

BAFU / Kanton Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer

Anpassung an den Klimawandel im Bereich Biodiversität im Kanton Aargau

Schlussbericht vom 12. Mai 2016

Erarbeitet durch

econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, CH-8002 Zürich
www.econcept.ch / + 41 44 286 75 75

Autoren/innen

Beat Meier, Dr. sc. ETH, Dipl. Ing.-Agr. ETH
Fabienne Habermacher, MSc ETH, Umweltnaturwissenschaftlerin
Barbara Wegmann, MA / MSc in Sustainable Development
Stephanie Bade, lic. oec. publ. UZH
Michèle Bättig, Dr. sc. ETH, Umweltnaturwissenschaftlerin
Stefan von Grünigen, MA UZH in Wirtschaftswissenschaften

Begleitgruppe

Dr. Norbert Kräuchi (Kanton Aargau)
Corinne Schmidlin (Kanton Aargau)
Dr. Gian-Reto Walther (BAFU)
Josef Fischer (Stiftung Reusstal)
André Zehnder, bis März 2015 (Gemeinde Villmergen)
Petra Bachmann (Jurapark Aargau)
Christine Neff (Jurapark Aargau)
Prof. Dr. Niklaus Zimmermann (WSL)
Dr. Michael Nobis (WSL)

Dateiname: 1398_be_anpassung_klimawandel_biodiversität_ktag_2016_final.docx
Speicherdatum: 12. Mai 2016

Inhalt

Zusammenfassung	1
1 Einleitung	5
1.1 Ausgangslage	5
1.2 Ziele, Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	7
2 Grundlagen: Der Klimawandel	8
2.1 Emissions- und Klimaszenarien	9
2.2 Beobachtete Klimaentwicklung und zukünftige Änderung im Kanton Aargau	9
2.2.1 Temperatur	10
2.2.2 Niederschlag	11
2.2.3 Weitere Klimaindikatoren	12
2.3 Veränderung von Wetterextremen	13
3 Grundlagen: Das Biodiversitätsmanagement	15
3.1 Theoretische Ansätze im Biodiversitätsmanagement	15
3.2 Das Biodiversitätsmanagement in der Schweiz und im Kanton Aargau	18
3.2.1 Instrumente des Biodiversitätsmanagements	18
3.2.2 Die Organisation des Biodiversitätsmanagements	29
4 Biodiversität und Anpassung an den Klimawandel	32
4.1 Umgang mit dem Klimawandel im Biodiversitätsmanagement auf Bundesebene	32
4.2 Umgang mit dem Klimawandel im Biodiversitätsmanagement auf lokaler Ebene: Die drei Fallstudiengebiete	35
4.3 Fallstudie 1: Nährstoffarme Feuchtgebiete im Reusstal	35
4.3.1 Das Fallstudiengebiet	35
4.3.2 Beschreibung des Lebensraums und der ausgewählten Arten	37
4.3.3 Einfluss des Klimawandels	39
4.3.4 Ergebnisse der Interviews mit Expertinnen und Experten	40
4.4 Fallstudie 2: Natur im Siedlungsraum in der Gemeinde Villmergen	45
4.4.1 Das Fallstudiengebiet	45
4.4.2 Beschreibung des betrachteten Lebensraums	47
4.4.3 Biodiversität im Siedlungsgebiet und Einfluss des Klimawandels	48
4.4.4 Ergebnisse der Interviews mit Expertinnen und Experten	49
4.5 Fallstudie 3: Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark Aargau	54
4.5.1 Das Fallstudiengebiet	54
4.5.2 Beschreibung des Lebensraums	56
4.5.3 Einfluss des Klimawandels	58

4.5.4	Ergebnisse der Interviews mit Expertinnen und Experten	59
4.6	Erkenntnisse aus den Experten/innen-Interviews für das Pilotprojekt	65
4.6.1	Fallstudienübergreifende Erkenntnisse zur Anpassungen an den Klimawandel	65
4.6.2	Fallstudienübergreifende Erkenntnisse zu Ökosystemleistungen	66
4.6.3	Fazit für das weitere Vorgehen im Pilotprojekt	67
5	Methodische Unterstützung der Akteure/innen im Biodiversitätsmanagement im Kanton Aargau	68
5.1	Leitfaden «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement	68
5.1.1	Entwicklung des Instruments für den «Klimawandel-Check»	68
5.1.2	Test-Anwendung des Leitfadens in den Fallstudiengebieten	71
5.1.3	Leitfaden	72
5.1.4	Erkenntnisse aus der Leitfaden-Entwicklung	86
5.2	Merkblatt «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel»	89
5.2.1	Entwicklung des Merkblattes	89
5.2.2	Merkblatt	91
5.2.3	Erkenntnisse aus der Merkblatt-Entwicklung	106
6	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	107
6.1	Allgemeine Empfehlungen	107
6.2	Empfehlungen für den Leitfaden «Klimawandel-Check»	112
6.3	Empfehlungen für das Merkblatt für Gemeinden «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel»	114
	Anhang	116
A-1	Liste der befragten Experten/innen	116
A-2	Interviewleitfäden	117
A-3	Perimeter des Reusstaldekrets mit den kantonalen Naturschutzgebiete	130
A-4	Luftbild Villmergen	131
A-5	Föhrenwald-Standorte im Jurapark Aargau	132
A-6	Verfügbarkeit ÖSL-Indikatoren	133
A-7	Entwurf Leitfaden Klimawandel-Check: Test 1, Fallstudie Reusstal	139
A-8	Entwurf Leitfaden Klimawandel-Check: Test 2, Fallstudie Jurapark	152
	Glossar	166
	Literatur	168

Zusammenfassung

Zielsetzung und Rahmen

Die Zielsetzung des Projekts «Anpassung an den Klimawandel im Bereich der Biodiversität im Kanton Aargau» bestand einerseits darin, für klimasensitive Lebensräume Möglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel aufzuzeigen. Dies soll anhand von drei Fallbeispielen erfolgen. Andererseits sind die Auswirkungen des Klimawandels und von Anpassungsmassnahmen auf die Ökosystemleistungen zu analysieren.

Das Projekt ist ein Teil des Pilotprogramms des Bundes «Anpassung an den Klimawandel». Dieses Pilotprogramm will mit innovativen und beispielhaften Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Kantonen, Regionen und Gemeinden die Klimarisiken verringern, die Sensibilität der Betroffenen für die Anpassung steigern und die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren/innen fördern.

Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität - Ausgangslage

Weltweite Messungen belegen, dass sich das Klima global wie regional verändert. Für das Schweizer Mittelland wird bis 2060 ein weiterer Anstieg der Durchschnittstemperatur um 1-3°C erwartet (Referenzperiode 1981-2010). Zudem ist im Sommer mit einer Abnahme der Niederschläge um etwa 10 bis 15% zu rechnen.

Erkenntnisse einer vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) in Auftrag gegebenen Studie (EBP/WSL/SLF, 2013) lassen darauf schliessen, dass sich im Kanton Aargau durch den Klimawandel die Charakteristiken heutiger Lebensräume ändern werden und es auch zu Artenverschiebungen kommen wird (siehe Tabelle 2). Es ist davon auszugehen, dass die heute fragmentierte Struktur von Schutzgebieten sowie der zunehmende Nutzungsdruck auf diese Gebiete nicht immer eine optimale Anpassung der Lebensräume und Arten an die veränderten klimatischen Bedingungen erlauben.

Gefahr/Effekt	Nicht quantifizierte Auswirkungen
Änderung Niederschlagsregime	<ul style="list-style-type: none"> – Veränderung Artenzusammensetzung in bisherigen Standorten; Zu-/Abnahme der Anzahl bestimmter Arten (artenspezifisch). – Verlust feuchteliebender, einheimischer Arten.
Allgemeine Trockenheit	<ul style="list-style-type: none"> – Verschlechterung Qualität und Verlust von Feuchtgebieten. – Zunahme von trockenheitsresistenten Arten.
Änderung Temperaturregime	<ul style="list-style-type: none"> – Veränderung Artenzusammensetzung und Artenanzahl in der jetzigen Form; Verschiebung von Verbreitungsgrenzen nach oben. – Kompensation der Abnahme Artenanzahl einheimischer Arten durch Neueinwanderer unklar. – Zunahme wärmeliebende Gefässpflanzenarten sowie Unkraut- und Ruderalpflanzen sowie wärmeliebender Tiere. – Zunahme von Neophyten und Neozoen, darunter auch invasive Arten.

Tabelle 1: Gefahren/Effekte aufgrund des Klimawandels und deren Auswirkungen auf die Biodiversität im Kanton Aargau (Quelle: EBP/WSL/SLF 2013)

Ausgehend von diesen Erkenntnissen wurde im Rahmen des Pilotprogramms des Bundes das Projekt «Anpassung an den Klimawandel im Bereich Biodiversität im Kanton Aargau» konzipiert. Dabei liegt der Fokus primär auf der lokalen Ebene, d.h. bei der Unterstützung jener Akteure/innen, die das Biodiversitätsmanagement auf der Ebene konkreter Naturschutz-Objekte oder in den Gemeinden umsetzen.

Drei Fallstudiengebiete – Erkenntnisse aus Interviews mit Experten/innen

Im Rahmen des Projekts wurden drei Fallstudiengebiete ausgewählt: Nährstoffarme Feuchtgebiete im Reusstal, Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark und Natur im Siedlungsraum in der Gemeinde Villmergen. Anhand von Interviews mit lokalen Experten/innen wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf den betrachteten Lebensraum und die Arten sowie Möglichkeiten zum Umgang damit diskutiert.

Die Interviews ergaben, dass eine klimawandelbedingte Verschiebung der Artenzusammensetzung zu mehr wärme- und trockenheitstoleranten Arten angenommen wird. Zudem wird von einer Zunahme der Biomasse, u.a. aufgrund der Verlängerung der Vegetationsperiode ausgegangen. Gleichzeitig schätzten die Experten/innen aller Fallstudiengebiete anthropogene Faktoren (z.B. Nährstoff- und Schadstoffeinträge, erhöhter Nutzungsdruck) als mindestens gleich wichtig oder wichtiger ein als den Klimawandel.

Insgesamt zeigte die Auswertung der Interviews, dass eine Einschätzung der Auswirkungen des Klimawandels Schwierigkeiten bereitet. Grund dafür sind einerseits die fehlenden Kenntnisse bezüglich des zu erwartenden Klimawandels auf lokaler Ebene und andererseits die fehlenden wissenschaftlichen Grundlagen, um konkrete Auswirkungen auf den betrachteten Lebensraum und die Arten zu beschreiben.

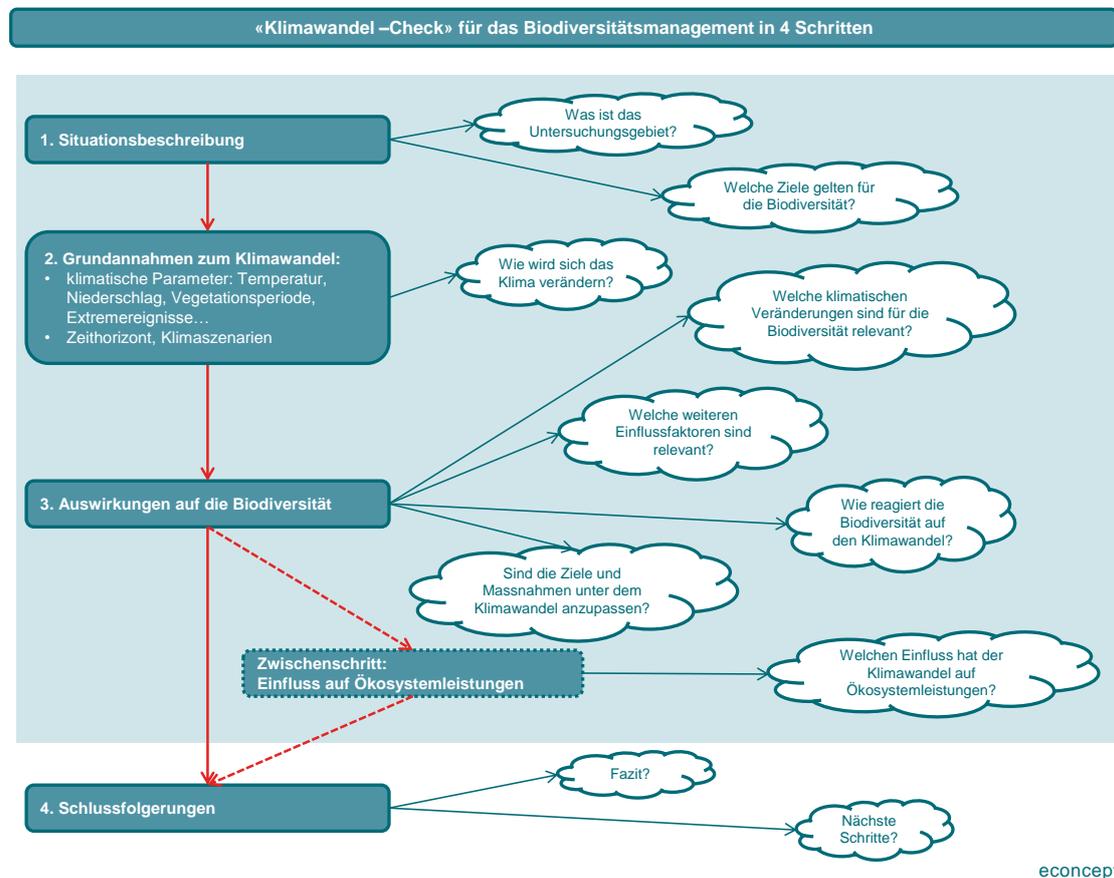
In den Interviews kam auch zum Ausdruck, dass der Pflegeaufwand für einzelne Schutzobjekte bereits heute sehr gross ist und sich dieser im Zusammenhang mit dem Klimawandel noch vergrössern kann. Inwiefern dies aus Kosten-Nutzen-Überlegungen Sinn macht, hängt auch davon ab, wie die Veränderung der Artenzusammensetzung eines Lebensraums bewertet wird. Bezüglich dieser Bewertung zeigten sich bei den lokalen Experten/innen grosse Unsicherheiten.

Entwicklung zweier Instrumente – Leitfaden «Klimawandel-Check» und Merkblatt «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel»

Ausgehend von den Interview-Ergebnissen, wurden zwei Instrumente entwickelt, die den lokalen Akteuren/innen als Instrument zur systematischen Berücksichtigung des Klimawandels dienen sollen. Der Leitfaden «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement ermöglicht anhand von vier Schritten (vgl. Figur 1), die für ein bestimmtes Gebiet geltenden Ziele und Massnahmen im Hinblick auf den Klimawandel zu überprüfen und allenfalls anzupassen. Das Merkblatt für Gemeinden «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel» soll Gemeinden zusätzliche Handlungsmöglichkeiten aufzeigen, um dem Klimawandel im Rahmen des Managements von Grün- und Freiräumen im Siedlungs-

raum zu begegnen. Dies mit dem doppelten Ziel, die Biodiversität sowie ein angenehmes Lokalklima für den Menschen zu erhalten.

Die nachfolgende Figur 1 stellt den vierstufigen Ablauf des Leitfadens vereinfacht dar.



Figur 1: Schematische Darstellung des Ablaufs im Leitfaden «Klimawandel-Check»

Für die Entwicklung der beiden Instrumente wurden in den Fallstudiengebieten mehrere Tests durchgeführt. Diese Tests brachten verschiedene Herausforderungen zum Vorschein, die es bei der Anpassung des Biodiversitätsmanagements an den Klimawandel zu berücksichtigen gilt. Daraus leiten sich die nachstehenden Empfehlungen ab.

- Die **Wissenslücken** über die zu erwartenden Auswirkungen der Klimaveränderung auf Lebensräume und Arten sind soweit wie möglich zu schliessen. Diese Arbeiten sind auf die lokalen Akteure/innen auszurichten, damit sie für das Konzipieren von spezifischen Anpassungsmassnahmen eine geeignete Grundlage bilden.
- Für die als sensibel erachteten Arten und Lebensräume ist ein **Monitoring** zu implementieren, um Anzeichen einer ungewollten Veränderung rechtzeitig wahrzunehmen.
- Der bisher oft kurz- bis mittelfristige Zeithorizont für Massnahmen im Biodiversitätsmanagement ist auf eine **langfristige Perspektive** zu erweitern. Dies erlaubt ein verstärktes proaktives Handeln anstelle reaktiver Anpassungen auf beobachtete Veränderungen.

- Ergänzend zum bisherigen, hauptsächlich statischen Schutz von Lebensräumen und Arten sind verstärkt **dynamische und adaptive** Ansätze des Biodiversitätsmanagements zu verfolgen.
- Zur (laufenden) Überprüfung von Zielsetzungen und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements sollten verstärkt **Kosten-Nutzen-Überlegungen** durchgeführt werden. Dies stellt sicher, dass der Mitteleinsatz für die Biodiversität zielgerichtet und effizient erfolgt, auch wenn die Entwicklung der Rahmenbedingungen klimabedingt eine höhere Dynamik aufweist. Gleichzeitig können damit auch die Konsequenzen (Kosten) des Nicht-Handelns oder verspäteter Reaktionen aufgezeigt werden.
- Damit Anpassungen an den Klimawandel in nachvollziehbarer Weise begründet werden können, ist aufbauend auf dem Konzept der Ökosystemleistungen (siehe Glossar) ein **praxistauglicher Ansatz zur Bewertung von Massnahmen und deren Nutzen** zu entwickeln.
- Beide im Pilotprojekt entwickelten **Instrumente**, der Leitfaden «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement und das Merkblatt «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel», liegen als Ergebnisse vor. Diese sind **einzusetzen**, weiter zu **entwickeln** und breiter **verfügbar** zu machen.
- Die Umsetzung der strategischen Vorgaben ist von Bund und Kanton bis zum konkreten, operativen Biodiversitätsmanagement vor Ort transparent zu beschreiben. Nur so werden die **Prozesse** und das Setzen von Prioritäten nachvollziehbar und können die Zusammenhänge zwischen Zielen, Massnahmen und Mitteleinsatz überprüft werden. Zudem kann die Abhängigkeit von einzelnen Personen reduziert werden.
- Eine wirksame Unterstützung der Akteure wird durch das Aufzeigen von **Handlungsoptionen** und erfolgreichen Umsetzungsbeispielen erreicht. Im optimalen Fall werden damit auch sogenannte **"no-regret"-Massnahmen** identifiziert, deren Umsetzung auch bei unsicherer Datenlage zum Klimawandel sinnvoll ist.
- Um das dezentral und in verschiedensten Disziplinen vorhandene Fachwissen zu bündeln und breit zugänglich zu machen, ist die Einrichtung einer kantonalen **Fachstelle** zum Umgang mit den Folgen des Klimawandels zu prüfen.

Die durchgeführten Arbeiten machen insgesamt deutlich, dass der Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels im Biodiversitätsmanagement für alle Beteiligten als komplexe und sehr anspruchsvolle Aufgabe wahrgenommen wird. Die im Pilotprojekt entwickelten Hilfsmittel werden als willkommene Beiträge zur Auseinandersetzung mit der Thematik eingeschätzt, die sowohl zur allgemeinen Sensibilisierung als auch zur Entwicklung konkreter Anpassungsaktivitäten eingesetzt werden können. Trotzdem bleibt festzuhalten, dass das Entwickeln von Lösungswegen, die den Klimawandel im Biodiversitätsmanagement berücksichtigen, noch am Anfang steht. Die vorliegenden Erkenntnisse bilden einen Ausgangspunkt. Zusammen mit den Erfahrungen aus anderen Pilotprojekten sind sie wichtige Beiträge für die schrittweise, weitere Entwicklung von Anpassungsmassnahmen im Biodiversitätsmanagement.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Weltweite Messungen belegen, dass sich das Klima global wie regional verändert. Basierend auf den Kenntnissen der heutigen Klimamodelle wird erwartet, dass sich die globale Erwärmung der vergangenen Jahrzehnte auch in Zukunft fortsetzen wird. Das erwartete Ausmass der Klimaänderung in der Schweiz hängt stark von der Entwicklung der globalen Treibhausgasemissionen ab und ist für verschiedene Regionen und Jahreszeiten unterschiedlich ausgeprägt. Für das Mittelland wird bis 2060 ein weiterer Anstieg der Durchschnittstemperatur um 1-3°C erwartet, wobei im Sommer mit einer leicht stärkeren Erwärmung zu rechnen ist als im Winter (Referenzperiode 1981-2010). Weiter ist im Sommer mit einer Abnahme der Niederschläge um etwa 10 bis 15% (mittlere Schätzung) bis 2060 zu rechnen.

Im Rahmen der Nationalen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in sechs Grossregionen eine Fallstudie in Auftrag gegeben, um die klimabedingten Risiken und Chancen für die Schweiz sektorenübergreifend zu analysieren. Für den Grossraum Mittelland wurde der Kanton Aargau als repräsentativer Kanton bestimmt und eine detaillierte Analyse durchgeführt. Die im Jahr 2013 abgeschlossene Studie «Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Aargau» bewertet die Biodiversität als einer der am stärksten vom Klimawandel betroffenen Bereiche im Kanton (EBP/WSL/SLF 2013). Die in der Studie festgestellten Gefahren und deren Auswirkungen auf die Biodiversität im Kanton Aargau sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengefasst. Die Erkenntnisse lassen darauf schliessen, dass sich durch den Klimawandel die Charakteristiken heutiger Lebensräume ändern werden und es auch zu (unerwünschten) Artenverschiebungen kommen wird. Dies wird dazu führen, dass insbesondere feuchteliebende einheimische Arten (mit geringer Anpassungsfähigkeit und kleiner Population) eher abnehmen, und gleichzeitig verschiedene nicht-einheimische Arten zunehmen und sich invasiv verhalten werden (EBP/WSL/SLF 2013). Die Autoren/innen gehen davon aus, dass die heute fragmentierte Struktur von Schutzgebieten und Biotopen sowie der zunehmende Nutzungsdruck auf diese Gebiete nicht immer eine optimale Anpassung der Ökosysteme und der darin wohnenden Arten an die veränderten klimatischen Bedingungen erlauben.

Gefahr/Effekt	Nicht quantifizierte Auswirkungen
Änderung Niederschlagsregime	<ul style="list-style-type: none"> – Veränderung Artenzusammensetzung in bisherigen Standorten; Zu-/Abnahme der Anzahl bestimmter Arten (artenspezifisch). – Verlust feuchteliebender, einheimischer Arten.
Allgemeine Trockenheit	<ul style="list-style-type: none"> – Verschlechterung Qualität und Verlust von Feuchtgebieten. – Zunahme von trockenheitsresistenten Arten.
Änderung Temperaturregime	<ul style="list-style-type: none"> – Veränderung Artenzusammensetzung und Artenanzahl in der jetzigen Form; Verschiebung von Verbreitungsgrenzen nach oben. – Kompensation der Abnahme Artenanzahl einheimischer Arten durch Neueinwanderer unklar. – Zunahme wärmeliebende Gefässpflanzenarten sowie Unkraut- und Ruderalpflanzen sowie wärmeliebender Tiere. – Zunahme von Neophyten und Neozoen, darunter auch invasive Arten.

Tabelle 2: Gefahren/Effekte aufgrund des Klimawandels und deren Auswirkungen auf die Biodiversität im Kanton Aargau (Quelle: EBP/WSL/SLF 2013)

Ausgehend von diesen Erkenntnissen wurde im Rahmen des vom BAFU lancierten «Pilotprogramm Anpassung an den Klimawandel» das vorliegende Projekt «Anpassung an den Klimawandel im Bereich Biodiversität im Kanton Aargau» konzipiert. Das Pilotprogramm des Bundes zielt darauf ab, innovative und beispielhafte Projekte zur Anpassung an den Klimawandel in Kantonen, Regionen und Gemeinden anzustossen und mit Hilfe finanzieller Unterstützung des Bundes umzusetzen. Die Projekte sollen dazu beitragen, vor Ort die Klimarisiken zu verringern und die Chancen zu nutzen. Die Sensibilität der Betroffenen für die Anpassung soll gesteigert und die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren/innen gefördert werden.

1.2 Ziele, Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Für das Projekt «Anpassung an den Klimawandel im Bereich der Biodiversität im Kanton Aargau» wurden folgende Ziele festgelegt:

- Anhand von drei konkreten Fallbeispielen soll aufgezeigt werden, wie klimasensitive Lebensräume, welche für den Kanton Aargau wichtig sind, in ihren Anpassungsleistungen an den Klimawandel unterstützt werden können. Es sollen Möglichkeiten aufgezeigt, Erfahrungen und gute Beispiele gesammelt werden, um die Anpassung von Lebensräumen und Arten an den Klimawandel zu unterstützen und somit auch zukünftig qualitativ hochwertige Lebensräume sicherzustellen.
- Im Rahmen der Grundlagenarbeiten soll zudem analysiert werden, welche Ökosystemleistungen in den ausgewählten Ökosystemen produziert werden, wie sich diese in Folge des Klimawandels verändern und wie sich Vernetzung und Schutzmassnahmen auf die Ökosystemleistungen auswirken könnten.

Die Vorgehensweise beruht im Wesentlichen auf folgenden Teilschritten:

- Die Grundlagen zur möglichen Klimaentwicklung und zum Biodiversitätsmanagement werden für den Kanton Aargau beschrieben (Kapitel 2 und 3).
- Als Fallstudiengebiete werden (1) Feuchtgebiete im Reusstal, (2) Villmergen – Natur im Siedlungsraum, und (3) Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark Aargau festgelegt. Innerhalb dieser Fallstudiengebiete werden Lebensräume¹ bestimmt, welche klimasensitiv und für den Kanton Aargau von Bedeutung sind. Zudem werden teilweise klimasensitive Arten identifiziert, was die Möglichkeit bieten soll, einfach und gut verständlich über die Thematik zu kommunizieren.
- Im Rahmen von Interviews mit lokalen Experten/innen werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die betrachteten Lebensräume und Arten sowie die Möglichkeiten zum Umgang mit diesen Auswirkungen und die Zusammenhänge mit Ökosystemleistungen diskutiert (Kapitel 4).
- Auf der Grundlage der Erkenntnisse aus diesen Interviews und ergänzenden Recherchen wird ein methodisches Vorgehen entwickelt, welches die Anpassung des Biodiversitätsmanagements an den Klimawandel beziehungsweise die Akteure/innen unterstützt. Dies geschieht in Form eines Leitfadens und eines Merkblattes. Diese Instrumente werden in den Fallstudienregionen getestet und optimiert (Kapitel 5).
- Als Hauptergebnisse werden neben den entwickelten Instrumenten allgemeine Empfehlungen erarbeitet, wie die Anpassung an den Klimawandel im Biodiversitätsmanagement des Kantons Aargau berücksichtigt werden kann (Kapitel 6).

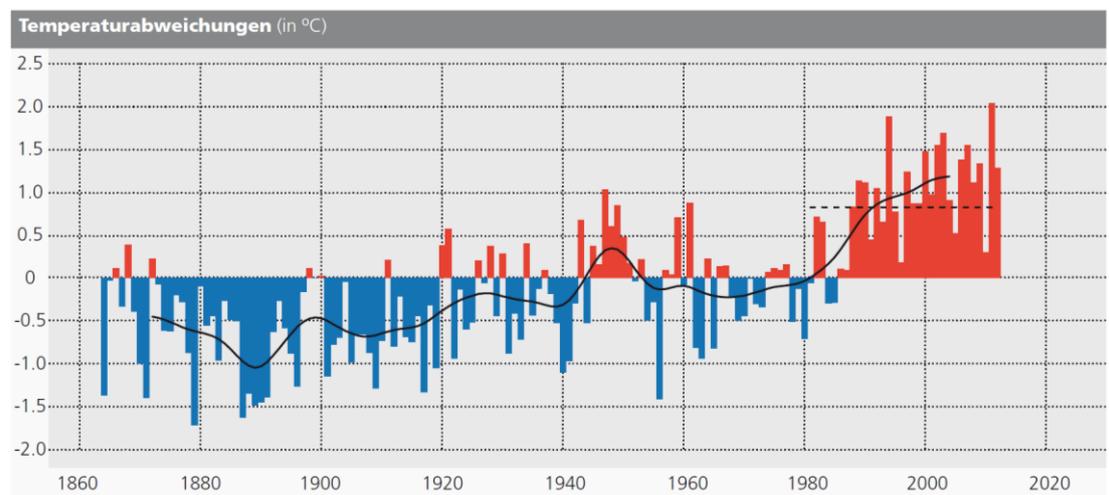
¹ «Lebensraum» ist gemäss Strategie Biodiversität Schweiz (BAFU 2012) wie folgt definiert: Gemeinschaft aus Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sowie deren nicht lebender Umwelt ohne ihre Wechselwirkung untereinander.

2 Grundlagen: Der Klimawandel

Weltweite Messungen belegen, dass sich das Klima global wie regional verändert. Die seit Mitte des 20. Jahrhunderts weltweit ansteigenden Mitteltemperaturen sind mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit primär den menschengemachten Treibhausgasemissionen zuzuschreiben. (MeteoSchweiz 2014a).

Auch in der Schweiz wurden bereits in der Vergangenheit Änderungen des Klimas beobachtet. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts ist die mittlere jährliche Lufttemperatur um rund 1.6°C angestiegen (s. Figur 2) (MeteoSchweiz 2014a).

