Amt für Umwelt
Fürstentum Liechtenstein

Arten-Monitoringkonzept Liechtenstein

Bearbeitung

Rudolf Staub
Büro für Räumliche Entwicklung und Natur
Birkenweg 6
LI-9490 Vaduz

Mit fachlicher Unterstützung durch

- Jürgen Kühnis, Meierhofstrasse 126g, LI-9495 Triesen
- Rainer Kühnis, Schalunstrasse 9, LI-9490 Vaduz
- Cornelia Mayer, Tüfenacker 38, LI-9488 Schellenberg
- Georg Willi, Rennhofstrasse 8, LI-9493 Mauren

Amt für Umwelt

Olivier Nägele
Oliver Müller
Abt. Wald und Landschaft
Gerberweg 5
LI-9490 Vaduz

August 2020

INHALT

1. EINLEITUNG 1

2. GESETZLICHE GRUNDLAGEN UND INTERNATIONALE BERICHTPFLICHTEN 2

3. ZIELE UND FUNKTIONEN DES MONITORINGS 5

4. ANFORDERUNGEN AN EIN INDIKATORENSYSTEM 6

4.1. VORHANDENE INDIKATORENSYSTEME DER NACHBARLÄNDER 6

5. INDIKATORARTEN 7

5.1. FLIESSGEWÄSSER 9

5.1.1. INDIKATORARTEN 9

5.1.2. Monitoring Fliessgewässer 9

5.2. Stillgewässer 10

5.2.1. Indikatorarten 10

5.2.2. Monitoring Stillgewässer 11

5.3. Wald 11

5.3.1. Indikatorarten 11

5.3.2. Monitoring Wald 12

5.4. Landwirtschaftsflächen 12

5.4.1. Indikatorarten 12

5.4.2. Monitoring Landwirtschaftsflächen 14

5.5. Alpen und Hochgebirge 16

5.5.1. Indikatorarten 16

5.5.2. Monitoring Alpen 16

5.6. Siedlungs- und Gewerbeflächen 17

5.6.1. INDIKATORARTEN 17

5.6.2. Monitoring Siedlungs- und Gewerbeflächen 17

6. BISHERIGE FACHLICHE GRUNDLAGEN UND EMPFEHLUNGEN 18

6.1. NATURKUNDLICHES FORSCHUNGSKONZEPT 1997 18

6.2. KONTROLLPROGRAMM NATUR UND LANDSCHAFT IN LIECHTENSTEIN 2001 18

6.3. ENTWICKLUNGSKONZEPT NATUR UND LANDWIRTSCHAFT 2005 – MODUL NATUR UND LANDSCHAFT 19

6.4. NATURKUNDLICHE FORSCHUNG – DEFIZITE UND AUSBLICK 19

7. ANHANG 1: BISHERIGE FORSCHUNG 20
7.1. Säugetiere 20
7.2. Avifauna 20
7.3. Reptilien/Amphibien 21
7.4. Fische 21
7.5. Schmetterlinge 22
7.6. Hautflügler (Hymenoptera) 22
7.7. Käfer (Coleoptera) 22
7.8. Libellen (Odonata) 23
7.9. Heuschrecken (Orthoptera) 23
7.10. Grosskrebse (Astacidea) 23
7.11. Schnecken (Mollusca) 23
7.12. Moose 23
7.13. Gefässpflanzen 24
8. Anhang 2: Beurteilung Indikatorarten (nach UMG & RENAT 2016) 25
8.1. Gefährdung und Schutzstatus 25
8.1.1. Beurteilung des Gefährdungsgrades 25
8.1.2. Beurteilung des Schutzstatus 25
8.1.3. Beurteilung der Verantwortlichkeit 26
8.2. Wissenschaftliche Anforderungen 26
8.2.1. Eignung als Indikator – ökologische Aussagekraft 26
8.3. Räumliche Repräsentativität 27
8.3.1. Datenqualität 27
8.4. Funktionale Anforderungen 28
8.4.1. Erfüllung nationaler und internationaler Berichtspflichten 28
8.4.2. Sensitivität gegenüber Veränderungen 28
8.4.3. Ableitbare Massnahmen 28
8.5. Praktische Anforderungen 29
8.5.1. Nachweisbarkeit 29
8.5.2. Effizienz 29
8.5.3. Eignung von Forschungsarbeiten und etablierten Monitoringsystemen sowie Beurteilung von Synergien 30
8.5.4. Regelmässige Aktualisierung (Periodizität) 30
9. ANHANG 3: BEURTEILUNG INDIKATORARTEN 31
10. Literatur 34

1. EINLEITUNG

Wir haben eine **Verantwortung** gegenüber den bei uns im Land vorkommenden Tier- und Pflanzenarten. Sei dies aus ethischen Überlegungen, dass jedes Leben seine Daseinsberechtigung hat, oder auch aus nationalen oder internationalen Verpflichtungen heraus.

Wollen wird diese Verantwortung wahrnehmen, brauchen wir das **Wissen um die Verbreitung und die Bestände sowie deren Veränderungen bei den Tier- und Pflanzenarten**. Erst wenn wir wissen, wo welche gefährdete Art mit welchen Lebensraumansprüchen vorkommt, können wir zielgerichtet und räumlich konkret zu ihrer Erhaltung beitragen. Für den Schutz von Arten und Lebensräumen ist es daher notwendig, deren aktuellen Status zu kennen sowie im Sinne der Vorsorge zukünftige Entwicklungen abschätzen bzw. frühzeitig erkennen zu können.

Die Vielfalt von Arten und Lebensräumen (**Biodiversität**) stellt eine **wesentliche Grundlage für das Leben und Wirken des Menschen** dar. Von ihr hängen unverzichtbare Leistungen wie der Erhalt von Wasser- und Luftqualität, die Bereitstellung von Nahrungsmitteln oder von Raum für die Erholung ab.

Im Vergleich der verschiedenen Nutzungsinteressen (Siedlung, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft oder Erholung) muss auch der **Naturschutz seine Raumansprüche begründen** können. Dies ist nur bei entsprechendem Wissensstand möglich.

Viele wertvolle Lebensräume mit den darin vorkommenden Lebensgemeinschaften sind oft nur noch als kleinflächige Reste vorhanden. Entwicklungen, die diese Lebensräume weiter bedrängen, sind nach wie vor vorhanden. Die Überbauung und Versieglung von Land, die intensive Gewässernutzung, atmosphärische Stickstoffeinträge in die Böden oder die Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten sind nur einige Hauptursachen für die Gefährdung der Vielfalt von Arten und Lebensräumen. Vor dem Hintergrund unserer Verantwortung sowie der grossen Bedeutung, die der Biodiversität für unsere Existenz zukommt, wird die **Überwachung von Arten und Lebensräumen zur unerlässlichen Aufgabe**.

Entsprechend hat der **Gesetzgeber im Rahmen des Gesetzes zum Schutz von Natur und Landschaft** 1996 im Art. 30 die notwendige Voraussetzung für entsprechende Erhebungen geschaffen: *Der Regierung obliegen insbesondere ... die Unterstützung .... der periodischen Erhebungen des Zustandes von Natur und Landschaft (Art. 30 NSchG).*

Auch aus verschiedenen von Liechtenstein unterzeichneten **Konventionen** und **internationalen Vereinbarungen** ergeben sich **Berichterstattungspflichten** in den Bereichen Umwelt und Biodiversität. Hierzu gehören insbesondere das Übereinkommen über die Biologische Vielfalt, das Ramsar Abkommen zum Schutz der Feuchtgebiete und die Berner Konvention. Diesen Verpflichtungen wird derzeit mit den jährlichen Umweltberichterstattungen (Umweltstatistiken) nachgekommen. Hierfür werden entsprechende Informationen zur Entwicklung der Tier- und Pflanzenwelt benötigt.

Liechtenstein hat im naturkundlichen Forschungsbereich seit den 1970iger-Jahren eine enge **Zusammenarbeit mit der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg**. Dabei sind verschiedene Forschungsarbeiten durchgeführt und in der Schriftenreihe der Regierung sowie in den BZG-Berichten publiziert worden. Angesichts der Grösse des Landes liegt daher ein relativ guter Kenntnisstand hinsichtlich der vorhandenen Naturwerteausstattung vor.

Im Rahmen verschiedener Planungen und Konzepte wurden in der Vergangenheit **Empfehlungen** für **Erforschung** sowie die **Überwachung** der Veränderungen von **Natur und Landschaft in Liechtenstein** formuliert:

- Eine wesentliche Grundlage bildete das naturkundliche Forschungskonzept des Landes (BZG 1997).
- 2001 folgte ein Vorschlag für ein Kontrollprogramm Natur und Landschaft (BZG 2001) und
- 2008 wurde zum Thema Forschung auch ein Diskussionspapier durch die BZG erstellt und 2017 aktualisiert (BZG 2008, BZG 2017).

Das vorliegende Konzept zeigt auf, wie mit **periodischen Erhebungen von Indikatorarten bzw. Artengruppen** die Entwicklung der Vielfalt von Arten sowie indirekt deren Lebensräumen überwacht wird. Die Überwachung ausgewählter Indikatorarten erlaubt stellvertretend für eine Reihe von Parametern (z.B. Artenvielfalt, Lebensgemeinschaften, Lebensräume, Stoffeinträge etc.) Aussagen über deren Veränderung und sie geben Hinweise zur künftigen Entwicklung. Sie reagieren auf Umwelteinflüsse und sind in der Regel mit einem angemessenen Aufwand erfassbar.

Mit der getroffenen Auswahl von Indikatorarten sind die **für Liechtenstein besonders relevanten Landschaftstypen** Fliess- und Stillgewässer, Wald, Landwirtschaftsflächen, Alpen und Hochgebirge sowie Siedlungs- und Gewerbeflächen berücksichtigt.

2. GESETZLICHE GRUNDLAGEN UND INTERNATIONALE BERICHTPFLICHTEN

Wesentliche rechtliche Grundlage des Naturschutzes in Liechtenstein bildet das Gesetz zum **Schutz von Natur und Landschaft von 1996.** Darin ist die Verpflichtung zum Schutz bedrohter Pflanzen- und Tierarten und des dazu notwendigen Forschungs- bzw. Überwachungsprogramms festgeschrieben:

Art. 5 *Schützenswerte Objekte*
Zu schützen und zu fördern sind:
a) alle einheimischen Pflanzen- und Tierarten, deren Populationen sowie genügend grosse, untereinander vernetzte Lebensräume, welche geeignet sind, deren Lebewesen langfristig zu erhalten;

Art. 6 *Besonders schützenswerte Lebensräume*
e) Lebensräume seltener oder bedrohter Pflanzen- und Tierarten.

Art. 27 *Unterschutzstellung von Pflanzen- und Tierarten*
1) Die Regierung stellt mit Verordnung bestimmte Pflanzen und nicht jagdbare Tiere und Populationen solcher Arten unter spezifischen Schutz, soweit dies erforderlich ist wegen:
a) der Gefährdung des Bestandes heimischer Arten durch menschliche Einwirkungen;

Art. 30 Regierung
1) Der Regierung obliegen insbesondere
s) die Unterstützung der Aus- und Weiterbildung, von Forschungen und der periodischen Erhebungen des Zustandes von Natur und Landschaft (Art. 40);

Art. 40 *Aus- und Weiterbildung; Forschungen und Erhebungen*
2) Sie (die Regierung) kann Forschungsarbeiten in Auftrag geben, unterstützen oder sich an solchen beteiligen.

Art. 41 *Information und Beratung*
1) Die Regierung informiert die Öffentlichkeit über die Ziele des Natur- und Landschaftsschutzes, über die Ergebnisse diesbezüglicher Untersuchungen und die zur Erreichung dieser Ziele notwendigen Massnahmen.

Verschiedene internationale Verpflichtung zur Dokumentation der Entwicklung von Natur und Landschaft ergibt sich aus:

- Übereinkommen über die Biologische Vielfalt, LGBl. 1998 Nr. 39
- Ramsar Abkommen, LGBl. 1991 Nr. 87
- Berner Konvention, LGBl. 1982 Nr. 42
- Wasserrahmenrichtlinie und Umsetzung in die nationale Gesetzgebung (Gewässerschutzgesetz), LGBl 2003 Nr. 159
- Alpenkonvention bzw. dem Protokoll zur Durchführung der Alpenkonvention im Bereich Naturschutz und Landschaftspflege, LGBl. 2002 Nr. 173

Übereinkommen über die Biologische Vielfalt, LGBl. 1998 Nr. 39
(Biodiversitätskonvention Rio 1992)

Art. 7 Bestimmung und Überwachung
Jede Vertragspartei wird, soweit möglich und sofern angebracht…
b) durch Probennahme und andere Verfahren die nach Bst. a bestimmten **Bestandteile der biologischen Vielfalt überwachen**, wobei diejenigen, die dringender Erhaltungsmassnahmen bedürfen, und diejenigen, die das grösste Potential für eine nachhaltige Nutzung bieten, besonders zu berücksichtigen sind;
c) **Vorgänge und Kategorien von Tätigkeiten** bestimmen, die erhebliche nachteilige **Auswirkungen auf die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt** haben oder wahrscheinlich haben, und durch Probennahmen und andere Verfahren deren Wirkungen überwachen;
d) mit Hilfe eines beliebigen Systems die aus den Bestimmungs- und Überwachungstätigkeiten nach den Bst. a, b und c gewonnenen **Daten führen und organisieren.**
Art. 8 In-situ-Erhaltung
Jede Vertragspartei wird, soweit möglich und sofern angebracht,
a) ein System von Schutzgebieten oder Gebieten, in denen besondere Massnahmen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt notwendig sind, einrichten;
h) die **Einbringung nichtheimischer Arten, welche Ökosysteme, Lebensräume oder Arten gefährden, verhindern, diese Arten kontrollieren oder beseitigen**;
k) notwendige Rechtsvorschriften oder sonstige Regelungen zum Schutz bedrohter Arten und Populationen ausarbeiten oder beibehalten;

Art. 26 Berichte
Jede Vertragspartei legt der Konferenz der Vertragsparteien in Zeitabständen, die von dieser festzulegen sind, einen **Bericht über die Massnahmen**, die sie zur Durchführung dieses Übereinkommens ergriffen hat, sowie über die **Wirksamkeit dieser Massnahme** bei der Verwirklichung seiner Ziele vor.

