertemperaturen erreicht.

Tab. 10.6 Massnahmen - Esche

X	X	X	X	

Bemerkungen

- **Ursachenklärung schlechte Wasserqualität:** Die Esche hat aufgrund der schlechten Wasserqualität (insb. DOC, Ammonium) eine hohe Priorität. Entsprechend sollen die Quellen der Nährstofffrachten bzw. die Hauptemissionsquellen geklärt werden. Nach Vorliegen dieser Abklärungen werden Verbesserungsmassnahmen für die Hauptemissionsquellen ausgearbeitet.
- **Renaturierungen:** Die Esche weist als zweites grösseres Gewässer im Talraum Liechtensteins bereits verschiedene kleinere renaturierte Abschnitte auf. Auch erste Zubringer wurden aufgewertet. Aufweitungen entsprechen grundsätzlich auch den Anliegen des Hochwasserschutzes. Bei der Gestaltung ist darauf zu achten, dass der Biber an den Gewässerabschnitten mit beschränkter Abflusskapazität die Hochwasserproblematik durch seine Aktivitäten nicht verschärft.
- **Gewässerpflege:** Durch die gute Nährstoffversorgung besteht ein starkes Pflanzenwachstum im Gewässer mit dem entsprechenden Unterhaltsaufwand. Für die Esche ist ein geeignetes Pflege- und Unterhaltskonzept für die Ufervegetation (Hecken) unter Einbezug der Wasserpflanzen zu erarbeiten.

10.3.6 Scheidgraben

Problematik:

Einleitungen über ein Drainagepumpwerk, Einträge über Abschwemmung, Erosion und Drainagen ohne Pumpwerk aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und die Regulierung sind Ursachen für den schlechten Zustand des Gewässers. Der Anteil und Einfluss der Remineralisation von Nährstoffen aus den Torfboden an diesen Frachten ist nicht bekannt. Im Oberlauf befindet sich das Naturschutzgebiet Schwabbrünnen-Äscher (wasserabhängiger Landlebensraum), das durch den Scheidgraben als Hauptvorfluter entwässert wird.

Tab. 10.7 Massnahmen - Scheidgraben

X	X	X	X	

Bemerkungen

- **Gewässerpflege:** Durch die hohe Schwebstofffracht herrscht ein grosser Pflegeaufwand durch Anlandungen und starkes Pflanzenwachstum. Die hohe Schwebstofffracht und Deposition ist bei der Planung von Renaturierungen und Pflegemassnahmen zu beachten. Auf den im System vorhanden Krebsbestand (Dohlenkrebs) ist bei Unterhaltsmassnahmen Rücksicht zu nehmen.
- **Ursachenklärung schlechte Wasserqualität:** Die Ursachen der schlechten Wasserqualität sind vergleichbar mit jenen der Esche. Entsprechend sind die Quellen der Nährstofffrachten bzw. die Hauptemissionsquellen abzuklären. Nach Vorliegen dieser Abklärungen werden Verbesserungsmassnahmen für die Hauptemissionsquellen ausgearbeitet.

10.3.7 Lawena

Problematik:

An der Lawena wird der natürliche Abfluss für den Betrieb eines Wasserkraftwerks ausgeleitet, ohne eine ganzjährige Abgabe von Dotierwasser zu gewähren. Der hydrologische Referenzzustand einer permanenten Wasserführung von diesem fischlosen Gewässer ist noch nicht ausreichend bekannt.

Tab. 10.8: Massnahmen - Lawena

				X

Bemerkungen

- **Restwasser:** Derzeit liegt eine Restwasservorschreibung von 50 l/s in den Sommermonaten vor. Die Lawena ist kein natürlicher Fischlebensraum aber ein Lebensraum für andere wasserabhängig lebende Organismen. Die Abgabe von Dotierwasser ist notwendig, um den guten Zustand des Wasserkörpers sicherzustellen. Der gewässerökologische Zustand im Oberlauf der Lawena in der Restwasserstrecke und der Referenzzustand bezüglich Wasserführung sind nur unzureichend bekannt und müssen untersucht werden.

10.3.8 Samina

Problematik:

Derzeit wird unterhalb der Wasserfassung Pumpwerk Rietern entsprechend der Restwasservorschreibung für die Samina die vereinbarte Dotierwassermenge abgegeben. Die Restwasservorschreibung muss bis zur Neuregelung 2029 überprüft und neu festgelegt werden.

Tab. 10.9: Massnahmen - Samina

				X

Bemerkungen

- **Restwasser:** Die Rahmenbedingungen für das Restwasser müssen überprüft werden. Diesbezüglich wurden eine Untersuchung des hydrologischen Referenzzustandes bei Vollabfluss und eine Restwasserüberprüfung durchgeführt, die bei der neuen Restwasservorschreibung ab 2029 zu berücksichtigen ist.
- **Wanderhindernisse:** Prüfen, ob das Wanderhindernis beim Pumpwerk Rietern hinsichtlich Fischpassierbarkeit optimiert werden kann.

10.3.9 Valorschbach

Problematik:

Es sind aktuell keine Defizite bekannt, der gute ökologische Zustand wird derzeit erreicht. Das Einzugsgebiet des Valorschbachs sorgt für eine ausreichende Abflusssituation.

Massnahme:

Derzeit besteht kein Handlungsbedarf.

10.3.10 Valüna - Malbunbach

Problematik:

Es sind aktuell keine Defizite bekannt, der gute ökologische Zustand wird derzeit erreicht.

Massnahme:

Derzeit besteht kein Handlungsbedarf.

10.4. Massnahmen zum Grundwasserkörper

Aufgrund des derzeitigen Wissenstands und des guten chemischen und mengenmässigen Zustands sind **keine weiterführenden Massnahmen für das Grundwasser notwendig**. Der planerische Schutz ist weitestgehend realisiert bzw. der Schutz des Grundwassers ist durch entsprechende Schutzgebiete gesetzlich geregelt und wird vollzogen.

Damit der gute Zustand des Grundwasserkörpers auch langfristig nicht verschlechtert wird, wird beim Vollzug des Gewässerschutzes folgenden **Grundsätzen** besondere Beachtung geschenkt:

- Grundsätzlich sollen alle Tätigkeiten, ob Nutzungen oder direkte Eingriffe, welche die Grundwasservorkommen nach Menge oder Güte beeinträchtigen können, unterlassen werden.
- Bei der Gefährdung der Grundwassermengen sind alle Eingriffe, welche zu einer Verringerung der Wasserbilanz bzw. der Grundwasserressourcen führen können, genau zu prüfen und möglichst zu vermeiden.
- Sämtliche Eingriffe, die zu einer Schmälerung der Rheininfiltration führen können, sind nicht nur mengenmässig, sondern auch als qualitativ schädlich für das Grundwasser der Liechtensteiner Rheintalebene einzustufen.
- Den Gefahren von direkten Beeinträchtigungen der Grundwasserbeschaffenheit sind besonders im Bereich der Talebene mit grösster Sorgfalt zu begegnen, zumal dort auch die Nutzungsdichte am grössten ist.