«Langjähriger Verlauf der Schweizer Jahresmitteltemperatur seit 1864»



MeteoSchweiz 2014a

Figur 2: Dargestellt in rot und blau ist die jährliche Abweichung der Temperatur von der mittleren Temperatur der Periode 1961 bis 1990. Die schwarze Kurve zeigt den geglätteten Verlauf und die gestrichelte Linie das Niveau der mittleren Temperatur von 1981 bis 2010.

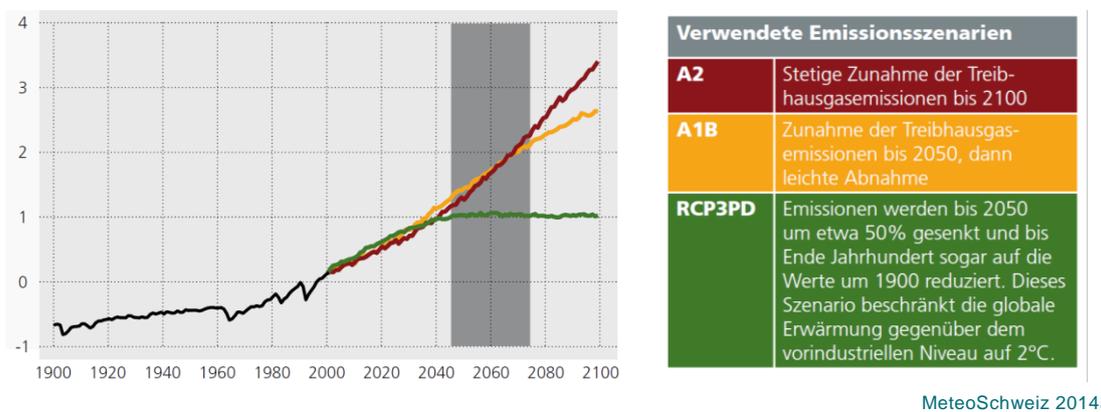
Basierend auf den Kenntnissen der heutigen Klimamodelle wird erwartet, dass sich die globale Erwärmung der vergangenen Jahrzehnte auch in Zukunft fortsetzen wird. Das erwartete Ausmass der Klimaänderung in der Schweiz hängt stark von der Entwicklung der globalen Treibhausgasemissionen ab und ist für verschiedene Regionen und Jahreszeiten unterschiedlich ausgeprägt. Die Klimamodelle deuten darauf hin, dass die Erwärmung im Sommer etwas stärker ausfallen wird als im Winter. Auch rechnet man im Alpenraum und auf der Alpensüdseite mit einer stärkeren Erwärmung als auf der Alpengordseite (CH2011 2011).

Für andere, nicht direkt temperaturabhängige Grössen wie Niederschlag, Bewölkung oder Wind, ist in den bisherigen Beobachtungen für die Schweiz keine eindeutige Veränderung in Richtung einer Zu- oder Abnahme erkennbar. Die zukünftige Niederschlagsentwicklung in der Schweiz infolge der Klimaänderung ist unsicher, d.h. es gibt ebenfalls keine klare Tendenz in Richtung Zu- oder Abnahme. Einzig für den Sommer ist in der ganzen Schweiz eine Abnahme der Niederschläge zu erwarten (CH2011 2011).

2.1 Emissions- und Klimaszenarien

Die aktuellen Grundlagen für die zukünftige Entwicklung des Klimas in der Schweiz wurden durch die CH2011-Initiative aufbereitet (CH2011 2011). Als Basis für die Klimaszenarien wurden drei unterschiedliche globale Emissionsszenarien verwendet (s. Figur 3), auf welche auch im vorliegenden Bericht Bezug genommen wird. Die drei globalen Emissionsszenarien sind hauptsächlich von der Entwicklung der sozioökonomischen und politischen Rahmenbedingungen abhängig. Die erwartete Veränderung der globalen Temperatur in Abhängigkeit der Emissionsszenarien ist in Figur 3 dargestellt.

«Veränderung der globalen Temperatur, in Abhängigkeit der Emissionsszenarien»



Figur 3: Links: Beobachtete und projizierte Abweichung der globalen Temperatur von der mittleren Temperatur der Periode 1981 bis 2010 in °C.
Rechts: Szenarien der globalen Treibhausgasemissionen.

Basierend auf den globalen Emissionsszenarien und gestützt auf computerbasierten globalen und regionalen Klimamodellen wurde die zukünftige Temperatur- und Niederschlagsentwicklung in der Schweiz analysiert (CH2011 2011). Die Resultate werden in CH2011 für die drei Emissionsszenarien gemäss Figur 3 sowie für drei Regionen (Nordost-, West, Südschweiz) und drei Zeithorizonte (2035, 2060, 2085) dargestellt.

2.2 Beobachtete Klimaentwicklung und zukünftige Änderung im Kanton Aargau

Die in CH2011 dargestellten Grundlagen wurden von MeteoSchweiz mit dem Bericht «Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht» (MeteoSchweiz 2014a) weiterentwickelt, um detailliertere Aussagen zur regionalen Klimaentwicklung bereitzustellen. Der Bericht beschreibt für fünf Grossregionen der Schweiz², wie sich das bisher beobachtete Klima in den letzten 150 Jahren entwickelt hat und welche zukünftigen Veränderungen des Klimas bis im Jahr 2060 zu erwarten sind. Das im Jahr 2060 erwartete Klima wird jeweils für die drei in Figur 3 beschriebenen Emissionsszenarien angegeben. Der Zeit-

² Grossregionen: Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen, Alpensüdseite. Zusätzlich werden die grossen Agglomerationen zusammengefasst behandelt.

punkt 2060 entspricht dem Mittelwert der Periode 2045 bis 2074 (grauer Bereich in Figur 3).

Um die beobachtete sowie die zukünftig erwartete Klimaentwicklung im Kanton Aargau zu beschreiben, werden in den folgenden Abschnitten die Ergebnisse für die Grossregion «Mittelland» gemäss dem Bericht von MeteoSchweiz (MeteoSchweiz 2014a) verwendet. Zusätzlich werden die Klimadaten der Messstation Buchs/Aarau des Messnetzes von MeteoSchweiz dargestellt. Einerseits handelt es sich dabei um die bislang aufgezeichneten Daten, andererseits hat MeteoSchweiz die zukünftig erwarteten Veränderungen von Temperatur und Niederschlag für die Messstation Buchs/Aarau abgeschätzt³ (MeteoSchweiz 2014b).

Zusätzlich zur Temperatur- und Niederschlagsänderung können die erwarteten Veränderungen durch verschiedene Klimaindikatoren (Definitionen s. Glossar, Teil A) beschrieben werden. Für die Auswirkungen auf die Biodiversität sind dabei folgende Indikatoren von Bedeutung:

- Anzahl Sommertage pro Jahr
- Anzahl Frosttage pro Jahr
- Länge der Vegetationsperiode
- Anzahl Tage mit Neuschnee pro Jahr

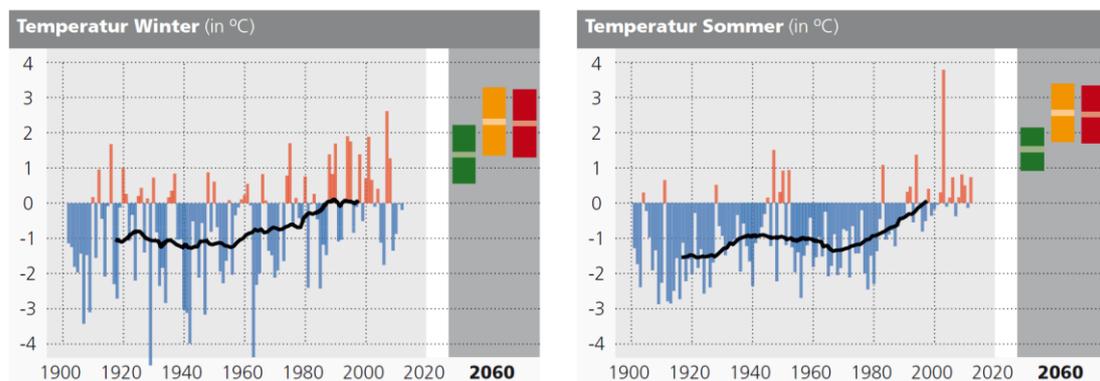
2.2.1 Temperatur

Im Schweizer Mittelland ist die Temperatur in den letzten 100 Jahren bereits um etwas mehr als 1°C angestiegen. Je nach Emissionsszenario ist bis 2060 ein weiterer Anstieg der Durchschnittstemperatur um 1-3°C zu rechnen (Referenzperiode 1981-2010), wobei im Sommer eine leicht stärkere Erwärmung erwartet wird als im Winter. An zahlreichen Orten im Mittelland könnten somit im Jahr 2060 die Temperaturverhältnisse jenen der heutigen Alpensüdseite entsprechen (MeteoSchweiz 2014a). Die bisherige Beobachtung sowie die erwartete Veränderung der Temperatur bis 2060 im Mittelland sind in Figur 4 abgebildet.

³ Diese Daten wurden von MeteoSchweiz für die Verwendung im Rahmen des Pilotprogramms Anpassung an den Klimawandel zur Verfügung gestellt. Die Daten enthalten saisonale Temperaturmittel in °C und Niederschlagssummen in mm für alle verfügbaren MeteoSchweiz Stationen des automatischen Messnetzes SwissMetNet mit längeren Messreihen, für welche homogenisierte Daten zur Verfügung stehen. Die Messstation Buchs/Aarau ist die einzige Station im Kanton Aargau, für welche diese Daten vorliegen.

Koordinaten der Messstation Buchs/Aarau: Länge [°E]=8.079; Breite [°N]=47.384; Höhe [m]=387

«Beobachtete und zukünftig erwartete Temperaturentwicklung bis 2060 im Mittelland»



MeteoSchweiz 2014a

Figur 4: Bisher beobachtete sowie für 2060 projizierte Abweichung der Durchschnittstemperatur (in °C) gegenüber dem Mittel der Periode 1981-2010 (Projektion 2060 abhängig vom Emissionsszenario, s. Figur 3). Links: Winter / Rechts: Sommer
Dicke Linie: 30-jähriges laufendes Mittel, rote/blau Säulen: Jahreswerte. Für 2060 werden jeweils die Bandbreiten der möglichen Änderungen sowie die mittlere Schätzung (heller Balken) gezeigt.

Die vergangenen und zukünftig erwarteten absoluten Temperaturen im Kanton Aargau sind für die Messstation Buchs/Aarau in untenstehender Tabelle 3 abgebildet. Sie zeigen die beobachtete Entwicklung sowie die zukünftig erwarteten Veränderungen bis 2060 gemäss den drei ausgewählten Klimaszenarien (MeteoSchweiz 2014b). Bei den Werten handelt es sich um Mittelwerte von 30-Jahresperioden. Aufgrund der Unsicherheiten in den Modellresultaten werden für die Klimaszenarien jeweils ein minimaler und ein maximaler plausibler Schätzwert angegeben. Es ist zu beachten, dass für jede Jahreszeit die minimale und maximale Schätzung gleich wahrscheinlich und unabhängig voneinander sind.

		Winter (DJF)	Frühling (MAM)	Sommer (JJA)	Herbst (SON)
Beobachtungen 1961-1990		0.5	8.6	17.2	9.1
Beobachtungen 1981-2010		1.3	9.6	18.3	9.8
Szenario RCP3PD "2060"	minimal	1.7	10.1	19.3	10.5
	maximal	3.4	11.1	20.4	11.6
Szenario A1B "2060"	minimal	2.5	10.6	20.1	11.1
	maximal	4.4	12.1	21.7	12.8
Szenario A2 "2060"	minimal	2.4	10.5	20.1	11.1
	maximal	4.4	12.0	21.6	12.7

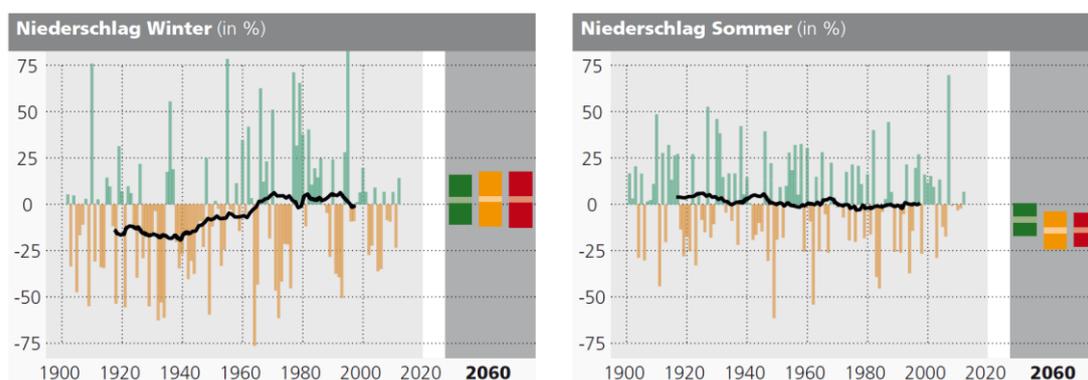
Tabelle 3: Absolute saisonale Temperaturmittel in °C für die Messstation Buchs/Aarau.
Die Beobachtungen 1961-1990 bzw. 1981-2010 stellen die 30-jährigen Mittelwerte dieser Perioden dar. Die Daten der Klimaszenarien "2060" entsprechen den Mittelwerten der Periode 2045-2074. (Quelle: MeteoSchweiz 2014b)

2.2.2 Niederschlag

Der Winterniederschlag hat im Mittelland im Verlauf des 20. Jahrhunderts um knapp 20% zugenommen (MeteoSchweiz 2014a). Die bisherige Entwicklung des Niederschlags im Sommer ist hingegen nicht eindeutig; d.h. es kann keine klare Tendenz in Richtung Zu- oder Abnahme festgestellt werden. Auch für die Zukunft ist unklar, ob die Niederschläge

im Mittelland eher zu- oder abnehmen werden. Aus heutiger Sicht ist einzig im Sommer mit einer Abnahme der Niederschläge um etwa 10 bis 15% (mittlere Schätzung) bis 2060 zu rechnen (MeteoSchweiz 2014a). Für die anderen Jahreszeiten kann basierend auf den heutigen Modellen keine eindeutige Aussage gemacht werden.

«Beobachtete und zukünftig erwartete Niederschlagsentwicklung bis 2060 im Mittelland»



MeteoSchweiz 2014a

Figur 5: Bisher beobachtete sowie für 2060 projizierte Abweichung des Niederschlags (in %) gegenüber dem Mittel der Periode 1981-2010 (Projektion 2060 abhängig vom Emissionsszenario, s. Figur 3). Links: Winter / Rechts: Sommer
Dicke Linie: 30-jähriges laufendes Mittel, gelbe/grüne Säulen: Jahreswerte. Für 2060 werden jeweils die Bandbreiten der möglichen Änderungen sowie die mittlere Schätzung (heller Balken) gezeigt.

Die beobachtete Entwicklung der Niederschläge im Kanton Aargau sowie deren zukünftig erwartete Veränderung bis 2060 sind ebenfalls anhand des Beispiels der Messstation Buchs/Aarau in untenstehender Tabelle 4 dargestellt. Für die Daten gelten dieselben Erläuterungen wie zu Tabelle 3.

	Winter (DJF)	Frühling (MAM)	Sommer (JJA)	Herbst (SON)	
Beobachtungen 1961-1990	228.5	241.1	347.7	242.3	
Beobachtungen 1981-2010	223.8	263.3	332.0	257.0	
Szenario RCP3PD "2060"	minimal	203.0	244.6	282.2	223.6
	maximal	258.3	292.8	330.3	299.7
Szenario A1B "2060"	minimal	203.0	243.8	259.3	220.8
	maximal	266.8	301.2	318.7	308.1
Szenario A2 "2060"	minimal	203.0	243.8	260.3	221.0
	maximal	266.3	300.7	319.1	307.6

Tabelle 4: Absolute saisonale Niederschlagsmittel in mm für die Messstation Buchs/Aarau.
Die Beobachtungen 1961-1990 bzw. 1981-2010 stellen die 30-jährigen Mittelwerte dieser Perioden dar. Die Daten der Klimaszenarien "2060" entsprechen den Mittelwerten der Periode 2045-2074. (Quelle: MeteoSchweiz 2014b)

2.2.3 Weitere Klimaindikatoren

In den tiefsten Lagen des Mittellandes werden heute rund 50 **Sommertage** verzeichnet, in den Gebieten über 600 m ü.M. sind es etwa 30 Sommertage pro Jahr. Es ist zu erwarten, dass die Zahl der Sommertage bis 2060 in allen Höhenlagen des Mittellandes um

rund 25 bis 30 Tage (Szenarien A1B/A2) resp. um rund 15 Tage (Szenario RCP3PD) zunimmt (MeteoSchweiz 2014a).

Die Zahl der **Frosttage** liegt heute in den tieferen Lagen des Mittellandes bei rund 70 Tagen. Ab 600 m ü.M. werden rund 100 Frosttage registriert. Bis 2060 ist in allen Höhenlagen mit einer Abnahme der Frosttage von 30 bis 40 Tagen (Szenarien A1B/A2) bzw. von 20 bis 25 Tagen (Szenario RCP3PD) zu rechnen (MeteoSchweiz 2014a).

Die **Vegetationsperiode** dauert heute im Mittelland, je nach Höhe, durchschnittlich 240 bis 270 Tage. Um 2060 wird sie in allen Höhenstufen etwa 25 bis 40 Tage länger dauern, so dass sie anstatt im März bereits im Februar beginnen und bis im November dauern dürfte (MeteoSchweiz 2014a).

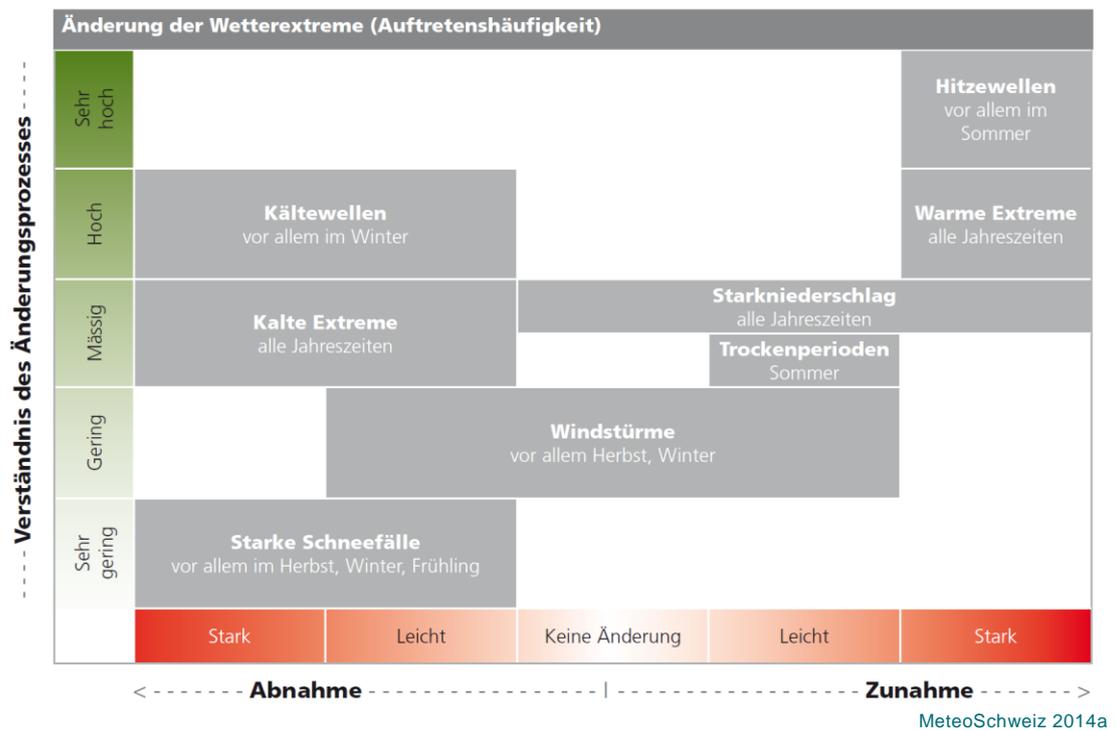
In den tieferen Lagen des Mittellandes gibt es heute ca. 12 **Tage mit Schneefall**. In den höheren Lagen sind es mit 25 Neuschneetagen rund doppelt so viele. Bis 2060 werden die Tage mit Neuschnee deutlich abnehmen. In höheren Lagen ist ein Rückgang um bis zu 50% zu erwarten; in tiefen Lagen ein Rückgang auf nur noch 5 (Szenarien A1B/A2) resp. 7 Tage mit Schneefall (Szenario RCP3PD) (MeteoSchweiz 2014a).

2.3 Veränderung von Wetterextremen

Zusammen mit den Änderungen der mittleren Temperatur und der Niederschlagsverhältnisse ist auch eine Änderung der Wetterextreme zu erwarten. In Figur 6 ist eine Übersicht der möglichen zukünftigen Änderungen von verschiedenen Wetterextremen in der Schweiz im Laufe des 21. Jahrhunderts abgebildet. Die erwartete Veränderung ist für einige Grössen relativ sicher und deutlich (z.B. für Hitze- und Kältewellen), während sie für andere sehr unsicher ist, d.h. die Prozesse werden in Modellen zum Teil schlecht oder gar nicht erfasst (z.B. Hagel und Tornados). Die Änderungen gelten für gewisse Extreme nur für bestimmte Jahreszeiten. Deshalb ist in Figur 6 vermerkt, für welche Jahreszeit die jeweilige Aussage gilt (MeteoSchweiz 2014a).

Die Veränderung der Wetterextreme kann nur generell für die ganze Schweiz beschrieben werden, da kleinräumige Prozesse, welche Extremereignisse auslösen, von den Modellen nur ungenügend abgebildet werden können. Eine ausführlichere Beschreibung des heutigen Verständnisses von zukünftigen Wetterextremen ist in CH2011 (2011) zu finden.

«Erwartete Veränderung von Wetterextremen in der Schweiz»



Figur 6: Für jedes Extremereignis wird das Ausmass der erwarteten Zu- oder Abnahme und das Verständnis des Änderungsprozesses angegeben. Die Grafik zeigt auch, für welche Jahreszeit die Aussage gilt.

3 Grundlagen: Das Biodiversitätsmanagement

Unter dem Begriff Biodiversitätsmanagement fassen wir sämtliche Aktivitäten zusammen, welche den Erhalt und die Förderung der Biodiversität lenken. Diese Definition beinhaltet einerseits die Planung, Umsetzung und Erfolgskontrolle von Strategien, Pflegekonzepten oder Massnahmen; andererseits aber auch die politischen Vorgaben, welche die übergeordneten Zielsetzungen und den Mitteleinsatz im Bereich Biodiversität festlegen.

In diesem Kapitel wird erläutert, welche theoretischen Ansätze dem Umgang mit der Biodiversität zugrunde liegen sowie das Biodiversitätsmanagement des Kantons Aargau in Abstimmung mit den Vorgaben des Bundes beschrieben.

3.1 Theoretische Ansätze im Biodiversitätsmanagement

Die Biodiversität umfasst die Vielfalt der Ökosysteme, die Arten und die Vielfalt ihrer Gene sowie die Wechselwirkungen innerhalb und zwischen diesen einzelnen Ebenen. Die Biodiversität spielt eine wichtige Rolle im Bereich des Klimaschutzes (z.B. als Kohlenstoffspeicher) als auch im Bereich der Anpassung an den Klimawandel (z.B. mindert genetische Vielfalt das Risiko für Arten).

Ökosysteme sind grundsätzlich dynamische Systeme, die sich im Laufe der Zeit und in Wechselwirkung mit anderen Systemen ständig wandeln. Durch den Klimawandel wird die Dynamik innerhalb der Ökosysteme aufgrund der unterschiedlichen Anpassungsfähigkeit von Arten und Lebensräumen verändert. Die Zunahme der jährlichen Durchschnittstemperatur und die Veränderung des Niederschlagsregimes sind schleichende Prozesse. Die Arten und Lebensräume wandeln sich, das Risiko des Verlusts an genetischer Vielfalt nimmt zu. Diese Veränderung der Biodiversität durch den Klimawandel sowie die mit dem Klimawandel verbundenen Unsicherheiten (z.B. bezüglich Extremereignisse), bergen Herausforderungen für die klassischen Ansätze des Biodiversitätsmanagements. Statische Schutzsysteme sowie das Bild von heimischen Arten gilt es zu überdenken. Dabei sollen Schutzobjekte nicht beliebig aufgelöst werden, doch verlangen die Veränderungsprozesse durch den Klimawandel einen Schutzansatz, in dem situationsbedingt unterschiedliche Ansätze gewählt werden. Nachfolgend werden verschiedene Ansätze des Biodiversitätsmanagements beschrieben (s. Figur 7).

Vom statischen zum dynamischen Ansatz

Mit dem gesellschaftlichen Wandel ändern sich auch das Naturverständnis und die Naturbilder, die den jeweiligen Naturschutzstrategien zugrunde liegen. So entwickelten sich die Naturschutzstrategien vom 19. bis zum 21. Jahrhundert von statisch-konservativen zu einem dynamisch-innovativen. Der statisch-konservative Ansatz ist ein nicht-anthropozentrischer Ansatz, bei dem der Mensch stets eine Aussenperspektive einnimmt, segregiert von der Natur. Im Zentrum steht dabei die Verantwortung gegenüber Einzelle-

bewesen (Artenschutz) und gegenüber Lebensräumen (Lebensraumschutz), mit dem Ziel, diese zu bewahren.

Dem dynamisch-innovativen Ansatz liegt dagegen die Ansicht zugrunde, dass die Natur nur dann durch den Menschen geschützt werden kann, wenn er sich selber als Teil davon versteht⁴. Neu kommt der Prozessschutz, als Ausdruck des Dynamikdenkens hinzu. Dieser hat zum Ziel, schützenswerte Ökosysteme einschliesslich ihrer Wechselwirkungen und Dynamik langfristig zu sichern. Die Ansätze des Prozessschutzes sind dabei steuerungsvermeidend und ergebnisoffen.

Dieser neue Ansatz des Prozessschutzes will aber nicht als Paradigmenwechsel im Naturschutz verstanden werden, denn die Schutzwürdigkeit von Arten und Lebensräumen bleibt bestehen. Auch durch den ungestörten Ablauf natürlicher Prozesse kann es zur Gefährdung von Schutzgütern kommen. Der Prozessschutz stellt vielmehr ein zusätzliches Konzept neben den anderen Naturschutzansätzen dar. Gleichzeitig erlaubt es der Prozessschutz, die natürliche Dynamik und Evolution stärker als bisher zu berücksichtigen⁵.

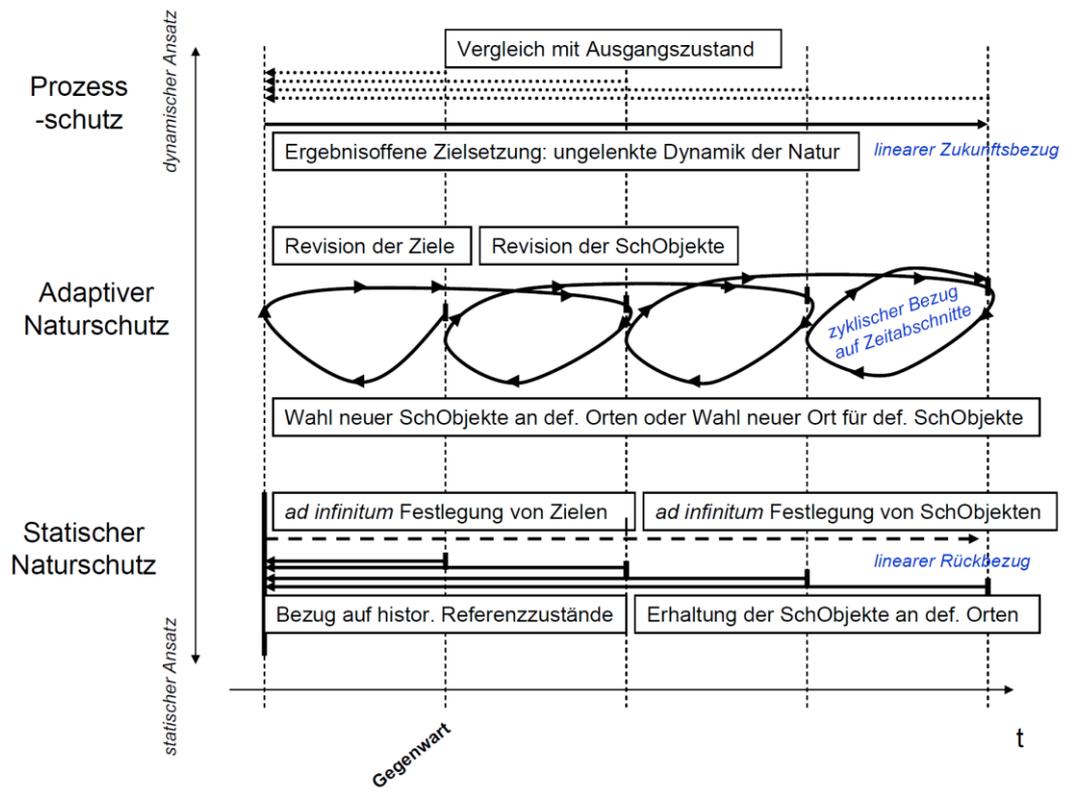
Adaptiver Ansatz

Adaptive Ansätze bieten die Möglichkeit, angesichts des stetigen Wandels bei Bedarf sowohl die Ziele und entsprechend auch die Schutzobjekte und die Massnahmen neu zu definieren. Ihnen liegt kein linearer Zukunftsbezug zugrunde, sondern sie verfolgen einen zyklischen Bezug zu Zeitabschnitten (s. Figur 7). Solche Ansätze bedingen sowohl Monitoring-Informationen bezüglich des aktuellen Zustands der Schutzobjekte, als auch Informationen über die angenommene zukünftige Veränderung. Gleichzeitig müssen die Sensitivität und Anpassungsfähigkeit von Schutzobjekten sowie deren Potenzial zur Erreichung von Klimaschutzzielen identifiziert werden. Entsprechend werden die Schutzprioritäten gesetzt und die Ziele definiert.