Anlage I
Bestimmung und Überwachung
1. **Ökosysteme und Lebensräume**: solche, die über eine grosse Vielfalt, zahlreiche endemische oder bedrohte Arten oder Wildnis verfügen, die von wandernden Arten benötigt werden, die von sozialer, wirtschaftlicher, kultureller oder wissenschaftlicher Bedeutung sind oder die repräsentativ oder einzigartig sind oder mit entscheidenden evolutionären oder anderen biologischen Vorgängen im Zusammenhang stehen;
2. **Arten und Gemeinschaften**: solche, die bedroht sind, die wildlebende Verwandte domestizierter oder gezüchteter Arten sind, die von medizinischem, landwirtschaftlichem oder sonstigem wirtschaftlichen Wert sind, die von sozialer, wissenschaftlicher oder kultureller Bedeutung sind, die für die Erforschung der Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt, z. B. als Indikatorarten, von Bedeutung sind;
3. beschriebene **Genome und Gene** von sozialer, wissenschaftlicher oder wirtschaftlicher Bedeutung.

Ramsar Abkommen, LGBl. 1991 Nr. 87
(Übereinkommen über Feuchtgebiete von internationaler Bedeutung)

Art. 3
2) Jede Vertragspartei trägt dafür Sorge, dass sie so schnell wie möglich unterrichtet wird, wenn die **ökologischen Verhältnisse** eines in die Liste aufgenommenen **Feuchtgebiets** innerhalb ihres Hoheitsgebiets sich infolge technologischer Entwicklungen, Umweltverschmutzung oder anderer menschlicher Eingriffe geändert haben, ändern oder wahrscheinlich ändern werden. Die Informationen über solche Veränderungen werden an die nach Art. 8 für die laufenden Sekretariatsgeschäfte zuständige Organisation oder Regierung unverzüglich weitergeleitet.
Art. 4
3) Die Vertragsparteien fördern die **Forschung** sowie den **Austausch von Daten** und Publikationen über Feuchtgebiete einschliesslich ihrer Pflanzen- und Tierwelt.

Berner Konvention, LGBl. 1982 Nr. 42
(Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume)

Art. 1
1) Ziel dieses Übereinkommens ist es, wildlebende Pflanzen und Tiere sowie ihre natürlichen Lebensräume, insbesondere die Arten und Lebensräume, deren Erhaltung die Zusammenarbeit mehrerer Staaten erfordert, zu erhalten und eine solche Zusammenarbeit zu fördern.
2) Besondere Aufmerksamkeit gilt den **gefährdeten und den empfindlichen Arten** einschliesslich der gefährdeten und der empfindlichen wandernden Arten.
Art. 2
Die Vertragsparteien ergreifen die erforderlichen **Massnahmen**, um die Population der wildlebenden Pflanzen und Tiere auf einem Stand zu erhalten oder auf einen Stand zu bringen, der insbesondere den ökologischen, wissenschaftlichen und kulturellen Erfordernissen entspricht, wobei den wirtschaftlichen und erholungsbezogenen Erfordernissen und den Bedürfnissen von örtlich bedrohten Unterarten, Varietäten oder Formen Rechnung getragen wird.
Art. 3
3) Jede Vertragspartei fördert die **Erziehung** und die **Verbreitung allgemeiner Informationen** in bezug auf die Notwendigkeit, wildlebende Pflanzen- und Tierarten sowie ihre Lebensräume zu erhalten.

Die **Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL)** gibt Vorgaben für ein umfassendes **Monitoring des ökologischen Zustands** der Gewässerökosysteme und der langfristigen Veränderung, wobei das Qualitätsziel im Erreichen eines "guten ökologischen Zustand" bzw. „guten ökologischen Potenzials“ festgeschrieben ist. Dazu werden Überwachungsprogramme der biologischen Qualitätsfaktoren für die Beurteilung angewendet (Art. 41k Gewässerschutzgesetz).

Mit der Ratifizierung des Protokolls zur Durchführung der **Alpenkonvention** von 1991 im **Bereich Naturschutz und Landschaftspflege** im Jahre 2002 verpflichtete sich Liechtenstein periodisch die Situation des Naturschutzes und der Landschaftspflege darzulegen. Im Art 6 werden die Vertragsparteien zu **Bestandsaufnahmen** verpflichtet, die regelmässig, **mindestens alle zehn Jahre fortzuschreiben** sind. Der Anhang I definiert die Sachverhalte für die Bestandsaufnahme für wild lebende Pflanzen- und Tierarten und ihre Biotope: Pflanzen- und Tierarten, Pflanzen- bzw. Vegetationsgesellschaften, Landschaften sowie Biotopnutzung. Zudem sind Angaben zu geschützten Flächen und zur Organisation des Naturschutzes und der Landschaftspflege, Rechtsgrundlagen, Naturschutzaktivitäten und Öffentlichkeitsarbeit notwendig. Ebenso sind im Anhang II vorrangige Forschungsthemen gemäss Artikel 20 (Forschung und Beobachtung) aufgelistet:

- **Langfristige Beobachtung der Entwicklung von Ökosystemen** (Lebensräume, Biozönosen, Populationen, Arten) zur Erforschung von Entwicklungs- und Veränderungstendenzen als Reaktion auf Umwelteinflüsse. (Bioindikation, Biomonitoring, Analysen von Ursache-Wirkung, Dokumentationen)
- **Forschungen zur Effizienz von Schutzgebieten**. (Repräsentativität, Effektivität, Regeneration, Management, Systemanalyse)
- **Forschungen über Arten und Populationen**. (Genetik, Dynamik, Verinselung, biologische Vielfalt)
- **Forschungen zu grossräumig wirksamen Aspekten von Schutz und Nutzung** durch Land- und Forstwirtschaft. (Naturnahe Bewirtschaftung, ökologischer Ausgleich, Biotopvernetzung, Extensivierung, Wildbestandsreduktion)
- **Forschungen zur Verbesserung spezieller Methoden, Verfahren und Planungen**. (Rote Listen, Biotopkartierung, Schutzgebiete, Landschaftsplanung, Eingriffe in Natur und Landschaft, Informationssysteme)
- **Entwicklung von Strategien und Konzepten für Naturschutz und Landschaftspflege**. (Strategische Ziele und **Erfolgschancen**, Schutzkonzepte, Extensivierung, marktwirtschaftliche Instrumente, Akzeptanz in der Öffentlichkeit)

3. ZIELE UND FUNKTIONEN DES MONITORINGS

Das Monitoring soll verschiedene Ziele und Funktionen erfüllen (nach BZG 2001, UMG & RENAT 2016):

- Erfüllung nationaler und internationaler Berichtspflichten.
- Aufzeigen der Bestandsentwicklung geschützter Arten und Lebensräume.
- Ableitung von Entwicklungstrends sensibler Lebensräume und biotopspezifischer Artenspektren (Prognosefunktion).
- Instrument für die Öffentlichkeitsarbeit und Naturschutzpolitik und Dokumentation der Zielerreichung im Natur- und Landschaftsschutz.
- Frühwarnsystem, indem auch Veränderungen, die in der Natur oft unbemerkt, in kleinen, kaum wahrnehmbaren Schritten ablaufen, erkennbar werden (Klimawandel, Landschaftswandel, Veränderung Biodiversität, Ausbreitung Neobiota etc.).
- Bereitstellen einer wissenschaftlichen Basis zur rechtzeitigen Einleitung wirksamer Gegenmassnahmen bei Unterschreitung von kritischen Populationsgrössen/Schwellenwerten.
- Liefern von Entscheidungsgrundlagen zur Optimierung von Arten- und Gebietsschutzprogrammen und Unterstützung bei der Anpassung der Naturschutzstrategie an Änderungen der Umweltsituation.
- Planungshilfe für die naturschutzorientierte Forschung.

Ein **Monitoring** (bzw. Dauerbeobachtung) beruht auf wiederholten, regelmässigen und standardisierten Erfassungen des Zustandes, z.B. von Lebensräumen, Arten oder Landschaften, zu verschiedenen Zeitpunkten. Anhand eines Ergebnisvergleichs lassen sich Schlussfolgerungen zum aktuellen Zustand bzw. zur Veränderung (Entwicklung) ziehen. Ein Rückschluss auf Ursachen und Wirkungen ist jedoch nur beschränkt möglich. Das Monitoring unterscheidet sich dadurch von der **Erfolgskontrolle**, die den Erfolg einer Massnahme gezielt überprüft und so den direkten Rückschluss ermöglichen soll.

Viele Sachverhalte in der Natur sind zudem komplex und nicht direkt messbar (z.B. Artenvielfalt). Stellvertretend werden daher **Indikatoren** verwendet, die ein möglichst breites Spektrum der Zielsetzungen und Anforderungen abdecken können.

4. ANFORDERUNGEN AN EIN INDIKATORENSYSTEM

Wissenschaftliche Anforderungen:

- Hohe **Repräsentativität und Aussagekraft** bezüglich der ökologischen Zusammenhänge (z.B. enger Bezug zur Biodiversität, Eignung für naturschutzfachliche Fragestellungen).
- Hohe **räumliche Repräsentativität** (räumliche Bezugsebene des Indikators, repräsentativ für Liechtenstein).
- **Daten von hoher Qualität** (quantifizier- und reproduzierbar, transparente Methodik).
    - **Beachtung internationaler Standards** (Berücksichtigung der Inspire-Richtlinie für Geo-Daten).
    - **Trennung von Datenerfassung/-darstellung und Interpretation**

Funktionale Anforderungen:

- **National und international abgestimmt**, erfüllen der Berichtspflichten auf nationaler und internationaler Ebene (Lebensräume, Arten).
- Hohe **Sensitivität gegenüber Änderungen im Zeitablauf**, Eignung zur Erfassung von Trends und Sukzessionen, Frühwarnfunktion.
- Hohe **Sensitivität gegenüber ökologischen Wechselwirkungen**, Handlungsbedarf wird durch den Indikator erkennbar, klar ableitbare Massnahmen.
- Gute **Kommunizierbarkeit, Nachvollziehbarkeit und Verständlichkeit** der Ergebnisse (klare, verständliche Aussagen für Politik und Öffentlichkeit).

Praktische Anforderungen:

- **Schlank und kostengünstig**, vertretbarer Aufwand (ideal: Daten bereits vorhanden, bestehende Erfassungsprogramme).
- **Möglichkeit zur regelmässigen Aktualisierung** vorhanden (ideal: dauerhafte Monitoringprogramme).

4.1. VORHANDENE INDIKATORENSYSTEME DER NACHBARLÄNDER

- Auf europäischer Ebene hat die **europäische Umweltagentur** ein Set von Biodiversitäts-Indikatoren (SEBI) entwickelt (EEA 2009a, EEA 2009b, EEA 2012).
- Für das **Monitoring** der belebten Umwelt (Biodiversitäts-Monitoring) wurde seitens des Umweltbundesamtes in Wien ein spezifisches Konzept erarbeitet. Im Projekt «MOBI-e» wurde ein Set von 47 Indikatoren vorgeschlagen (HOLZNER et al. 2006).
- Für Vorarlberg liegt ebenfalls ein **Monitoringkonzept** vor (UMG & RENAT 2016)
- **Biodiversitätsmonitoring-Programm der Schweiz** (KOORDINATIONSSTELLE BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ 2009) mit 32 Indikatoren.
- **Biodiversitätsmonitoring** und ökologische Flächen-Stichprobe in Deutschland mit 19 Indikatoren (BMU 2010).

5. INDIKATORARTEN

Die Überwachung ausgewählter Indikatorarten erlaubt stellvertretend für eine Reihe von Parametern (z.B. Artenvielfalt, Lebensgemeinschaften, Lebensräume, Stoffeinträge etc.) Aussagen über deren Veränderung und sie geben Hinweise zur künftigen Entwicklung. Indikatoren sind in der Regel mit einem geringeren Aufwand erfassbar und weisen eine enge Korrelation zu den Parametern auf, die indiziert werden sollen (ZEHLIUS-ECKERT 2001).