Kenntnislücken zum Grundwasserträger sollen mit gezielten Untersuchungen geschlossen werden, so beispielsweise:

- Seitliche Begrenzung der Rheinschotter entlang vom Talrand zwischen Triesen und Schaan, Abgrenzung und Verzahnung der Schuttfächer mit den Rheinschottern, Durchlässigkeit und Ergiebigkeit des Grundwasserleiters im Verzahnungsbereich.
- Aufbau und Ausdehnung der glazialen Schotter am Fuss des Schellenbergs.
- Ergiebigkeit, Grundwasserbeschaffenheit und Grundwassertemperaturen innerhalb der Schuttfächer.
- Vertiefte Betrachtung der Wasserbilanz im Grundwasser.

In einem ersten Schritt wäre eine Gesamtauswertung der hydrogeologisch relevanten Grundlagedaten hilfreich. So sollen die bestehenden Kenntnisse mit neueren hydrogeologisch relevanten Sondieraufschlüssen wie z.B. aus Erdsondenbohrungen ergänzt und ausgewertet werden. Diese neuen Auswertungen könnten die Grundlage für einen aktualisierten, umfassenden **Grundwasserbericht** mit folgendem Inhalt bilden:

- Umfassende Grundwasserkarte mit der Darstellung der Grundwasserkörper und ihrer Umgrenzung
- Aktualisierte Darstellung des Aufbaus des Grundwasserkörpers der Rheinschotter z.B. in Form von Profil-Darstellungen oder als dreidimensionales Modell
- Aktualisierte Karte der Transmissivitäten
- Aktualisierte hydrochemische Karte
- Isohypsenpläne mit Darstellung des mittleren, des höchsten und des tiefsten Grundwasserspiegels
- Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit und der Grundwassertemperatur bei ausgewählten Beobachtungsstellen

10.5. Beschreibung der noch nicht umgesetzten grundlegende Massnahmen

Die meisten grundlegenden Massnahmen sind in der Liechtensteinischen Gesetzgebung umgesetzt worden. Nachfolgend erfolgt eine Beschreibung der Massnahmen, die bis zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht vollständig umgesetzt wurden.

Die grundlegenden Massnahmen werden in Artikel 11 WRRL als Mindestanforderungen für das Massnahmenprogramm benannt:

a) Massnahmen zur Umsetzung gemeinschaftlicher Wasserschutzvorschriften einschliesslich der Massnahmen gemäss den Rechtsvorschriften nach Artikel 10 WRRL (Kombinierter Ansatz für Punktquellen und diffuse Quellen) und Anhang VI WRRL, Teil A.

b) Massnahmen, die als geeignet für die Ziele des Artikel 9 (Deckung der Kosten der Wasserdienstleistungen) angesehen werden;

c) Massnahmen, die eine effiziente und nachhaltige Wassernutzung fördern, um nicht die Verwirklichung der in Art 4 (Umweltziele) genannten Ziele zu gefährden;

d) Massnahmen zur Erreichung der Anforderungen an die Wasserqualität von Trinkwasser nach Art 7 (Gewässer für die Entnahme von Trinkwasser) über die Umweltziele hinaus, einschliesslich Massnahmen, um den bei der Gewinnung von Trinkwasser erforderlichen Umfang der Aufbereitung zu verringern;

e) Begrenzung der Entnahmen aus Oberflächengewässern und Grundwasser, sowie der Aufstauung von Oberflächengewässern; Führen eines Registers dieser Eingriffe; Bewilligungspflicht und regelmässig Überprüfung und Aktualisierung der Vorschriften, mit Ausnahmen für nicht signifikante Eingriffe.

f) Begrenzung und Bewilligungspflicht für die künstliche Anreicherungen von Grundwasser.

g) Regelungen für die punktuelle Einleitung von Abwasser, z.B. Verbote der Einleitung von Schadstoffen, oder Bewilligung, oder Registrierung mit Emissionsbegrenzungen.

h) Verhinderung oder Begrenzung von Einträgen aus diffusen Quellen, z.B. Verbote der Einleitung von Schadstoffen, oder Bewilligung, oder Registrierung mit Emissionsbegrenzungen.

i) Massnahmen, die geeignete hydromorphologische Bedingungen für die Zielerreichung des guten ökologischen Zustands bzw. des guten ökologischen Potentials sicherstellen, durch Begrenzung, Bewilligung oder Registrierung von Eingriffen.

j) Verbot von direkter Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser; geothermisch genutztes Grundwasser darf wieder eingeleitet werden. Es gelten Ausnahmen für Bergbau und Bauarbeiten, Erdöl- und Erdgas- Gewinnung und Speicherung.

10.5.1 Kostendeckung der Wasserdienstleistungen

Problematik:

Die Finanzierung der öffentlichen Abwasserentsorgung ist im Art. 52 des Gewässerschutzgesetzes geregelt. Die Gemeinden überbinden die Kosten für Bau, Betrieb, Unterhalt, Sanierung und Ersatz der Abwasseranlagen, die öffentlichen Zwecken dienen, mit Gebühren oder anderen Abgaben den Verursachern. Der derzeitige Stand ist, dass Investitionskosten in der Regel primär durch die Gemeinden

(Gesamtheit der Wasserbenutzer) finanziert werden, und die Kosten für den laufenden Betrieb (ohne Finanzierungskosten) durch den Wasserbenutzer verrechnete Gebühren gedeckt werden.

Massnahme:
Erarbeitung eines gemeinsamen Vorgehens gemäss Art. 52 GSchG mit fachlicher Begleitung des Amtes für Umwelt.

Zuständigkeit: Gemeinden / Verbände / Land

10.5.2 Monitoringprogramm prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe sowie ausgewählte flussgebietsspezifische Schadstoffe bei Oberflächengewässern

Problematik:
Es liegt derzeit keine Liste der flussgebietsspezifischen Schadtstoffe vor. Das Messprogramm für diese Stoffgruppen gemäss WRRL wurde in der Gewässerzustandsüberwachung erst begonnen. Die Erstuntersuchung dieser Schadstoffe im Gewässer und im Biota/Sediment ist noch nicht abgeschlossen. Es liegt derzeit in Liechtenstein keine vollständige Untersuchung aller prioritären Stoffe in den Oberflächengewässern und im Grundwasser vor. Die Nachweise bei der Messstelle Fussach in Vorarlberg werden als massgeblich für Emissionen aus Liechtenstein erachtet (einzugsgebietsbezogene Betrachtungsweise).

Massnahme:
Ausarbeitung der Schadstoffliste mit den für das Einzugsgebiet relevanten Schadstoffen (Flussgebietsspezifische Schadstoffe, Liechtenstein) und Festlegung der Grenzwerte dazu. Erstellung und regelmässige Durchführung eines Messprogramms nach Ausschlussprinzip (Verboten in der Landwirtschaft, fehlender Nachweis Messstelle Fussach) für diese Stoffe und Stoffgruppen. Hierzu gehören auch ausgewählte flussgebietsspezifische Schadstoffe. Aufgrund ihrer Eigenschaften sollen diese Stoffe nach Möglichkeit in ihrem Gebrauch vollständig durch andere ungefährlichere Stoffe ersetzt werden (phasing out) oder möglichst reduziert werden.

Zuständigkeit: Land

10.5.3 Monitoringprogramm Grundwasser gemäss WRRL

Problematik:
Die WRRL schreibt die Errichtung einer Hauptmessstelle für die qualitative und mengenmässige Überwachung des Grundwassers vor. Derzeit erfolgen die Untersuchungen hauptsächlich im Rahmen der Trinkwasserentnahmen durch das Amt für Lebensmittelkontrolle und Veterinärwesen (ALKVW). Dabei werden Parameter gemessen, die sich nur teilweise mit den Vorgaben der WRRL decken bzw. es werden andere Stoffe untersucht.