⁴ Bundesamt für Naturschutz (2006): Naturschutz im gesellschaftlichen Kontexts. Naturschutz und biologische Vielfalt Heft 38. Bonn.

⁵ Vilmer Sommerakademien 2001-2010, Bundesamt für Naturschutz

Verschiedene Ansätze des Biodiversitätsmanagements



Figur 7: Schematische Darstellung verschiedener Ansätze des Biodiversitätsmanagements (Quelle: Ibisch & Kreft, 2008):

3.2 Das Biodiversitätsmanagement in der Schweiz und im Kanton Aargau

Mit der Ausscheidung von eidgenössischen Jagdbanngebieten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, wurde der Lebensraumschutz in der Schweiz institutionalisiert. Bis heute ist der Lebensraumschutz in der Schweiz geprägt durch die langfristige Sicherung von für die Biodiversität wichtigen Gebieten (Reservate, Biotope, etc.). Der Artenschutz wird dabei grundsätzlich durch den Lebensraumschutz gewährleistet. Einzig gewisse Arten, die durch den Lebensraumschutz nicht ausreichend geschützt werden können, werden durch zusätzliche Artenförderungsprogramme unterstützt.

3.2.1 Instrumente des Biodiversitätsmanagements

Die Planung und Umsetzung von Massnahmen im Biodiversitätsmanagement in einem bestimmten Gebiet wird stark von den kantonalen und nationalen Vorgaben beeinflusst. Deshalb ist es für die Erarbeitung und Anwendung eines Klimawandel-Checks (vgl. Kapitel 5.1) wichtig, die Instrumente zu kennen, welche die übergeordneten Zielsetzungen definieren. Diese geben den Handlungsspielraum für die Anpassung an den Klimawandel vor.

In der nachfolgenden Tabelle ist ein Überblick über die wichtigsten Instrumente im Bereich Biodiversität auf kantonaler und Bundesebene zusammengestellt. Die Instrumente wurden den Kategorien «Gesetze/rechtlich verbindliche Planungsgrundlagen», «Strategien/Konzepte», «Programme» und «Vollzugs-/Planungshilfen» zugeordnet. In den nachfolgenden Abschnitten wird auf einzelne Instrumente und deren Zusammenhänge, im Hinblick auf die Bedeutung für das Biodiversitätsmanagement des Kantons Aargau, näher eingegangen.

Ebene	Instrumente	Gesetze / rechtlich verbindliche Planungsgrundlagen	Strategien / Konzepte	Programme	Vollzugs-/Planungshilfen	Verantwortliche Stelle
Bund	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) und darauf gestützte Verordnungen: Verordnung über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler, Auenverordnung, Hochmoorverordnung, Flachmoorverordnung, Amphibienlaichgebieteverordnung, Moorlandschaftsverordnung, TwwV, Pärkeverordnung	x				Bund
	Bundesgesetz über die Landwirtschaft (LwG) und Direktzahlungsverordnung (DZV)	x				Bund
	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG)	x				Bund
	Bundesgesetz über den Wald (WaG)	x				Bund
	Programmvereinbarung Natur- und Landschaftsschutz Bund-Kanton Aargau	x				Bund / Kanton
	Strategie Biodiversität Schweiz		x			BAFU
	Strategie und Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz		x			BAFU
	Konzept Artenförderung Schweiz		x			BAFU
	Pilotprogramm Anpassung an den Klimawandel			x		BAFU
	Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM)			x		BAFU
	Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2016- 2019				x	BAFU
	Biodiversität im Kanton Aargau – Nationale Prioritäten für die Programmperiode 2016 - 2019				x	BAFU
	Rote Listen				x	BAFU
	National prioritäre Arten				x	BAFU
Nationales ökologisches Netzwerk (REN)				x	BAFU	
Kanton AG	Programmvereinbarung Natur- und Landschaftsschutz Bund-Kanton Aargau	x				Bund / Kanton
	Richtplan Kanton Aargau	x				Abt. Raumentwicklung Kanton Aargau
	Kantonale Gesetzgebung: Schutzpläne – Hochwasserschutz; Umweltschutz – Gewässerschutz; Naturschutz – Landschaftsschutz; Naturschutzgebiete; Waldrecht	x				Abt. Landschaft und Gewässer
	Artenschutzkonzept (ASK AG)		x			Departement Gesundheit und Soziales
	Neobiota-Strategie		x			BAFU
	Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Aargau		x			
	Natur 2020, 2. Etappe 2016-2020			x		Abt. Landschaft und Gewässer
	Naturschutzprogramm Wald. Zwischenbericht 2013			x		Abt. Wald
	Erfolgskontrolle und Dauerbeobachtung			x		Abt. Landschaft und Gewässer
	Programm Landwirtschaft – Biodiversität – Landschaft (Labiola)			x		Landwirtschaft Aargau/ Abt. Landschaft und Gewässer

Tabelle 5: Überblick Instrumente im Bereich Biodiversität auf kantonaler und Bundesebene

Vorgaben des Bundes

Das Biodiversitätsmanagement des Kantons Aargau wird massgeblich durch die Vorgaben des Bundes, insbesondere des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), gelenkt. Die kantonalen Instrumente sind auf diese Bundesvorgaben abgestützt. Nachfolgend werden die wichtigsten Vorgaben für das Biodiversitätsmanagement erläutert.

Die **Strategie Biodiversität Schweiz** wurde 2012 durch den Bundesrat verabschiedet. Sie legt die Ziele und Prioritäten zum Schutz der Biodiversität und Erhalt deren Ökosystemleistungen fest. Die Schwerpunkte sind in zehn strategischen Zielen definiert (s. Tabelle 6).

Überblick Ziele der Strategie Biodiversität Schweiz

Ziel 1	Die Nutzung von natürlichen Ressourcen und Eingriffe in diese erfolgen bis 2020 nachhaltig, sodass die Erhaltung der Ökosysteme und ihrer Leistungen sowie der Arten und der genetischen Vielfalt sichergestellt ist.
Ziel 2	Zur Sicherung des Raumes für die langfristige Erhaltung der Biodiversität wird bis 2020 eine ökologische Infrastruktur von Schutzgebieten und Vernetzungsgebieten aufgebaut. Der Zustand der gefährdeten Lebensräume wird verbessert.
Ziel 3	Der Erhaltungszustand der Populationen von National Prioritären Arten wird bis 2020 verbessert und das Aussterben so weit wie möglich unterbunden. Die Ausbreitung von invasiven gebietsfremden Arten mit Schadenspotenzial ist eingedämmt.
Ziel 4	Die genetische Verarmung wird bis 2020 gebremst, wenn möglich gestoppt. Die Erhaltung und die nachhaltige Nutzung der genetischen Ressourcen, einschliesslich der Nutztiere und Kulturpflanzen, werden gesichert.
Ziel 5	Negative Auswirkungen von bestehenden finanziellen Anreizen auf die Biodiversität werden bis 2020 aufgezeigt und wenn möglich vermieden. Wo sinnvoll werden neue positive Anreize geschaffen.
Ziel 6	Ökosystemleistungen werden bis 2020 quantitativ erfasst. Dies erlaubt es, sie in der Wohlfahrtsmessung als ergänzende Indikatoren zum Bruttoinlandprodukt und bei Regulierungsfolgenabschätzungen zu berücksichtigen.
Ziel 7	Wissen über Biodiversität ist in der Gesellschaft bis 2020 ausreichend vorhanden und schafft die Basis dafür, dass Biodiversität von allen als eine zentrale Lebensgrundlage verstanden und bei relevanten Entscheidungen berücksichtigt werden kann.
Ziel 8	Die Biodiversität im Siedlungsraum wird bis 2020 so gefördert, dass der Siedlungsraum zur Vernetzung von Lebensräumen beiträgt, siedlungsspezifische Arten erhalten bleiben und der Bevölkerung das Naturerlebnis in der Wohnumgebung und im Naherholungsgebiet ermöglicht wird.
Ziel 9	Das Engagement der Schweiz auf internationaler Ebene für die Erhaltung der globalen Biodiversität ist bis 2020 verstärkt.
Ziel 10	Die Überwachung der Veränderungen von Ökosystemen, Arten und der genetischen Vielfalt ist bis 2020 sichergestellt.

Tabelle 6: Überblick Ziele der Strategie Biodiversität Schweiz

Zur Umsetzung der Strategie Biodiversität Schweiz wird zurzeit ein Aktionsplan ausgearbeitet, welcher u.a. auch dazu dient zu klären, ob und wenn ja, welche Gesetzesanpassungen auf Bundesebene zur Umsetzung der Strategie notwendig sind (BAFU 2012b). Im Rahmen der Erarbeitung des Aktionsplans wurden die Ziele der Biodiversitätsstrategie mit Blick auf die thematischen Zusammenhänge in fünf übergeordnete Aktionsbereiche zusammengefasst. Die Aktionsbereiche wurden wiederum in Handlungsfelder unterteilt (siehe Tabelle 7). In jedem Handlungsfeld soll der Aktionsplan konkrete Massnahmen definieren.

Aktionsbereiche		Strategische Ziele der SBS	Handlungsfelder	
I	Nachhaltige Nutzung der Biodiversität	1. Nachhaltige Nutzung der Biodiversität	I.1	Waldwirtschaft
			I.2	Landwirtschaft
			I.3	Jagd und Fischerei
			I.4	Tourismus, Sport und Freizeit
			I.5	Verkehr
			I.6	Erneuerbare Energien
			I.7	Grundstücke, Bauten, und Anlagen des Bundes
			I.8	Raumplanung
			I.9	Wirtschaft (Biodiversität in der Handelspolitik, Beschaffung Bund und Produktumweltinformation)
II	Förderung der Biodiversität	2. Ökologische Infrastrukturschaffen	II.1	Ökologische Infrastruktur
			II.2	Artenförderung
		3. Erhaltungszustand von National Prioritären Arten verbessern	II.3	Verhinderung invasive Arten
			II.4/ II.5	Erhaltung genetische Ressourcen
		4. Genetische Vielfalt erhalten und fördern	II.6	Schaffung und qualitative Verbesserung von Grün- und Freiflächen
		8. Biodiversität im Siedlungsraum fördern	II.7	Biodiversitätsmonitoring
10. Veränderung der Biodiversität überwachen	II.8	Berichterstattung		
III	Ökonomische Werte	5. Finanzielle Anreize überprüfen	III.1	Anreize überprüfen und optimieren
			III.2	Ökosystemleistungen erfassen
		6. Ökosystemleistungen erfassen	III.3	Regulierungsfolgenabschätzung
IV	Generierung und Verteilung von Wissen	7. Wissen generieren und verteilen	IV.1	Information und Sensibilisierung
			IV.2	Bildung und Beratung
			IV.3	Forschungsförderung
			IV.4	Wissensaustausch, Datentransfer
V	Internationales Engagement	9. Internationales Engagement verstärken	V.1	Biodiversität im Bereich Entwicklungszusammenarbeit
			V.2	Internationale Zusammenarbeit

Tabelle 7: Aktionsbereiche und Handlungsfelder des Aktionsplans Biodiversität (Quelle: BAFU)

Die rechtliche Grundlage für das Biodiversitätsmanagement bilden in erster Linie das Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) sowie die entsprechenden Verordnungen. Schnittstellen bestehen jedoch zu den Gesetzesgrundlagen verwandter Politikbereiche wie beispielsweise dem Waldgesetz oder dem Gewässerschutzgesetz (s. Tabelle 5). Der Vollzug durch die Kantone wird im Rahmen von Programmvereinbarungen zwischen Bund und Kantonen geregelt. Das **Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2016–2019** des Bundesamtes für Umwelt definiert die Zielsetzungen nach Bereichen und legt die Mitfinanzierung durch den Bund im Rahmen der Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen (NFA) fest⁶. Massgeblich für das Biodiversitätsmanagement ist hauptsächlich der Teil 2 des Handbuchs «Fachspezifische Erläuterungen zur Programmvereinbarung im Bereich Na-

⁶ Mit der «Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenteilung zwischen Bund und Kantonen (NFA)» erfolgt die Abwicklung der Subventionierung in der Regel leistungsorientiert im Rahmen von vierjährigen Programmvereinbarungen.

tur- und Landschaftsschutz». Im Bereich Natur- und Landschaftsschutz werden die drei Programmpolitiken «Landschaft», «Grundlagen, Öffentlichkeitsarbeit und Bildung» und «Arten, Biotop, Moorlandschaften, Vernetzung und ökologischer Ausgleich» unterschieden. Es wird auf die bestehenden Schnittstellen zu und Synergien mit anderen Programmen verwiesen («Pärke», «UNESCO-Weltnaturerbe», «Waldbiodiversität», «Gewässerrevitalisierung/Hochwasserschutz/Auenwald», «Landwirtschaft (DZV)», «Eidgenössische Wildtierschutzgebiete»).

Die Programmpolitik «Arten, Biotop, Moorlandschaften, Vernetzung und ökologischer Ausgleich» wurde mit der Strategie Biodiversität Schweiz abgestimmt. Die Ziele 2, 3 und 8 der Biodiversitätsstrategie (s. Tabelle 6) sind für dieses Programm besonders wichtig (BAFU 2015a). Die nachfolgende Tabelle 8 gibt einen Überblick über den gesetzlichen Auftrag, die Wirkungsziele und Prioritäten der Programmpolitik «Arten, Biotop, Moorlandschaften, Vernetzung und ökologischer Ausgleich» und beschreibt die fünf Programmziele.

Programmpolitik Arten, Biotope, Moorlandschaften, Vernetzung und ökologischer Ausgleich (NHG)	
Gesetzlicher Auftrag	Erhaltung der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt und ihrer natürlichen Lebensräume durch Schutz und Unterhalt
Produktziel (Wirkungsziel)	Natürliche Lebensräume von internationaler, nationaler, regionaler und lokaler Bedeutung sind so geschützt, unterhalten und vernetzt, dass sie dauerhaft zur ökologischen Infrastruktur und zur Erhaltung der einheimischen Arten in überlebensfähigen Populationen beitragen.
Prioritäten + Instrumente BAFU	<ul style="list-style-type: none"> – Arten: Selektionskriterien für die Priorisierungen sind die nationale Gefährdung (Status in Roter Liste), internationale Verantwortung der Schweiz für eine bestimmte Art sowie Kenntnisse, Realisierungsmöglichkeiten und Dringlichkeit von Schutzmassnahmen. Die Mobilitätsansprüche der Arten werden durch die ökologische Infrastruktur gewährleistet und ermöglichen den genetischen Austausch zwischen Populationen. – Natürliche Lebensräume: von nationaler Priorität sind Objekte, welche bezüglich Ausdehnung, Vegetationsvielfalt, Artenvielfalt und Potenzial eine besondere Bedeutung für die Schweiz haben oder als Lebensraum national stark gefährdeter Arten dienen. Sie tragen dauerhaft zur ökologischen Infrastruktur bei und sind durch ausreichende Vernetzung in ihrer Funktionalität verstärkt. – Ökologische Infrastruktur: Netzwerk, das alle bedeutenden natürlichen und naturnahen Lebensräume der Schweiz mit genügender Quantität, Qualität und Vernetzung sichert. – Instrumente: Bundesinventare, Liste der national prioritären Arten und Lebensräume, Rote Listen, schutzwürdige Lebensräume, Abgeltungen, Programmvereinbarung.
Programmziele (PZ) (Leistungsziele)	
PZ 1: Schutz, Unterhalt und Aufwertung von Biotopen, Lebensräumen und Moorlandschaften von <u>nationaler Bedeutung</u> zur Gewährleistung der Funktionalität der ökologischen Infrastruktur	Schutz, Pflege und Aufwertungen der Biotope und Moorlandschaften von nationaler Bedeutung: Anzahl und Fläche der Biotope und Moorlandschaften von nationaler Bedeutung sind gesichert, die Qualität bleibt erhalten und wird wo erforderlich verbessert. Der Schutz ist verbindlich und langfristig geregelt. Für die vom Bund anerkannten Smaragd-Gebiete sind Massnahmen zur Erhaltung ihrer Werte getroffen. Biotope, Moorlandschaften und Smaragdgebiete tragen wesentlich zur Funktionalität der ökologischen Infrastruktur bei.
PZ 2: Schutz, Unterhalt und Aufwertung von Biotopen und Lebensräumen von <u>regionaler oder lokaler Bedeutung</u> zur Gewährleistung der Funktionalität der ökologischen Infrastruktur.	Anzahl und Fläche der ökologisch wertvollen Lebensräume und Biotope werden erhöht und tragen zur Sicherstellung der Funktionalität der ökologischen Infrastruktur bei. Die Qualität der Flächen bleibt erhalten und wird wo erforderlich verbessert. Der Schutz der Biotope ist verbindlich und langfristig geregelt. Der ökologische Ausgleich im Siedlungsraum wird gefördert
PZ 3: Arten	Lebensfähige Populationen einheimischer Arten bleiben erhalten. Insbesondere wird die Verbesserung von Status und Zustand von Populationen prioritärer Arten erreicht. Entwicklung und Umsetzung von Aktionsplänen und Programmen zur Erhaltung und Förderung der Arten Aktionspläne und Programme zur Bekämpfung von invasiven gebietsfremden Arten werden erarbeitet. Die regionale Koordination der Aktivitäten zum Schutz der prioritären Arten ist gewährleistet.
PZ 4: Vernetzung	Die Biotope und natürlichen Lebensräume (national, regional, und lokal) sind so vernetzt, dass sie den nachhaltigen Schutz der einheimischen Arten und die Sicherung ihrer Populationen gewährleisten. Die Entwicklung eines kantonalen Vernetzungskonzeptes, welches das Ziel der ökologischen Infrastruktur im Kanton konkretisiert, und die Begleitung seiner Umsetzung sind gewährleistet. Vernetzungskonzepte gemäss DZV sowie weiterer Konzepte, die zur Vernetzung und Durchlässigkeit, beitragen (LEK; Wildtierkorridore), werden erarbeitet und umgesetzt.
PZ 5: Innovationen/Chancen	Innovative, brauchbare Modelle und Ansätze zur Lösung komplexer Fragen, in Bezug auf Erhaltung, und Aufwertung von Lebensräumen sowie Erhaltung und Förderung von Populationen prioritärer Arten werden entwickelt. Nicht vorhersehbare grössere Projekte, die wesentlich zum Erreichen der Programmziele (02-1; 02-2; 02-3) beitragen.

Tabelle 8: Auszug aus dem Programmblatt Arten, Biotope, Moorlandschaften, Vernetzung und ökologischer Ausgleich, Art. 18 ff. NHG und Art. 23a ff. NHG (BAFU 2015a)

Der Bund legt den Kantonen seine Prioritäten für die Programmvereinbarungen im Bereich Biodiversität als Empfehlungen vor. Diese werden so festgelegt, dass die in der Strategie Biodiversität Schweiz festgelegten Lücken oder Vollzugsdefizite am besten abgedeckt werden. Sie tragen direkt zu drei zentralen Zielen der Biodiversitätsstrategie bei: Schaffung einer ökologischen Infrastruktur, Verbesserung des Erhaltungszustandes von national prioritären Arten und Förderung der Biodiversität im Siedlungsraum (BAFU 2015b). Für die Programmperiode 2016-2019 stehen als Handlungsprioritäten im Kanton Aargau der **langfristige Schutz und die Erhaltung der Qualität der Biotope von internationaler und nationaler Bedeutung** sowie die **Sicherung und Aufwertung der Schutzgebiete von regionaler und lokaler Bedeutung** im Vordergrund. Damit wird massgeblich zur Vernetzung von Lebensräumen und zur Sicherung der ökologischen Infrastruktur beigetragen (BAFU 2015b).

Instrumente des Aargauer Biodiversitätsmanagements

Das **Programm Natur 2020** (2. Etappe 2016-2020) legt die Umsetzung der Programmvereinbarung mit dem Bund für die kommende Vierjahresperiode fest und ist auf die Bundesprioritäten im Rahmen der NFA-Programme sowie auf die Strategie Biodiversität Schweiz abgestimmt. Es stellt demnach das zentrale Instrument für das Biodiversitätsmanagement im Kanton Aargau dar. Die Federführung über das Programm liegt bei der kantonalen Abteilung Landschaft und Gewässer. Natur 2020 (Kanton Aargau 2015) setzt fünf Schwerpunkte für den Natur- und Landschaftsschutz im Kanton Aargau:

1. *Die ökologische Vernetzung sichern:* Langfristige Sicherung der ökologischen Vernetzung mittels Erwerb von besonders wichtigen Flächen, als Ergänzung zum Abschluss von freiwilligen Bewirtschaftungsvereinbarungen.
2. *Einen verantwortungsbewussten Umgang mit der Landschaft fördern:* Der verantwortungsbewusste Umgang mit der Landschaft soll verstärkt werden; z.B. indem gute Lösungen für die landschaftliche Einpassung von Bauten bekannt gemacht und zur Nachahmung empfohlen werden.
3. *Lebensräume und Arten fördern und vernetzen:* Mittels Aufwertungen in zusätzlichen Flächen soll die Lebensraumqualität für gefährdete Arten verbessert werden. Der Artenschutz mit dem Instrument der Aktionspläne bleibt ein wichtiges Standbein. Der Kanton Aargau hat aus gesamtschweizerischer Sicht eine besonders hohe Verantwortung für die Amphibien. Unter dem Druck des stark steigenden Verkehrsaufkommens wird die Sanierung bedeutender Amphibienzugstellen vorangetrieben. Die Bekämpfung invasiver exotischer Arten bleibt dringend und bindet zusätzliche Mittel.
4. *Die Vielfalt und Vernetzung in den Gemeinden unterstützen:* Die Förderung der Vielfalt und Vernetzung – der Natur vor der Haustür – in den Gemeinden und Regionen wird noch konsequenter als im Programm Natur 2010 angegangen.
5. *Natur in der Siedlung begünstigen:* Verstärktes Entwickeln und Umsetzen von Vorzeigeprojekten, vermehrte Öffentlichkeitsarbeit und das Schaffen von Anreizsystemen für die Vernetzung und die naturnahe Gestaltung von Freiräumen im Siedlungsraum.

Die Massnahmen, welche zur Erreichung der genannten fünf Hauptziele ausgearbeitet wurden, sind im Programm Natur 2020 definiert. Weiter werden die relevanten Schnittstellen zu verwandten Programmen und Politiken identifiziert. Zudem hält das Programm fest, dass die Entwicklungen im Zusammenhang mit der Klimaveränderung zu verfolgen und vorausschauend in die Aktivitäten zu integrieren sind (Kanton Aargau 2015).

Mit dem **Programm Landwirtschaft – Biodiversität – Landschaft (Labiola)** fördert der Kanton Aargau Leistungen in den Bereichen Biodiversität und Landschaftsqualität. Er schliesst dazu mit Landwirtinnen und Landwirten auf freiwilliger Basis Bewirtschaftungsverträge ab. Labiola ist ein gemeinsames Programm der Abteilung Landwirtschaft Aargau und der Abteilung Landschaft und Gewässer. Die Geschäftsstelle wird vom Büro Agrofutura geführt.

Das **Artenschutzkonzept Aargau** ermittelt, für welche Arten der Kanton eine besondere Verantwortung trägt und für welche Arten Förderungsmassnahmen dringlich sind. Es werden klare Kriterien definiert und Grundlagen zusammengestellt, um ein systematisches Vorgehen im Artenschutz zu ermöglichen. Anhand eines festgelegten Auswahlverfahrens werden die Arten den drei Kategorien «Verantwortungsarten», «Prioritäre Arten» und «Handlungsarten» zugeteilt⁷. Für die Umsetzung von Massnahmen gilt der Grundsatz, dass Artenförderungsprogramme keine Alternative zu den übrigen Naturschutzinstrumenten, sondern eine notwendige Ergänzung darstellen (Kanton Aargau 2008). Die Umsetzung des Artenschutzkonzepts wird von der Abteilung Landschaft und Gewässer geleitet. Das Konzept sieht eine periodische Überprüfung der Artenlisten vor. Die Prioritäten des Artenschutzkonzeptes sind ins Handlungsfeld III (Lebensräume und Arten fördern/vernetzen) von Natur 2020 integriert.

Zur Festlegung der Handlungsschwerpunkte im Umgang mit invasiven Neobiota hat der Kanton eine **Neobiota-Strategie** erarbeitet. Der Kanton Aargau nimmt damit seinen gesetzlichen Auftrag im Rahmen der revidierten Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung) des Bundes wahr. Von dieser Vollzugsaufgabe sind 6 kantonale Fachstellen aus 3 Departementen betroffen. Die Leitung liegt beim Amt für Verbraucherschutz im Departement Gesundheit und Soziales. Zur Umsetzung der operativen Aufgaben wurde die Koordinationsstelle Neobiota Aargau gebildet. Die Neobiota-Strategie basiert auf fünf Eckpfeilern: Prävention, koordinierte Bekämpfung, Zusammenarbeit (mit Bund, Kantonen und Gemeinden), Information und Evaluation. Für die zweite Projektphase 2015-2018 wurden die flächendeckende Prävention, die koordinierte Bekämpfung gemäss den kantonalen Prioritäten, die Zusammenarbeit mit den Gemeinden sowie die Evaluation des Erfolgs als Handlungsschwerpunkte festgelegt.

Weitere wichtige Instrumente für die Umsetzung des kantonalen Biodiversitätsmanagements sind die **Biodiversitätsbeiträge für den ökologischen Ausgleich in der Landwirtschaft**, der **Auenschutzpark**, die **Wildtier- und Vernetzungskorridore** von nationa-

⁷ Diese Artenlisten sind auf der Homepage des Departements Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau ersichtlich: https://www.ag.ch/de/bvu/umwelt_natur_landschaft/naturschutz/biodiversitaet/grundlagen_und_instrumente_des_artenschutzes/grundlagen_und_instrumente_des_artenschutzes_1.jsp

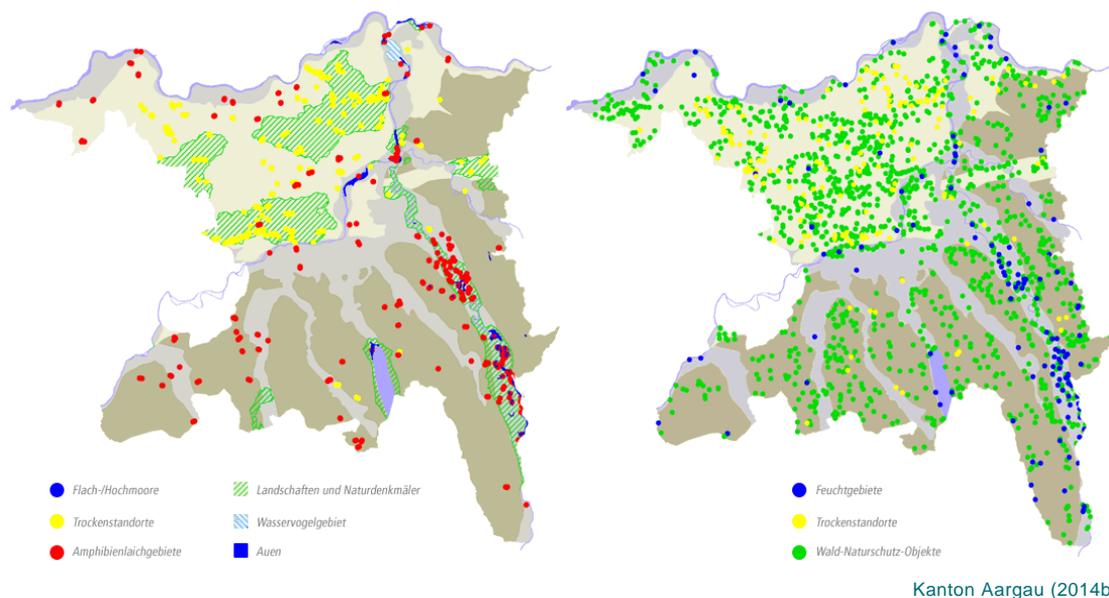
ler und kantonaler Bedeutung, welche im kantonalen Richtplan festgelegt sind sowie das **Naturschutzprogramm Wald**, in dessen Rahmen Waldeigentümerinnen und Waldeigentümer mit dem Kanton Verträge über Pflege- und Aufwertungsmassnahmen oder über einen Holznutzungsverzicht abschliessen.

Das **Schutzgebietsnetz** im Kanton Aargau umfasst zahlreiche Naturschutzgebiete von nationaler und kantonaler Bedeutung. Die 375 Naturschutzgebiete von kantonaler Bedeutung werden im Richtplan mit einer Gesamtfläche von 2'214 Hektaren in 149 Gemeinden ausgewiesen. Sie werden durch zahlreiche kleinere Naturschutzflächen in den Gemeinden ergänzt (Kanton Aargau, 2014b).

Die Naturschutzgebiete von kantonaler Bedeutung weisen unterschiedliche Prioritäten auf. Die Priorisierung erfolgt dabei anhand von 12 Kriterien. Je mehr dieser (ungewichteten) Kriterien erfüllt werden, desto prioritärer wird das Naturschutzgebiet bewertet. Bei der Priorisierung von Zielen und Massnahmen fliessen viele Erfahrungswerte ein.