Indikatorarten reagieren auf Umwelteinflüsse. Bioindikatoren beispielsweise zeigen veränderte Lebensfunktionen, verändern ihr Verbreitungsmuster oder speichern die vom Menschen in die Umwelt eingebrachten Stoffe. Die Aussagekraft ist umso höher, je empfindlicher die Reaktion auf Veränderungen der äusseren Einflüsse ausfällt.

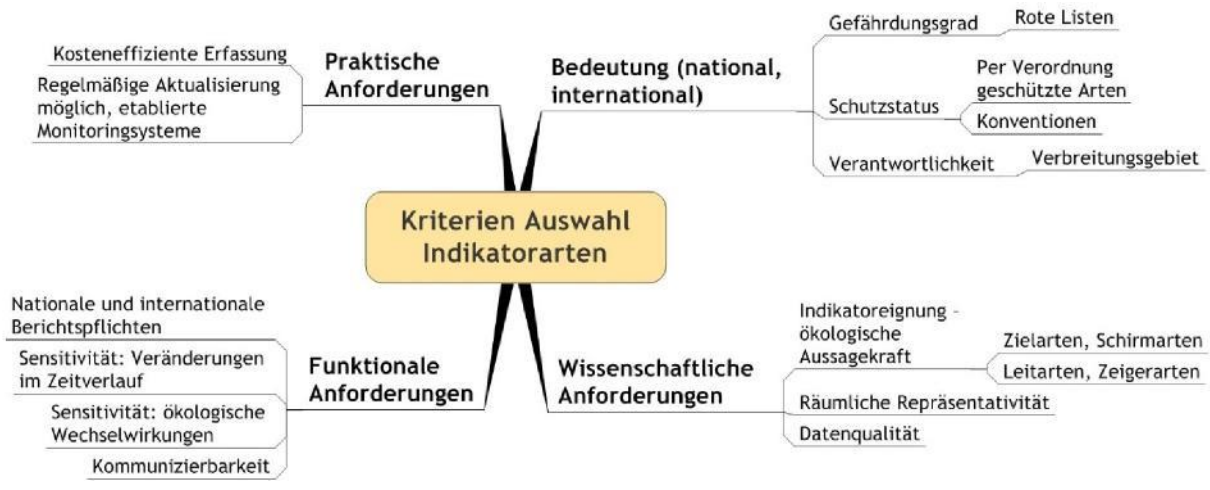
Grundlage für ein effektives Monitoring ist die repräsentative und statistisch abgesicherte Erhebung von Bestandsdaten, die eine statistische Auswertung erlauben. Ein Indikatorensystem kann über unterschiedliche Ansätze entwickelt werden. Ein problemorientierter Ansatz fokussiert das Indikatorenset auf zentrale Fragestellungen, reduziert die Komplexität und damit die Zahl der Indikatoren. Eine Verdichtung der Daten erfolgt durch Aggregation von Einzelindikatoren oder Auswahl von Schlüssel- bzw. Leitindikatoren, die für die Fragestellung repräsentativ und sensitiv sind. Eine angemessene Beschränkung der Zahl der Indikatoren soll durch Auswahl von Leitindikatoren angestrebt werden (COENEN 2000).

Beim „Bottom-up-Ansatz“ erfolgt die Auswahl der Indikatoren zunächst durch Sichtung vorhandener Daten, deren Verfügbarkeit sowie Abschätzung des Aufwands der Datenbeschaffung. Bereits existierende Monitoringprogramme haben eine eigene Historie und erfüllen nicht immer alle Anforderungen hinsichtlich Methodik, Intervall oder Stichprobenzahl. In diesen Fällen ist eine Evaluierung der verschiedenen Programme wichtig, wobei auch mögliche Synergien und/oder Modifikationen/Erweiterungen bestehender Systeme aufgezeigt werden.

Neben den in *Kapitel 4* formulierten Anforderungen an Indikatoren wurden bei den Indikatorarten auch die Seltenheit sowie die Bedeutung der Vorkommen bei der Auswahl berücksichtigt. Kriterien sind **Gefährdungsgrad, Schutzstatus** sowie **Verantwortlichkeiten**, die sich aus einem eingeschränkten Verbreitungsareal der Art ergeben.

Eine gute Kommunizierbarkeit der Ergebnisse – insbesondere auch durch hohe Sympathiewerte für die Arten bedingt – wurde bei den Indikatorarten bereits bei der Vorauswahl berücksichtigt.

Abb. 1: Kriterien für die Auswahl der Indikatorarten (verändert nach UMG & RENAT 2016)

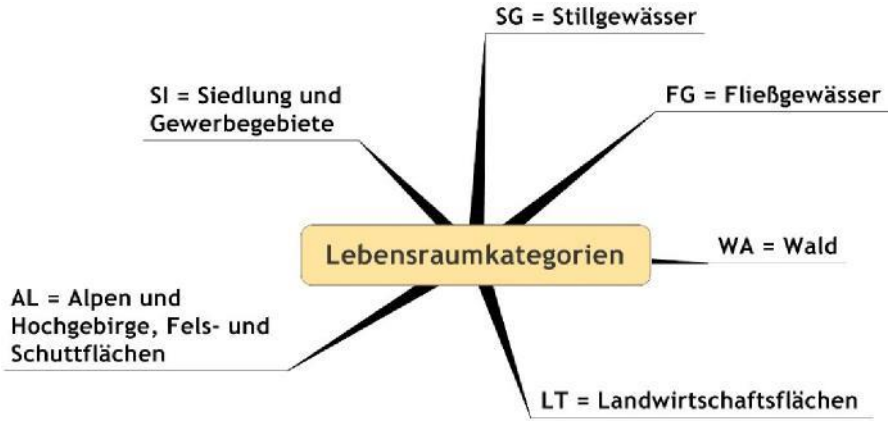


Für Vorarlberg wurde eine potenzielle Artenliste und Indikatorensystem erstellt und eine Vorauswahl möglicher Indikatorarten getroffen (UMG & RENAT 2016). Die einzelnen Arten werden dabei hinsichtlich ihrer Eignung (Kriterien *Anhang*) beurteilt und verschiedenen Lebensraumkategorien zugewiesen, für die sie Aussagen erlauben (*Anhang 2*).

Das darin entwickelte methodische Vorgehen wie auch die Lebensraumkategorien wurde auch für Liechtenstein angewendet. Dadurch entsteht ein grösserer Referenzraum, der die Interpretationsmöglichkeiten der Daten verbessert.

Dabei wurde die Auswahl der Indikatorarten an die spezifischen Rahmenbedingungen Liechtensteins angepasst.

Abb. 2: Lebensraumkategorien, denen die einzelnen Indikatorarten zugewiesen werden können (nach UMG & RENAT 2016)



Die nachfolgenden *Tabellen* zeigen die einzelnen Indikatorarten nach Lebensraumkategorie unterschieden sowie ihre Indikatoreigenschaften (differenziert nach Lebensräumen und Lebensraumqualitäten). Einbezogen sind zudem übergreifende Erfassungen von Artengruppen, z.B. bestehende Programme oder lebensraumspezifische Kartierungen.

Mit einem * sind jene Arten bezeichnet, bei denen die Bestandesüberwachung der Art das Hauptziel des Monitorings ist (Zielarten). Ihre Vorkommen sind räumlich meist begrenzt, erlauben aber gute Rückschlüsse auf die Lebensraumqualität.

Andererseits beschränkt sich das Monitoring nicht nur auf seltene Arten, sondern soll auch Bestandesveränderungen bei häufigen Arten, die gute Lebensraumindikatoren sind, frühzeitig erkennen.

5.1. FLIESSGEWÄSSER

5.1.1. INDIKATORARTEN

Indikatoren Fliessgewässer		**Durchgängigkeit Fliessgewässersystem**	**Gewässerdynamik, Überflutungsflächen**	**Geschiebehaushalt, Naturnähe Sohle, Strukturreichtum**	**Gewässer-Umland-vernetzung**	**Wasserqualität**	**Anthropogene Störungen (Freizeitnutzung)**
Wasservögel am Rhein Winterzählung			**x**				**x**
Biologische Qualitätskomponenten WRRL: Fische, Makrozoobenthos		**x**		**x**		**x**	
Arten (Name wiss)	**Arten (Name deutsch)**						
*Calamagrostis pseudophragmites**	Ufer-Reitgras		**x**		**x**		
*Myricaria germanica**	Deutsche Tamariske		**x**	**x**			
*Astacus astacus**	Edelkrebs				**x**	**x**	
*Austropotamobius pallipes**	Dohlenkrebs				**x**	**x**	
*Calopteryx sp.**	Gebänderte und blauflügelige Prachtlibelle				**x**	**x**	
*Coenagrion mercuriale**	Helm-Azurjungfer			**(x)**		**x**	
Cordulegaster bidentata und C. boltonii	Quelljungfern			**x**		**x**	
*Charadrius dubius**	Flussregenpfeifer		**(x)**	**x**			**X**

5.1.2. MONITORING FLIESSGEWÄSSER

Art, Artengruppe	**Bedeutung /Verantwortung**	**Funktion**	**Aktuelle Situation FL, Kenntnisstand**	**Monitoring-Vorschlag**	**Nr**
Wasservögel am Rhein	Die Liechtensteiner Alpenrheinstrecke ist ein wichtiges Überwinterungs- und Rückzugsgebiet für Wasservögel.	Indikatorarten	Kartierung der Bestände auf den Wasserflächen und Kiesinseln der Liechtensteiner Rheinstrecke von 1978/79 bis 2017	Fortführung der jährlichen Erfassung der Überwinterer.	F1
Fische	Wesentliche Indikatoren für den Gewässerzustand	Indikatorarten	Periodische Abfischungen Amt für Umwelt im Rahmen der Gewässerüberwachung	Weiterführung der bestehenden Überwachungsprogramme gemäss Bewirtschaftungsplan Wasserrahmenrichtlinie. Periodische Aktualisierung Fischatlas.	
Makrozoobenthos	Wichtige Indikatoren für den Gewässerzustand	Indikatorarten	Regelmässige standardisierte Erfassung an ausgewählten Gewässerstandorten in Liechtenstein		
Deutsche Tamariske/Ufer-Reitgras	Teils seltene Arten mit starkem Bezug zur naturnahen Fliessgewässerdynamik (Kiesinseln im Alpenrhein)	Indikatorarten	Alte Kartierung der Kiesinseln vorhanden (TINNER & WALDBURGER 2008)	Periodische Dokumentation der Entwicklung der Vegetation auf den Kiesinseln im Alpenrhein	F2

Art, Artengruppe	Bedeutung /Verantwortung	Funktion	Aktuelle Situation FL, Kenntnisstand	Monitoring-Vorschlag	Nr
Prachtlibellen, Quelljungfern	Seltene Arten mit teils hohen Anforderungen an die Lebensraumbedingungen	Leit- und Zielarten	Aktuelle sowie historische Daten (80er-Jahre) vorhanden (Libellenkartierung 2019-2021)	Erstellung & Aktualisierung Inventar Libellen. Überprüfung der Entwicklung ausgewählter Vorkommen	F3
Helm-Azurjungfer (Coenagrion mercuriale)	Die Helm-Azurjungfer hat hohe Lebensraumansprüche (schwach fliessend Bächlein in Kalk-Hangmooren) und ist für das Schwabbrünnen-Äscher nachgewiesen	Zielart			
Edel- und Dohlenkrebs	Zwei seltene Arten der Gewässer mit Ausbreitungstendenz	Zielarten	Überwachung der Ausbreitung der Bestände	Weiterführung der Bestandesüberwachung, Dokumentation besetzter Gewässerabschnitte	F4
Flussregenpfeifer	Der Alpenrhein beherbergt die grösste Population des Flussregenpfeifers in der Schweiz	Leitarten	Sommervogel, Kartierungen der Bestände 2017	Periodische grenzüberschreitende Erfassung der Brutbestände auf den Kiesinseln im Alpenrhein	F5

5.2. STILLGEWÄSSER

5.2.1. INDIKATORARTEN

Indikatoren Stillgewässer		Hydrologie (zB Wasserstandsschwankungen)	Ufervegetation, Ufer-Gewässer-Verzahnung	Wasserqualität	Anthropogene Störungen (Freizeitnutzung, Fragmentierung)
Wintervogelzählung ausgewählte Stillgewässer		x			x
Amphibienwanderung/Zugstellen (Erdkröte, Grasfrosch, Bergmolch)					x
Arten (Name wiss)	**Arten (Name deutsch)**				
*Sympetrum pedemontanum**	*Gebänderte Heidelibelle*		x	x	
*Bombina variegata**	*Gelbbauchunke*	x			
*Triturus cristatus**	*Kammmolch*		x		x
*Triturus vulgaris**	*Teichmolch*		x		x