Massnahme:
Erstellung und regelmässige Durchführung eines Messprogramms gemäss den Vorgaben der WRRL an der Hauptmessstelle Oberau.

Zuständigkeit: Land

10.6. Ziele und Schwerpunkte Massnahmenplan für den Bewirtschaftungszeitraum bis 2021

Im Bewirtschaftungsplan zum Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/Bodensee (KG ALPENRHEIN/BODENSEE, 2016) werden die Ansätze zur Aufstellung der Massnahmenprogramme auf der Ebene des Einzugsgebietes Alpenrhein/Bodensee verglichen und abgestimmt. Liechtenstein ist Mitglied der Internationalen Bevollmächtigenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF) und der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA) und ist in der Internationalen Gewässerkommission für den Bodensee (IGKB) vertreten und beteiligt sich an den Untersuchungen und Massnahmen.

Aufgrund des Umfangs und der Zeitdauer für die Umsetzung von technischen Massnahmen, deren Kosten und der in einem Ökosystem nicht kurzfristig einsetzenden Wirkung von Massnahmen, ist eine rasche Zielerreichung realistischer Weise nicht zu erwarten. Entsprechend erscheint eine Zielerreichung bis zur ersten Frist 1. Mai 2021 nicht realistisch. Es muss deshalb die Möglichkeit der Verlängerung der Frist in Anspruch genommen werden. Trotzdem ist es dringend notwendig mit Massnahmen zu beginnen, um die vorliegenden Defizite zu reduzieren und in weiterer Folge zu beheben. Der Bewirtschaftungsplan und das Massnahmenprogramm sind daher wichtige Grundlagen für die Zukunft der Wasserwirtschaft in Liechtenstein. Der Bewirtschaftungsplan ist alle sechs Jahre zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Er leistet damit periodisch Rechenschaft über die Umsetzung der Inhalte des Massnahmenprogramms.

Die personellen Ressourcen in einem Kleinstaat wie Liechtenstein sind ganz allgemein limitiert und die Kapazitäten der zuständigen Mitarbeitenden für zusätzliche Aufgaben im Zuge der Massnahmenumsetzung neben den Haupttätigkeiten sind begrenzt.

Folgende Arbeitsschwerpunkte der Massnahmenplanung werden für den ersten nationalen Bewirtschaftungsplan gesetzt:

- **Schaffung der grundlegenden Kenntnisse** für die Hauptquellen der teilweise schlechten Wasserqualität einzelner Wasserkörper. Untersuchung der Frachten aus diffusen Quellen, Pumpwerken, Regenwasserüberläufen und Torfremineralisation. Erarbeitung eines Massnahmenkonzepts zur schrittweisen Verbesserung der Wasserqualität.
- Vollständige **Umstellung des Messprogramms** für Grundwasser/Oberflächenwasser gemäss den Vorgaben der WRRL.
- Schaffung von Grundlagen für die Ausscheidung des Gewässerraums und darauf **basierend Festlegung des Gewässerraums** in Abstimmung mit den betroffenen Amtsstellen sowie im Einvernehmen mit den Gemeinden.
- Schaffung von Grundlagen und Beginn der **Massnahmen zur Lebensraumverbesserung** auf Grundlage einer Massnahmenplanung in Abstimmung mit den betroffenen Amtsstellen sowie im Einvernehmen mit den Gemeinden. Sicherung der **Finanzierung** der Massnahmen zur Lebensraumverbesserung.
- Schaffung von Grundlagen für eine **kostendeckende Abwasserentsorgung**.

Die Umsetzung der Massnahmen bedingt eine enge Zusammenarbeit aller involvierter Akteure (Gemeinden, betroffene Amtsstellen, Infrastrukturbetreiber, NGO's). Interessenskonflikte sind vor allem bei den Massnahmen mit Flächenbedarf absehbar.

10.7. Zuständigkeiten und Koordination

Das vorliegende Massnahmenprogramm leitet sich von den im Bewirtschaftungsplan identifizierten Defiziten ab. Es stellt die grossen Stellschrauben dar und dient in einem ersten Schritt als Gesamtübersicht und Arbeitsprogramm. Die Konkretisierung der Massnahmen erfolgt in einem nächsten Schritt gemeinsam mit den betroffenen Akteuren. Die Betroffenen sind bei den einzelnen Massnahmengruppen aufgeführt (Kap. 10.2.1 bis 10.2.5). Zuständig für eine koordinierte Umsetzung des Massnahmenprogramms ist das Amt für Umwelt.

Die Gemeinden spielen bei der Umsetzung des Massnahmenprogramms eine bedeutende Rolle, da sie von zahlreichen Massnahmen direkt oder indirekt betroffen sind. Dies gilt insbesondere für die Massnahmengruppen „Regenüberläufe und Regenbecken“, „Drainagepumpwerke“ und „Lebensraum Gewässer“. Des Weiteren sind die Gemeinden auch bei den beiden Massnahmen „Landwirtschaftliche Bewässerung“ und „Sensibilisierungskampagne Pflanzenschutzmittel für Private und Werkbetriebe“ mit involviert. Die Zusammenarbeit mit den Gemeinden soll in erster Linie über die von den Gemeinden bezeichneten Gewässerschutzverantwortlichen erfolgen. Anlässlich der periodisch stattfindenden Sitzungen zwischen allen Gewässerschutzverantwortlichen der Gemeinden und dem Amt für Umwelt werden die Aktivitäten präsentiert, diskutiert und abgestimmt. In der Regel finden diese Sitzungen zweimal im Jahr statt. Je nach Massnahme sind die Gemeindevorsteher miteinzubeziehen.

Bei den im Bewirtschaftungsplan und Massnahmenprogramm aufgewiesenen Wasserkörpern handelt es sich weitestgehend um Gewässer im Zuständigkeitsbereich des Landes (Rhein, Binnenkanal, Spiersbach, Esche, Samina). Für den Erhalt bzw. für das Erreichen des guten ökologischen Zustandes dieser Wasserkörper spielen jedoch auch die entsprechenden Zuflüsse eine wichtige Rolle. Für den Grossteil dieser Zuflüsse sind die Gemeinden zuständig. In den letzten Jahren wurden durch die Gemeinden zahlreiche Projekte umgesetzt, die sich auch positiv auf die im Bericht ausgewiesenen Wasserkörper auswirken. So konnten wertvolle Lebensräume geschaffen und die Vernetzung verbessert werden. Eine gegenseitige Abstimmung von Massnahmen an Landes- oder Gemeindegewässern ist entsprechend wichtig und soll gepflegt werden, u.a. ebenfalls über die Gewässerschutzverantwortlichen der Gemeinden.

11. Information und Anhörung der Öffentlichkeit

Gemäss Art. 41r GSchG fördert die Regierung eine aktive Beteiligung aller interessierten Stellen hinsichtlich der Erreichung der Ziele gemäss Art. 41a GschG, insbesondere an der Aufstellung, Überprüfung und Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans. Nachfolgend werden das Vorgehen sowie die Ergebnisse der Information und Anhörung der Öffentlichkeit dargestellt.