Für die komplexeren Naturschutzgebiete bestehen **Pflegekonzepte**, mit konkreten Zielsetzungen sowie Pflege- und Unterhaltsmassnahmen.

«Schutzgebiete von nationaler und kantonaler Bedeutung im Kanton Aargau»



Figur 8: Übersicht über die Naturschutzgebiete im Kanton Aargau.
Links: Schutzgebiete von nationaler Bedeutung; Recht: Schutzgebiete von kantonaler Bedeutung

Weitere wertvolle Flächen im Landwirtschaftsgebiet werden mit **speziellen Verträgen** gesichert. Als Auenkanton engagiert sich der Kanton Aargau auch mit einem speziellen Programm an der Wiederherstellung und Förderung von natürlichen Prozessen, wie der Auedynamik (Kanton Aargau, 2014a). Im Jahr 1993 wurde die kantonale Volksinitiative «**Auenschutzpark** - für eine bedrohte Lebensgemeinschaft» vom Aargauer Stimmvolk angenommen. Der Aargau hat im kantonalen Richtplan die Auengebiete festgesetzt und Rahmenbedingungen für die Umsetzung formuliert. 1997 wurde das «Sachprogramm Auenschutzpark Aargau» erstellt, welches ein Schutz- und Aufwertungskonzept beinhaltet (Kanton Aargau, 2014b). Mit einem umfassenden **Programm an Dauerbeobachtun-**

gen und Erfolgskontrollen können die Wirkungen der Massnahmen gemessen und bei Bedarf Optimierungen vorgenommen werden (Kanton Aargau, 2014a). Die Gesamtverantwortung für das Kontrollprogramm liegt bei der Abteilung Landschaft und Gewässer (Sektion Natur und Landschaft).

Nachstehende Tabelle 9 gibt einen Überblick über die oben beschriebenen Instrumente des Aargauer Biodiversitätsmanagements und zeigt deren Schwerpunkte im Arten- und Lebensraumschutz sowie Schnittstellen zu weiteren Politikbereichen auf.

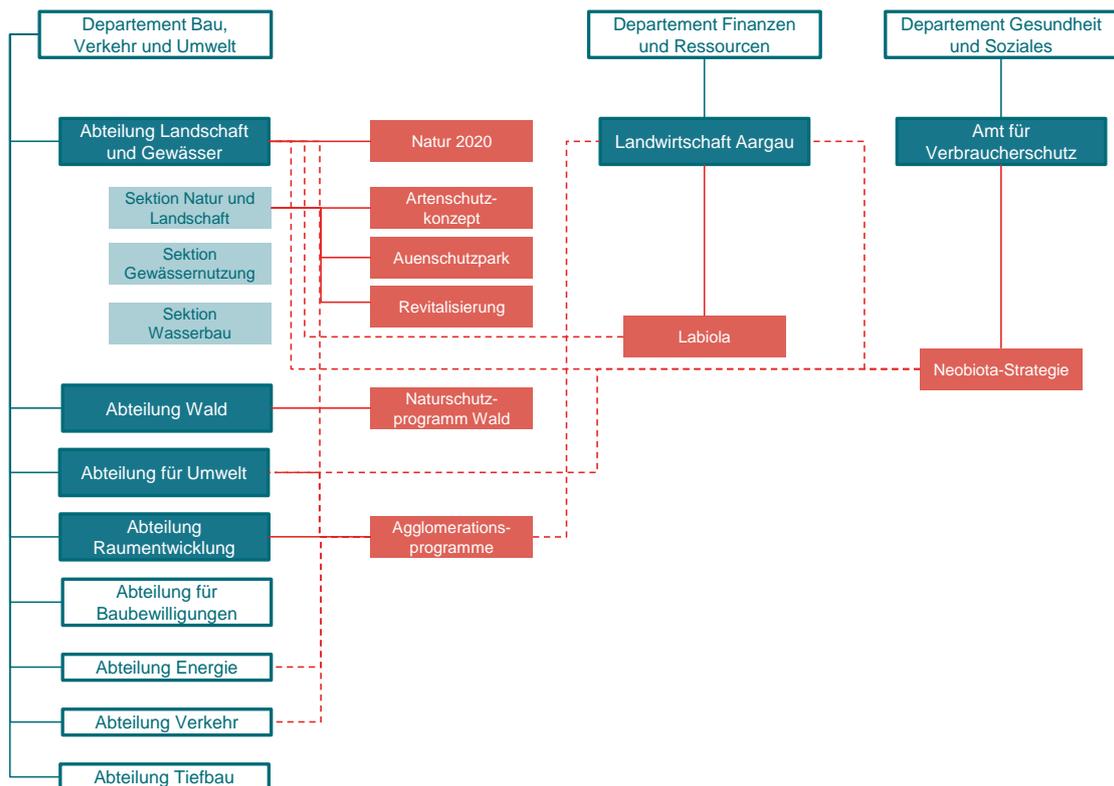
Instrument	Lebensraumschutz	Artenschutz	Andere Politikbereiche
Natur 2020, 2. Etappe 2016-2020	HF I. Sicherung der ökologischen Vernetzung HF II. Verantwortungsbewussten Umgang mit der Landschaft fördern HF III. a) Lebensräume und Arten fördern/vernetzen, Teil Lebensräume HF IV. Vielfalt und Vernetzung in den Gemeinden unterstützen HF V. Natur in der Siedlung begünstigen	HF III. b) Lebensräume und Arten fördern/vernetzen, Teil Arten	Schnittstellen zu Raumplanung und Landwirtschaft (alle Handlungsfelder)
Artenschutzkonzept (ASK AG)		Verantwortungsarten Prioritäre Arten Handlungsarten	
Neobiota-Strategie	betrifft alle drei Bereiche		
Erfolgskontrolle und Dauerbeobachtung	Naturschutzunterhalt Trockengebiete/Feuchtgebiete Wirkungskontrollen Gewässerrenaturierungen	Monitoring Tierarten Langfristbeobachtung der Artenvielfalt (LANAG)	Erfolgskontrolle Bewirtschaftungsverträge mit der Landwirtschaft
Programm Landwirtschaft – Biodiversität – Landschaft (Labiola)	Bewirtschaftungsverträge, Vernetzungsverträge, Einzelflächen- und Pflegeverträge		Schnittstelle zur Landwirtschaft
Naturschutzprogramm Wald	Naturwaldreservate Eichenwaldreservate Spezialreservate Altholzinseln Waldränder		
Auenschutzpark Aargau	Vernetzung, Renaturierung		Schnittstellen zu Hochwasserschutz, Landwirtschaft
Wildtier- und Vernetzungskorridore	betrifft Lebensraum- und Artenschutz		
Jurapark Aargau	Kulturlandschaften von nationaler Bedeutung, Aufwertung von Lebensräumen (z.B. Rebberge, Hochstammgärten, Waldränder, lichte Föhrenwälder, Felsen, Pionierstandorte, Siedlungsraum)	Artenförderung, Monitoring von Zielarten	Landschaftsqualitätsbeiträge Landwirtschaft, Regionalprodukte, Tourismus, Umweltbildung, Öffentlichkeitsarbeit
Agglomerationsprogramme			Verkehr, Raumplanung, Siedlungsentwicklung, Umweltbelastungen

Tabelle 9: Instrumente des Aargauer Biodiversitätsmanagements und deren Schwerpunkte bezüglich Arten- und Lebensraumschutz

3.2.2 Die Organisation des Biodiversitätsmanagements

Das Biodiversitätsmanagement in der Verwaltung des Kantons Aargau.

Die folgende Darstellung gibt einen Überblick über das Biodiversitätsmanagement in der Verwaltung des Kantons Aargau. Es werden zudem einige zentrale Umsetzungsinstrumente und deren Verbindungen zu den einzelnen Abteilungen abgebildet. Diese werden in Kapitel 3.2.1 beschrieben.



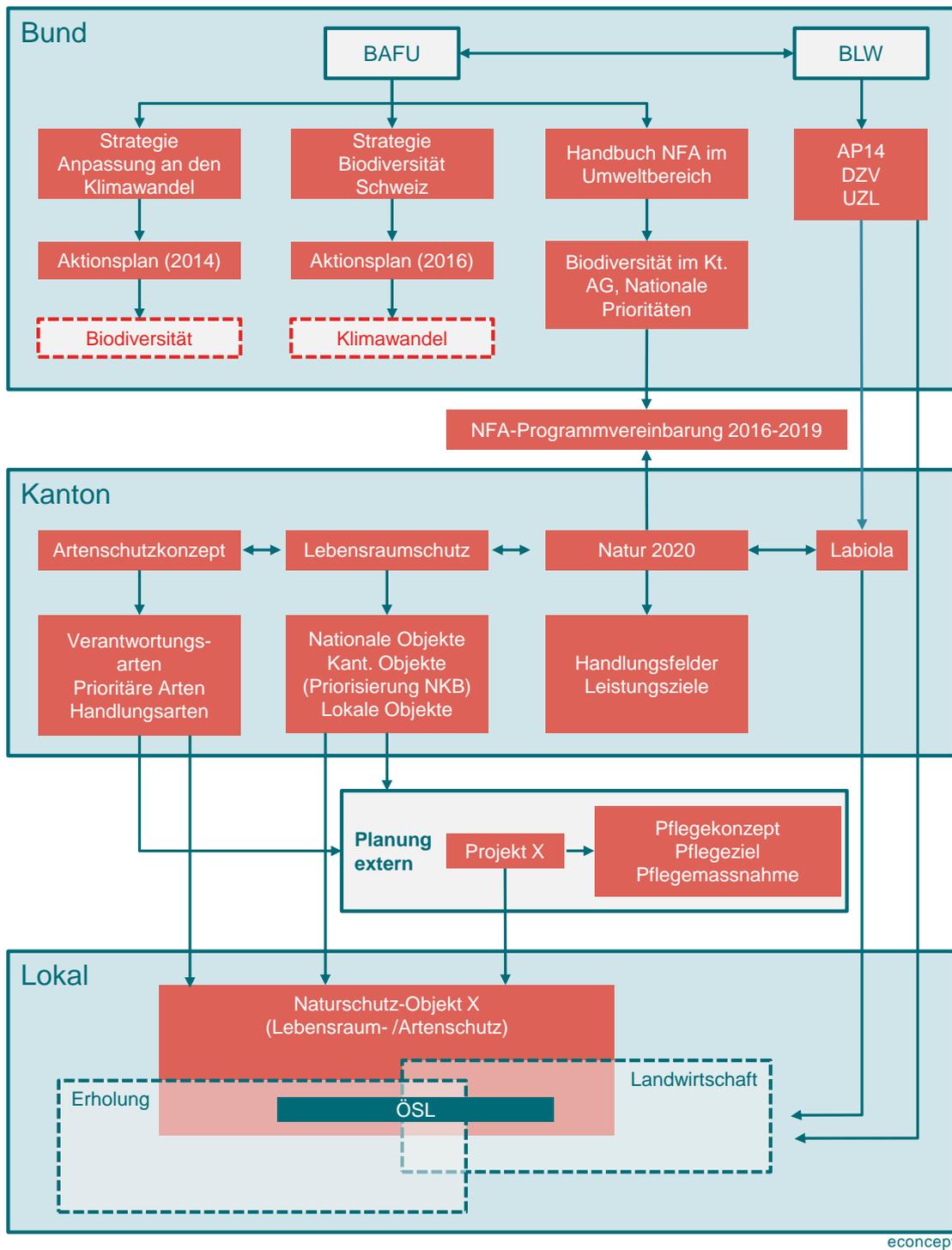
econcept

Figur 9: Überblick Organisation des Biodiversitätsmanagements in der kantonalen Verwaltung (blau: Abteilungen; rot: Instrumente)

Das Zusammenspiel zwischen Bund, Kanton und lokalen Akteuren/innen

Die folgende Abbildung stellt das Zusammenspiel zwischen Bund, Kanton und den lokalen Akteuren/innen im Bereich Biodiversität dar. So wird das Biodiversitätsmanagement für ein konkretes Naturschutz-Objekt X indirekt durch nationale Strategien beeinflusst, indem diese in die Programmvereinbarungen mit den Kantonen einfließen. Hinzu kommen die kantonalen Konzepte und Programme, die auf die Ausgestaltung des Biodiversitätsmanagements eines lokalen Naturschutz-Objekts einwirken. Für einzelne, vor allem komplexere Naturschutz-Objekte erfolgt eine externe Planung zur Festlegung von detaillierten Pflegezielen und Massnahmen, mit denen die konkrete Umsetzung des Biodiversitätsmanagements gesteuert wird.

Zudem sind beim Biodiversitätsmanagement eines Naturschutz-Objekts jeweils weitere Einflüsse massgebend, wie bspw. die Erholungsfunktion des Gebietes und die landwirtschaftliche Nutzung im Objekt und in der Umgebung (vgl. Figur 10).



econcept

Figur 10: Das Biodiversitätsmanagement von der lokalen bis zur Bundesebene
 BAFU Bundesamt für Umwelt
 BLW Bundesamt für Landwirtschaft
 NFA Neugestaltung des Finanzausgleichs und der Aufgabenverteilung zwischen Bund und Kantonen
 AP14 Agrarpolitik 2014-2017
 UZL Umweltziele Landwirtschaft
 NKB Naturschutzgebiete von kantonaler Bedeutung
 ÖSL Ökosystemleistungen

4 Biodiversität und Anpassung an den Klimawandel

4.1 Umgang mit dem Klimawandel im Biodiversitätsmanagement auf Bundesebene

Im Rahmen der nationalen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (BAFU, 2012a) identifizierte der Bund im Bereich Biodiversität fünf Handlungsfelder und definierte für diese Ziele sowie Stossrichtungen zur Zielerreichung (s. Tabelle 10).

Im Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz (BAFU, 2014) wird die Umsetzung der Anpassungsstrategie konkretisiert. Auch für den Sektor Biodiversitätsmanagement werden Massnahmen der Bundesämter zur Erreichung der Anpassungsziele in der Periode 2014-2019 definiert. Dabei konzentrieren sich die Massnahmen im Sektor Biodiversitätsmanagement ausschliesslich auf die Herausforderungen, welche durch die Auswirkungen bei einem stärkeren Klimawandel entstehen (BAFU, 2014). Für die erwarteten Veränderungen durch einen «schwachen Klimawandel» (RCP3PD-Szenario) sieht der, sich in Bearbeitung befindende, Aktionsplan zur Strategie Biodiversität Schweiz ein umfassendes Paket an Massnahmen vor, die dazu beitragen sollen, dass die meisten Arten und Lebensräume in der Schweiz ausreichend resilient sein werden.

Handlungsfeld	Ziele der Anpassung	Stossrichtung
<p>Genpool:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Klimawandel gefährdet lokale Artenvorkommen und erhöht das Risiko von Reliktpopulationen – Verlust wichtiger genetischer Ausprägungen beeinträchtigt das längerfristige Überleben von Arten mit geringen Anpassungsfähigkeiten und kleinen Populationen. 	<ul style="list-style-type: none"> – Wichtige (Teil-)Populationen bei ausgesuchten klimasensitiven Arten sind bekannt. – Die Gendrift in kleinen (Teil-) Populationen ausgewählter Arten wird überwacht. – Der Verlust an genetischer Vielfalt ist reduziert. 	<p>Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Verbessern des Wissenstands und -austausches bezüglich der klimatischen Auswirkungen auf den drei Ebenen der Biodiversität (Vielfalt der Gene, Arten und Lebensräume) sowie bezüglich der Anpassungsfähigkeit dieser drei Ebenen. – Weiterführen und sektorübergreifender Ausbau der Monitoringaktivitäten zur Überwachung von Arten, der Artenvielfalt und insbesondere neu von Lebensräumen.
<p>Lebensräume und Arten: Der Klimawandel kann sich sowohl positiv als auch negativ auf Arten und Lebensräume auswirken.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bewohner von Trockenstandorten können profitieren – Bewohner feuchter Lebensräume zählen zu den Verlierern. – Wandel in Zusammensetzung aquatischer Lebensgemeinschaften bereits absehbar. – Lebensraum alpiner Arten (besondere Verantwortung der Schweiz) wird kleiner. – Veränderte Artenzusammensetzungen führen zu neuen Lebensräumen und -gemeinschaften. 	<ul style="list-style-type: none"> – Prioritär vom Klimawandel betroffene und zu erhaltende Lebensräume und Arten sind bekannt; die Bewertung wird laufend an die sich verändernden Bedingungen angepasst und kommuniziert. – Die notwendigen Erhaltungs- und Fördermassen sind international, mit den anderen Sektoren sowie mit den Kantonen koordiniert. – Für die heute bekannten Lebensräume und Arten, die besonders stark betroffen sind (Gewässer- und Feuchtlebensräume, alpine Lebensräume), werden umgehend erste Massnahmen ergriffen. 	<p>Information / Sensibilisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> – Aufzeigen von Möglichkeiten zur Erhaltung der landschaftscharakteristischen Lebensraumvielfalt bei Nutzungsanpassungen infolge des Klimawandels. – Bewerten möglicher Artenverluste als Entscheidungsgrundlage für das Weiterentwickeln der Handlungsprioritäten (national prioritäre Arten, Artenförderungskonzepte etc.). – Empfehlungen in Zusammenarbeit mit den zuständigen Bundesstellen an Landnutzerinnen und -nutzer und Betroffene, um die weitere Verbreitung bisheriger und neuer invasiver Arten zu verhindern.
<p>Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten: Der Klimawandel begünstigt die Etablierung und Ausbreitung gebietsfremder Arten und führt dazu, dass sich mehr dieser Organismen invasiv verhalten werden. Die Geschwindigkeit und das Ausmass der Ausbreitung werden wesentlich durch menschliche Aktivitäten geprägt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Invasive gebietsfremde Arten mit hohem Schaden-potenzial werden frühzeitig erkannt. – Massnahmen zur Prävention und Bekämpfung international abgestimmt und sektor-übergreifend frühzeitig ergriffen (unkontrollierte Ausbreitung verhindern) – Handel und Bevölkerung sind sensibilisiert und bleiben informiert. 	<p>Förderung, Umsetzung von Massnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Erhalten und Fördern von Populationen mit ausreichendem Genaustausch mithilfe einer ökologischen Infrastruktur von Schutz- und Vernetzungsgebieten und durchlässigen Landschaften. – Entwickeln von Standards für die Prüfung von Umsiedlungsmassnahmen für ausgewählte klimasensitive Lebensräume und Arten.
<p>Biotopverbund / Vernetzung: Klima-induzierte Wanderungsbewegungen erhöhen Bedarf an Vernetzung der Lebensräume und Durchlässigkeit der Landschaft. Klimabedingte Veränderungen der Umgebungsnutzungen (z. B. eine intensivere Landwirtschaft) haben auch Auswirkungen auf die Qualität wertvoller Biotope und deren Vernetzung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Die Schweiz verfügt über eine ökologische Infrastruktur von Schutz- und Vernetzungsgebieten, die ein breites Spektrum der klimabedingten Wanderungs- und Ausbreitungsbewegungen abdeckt. – Dieses nationale Verbundsystem ist international eingebettet und national raumplanerisch verbindlich festgelegt (Sachplan Biodiversität). 	<p>Rechtlicher Rahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Festlegen einer raumplanerisch verbindlichen, nationalen ökologischen Infrastruktur von Schutzgebieten und Vernetzungsflächen mit internationaler Anbindung (u. a. Abstimmung auf das europäische Schutzgebietsnetzwerk «Smaragd») – Kritisches Begleiten von Nutzungsanpassungen bei den wichtigsten Landnutzern; Hinwirken auf Anpassungen zugunsten der langfristigen Erhaltung der Biodiversität und zugunsten von multifunktionalen Ökosystemleistungen.
<p>Ökosystemleistungen: Menschliches Wohlergehen hängt von einer Vielzahl von Ökosystemleistungen ab. Im Biodiversitätsmanagement stehen regulierende Dienstleistungen von Ökosystemen im Vordergrund, die durch den Klimawandel unter Druck geraten (z.B. Kohlenstoffspeicherung in Moorböden, der Schutz vor Hangrutschungen und Murgängen durch die Vegetation).</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Multifunktionale Ökosystemleistungen in allen Sektoren erkannt und bei Entscheidungen berücksichtigt. – Widerstandsfähigkeit der Ökosysteme und die Veränderung von Ökosystemleistungen überwacht. – Bei nationalen Entscheiden zu klimabedingten Nutzungsanpassungen in anderen Sektorpolitiken: Überlegungen zur Auswirkung auf die globale Biodiversität und Ökosystemleistungen einbezogen. 	

Tabelle 10: Handlungsfelder, Ziele sowie Stossrichtungen im Sektor Biodiversitätsmanagement zur Anpassung an den Klimawandel (Quelle: BAFU, 2012a).

Massnahmen des Aktionsplans 2014 «Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz» zur Anpassung des Biodiversitätsmanagements

— **Anpassungsfähigkeit verbessern, Risiken evaluieren, Handlungsspielräume schaffen**

Mittels Risikoanalysen werden die Auswirkungen des Klimawandels auf Arten und ihre Lebensräume aufgezeigt. Daraus ergeben sich Hinweise auf wichtige Einflussfaktoren und vorhandene Handlungsspielräume. Ein andauernder Klimawandel kann

z. B. gebietsfremde Arten begünstigen, welche die einheimische Fauna oder Flora verdrängen können. Solche Entwicklungen müssen kontinuierlich überwacht werden.

Mit dem Klimawandel werden sich die Anforderungen an einzelne Gebiete (z. B. Biotope von nationaler Bedeutung) für den Erhalt der Biodiversität verändern. Es soll untersucht werden, wo Schutzgebiete mit Fördermassnahmen aufgewertet werden können und wo die Möglichkeit besteht, neue Schutzgebiete zu schaffen, um als zukünftige Lebensräume unter einem veränderten Klima infrage zu kommen. Auch muss es empfindlichen Arten, die sich nicht an eine starke Klimaänderung anpassen können, ermöglicht werden, in Räume auszuweichen, die ihren Bedürfnissen besser entsprechen.

— **Wertvolle Lebensräume erhalten und fördern**

Die Bedingungen für Lebensräume, die auf eine ausreichende Wasserversorgung angewiesen sind (z. B. Moore und Gewässerlebensräume), dürften sich mit dem Klimawandel tendenziell verschlechtern. Um den Erhalt dieser Gebiete sicherzustellen, sollen auch im Hinblick auf die Nutzungsansprüche anderer Wassernutzer (z. B. der Landwirtschaft) geeignete Massnahmen gefunden und umgesetzt werden.

Mit dem Klimawandel können auch neue natürliche Lebensräume entstehen, die einen hohen Stellenwert für die Biodiversität haben und für welche die Schweiz eine grosse internationale Verantwortung trägt. Ein Beispiel dafür sind Flächen im Vorfeld abschmelzender Gletscher. Der Status dieser Flächen ist ebenso zu klären wie der Umgang mit allfälligen Interessenkonflikten, z. B. im Bereich des Schutzes vor Naturgefahren.

— **Biodiversität im Siedlungsraum fördern**

Grün- und Freiflächen in den Städten sollen so gestaltet werden, dass sie nicht nur einen Beitrag zu einem angenehmen Stadtklima leisten, sondern auch zur Biodiversität beitragen. Pilotprojekte können Grundlagen für mögliche Vorgaben an die Raumplanung im städtischen Raum liefern.

— **Beeinträchtigungen durch Anpassung in anderen Sektoren minimieren**

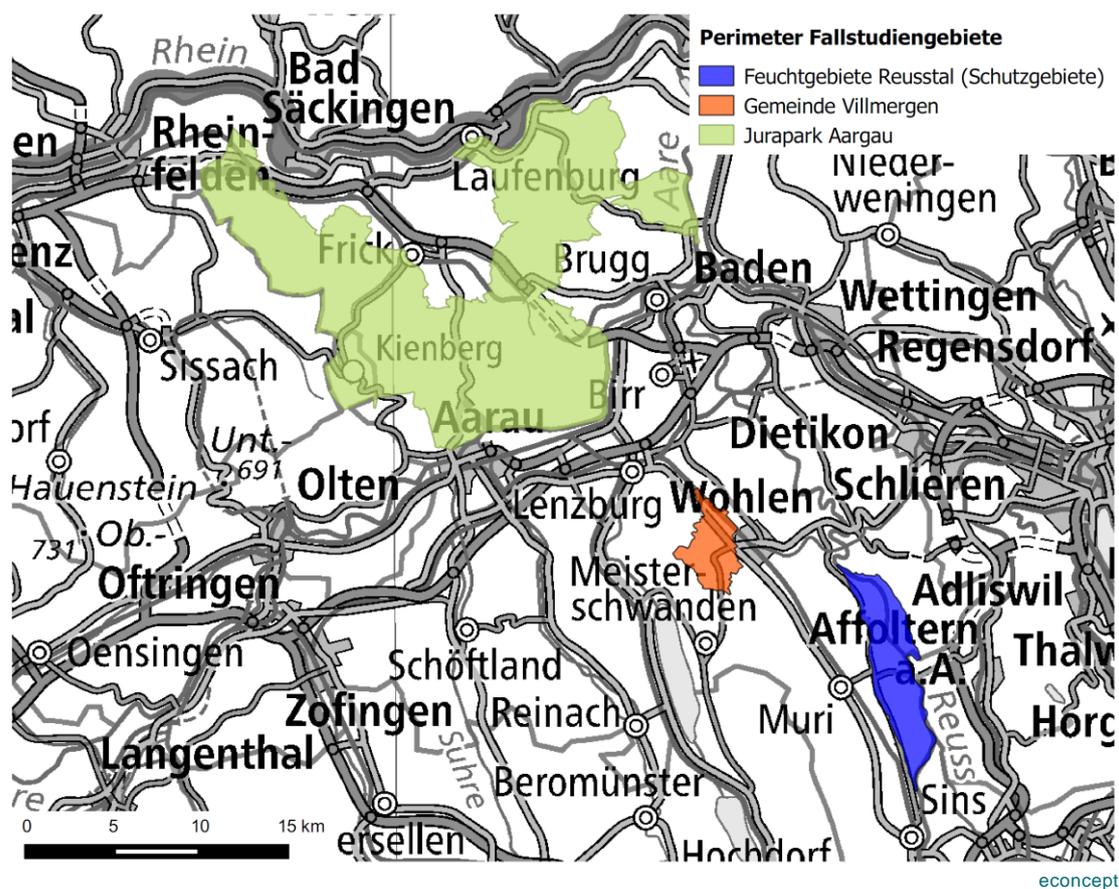
Anpassungsmassnahmen in verschiedenen Sektoren (Energie, Tourismus, Landwirtschaft, Wasserwirtschaft etc.) können empfindliche natürliche Lebensräume, vom Menschen bisher wenig beeinflusste Landschaften und die Leistungen von Ökosystemen beeinträchtigen und mit den Bestimmungen zum Schutz der Biodiversität in Konflikt geraten. Die damit verbundenen Risiken müssen vertieft analysiert werden. Bei Bedarf sind die Anforderungen an den Schutz von Arten und Lebensräumen zu überprüfen und wo nötig zu ergänzen.

Mögliche Synergien können sich bei der Früherkennung neuer Krankheitsüberträger, Schadorganismen für die Land- und Waldwirtschaft und invasiven gebietsfremden Arten ergeben. Werden diese bekämpft, gilt es darauf zu achten, dass nicht unbeabsichtigt schutzbedürftige Arten in Mitleidenschaft gezogen werden.

4.2 Umgang mit dem Klimawandel im Biodiversitätsmanagement auf lokaler Ebene: Die drei Fallstudiengebiete

In den nachfolgenden Kapiteln werden die drei Fallstudiengebiete, welche im Zentrum der vorliegenden Studie stehen, vorgestellt. Für jedes Fallstudiengebiet wird der für dieses Pilotprojekt ausgewählte Lebensraum beschrieben und anhand von Angaben aus der Literatur dargestellt, welcher Einfluss des Klimawandels auf den jeweiligen Lebensraum zu erwarten ist. Zudem werden pro Fallstudiengebiet die Ergebnisse von Interviews mit Expertinnen und Experten präsentiert, welche eine wichtige Grundlage für die weiteren Arbeiten bilden.

«Übersicht der drei Fallstudiengebiete»



Figur 11: Perimeter der drei Fallstudiengebiete

4.3 Fallstudie 1: Nährstoffarme Feuchtgebiete im Reusstal

4.3.1 Das Fallstudiengebiet

Die Reuss durchfliesst den Kanton Aargau auf 57 Kilometern von der südlichen Kantons-grenze zu Zug und Luzern Richtung Norden bis zur Einmündung in die Aare bei Win-disch. Der Flusslauf wird von markanten alten Flussmäandern, Resten natürlicher Auen-wäldern und in der Schweiz seltenen Riedstandorten (Flachmooren) begleitet (Widmer

2007). Der Auenschutzpark Aargau vernetzt die noch vorhandenen Überreste der ehemals grossflächigen Auenlandschaften entlang Aare, Reuss, Limmat und Rhein (Kanton Aargau 2014b).