5.2.2. MONITORING STILLGEWÄSSER

Art, Artengruppe	Bedeutung /Verantwortung	Funktion	Aktuelle Situation FL	Monitoring-Vorschlag	Nr
Wintervogelzählung	Bedeutung der Wasserflächen als Überwinterungsgebiet	Leitarten	Kartierung der Liechtensteiner Wasserflächen zwischen 1978/79 und 2017	Weiterführung Erfassung	S1
Amphibienwanderung (Grasfrosch, Erdkröte)	Liechtenstein hat einige Zugstellen von grösserer Bedeutung	Leitarten	Jährliche Zählungen an den Amphibienzugstellen	Weiterführung der jährlichen Zählungen an den Zugstellen.	S2
Gebänderte Heidelibelle	Die in der Schweiz vom Aussterben bedrohte gebänderte Heidelibelle hat ein wichtiges Verbreitungszentrum im Alpenrheintal	Zielart	Aktuelle sowie historische Daten (80er-Jahre) vorhanden (Libellenkartierung 2019-2021)	Erfassung der Vorkommen im Rahmen einer Erstaufnahme Libellen und Überprüfung im Rahmen der späteren Bestandesüberwachung.	F3
Gelbbauchunke	Benötigt, sonnige, seichte Laichgewässer. Grossräumig stark im Rückgang begriffen.	Zielart	Konkretes Erhaltungsprojekt mit Kartierung der Bestände.	Periodische Überprüfung der Bestandesentwicklung und Verbreitung der Art.	S3
Kammmolch	Benötigt tiefere, fischfreie Stillgewässer. Das Alpenrheintal beherbergt eine wichtige Population dieser Art	Zielart	Erfassung im Rahmen von Amphibien- und Molchkartierungen.		
Teichmolch	Kommt nur noch an wenigen Stellen in Liechtenstein vor	Zielart			

5.3. WALD

5.3.1. INDIKATORARTEN

Wald		**Natürliche Altersstruktur und Waldsdynamik**	**Standortgerechte Baumartenzusammensetzung**	**Alt- und Totholz**	**Sonderstandorte (zB Waldlichtungen, Feuchtstandorte usw)**
Waldinventar Liechtenstein			x		
Arten (Name wiss)	**Arten (Name deutsch)**				
*Cypripedium calceolus**	*Frauenschuh*				x
*Lucanus cervus**	*Hirschkäfer*	x	x	x	
*Rosalia alpina**	*Alpenbock*	x	x	x	
Picus canus	*Grauspecht*	x	x	x	x
Dendrocopos leucotos	*Weissrückenspecht*	x		x	
Dryocopus martius	*Schwarzspecht*	x		x	
Picoides tridactylus	*Dreizehenspecht*	x	x	x	

5.3.2. MONITORING WALD

Art, Artengruppe	Bedeutung /Verantwortung	Funktion	Aktuelle Situation FL	Monitoring-Vorschlag	Nr
Waldinventar	Aussagen zur Baumartenzusammensetzung		Periodische Erfassungen alle 12 Jahre	Weiterführung der bestehenden Überwachungsprogramme gemäss Waldinventur Schweiz.	
Frauenschuh	Lichte Laub- und Nadelwälder auf kalkhaltigen Böden.	Zielart	Vorkommen in Liechtenstein bekannt	Periodische Erfassung der Bestandesentwicklung an den bekannten Standorten	W1
Hirschkäfer	Gefährdete Art auf Eichentotholz	Zielart	Sporadische Nachweise	Erfassung durch Citizen Science, Sammlung Nachweisdaten und Meldungen aus der Bevölkerung	W2
Alpenbock	Gefährdete Art von Buchentotholz. Schwerpunkt im Oberen Alpenrheintal	Zielart	Sporadische Nachweise		
Spechtarten	Spechte können als Qualitätszeiger für die Waldentwicklung dienen	Leit- und Schlüsselarten	Erfassung im Rahmen der Brutvogelatlaskartierung	Erfassung der Brutbestände in ausgewählten Waldgebieten mit Schwerpunkt rheintalseitige Hanglagen und Aufzeigen der Entwicklung mittels Vergleichsdaten aus Brutvogelatlas (ca. 10 Jahre später)	W3

5.4. LANDWIRTSCHAFTSFLÄCHEN

5.4.1. INDIKATORARTEN

Landwirtschaftsflächen		Lebensräume							Lebensraumqualitäten			
		Kleinseggenried, Pfeifengraswiesen	Hochstaudenried, Röhricht	Trockene Magerwiesen/-weiden	Artenreiche Fettwiesen/ -weiden	Obstgarten	Intensivgrünland	Ackerland/Brachen	Nährstoffhaushalt	Wasserhaushalt	Strukturen, Grenzlinien, Kleinstrukturen (Hecke, Gehölze, Altgras, Steinhaufen)	Sonderstandorte, offene Bodenstellen
Gefährdete Vogelarten Feuchtgebiete – Ruggeller Riet		■	■									
Ausgewählte Pflanzenarten der Feuchtgebiete		■	■						■	■		
Bestandesentwicklung Pflanzenarten auf Magerwiesen und -weiden				■					■			
Ausgewählte Vogelarten der offenen und halboffenen Landschaften in ausgewählten Räumen (Vergleichskartierung 80iger Jahre)				■	■	■	■	■				
Kartierung Pflanzenbestand auf ausgewählten ökologischen Ausgleichsflächen (Wiederholung der Kartierung von 1998-2003)					■		■		■			
Arten (Name wiss)	**Arten (Name deutsch)**											

Landwirtschaftsflächen		Lebensräume							Lebensraumqualitäten			
		Kleinseggenried, Pfeifengraswiesen	Hochstaudenried, Röhricht	Trockene Magerwiesen/-weiden	Artenreiche Fettwiesen/ -weiden	Obstgarten	Intensivgrünland	Ackerland/Brachen	Nährstoffhaushalt	Wasserhaushalt	Strukturen, Grenzlinien, Kleinstrukturen (Hecke, Gehölze, Altgras, Steinhaufen)	Sonderstandorte, offene Bodenstellen
*Gladiolus palustris**	Sumpf-Gladiole	x							x	x		
Iris sibirica	Sibirische Schwertlilie	x								x		
*Thalictrum simplex subsp. galioides**	Labkraut-Wiesenraute	x								x		
*Orchis palustris**	Sumpforchis	x								x		
*Dactylorhiza ochroleuca**	Hellgelbe Fingerwurz	x								x		
Drosera rotundifolia, D. longifolia	Lang- und Rundblättriger Sonnentau	x							x	x		x
Salvia pratensis	Wiesen-Salbei			x	x		x					
Leucanthemum vulgare	Wiesen-Margerite			(x)	x		x					
Melanargia galathea	Schachbrettfalter			x	x							
Melithaea athalia	Wachtelweizen-Scheckenfalter			x	x							
Oedipoda caerulescens	Blauflügelige Ödlandschrecke											x
Platycleis albopunctata	Westliche Beissschrecke			x								x
Phaneroptera falcata	Gemeine Sichelschrecke											
*Vertigo angustior**	Schmale Windelschnecke	x								x		
*Vertigo antivertigo**	Sumpf-Windelschnecke	x								x		
Vertigo substriata	Gestreifte Windelschnecke	x								x		
*Phengaris alcon**	Lungenenzian-Ameisenbläuling	x							x	x		
*Phengaris nausithous**	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	x	(x)						x	x		
*Maculinea teleius**	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	x	(x)						x	x		
*Coenonympha oedippus**	Moorwiesenvögelchen	x								x		
Ciconia ciconia	Weissstorch	x			x							
*Crex crex**	Wachtelkönig	x										
*Coronella austriaca**	Schlingnatter			(x)							x	x
Lepus europaeus	Feldhase				x		x	x			x	

5.4.2. MONITORING LANDWIRTSCHAFTSFLÄCHEN

Art, Artengruppe	Bedeutung /Verantwortung	Funktion	Aktuelle Situation FL	Monitoring-Vorschlag	Nr
Gefährdete Vogelarten Feuchtgebiete – Ruggeller Riet	Das Ruggeller Riet ist als grösstes Feuchtgebiet Lebensraum gefährdeter Arten, teils einzige Brutnachweise für Liechtenstein	Leit- und Zielarten	Jährliche Erfassung der Brutbestände	Weiterführung Kartierung	L1
Ausgewählte Pflanzenarten der Feuchtgebiete	Feuchtgebietsarten wie Lungen-Enzian, Duftlauch, Grosser Wiesenknopf, Breitblättriges Wollgras, Sibirische Schwertlilie als Qualitätszeiger der Feuchtgebiete	Leitarten	Erfassung im Rahmen der Kartierungen von Heinrich Seitter & Edith Waldburger & Naturvorrangflächeninventar & Rote Listen, Kartierung Schwertlilie 2010	Überprüfung Vorkommen im Talraum (ausserhalb NSG Ruggeller Riet und Schwabbrünnen-Äscher)	L2
Vegetationsentwicklung auf Trockenwiesen und -weiden	Liechtenstein weist ein hohes Potenzial für trockene Magerwiesen und -weiden (TWW) auf. Die trockenen Magerstandorte sind ökologisch äusserst wertvolle, selten gewordene Lebensräume und Rückzugsort zahlreicher Tier- und Pflanzenarten.	Leitarten	Detaillierte Kartierung der TWW-Flächen und mit GPS-verortete Vegetationsaufnahmen liegen vor.	Nachkartierung auf einer repräsentativen Auswahl der verorteten Vegetationsaufnahmen.	L3
Ausgewählte Vogelarten der offenen und halboffenen Landschaften	Seltene und gefährdete Vertreter der offenen und halboffenen Landschaften in Liechtenstein	Leit- und Zielarten	Eine Kartierung erfolgte erstmals 1988 in ausgewählten Talräumen und wurde ca. 10 Jahre später wiederholt	Nochmalige Erfassung der Brutbestände in ausgewählten Landschaftsräumen im Talraum, 35 Jahre nach der Erstkartierung	L4
Pflanzenbestand auf ökologischen Ausgleichsflächen der Landwirtschaft	Durch Direktzahlungen wird die Ökologisierung in der Landwirtschaft gefördert. Das Aufzeigen von Entwicklungen auf diesen Flächen gibt Hinweise auf einen effizienten Einsatz der Fördermittel	Leitarten	Eine Ersterfassung erfolgte über mehrere Jahre zwischen 1998-2003.	Einmalige Wiederholung der Kartierung auf Flächen, die seither durchgehend als extensive Wiese genutzt werden.	L5
Sumpfgladiole	Hohe internationale Verantwortung des Alpenrheintales für die Erhaltung dieser Art	Zielart	Kartierung 2008	Periodische Überprüfung der Vorkommen	L6
Sumpforchis	Bestand im Schwabbrünnen-Äscher	Zielart	Erfassung im Rahmen der Kartierungen von Edith Waldburger & Rote Liste	Überprüfung Vorkommen	
Hellgelbe Fingerwurz	Bestand im Schwabbrünnen-Äscher	Zielart			
Labkraut-Wiesenraute	RR, Schwabbrünnen-Äscher, Bannriet, Balzers	Zielart			
Sonnentau-Arten	RR	Zielart			
Wiesen-Salbei	Arten der landwirtschaftlichen Extensivflächen	Leitarten	Keine Bestandesaufnahme vorhanden	Überprüfung auf ausgewählten Stichprobeflächen des ökologischen Ausgleichs der Landwirtschaft	L7
Wiesen-Margerite					
Schachbrettfalter	Art der Wiesen und Weiden	Leitarten	Verbreitet in Liechtenstein, teils individuenreich		L8
Wachtelweizen-Scheckenfalter					
Blauflügelige Ödlandschrecke	Art trockenwarmer, steiniger vegetationsarmer Stellen	Leitart	Art der Rüfesammler und vom Rheindamm	Überprüfung der Vorkommen nach 30 Jahren	L9
Gemeine Sichelschrecke	Art der warmen, gebüschreichen Trockenwiesen aber	Leitart	Art vom Rheindamm, der Rüfen, Ruggeller Riet		

Art, Artengruppe	Bedeutung /Verantwortung	Funktion	Aktuelle Situation FL	Monitoring-Vorschlag	Nr
	auch in feuchteren langgrasigen Wiesen				
Westliche Beissschrecke	Art der trockenen, vegetationsarmen Flächen	Leitart	Art vom Rheindamm und vom Schlosshügel Balzers		
Sumpf-Windelschnecke	Arten der Sümpfe und nassen Wiesen	Zielart	Relativ genau verortete Nachweise in den Feuchtgebieten im Talraum aus den 80er Jahren.	Überprüfung der Vorkommen in den Feuchtgebieten nach fast 40 Jahren.	L10
Schmale Windelschnecke		Zielart			
Ameisen-Bläulinge: Lungenenzian-Ameisenbl. Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbl. Heller Wiesenknopf-Ameisenbl.	Typische Moorarten mit einem international hohen Gefährdungsstatus mit Vorkommen in den grösseren Flachmooren in Liechtenstein	Zielarten	Kartierung im Rahmen der Erarbeitung des Tagfalterinventars. RR, SÄ, Bannriet, Entamoos, Balzers	Periodische Überprüfung der Vorkommen in den Riedwiesen	L11
Moorwiesenvögelchen	Europaweit seltene und gefährdete Art mit einem guten Vorkommen in Liechtenstein	Zielart	Vorkommen im RR und SÄ wurden 2005 und 2016 überprüft. Neunachweis für das Gebiet Tentscha-Bannriet	Periodische Überprüfung der Bestandesentwicklung im Ruggeller Riet und Schwabbrünnen-Äscher	L12
Weissstorch	Art der halboffenen Kulturlandschaft	Leitart	Ausbreitung der Bestände in Liechtenstein	Weiterführung jährliche Bestandeserfassung und Bruterfolgs	L13
Wachtelkönig	Art des spät genutzten Feuchtgrünlandes	Zielart	Vorkommen im RR, teils weitere Gebiete (Eschner Riet)	Weiterführung jährliche Bestandeserfassung im Ruggeller Riet	L1
Schlingnatter	Benötigt extensive von Steinstrukturen durchzogene Lebensräume. Gute Population an ausgewählten Standorten im Talraum	Leitart	Gute Kartiergrundlagen insbesondere vom Rheindamm und Bahndamm vorhanden	Periodische Überprüfung der Bestandesentwicklung	L14
Feldhase	Verbreitet, braucht struktur- und deckungsreiche halboffene Landschaften	Leitart	Umfangreiche Kartierergebnisse aus den 90iger Jahren aus dem Talraum und aus dem Schaaner/Eschner Riet	Wiederholung der Bestandeskartierung mit vergleichbarer Methode	L15