11.1. Vorgehen

Der Entwurf des Berichtes „Bewirtschaftungsplan und Massnahmenprogramm nach Wasserrahmenrichtlinie“ wurde am 4. Juli 2017 von der Regierung zur Kenntnis genommen und in eine öffentliche Konsultation geschickt. Die Frist für die Einreichung von Stellungnahmen wurde auf den 15. Januar 2018 festgelegt. Folgende Institutionen und Organisationen wurden direkt zur Stellungnahme eingeladen:

- sämtliche Gemeinden
- sämtliche Bürgergenossenschaften
- sämtliche Alpgenossenschaften
- Liechtensteinische Kraftwerke (LKW)
- Liechtensteinische Gasversorgung (LGV)
- Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland (GWO)
- Wasserversorgung Liechtensteiner Unterland (WLU)
- Telekom Liechtenstein
- Liechtensteinische Gesellschaft für Umweltschutz (LGU)
- Vereinigung der Bäuerlichen Organisationen in Liechtenstein (VBO)
- Fischereiverein Liechtenstein (FVL)
- Botanisch-Zoologische Gesellschaft (BZG)
- Liechtensteinische Industrie- und Handelskammer (LIHK)
- Wirtschaftskammer Liechtenstein
- Liechtenstein Marketing
- Liechtensteinische Ingenieur- und Architektenvereinigung (LIA)
- Liechtensteiner Forstverein
- Liechtensteiner Jägerschaft
- IG Tierzucht
- Ornithologischer Verein
- Liechtensteinische Ärztekammer
- Solargenossenschaft
- Umweltschutzkommission
- Naturschutzkommission
- Gesundheitskommission
- Zukunftswerkstatt

Mittels einer Medienmitteilung wurde die Öffentlichkeit am 10. Juli 2017 über die Verabschiedung des Berichtsentwurfs sowie die öffentliche Konsultation informiert. Der Bericht wurde zusammen mit einem Rückmeldeformular auf der Homepage des Amtes für Umwelt aufgeschaltet.

Während der Konsultationsperiode wurde das Amt für Umwelt von folgenden Institutionen und Organisationen zu einer Präsentation und Diskussion des Berichtes eingeladen:

- Vorsteherkonferenz, 28.09.2017
- Gewässerschutzverantwortliche der Gemeinden, 05.10.2017
- Kommission Natur- und Landwirtschaft der Gemeinde, Mauren, 31.10.2017
- Umweltkommission der Gemeinde Balzers, 31.10.2017
- Liechtensteiner Jägerschaft, 07.11.2017
- Liechtensteinische Gesellschaft für Umweltschutz, 17.11.2017
- Forst- und Umweltkommission der Gemeinde Vaduz, 21.11.2017
- Gemeinderat der Gemeinde Eschen, 29.11.2017

Es sind nachfolgend aufgeführte Stellungnahmen eingegangen. Aufgrund der Gemeinderatstermine sind einzelne Stellungnahmen etwas verspätet eingetroffen. Das Amt für Umwelt wurde darüber vorgängig informiert. Es wurden alle Stellungnahmen berücksichtigt.

- Gemeinde Eschen, Gemeinderat, 17. Januar 2018
- Gemeinde Mauren, Gemeinderat, 17. Januar 2018
- Gemeinde Triesen, Gemeinderat, 23. Januar 2018
- Gemeinde Vaduz, Gemeinderat, 24. Januar 2018
- Gemeinde Balzers, Bauverwaltung / Umweltschutzkommission, 26. Januar 2018
- Liechtensteiner Jägerschaft, 14. November 2017
- Liechtensteinische Gesellschaft für Umweltschutz (LGU), 15. Januar 2018
- Liechtensteinische Kraftwerke (LKW), 26. Oktober 2017
- Verein Bäuerlicher Organisationen (VBO), 16. Januar 2018
- Werkstatt Faire Zukunft, 12. Januar 2018
- WWF St. Gallen / Naturschutzbund Vorarlberg, 16. Januar 2018
- Ingenieurbüro Nemos Anstalt, Vaduz, 3. Dezember 2017
- Ingenieurbüro Sprenger & Steiner, Triesen, 15. Januar 2018
- Abwasserzweckverband, 28. März 2019 (nachträgliche Rückmeldung, da irrtümlicherweise bei der Konsultation nicht direkt angeschrieben)
- BG Balzers; Alpgenossenschaft Gritsch (leeres Formular / Verzicht auf Stellungnahme)

Die Stellungnahmen wurden geprüft und soweit möglich berücksichtigt. Die Ergebnisse der Konsultation (siehe Kap. 11.2) und die wesentlichsten Anpassungen des Berichtes wurden am 31. Januar 2019 der Vorsteherkonferenz vorgestellt. Darauffolgend wurde am 18. Februar 2019 der überarbeitete Bericht den Gemeinden zugestellt, mit der Bitte um Rückmeldung, ob die Gemeinde dem vorliegenden Massnahmenprogramm zustimmen kann (gemäss Art. 41n Gewässerschutzgesetz wird für das Massnahmenprogramm das Einvernehmen mit den Gemeinden benötigt). Neun Gemeinden haben aktiv zugestimmt, zwei Gemeinden haben sich zum überarbeiteten Massnahmenplan nicht mehr geäussert.

11.2. Ergebnisse

Nachfolgend werden die zentralen Aussagen der Stellungnahmen zusammenfassend dargestellt:

Zuständigkeiten bei den Massnahmen zu wenig klar

Von Seiten der Gemeinden wurde mehrmals angemerkt, dass die Zuständigkeiten bei den Massnahmen zu wenig klar sind. Es wurde auch angemerkt, dass es wichtig sei die Massnahmen zu koordinieren und die Gemeinden bei der Umsetzung miteinzubeziehen (Vorschlag der Gemeinde Eschen: Arbeitsgruppe einrichten).

- Zum besseren Verständnis wird in einem zusätzlichen Kapitel (→ Kap. 10.7) auf diese Aspekte eingegangen. Zum Vorschlag „Arbeitsgruppe einrichten“ wird angeregt, dies über die Gewässerschutzverantwortlichen der Gemeinden anzugehen. Dies soll anlässlich eines Treffens der Gewässerschutzverantwortlichen der Gemeinden mit dem Amt für Umwelt erörtert werden.

Kostendeckung der Wasserdienstleistungen (Kap. 3.2)

Ein weiterer zentraler Punkt verschiedener Gemeinden war die Frage nach den konkreten Verpflichtungen bezüglich der Kostendeckung der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung.

- Die Finanzierung der öffentlichen Abwasserentsorgung ist in Art. 52 des Gewässerschutzgesetztes geregelt. So haben die Gemeinden gemäss Abs. 1 die Kosten für Bau, Betrieb, Unterhalt, Sanierung und Ersatz den Verursachern zu überbinden. Gemäss Abs. 3 sind die Gemeinden bestrebt, bei gleichartigen Verhältnissen einheitliche Abgaben zu erheben. Gemäss Abs. 4 kann von der Erhebung kostendeckender und verursachergerechter Abgaben abgewichen werden, wenn die umweltverträgliche Entsorgung des Abwassers gefährdet ist oder regional- oder sozialpolitische Gründe dies rechtfertigen. Fazit: Die Kosten sollen möglichst weitestgehend durch die Verursacher gedeckt werden. Die konkrete Ausgestaltung der Abgaben überlässt das Gewässerschutzgesetz den Gemeinden. Im Rahmen des Abwasserzweckverbandes werden diese Aspekte von den Gemeinden regelmässig thematisiert. Des Weiteren werden aktuell die Kosten für Erweiterungen und den Werterhalt der Abwasseranlagen in den Generellen Entwässerungsplänen (GEP) der Gemeinden erarbeitet.