Die Landschaft entlang der Reuss wird im südlichen Abschnitt als Reussebene, im Abschnitt nördlich von Bremgarten als Unteres Reusstal bezeichnet. In der Reussebene, südlich von Bremgarten bis zur Brücke Mühlau, ist die Reuss durch einen Hochwasserschutzdamm von der restlichen Ebene getrennt. Weite Teile der flussangrenzenden Gebiete im Auenbereich sind als Naturschutzgebiete im Zuge der Reusstalsanierung gesichert worden. Flachmoore, Amphibienlaichgebiete und Auen ergänzen und überlagern sich (Widmer 2007). Von der Brücke Mühlau bis zur Kantonsgrenze zu Luzern wird das Land entlang der Reuss vorwiegend landwirtschaftlich genutzt. Als wichtigste Ausnahme ist das Feuchtgebiet im Schachen bei Oberrüti zu erwähnen. Der Flusslauf im Unteren Reusstal, nördlich von Bremgarten bis Mellingen, beginnt mit weiten Mäandern in regelmässig überschwemmten Auenflächen. Er ist durch Waldriegel, langgezogene Uferwälder, Altläufe und Terrassenkanten gegliedert. Mit Äckern, Kiesgruben und Forsten werden Teile der Fläche intensiv genutzt (Widmer 2007). Das Landschaftsbild ändert sich markant im nördlichsten Flussabschnitt von Mellingen bis Windisch, in welchem die Überflutungsbereiche meist auf schmale Uferstreifen reduziert sind. Die Reuss verläuft hier tief eingeschnitten als Wildfluss. Die Hänge sind sehr steil und überwiegend mit naturnahen Laubmischwäldern bestockt (Widmer 2007).

«Auenlandschaften im Kanton Aargau»



Kanton Aargau

Figur 12: Auenlandschaften (rot markiert), die durch den Auenschutzpark Aargau vernetzt sind.

Die Landschaften entlang der Reuss, die seit Jahrhunderten landwirtschaftlich genutzt werden, waren immer wieder von schweren Überschwemmungen betroffen. Im 19. Jahrhundert wurde deshalb ein Projekt für die Entsumpfung des Reusstals beschlossen. Die Reussebene wurde um 1860 erstmals umfassend melioriert, durch ein Kanalsystem entwässert und mit einem Hochwasserdamm von Mühlau bis Rottenschwil geschützt (Widmer 2007). Ein Jahrhundert-Hochwasser am 27. Juni 1953 war der Auslöser für eine umfassende Reusstalsanierung, welche in einem komplexen Verfahren zwischen 1970 und 1990 realisiert wurde. Das Mehrzweckprojekt trug der Energienutzung, der Hochwassersicherung, der landwirtschaftlichen Bodenverbesserung sowie dem Natur- und Landschaftsschutz Rechnung. Mit Dammbauten, Entwässerungskanälen, einer neuen Flureinteilung und der Abgrenzung von Naturschutzzonen gab der Mensch der Reussebene das heutige Gesicht (Widmer 2007).

4.3.2 Beschreibung des Lebensraums und der ausgewählten Arten

Lebensraum «nährstoffarme Feuchtgebiete»

In der Fallstudie «nährstoffarme Feuchtgebiete im Reusstal» werden die gesamten Feuchtgebiete, entsprechend dem Perimeter der Schutzgebiete, als Lebensraum untersucht. Mit dem Begriff «Reusstal» werden in diesem Bericht die gesamten Landschaften entlang des Flusslaufes im unteren Reusstal und in der Reussebene bezeichnet. Ein Kartenausschnitt der Reussebene sowie ein beispielhafter Detailausschnitt des Lebensraums sind in Anhang A-3 abgebildet.

Das Reusstal ist im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) enthalten. Die Feuchtbiotope sind Rückzugsgebiete für bedrohte Pflanzen und Tiere. Sie enthalten artenreiche Pfeifengraswiesen, Kleinseggen- und Hochstaudenriede, Reste der ehemaligen Reussauen, und sind Lebensraum verschiedener Vogel-, Libellen- und Amphibienarten (Widmer 2007).

Der Lebensraum der Feuchtgebiete entlang des Flusslaufes ist kleinräumig sehr vielfältig strukturiert. Der Bereich zwischen dem Flusslauf und den Hochwasserdämmen, auch (Reuss-)Vorland genannt, wird periodisch überflutet. Die Auenböden sind aufgrund des hohen Grundwasserspiegels meist wassergesättigt und aufgrund der regelmässigen Sediment-Ablagerungen sehr fruchtbar. Sie sind durch periodische Wechsel von Überschwemmungen und Trockenheit, Erosion und Sedimentation und einem hohen Nährstoffaustausch geprägt (Widmer 2007).

Die Feuchtgebiete beherbergen mit den Streuwiesen auch eine für das Reusstal typische Kulturlandschaftsform. Die Streuwiesen sind durch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung entstanden. Durch den jährlichen Streuschnitt im Herbst und den Abtransport des Pflanzenmaterials werden die Nährstoffe entzogen. In der Vegetationskunde werden Streuwiesen als Kleinseggen-, Grosseggen-, Hochstauden- und Pfeifengras-Ried unterschieden. In der Reussebene dominiert die Pfeifengraswiese. Sie gehört zu den artenreichsten Lebensräumen für seltene und bedrohte Pflanzen. Im Pfeifengras-Ried sind die Lichtverhältnisse für niedrige bis mittelhohe Pflanzen, die Feuchtigkeit ertragen, viel

günstiger als in Nasswäldern. Beim geringen Mineralstoffangebot kann eine bestimmte Zahl langsam wachsender Pflanzenarten nebeneinander existieren, die an anderen, nährstoffreicheren Standorten fehlen, weil sie dort durch schnellwüchsige Arten verdrängt werden (Widmer 2007).

Die Kreuzkröte

Die Kreuzkröte (*Bufo calamita*) ist eine ausgesprochene Pionierart und bestens an dynamische, sich verändernde Lebensräume mit vegetationsarmen Rohböden und zeitweise wassergefüllten Bodensenken, Tümpeln und Feuchtstellen angepasst. Durch ihre Wanderfreude kann sie neu entstandene Laichgewässer bis mehrere Kilometer Entfernung rasch besiedeln. Die Kreuzkröte ist auf seichte, trockenfallende und damit feindarme Pioniergewässer spezialisiert. Die Eier und Kaulquappen der Kreuzkröte sind wärmetoleranter als die anderer Arten und dadurch sehr gut an die charakteristische, rasche Erwärmung der Gewässer angepasst. In trockenen Perioden können die Eier und Kaulquappen allerdings vertrocknen, wenn das Gewässer zu früh trockenfällt. Durch die lange Fortpflanzungsperiode von April bis August, die hohe Zahl an Nachkommen (1000–4000 Eier) und die rasche Entwicklungszeit der Kaulquappen (4–6 Wochen, ausnahmsweise bis 12 Wochen) wird das Risiko beim Ablachen etwas verringert. Darüber hinaus ist der Konkurrenz- und Prädationsdruck an diesen Pionierstandorten relativ gering, da durch Störung entstandene Flächen mit temporären Wasserstellen in diesem Stadium für die meisten anderen Tier- oder Pflanzenarten noch nicht attraktiv sind respektive noch nicht entdeckt wurden. Sobald diese Pionierstandorte zuwachsen, werden sie für die Kreuzkröte unattraktiv (Karch 2010).

Die ursprünglichen Lebensräume der Kreuzkröte finden sich in Flussauen und in flach auslaufenden Seeufern mit spärlicher Ried- und Röhrichvegetation. Aufgrund des Rückgangs dieser Lebensräume ist die Kreuzkröte gezwungen, auf vom Menschen geschaffene Lebensräume auszuweichen (z.B. in Kiesgruben, auf Waffenplätzen oder gelegentlich in Sand- und Lehmgruben, Steinbrüchen, Deponien sowie auf Baustellen, überschwemmten Wiesen und Äckern). Das Charakteristische des Kreuzkröten-Lebensraumes sind die immer wieder aufs Neue entstehenden, temporär wasserführenden, flachen, vegetationsarmen Tümpel sowie überschwemmte Flächen an Seeufern, welche der Kreuzkröte als hervorragende Laichgewässer dienen. Sonnenexponierte Lagen sind wegen der raschen Erwärmung des Wassers wichtig. Der Land- und Winterlebensraum besteht aus trockenwarmem Offenland, meist mit lockerem, sandigem oder kiesigem Untergrund, wie zum Beispiel Ruderalstandorte oder Brachen. Tagsüber halten sich Kreuzkröten in Unterschlüpfen wie unter grossen Steinen, Totholz, Holz- und Steinhäufen oder in teilweise selbst gegrabenen Erdgängen auf (Karch 2010).

Die Kreuzkröte gehört zu den Arten auf der roten Liste und ist als stark gefährdet eingestuft. Die Kreuzkröte ist in der Schweiz durch das Natur- und Heimatschutzgesetz und dessen Verordnung geschützt (Art 18 NHG 1966, Art 20 NHV 1991). Die Laichgebiete von nationaler Bedeutung stehen unter zusätzlichem Schutz (AlgV 2001) (Karch 2010). Die Ursachen für den Rückgang der Kreuzkröte liegen im fast vollständigen Verlust der natürlichen Lebensräume (Primärlebensräume), welche sich in den Flussauen nicht regu-

lierter Fliessgewässer und an unregulierten Seeufern befanden. Die Kreuzkröte ist mittlerweile auf ein Angebot an vom Menschen geschaffenen, temporären Gewässern angewiesen. Diese enorm wichtigen Sekundärlebensräume verzeichnen einen grossen Rückgang. Dieser beruht auf der Nutzungsaufgabe mit anschliessender Rekultivierung von Abbaugebieten respektive einer Intensivierung des Abbaus, aber auch auf landwirtschaftlichen Bodenverbesserungen wie Auffüllen von Bodensenken oder Eindämmung von Überflutungsflächen (Karch 2010).

Die Kreuzkröte ist eine der Verantwortungsarten des Kantons Aargau und soll als Zielart des kantonalen Amphibienschutzkonzeptes (KASK) speziell gefördert werden. Das untere Reusstal und die Reussebene gehören zu den Schwerpunktgebieten des Amphibienschutzkonzeptes, in welchen die wichtigsten kantonalen Amphibienbestände vorkommen. Das bisherige KASK-Monitoring (seit 1999) hat über das ganze Kantonsgebiet gezeigt, dass das Vorkommen fast aller Zielarten, auch das der Kreuzkröte, seit 1999 ungefähr konstant ist. Innerhalb der einzelnen Schwerpunktegebiete haben aber Veränderungen stattgefunden. Im unteren Reusstal wurden im untersuchten Gebiet 2006 erstmals keine Kreuzkröten mehr beobachtet. Das Monitoring untersucht auch die Wirkung von Fördermassnahmen. Für die Kreuzkröte konnte eine positivere Bestandsentwicklung von Standorten mit Fördermassnahmen im Vergleich zu Standorten ohne Fördermassnahmen festgestellt werden. (Kanton Aargau 2007)

Schilf

Der Schilf (*Phragmites australis*) kommt an Ufern von stehenden und langsam fliessenden Gewässern vor. Er wächst auf sumpfigen und nassen, nährstoffreichen und schwach sauer bis neutralen (pH 4.5-7.5) Böden und bildet grosse Bestände. Er wird durch halbschattige, warme Standorte (kolline Stufe) begünstigt. Durch das Bilden von Leghalmen kann sich das Schilf vegetativ relativ rasch verbreiten.

4.3.3 Einfluss des Klimawandels

In einer Untersuchung von Thiele et. al (2014) zeigen sich schon heute in den untersuchten FFH-Gebieten⁸ Anzeichen einer zunehmenden Verlandung von Kleingewässern und einer Austrocknung von Feuchtgebietslebensräumen. Diese Prozesse sind einerseits durch Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt (Deichbau, Entwässerung) bedingt, erfahren aber andererseits durch das immer trockener werdende Klima auch eine Verstärkung. Für den Lebensraum Feuchtgebiete wird davon ausgegangen, dass eine umso höhere Klimasensibilität vorliegt, je enger die ökologischen Amplituden einer Art gegenüber Temperatur und Feuchte sind und je mehr die Art an kühle und nasse Habitate angepasst ist. (Thiele 2014). Durch ein zukünftig vermehrtes Auftreten von Starkniederschlags- und Hochwasserereignissen besteht die Gefahr von verstärkten Nährstoffeinträgen durch Überflutungen der Feuchtgebiete. Dadurch können auf nährstoffarme Standorten

⁸ FFH: Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie = Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen

te spezialisierte Arten durch konkurrenzstärkere Arten verdrängt werden. Die Ausbreitung des Schilfs wird dadurch begünstigt.

Für die Kreuzkröte sind fehlender Niederschlag und erhöhte Temperaturen während des Entwicklungsstadiums eine besondere Gefahr. Solche klimatischen Bedingungen können zur Austrocknung der Laichgewässer führen, so dass die Larvenentwicklung nicht abgeschlossen werden kann (Thiele 2014). In einer Untersuchung der Klimasensibilität von Feuchtgebietsarten von Thiele et. al (2014) wurde die Kreuzkröte in die mittlere Risikokategorie eingestuft. Die genannte Studie identifiziert folgende Negativfaktoren des Klimawandels für klimasensible Amphibienarten:

- Die enge Bindung an Feuchtgebiete bzw. Gewässer.
- Wärmere Winter bedingen einen erhöhten Energieverbrauch; dadurch sind Einschränkungen der Fitness und der Reproduktionsleistung möglich.
- Längere und zunehmende Trockenperioden können zu Lebensraumverlusten bzw. Einschränkungen des Lebensraums aufgrund von Austrocknung oder Wasserstandsschwankungen von Feuchtgebieten oder Gewässern führen. Dadurch besteht auch die Gefahr der Austrocknung von Brutgewässern vor Abschluss der Metamorphose und Absterben der Kaulquappen.
- Aufgrund von höheren Frühjahrstemperaturen ist eine Vorverlegung der Laichzeit und Herabsetzung des Fortpflanzungserfolgs bei nachfolgenden Kälteeinbrüchen möglich.
- Durch eine erhöhte UV-Exposition kann die Anfälligkeit für Pilzerkrankungen steigen.
- Zudem wird vermutet, dass ein erhöhter Energieverbrauch aufgrund wärmerer Winter zu einer verminderten Immunabwehr und damit stärkeren Anfälligkeit für Pathogene führen kann (Röder 2010).

Eine aktuelle Studie (UNA, 2015) weist darauf hin, dass das Austrocknen von Kleingewässern die Feinde (Fische) des Laichs reduziert und somit auch einen positiven Einfluss auf die Reproduktion im Folgejahr haben kann. Grundsätzlich betont aber auch diese Studie die direkte Gefahr der Austrocknung der Tiere und deren Laichgebiete.

4.3.4 Ergebnisse der Interviews mit Expertinnen und Experten

Im Rahmen von Interviews mit lokalen Experten/innen werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die betrachteten Lebensräume und Arten, die Möglichkeiten zum Umgang mit diesen Auswirkungen und die Zusammenhänge mit Ökosystemleistungen diskutiert. Die Liste der Befragten und der Interviewleitfaden finden sich in den Anhängen A-1 und A-2. Im Folgenden werden die Hauptaussagen der Experten/innen zusammengefasst und ausgewählte Einzelaussagen sowie genannte Vorschläge zur Anpassung des Biodiversitätsmanagements an den Klimawandel wiedergegeben. Abschliessend folgt ein Fazit aus Sicht der Zielsetzungen im Pilotprojekt.

Zusammenfassung der Hauptaussagen zur Fallstudie «Nährstoffarme Feuchtgebiete im Reusstal»

Thema	Zusammenfassung der Aussagen aus den Experten/innen-Interviews
Generelle Anmerkungen: Projektdesign, Lebensraum/Arten, Einflussfaktoren, Ziele des Naturschutzes	<ul style="list-style-type: none"> — Die Auswahl der Arten wird teilweise in Frage gestellt: Kreuzkröte ist nicht typischste Feuchtgebietsart, nicht geeignet als Flagship-Art. — Politische Grenzen sind als Projektperimeter nicht geeignet. — Die Hydrologie des Reusstals ist komplex, Unterteilung in unterschiedliche Gebiete mit unterschiedlichen Eigenschaften muss berücksichtigt werden. — Der Lebensraum wird durch verschiedenste Faktoren beeinflusst, der Klimawandel ist nur einer davon. Andere Faktoren werden teilweise als bedeutender beurteilt. — Die zukünftigen Finanzierungsmöglichkeiten von Naturschutzmassnahmen sind unsicher (angesichts von kantonalen Sparvorgaben). Die Experten sind sich über die Zweckmässigkeit bzw. den Aufwand/Ertrag von erhaltenden Naturschutzmassnahmen uneinig.
Zustand des Lebensraums	<ul style="list-style-type: none"> — Vernetzung der Feuchtgebiets-Lebensräume wird unterschiedlich beurteilt: isolierte Gebiete vs. gute Vernetzung dank Bewirtschaftungsverträgen mit Landwirtschaft. — Hoher ökologischer Wert des Lebensraums, hohe Biodiversität — Lebensraum kann nur dank hohem Pflege- und Unterhaltsaufwand erhalten werden. — Kleinere Schutzgebiete sind schlechter gepuffert als grössere Schutzgebiete, allgemein zu hoher Nährstoffgehalt. Es sind kaum Pfeifengras und Seggenriede vorhanden, Hochstauden überwiegen → eigentlich kein nährstoffarmer Lebensraum
Beobachtete Veränderungen	<ul style="list-style-type: none"> — Zunahme von Nährstoffeinträgen (Hochwasser, Landwirtschaft) und verlängerte Vegetationsperioden führen zur Zunahme der Biomasse — Umwandlung von Pfeifengraswiesen zu Hochstauden — Ausbreitung von Problemarten/invasiven Arten — Veränderte Grundwasserverhältnisse seit der Reusstalsanierung haben Lebensräume verändert — Kreuzkröte: <ul style="list-style-type: none"> – Bestandesabnahme beobachtet, Bestände sind klein und isoliert — Schilf: <ul style="list-style-type: none"> – Vorkommen wird unterschiedlich beurteilt: Ausbreitung in neue Standorte und Verdrängung von Arten vs. Installierung an bisherigen Standorten – Schilf hat positive Eigenschaften als Lebensraum diverser Vogelarten – Veränderung v.a. aufgrund veränderter Nutzungsbedingungen, nicht Klima
Einfluss Klimawandel und Extremereignisse	<ul style="list-style-type: none"> — Hochwasser: Schlick- und Nährstoffeinträge, erfordern zusätzliche Massnahmen für Nährstoffexport — Trockenperioden: Torfoxidation, Nährstofffreisetzung, Bewässerung für Landwirtschaft/Naturschutz wird Konfliktpunkt — Verlängerte Vegetationsperiode: Nachwachsen nach zweitem Schnitt, erhöhte Biomasse und Nährstoffe — Erwärmung: Neue invasive Arten, für Kreuzkröte ist Erwärmung ev. positiv (sofern Wasser verfügbar)
Weitere klimasensitive Arten	<ul style="list-style-type: none"> — Zunahme Neophyten/Neozoen — Vögel: Veränderung der Artenvorkommen — Einwanderung mediterraner Libellenarten
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> — Management von Pionierflächen ist aufwändig, Abwägungen Aufwand/Naturschutzziele, zunehmend Flächen mit 2 Schnitten — Strukturvielfalt schaffen, grossräumige Konzepte notwendig — Zunahme Goldrautenflächen, allg. invasive Neobiota — Bewässerung in Trockenperioden (Naturschutz/Landwirtschaft) — Interessenkonflikte Schutz/Nutzung werden oft zugunsten Nutzung entschieden, Schutzstatus wird nicht respektiert — Steigender Nährstoffeintrag aus der Landwirtschaft
Massnahmen heute	<ul style="list-style-type: none"> — Oberbodenabtragungen für Nährstoffexport — Nährstoffpufferzonen

Thema	Zusammenfassung der Aussagen aus den Experten/innen-Interviews
	<ul style="list-style-type: none"> — Neue Pflegekonzepte: Beweidung mit Wasserbüffeln, Bodenverdichtung — Schnittkonzept: Frühschnitt (Mai/Juni), oft zweiter Schnitt — Bekämpfung invasiver Neobiota — Versuche mit Wasserregulierung für Kreuzkröte
Empfehlungen für Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> — Flächenvergrößerung, Vernetzung — Nährstoffpuffer schaffen — Amphibien: Wasserregulierungsmöglichkeit schaffen, Beschattung der Laichgewässer vermeiden — Schnittregime anpassen, Beweidung
zu akzeptierende Entwicklungen	<ul style="list-style-type: none"> — Neobiota bekämpfung nicht vollständig möglich, Fokus auf Schutzgebiete — Veränderung des Wasserregimes — Verlust typischer Riedarten — Unterschiedliche Ansichten bezüglich Arterhalt: Verpflichtung zum Erhalt von Schutzarten oder Betrachtung in grösserem Kontext, Abwägung des möglichen Aufwands
Merkblatt (für Gemeinden)	<ul style="list-style-type: none"> — Zweckmässigkeit eines Merkblattes wird in Frage gestellt, Gemeinden sind nicht für Naturschutzflächen zuständig — Komplexität ist generell zu hoch für Merkblatt, falls Merkblatt, dann kurz und einfach anwendbar, praxisorientiert — Neobiota problem betrifft auch Private
Durch das Fallstudiengebiet erbrachte Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Erholung — Hochwasserschutz (durch Überschwemmungsgebiete) — Natürliche Vielfalt — Fruchtbare Flächen für die Landwirtschaft — Trinkwasser — Erneuerbare Energie
Konflikte/Problemfelder betreffend Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Hochwasserschutz vs. natürliche Vielfalt: Überschwemmungen führen zu Nährstoffeinträgen — Hochwasserschutz vs. erneuerbare Energien — Erholung vs. natürliche Vielfalt: Erholungsnutzung mit potentiell negativen Auswirkungen auf Schutzgebiete — Wasserbedarf der Landwirtschaft — Aufgrund Bedarf nach Ausgleichsflächen (groses Infrastruktur-Projekt Ausbau A6) geraten Landwirtschaftsflächen unter Druck
Erwartete Entwicklung der Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Zunahme von Hitze- und Trockenperioden führt vermehrt zu Konflikten bezüglich Wassernutzung (Grundwasserfassung, Bewässerung, Naturschutz) — Zunahme Spitzen-Hochwasser führt zu Schäden in den Schutzgebieten mit Auswirkungen auf die natürliche Vielfalt — Siedlungsdruck, Bevölkerungszunahme, Infrastrukturprojekte ebenfalls relevant
Nutzung und Nutzen Konzept Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Der Begriff «Ökosystemleistungen» ist in der Regel bekannt — Das Konzept «Ökosystemleistungen» wird jedoch nicht verwendet und als zu abstrakt und zu wissenschaftlich bezeichnet — Mehrwert des Konzepts «Ökosystemleistungen» für die Praxis wird in Frage gestellt
Dokumentation/Erfassung von Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Erholungsleistung wird mit Einzelerhebungen (Stiftung Reusstal) und im Rahmen der Besucherlenkung (Kanton AG, Abteilung Landschaft und Gewässer) erfasst — Die natürliche Vielfalt wird im Projekt Flora Aargau sowie in verschiedenen weiteren Erhebungen der Abteilung Landschaft und Gewässer des Kantons Aargau dokumentiert
Systematische Erfassung und Beobachtung von Ökosystemleistungen im Zeitverlauf	<ul style="list-style-type: none"> — Nutzen nur gegeben, wenn dadurch der Wert der verschiedenen Leistungen der Flächen besser ausgewiesen werden kann — Nutzen/Kosten-Verhältnis von systematischen periodischen Erhebungen fraglich — Bestehende Erhebungen genügen

Tabelle 11: Experten/innen-Interviews zur Fallstudie «Nährstoffarme Feuchtgebiete im Reusstal»: Zusammenfassung der Hauptaussagen

Einzelaussagen

Einzelaussagen von Experten/innen

- Ein Hauptgrund für Veränderungen des Lebensraums sind veränderte Nutzungsbedingungen; der Klimawandel ist (nur) ein zusätzlicher Faktor.
- Wir sollten keine Angst vor Veränderungen haben! Stabilität von Biotopen ist eine Illusion, es gibt wohl kein stabiles Klimax-Stadium.
- Der langfristige Erhalt der Feuchtgebiete (und der Kreuzkröte im Speziellen) erfordert grossräumige Konzepte. Der zur Verfügung stehende Raum ist entscheidend. Dies ist eine Frage der Prioritäten (im Naturschutz, politisch, gesellschaftlich).
- Klimawandel könnte für die Kreuzkröte auch positive Effekte haben, da sie eigentlich wärmeliebend ist. Heute sind grosse Bestände in Spanien und Portugal vorhanden.
- Wir erhalten "Luxusarten"; es sind Abwägungen notwendig. Was sind die Verpflichtungen des Mittelandes im Artenschutz?
- Bei Interessenkonflikten zwischen Schutz und Nutzung wird oft zugunsten der Nutzung entschieden. Der Schutzstatus von Naturschutzobjekten wird oft zugunsten von Interessen mit "höherer Priorität" übergangen.
- Es besteht ein rechtliches Spannungsfeld: Der Gesetzgebungsprozess gibt den Massstab für den Artenschutz vor (rote Liste); die Umsetzung von Pflegemassnahmen erfolgt auf dieser Basis (Schutzgebiete). Der Pflegeplan darf nicht geändert werden, solange der gesetzliche Auftrag gilt bzw. dieser nicht angepasst wird.
- Um Massnahmen entwickeln zu können, müssen zuerst die Ursache-/Wirkungsbeziehungen besser verstanden werden.
- Wenn Massnahmen definiert werden, muss Gewissheit bestehen, dass die erzielte Veränderung zum "richtigen" Zielzustand führt.
- Die Gemeinden werben zwar mit den Leistungen der Natur wie z.B. einer schönen Landschaft, sind aber kaum bereit, die Anliegen des Naturschutzes zu unterstützen. Kurzfristige politische Interessen überwiegen.

Tabelle 12: Einzelaussagen der befragten Experten/innen-Interviews zur Fallstudie «Nährstoffarme Feuchtgebiete im Reusstal»

Massnahmen im Biodiversitätsmanagement

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die heute bereits umgesetzten Massnahmen im Biodiversitätsmanagement im Reusstal und die Vorschläge der befragten Experten, wie diese Massnahmen allenfalls anzupassen wären, um den Lebensraum bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Zudem werden Vorschläge für neue Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel aufgeführt, die von den Experten genannt wurden. Es ist jedoch zu beachten, dass sich die Anpassungs- und Ergänzungsvorschläge von Massnahmen nicht nur auf die Anpassung an den Klimawandel beziehen, sondern auch auf andere negative Einflussfaktoren und Schwierigkeiten im Unterhalt des Lebensraums.

Massnahmen heute	Anpassungsvorschläge	Vorschläge neue Massnahmen
Oberbodenabtragungen für Nährstoffexport		
Bestehende Nährstoffpufferzonen	Nährstoffpuffer vergrössern, zusätzliche Zonen schaffen	
Schnittkonzept: Frünschnitt (Mai/Juni), oft zweiter Schnitt, Abtragen des Schnittguts (Nährstoffexport)	Schnittzeitpunkte an Veränderung der Vegetationsperiode anpassen, zusätzliche Schnitte, Beschattung der Laichgewässer vermeiden (Wärmebedarf der Larven)	
Beweidung mit Wasserbüffeln	evtl. Ausbau Beweidungsversuche (Massnahme unter Experten umstritten)	
Bodenverdichtung		
Bekämpfung invasiver Neophyten durch gezielte Schnitte und Beweidung		
Versuche mit Wasserregulierung für die Kreuzkröte	Wasserregulierungsmöglichkeiten verbessern, v.a. für Laichgewässer der Amphibien	
Bestehendes Monitoring	gezieltes Monitoring mit Einbezug klimatischer Veränderungen	
Bestehende Bewirtschaftungsverträge mit der Landwirtschaft		
		Naturschutzflächen vergrössern und besser vernetzen

Tabelle 13: Zusammenstellung der heute bestehenden Massnahmen im Biodiversitätsmanagement im Reusstal, sowie der Anpassungs- und Ergänzungsvorschläge der Experten/innen.

Fazit aus den Expertinnen- und Expertengesprächen zur Fallstudie «Nährstoffarme Feuchtgebiete im Reusstal»

Im Sinne eines ersten Fazits aus der Sicht der Zielsetzungen des Pilotprojektes werden nachstehend die wichtigsten Punkte festgehalten. Weitere, fallstudien-übergreifende Folgerungen sind in Kapitel 4.6 aufgeführt.

- Tendenziell stimmen die Annahmen der Expertinnen und Experten überein, dass die Kreuzkröte durch den Klimawandel eher bedroht und das Schilf eher begünstigt wird. Die Aussagen sind teilweise jedoch auch widersprüchlich. Es scheint keine vollständige Klarheit zu bestehen. Die Wahl der Kreuzkröte als «Fokus-Art» wird eher in Frage gestellt.
- Neben dem Klimawandel werden v.a. die hohen Nährstoffeinträge sowie die Ausbreitung von invasiven Neobiota als zentrale negative Entwicklungen und Bedrohungen gesehen.
- Der ökologische Wert des Lebensraums ist unbestritten hoch. Inwiefern der Lebensraum tatsächlich noch als «nährstoffarm» beurteilt werden kann, ist fraglich.
- Der heutige Pflegeaufwand wird als bereits sehr hoch beurteilt. Die Verhältnismässigkeit des Mitteleinsatzes für die Erhaltung einzelner Arten wird teilweise kritisch betrachtet, gerade im Hinblick auf mögliche Veränderungen durch den Klimawandel.

- Zentrale Empfehlungen zum Erhalt des Lebensraums sind die Vergrösserung und bessere Vernetzung der Schutzgebiete. Zusätzlich können die Unterhaltmassnahmen optimiert bzw. an die veränderten Rahmenbedingungen angepasst werden.
- Es besteht ein Interessenkonflikt zwischen Schutz und Nutzung, v.a. mit der Landwirtschaft und der Erholungsnutzung.