5.5. ALPEN UND HOCHGEBIRGE

5.5.1. INDIKATORARTEN

		Lebensräume			Lebensraumqualität		
Alpenindikatoren		**Felsen**	**Zwergstrauchheiden**	**Alpwiesen, -weiden, Magerrasen der Hochlagen, Hochstaudenfluren, Moor-**	**Landnutzungsintensität**	**Strukturvielfalt**	**Anthropogene Störungen, Infrastrukturen, Erschliessungsgrad**
Arten (Name wiss)	**Arten (Name deutsch)**						
Tetrao tetrix tetrix	Birkhuhn		x	x	x	x	x
Anthus trivialis	Baumpieper			x	x	x	
Anthus spinoletta	Bergpieper			x	x	x	
Sylvia curruca	Klappergrasmücke			x	x	x	
Carduelis cabaret	Alpenbirkenzeisig		x	x	x		
Serinus citrinella	Zitronenzeisig		x	x	x		
*Chilostoma cingulatum**	Nordtiroler Felsenschnecke	x					
Psophus stridulus	*Rotflügelige Schnarrschrecke*			x			

5.5.2. MONITORING ALPEN

Art, Artengruppe	Bedeutung /Verantwortung	Funktion	Aktuelle Situation FL	Monitoring-Vorschlag	Nr.
Birkhuhn	Verteilte Vorkommen im Bereich der Alpgrenze. Benötigt Strukturreichtum.	Leitart	Regelmässiger Brutvogel. Die Überwachung der Bestandesentwicklung ist als Grundlage für die jagdliche Planung sinnvoll.	Jährliche Balzplatzzählung an ausgewählten Standorten	A1
Baumpieper	Alpen als Rückzugsraum des Baumpiepers	Leitart	Erfasst im Rahmen der Brutvogelkartierung	Erfassung in ausgewählten Alpgebieten auf definierten Kilometerquadraten ca. 10 Jahre nach der Brutvogelkartierung.	A2
Bergpieper	Enge Korrelation mit Alpweiden und deren Nutzung	Leitart			
Klappergrasmücke	Art der Legföhren und Grünerlen an der Waldgrenze	Leitart			
Alpenbirkenzeisig	Lockere, beweidete Lärchenwälder, Fichtenbestände, Gebüschzone	Leitart			
Zitronenzeisig	Alpen als Kern der Verbreitung mit entsprechender Verantwortung zur Erhaltung in Liechtenstein	Zielart			
Nordtiroler Felsenschnecke	Art der Felsen	Zielart	Ein bekannter Standort im Berggebiet	Bestandskontrolle alle 10 Jahre	A3
Rotflügelige Schnarrschrecke	Art der Schuttfluren und kurzgrasiger, sonnenexponierter Rasen im Berggebiet	Leitart	Bekannte Standorte von Steg und Malbun	Bestandskontrolle nach 30 Jahren	A4

5.6. SIEDLUNGS- UND GEWERBEFLÄCHEN

5.6.1. INDIKATORARTEN

Siedlungsindikatoren		**Nutzbarkeit von Gebäuden als Sekundärlebensraum**	**Vernetzung Siedlungsgebiet – Umland**	**Naturnahe Lebensräume innerhalb des Siedlungsgebiets – Durchgrünung**
Arten (Name wiss)	**Arten (Name deutsch)**			
Lacerta agilis	Zauneidechse			**x**
Phoenicurus phoenicurus	Gartenrotschwanz			**x**
Phoenicurus ochruros	Hausrotschwanz			**x**
Hirundo rustica	Rauchschwalbe	**x**	**x**	**x**
Delichon urbica	Mehlschwalbe	**x**		**x**
Apus apus	Mauersegler	**x**		
Passer domesticus	Haussperling	**x**		**x**
*Eptesicus serotinus**	Breitflügelfledermaus	**x**	**x**	
*Myotis myotis und M. blythii**	Grosses und Kleines Mausohr	**x**		

5.6.2. MONITORING SIEDLUNGS- UND GEWERBEFLÄCHEN

Art, Artengruppe	**Bedeutung /Verantwortung**	**Funktion**	**Aktuelle Situation FL**	**Monitoring-Vorschlag**	**Nr**
Zauneidechse	Stark im Rückgang besonders in den immer stärker überbauten Hanglagen des Siedlungsgebiets	Leitart	Erfasst im Rahmen der Reptilienkartierung	Periodische Erfassung und Überwachung des Bestandes.	SG1
Gartenrotschwanz		Leitart	Erfasst im Rahmen der Brutvogelkartierung	Periodische Erfassung des Bestandes in ausgewählten Siedlungsgebieten	SG2
Hausrotschwanz		Leitart			
Rauchschwalbe		Leitart			
Mehlschwalbe		Leitart			
Mauersegler		Leitart			
Haussperling		Leitart			
Breitflügelfledermaus	Kleiner Bestand im Pfarrhof Balzers	Zielart	Regelmässige Erfassung der Bestände durch die Arbeitsgruppe Fledermaus	Weiterführung der jährlichen Ausflugs- und Hangplatzählung	SG3
Grosses/Kleines Mausohr	In Triesen besteht eine bedeutende Wochenstube des Grossen Mausohres	Zielart			

6. BISHERIGE FACHLICHE GRUNDLAGEN UND EMPFEHLUNGEN

In diversen Konzepten wurde wurden Vorschläge für die Forschung in Liechtenstein entwickelt. Wesentliche Grundlage bildete das Forschungskonzept von 1997 (BZG 1997). Einzelne Aspekte wurden zwischenzeitlich bearbeitet.

6.1. NATURKUNDLICHES FORSCHUNGSKONZEPT 1997

Es wurden verschiedene Lücken in der naturkundlichen Erforschung festgestellt. Einzelne Aspekte wurden zwischenzeitlich bearbeitet (u.a. Säugetiere, Ameisen, Amphibien). Noch pendent sind folgende Bearbeitungen:

- Geotope
- Quellen
- Höhlen
- Libellen

Verschiedene Aspekte eines angedachten Kontrollprogramms Natur und Landschaft wurden 2001 weiter konkretisiert.

6.2. KONTROLLPROGRAMM NATUR UND LANDSCHAFT IN LIECHTENSTEIN 2001

Im Rahmen des Kontrollprogramms Natur und Landschaft wurden folgende Dauerbeobachtungen (Monitoring) vorgeschlagen:

- Arten
    - Gefährdete Vogelarten der Feuchtgebiete
    - Birkhuhn
    - Wasservögel (Alpenrhein)
    - Spechte-Eulen (Indikatorarten im Wald)
    - Amphibienzugstellen
    - Fische
    - Makrozoobenthos
- Biotope
    - Biotopflächen (Periodische Aktualisierung des Naturvorrangflächeninventares)
    - Biotopqualität (Beurteilung der Veränderung der Biotopqualität)
- Landschaft
    - Landschaftsveränderung (anhand von Luftbildern)
    - Fotodokumentation (Festhalten des Landschaftszustandes mittels Fotografien
- Biodiversitätsmonitoring (Für folgende Artengruppen: Gefässpflanzen, Moose, Brutvögel, Amphibien, Tagfalter, Heuschrecken, Mollusken)

6.3. ENTWICKLUNGSKONZEPT NATUR UND LANDWIRTSCHAFT 2005 – MODUL NATUR UND LANDSCHAFT

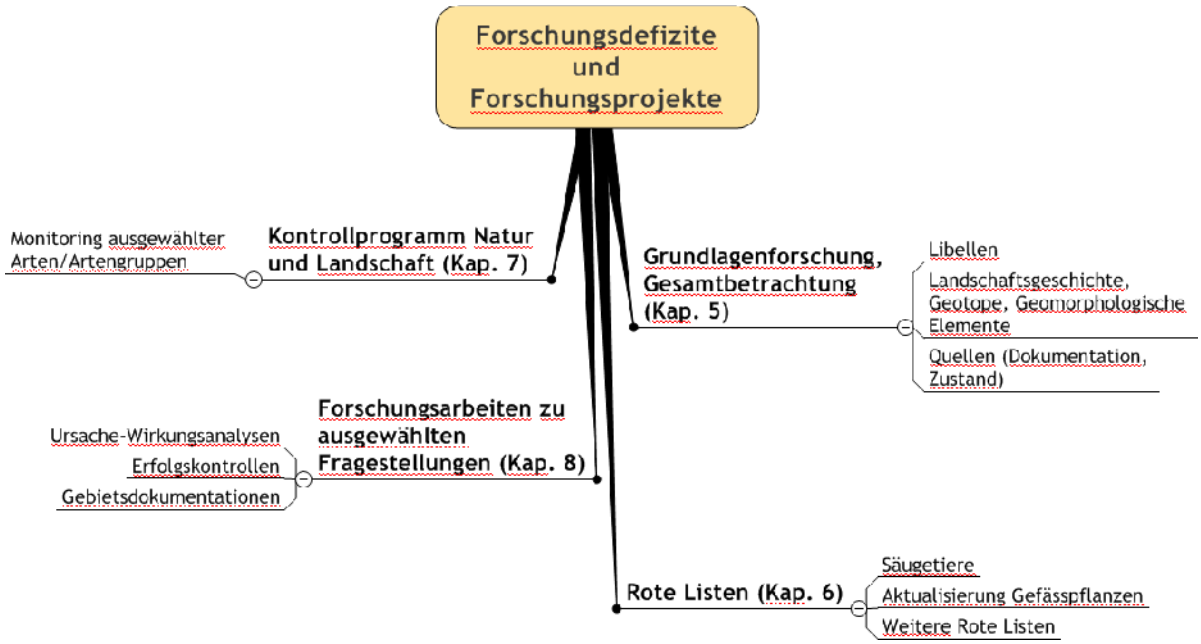
Auch das Entwicklungskonzept Natur und Landwirtschaft (RENAT 2005) griff im Rahmen des Moduls Natur und Landschaft das Thema Monitoring auf und beinhaltete folgende Empfehlungen:

- Liechtenstein baut in den nächsten fünf Jahren ein Monitoring-Programm auf, das die Überwachung der Entwicklung auf dem Gebiet von Natur und Landschaft ermöglicht.
- Für die Handlungsfelder Arten, Biotope und Landschaft wird ein Monitoring im Sinne einer dauernden Überwachung der Entwicklung eingeführt. Dieses liefert die erforderlichen Grundlagen für die Steuerung der Sachpolitik sowie der Nutzung und Pflege von besonders wertvollen Gebieten. Dazu sind folgende Vorarbeiten notwendig:
    - Vorgehen (Methoden, zu erfassende Gegenstände, Erhebungsintervalle) festlegen
    - Erfassung, Aufbereitung und Auswertung der Daten definieren
    - Form der Berichterstattung festlegen

6.4. NATURKUNDLICHE FORSCHUNG – DEFIZITE UND AUSBLICK

2008 und 2017 erarbeitete die BZG ein Positionspapier zu den Defiziten in der naturkundlichen Forschung in Liechtenstein (BZG 2017). Dabei wurden verschiedene Aspekte aus den vorgängigen Konzepten übernommen.

Abb. 3: Defizite naturkundliche Forschung (aus BZG 2017)



7. ANHANG 1: BISHERIGE FORSCHUNG

Zahlreiche bisherige Forschungsarbeiten sind in den Berichten der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg oder in der naturkundlichen Forschungsreihe der Regierung erschienen.