- In Bezug auf die Wasserversorgung gibt es keine explizite gesetzliche Bestimmung, die eine Anpassung der Wasserverbrauchskosten auf ein kostentragendes Niveau fordert. Liechtenstein verfügt mengenmässig über ergiebige Grund- und Quellwasservorkommen. Ein schonender Umgang mit der Ressource Grundwasser bzw. mit dem Trinkwasser hat trotz der guten Rahmenbedingungen eine hohe Priorität bei den Wasserversorgern und in der öffentlichen Kommunikation (z.B. jährlich Verbrauchsstatistiken für jeden Haushalt, proaktive Information bei aussergewöhnlichen Verbräuchen).

Einteilung der Wasserkörper überprüfen

Die Fragen und Anträge zu diesem Thema befassten sich mit der grundsätzlichen Einteilung sowie mit der Klassifizierung als natürliche, künstliche oder erheblich veränderte Wasserkörper.

- Die Festlegung der Wasserkörper erfolgte gemäss den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie und orientierte sich an der benachbarten österreichischen Methodik (siehe Kap. 2.1). Die gewählten Wasserkörper berücksichtigen und repräsentieren die naturräumliche Typisierung sowie die Be-

lastungssituation. Die Unterteilung des Binnenkanals in zwei Wasserkörper hat damit zu tun, dass der Zufluss der Esche den chemischen Charakter des Binnenkanals massgeblich verändert. Diese hydrochemische Veränderung führt zu einer entsprechenden Unterteilung des Binnenkanals in einen Binnenkanal-Oberlauf und einen Binnenkanal-Unterlauf. In Bezug auf die Klassifizierung der Wasserkörper wird auf die Ausführungen in den Kapiteln 2.1.2 und 2.1.3 verwiesen. So sind Gewässer, die aus Begradigungen oder Verlegungen von bestehenden Gewässern entstanden sind, keine künstlichen Wasserkörper. Die Esche, der Spiersbach und der Scheidgraben sind historisch belegte Gewässer. Obwohl sie wie zahlreiche andere Fliessgewässer durch Begradigungen in ihrem Verlauf verändert wurden, sind sie als natürliche Wasserkörper gemäss Wasserrahmenrichtlinie auszuweisen. Eine Einstufung als „künstliche Wasserkörper" ist deshalb im Gegensatz zum künstlich geschaffenen Binnenkanal nicht gerechtfertigt.

Keine Konkretisierung gegenüber dem Entwicklungskonzept Alpenrhein (EKA 2005)

Von Seiten der Umweltverbände wird bemängelt, dass es zum Alpenrhein keine Aussagen zu konkreten Massnahmen gebe, obwohl das Entwicklungskonzept Alpenrhein seit 2005 vorliege. U.a. wird auch bemängelt, dass die Zielzustände bzw. das ökologische Potenzial für den Alpenrhein nicht definiert wurden, obwohl dafür mit dem EKA 2005 die entsprechenden Grundlagen vorliegen.

- Am 15. Mai 2018 hat die Regierung das Projektvorhaben „Rheindammsanierung" beschlossen. Hierbei wurde auch beschlossen Rheinaufweitungen als mögliche Sanierungsvariante zu prüfen. Im Rahmen des Vorprojekts zur Rheindammsanierung wird gemeinsam mit dem Kanton St. Gallen und den betroffenen Gemeinden Schaan, Eschen und Buchs für den Projektperimeter „Schaan-Buchs-Eschen" die technische Machbarkeit einer Rheinaufweitung untersucht. Das Kapitel 10.3.1 wird entsprechend mit Informationen aus dem Regierungsbeschluss ergänzt.

  In Bezug auf die Festlegung der Zielzustände bzw. des guten ökologischen Potenzials für den Alpenrhein kann folgendes festgehalten werden: Diese Arbeiten haben in Abstimmung mit den anderen Rheinanliegern zu erfolgen. Die grenzüberschreitende Abstimmung am Alpenrhein erfolgt in verschiedenen Gremien, insbesondere in der IRKA (Internationalen Regierungskommission Alpenrhein) sowie in der „Koordinationsgruppe WRRL Alpenrhein/Bodensee" der IGKB (Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee).

Massnahmenprogramm zu detailliert versus Massnahmenprogramm zu wenig konkret

Die Ansichten zum Detaillierungsgrad des Massnahmenprogramms gehen in den verschiedenen Stellungnahmen teils weit auseinander. Diesbezüglich ist festzuhalten, dass das vorliegende Massnahmenprogramm die grossen Stellschrauben darstellt und in einem ersten Schritt als Gesamtübersicht und Arbeitsprogramm dient. Die Konkretisierung der Massnahmen erfolgt in einem nächsten Schritt gemeinsam mit den betroffenen Akteuren. Siehe auch Kap. 10.7.

Präzisierungen und Ergänzungen

Es wurden verschiedene punktuelle Anpassungen vorgenommen, so z.B. genauere Bezeichnungen, zusätzliche Informationen, aktuelle Zahlen, Verweise.

12. Zuständige Behörden

Die zuständige Behörde für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Liechtenstein ist:

Amt für Umwelt (AU)
Gerberweg 5
Postfach 684
9490 Vaduz

13. Literatur

AMT FÜR UMWELT UND ENERGIE DES KANTONS ST.GALLEN (2016): Mikroverunreinigungen in Abläufen von Abwasserreinigungsanlagen – Suche nach relevanten Emissionsquellen, Ergebnisse der Messkampagne 2016

Amt für Statistik (Hrsg.) (2013): Landwirtschaftsstatistik 2013

AMT FÜR STATISTIK (Hrsg.) (2014a): Statistisches Jahrbuch Liechtenstein 2014

AMT FÜR STATISTIK (Hrsg.) (2014b): Energiestatistik 2013

AMT FÜR STATISTIK (Hrsg.) (2015): Umweltstatistik Liechtenstein 2015

AMT FÜR UMWELT UND ENERGIE KANTON ST. GALLEN (Hrsg.) (2009): Abwasserreinigung im Kanton St. Gallen (Umwelt Facts 2/09). 6 S.

AMT FÜR UMWELT (Hrsg.) (2015): Bestandsaufnahme und Überwachungsprogramme nach Wasserrahmenrichtlinie; Bearbeitung: Büro für räumliche Entwicklung und Natur. 88 S.

ARA BENDERN (2015): Geschäftsbericht 2014. Hrsg. Abwasserzweckverband der Gemeinden Liechtensteins 98 S.

ARBEITSGRUPPE WASSERVERSORGUNG (2010): Empfehlungen zur Sicherstellung der Finanzierung von öffentlichen Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen. Kantonale Fachstellen der Ostschweiz und des Fürstentums Liechtenstein. 5 S.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2014): Methodenband für die Bestandsaufnahme WRRL in Bayern. UmweltSpezial, 106 S.

BAFU (HRSG.) 2013: HYDROLOGISCHES JAHRBUCH DER SCHWEIZ 2009. BUNDESAMT FÜR UMWELT, BERN. UMWELT-ZUSTAND Nr. 1321: 617 S.

BAFU (HRSG.) (2016): Schwall-Sunk-Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Version für die Anhörung. 156 S.