4.4 Fallstudie 2: Natur im Siedlungsraum in der Gemeinde Villmergen

4.4.1 Das Fallstudiengebiet

Die Gemeinde Villmergen liegt im aargauischen Freiamt, das aus den Bezirken Bremgarten und Muri besteht. Aufgrund des im Jahr 2007 beschlossenen Gemeindezusammenschlusses ist Hilfikon seit dem 1. Januar 2010 ein Ortsteil von Villmergen. Die Gemeinde zählt rund 6'800 Einwohner. Villmergen entwickelte sich in den letzten Jahrzehnten zusehends vom Bauerndorf zu einem bedeutenden Wirtschaftsstandort mit zahlreichen interessanten Gewerbe- und Industriebetrieben, die ca. 3'000 Arbeitsplätze anbieten. Gemäss dem Konzept zur räumlichen Entwicklung des Kantons Aargau (reAG) liegt Villmergen in einem urbanen Entwicklungsraum. Urbane Entwicklungsräume umfassen neben den Kernstädten ihre unmittelbare, dicht besiedelte Nachbarschaft (Metron 2011). Das Luftbild der Gemeinde in Anhang A-4 vermittelt einen Eindruck der Siedlungsstruktur.

Das Leitbild des Gemeinderats für eine nachhaltige Entwicklung der Gemeinde Villmergen verankert das Thema Raum und Umwelt mit folgendem Leitsatz: *«Wir schaffen die Voraussetzungen für die kontinuierliche, massvolle und gezielte Verbesserung des Lebensraums für Menschen, Tiere und Pflanzen. Wir schützen die natürlichen Ressourcen Wasser, Luft und Boden.»*

In der Gemeinde befinden sich drei Landschaftsschutzzonen, welche gleichzeitig auch wertvolle Erholungslandschaften sind sowie einzelne, eher kleinere Naturschutzgebiete, die mehrheitlich aus Magerwiesen und Feuchtgebieten bestehen. Einzelne Feuchtgebiete sind als Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung ausgeschieden. Westlich des Ortsteils Hilfikon steht der einzige geschützte Hochstammobstbestand. Im ganzen Gemeindegebiet gibt es weitere einzelne wertvolle Bestände, welche jedoch nicht geschützt sind. Westlich des Siedlungsgebiets Villmergen ist ein grosses Naturschutzgebiet von kantonaler Bedeutung ausgeschieden. Es besteht zum grössten Teil aus vertraglich gesicherten Waldflächen mit Nutzungsverzicht. Im Gemeindegebiet gibt es zudem vier geschützte Waldrandabschnitte in den Bereichen Hinterberg, Sägerei und Hämberehölzli. Das Gemeindegebiet wird von Wildtierkorridoren von nationaler und kantonaler Bedeutung und Vernetzungskorridoren für Amphibien umgeben. Das Siedlungsgebiet wird durch zwei Fliessgewässer strukturiert, welche über weite Strecken offen geführt werden. Im Landwirtschaftsgebiet bilden die offenen Bäche wichtige Vernetzungselemente. Der eingedolte Bachabschnitt im Bereich Hattematt hat grosses Potenzial für die ökologische

Aufwertung und Vernetzung der offenen Landwirtschaftsfläche. Dazu liegt ein Projekt für eine Offenlegung vor (Metron 2011).

Pilotprojekt «Natur im Siedlungsraum»

Im Zuge der grossen Bautätigkeit in der Gemeinde Villmergen regte der Präsident des Natur- und Vogelschutzvereins an der Gemeindeversammlung im Juni 2011 die Bewilligung eines Kredites für Massnahmen zur Stärkung der Natur im Siedlungsraum an (Gemeinde Villmergen 2011). Der Gemeinderat setzte anschliessend eine Arbeitsgruppe ein mit dem Auftrag, das Anliegen näher zu prüfen. Es wurden verschiedene Ideen für Aufwertungsprojekte in der Natur und der Landschaft im Baugebiet in Erwägung gezogen. Aufgrund dieser Initiative entstand das Pilotprojekt «Natur im Siedlungsraum» in der Gemeinde Villmergen, welches von der Abteilung Landschaft und Gewässer des Departements Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau unterstützt wird.

Das Pilotprojekt Natur im Siedlungsraum verfolgt folgende Ziele (Gemeinde Villmergen 2011):

- Attraktive Grünraumgestaltung im Siedlungsraum unter Berücksichtigung der Ökologie
- Steigerung der Wohnqualität
- Stärkung der Vorbildhaltung der Gemeinde im Bereich Siedlungsökologie
- Einbezug der Natur in die Siedlungsgestaltung und Gewährleistung von Vernetzungen
- Optimierung der Vernetzung im Siedlungsraum
- Sensibilisierung für mehr Naturnähe in der Umgebung von Einfamilienhäusern

Das Pilotprojekt beinhaltet die folgenden Leistungen, welche durch die Gemeinde zu erbringen sind (Gemeinde Villmergen 2011):

- Ein angemessener Anteil der Flächen der Zone für öffentliche Bauten und Anlagen (Schulen, Gemeindehaus, Schwimmbad und Kombibauten) wird in naturnahe Flächen umgestaltet. Die Gemeinde nimmt eine Vorbildrolle ein.
- Es wird eine Aktion zur naturnahen Gestaltung von Hausgärten und Umgebungen bei Mehrfamilienhäusern umgesetzt.
- Es werden mindestens 4 konkrete Projekte «Natur im Siedlungsraum» umgesetzt.
- Die Umsetzbarkeit des entwickelten Programms «Natur im Siedlungsraum» wird zusammen mit den kantonalen Beratern überprüft und es werden Optimierungsvorschläge erarbeitet.
- Mindestens einen Öffentlichkeits-Anlass, zusammen mit den zuständigen Vertretern des Kantons, durchführen.

Räumliches Gesamtkonzept und Gesamtrevision Nutzungsplanung Siedlung und Kulturland

Im Jahr 2011 hat die Gemeinde das räumliche Gesamtkonzept zur Gesamtrevision der Nutzungsplanung von Siedlung und Kulturland (Metron 2011) beschlossen. Der rechtskräftige Bauzonen- und Kulturlandplan der Gemeinde Villmergen stammt aus dem Jahr 1993 (derjenige der Gemeinde Hilfikon aus dem Jahr 2002). Die fast zwanzigjährige Nut-

zungsplanung veranlasste die Gemeinde eine Gesamtrevision durchzuführen. Zudem war es das Ziel, über das gesamte neue Gemeindegebiet eine einheitliche Bau- und Nutzungsordnung festzusetzen (Metron 2011).

Die Revision der Nutzungsplanung Siedlung und Kulturland beinhaltet den Bauzonenplan (BZP), den Kulturlandplan (KLP) und die Bau- und Nutzungsordnung (BNO). Das räumliche Gesamtkonzept dient als Zielvorgabe für die Revision der Nutzungsplanung. Es hat somit selbst keinen behördenverbindlichen Charakter. Generell verfolgt das Gesamtkonzept eine nachhaltige Ortsentwicklung, mit einem Zeithorizont von 25 Jahren. Die kommunale Planung stützt sich auf den kantonalen Richtplan ab, dessen Gesamtrevision 2011 abgeschlossen wurde.

Die Planungsrevision verfolgt im Bereich Natur, Landschaft und Erholung die folgenden Ziele (Metron 2011):

- Landschaftsraum und Erholung: Der Landschaftsraum ist als attraktiver Erholungsraum zu erhalten, dazu sind die besonders wertvollen Natur- und Landschaftsgebiete zu schützen sowie für die Forst- und Landwirtschaft günstige Rahmenbedingungen zu schaffen.
- Siedlungsgebiet: Im Siedlungsgebiet soll mit dem Erhalt und der Förderung von genügend Freiräumen, attraktiven Wegen sowie Naturobjekten wie Alleen, Hecken oder Einzelbäumen die Wohnqualität gesichert und weiterentwickelt werden.
- Fliessgewässer: Die Fliessgewässer sind als wichtige Natur- und Landschaftsobjekte, als prägende Elemente der Siedlungsstruktur sowie für den Hochwasserschutz zu erhalten und aufzuwerten.
- Ökologische Aspekte: Es werden die planerischen Rahmenbedingungen geschaffen, dass ökologische Aspekte von Projekten innerhalb und ausserhalb des Siedlungsgebiets unterstützt werden können.

4.4.2 Beschreibung des betrachteten Lebensraums

In der Fallstudie «Natur im Siedlungsraum in der Gemeinde Villmergen» werden im Rahmen dieser Studie sowohl Einzelbäume im Siedlungsraum als auch allgemein Grünräume im Siedlungsgebiet betrachtet. Dabei interessiert einerseits (wie auch in den anderen beiden Fallstudiengebieten) die Frage, wie diese Lebensräume bei der Anpassung an den Klimawandel unterstützt werden können. Zusätzlich ist aber auch die Frage von Interesse, wie die Bedeutung dieser Lebensräume für das Wohlbefinden der Bevölkerung unter dem Klimawandel weiterhin erhalten und unterstützt werden kann. Schon heute leisten die Grünräume und Einzelbäume im Siedlungsraum eine wichtige Funktion zur Mikroklimaregulation.

Lebensraum Einzelbäume im Siedlungsgebiet

Die Bedeutung von Einzelbäumen unter dem Klimawandel ist sowohl aus Sicht der Biodiversität (je nach Baum-Art ist dieser für eine unterschiedliche Anzahl Arten Lebens-

raum) als auch aus Sicht des Menschen (Schatten, Frischluft, etc.) interessant. Im Rahmen des Freiraumkonzepts Villmergen wurde begonnen, bemerkenswerte Einzelbäume zu kartieren. Einzelbäume sind typisch für den Siedlungsraum, die Ergebnisse der Arbeiten lassen sich somit gut auf andere Gemeinden übertragen.

Grünräume im Siedlungsgebiet

Im Teil «Grünräume als Anpassungsmassnahme an den Klimawandel» werden die gesamten Grünräume im Siedlungsgebiet der Gemeinde Villmergen betrachtet. Darunter fassen wir Wiesen, Parkanlagen, Gärten, Bäume, Baumalleen, Dachbegrünungen, Grünflächen im Strassenraum etc. zusammen. Es wird davon ausgegangen, dass bei der Gestaltung der Grünräume im Siedlungsgebiet der Funktion zur Mikroklimaregulation zukünftig eine noch höhere Bedeutung zukommen wird.

4.4.3 Biodiversität im Siedlungsgebiet und Einfluss des Klimawandels

Neuere wissenschaftliche Untersuchungen bestätigen, dass die Biodiversität in gut strukturierten und durchgrüntem Siedlungen hoch ist (Sattler 2009 in WSL 2012). Aufgrund ihrer Grösse und Ausgestaltung bieten Freiräume vielfältige Nischen für eine Fülle von Pflanzen, Insekten und grösseren Säugetieren (ARE 2014). Es wurde auch gezeigt, dass sich eine Mehrheit der Bevölkerung in einer Umgebung mit hoher Biodiversität besonders wohl fühlt (Bauer und Martens 2010 in WSL 2012). Bauliche Verdichtung gefährdet jedoch die Biodiversität und Lebensqualität und der Erholungsdruck auf verbleibende Grünflächen nimmt zu (WSL 2012). Freiflächen schaffen aber wichtige Voraussetzungen, damit sich Tiere und Pflanzen den Umweltveränderungen anpassen können (ARE 2014). Intakte Freiräume unterstützen auch die Bereitstellung zentraler Güter wie Trinkwasser und haben im Siedlungsraum eine regulierende Funktion bezüglich des lokalen Klimas. Weiter verfügen sie – sofern gut gestaltet und gepflegt – über einen hohen ästhetischen Wert (ARE 2014).

Grosse, verbaute Flächen machen Siedlungsräume zu Wärme- und Trockeninseln. Im Sommer absorbieren geteerte Strassen Wärme und im Winter erhöhen Gebäudeheizungen die Umgebungstemperatur. Fahrzeuge tragen ganzjährig zu erhöhten Temperaturen bei. In Zentren grosser Städte kann es sechs bis acht Grad wärmer sein als am Stadtrand (WSL 2012). Der Freiraum spielt deshalb hinsichtlich des Erhalts und der Schaffung von Kaltluftentstehungsgebieten und Frischluftschneisen eine besondere Rolle (BMVBS 2012). Während sommerlichen Hitzeperioden, die durch den Klimawandel tendenziell häufiger werden, können in verdichteten Stadtkernen aufgrund des hohen Versiegelungsgrads besonders häufig Hitzeinseln auftreten. Sind historische Zentren betroffen, können aufgrund der Vorgaben des Denkmalschutzes oftmals nur begrenzt Massnahmen an den Gebäuden ergriffen werden. Eine Verbesserung der Grünstruktur und Gestaltung des öffentlichen Raumes ist allerdings möglich (BMVBS 2012). Neubaugebiete und Industriebrachen bieten besondere Chancen, der Entstehung von Hitzeinseln mit neuen städtebaulichen Entwürfen entgegenzuwirken (BMVBS 2012).

Bei der Grünplanung müssen sowohl deren Wirkungen auf die Belüftungsverhältnisse im urbanen Raum als auch die durch den Klimawandel künftig zu erwartenden Veränderungen der Lebensbedingungen ökologischer Systeme und die resultierenden Artenverschiebungen berücksichtigt werden. Insbesondere eher frostempfindliche heimische und nicht-heimische Arten profitieren vom Klimawandel (Difu 2013). Es gilt hier, die Regulatorleistungen von städtischen Freiräumen unter diesen veränderten Bedingungen weiterhin zu sichern, ohne die möglicherweise negativen Auswirkungen gebietsfremder Arten auf die heimische, urbane Biodiversität aus den Augen zu verlieren (Difu 2013).

Aufgrund des Wärmeinseleffekts bietet das Siedlungsgebiet verschiedenen wärmeliebenden Arten geeignete Lebensbedingungen. Deshalb können sich vermehrt Arten aus dem Mittelmeerraum in Städten nördlich der Alpen etablieren (WSL 2012). Invasive Neobiota werden besonders durch die Erwärmung des Klimas begünstigt. Es ist damit zu rechnen, dass die Zunahme neuer invasiver Arten besonders im urbanen Raum stattfinden wird (Nobis et al. 2009). Die gestalterische Dynamik und die Mobilität der Menschen verlangen im Siedlungsgebiet deshalb zusätzliche Aufmerksamkeit, um ungewollte Neuan siedlungen von Arten und die Ausbreitung von Organismen mit Invasionspotential zu vermeiden (WSL 2012).

4.4.4 Ergebnisse der Interviews mit Expertinnen und Experten

Im Rahmen von Interviews mit lokalen Experten/innen werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die betrachteten Lebensräume und Arten, die Möglichkeiten zum Umgang mit diesen Auswirkungen und die Zusammenhänge mit Ökosystemleistungen diskutiert. Die Liste der Befragten und der Interviewleitfaden finden sich in den Anhängen A-1 und A-2. Im Folgenden werden die Hauptaussagen der Experten/innen zusammengefasst, ausgewählte Einzelaussagen und genannte Vorschläge zur Anpassung des Biodiversitätsmanagements an den Klimawandel wiedergegeben. Abschliessend folgt ein Fazit aus Sicht der Zielsetzungen im Pilotprojekt.

Zusammenfassung der Hauptaussagen zur Fallstudie «Natur im Siedlungsraum in der Gemeinde Villmergen»

Thema	Zusammenfassung der Aussagen aus den Experten/innen-Interviews
Generelle Anmerkungen: Projektdesign, Lebensraum/Arten, Einflussfaktoren, Ziele des Naturschutzes	<ul style="list-style-type: none"> — Freiraumplanung im Rahmen des Pilotprojekts "Natur im Siedlungsraum" läuft, Erkenntnisse des Pilotprojekts sollen auch auf andere Gemeinden übertragen werden. — Erhalt von Grünräumen wird unter dem Klimawandel noch wichtiger. Die Diskussion sollte aber nicht nur mit Fokus auf den Klimawandel geführt werden, sondern auch die weiteren positiven Effekte des Erhalts von Grünräumen betonen. — Es sollten auch die soziologischen Aspekte bei der Grünraumgestaltung berücksichtigt werden. — "Kopflastiges" Projekt: fachspezifisch und wissenschaftlich ausgerichtet. — Frage, wie auf Regionalplanungsebene das Anliegen der Gemeinde unterstützt werden kann. Arbeiten im grösseren Verbund? — Die Kommunikation der Ergebnisse des Pilotprojekts ist wichtig. Die Umsetzung der Massnahmen sollte festgelegt werden. Eine Hilfestellung für die Gemeinden ist erwünscht.
Zustand des Lebensraums	<ul style="list-style-type: none"> — Einzelbäume: <ul style="list-style-type: none"> – V.a. Eichen, Buchen, Kastanien, keine Obstbäume, generell guter Zustand – Trend zu jüngeren, kurzlebigeren Bäumen – Bäume an Strassenrändern teilweise in nicht so gutem Zustand (Schadstoffeinträge) – Das Dorfbild ist durch Einzelbäume geprägt — Grünräume: <ul style="list-style-type: none"> – Generell guter Zustand, hoher Erholungswert – Die Pflege ist sehr aufwändig – Bäche sind teilweise hart verbaut, es besteht Potential für Aufwertungen – In privaten Freiräumen: Tendenz zu Monotonie (Rasen/"Steinwüsten") und pflegeleichten/exotischen Arten – Wichtiger Beitrag zum Lokalklima – Noch viele grosse Parzellen und Einzelhäuser mit viel Umschwung vorhanden
Beobachtete Veränderungen	<ul style="list-style-type: none"> — Ältere Bäume werden oft gefällt wegen Problemen mit Grenzabständen, Sicherheit, Platz; mangelhafte Altersdiversität von Einzelbäumen — Grünräume werden monotoner und weniger attraktiv — Generell mehr Schädlinge beobachtet — Grosser Druck auf Grünflächen und Einzelbäume durch schnelles Wachstum der Gemeinde mit hoher Bautätigkeit und schleichender Versiegelung
Funktion für Wohlbefinden der Bevölkerung	<ul style="list-style-type: none"> — Verschiedene Grünräume mit wichtiger Funktion für Wohlbefinden der Bevölkerung, v.a. in heissen Perioden, vorhanden: <ul style="list-style-type: none"> – Bäche – Wald/Waldrand – Hecken – Einzelbäume/Alleen
Einfluss Klimawandel und Extremereignisse	<ul style="list-style-type: none"> — Naturferne Grünräume sind nicht an Hochwasser angepasst, neue Rückhaltebecken bewähren sich aber bisher — Angst vor grossen Bäumen aufgrund Sturmschäden (Lothar) — Trockenperioden bewirken direkte Schädigung von Einzelbäumen aber auch indirekte Schädigung durch höhere Anfälligkeit für Krankheiten/Schädlinge — "Verbrennen" von Grünflächen in Trockenperioden — Austrocknung und Erwärmung von Gewässern hat Einfluss auf Wasserlebewesen und Amphibien — Trockenere Wiesen oder Lücken in Vegetation können auch Chance für höhere Artenvielfalt sein — Bei Wassermangel ist auch Landwirtschaft (Gemüsebau) stark betroffen — Zunahme von invasiven Neobiota
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> — Raumplanung fordert Verdichtung der Zentren — Auflagen in Baubewilligungen werden oft zu wenig kontrolliert/durchgesetzt — Rückhalt in Politik und Verwaltung für Erhalt der Grünräume, langfristiger Schutz

Thema	Zusammenfassung der Aussagen aus den Experten/innen-Interviews
	<p>der Grünräume wegen regelmässigen Wechsels in der Politik teilweise schwierig</p> <ul style="list-style-type: none"> — In privatem Raum bestehen kaum Einflussmöglichkeiten — Es ist ein Umdenken der Bevölkerung für mehr naturnahe Räume notwendig, erfordert Überzeugung und Sensibilisierung
Massnahmen heute	<ul style="list-style-type: none"> — Grünräume, Freiflächen und Tümpel werden neu geschaffen, Optimierung der Vernetzung — Umgebungsgestaltung bei Bauprojekten — Versuch der Einflussnahme bei Baubewilligungen, Umgebungsgestaltung bei Bauprojekten. Ziel ist, auf Basis von Empfehlungen auch Private einzubeziehen — Pflege, Neobiotaekämpfung — Schaffung von "grünen Achsen": Baumartenwahl zugunsten höherer Diversität — Zwischenschnitte nur im Juli und November um Schattenwirkung zu optimieren
Empfehlungen für Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> — An Trockenheit und Hitze angepasste Arten wählen — Neupflanzung von Bäumen: möglichst in Gruppen (Beschattung), gute Pflanzgruben (Wurzelraum und Versickerung), Baumscheiben begrünen, richtige Strassen-seite wählen — Schnitt von Bäumen muss Stabilität erhöhen (oft ist heute das Gegenteil der Fall), Erhalt von gesunder Krone bei der Baumpflege — Natürliche Versickerung verbessern (mehr Kies statt Asphalt) — Wasserzufuhr für Gewässer sicherstellen, keine Entnahme in Trockenperioden — Betreffend Artenwahl sind die Aussagen der Experten widersprüchlich, ob nur einheimische Arten geeignet sind oder ob gewisse exotische Arten besser an die Klimaänderung angepasst sind — Kapazitäten in Gemeinde schaffen: Probleme müssen von zuständigen Personen rechtzeitig erkannt werden
zu akzeptierende Entwicklungen	<ul style="list-style-type: none"> — Heute gepflegte "frische" grüne Flächen können eventuell nicht erhalten bleiben — Veränderung der Artenzusammensetzung akzeptieren — Invasive Neobiota soweit möglich bekämpfen, Prävention verbessern. Es ist jedoch fraglich wie viel (finanzieller) Aufwand für die Bekämpfung langfristig möglich ist. — Bei Artenwahl Kriterium "standortgerecht" anstatt "einheimisch", d.h. möglichst gut an Trockenheit angepasst — Veränderungen sind eher eine Frage des gewünschten optischen Zustands der Grünräume (z.B. Golfgrün, Kronenbild) und nicht unbedingt der Biodiversität
Merkblatt (für Gemeinden)	<ul style="list-style-type: none"> — Kurz und einfach, gut gestaltet, mit konkreten Handlungsempfehlungen und Praxisbeispielen, für verschiedene Zielgruppen ausgerichtet — Empfehlungen zu Arten- und Standortwahl, Baumpflanzungen, Pflege, Erfahrungen von Städten mit Einzelbäumen berücksichtigen — Chancen erkennen: z.B. Zeitpunkt Baugesuch — Platz für Bäche für Hochwasserschutz — Das Marketing eines Merkblattes ist wichtig — Bietet die Chance mitzuteilen, wie wichtig naturnahe Grünräume sind, positive Effekte des Naturschutzes betonen
Durch das Fallstudiengebiet erbrachte Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Naherholung und Erholung im Wohnumfeld — Mikroklimaregulation — Natürliche Vielfalt im Siedlungsraum
Konflikte/Problemfelder betreffend Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Keine Konflikte zwischen verschiedenen Leistungen der Grünflächen — Grünflächen teilweise unter Druck
Erwartete Entwicklung der Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Grünräume werden durch die erwarteten Klimaveränderungen tendenziell wichtiger (vermehrte Nutzung für Erholung, Mikroklimaregulation wird relevanter) — Gleichzeitig geht die Qualität der Grünräume durch die erwarteten Klimaveränderungen tendenziell zurück (Weniger erholsam, weniger natürliche Vielfalt im Grünraum) — Insgesamt unklarer Effekt auf die Ökosystemleistungen von Grünräumen im Siedlungsraum — Siedlungsdruck ebenfalls relevanter Einflussfaktor
Nutzung und Nutzen Konzept Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Begriff ist teilweise bekannt, Begriff und/oder Konzept wird jedoch nicht verwendet

Thema	Zusammenfassung der Aussagen aus den Experten/innen-Interviews
Dokumentation/Erfassung von Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Zuständige Personen / Entscheidungsträger sind so nahe am Geschehen, dass Dokumentation/Erfassung nicht notwendig ist (Rückmeldungen durch Bevölkerung und Personen, welche mit Unterhalt und Pflege der Flächen zu tun haben) — Monitoringdaten des Kantons werden ausgewertet
Systematische Erfassung und Beobachtung von Ökosystemleistungen im Zeitverlauf	<ul style="list-style-type: none"> — Nützlich, vor allem wenn dadurch der Wert der verschiedenen Leistungen der Flächen besser ausgewiesen werden kann — Nützlich, um Veränderungen frühzeitig zu erkennen — Hilft im politischen Diskurs — Zu starke Aggregation wird kritisch beurteilt, Gefahr von Fehlinterpretationen steigt

Tabelle 14: Experten/innen-Interviews zur Fallstudie «Natur im Siedlungsraum in der Gemeinde Villmergen»: Zusammenfassung der Hauptaussagen

Einzelaussagen

Einzelaussagen von Experten/innen
<ul style="list-style-type: none"> — Die Diskussion von Anpassungsmassnahmen sollte nicht nur unter dem Aspekt des Klimawandels geführt werden. Viele Massnahmen sind per se wichtig und notwendig, auch ohne den Faktor des Klimawandels. — Kleinere und/oder artenarme Ökosysteme haben mehr Mühe mit Veränderungen wie beispielsweise dem Klimawandel umzugehen. Daher ist eine hohe Vielfalt wichtig und es sollte betont werden, dass der Erhalt von Grünräumen und Einzelbäumen unter dem Klimawandel eine noch grössere Bedeutung hat. — Im Siedlungsgebiet ist unter dem Klimawandel nicht zwingend ein Rückgang der Biodiversität zu erwarten; es bestehen sogar viele Chancen. Die Frage ist aber, welche Anforderungen an die Grünräume (Arten, Gestaltung, Optik) gestellt werden. — Studien zeigen, dass der Bevölkerung eine Struktur der Natur im Siedlungsraum gut gefällt, die auch mit einer hohen Biodiversität verbunden ist. — Im Siedlungsgebiet beeinflussen die zunehmende Zersiedelung und damit Versiegelung die Biodiversität negativ. Im Zentrumsgebiet kann die Verdichtung in einem Zielkonflikt zum Erhalt von Grünräumen stehen. — Die geforderte Verdichtung nach innen betrifft v.a. grosse Parzellen, welche attraktiv für Investoren sind. Dies schafft mehr Versiegelung im Zentrum. Die Gemeinde versucht soweit möglich bei der Freiraumgestaltung Einfluss zu nehmen.

Tabelle 15: Einzelaussagen der befragten Experten/innen-Interviews zur Fallstudie «Natur im Siedlungsraum in der Gemeinde Villmergen»

Massnahmen im Biodiversitätsmanagement

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die heute bereits umgesetzten Massnahmen im Biodiversitätsmanagement in der Gemeinde Villmergen und die Vorschläge der befragten Expertinnen und Experten, wie diese Massnahmen allenfalls anzupassen wären, um die Natur im Siedlungsraum bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Zudem werden Vorschläge für neue Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel aufgeführt, die von den Expertinnen und Experten genannt wurden.

Massnahmen heute	Anpassungsvorschläge	Vorschläge neue Massnahmen
Grünräume, Freiflächen und Tümpel werden neu geschaffen, dabei wird die Vernetzung der Lebensräume optimiert		
Naturnahe Umgebungsgestaltung bei Bauprojekten		
Versuch der Einflussnahme zur Umgebungsgestaltung bei Baubewilligungen und Bauprojekten durch die Gemeinde. Ziel: Auf Basis von Empfehlungen auch Private einbeziehen.		
Bekämpfung invasiver Neobiota	Beobachtung durch Personen mit Fachkenntnissen in der Gemeinde, damit Ausbreitung von Problemarten rechtzeitig erkannt wird.	
Bei der Schaffung von neuen "grünen Achsen" erfolgt die Baumartenwahl zugunsten höherer Arten-Diversität	Allgemein Arten- und auch Alters-Diversität von Einzelbäumen erhöhen (Risikoverteilung)	
Zwischenschnitte von Bäumen nur im Juli und November, um Schattenwirkung zu optimieren (auch gegenseitige Beschattung)	Schnitt von Bäumen muss Stabilität erhöhen (oft ist heute das Gegenteil der Fall), Erhalt von gesunder Krone bei der Baumpflege	
Pflege von Bachläufen	Zusätzliche Aufwertungen von (verbauten) Bachläufen	
		Bei Neupflanzungen trockenheits- und hitzeresistente Arten wählen. (Betreffend Artenwahl sind die Aussagen der Experten widersprüchlich, ob nur einheimische Arten geeignet sind oder ob gewisse exotische Arten besser an die Klimaänderung angepasst sind.)
		Neupflanzung von Bäumen: möglichst in Gruppen (Beschattung), gute Pflanzgruben (Wurzelraum und Versickerung), Baumscheiben begrünen, richtige Strassenseite wählen
		Natürliche Versickerung verbessern (mehr Kies statt Asphalt)
		Wasserzufuhr für Gewässer sicherstellen, keine Entnahme in Trockenperioden
		Personelle Kapazitäten in der Gemeinde schaffen, damit Probleme von zuständigen Personen rechtzeitig erkannt werden

Tabelle 16: Zusammenstellung der heute bestehenden Massnahmen im Biodiversitätsmanagement in der Gemeinde Villmergen sowie der Anpassungs- und Ergänzungsvorschläge der Experten/innen.

Fazit aus den Expertinnen- und Expertengesprächen zur Fallstudie «Natur im Siedlungsraum in der Gemeinde Villmergen»

Im Sinne eines ersten Fazits aus der Sicht der Zielsetzungen des Pilotprojektes werden nachstehend die wichtigsten Punkte festgehalten. Weitere, Fallstudien-übergreifende Folgerungen sind in Kapitel 4.6 aufgeführt.