7.1. SÄUGETIERE

Titel	Band
LEHMANN, E. von (1982) Fauna Liechtensteins - Säugetiere 1 (Insektenfresser. Fledermäuse, Nagetiere).	11
WIEDEMEIER, P. (1984) Die Fledermäuse des Fürstentums Liechtenstein	13
WIEDEMEIER, P. (1990): Die Kleinsäuger des Ruggeller Rietes.	18
HOCH, S.: Ergänzungen zur Fledermausfauna von Liechtenstein	23
HOCH, S.: Fledermäuse [Themengebiet: Alpenrhein]	26
HOCH, S.: Nachweise seltener Fledermausarten für das Fürstentum Liechtenstein	28
BECK, A., HOCH, S. & R. GÜTTINGER (2006): Die Nahrung der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) in Vaduz, Fürstentum Liechtenstein	32
BROGGI, M.F. (2006): Säugetierneozoen im Fürstentum Liechtenstein	32
BROGGI, M.F.ET AL. (2011): Die Säugetiere des Fürstentums Liechtenstein	36

7.2. AVIFAUNA

Titel	BZG-Band
WILLI, G. (1978) Vergleich Avifauna von Liechtenstein 1955 und 1977.	77
WILLI, G./BROGGI, M.F. (1983): Die Vogelwelt des Fürstentums Liechtenstein unter Berucksichtigung der benachbarten Gebiete (Teil I).	12
WILLI, G/ BROGGI, M.F. (1985): Die Vogelwelt des Fürstentums Liechtenstein unter Berücksichtigung der benachbarten Gebiete, Teil U: Galliformes (Hühnervögel) - Piciformes (Spechtvögel).	14
WILLI, G./ BROGGI, M.F. (1986): Die Vogelwelt des Fürstentums Liechtenstein unter Berücksichtigung benachbarter Gebiete, Teil III und Schluss.	15
WILLI, G. (1993): Die Avifauna des Alpenrheins im Bereich Liechtenstein - Werdenberg.	20
WILLI, G. (1990): Die Vogelwelt des Ruggeller Rietes.	18
WILLI, G.: Avifaunistische Bestandesaufnahme als Beitrag zur ökologischen Wertanalyse der rheintalseitigen Waldungen im Fürstentum Liechtenstein	21
WILLI, G.: Bemerkenswerte Beobachtungen aus der regionalen Avifauna 1993 inkl. Wasservogelzählungen am Rhein	21, 22, 23, 24, 25, 27
ZINGG, R.: Die Rückkehr des Weiss-Storches *(Ciconia ciconia)* ins Tal des Alpenrheins	23
WILLI, G.: Rote Liste der Brutvögel des Fürstentums Liechtenstein	24
WILLI, G.: Die Vogelwelt [Themengebiet: Alpenrhein]	26
WILLI, G.: Bemerkenswerte Beobachtungen aus der regionalen Avifauna 1999, inkl. Wasservogelzählungen am Rhein	27
WILLI, G.: Bemerkenswerte Beobachtungen aus der regionalen Avifauna 2000, inkl. Wasservogelzählungen am Rhein und Bestandesaufnahme Rugeller Riet	28
WILLI, G.: Bemerkenswerte Beobachtungen aus der regionalen Avifauna 2001, inkl. Wasservogelzählungen am Rhein in den Wintern 2000/2001 und 2001/2002	29
WILLI, G. (2006): Die Vögel des Fürstentums Liechtenstein	31
WILLI, G. (2006): Die Veränderung der Vogelwelt – ein wichtiger Gradmesser für den ökologischen Ausgleich	31
WILLI, G. (2006): Vogelneozoen im Fürstentum Liechtenstein	32
WILLI, G. (2013): Winterliche Wasservogelzählung am Alpenrhein	37
WILLI, G. (2019): Brutvogelatlas des Fürstentums Liechtenstein	41

7.3. REPTILIEN/AMPHIBIEN

Titel	Band
BROGGI, M.F.: Beiträge zur Amphibienfauna	72-75
BROGGI, M.F. (1990) Amphibien und Reptilien im Ruggeller Riet.	18
NIGG, A. (1993) Die Reptilien des Fürstentums Liechtenstein.	20
KÜHNIS, J.B. (1996): Verbreitung und Biologie der Schlingnatter (Coronella austriaca, LAURENTI 1768) entlang des liechtensteinischen Bahngeländes	23
KÜHNIS, J.B. (1997): Zur Situation des Grasfrosches (Rana temporaria, LINNAEUS, 1758) in Liechtenstein (Verbreitung, Biologie und Gefährdung)	24
KÜHNIS, J.B. (1999): Verbreitung, Biologie und Gefährdung der Reptilien entlang des Rheinabschnitts Liechtenstein-Sargans-Werdenberg [Themengebiet: Alpenrhein]	26
KÜHNIS, J.B. (1999): Vorkommen und Verbreitung der Amphibien in den Laichgewässern entlang des Rheinabschnittes Liechtenstein-Sargans-Werdenberg und im Bündner Rheintal [Themengebiet: Alpenrhein]	26
KÜHNIS, J.B. (2002): Amphibien des Fürstentums Liechtenstein	29
KÜHNIS, J.B., LIPPUNER, M., WEIDMANN, P. & J. ZOLLER (2002): Verbreitung, Biologie und Gefährdung des Kamm-, Faden- und Teichmolches im Alpenrheintal- Ergebnisse des grenzüberschreitenden Kartierungsprojektes	29
KÜHNIS, J., EGLI-STEINEGGER, V., HATZL, J., KOBELT, H., REICH, H.-J., STAUB, R. & B. WURSTER (2006): Amphibienzugstellen in der Region Liechtenstein-Werdenberg. Schutzmassnahmen, Erfahrungen und Perspektiven	31
KÜHNIS, J. (2006): Die Reptilien des Fürstentums Liechtenstein	32
KÜHNIS, J. (2006): Amphibien- und Reptilienneozoen im Fürstentum Liechtenstein	32
BARANDUN, J., KÜHNIS, J.B., & R. DIETSCHE (2009): Kunstgewässer zur Förderung von Gelbbauchunken – ein Pilotversuch	34
KÜHNIS, J. & SCHMOCKER, H. (2008). Zur Situation der Mauereidechse (Podarcis muralis) im Fürstentum Liechtenstein und im schweizerischen Alpenrheintal. Zeitschrift für Feldherpetologie, 15, 43-48.	
Kühnis, J. (2011). Amphibienmonitoring in Liechtenstein 1995-2010. Naturkundliche Forschung im Fürstentum Liechtenstein, Band 27. Vaduz: Amtlicher Lehrmittelverlag.	
KÜHNIS, J. & MÜLLER, O. (2015). Reptilienmonitoring im Fürstentum Liechtenstein. Ergebnisse einer Langzeitstudie von 1980-2014. Zeitschrift für Feldherpetologie, 22, 103-114.	
KÜHNIS, J., & MÜLLER, O. (2018). Schleichender Rückgang der Erdkröte (Bufo bufo) im Fürstentum Liechtenstein. Bilanz einer Langzeitstudie von 1995-2017. Zeitschrift für Feldherpetologie, 25, 225-233.	

7.4. FISCHE

Titel	Band
KINDLE, TH./AMANN, E. (1984) Die Fische des Fürstentums Liechtenstein.	13
KINDLE, TH./AMANN, E. (1990) Die Fische des Ruggeller Rietes.	18
KINDLE, TH. (2006): Fischneozoen im Fürstentum Liechtenstein	32
BOHL, E., JEHLE, R., KINDLE, TH., KÜHNIS, R. & A. PETER (2014): Die Fische und Krebse des Fürstentums Liechtenstein	38

7.5. SCHMETTERLINGE

Titel	Band
AISTLEITNER, E. & U. AISTLEITNER (1996): Die Tagfalter des Fürstentums Liechtenstein (Lepidoptera: Papilionoidea et Hesperioidea)	23
AISTLEITNER, E & U. AISTLEITNER (1999): Ausgewählte Grossschmetterlings-Familien (Lepidoptera: Diurna, Bombyces et Sphinges s.l.) [Themengebiet: Alpenrhein]	26
AISTLEITNER, U. (2001): Die Spinner und Schwärmer des Fürstentums Liechtenstein (Lepidoptera: Bombyces et Sphinges sensu classico)	28
AISTLEITNER, E. (2008): Die Spanner und Eulen des Fürstentums Liechtenstein (Lepidoptera: Geometridae, Nolidae, Erebidae, Noctuidae)	33
AISTLEITNER, U. (2010): Zweiter Nachtrag zur Kenntnis der Schmetterlingsfauna Liechtensteins sowie bemerkenswerte Nachweise aus benachbarten Gebieten (Insecta, Lepidoptera)	35
AISTLEITNER, U. (2013): Dritter Nachtrag zur Kenntnis der Schmetterlingsfauna Liechtensteins sowie bemerkenswerte Nachweise aus benachbarten Gebieten (Insecta, Lepidoptera)	37

7.6. HAUTFLÜGLER (HYMENOPTERA)

Titel	Band
SCHIESS-BÜHLER. C. (1988) Ein Beitrag zur Kenntnis der Hummeln und Schmarotzerhummeln des Fürstentums Liechtenstein.	17
SCHIESS, C. (1990) Vorläufiger Bericht über das Vorkommen der Gattungen Hummeln (Bombus) und Schmarotzerhummeln (Psithyrus hymenoptera apidae) im Ruggeller Riet.	18
BIERI, S. (2002): Die Bienen und Wespen des Fürstentums Liechtenstein – Die beeindruckende Formenvielfalt und mannigfaltigen Lebensweisen einer wenig bekannten Insektengruppe Hymenoptera: Aculeata)	29
GLASER, F. (2009): Die Ameisen des Fürstentums Liechtenstein	34
GLASER, F., MARTZ, H. & H. MÜLLER (2010): Erster Nachtrag zur Ameisenfauna Liechtensteins (Hymenoptera, Formicidae)	35

7.7. KÄFER (COLEOPTERA)

Titel	Band
WALTER, TH. (1990): Käfer des Ruggeller Rietes.	18
ADLBAUER, K. (1992): Die Bockkäfer des Fürstentums Liechtenstein (Col. Cerambycidae)	19
ADLBAUER. K. (1993): Holzbewohnende Käfer Liechtensteins - Farn. Lucanidae, Scarabacidae und Buprestidae (Coleopera).	20
ADLBAUER. K. (1993): Holzbewohnende Käfer Liechtensteins - Farn. Elateridae, Omalisidae. Lycidae. Cleridae, Lymexidoe, Pyrochroidea und Scolytidae (Coleoptera).	20
AISTLEITNER, E. & U. AISTLEITNER: Fragmenta entomofaunistica I (1995): Daten zur Verbreitung und Phaenologie der Sandlaufkäfer und Laufkäfer in Vorarlberg (Austria occ.) und Liechtenstein (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae)	22
ARNOLD, K. (1998): Die Laufkäfer (Coleoptera: Cincindelidae et Carabidae) des Fürstentums Liechtenstein	25
RISCH, A & I. KÜHNIS (2019): Untersuchungen zum Vorkommen und zur Verbreitung des Grossen Glühwürmchens *Lampyris noctiluca* in Liechtenstein.	41

7.8. LIBELLEN (ODONATA)

Titel	Band
BIEDERMANN, J. (1975): Beitrag zur Libellen-Fauna Liechtensteins.	74
BIEDERMANN, J. (1980) Die Libellenfauna des Fürstentums Liechtenstein, l. Nachtrag.	79
BIEDERMANN, J. (1987) Die Libellen-Fauna des Naturschutzgebietes Schwabbrünnen-Äscher, Liechtenstein.	16
BIEDERMANN,J. (1990) Die Libellen-Fauna des Naturschutzgebietes Ruggeller Riet. Liechtenstein *(Odonata).*	18

7.9. HEUSCHRECKEN (ORTHOPTERA)

Titel	Band
NADIG, A. (1990) Heuschrecken des Ruggeller Rietes *(Orthoptera, Saltatoria).*	18
DENOTH-HASLER, M. (1995): Die Heuschrecken (Saltatoria) des Fürstentums Liechtenstein Mit Hinweisen zur Pflege ihrer Lebensräume	22

7.10. GROSSKREBSE (ASTACIDEA)

Titel	Band
BOHL, E. (1998): Vorkommen des Edelkrebses (*Astacus astacus* LINNAEUS, 1758) und des Dohlenkrebses (*Austropotamobius pallipes* LEREBOULET, 1858) in Liechtenstein	25
KÜHNIS, R.W. (2010): Aktuelle Verbreitung des Dohlenkrebses (*Austropotamobius pallipes* LEREBOULLET, 1858) in Liechtenstein	35
KÜHNIS, R.W. (2014): Zur Verbreitungsgeschichte der Flusskrebse (Atacoidea) in der Region Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg	38

7.11. SCHNECKEN (MOLLUSCA)

Titel	Band
TRÜB, H. (1987): Die Schnecken und Muscheln des Fürstentums Liechtenstein.	16

7.12. MOOSE

Titel	Band
SENN H.P. (1983): Moose im Fürstentum Liechtenstein (Teil I): Laubmoose auf Mauern, Felsen und Steinen.	12
SENN, H.P. (1985): Moose im Fürstentum Liechtenstein (Teil 2).	14
SENN H.P. (1987): Moose im Fürstentum Liechtenstein (Teil 3).	16
SENN, H.P. (1990): Beitrag zur Moosflora des RuggeJler Rietes.	18
SENN, H.-P. (1999): Moosflora und Moosvegetation [Themengebiet: Alpenrhein]	26
SENN, H.-P. (2000): Die Moose des Fürstentums Liechtenstein	27