BERNASCONI AG (2009): Thermische Nutzung des Grundwassers im Fürstentum Liechtenstein. Karte der Zulässigkeit. Hydrogeologischer Bericht. 32 S.

BERNASCONI AG (2016): Grundwasserbericht. Die hydrogeologischen Verhältnisse im Fürstentum Liechtenstein.

BMLFUW (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT) (HRSG.) (2007): EU Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG. Österreichischer Bericht über die IST-Bestandsaufnahme der Gewässer 10-100 km2. 87 S.

BMLFUW (BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT) (HRSG.) (2009): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2009 – NGP 2009. 255 S.

BOEHLER AG (2016): Prüfberichte Chemie ARA Bendern Ablauf & Sediment und Liechtensteiner Binnenkanal, 6 S.

BOHL, E., PETER, A., KINDLE, T. & G. HAIDVOGL (2001): Fisch- und Krebsatlas Liechtensteins, Schriftenreihe Amt für Umweltschutz, 2, 83 S.

BOHL, E., JEHLE, R, KINDLE, T., KÜHNIS, R. & A. PETER (2014): Die Fische und Krebse des Fürstentums Liechtenstein. Ber. Bot.-Zool. Gesellschaft Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg, 38, S. 5-92.

BRAUN CH., GÄLLI R., LEU CH., MUNZ N., SCHINDLER WILDHABER Y., STRAHM I. WITTMER I. (2015): Mikroverunreinigungen in Fliessgewässern aus diffusen Einträgen. Situationsanalyse. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1514: 78 S.

BROGGI, M.F. (2013): Verbreitung und Vorkommen des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* Hoppe) und der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica* (L.) Desv.) im Alpenrheintal – einst und jetzt. Ber. Bot.-Zool. Gesellschaft Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg, 37, S. 145-158.

BUWAL (Hrsg.) (1998): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz. Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz, Nr. 27. 49. S.

CIS LEITFADEN (2003a): Guidance document n.o 1. Economics and the environment, produced by the Working Group 2.6 WATECO, 274 p.

CIS LEITFADEN (2003b): Guidance document n.o 2. Identification of Water Bodies. Produced by Working Group on Water Bodies. 28 S.

CIS LEITFADEN (2003c): Guidance document n.o 4. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. Produced by Working Group 2.2 – HMWB. 118 S.

CIS LEITFADEN (2003d): Guidance document n.o 10. River and lakes – Typology, reference conditions and classification systems. Produced by Working Group 2.3 – REFCOND, 94 S.

CIS LEITFADEN (2003e): Leitfaden zur Ableitung von Referenzbedingungen und zur Festlegung von Grenzen zwischen ökologischen Zustandsklassen für oberirdische Binnengewässer. CIS-Arbeitsgruppe 2.3 – Referenzbedingungen für oberirdische Binnengewässer (REFCOND). 108 S.

CLARA, M, SCHEFFKNECHT, CH., HUTTER, G. & ST. WEISS (2015): Schadstoffe in der Umwelt. Pflanzenschutzmittel in kleinen Gewässern. Amt der Vorarlberger Landesregierung. 49 S.

DEUTSCH, K., HAUNSCHMID, R., KREUZINGER, N. & H. PRINZ (2010): Leitfaden zur typspezifischen Bewertung gemäss WRRL – Allgemein physikalisch-chemische Parameter in Fliessgewässern. BMLFUW, Wien, 38 S.

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Brüssel.

EBERSTALLER, J., FRANGEZ, CH. & F. DITULLIO (2014): Fischökologisches Monitoring Alpenrhein 2013. Bericht im Auftrag der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (Hrsg.) 140 S.

GÖTZ, CH, CHÈVRE, N., SINGER, H & ST. MÜLLER (2003): Emme, Necker, Liechtensteiner Binnenkanal, Venoge: Gebietscharakterisierung, Pestizidmessungen, Toxizitätsabschätzung. EAWAG. 23 S. + Anhang.

GÖTZ (2013): Spurenstoffe im Abwasser - Suche nach relevanten Emissionsquellen. St. Gallen: Amt für Umwelt und Energie St. Gallen.

HAIDVOGL, G. & KINDLE, T. (2001): Die Fliessgewässer Liechtensteins im 19. und 20. Jahrhundert. Schriftenreihe Amt für Umweltschutz, Band 1. 64 S.

HARTMANN & SAUTER & CASANOVA, E. (2011): Anpassungsfähigkeit des Planungssystems an die Auswirkungen des Klimawandels am Beispiel der Wassernutzung im Fürstentum Liechtenstein. 59 S.

HAUNSCHMID R., SCHOTZKO N., PETZ-GLECHNER R., HONSIG-ERLENBURG W., SCHMUTZ S., SPINDLER T., UNFER, G., WOLFRAM G., BAMMER V., HUNDRITSCH L., PRINZ, H. & B. SASANO (2010): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente Teil A1 – Fische, BMLFUW, Wien, März 2010

ILLIES, J. (ED.) (1978): Limnofauna Europeae. 2., überarbeitete und ergänzte Auflage, G. Fischer Verlag, Stuttgart, New York; Swets & Zeitlinger B.V., Amsterdam.

INTERNATIONALE BODENSEEKONFERENZ (1999): Massnahmenplan Landwirtschaft Gewässerschutz für den Bodenseeraum 1999. 112 S.

INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR) (HRSG.) (2004): Entwicklung einer (Abschnitts-) Typologie für den natürlichen Rheinstrom. Bericht Nr. 147d. 110 S.

INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR) (2007): Bericht über die Koordinierung der Überblicksüberwachungsprogramme gem. Artikel 8 und Artikel 15 Abs. 2 WRRL in der internationalen Flussgebietseinheit (IFGE) Rhein (Teil A – Bericht). 27 S.

INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR) (2009): International koordinierter Bewirtschaftungsplan für die internationale Flussgebietseinheit Rhein (Teil A = übergeordneter Teil). 97 S.

INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR) (2014): Rheinstoffliste 2014. 24 S.

INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR) (2015a): Rheinmessprogramm Chemie 2015-2020. 25 S.

INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DES RHEINS (IKSR) (2015b): International koordinierter Bewirtschaftungsplan für die internationale Flussgebietseinheit Rhein (Teil A = übergeordneter Teil). 148 S.

INTERNATIONALE REGIERUNGSKOMMISSION ALPENRHEIN (HRSG.) (1997): Gewässer- und Fischökologisches Konzept Alpenrhein, 90 S.

INTERNATIONALE REGIERUNGSKOMMISSION ALPENRHEIN (IRKA) (HRSG.) (2005): Entwicklungskonzept Alpenrhein (EKA), Kurzbericht, 40 S.

INTERNATIONALE REGIERUNGSKOMMISSION ALPENRHEIN (IRKA) (HRSG.) (2012): Quantitative Analyse von Schwall/Sunk-Ganglinien für unterschiedliche Anforderungsprofile, Kurzbericht, 35 S.

INTERNATIONALE REGIERUNGSKOMMISSION ALPENRHEIN (IRKA) (HRSG.) (2013): Fischökologisches Monitoring Alpenrhein 2013. 140 S.