- Die Qualität der Grünräume wird grundsätzlich als gut beurteilt, obwohl teilweise noch Aufwertungspotenzial z.B. entlang von Bachläufen besteht. Einzelbäume gelangen zunehmend unter Druck.
- Die Grünräume im Siedlungsgebiet haben bereits heute eine wichtige Funktion zur Mikroklimaregulation. Diese wird in Zukunft noch zunehmen.
- Als Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel stehen die optimierte Arten- und Standortwahl im Vordergrund. Es müssen möglicherweise auch die Erwartungen der Bevölkerung an die Grünräume (nicht nur funktional sondern v.a. auch optisch) angesprochen werden. Zusätzlich sind beim Wassermanagement und den Pflegearbeiten Massnahmen zu treffen.
- Die Einflussmöglichkeiten der Gemeinde im Bereich der privaten Grünräume sind sehr beschränkt. Die Gemeinde versucht auf Ebene von Empfehlungen und Begleitprozessen z.B. bei Bauprojekten mitzugestalten.
- Invasive Neobiota im Siedlungsgebiet sind ein grosses Problem für den Erhalt der Biodiversität. Deren Bekämpfung scheint an die Grenze des vertretbaren Aufwand/Ertragsverhältnisses zu stossen.
- Die Raumplanung ist ein zentraler Faktor für den Erhalt der Grünräume. Es wird bereits heute eine schleichende Versiegelung festgestellt. Die geforderte Verdichtung der Zentren stellt eine Herausforderung dar, wenn gleichzeitig genügend und qualitativ gute Grünräume im Siedlungsraum erhalten werden sollen.

4.5 Fallstudie 3: Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark Aargau

4.5.1 Das Fallstudiengebiet

In der Schweiz gibt es drei Kategorien von Pärken: Nationalpärke, Naturerlebnispärke sowie regionale Naturpärke. Zu Letzteren gehört auch der Jurapark Aargau. Ein regionaler Naturpark ist ländliches Gebiet, das sich durch die Vielfalt seiner Landschaften, seine reiche Biodiversität und den einzigartigen Charakter seiner Kulturgüter auszeichnet (Jurapark Aargau 2014b).

Der Jurapark Aargau umfasst 29 Parkgemeinden. Jede Gemeinde beteiligt sich mit 5 Franken pro Einwohner/in am Parkprojekt («Jurafünfliber»). Die Parkgemeinden und ihre

Bewohner profitieren vom direkten Nutzen der Projekte sowie vom Label «Regionaler Naturpark von nationaler Bedeutung», welches vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) zur Verfügung gestellt wird. Das Label kann für Produkte und Leistungen aus den Jurapark-Gemeinden verwendet werden (Jurapark Aargau 2014b).

Der Jurapark Aargau



Jurapark

Figur 13: Die geographische Lage des Juraparks mit den 29 Parkgemeinden.

Der Jurapark Aargau ist ein bedeutendes Naherholungsgebiet und für die Flora und Fauna ein wichtiger Ausgleichsraum. Der Jurapark ist stark strukturiert und heterogen. Mit Fromental- und Magerwiesen, Hochstammobstgärten, gestuften Waldrändern und Hecken verfügt er über viele artenreiche Elemente der Kulturlandschaft. Das Gebiet des Juraparks Aargau umfasst – vollständig oder teilweise – vier BLN-Gebiete (Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung) und zwei Auenobjekte von nationaler Bedeutung sowie zahlreiche ökologische Ausgleichsflächen und Trockenwiesen und -weiden. Von speziellem Wert sind die Pfeifengras- und Orchideen-Föhrenwälder, für welche die Region eine Schutzverantwortung auf europäischer Ebene trägt. Für Wildtiere spielt das Gebiet als Kreuzung zweier Bewegungsachsen (Jura/Nord-Süd-Achse) eine Rolle und ist unter den Korridoren mit allerhöchster Priorität aufgeführt (Jurapark Aargau 2014b).

Mit der Studie «Arten- und Lebensraumförderung im regionalen Naturpark Jurapark Aargau» (UNA 2011) wurde eine Grundlage geschaffen, für welche prioritären Arten und Lebensräume der Jurapark eine besondere Verantwortung trägt. Im Zentrum der Artenförderungsprojekte im Jurapark stehen die folgenden fünf Lebensräume mit den darin vorkommenden Zielarten: Hochstammobstgärten, Gruben, Rebberge, Föhrenwälder und Trockenwiesen. Diese für das Gebiet typischen Lebensräume sollen erhalten, aufgewer-

tet und wo nötig neu geschaffen werden (Jurapark Aargau 2014b). Zielarten sind Tier- und Pflanzenarten, welche für den jeweiligen Lebensraum typisch sind und auf deren Ansprüche die Fördermassnahmen, von denen wiederum auch andere Arten profitieren, ausgerichtet werden.

4.5.2 Beschreibung des Lebensraums

Im Jurapark wurden für diese Studie die Orchideen-Föhrenwälder als zu untersuchender Lebensraum ausgewählt. Die Föhrenwälder gehören zu den artenreichsten Wäldern des Kantons Aargau. Die genannte Studie der UNA (2011) bezeichnet die Orchideen-Föhrenwälder (sowie auch Pfeifengras-Föhrenwälder) als einen prioritären Naturpark-Lebensraum. Die Standorte der heutigen artenreichen Orchideen-Föhrenwälder sowie der potenziellen Föhrenwälder gemäss Waldgesellschaftskartierung des Kantons Aargau sind in der Karte in Anhang A-5 ersichtlich.

Die Orchideen-Föhrenwälder stocken auf flachgründigen, mergeligen und lehmigen Böden. Im letzten und vorletzten Jahrhundert wurde aus Nährstoffmangel in Äckern und Rebbergen an verschiedenen Waldstellen der Oberboden und Mergel abgetragen. Dadurch entstanden Pionierstandorte, auf welchen Föhren, zahlreiche Orchideen und andere Pflanzenarten, die sich auf nährstoffreichen Böden kaum gegen schneller wachsende Pflanzen durchsetzen können, einen idealen Lebensraum fanden. Es entstanden lichte Föhrenwälder, in welchen sich eine artenreiche Krautschicht entwickeln konnte (Jurapark Aargau). Besonders wertvoll sind diese Standorte für kalkliebende Orchideenarten wie Hummel- und Wespenragwurz sowie für eine der bekanntesten Orchideen, den Frauenschuh. Neben dem grossen Orchideenreichtum wachsen vor allem Gräser, insbesondere Pfeifengras, Fieder-Zwenke und verschiedene Seggen in den Föhrenwäldern des Juraparks (Jurapark Aargau 2014a). Die Waldföhre gilt eigentlich als anspruchslos hinsichtlich Klima und Bodenqualität. Sie benötigt jedoch viel Licht und unterliegt daher leicht der Konkurrenz von Laubhölzern (Wassmer 2009). Dank der früheren Bewirtschaftungspraxis, welche dauernd neue Pionierflächen schaffte, konnte sich die Waldföhre an diesen Standorten im Aargau jedoch durchsetzen (Wassmer 2009). Lokal existieren innerhalb der Föhrenwälder bedeutende standörtliche Unterschiede hinsichtlich Bodenrelief, Exposition, Licht und Feuchtigkeit. Für die Flora ist daher das Vorkommen von Arten mit sehr divergierenden Ansprüchen auf engem Raum charakteristisch (Wassmer 2009).

Die Studie «Föhrenwälder auf Mergelböden des Aargauer Juras» (Wassmer 2009) hat die ökologischen und floristischen Eigenschaften dieser Standorte untersucht und mit den Eigenschaften von Magerwiesen verglichen. Die Untersuchung basiert auf den Artenlisten von 12 Föhrenwäldern des Aargauer Juras, welche eine Gesamtliste von 247 Arten ergibt. Die dominierenden Arten werden nach ihrer Häufigkeit und Stetigkeit (d.h. Vorkommen an allen betrachteten Standorte) gruppiert. Der Vergleich mit der Magerwiesenflora zeigt eine nahe floristische Verwandtschaft. Die bestehenden Unterschiede werden in der Studie anhand der Auswertung der ökologischen Zeigerwerte (nach Landolt 1977 und Ellenberg 1974 in Wassmer 2009) dargelegt.

	Fe	Re	Nä	Hu	Di	Li	Te
Gesamtmittel der 12 Föhrenwälder	2.47	3.54	2.42	3.21	4.16	3.51	3.41
Gesamtmittel der 13 Magerwiesen	2.31	3.59	2.48	3.15	3.96	3.63	3.44

Tabelle 17: Vergleich der mittleren Zeigerwerte von Föhrenwäldern mit Magerwiesen. (Wassmer 2009)

Zeigerwerte nach Landolt (Wassmer 2009):

Fe Feuchtezahl (Bodenfeuchte)

Re Reaktionszahl (niedrige Zahlen, zeigen saure, hohe Zahlen alkalische Böden an)

Nä Nährstoffzahl (bezieht sich namentlich auf das Stickstoffangebot)

Hu Humuszahl

Di Dispersitätszahl (niedrige Werte sprechen für einen grobkörnigen, gut durchlüfteten, hohe Werte für einen feinkörnigen, luftarmen Boden)

Li Lichtzahl

Te Temperaturzahl

Für die Föhrenwaldstandorte werden aufgrund der Zeigerwertanalyse die folgenden Charakteristiken festgestellt: Es besteht ein Trend zu eher trockenen, nährstoffarmen Böden mit neutraler bis alkalischer Reaktion, hoher Dispersität (d.h. feinkörnige, luftarme Böden) und Wechselfeuchte. Diese Eigenschaften korrelieren gut mit den kalk- und tonreichen, nährstoffarmen Mergelböden. Die Föhrenwälder sind im Mittel etwas feuchter als die südexponierten Magerwiesen der gleichen Region und haben eine wesentlich höhere Dispersität. Entsprechend haben die Föhrenwaldstandorte einen relativ hohen Anteil von Arten wechselfeuchter Böden (im Mittel 39.6%). Die Gesamtartenliste der untersuchten Föhrenwälder enthält 24 Orchideenarten, wovon die Mehrzahl nährstoffarme, kalkhaltige und eher feinkörnige Böden bevorzugt. Von allen Arten der Gesamtliste gelten 11% in der Schweiz und 38% im Kanton Aargau als geschützt.

Viele ursprünglich lichte Föhrenwälder sind inzwischen durch die im Laufe der Jahrhunderte angesammelten Nährstoffe sowie das Ausbleiben von Beweidung, Mahd und anderer Bewirtschaftung verbuscht (Jurapark Aargau 2014b). Aufgrund der natürlichen Sukzession haben sich viele ehemalige Föhrenwaldstandorte in andere wechselfeuchte Waldgesellschaften weiterentwickelt. Solche Flächen eignen sich gut für Auflichtungen und lassen sich bei geeigneter Pflege wieder in Föhrenwaldstandorte zurückführen (Jurapark Aargau 2014a). Im Rahmen der Artenförderungsprojekte des Juraparks Aargau läuft seit 2008 ein Projekt zur Förderung des Gelbringfalters (*Lopinga achine*). Dabei hat sich gezeigt, dass das Auflichten zugewachsener Föhrenwaldstandorte für die Artenvielfalt enorm wirkungsvoll ist (Jurapark Aargau 2014a). Solche Auflichtungen werden seit einigen Jahren von privaten Organisationen (z.B. Pro Natura, AGEO), der Abteilung Wald und der Sektion Natur und Landschaft durchgeführt. Um die Standorte zu erhalten, ist eine regelmässige Pflege notwendig. Neben Mahd und Entbuschungen kommt dafür auch die Beweidung in Frage. Der Jurapark Aargau hat sich zum Ziel gesetzt, in den kommenden Jahren einige Gebiete mit grösseren zusammenhängenden Flächen (> 1 ha) aufzuwerten (Jurapark Aargau 2014a).

Der Natur- und Vogelschutzclub Bözberg führt eine Erfolgskontrolle von Weideversuchen in Föhrenwäldern im Kanton Aargau durch. Der Weideversuch wurde 2003 im Föhrenwald Feldhübel gestartet. Im Föhrenwald Stierenacher West erfolgte die erste Beweidung 2008 und im Stierenacher Ost 2012. Die Aufnahmen des Jahres 2013 bestätigen die bis-

herigen Beobachtungen der Erfolgskontrolle, welche auf positive Effekte der Weide auf die Hotspot-Pflanzen der Föhrenwälder schliessen lassen (Gasser 2013). Als Hotspot-Arten werden die wertvollen Pflanzen bezeichnet, von denen erwartet wird, dass sie von der Beweidung profitieren. Dazu gehören die Orchideen und Enziane, die Golddistel und die Färber-Scharte (Gasser 2013).

4.5.3 Einfluss des Klimawandels

Im Wallis wurde im Laufe des 20. Jahrhunderts immer wieder das Absterben von Waldföhren beobachtet. Zu Beginn der 1990er Jahre setzte erneut ein Föhrensterben ein. Dabei wurde häufig ein starker Befall durch verschiedene Schadinsekten und zum Teil auch durch Pilze beobachtet. Die WSL hat deshalb die Ursachen des Föhrensterbens in einem Forschungsprojekt untersucht (Dobbertin 2006). Das Absterben von Waldföhren wurde nicht nur im Wallis sondern auch in andern inneralpinen Trockentälern festgestellt. Die Analysen der WSL zeigten klar, dass in den vergangenen 20 Jahren im Wallis die Föhren vor allem in den trockenen Tieflagen unterhalb etwa 1200 m ü. M. abstarben, und zwar hauptsächlich im Zentralwallis. Dies ist die niederschlagsärmste Region der Schweiz. Die Jahre seit 1990 waren im Wallis deutlich trockener als der Durchschnitt. Betrachtet man den allgemeinen Temperaturanstieg während der letzten 100 Jahren in der Schweiz, fällt im Wallis vor allem der rasche Anstieg der Sommertemperaturen seit etwa 1980 auf. Dies erhöht die Verdunstung und führt besonders in Trockenjahren, bei begrenzter Wasserverfügbarkeit, zu höherem Trockenstress der Bäume. Dobbertin et al. konnten feststellen, dass die Bäume auf den Untersuchungsflächen während der Vegetationsperiode regelmässig an Trockenstress leiden, was die Widerstandskraft gegenüber Schadorganismen reduziert. Generell reagieren Föhren in trockenen Jahren im Wallis mit vermehrtem Nadelabwurf und kürzeren Nadeln und Trieben. Föhren mit reduzierter Nadelmasse scheinen stressanfälliger, zum Beispiel bei gleichzeitigem Mistelbefall oder bei Befall durch Nematoden, Insekten und Bläuelpilze. Generell lässt sich sagen, dass die Temperaturerhöhung den Befall durch Schadorganismen und Pilze beschleunigt, entweder direkt, weil sich Schadorganismen besser entwickeln können oder indirekt über die Schwächung der Föhren. Dobbertin et al. kommen zum Schluss, dass der zukünftige Anstieg der Sommertemperaturen die Föhren der Tieflagen weiter schwächen wird.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Waldbaumarten wurden von der WSL ausserdem im Projekt «Bündner Wald im Klimawandel» im Churer Rheintal untersucht (Wolgemuth 2014). Von 2003 bis 2006 herrschte in weiten Teilen Graubündens eine einzigartig lange Periode mit wenig Niederschlag gegen deren Ende eine erhöhte Mortalität der Waldföhren festgestellt wurde. Das Wachstum von Waldföhren erholt sich nach längeren Trockenperioden erst nach mehreren Jahren (Wolgemuth 2014). Mehrere aufeinanderfolgende Trockenjahre können zum Absterben bereits geschwächter Bäume führen. Damit ist laut Wolgemuth (2014) vor allem in unteren und mittleren Tallagen auf Kalkböden zu rechnen. Wie sich der Klimawandel auf den Borkenkäferbefall von Föhren auswirkt, wird von Wolgemuth (2014) als unsicher beurteilt. Von wärmeren Temperaturen können nicht nur der Borkenkäfer, sondern auch die parasitischen Wespen profitieren. Wie sich

die Schutzwirkung des Harzes bei grösserer Trockenheit auswirkt, scheint ebenfalls noch unklar. Wolgemuth (2014) geht jedoch davon aus, dass die Verjüngung der Föhre im Rahmen von natürlichen oder schlagbedingten Störungen auch bei zukünftig veränderten klimatischen Bedingungen nicht wesentlich limitiert sein sollte. Als Pionier werde sie zumindest in der Jugendphase auch höhere Temperaturen und/oder längere Trockenheit überstehen.

Für die Region des Juras sind keine vergleichbaren Studien zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldföhre bekannt. Es stellt sich daher die Frage, ob und wie sich die Erkenntnisse aus dem Wallis und Graubünden auf die Föhrenwälder des Juras übertragen lassen. Die lokalen Expertinnen und Experten gehen tendenziell eher davon aus, dass die Föhrenwälder im Jurapark nicht durch den Klimawandel bedroht sind. Diese These wird von Vertretern der Wissenschaft⁹ gestützt: Während im Wallis die Föhre an generell trockenen Standorten vorkommt, handelt es sich im Jura um ausgeprägt wechselfeuchte oder gar wechselfeuchte und i.d.R. schlecht durchlüftete Böden, welche durch den früheren Abbau von Mergel für Landwirtschaftsflächen und Beweidung entstanden sind. Bei längerfristiger Entwicklung der Böden ist davon auszugehen, dass in manchen Beständen auch ohne Klimawandel eine Zunahme von Laubbäumen und ein Rückgang der Föhre zu erwarten ist. Der Klimawandel wird im Zusammenhang mit dem Föhrenvorkommen im Jura nicht als zentraler Faktor erachtet. Hingegen wird davon ausgegangen, dass Pflanzengesellschaften (gesellschaftstypische Arten zeitweise staunasser Standorte) durch den Klimawandel gefährdet sein können. Insgesamt scheint es möglich, dass es zu einem Rückgang der vielfältigen, kleinräumigen Verzahnung von zeitweise feuchten/nassen und trockenen Föhrenstandorten kommen kann.

4.5.4 Ergebnisse der Interviews mit Expertinnen und Experten

Im Rahmen von Interviews mit lokalen Experten/innen werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die betrachteten Lebensräume und Arten, die Möglichkeiten zum Umgang mit diesen Auswirkungen und die Zusammenhänge mit Ökosystemleistungen diskutiert. Die Liste der Befragten und der Interviewleitfaden finden sich in den Anhängen A-1 und A-2. Im Folgenden werden die Hauptaussagen der Experten/innen zusammengefasst sowie ausgewählte Einzelaussagen und genannte Vorschläge zur Anpassung des Biodiversitätsmanagements an den Klimawandel wiedergegeben. Abschliessend folgt ein Fazit aus Sicht der Zielsetzungen im Pilotprojekt.

⁹ Informationen von Dr. Michael Nobis, Swiss Federal Research Institute WSL

Zusammenfassung der Hauptaussagen zur Fallstudie «Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark»

Thema	Zusammenfassung der Aussagen aus den Experten/innen-Interviews
Generelle Anmerkungen: Projektdesign, Lebensraum/Arten, Einflussfaktoren, Ziele des Naturschutzes	<ul style="list-style-type: none"> — Tendenziell werden Föhrenwälder nicht als ein durch den Klimawandel gefährdeter Lebensraum eingeschätzt. Die Experten/innen gehen teilweise eher davon aus, dass dieser Lebensraum vom Klimawandel profitieren könnte. Das Projektdesign mit dem Ziel der Ausarbeitung von Massnahmen wird daher teilweise in Frage gestellt. — Die Beantwortung der Fragestellungen wird als sehr schwierig und teilweise sehr hypothetisch/mit grossen Unsicherheiten behaftet eingestuft. — Im Wald kommen wahrscheinlich weitere wichtige Einflussfaktoren hinzu, an die man heute noch nicht denkt. — Die Faktoren Stickstoffeintrag und invasive Neobiota werden als wichtiger beurteilt als der Klimawandel — Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark sind sehr naturferne Lebensräume und können nur mit sehr hohem Pflegeaufwand erhalten werden (Stichwort "Gärtnern"). — Bei der Beurteilung muss zwischen potentiellen und bereits aufgewerteten Standorten unterschieden werden. — Es ist eine Frage des Naturschutz-Ansatzes (lebensraumorientiert vs. artenorientiert), wie der Verlust einer Art bewertet wird. — Internationale Verantwortung des Juraparks für Föhrenwälder
Zustand des Lebensraums	<ul style="list-style-type: none"> — Flächen mit unterschiedlichen Stadien, je nach Eingriffen — Aufgewertete Flächen: sehr hohe Biodiversität — Potentielle Standorte: sehr dunkel — Vorkommen von Orchideen ist extrem witterungsabhängig, grosse Fluktuationen
Beobachtete Veränderungen	<ul style="list-style-type: none"> — Zunahme von invasiven Neobiota — Tendenz zu Eutrophierung und Versauerung beobachtet — Es sind keine Veränderungen in eine bestimmte Richtung beobachtbar — Da kein kontinuierliches Monitoring besteht, sind Aussagen zu Veränderungen schwierig und nicht belastbar — An gewissen Standorten Artenrückgänge beobachtet, an neu gepflegten Standorten aber auch Artenzunahme
Einfluss Klimawandel und Extremereignisse	<ul style="list-style-type: none"> — Extremverhältnisse sind vorteilhaft für spezialisierte und seltene Arten — Einfluss des Klimawandels kann nicht per se als positiv oder negativ beurteilt werden — Trockenperioden im Frühling wären für Orchideen negativ, ansonsten sind sie gut an wechselnde Bedingungen angepasst. — Verlängerung der Vegetationsperiode kann zu erhöhter Biomasse führen (stark von Wetterentwicklung im Jahresverlauf abhängig) — Eine leichte Zunahme des Waldbrandrisikos ist wahrscheinlich, ist aber eher für Tiere problematisch, kann für den Artenreichtum der Vegetation sogar eine Chance sein — Verschiebung der Artenzusammensetzung zu mehr wärme-/ trockenheitsliebenden Arten wahrscheinlich
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> — Sukzession von Föhrenwald zu Buchenwald ist nicht aufhaltbar und kann durch Pflege nur verlangsamt werden — Es wird kaum Föhrenverjüngung beobachtet, was u.a. auf regelmässige Mahd zurückgeführt wird. Neue Pionierflächen müssten künstlich geschaffen werden. — Die korrekte Schulung des Personals, welches Unterhaltsarbeiten ausführt, ist sehr wichtig und soll verbessert werden. Teilweise sei unsachgemäss gearbeitet worden — Finanzierung der aufwändigen Pflegemassnahmen — Verstärkte Besucherlenkung erforderlich — Fehlen von Insekten/Bestäubern könnte zum Problem werden
Massnahmen heute	<ul style="list-style-type: none"> — Aufwertung von Standorten: Auflichtungen und Entbuschungen, wichtig ist die richtige Auswahl der Standorte mit erfolgversprechendem Potential — Pflege durch Mahd und Beweidung, Abtransport Schnittgut (Angaben zu Schnitzeitpunkt und -häufigkeit variieren) — Beweidung ist umstritten: besser als mähen vs. schlecht an empfindlichen Standorten, tendenziell besser mit Ziegen als mit Rindern — Neobiotabekämpfung

Thema	Zusammenfassung der Aussagen aus den Experten/innen-Interviews
	<ul style="list-style-type: none"> — Versuche mit Bodenschürfungen — Maschinelle Pflege problematisch wegen Bodenverdichtung — Beweidung: Herausforderungen sind Bewilligung als Ausnahme von Waldgesetz, Konkurrenz zur Jagd
Empfehlungen für Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> — Es sind keine klaren Aussagen möglich, ob, und falls ja, welche Massnahmen aufgrund des Klimawandels notwendig sind — Monitoring zur Vegetationsentwicklung einführen — Abmergeln könnte kleinflächig getestet werden — Schematische Pflegeregime überdenken und flexibilisieren (Schnittzeitpunkte, verschiedene Teilflächen, Wüchsigkeit je nach Standort) — Koordination der Pflegearbeiten verbessern — Hindernisse gegen Beweidung abbauen, Regeln für Beweidung aufstellen — Ev. Standortvielfalt erhöhen z.B. Exposition, Höhengradient
zu akzeptierende Entwicklungen	<ul style="list-style-type: none"> — Es sind nicht 100% der Orchideen-Föhrenwälder zu erhalten, auch Orchideen-Buchenwälder sind wertvoll
Merkblatt (für Gemeinden)	<ul style="list-style-type: none"> — Direkte Ansprechpartner sind Förster, nicht Gemeinden — Zweckmässigkeit Merkblatt eher in Frage gestellt, stattdessen ev. Erfahrungsaustausch in Fachkreisen verstärken — Ansicht gewisser Experten, dass Gemeinden stärker einbezogen werden müssten, dass Naturschutz-Sachverständiger als Ansprechperson notwendig wäre
Durch das Fallstudiengebiet erbrachte Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Natürliche Vielfalt — Erholungsleistung — Tourismus, Vermarktung Landschaft und Holznutzung haben untergeordnete Bedeutung
Konflikte/Problemfelder betreffend Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Nutzungskonflikt zwischen Erholung und Schutz, Besucherlenkung wird zunehmend wichtiger
Erwartete Entwicklung der Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Unklar — Der Faktor Klimawandel sollte nicht losgelöst von anderen Einflussfaktoren (z.B. Nährstoffeintrag, invasive Neobiota) betrachtet werden, da diese teils dominieren
Nutzung und Nutzen Konzept Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — Natürliche Vielfalt und Erholung sowie Nutzungskonflikt zwischen Erholung und Schutz ständig präsent in der täglichen Arbeit, allerdings nicht unter dem Label Ökosystemleistung — Der Begriff «Ökosystemleistungen» ist meist bekannt, Begriff und/oder Konzept werden jedoch meist nicht verwendet. Gearbeitet wird dem Konzept «Waldleistungen» — Die Waldgesetzgebung und heutige Waldbewirtschaftung geht von der Idee des multifunktionalen Waldes mit den Funktionen Holzproduktion, Schutz vor Naturgefahren, Erholungsraum und Lebensraum/Biodiversität aus. Diese Waldfunktionen sind sehr nah und teilweise deckungsgleich mit dem Konzept der Ökosystemleistungen.
Dokumentation/Erfassung von Ökosystemleistungen	<ul style="list-style-type: none"> — In kantonalen und kommunalen Richtplänen werden Biodiversität, Bewirtschaftung und Erholung thematisiert — Kommunale Nutzungspläne mit Festlegung Waldtyp, Handlungsanweisungen für den Wald — Betriebspläne der einzelnen Forstbetriebe in hohem Detailgrad — Waldnaturschutzinventar Kanton Aargau — Pflanzensoziologische Kartierung — WAMOS (im Kt. Aargau als einzigem Kanton verdichtet) — Beobachtungen vor Ort durch Personen, welche direkt im Gebiet arbeiten, aber nicht systematisch
Systematische Erfassung und Beobachtung von Ökosystemleistungen im Zeitverlauf	<ul style="list-style-type: none"> — Datenerhebung für Artenmonitoring und Erfolgskontrollen ist wichtig — Systematische periodische Erfassung und Aufbereitung als Zeitreihe über die bestehenden Arbeiten hinaus müssten einen hohen Mehrwert liefern, um den hohen Aufwand zu rechtfertigen — Zu starke Aggregation wird kritisch beurteilt, Gefahr von Fehlinterpretationen steigt

Tabelle 18: Experteninterviews zur Fallstudie «Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark»: Zusammenfassung der Hauptaussagen

Einzelassagen

Einzelassagen von Experten/innen

- Das Ziel des Projekts, unterstützende Massnahmen zu entwickeln, ist fragwürdig, da die Annahme besteht, dass der Lebensraum nicht zwingend sensitiv auf den Klimawandel reagiert.
- Anthropogene Faktoren, die den Lebensraum negativ beeinflussen, sind wichtiger als der Klimawandel.
- Orchideen sind grundsätzlich gut an wechselnde Bedingungen angepasst. Durch den Klimawandel werden gewisse Arten gefördert, andere verdrängt. Das Fehlen von Bestäubern könnte zu einem Risiko werden.
- Der Effekt von Trockenperioden auf die Orchideen hängt stark vom Zeitpunkt ab: während der Wachstumsphase im Frühling negativ, im Sommer jedoch positiv.
- Die AGEO (Arbeitsgruppe zum Schutz der einheimischen Orchideen) verfügt über eine öffentlich zugängliche Kartierung der Orchideen. Diese Informationen müssten mit weiteren Bestandsaufnahmen des Lebensraums ergänzt werden, damit die Zusammenhänge erkannt und allenfalls Massnahmen ergriffen werden könnten.
- Beobachtungen haben gezeigt, dass der Biswind eine extrem stark trocknende Wirkung für die Föhrenwaldstandorte hat. In Zusammenhang mit dem Klimawandel könnte dieser ein relevanter Faktor sein.
- Wenn sich die Vegetationsperiode verändert, hätte dies Auswirkungen auf die Pflege, z.B. müssten die Schnittzeitpunkte angepasst werden. Um dies richtig beurteilen zu können, sind aber langfristige Erhebungen notwendig.
- Die Pflegemassnahmen erfordern viel Handarbeit. Bei der Arbeit mit Maschinen besteht die Gefahr von Schädigungen.
- Es ist eine bessere Koordination der Unterhaltsarbeiten durch die verschiedenen Organisationen notwendig. Die Personen, welche Pflegemassnahmen ausführen, müssen richtig instruiert und von einer Fachperson beaufsichtigt werden. Unsachgemässe Arbeiten führen immer wieder zur Schädigung seltener Arten.
- Die natürliche Sukzession kann nicht aufgehalten, sondern durch Pflege nur verlangsamt werden. Es müssten eigentlich immer wieder neue Pionierstandorte geschaffen werden.
- Der Naturschutz-Ansatz der Abteilung Wald ist mehr Lebensraum-orientiert und weniger Arten-orientiert. Das heisst, der Verlust einer Art wird weniger hoch bewertet.
- Der Jura hat eine internationale Verantwortung für den Lebensraum Föhrenwälder, das könnte auch die Verantwortung für Arten aus dem mediterranen Raum bedeuten.