7.13. GEFÄSSPFLANZEN

Titel	Band
SEITTER, H. (1977): Die Flora des Fürstentums Liechtensteins. Bot.Zool. Ges. Liechtenstein-Sargans-Werdenberg	
BZG (1990): Die Gefässpflanzen des Ruggeller Rietes.	18
WALDBURGER, E. (1990): Die gefährdeten und seltenen Gefässpflanzen des Ruggeller Rietes.	18
RHEINBERGER, HJ. RHEINBERGER, B. (1987): Orchideen des Fürstentums Liechtenstein.	19
WALDBURGER, E.: Diverse Nachträge für die Flora des Fürstentums Liechtenstein und Region Werdenberg-Sargans im Jahr	21-35
RHEINBERGER, B., RHEINBERGER, H.-J. & P. RHEINBERGER (1995): Orchideen des Fürstentums Liechtenstein: Nachtrag 1991-1994	22
WALDBURGER, E. (1996): Fortschritte in der botanischen Erforschung des Fürstentums Liechtenstein und der Region Werdenberg-Sargans im Jahr 1995	23
WALDBURGER, E. (1999): Auf Pflanzenwegen entlang der Rheindamm-Innenseiten "Schweiz Liechtenstein“ [Themengebiet: Alpenrhein]	26
RHEINBERGER, B. (1999): Orchideen am Rheindamm [Themengebiet: Alpenrhein]	26
WALDBURGER, E. & R. STAUB (2006): Neophyten im Fürstentum Liechtenstein	32
BROGGI, M.F., WALDBURGER, E. & R. STAUB (2006): Rote Liste der gefährdeten und seltenen Gefässpflanzen des Fürstentums Liechtenstein 2006	32
STAUB, R. (2008): Dauerbeobachtung Ruggeller Riet – Entwicklung der Gefässpflanzen	33
BROGGI, M.F. (2009): Verbreitung und Vorkommen der Sumpfgladiole (*Gladiolus palustris* GAUDIN) im Alpenrheintal – einst und jetzt	34
BROGGI, M.F. (2010): Verbreitung und Vorkommen der Sibirischen Schwertlilie (*Iris sibirica* L.) in Liechtenstein-Sargans-Werdenberg – einst und jetzt	35
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	37
TINNER & WALDBURGER (2008): Kiesbänke im Rhein – von Landquart zum Bodensee. Botanical Notes – Botanica helvetica 118: 72-76.	

8. ANHANG 2: BEURTEILUNG INDIKATORARTEN (NACH UMG & RENAT 2016)

8.1. GEFÄHRDUNG UND SCHUTZSTATUS

8.1.1. BEURTEILUNG DES GEFÄHRDUNGSGRADES

Für die Bewertung des Gefährdungsgrades wird der Status in den aktuell verfügbaren Roten Listen Liechtensteins herangezogen. Massgebend ist die höhere Einstufung. In etlichen Fällen ist eine gutachterliche Einschätzung erforderlich, da keine ausreichenden Bewertungsgrundlagen zur Verfügung stehen.

Gefährdungsgrad	Definition	Bewertung
CR (Critical)	Vom Aussterben bedroht	3
EN (Endangered)	Stark gefährdet	2
VU (Vulnerable)	Gefährdet	1
NT (Near Threatened)	Potenziell gefährdet	1
LC (Least Concern)	Nicht gefährdet	0
DD (Data Deficient)	Ungenügende Datengrundlage	0
NE (Not Evaluated)	Nicht beurteilt	0

8.1.2. BEURTEILUNG DES SCHUTZSTATUS

Internationale Verpflichtungen bestehen durch die von Liechtenstein ratifizierten Abkommen und Konventionen wie Alpenkonvention, Berner Konvention, Biodiversitätskonvention, Bonner Konvention, Europäische Landschaftskonvention, Paneuropäische Konvention, Ramsar-Konvention, Washingtoner Artenschutzabkommen uvm.
Die Gewichtung der einzelnen Artenschutzabkommen, Konventionen, Richtlinien und Verpflichtungen ist nachfolgender Tabelle zu entnehmen.

Schutzstatus	Definition	Bewertung
Verordnung über spezifisch geschützte Pflanzen- und Tierarten	Streng geschützt	3
Berner Konvention Anhang I und II	Streng geschützte Pflanzen- und Tierarten	3
Verordnung über spezifisch geschützte Pflanzen- und Tierarten	Geschützt	1

8.1.3. Beurteilung der Verantwortlichkeit

Einteilung gemäss Kategorien der Schweiz, Liste der national prioritären Arten (BAFU 2011)
Kategorien (BAFU 2011):

Verantwortlichkeit	Definition	Bewertung
Sehr hohe Verantwortung	⇒Endemiten ⇒Subendemiten	4
Hohe Verantwortung	⇒Teil-Endemit ⇒Genetisch besondere Randpopulation ⇒Alpenendemiten mit beschränkter Verbreitung ⇒Ein grösserer Teil des Verbreitungsareals liegt in Liechtenstein	3
Mittlere Verantwortung	⇒Arten mit isolierten Populationen ⇒Alpenendemiten mit grossem Verbreitungsgebiet	2
Geringe Verantwortung	⇒Randpopulationen	1
Keine Verantwortung	⇒Gebietsfremde Arten ⇒Sporadische Gäste	0

8.2. Wissenschaftliche Anforderungen

8.2.1. Eignung als Indikator – ökologische Aussagekraft

Indikatoren sind für bestimmte Lebensgemeinschaften repräsentative Arten mit meist sehr speziellen Ansprüchen an ihren Lebensraum. Ihre Bestandsentwicklung ermöglicht Rückschlüsse auf die gesamte Lebensgemeinschaft. Verschiedene Begriffe mit unterschiedlichen Definitionen sind gebräuchlich:

Leit-, Charakter- und Kennarten sind repräsentative und häufige Arten einer Lebensgemeinschaft oder eines Lebensraums.

Zeigerarten oder Indikatorarten geben Auskunft über bestimme Umweltzustände und reagieren empfindlich auf Veränderungen.

Schirmarten (Umbrella species) sind Arten mit spezifischen Ansprüchen an ihren Lebensraum meist in Kombination mit grossen Raumbedürfnissen. Ihre Förderung bewirkt positive Effekte für zahlreiche weitere Arten.

Schlüsselarten (Keystone species) übernehmen eine funktionelle Schlüsselrolle in einem Ökosystem, indem sie bestimme Lebensraumstrukturen schaffen oder die Entwicklung anderer Organismen regulieren (z.B. Prädatoren).

Zielarten sind vorrangig zu schützende Arten, deren Förderung machbar und dringlich ist und vorteilhafte Überlebensbedingungen für weitere gefährdete Arten der entsprechenden Lebensgemeinschaft schafft (Schirm- und Schlüsselarten mit erwünschten Nebenwirkungen).

Indikatoreignung	Beispiele	Bewertung
hoch	⇒ Besondere Bedeutung für den Lebensraum, Artengemeinschaft (seltene, gefährdete Art, Lebensraum mit hoher Schutzverantwortung) (Ziel-, Schlüsselarten) ⇒ Arten mit starker Lebensraumbindung und speziellen Lebensraumansprüchen (Schirmarten)	3
mittel	⇒ naturräumliche Charakterart (Leitarten)	2
gering	⇒ In zahlreichen Naturräumen oder in grösseren Beständen vorhanden	1

8.3. RÄUMLICHE REPRÄSENTATIVITÄT

Der räumliche Repräsentativität eines Indikators bezieht sich auf Liechtenstein.

Indikatoreignung	Beispiele	Bewertung
hoch	⇒ Grossräumige Verbreitung	3
mittel	⇒ Regionale Verbreitung, Vorkommen in mehreren Lebensräumen, Höhenstufen	2
gering	⇒ Lebensraum spezifisch	1

8.3.1. DATENQUALITÄT

Geeignete Methodik, Reproduzierbarkeit und Genauigkeit der Daten vorhanden.

Indikatoreignung	Beispiele	Bewertung
hoch	⇒ Aktuelle Verbreitungsdaten mit landesweiter Abdeckung ⇒ Methodik entspricht aktuellem Stand der Technik ⇒ Ergebnisse sind reproduzierbar	3
mittel	⇒ Aktuelle Verbreitungsdaten mit lokaler/regionaler Abdeckung ⇒ Stichprobenzahl ausreichend ⇒ Methodik anerkannt	2
gering	⇒ Historische Daten, grobe Verortung usw.	1

8.4. Funktionale Anforderungen

8.4.1. Erfüllung nationaler und internationaler Berichtspflichten

Berichtspflicht	Beispiele	Bewertung
hoch	⇒ Internationale Berichtspflicht	3
mittel	⇒ Gesetzliche Vorgaben (Rote Listen)	2
gering	⇒ Unverbindliche Empfehlungen	1

8.4.2. Sensitivität gegenüber Veränderungen

Die Empfindlichkeit oder Sensitivität eines Indikators beschreibt zunächst das Verhältnis zwischen dem Ausmass einer Veränderung und dem Ausmass der parallelen Veränderung des Indikandums. Je sensitiver ein Indikator ist, desto sensibler reagiert er auf Veränderungen.

Indikatoreignung	Beispiele	Bewertung
hoch	⇒ Stenöke Arten mit enger ökologischer Potenz und Einnischung ⇒ Geringe Mobilität ⇒ Geringe Ausweichmöglichkeiten in Ersatzstandorte	3
mittel	⇒ Zeigen Reaktion auf Veränderung, Ausweichen auf Ersatzstandorte jedoch gegeben	2
gering	⇒ Reaktion auf Veränderung gering bei breiter ökologischer Potenz (euryöke Arten)	1

8.4.3. Ableitbare Massnahmen

Indikatoreignung	Beispiele	Bewertung
hoch	⇒ Ursache klar identifiziert ⇒ Massnahme bekannt, erprobt und umsetzbar	3
mittel	⇒ Mehrere Ursachen möglich ⇒ Massnahmenkombination ⇒ Ursache klar identifiziert, Massnahmen aber nur beschränkt umsetzbar	2
gering	⇒ Diffuse Ursachen ⇒ Wirksamkeit der Massnahme unklar	1

8.5. PRAKTISCHE ANFORDERUNGEN

8.5.1. NACHWEISBARKEIT

Indikatoreignung	Beispiele	Bewertung
hoch	⇒ Leichte Nachweisbarkeit und Bestimmbarkeit im Untersuchungsraum	3
mittel	⇒ Verlässliche Nachweisbarkeit und Bestimmbarkeit im Untersuchungsraum	2
gering	⇒ Unsichere Nachweisbarkeit (ZB hohe Fluktuation, ausgeprägte unregelmässige Ruhephasen, stark schwankende Populationsdichten…)	1

8.5.2. EFFIZIENZ

Effizienzgrad	Beispiele	Bewertung
hoch	⇒ Zugriffsmöglichkeit auf bestehende Daten ⇒ Geringer Zeitaufwand ⇒ Hohe Verfügbarkeit von Experten	3
mittel	⇒ Erhöhter Aufwand (Probenahme, Methodik, technische Ausrüstung, Bestimmbarkeit) ⇒ Wenige Experten verfügbar	2
gering	⇒ Hoher Aufwand (kosten- und zeitintensive Methodik, Probenahme, technische Ausrüstung, Bestimmbarkeit, extrem erschwerte Erreichbarkeit der Probeflächen) ⇒ Experten nur sehr schwer verfügbar	1

8.5.3. Eignung von Forschungsarbeiten und etablierten Monitoringsystemen sowie Beurteilung von Synergien

Forschungsarbeiten und Monitoringsysteme	Erläuterung	Bewertung
Regelmässig durchgeführte, standardisierte Monitoringsysteme mit Stichprobennetz und Synergiepotenzial	⇒ WRRL -> Gewässerzustandsüberwachungsverordnung - (Makrozoobenthos, Algen, Makrophyten, Fische)	3
Rezente Forschungsarbeiten	⇒Aktuelle Rote Listen ⇒Monografien ⇒Diplom-, Master- und Facharbeiten	2
Laienmonitoring		1
Ältere Forschungsarbeiten und Erhebungen	⇒Historische Forschungsarbeiten	1
Keine wissenschaftlichen Arbeiten verfügbar		0

8.5.4. Regelmässige Aktualisierung (Periodizität)

Aktualisierung	Erläuterung	Bewertung
häufig	⇒ jährlich bzw regelmässig ⇒ flächendeckend	3
Mittel	⇒Teilpopulationen werden erfasst	2
selten	⇒ zufällig ⇒ nicht systematisch	1
keine		0

9. ANHANG 3: BEURTEILUNG INDIKATORARTEN

Tab. 1: Mögliche Indikatorarten und ihre Beurteilung hinsichtlich den Anforderungen *(Kap. 8)* (VO 2: Streng geschützt, VO 1: Geschützt nach VO vom 19.12.2017 über spezifisch geschützte Pflanzen- und Tierarten, BK: Berner Konvention), (Legende Lebensraumtyp siehe *Abb. 2*)