INTERNATIONALE REGIERUNGSKOMMISSION ALPENRHEIN (IRKA) (HRSG.) (2004): Praxishandbuch: Ökologische Aspekte der Gewässerentwicklung

JEHLE, R. & LEIBFRIED, S. & NACHBAUER, P. & SPECKLE, M. (2003): Gewässerentwicklungskonzept Spiersbach. Im Auftrag der Vorarlberger Landesregierung und des Amts für Umweltschutz

KOORDINATIONSGRUPPE IM BEARBEITUNGSGEBIET ALPENRHEIN/BODENSEE (2005): Flussgebietseinheit Rhein. Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/Bodensee. Bericht zur Bestandsaufnahme. In Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie der EU. 57 S. + Anhang.

KOORDINATIONSGRUPPE IM BEARBEITUNGSGEBIET ALPENRHEIN/BODENSEE (2009): Flussgebietseinheit Rhein. Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/Bodensee Internationale Abstimmung der Bewirtschaftungspläne und Massnahmenprogramme. 35 S.

KOORDINATIONSGRUPPE IM BEARBEITUNGSGEBIET ALPENRHEIN/BODENSEE (2014): Flussgebietseinheit Rhein. Internationale Abstimmung zur Bestandsaufnahme 2013. 32 S.

KOORDINATIONSGRUPPE IM BEARBEITUNGSGEBIET ALPENRHEIN/BODENSEE (2015): Flussgebietseinheit Rhein. Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/Bodensee. Internationale Abstimmung der aktualisierten Bewirtschaftungspläne und Massnahmenprogramme. 50 S.

KÜHNIS, R. (2010): Aktuelle Verbreitung des Dohlenkrebses (*Austropotamobius pallipes* LEREBOULLET, 1858) in Liechtenstein. Ber. Bot.-Zool. Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, Bd. 35, S. 21-28

LAWA, LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2003): Arbeitshilfe zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. 151 S.

LAWA, BUND-LÄNDER ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (HRSG.) (2012): Handlungsanleitung für die Ableitung und Begründung weniger strenger Bewirtschaftungsziele, die den Zustand der Wasserkörper betreffen; LAWA-Arbeitsprogramm Flussgebietsbewirtschaftung, Produktdatenblatt 2.4.4, 23 S.

LIECHTI P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Umwelt-Vollzug Nr. 1005. Bundesamt für Umwelt, Bern. 44 S.

MERTENS, M. (2005): Synthesebericht zu den Untersuchungen 2002-2004 in den vier Testgebieten Emme,. Liechtensteiner Binnenkanal, Necker, Venoge. EAWAG, 28 S.

MOOG, O., SCHMIDT-KLOIBER, A., OFENBÖCK, T. & J. GERRITSEN (2001): Aquatische Ökoregionen und Bioregionen Österreichs – eine Gliederung nach geoökologischen Milieufaktoren und Makrozoobenthos-Zönosen. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien; 106 S.

OFENBÖCK T., MOOG O., HARTMANN A. & I. STUBAUER (2010): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil A2 – Makrozoobenthos, BMLFUW

PALL K. & MAYERHOFER V. (2013): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil A4 – Makrophyten, BMLFUW

PFISTER P. & PIPP E. (2010): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil A3 – Phytobenthos, BMLFUW

PRASUHN, V. (1999): Phosphor und Stickstoff aus diffusen Quellen im Einzugsgebiet des Bodensees 1996/97; aufgeschlüsselt nach politischen Einheiten. Interner Bericht zuhanden der Internationalen Bodenseekonferenz (IBK). Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), Liebefeld, 1999

REGIERUNG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN (Hrsg). (2009): 4. Nationaler Bericht zur Umsetzung des Übereinkommens über die Biologische Vielfalt im Fürstentum Liechtenstein. Vaduz, 67 S.

REGIERUNG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN (Hrsg). (2010): Liechtenstein‘s Fifth National Communication under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. Vaduz, 143 S.

REGIERUNG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN (Hrsg) (2014): Liechtenstein‘s Sixth National Communication under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. Vaduz, 196 S.

RENAT AG (2006): Ökomorphologie der Fliessgewässer in Liechtenstein. Hrsg. Amt für Umweltschutz, Vaduz, 49 S.

RENAT AG & LIMNEX AG (2009): Biologische Fliessgewässerüberwachung im Fürstentum Liechtenstein – Zustandsbeurteilung 2008 und zukünftiges Monitoringprogramm. Hrsg. Amt für Umweltschutz, Vaduz, 72 S.

RENAT AG & LIMNEX AG (2011): Biologische Fliessgewässerüberwachung im Fürstentum Liechtenstein – Zustandsbeurteilung 2011. Hrsg. Amt für Umweltschutz, Vaduz, 49 S.

REY, P. (2004): Ökologische Aspekte der Gewässerentwicklung. Alpenrheinzuflüsse und Bäche im Rheintal. Internationale Regierungskommission Alpenrhein. Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie. 88 S.

REY, P., WERNER, S., MÜRLE, U., BECKER, A., ORTLEPP, J. & J. HÜRLIMANN (2011): Monitoring Alpenrhein. – Basismonitoring Ökologie. Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA), Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie. 150 S.

REY, P (2009): Lebensraum für die Bodensee – Seeforelle Grundlagenbericht für nationale Maßnahmenprogramme. 103 S.

REY, P., BECK , M. (2011): Niederwassersituation im Liechtensteiner Binnenkanal: Defizite, Ursachen, Lösungsansätze

SCHMUTZ S., FOHLER N., FRIEDRICH T., FUHRMANN M., GRAF W., GREIMEL F., HÖLLER N., JUNGWIRTH M., LEITNER P., MOOG O., MELCHER A., MÜLLNER K., OCHSENHOFER G., SALCHER G., STEIDL C., UNFER G., ZEIRINGER B. (2013): Schwallproblematik an Österreichs Fließgewässern – Ökologische Folgen und Sanierungsmöglichkeiten. BMFLUW, WIEN, 176 S.

SPERANDIO, N. (UNVERÖFF.): Mikroverunreinigungen in Fliessgewässern: Ergebnisse der Literaturrecherche. Entwurf vom 23.4.2015, 31 Seiten.

STAUB, R. & E. AMANN (2010): Makrozoobenthosnachweise im Rahmen der Fliessgewässerüberwachung 1980-2002 im Fürstentum Liechtenstein. Ber. Bot.-Zool. Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, Bd. 35, S. 43-60.

STAUB, R. & P. BAUMANN (2010): Biologische Fliessgewässerüberwachung im Fürstentum Liechtenstein – Makrozoobenthos 2008. Ber. Bot.-Zool. Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg, Bd. 35, S. 29-42.

STUCKI P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.

STUBAUER, I. & O. MOOG (2002): Verfahren zur Anpassung des Saprobiensystems an die Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Österreich. Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Tagungsbericht der Jahrestagung 2001 (Kiel).

STUBAUER, I. & O. MOOG (2003): Saprobielle Grundzustände österreichischer Fliessgewässer. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien)

UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) (2007): Emissionsminderung für prioritäre und prioritäre gefährliche Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie – Stoffdatenblätter – 483 S.

UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) (2009): Gemeinsame Umsetzungsstrategie zur Wasserrahmenrichtlinie. Leitfaden Nr. 18. Leitfaden zur Beurteilung von Zustand und Trend im Grundwasser, 65 S.

WAGNER F. H., MAUTHNER-WEBER R. & G. OFENBÖCK (2010): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente – Einleitung. BMLFUW. 44 S.

WALDBURGER, E., PAVLOVIC, V. & K. LAUBER (2003): Die Flora des Fürstentums Liechtenstein in Bildern. Hapt-Verlag. 810 S.