						Wissenschaftliche Anforderungen			Funktionale Anforderungen			Praktische Anforderungen					
Gruppe/Art Wissenschaftlicher Name	**Deutscher Artname**	**Gefährdung Liechtenstein/Schweiz**	**Schutzstatus**	**Verantwortlichkeit**	**Indikatorwert/Ökologische Aussagekraft**	**Räumliche Repräsentativität**	**Datenqualität (Methodik, Reproduzierbarkeit, Genauigkeit)**	**Erfüllung nationaler und internationaler Berichtspflichten**	**Sensitivität gegenüber Veränderung**	**klar ableitbare Massnahmen**	**Nachweisbarkeit**	**Effizient und kostengünstig (Integration bestehender Systeme)**	**Etablierte Monitoringsysteme**	**Regelmässige Aktualisierung (Periodizität)**		**Lebensraumtyp**
Blütenpflanzen																
Cypripedium calceolus	Frauenschuh	R	VO 2	1	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2		WA
Gladiolus palustris	Sumpf-Siegwurz	EN	VO 1	1	3	1	2	3	3	2	2	2	2	2		LT
Iris sibirica	Sibirische Schwertlilie	VU	VO 1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	1	1		LT
Leucanthemum vulgare	Wiesen-Margerite	LC		1	1	3	1	1	1	2	3	3	0	0		LT
Salvia pratensis	Wiesen-Salbei	LC		1	1	3	1	1	1	2	3	3	0	0		LT
Myricaria germanica	Deutsche Tamariske	CR		2	3	1	1	1	3	3	3	2	1	0		FG
Calamagrostis pseudophragmites	Schilfähnliches Reitgras	CR		2	3	1	1	1	3	3	3	2	1	0		FG
Säugetiere																
Fledermäuse																
Eptesicus serotinus	Breitflügelfledermaus	VU	VO 2	1	1	1	3				3	3	3	3		SI
Myotis myotis/ Myotis blythii	Grosses / Kleines Mausohr	VU/CR	VO 2	1	2	1	3	3	2	2	3	3	3	3		SI, WA
Hasen																
Lepus europaeus	Feldhase			0	2	3	2	0	2	3	3	2	3	2		LT
Vögel																
Acrocephalus palustris	Sumpfrohrsänger	LC		1	2	2	2	0	2	2	3	2	2	2		LT
Acrocephalus scirpaceus	Teichrohrsänger	VU														LT
Aegolius funereus	Raufusskauz	CR	VO 2													WA
Alauda arvensis	Feldlerche	CR		1	3	1	3	3	2	2	3	2	2	2		LT
Alcedo atthis	Eisvogel	EN	VO 2	1	3	1	3	3	3	2	3	2	2	2		FG, SG
Anthus trivialis	Baumpieper	VU	VO 2	1	2	3	2	0	2	2	3	2	2	2		LT, FG
Bubo bubo	Uhu	EN	VO 2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2		LT, AL
Carduelis cannabina	Bluthänfling	LC	VO 2													LT, AL
Carduelis carduelis	Stieglitz	LC	VO 2													LT
Certhia brachydactyla	Gartenbaumläufer	LC	VO 2													LT
Ciconia ciconia	Weissstorch	LC	VO 2	1	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3		LT
Crex crex	Wachtelkönig	CR	VO 2	1	3	1	3	3	3	2	3	3	3	3		LT
Dendrocopos leucotos	Weissrückenspecht	EN	VO 2	2	3	2	2	3	3	2	2	1	2	2		WA
Dryocopus martius	Schwarzspecht	LC	VO 2	1	2	2	2	3	2	2	2	1	2	2		WA

						Wissenschaftliche Anforderungen			Funktionale Anforderungen			Praktische Anforderungen					
Gruppe/Art Wissenschaftlicher Name	Deutscher Artname	Gefährdung Liechtenstein/Schweiz	Schutzstatus	Verantwortlichkeit	Indikatorwert/Ökologische Aussagekraft	Räumliche Repräsentativität	Datenqualität (Methodik, Reproduzierbarkeit, Genauigkeit)	Erfüllung nationaler und internationaler Berichtspflichten	Sensitivität gegenüber Veränderung	klar ableitbare Massnahmen	Nachweisbarkeit	Effizient und kostengünstig (Integration bestehender Systeme)	Etablierte Monitoringsysteme	Regelmässige Aktualisierung (Periodizität)		Lebensraumtyp
Emberiza citrinella	Goldammer	LC	VO 2													LT
Emberiza schoeniclus	Rohrammer	VU	VO 2													LT
Falco peregrinus	Wanderfalke	R	VO 2													LT
Falco tinnunculus	Turmfalke	LC	VO 2													LT
Gallinago gallinago	Bekassine	RE		2	3	1	3	3	3	2	3	3	3	3		LT
Glaucidium passerinum	Sperlingskauz	VU	VO 2													LT
Lagopus mutus helveticus	Alpenschneehuhn	LC		2	1	3	2	3	2	1	2	1	2	2		AL
Lanius collurio	Neuntöter	CR	VO 2	1	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2		LT
Luscinia megarhynchos	Nachtigall	CR	VO 2													LT
Phoenicurus phoenicurus	Gartenrotschwanz	EN	VO 2	1	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2		SI
Picoides tridactylus	Dreizehenspecht	NT	VO 2	2	2	3	2	3	3	3	2	1	2	2		WA
Picus canus	Grauspecht	CR	VO 2	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2		LT, WA
Picus viridis	Grünspecht	LC	VO 2	1	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2		LT (WA)
Saxicola rubetra	Braunkehlchen	EN	VO 2	1	3	1	2	1	3	2	3	2	2	2		LT
Saxicola torquata	Schwarzkehlchen	LC	VO 2													LT
Sylvia communis	Dorngrasmücke	CR	VO 2													LT
Tetrao tetrix	Birkhuhn	VU		2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3		AL
Reptilien																
Anguis fragilis	Blindschleiche	LC	VO 1	1	1	3	2	1	2	2	1	2	2	2		LT, SI
Coronilla austriaca	Schlingnatter	EN	VO 2 / BK	1	3	1	3	1	3	2	1	2	2	2		LT
Lacerta agilis	Zauneidechse	VU	VO 2 / BK	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2		LT
Amphibien																
Bombina variegata	Gelbbauchunke	EN	VO 2 / BK	1	2	2	3	3	2	3	3	2	1	2		SG
Triturus cristatus	Kammmolch	EN	VO 2 / BK	1	2	1	3	3	2	3	3	2	2	2		SG
Lissotriton vulgaris	Teichmolch	CR	VO 1	1	2	1	3	2	2	3	3	2	2	2		SG
Insekten																
Schmetterlinge																
Coenonympha oedippus	Moorwiesenvögelchen	CR	VO 2	3	2	1	2	3	3	2	3	2	2	2		LT
Melanargia galathea	Schachbrett	LC	VO 1	1	1	3	1	1	1	2	3	3	1	1		LT
Phengaris alcon	Lungenenzian-Ameisenbläuling	EN	VO 1	2	3	2	2	1	3	3	2	2	2	1		LT
Phengaris nausithous	Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling	EN	VO 2	1	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1		LT
Maculinea teleius	Heller Wiesenknopf-Ameisenbläuling	EN	VO 2	2	3	1	2	3	3	3	2	2	2	1		LT
Maculinea arion	Schwarzgefleckter Bläuling	NT	VO 2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1		LT

						Wissenschaftliche Anforderungen			Funktionale Anforderungen			Praktische Anforderungen					
Gruppe/Art Wissenschaftlicher Name	Deutscher Artname	Gefährdung Liechtenstein/Schweiz	Schutzstatus	Verantwortlichkeit	Indikatorwert/Ökologische Aussagekraft	Räumliche Repräsentativität	Datenqualität (Methodik, Reproduzierbarkeit, Genauigkeit)	Erfüllung nationaler und internationaler Berichtspflichten	Sensitivität gegenüber Veränderung	klar ableitbare Massnahmen	Nachweisbarkeit	Effizient und kostengünstig (Integration bestehender Systeme)	Etablierte Monitoringsysteme	Regelmässige Aktualisierung (Periodizität)		Lebensraumtyp
Heuschrecken																
Gryllus campestris	Feldgrille	LC		1	2	2	2	1	2	2	3	3	1	1		LT
Oedipoda caerulescens	Blauflüglige Ödlandschrecke	NT		1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1		LT
Phaneroptera falcata	Gemeine Sichelschrecke	VU		1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1		LT
Psophus stridulus	Rotflüglige Schnarrschrecke	VU		1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1		LT
Platycleis albopunctata	Westliche Beissschrecke	NT		1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1		LT
Libellen																
Coenagrion mercuriale	Helm-Azurjungfer	CR	VO 2	1	3	1	3	3	3	3	2	2	2	1		FG
Sympetrum danae	Schwarze Heidelibelle	NT	VO 1	1	2	1	3	1	2	3	2	2	2	1		SG
Sympetrum depressiusculum	Sumpf-Heidelibelle	VU	VO 1	1	2	1	3	1	2	3	2	2	2	1		SG
Sympetrum pedemontanum	Gebänderte Heidelibelle	CR	VO 1	1	2	1	3	1	2	3	2	2	2	1		SG
Käfer																
Lucanus cervus	Hirschkäfer	VU	VO 1	1	3	1	1	3	3	3	1	2	1	1		WA
Rosalia alpina	Alpenbock	VU	VO 2	2	3	1	3	3	3	3	2	2	3	3		WA
Netzflügler und Schnabelfliegen																
Libelloides coccajus	Schmetterlingshaft	3	VO 1	3	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1		LT
Krebstiere																
Grosskrebse																
Astacus astacus	Edelkrebs	EN		1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	3		FG
Austropotamobius pallipes	Dohlenkrebs	EN		1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	3		FG
Weichtiere																
Schnecken																
Chilostoma cingulatum	Grosse Felsenschnecke	CR		1	2	1	2	1	2	1	3	3	2	1		AL
Vertigo angustior	Schmale Windelschnecke	EN		1	2	1	1	1	3	2	2	2	1	1		LT
Vertigo antivertigo	Sumpf-Windelschnecke	VU		1	2	1	1	1	3	2	2	2	1	1		LT
Vertigo substriata	Gestreifte Windelschnecke	VU		1	2	1	1	1	3	2	2	2	1	1		LT

10. LITERATUR

BAFU (2011): Liste der National Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1103: 132 S.

BAFU (2019): Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume. In der Schweiz zu fördernde prioritäre Arten und Lebensräume. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Volzug Nr. 1709: 99 S. + Tabellen

BMU (2010): Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt. Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), 88 S.

BZG (1997): Naturkundliche Forschung - Konzept. Studie im Auftrag der Regierung des Fürstentums Liechtenstein. 12 S.

BZG (2001) Kontrollprogramm Natur und Landschaft in Liechtenstein, 35 S.

BZG (2008): Überlegungen zum Monitoring ausgewählter Arten im FL und Artdatenbank (Diskussionsgrundlage, 10 S.

BZG (2017): Naturkundliche Forschung im Fürstentum Liechtenstein – Defizite und Ausblick, 11 S.

COENEN, R. (1999): Nachhaltigkeitsindikatoren auf der nationalen Ebene – Konzeptionelle Aspekte. In: HGF-Projekt: "Untersuchung zu einem integrativen Konzept nachhaltiger Entwicklung: Bestandsaufnahme, Problemanalyse, Weiterentwicklung. Abschlussbericht. Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) (Hrsg.). S. 2-14.

EEA (2009a): Progress towards the European 2010 biodiversity target. EEA Report 4. European Environment Agency (EEA), Copenhagen.

EEA (2009b): Progress towards the European 2010 biodiversity target – indicator fact sheets. EEA Report 4. European Environment Agency (EEA), Copenhagen.

EEA (2012): Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process. EEA Technical report No. 11/2012. European Environment Agency (EEA), Copenhagen.

HOLZNER, W., BOGNER, D. & MOHL, I. (2006): MOBI-e Entwicklung eines Konzeptes für ein Biodiversitäts-Monitoring in Österreich. Bericht. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abt. II/1 und Abt. II/3, 234 S.

KOORDINATIONSSTELLE BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ (2009): Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Stand: Mai 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0911. Bundesamt für Umwelt, Bern. 112 S.

KOORDINATIONSSTELLE BIODIVERSITÄTS-MONITORING SCHWEIZ (2014): Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM. Beschreibung der Methoden und Indikatoren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1410: 104 S.

RENAT (2005): Schlussbericht Entwicklungskonzept Natur und Landwirtschaft. Modul Natur und Landschaft. 79 S. + Beilagen

UMG & RENAT (2016): Naturschutzfachliches Konzept „Monitoring Natur und Landschaft in Vorarlberg“. Im Auftrag des Landes Vorarlberg. Abteilung Umwelt- und Klimaschutz. 52 Seiten.

WERMEILLE E., CHITTARO Y., GONSETH Y. 2014: Rote Liste Tagfalter und Widderchen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartografie der FAUNA, NEUENBURG. UMWELT-VOLLZUG NR. 1403: 97 S.

ZEHLIUS-ECKERT, W. (2001): Möglichkeiten und Grenzen der repräsentativen Auswahl von Arten im Naturschutz. Dissertation Technischen Universität München, 313 S.