WILLI, G. (2013): Winterliche Wasservogelzählungen in Liechtenstein. Ber. Bot.-Zool. Gesellschaft Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg, 37, S. 125-135.

WOLFRAM, G. et al. (2014): Chlorid-Studie. Auswirkungen von Chlorid auf die aquatische Flora und Fauna, mit besonderer Berücksichtigung der Biologischen Qualitätselemente im Sinne der EU-WRRL

14. Weitere relevante Unterlagen

BROGGI, M. (1992): Inventar der Naturvorrangflächen des Fürstentums Liechtensteins

EBERSTALLER, J. ET AL (2005): Fischökologische Bestandaufnahme Alpenrhein 2005. Fischereifachstellen am Alpenrhein

HAIDVOGEL, G. (2005): Geschichte des Eschesystems als Leitbildbasis für die Gewässerentwicklung

HAIDVOGEL, G. & KINDLE T. (2001): Die Fliessgewässer Liechtensteins im 19. und 20. Jahrhundert. Schriftreihe Amt für Umweltschutz, Band 1

PARTHL, G. (2006): Grenzüberschreitendes fischökologisches Monitoring am Spiersbachsystem. Im Auftrag der Vorarlberger Landesregierung und des Amts für Umweltschutz

REY, P. ET AL. (2003): Grossversuch Totholz. Endbericht zu den Untersuchungen der Jahre 1999-2001. Herausgeber: Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA), Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie

REGIERUNG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN (Hrsg). (2008): Postulatsbeantwortung betreffend Revitalisierungsmassnahmen an Binnengewässern in Liechtenstein. Nr. 54/2008. Vaduz

REGIERUNG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN (Hrsg). (2015): Postulatsbeantwortung betreffend Staatsvertrag für den ökologischen Zustand des Alpenrheins. Nr. 60/2015. Vaduz

15. Glossar

AWB
Von Menschenhand geschaffene Oberflächenwasserkörper sind künstlich (AWB: artificial waterbody). Diese wurden an einer Stelle geschaffen, an der zuvor kein Wasserkörper vorhanden war, und sie sind nicht durch die direkte physikalische Veränderung oder Verlegung oder Begradigung eines bestehenden Wasserkörpers entstanden.

Bewirtschaftungsplan
Der Bewirtschaftungsplan ist zentrales Element zur Umsetzung der WRRL. Er enthält die fortgeschriebene Bestandsaufnahme, behördenverbindliche Massnahmenprogramme und eine Liste der Bewirtschaftungsziele inkl. Begründungen zu Fristverlängerungen, alternativen oder weniger strengen Bewirtschaftungszielen sowie eine wirtschaftliche Analyse.

Durchgängigkeit
Bezeichnet in einem Fliessgewässer die im Gewässerverlauf auf- und abwärts gerichtete Wanderungsmöglichkeit, im Besonderen für die Fischfauna, aber auch für das Makrozoobenthos. Querbauwerke (z.B. Stauwehre), bzw. lange Verrohrungen, können die zur Vernetzung ökologischer Lebensräume notwendige Durchgängigkeit unterbrechen.

Einzugsgebiet
Die Grenzen eines Einzugsgebiets eines Oberflächengewässers bzw. eines Grundwasserkörpers werden durch hydrologische Wasserscheiden definiert. Innerhalb eines Einzugsgebiets fliesst sämtliches Wasser einem Punkt zu.

Flussgebietseinheit
Von der WRRL als Haupteinheit für die Bewirtschaftung von Einzugsgebieten festgelegtes Landgebiet, das aus einem oder mehreren benachbarten Einzugsgebieten und den ihnen zugeordneten Grundwässern besteht.

HMWB
Oberflächenwasserkörper, die durch physikalische Veränderungen durch den Menschen erheblich verändert wurden, werden als erheblich verändert (HMWB: heavily modified waterbody) bezeichnet.

IBGN
Indice Biologique Global Normalisé (IBGN). Dieser dient der Zustandsbeurteilung des Makrozoobenthos und setzt sich zusammen aus der Artendiversität am Standort und einer Zuordnung zu einer Indikatorgruppe anhand ausgewählter Arten.

Makrophyten
Höhere Pflanzen, Moose und Armleuchterlagen, die unter Wasser in aquatischen Habitaten leben oder die meiste Zeit des Jahres unterhalb der Mittelwasserzone wurzeln oder haften und die mit dem blossen Auge erkennbar sind.

Makrozoobenthos
Mit dem blossen Auge erkennbare wirbellose Tiere, die auf oder in der Gewässersohle leben.

Ökologischer Zustand
Die Qualität der natürlichen Oberflächenwasserkörper wird durch den ökologischen Zustand beschrieben. Die Klassifizierung des ökologischen Zustands erfolgt unter Rückgriff auf Bewertungsmethoden für biologische Qualitätskomponenten sowie unterstützend auf hydromorphologische (sehr guter Zustand) und physikalisch-chemische Qualitätskomponenten (sehr guter und guter Zustand).

Ökologisches Potenzial
Künstliche Wasserkörper und erheblich veränderte Wasserkörper sollen für die biologischen Qualitätskomponenten das gute ökologische Potenzial (GÖP) erreichen. Das GÖP bezeichnet diejenige ökologischen Ausprägung, die erreichbar ist, wenn alle Massnahmen durchgeführt wurden, die ohne signifikant negative Einschränkungen der am Gewässer bestehenden und die künstlichen bzw. erheblich veränderten Eigenschaften verursachenden Nutzungen durchführbar sind.

Phytobenthos
Benthische, d.h. am Gewässerboden (benthal) lebende Algen.

Prioritäre Stoffe
Schadstoffe, die auf Grund ihrer Giftigkeit, der Anreicherung im Organismus oder der Überdauerbarkeit in der Umwelt europaweit festgelegt wurden und die nach WRRL für die Bestimmung des guten chemischen Zustandes der Oberflächengewässer relevant sind.

Qualitätskomponente
Zu den Qualitätskomponenten gehören biologische Komponenten und unterstützende Komponenten. Diese unterstützenden Komponenten gliedern sich in die beiden Kategorien hydromorphologische sowie chemische und physikalisch-chemische Komponenten.

Referenzzustand
Unter Referenzzustand ist der von menschlicher Störung unbeeinträchtigte Gewässerzustand (Leitbild, heutiger potenziell natürlicher Gewässerzustand) zu verstehen. Die Klassengrenzen des ökologischen Zustandes werden als relative Abweichung von dieser Referenz angegeben.

Saprobienindex (Z&M)
Das Saprobiensystem dient der Ermittlung des biologischen Verschmutzungsgrades. Es beruht darauf, dass bestimmte Makrozoobenthosarten aufgrund ihrer spezifischen Umweltansprüche in bestimmten Belastungszonen eines Gewässers häufig sind und für diesen Zweck Indikatororganismen darstellen. Den einzelnen Arten kann ein Indikatorwert zugewiesen und daraus ein Index berechnet werden.

Spezifische nichtsynthetische und synthetische Schadstoffe
Natürlicherweise vorkommende prioritäre Stoffe bzw. vom Menschen hergestellte prioritäre Stoffe, bei denen festgestellt wurde, dass sie in den Wasserkörper eingeleitet werden.

Wasserkörper
Oberflächenwasserkörper bezeichnet einen einheitlichen und bedeutenden Abschnitt eines Oberflächengewässers.