Tabelle 19: Einzelassagen der befragten Experten/innen-Interviews zur Fallstudie «Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark»

Massnahmen im Biodiversitätsmanagement

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die heute bereits umgesetzten Massnahmen im Biodiversitätsmanagement im Jurapark und die Vorschläge der befragten Experten/innen, wie diese Massnahmen allenfalls anzupassen wären, um den Lebensraum bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Zudem werden Vorschläge der Experten/innen für neue Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel aufgeführt. Es ist zu beachten, dass sich die Anpassungs- und Ergänzungsvorschläge von Massnahmen nicht nur auf die Anpassung an den Klimawandel beziehen, sondern auch auf andere negative Einflussfaktoren und Schwierigkeiten im Unterhalt des Lebensraums.

Massnahmen heute	Anpassungsvorschläge	Vorschläge neue Massnahmen
Aufwertung von Standorten: Auflichtungen und Entbuschungen; wichtig ist die richtige Auswahl der Standorte mit erfolgversprechendem Potential		
Pflege durch Mahd und Beweidung, Abtransport des Schnittguts (Angaben zu Schnitzeitpunkt und -häufigkeit variieren) (Die Beweidung ist unter den Experten/innen umstritten: besser als mähen vs. schlecht an empfindlichen Standorten, tendenziell werden Ziegen gegenüber Rindern bevorzugt)	Schematische Pflegeregime überdenken und flexibilisieren: Schnitzeitpunkte und -anzahl an Veränderung der Vegetationsperiode anpassen, verschiedene Teilflächen bewirtschaften, unterschiedliche Wüchsigkeit je nach Standort berücksichtigen, Deckungsgrad der Baumschicht anpassen	
Beweidung: Herausforderungen sind Bewilligung als Ausnahme von Waldgesetz, Konkurrenz zur Jagd	Hindernisse gegen die Beweidung abbauen, Regeln für Beweidung aufstellen	
Neophytenbekämpfung durch Mähen und Beweiden; Neophyten-Kontrollgänge mit Bekämpfung durch Forst, Zivildienstleistende / Freiwillige	Regelmässigere Kontrollgänge und systematischere Bekämpfung an Orten mit hohem Neophytenruck	
Maschinelle Pflege wird wegen Bodenverdichtung u. Schädigung seltener Arten z.T. als problematisch beurteilt	Gezielte Handarbeiten mit Freiwilligen in Problemzonen	
Versuche mit Bodenschürfungen	weitere Versuche zum Mergelabbau kleinflächig testen	
punktueller Erfolgskontrollen	Regelmässiges Monitoring zur Vegetationsentwicklung einführen	
		Die Standortvielfalt erhöhen z.B. betreffend Exposition, Höhengradient
		Künstliche Verjüngung von Föhren, da heute kaum natürliche Föhrenverjüngung stattfindet Schaffen neuer Pionierstandorte, z.B. durch Auflichtung, Offenhaltung von Abbaugruben, nicht Aufforstung von dynamisch entstandenen sowie gerodeten exponierten Waldflächen
		Verbesserung der Besucherlenkung
		Die Koordination der Pflegearbeiten soll zwischen den verschiedenen involvierten Akteuren/innen verbessert werden. Instruktion und Beaufsichtigung von Pflegearbeiten

Tabelle 20: Zusammenstellung der heute bestehenden Massnahmen im Biodiversitätsmanagement im Jurapark sowie der Anpassungs- und Ergänzungsvorschläge der Experten/innen

Fazit aus den Expertinnen- und Expertengesprächen zur Fallstudie «Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark»

Im Sinne eines ersten Fazits aus der Sicht der Zielsetzungen des Pilotprojekts werden nachstehend die wichtigsten Punkte festgehalten. Weitere, fallstudien-übergreifende Folgerungen sind in Kapitel 4.6 aufgeführt.

- Die Aussagen der Experten/innen zu heute beobachteten Zu-/abnahmen von Arten und weiteren beobachteten Veränderungen des Lebensraums sind nicht einheitlich. Sie stimmen aber darin überein, dass der Lebensraum grundsätzlich eher nicht durch den Klimawandel bedroht ist. Teilweise werden auch positive Effekte des Klimawandels auf die Biodiversität vermutet. Bei den Orchideen ist wahrscheinlich mit einer Veränderung der Artenzusammensetzung zu rechnen. Die Effekte sind aber stark von der Veränderung des Klimas im Jahresverlauf abhängig.
- Die Orchideen-Föhrenwaldstandorte im Jurapark befinden sich in unterschiedlichen Stadien und haben eine unterschiedliche Artenvielfalt und –zusammensetzung, je nach Dauer der bereits umgesetzten Aufwertungs- und Pflegemassnahmen. Der Lebensraum ist eigentlich sehr naturfern und kann nur dank hohem Pflegeaufwand erhalten werden. Dies bedeutet ein kontinuierliches Entgegenwirken gegen die natürliche Sukzession.
- Weitere Faktoren, v.a. Nährstoffeinträge und Ausbreitung von invasiven Neobiota, die den Lebensraum negativ beeinflussen, werden als mindestens gleich wichtig oder wichtiger als der Klimawandel beurteilt. Die Eignung der Beweidung als Pflegemassnahme wird von den Experten/innen unterschiedlich beurteilt.

4.6 Erkenntnisse aus den Experten/innen-Interviews für das Pilotprojekt

4.6.1 Fallstudienübergreifende Erkenntnisse zur Anpassungen an den Klimawandel

Unabhängig vom konkreten Fallstudiengebiet lassen sich aus den Interviews folgende generelle Folgerungen herauskristallisieren:

- In allen Fallstudiengebieten werden weitere, vor allem anthropogene Faktoren als mindestens gleich wichtig oder wichtiger als der Klimawandel eingeschätzt. Solche Faktoren sind unter anderem Nährstoff- und Schadstoffeinträge, erhöhter Nutzungsdruck oder Ausbreitung von invasiven Neobiota.
- Die Einschätzung der Effekte des Klimawandels auf Lebensräume und Arten wird von den Experten/innen als extrem schwierig beziehungsweise teilweise als unmöglich und mit grossen Unsicherheiten behaftet beurteilt.
- Unter dem Klimawandel ist eine Verschiebung der Artenzusammensetzung zu mehr wärme- und trockenheitstoleranten Arten anzunehmen. Eine Zunahme der Biomasseproduktion, unter anderem aufgrund der Verlängerung der Vegetationsperiode, ist wahrscheinlich.
- Die Frage von Aufwand und Ertrag von Pflegemassnahmen ist ein zentrales Thema. Insbesondere im Zusammenhang mit der Neobiota-Bekämpfung zeigt sich eine gewisse Ratlosigkeit. Es wird davon ausgegangen, dass die Ausbreitung von invasiven Neobiota durch den Klimawandel noch weiter verstärkt wird.
- Wie der Verlust einer Art beziehungsweise die Veränderung der Artenzusammensetzung eines Lebensraums bewertet wird, ist eine Frage des Naturschutz-Ansatzes (eher lebensraumorientiert oder eher artenorientiert, dynamischer oder statischer Ansatz). Die Meinungen der Experten/innen gehen diesbezüglich auseinander.
- Die Verantwortung für einen bestimmten Lebensraum beziehungsweise eine bestimmte Art ist entscheidend für das Festlegen der Ziele des Biodiversitätsmanagements.
- Ein Merkblatt für Gemeinden als Kommunikationsinstrument wurde von den meisten Experten/innen als nicht zweckmässig beurteilt. Insbesondere im Jurapark und im Reusstal sind nicht die Gemeinden, sondern kantonale Stellen die primären Ansprechpartner für Naturschutzfragen. Es wird teilweise auch befürchtet, dass die Gemeinden mit der Aufgabe der Anpassung an den Klimawandel im Bereich Biodiversität überfordert wären.
- Anstelle eines Merkblattes wurde ein verstärkter Wissens- und Erfahrungsaustausch zum Umgang mit dem Klimawandel im Naturschutz als möglicherweise sinnvolle Massnahme genannt.

Zusammenfassend zeigen die Gespräche mit Expertinnen und Experten, dass bei den Akteuren/innen im Biodiversitätsmanagement **erhebliche Unsicherheiten** im Hinblick auf den Klimawandel bestehen. Diese Unsicherheiten betreffen insbesondere die **Auswirkungen** des Klimawandels auf die Biodiversität, die **Zusammenhänge** verschiedener Einflussfaktoren und deren Bedeutung für die Biodiversität sowie die Frage, inwiefern nicht nur die **Massnahmen**, sondern auch die **Ziele** des Biodiversitätsmanagements aufgrund der Auswirkungen des Klimawandels anzupassen sind.

4.6.2 Fallstudienübergreifende Erkenntnisse zu Ökosystemleistungen

Ergänzend zu den Aussagen in den Experteninterviews wurde eine Bestandsaufnahme der für den Kanton Aargau relevanten beziehungsweise verfügbaren Indikatoren zu Ökosystemleistungen durchgeführt. Die Zusammenstellung ist in Anhang A-6 wiedergegeben.

Unabhängig vom konkreten Fallstudiengebiet lassen sich zum Thema Ökosystemleistungen aus den Interviews folgende generelle Folgerungen herauskristallisieren:

- Die grundsätzliche Idee des Konzepts «Ökosystemleistungen», dass Landschaften und Lebensräume verschiedene Leistungen erbringen, wird nicht in Frage gestellt und als selbstverständlich erachtet.
- Die Interviewten unterscheiden nicht zwischen Leistung und Funktion von Ökosystemen¹⁰. Offenbar ist diese Differenzierung für die Praxis wenig relevant.
- Die Interviewten arbeiten in ihrem Alltag mit den verschiedenen Landschaftsleistungen, Synergien und Nutzungskonflikten, allerdings nicht mit dem Begriff «Ökosystemleistungen». Gleichzeitig wird das Konzept «Ökosystemleistungen» als zu abstrakt, zu wissenschaftlich und nicht nützlich in der Praxis beurteilt.
- Im Bereich Wald ist das Konzept der Waldfunktionen etabliert und in diversen Planungs- und Arbeitsinstrumenten umgesetzt.
- Ökosystemleistungen werden in diversen Planungsinstrumenten (Richtpläne, Nutzungspläne, Betriebspläne der Forstdienste) beschrieben. Zusätzlich existieren nationale und kantonale Inventare und Erhebungen (LFI, WAMOS, Projekt Flora, Kartierungen).
- Allgemein erscheint die systematische, periodische Erfassung von Ökosystemleistungen für folgende Zwecke als nützlich:
 - Bewertung verschiedener Leistungen von Flächen zur Konfliktlösung
 - Ausweis von Leistungen der Ökosphäre im politischen Diskurs
 - Frühzeitige Problemerkennung (z.B. Abnahme von Biodiversität)

¹⁰ Während die Funktion unabhängig von der Nachfrage vorhanden ist, entsteht eine Ökosystemleistung erst durch die Nachfrage danach. Die Funktion ist eine Voraussetzung dafür, dass eine Nachfrage ausgeübt werden kann und eine Ökosystemleistung entsteht.

- Erfolgskontrolle von Massnahmen
- Das Kosten-Nutzen-Verhältnis einer systematischen periodischen Erfassung von Ökosystemleistungen, welche über das heute Verfügbare (siehe Anhang A-6) hinausgehen, wird trotz der aufgeführten nützlichen Anwendungen als unklar oder kritisch beurteilt.

Zusammenfassend zeigen die Gespräche mit Expertinnen und Experten, dass das Konzept der Ökosystemleistungen zwar verstanden, dessen konkrete Anwendung für das Biodiversitätsmanagement jedoch kritisch betrachtet wird, weil es zu theoretisch und praxisfern sei. Es wird anerkannt, dass die Diskussion von Ökosystemleistungen zur Sensibilisierung bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels beitragen kann, dies sowohl unter den Akteuren/innen des Biodiversitätsmanagements als auch mit anderen Bevölkerungsgruppen.

4.6.3 Fazit für das weitere Vorgehen im Pilotprojekt

Im Rahmen der Interviews mit Experten/innen wurde deutlich, dass erhebliche Unsicherheiten zum Umgang mit dem Klimawandel bestehen. Den lokalen Akteuren/innen fällt es schwer, konkrete Massnahmen zu identifizieren und umzusetzen, mit denen vorausschauend auf zukünftige Veränderungen reagiert werden kann.

Diese Unsicherheiten bestehen auf verschiedenen Ebenen: Sie betreffen die konkreten Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität, die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Einflussfaktoren und schliesslich auch allfällige, klimabedingte Anpassungen der Zielsetzungen des Biodiversitätsmanagements.

Es wird ein Bedarf erkannt, die lokalen Akteure/innen des Biodiversitätsmanagements methodisch besser zu unterstützen. In Form eines Leitfadens «Klimawandel-Check» für Biodiversitätsmanagement und eines Merkblatts für Natur im Siedlungsraum soll eine systematische Auseinandersetzung mit den Herausforderungen des Klimawandels ermöglicht werden.

Die Entwicklung und Praxistests eines solchen Leitfadens bzw. Merkblatts sind Gegenstand der folgenden Kapitel.

5 Methodische Unterstützung der Akteure/innen im Biodiversitätsmanagement im Kanton Aargau

Der Klimawandel ist wissenschaftlich bereits sehr gut untersucht und es besteht seitens der Forschung ein hoher Grad an Konsens über die wahrscheinlichen klimatischen Entwicklungen (s. Kap. 2). Aussagen über die zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels basieren jedoch immer auf Szenarien und Modellen. Kleinräumige Prozesse und kurzfristige klimatische Schwankungen können von den Modellen (noch) nicht genügend gut abgebildet werden. Den Klimawandel bereits heute im Biodiversitätsmanagement zu berücksichtigen, bedeutet also in gewissem Masse «Entscheiden unter Unsicherheit». Für die verantwortlichen Akteure/innen ist dies eine grosse Herausforderung.

In den Interviews mit lokalen Expertinnen und Experten wurde festgestellt, dass der Klimawandel im Biodiversitätsmanagement im Kanton Aargau heute noch nicht systematisch berücksichtigt wird. Es besteht aufseiten der befragten Akteure/innen eine grosse Zurückhaltung, zum jetzigen Zeitpunkt Massnahmen zur Anpassung des Biodiversitätsmanagements an den Klimawandel vorzuschlagen (s. Kap. 4.6.1).

Trotz der erkannten Unsicherheiten stellt sich die Frage, ob nicht bereits heute sinnvolle Entscheidungen für den Umgang mit der Biodiversität unter dem Klimawandel getroffen werden können. Die Klimamodelle geben Aufschluss über die langfristigen Trends der erwarteten Temperatur- und Niederschlagsveränderungen. Über die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität bestehen bereits verschiedene Studien. Zudem stellt auch das Erfahrungswissen lokaler Akteure/innen eine wichtige Entscheidungsgrundlage dar.

5.1 Leitfaden «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement

Die vorangehend beschriebenen Erkenntnisse im Rahmen des Pilotprojekts haben zum Entschluss geführt, für die Akteure/innen des Biodiversitätsmanagements eine methodische Unterstützung im Umgang mit dem Klimawandel zu entwickeln. Das Biodiversitätsmanagement sollte anhand eines geeigneten Instruments einem «Klimawandel-Check» unterzogen werden. Das Instrument soll in Form eines Leitfadens oder einer Checkliste ausgearbeitet werden. Die methodische Unterstützung der Akteure/innen soll dazu beitragen, das Problem des Klimawandels systematisch zu analysieren und Schlussfolgerungen für das Biodiversitätsmanagement abzuleiten. Das Vorgehen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden in den nachfolgenden Abschnitten dokumentiert.

5.1.1 Entwicklung des Instruments für den «Klimawandel-Check»

Eine Recherche zu bereits bestehenden Tools hat gezeigt, dass noch kein Instrument vorliegt, welches direkt auf das Biodiversitätsmanagement des Kantons Aargau angewendet werden könnte. Es wurden jedoch einige Quellen gefunden, welche als Grundla-

ge für die Ausarbeitung des Klimawandel-Checks für das Biodiversitätsmanagement dienen. Die wichtigsten Instrumente mit ähnlichen Ansätzen sind in der folgenden Tabelle 21 zusammengestellt.

Titel des Instruments	Inhalt und Anwendungsbereich	Literaturhinweis
Guidelines on Climate Change and Natura 2000: Dealing with the impact of climate change. On the management of the Natura 2000 Network of areas of high biodiversity value	Methodische Entscheidungs-Grundlagen («decision framework») für den Umgang mit dem Klimawandel in Natura 2000-Schutzgebieten; mögliche Anpassungsmassnahmen.	European Union (2013)
Bewertung der Klimawandel-Fitness der Raumplanung: Ein Leitfaden für PlanerInnen.	Vorgehenskonzept und Checklisten zur Überprüfung der Klimawandel-Fitness von Raumplanungsinstrumenten und -verfahren. Unterstützung für Entscheidungsprozesse zur Klimawandelanpassung.	Pütz, M., Kruse, S., Butterling, M. (2011)
Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte.	Umfassendes Handbuch zur strategischen und proaktiven Auseinandersetzung mit den Folgen des Klimawandels. Umfangreiche Sammlung an Methoden und Werkzeugen als Hilfestellung für den Anpassungsprozess.	Prutsch, A., Felderer, A., Balas, M., König, M., Clar, C., Steurer, R. (2014)

Tabelle 21: Methodische Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel aus der Literatur

Bei der Entwicklung einer für das kantonale Biodiversitätsmanagement geeigneten Methodik haben sich folgende Fragestellungen als zentrale Grundsatzentscheide erwiesen:

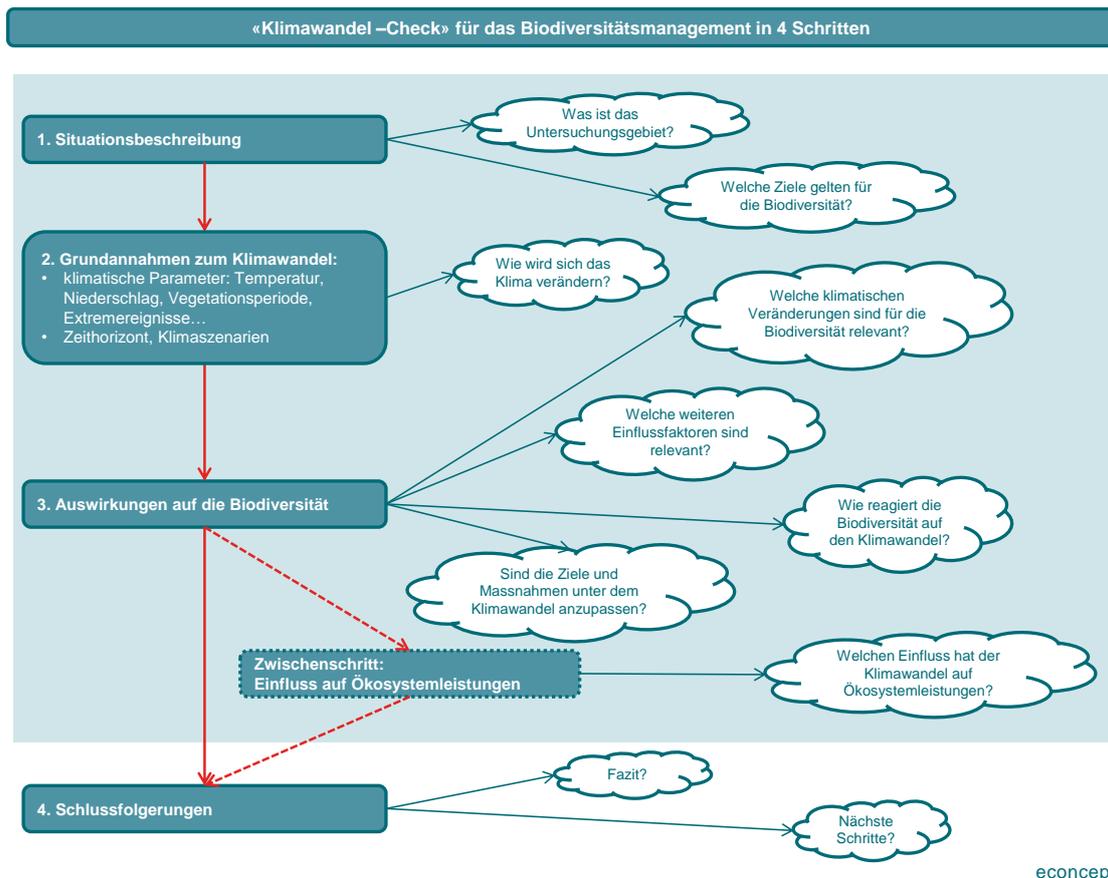
- Auf welcher Ebene des Biodiversitätsmanagements (strategisch oder operativ) soll das zu entwickelnde Instrument eingesetzt werden?
- Wer sind die angesprochenen Zielpersonen für die Anwendung der Methodik?
- Welche Objekte des Biodiversitätsmanagements sollen mit einem Leitfaden überprüft werden (strategisch-planerische Grundlagen, Schutzgebiete, einzelne Arten...)?

Im Rahmen des Pilotprojekts wurde entschieden, dass ein Leitfaden für den Klimawandel-Check die in der praktischen Umsetzung tätigen Fachpersonen / lokalen Akteure/innen beim Umgang mit dem Klimawandel unterstützen soll. Der Gegenstand der Überprüfung sollen konkrete (Schutz-)Objekte der kantonalen Biodiversitätsförderung sein, d.h. geographisch eingrenzbar Gebiete mit einer bestimmten Naturschutzzielsetzung. Das Ziel der Anwendung eines Leitfadens ist es, dass der Klimawandel bereits heute als wesentlicher Faktor wahrgenommen wird, den es bei der Konzeption und Umsetzung von Massnahmen im Biodiversitätsmanagement zu berücksichtigen gilt. Das Vorgehenskonzept des Leitfadens soll es ermöglichen, den erwarteten Klimawandel und dessen Auswirkungen auf die Biodiversität in einem bestimmten Gebiet systematisch zu beschreiben, die geltenden Ziele und Massnahmen im Hinblick auf den Klimawandel zu überprüfen und sofern notwendig anzupassen. Die dazu entwickelte Methodik beinhaltet ein Vorgehenskonzept in vier Schritten, welches in der folgenden Tabelle 22 zusammengefasst ist.

Die vier Schritte des Leitfadens	Ziele und Inhalt
1. Situationsbeschreibung	Der erste Schritt dient dazu, das Untersuchungsgebiet zu beschreiben und bestehende Planungsgrundlagen zu erfassen. Es werden die prioritären Lebensraumtypen und die Zielsetzungen des Biodiversitätsmanagements festgehalten.
2. Grundannahmen zum Klimawandel	Als Grundlage für die nachfolgenden Analysen und Beurteilungen werden im zweiten Arbeitsschritt die wesentlichen Grundannahmen zum zukünftigen Klima definiert. Eine wichtige Basis dafür bilden regionale Klimaszenarien.
3. Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität	Im dritten Schritt wird eine Beurteilung vorgenommen, welche erwarteten klimatischen Veränderungen für die Biodiversität im betrachteten Gebiet relevant sind. Zudem werden weitere wichtige Einflussfaktoren für die Biodiversität betrachtet. Anschließend werden die Auswirkungen dieser Einflüsse auf die Biodiversität beurteilt. Aufgrund dieser Analyse werden Schlussfolgerungen bezüglich der Ziele und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements unter dem Klimawandel getroffen und ein allfälliger Anpassungsbedarf festgestellt.
4. Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen	Im letzten Arbeitsschritt werden die Schlussfolgerungen aus der Analyse zusammengefasst. Bei Bedarf sollen die möglichen nächsten Schritte definiert werden.

Tabelle 22: Das Vorgehenskonzept anhand des Leitfadens «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement

Der gesamte Leitfaden findet sich in Kapitel 5.1.3. Die nachfolgende Figur 14 stellt diesen Ablauf vereinfacht dar.



Figur 14: Schematische Darstellung des Ablaufs des Leitfadens «Klimawandel-Check»

5.1.2 Test-Anwendung des Leitfadens in den Fallstudiengebieten

Um die Methodik möglichst an die Bedürfnisse der potenziellen Anwender/innen anzupassen, wurde der Leitfaden anhand der Fallstudiengebiete Reusstal und Jurapark teilweise angewendet. Dazu wurde pro Fallstudiengebiet ein Naturschutzobjekt von kantonaler Bedeutung (NKB) ausgewählt, welches den für die Fallstudie charakteristischen Lebensraum (s. Kapitel 4) gut repräsentiert. Im Reusstal wurde der Test anhand des NKB-Objekts «Schoren Schachen» durchgeführt; im Jurapark wurde das Schutzobjekt «Egghübel» untersucht. Für beide Gebiete bestehen ein Pflegekonzept sowie eine Umsetzungskontrolle, was ein Hauptkriterium für die Wahl der beiden Gebiete war. Da das Pilotprojekt mit der Fallstudie «Natur im Siedlungsraum» in der Gemeinde Villmergen eine andere Fragestellung verfolgt, eignete sich dieses Gebiet nicht für die Anwendung des Leitfadens (s. Kap. 5.2). Die Anwendung des Leitfadens wurde im Rahmen der Tests mit den Fachpersonen des Kantons diskutiert, welche für die Umsetzung des Biodiversitätsmanagements in den ausgewählten Gebieten zuständig sind. Das Ziel dieser Tests war es einerseits, den Leitfaden anhand konkreter Beispielobjekte anzuwenden, um Erkenntnisse zum Einfluss des Klimawandels auf das Gebiet und den Umgang damit im Biodiversitätsmanagement zu gewinnen. Andererseits wollte das Projektteam eine grundsätzliche Rückmeldung der lokalen Akteure/innen zur Nützlichkeit und Praktikabilität eines solchen Instruments sowie Verbesserungsvorschläge zur Methodik einholen.

Im Rahmen dieser etappenweisen Entwicklung wurde der Leitfaden von einer ursprünglich sehr umfassenden Form stark reduziert und methodisch vereinfacht. Die erste Version, welche anhand der Fallstudie Reusstal getestet wurde, beinhaltete eine sehr systematische und ausführliche, jedoch auch eher komplexe Methodik. Die Test-Anwendung zeigte, dass ein solch umfassender Leitfaden kaum handhabbar ist. Die Version des Leitfadens mit den Resultaten des ersten Tests, sowie die daran beteiligten lokalen Akteure/innen, sind in Anhang A-7 dokumentiert. Darauf folgend wurde der Leitfaden im Umfang stark gekürzt und methodisch vereinfacht. Dies hat sich im zweiten Test anhand der Fallstudie Jurapark als zweckmässig erwiesen. Auch der zweite Test ist in Anhang A-8 dokumentiert.

Im Anschluss an die Leitfaden-Tests, wurde der überarbeitete Leitfaden an einem Syntheseworkshop mit je einer Vertretung aus dem Fallstudiengebiet sowie zwei Fachexperten der kantonalen Verwaltung diskutiert und ergänzt. Auch mit den Auftraggebern wurden die bisherigen Erkenntnisse und offenen Fragen im Zusammenhang mit dem Leitfaden im Rahmen einer Begleitgruppensitzung diskutiert.

Der Leitfaden in der letzten, überarbeiteten Form ist im folgenden Kapitel dargestellt.

5.1.3 Leitfaden

Hinweis

Dieser Leitfaden wird im Rahmen des Pilotprojekts «Anpassung an den Klimawandel im Bereich der Biodiversität im Kanton Aargau» entwickelt. Er wird in einer allgemeinen Form ausgearbeitet, in welcher er in einem beliebigen Gebiet, welches bestimmte Ziele und Aufgaben im Biodiversitätsmanagement verfolgt, anwendbar sein soll. Im Rahmen des Pilotprojekts wird das Vorgehenskonzept, welches in diesem Leitfaden beschrieben ist, in den Fallstudiengebieten Reusstal und Jurapark testweise angewendet. Anhand dieses Tests soll der Leitfaden verbessert und an die Bedürfnisse der lokalen Akteure/innen angepasst werden.

Status der vorliegenden Version

Eine frühere Version dieses Leitfadens wurde am 26.8.2015 mit drei für das Reusstal verantwortlichen Fachpersonen (lokale Akteure/innen) des Kantons Aargau (Thomas Egloff, Josef Fischer, Christian Müller) getestet. Aufgrund der Rückmeldungen wurden der Leitfaden strukturell vereinfacht und die inhaltlichen Punkte festgehalten. Eine Verifizierung der Angaben fand nicht statt. Der Leitfaden wurde in einem zweiten Test anhand des Fallstudiengebiets Egghübel / Küttigen im Jurapark mit den lokalen Akteuren/innen (Isabelle Flöss, Max Gasser, André Seippel) diskutiert und im Anschluss noch leicht angepasst. Die vorliegende Version stellt den überarbeiteten Vorlageentwurf dar.

Ziele des Leitfadens

Der Leitfaden ist als Vorgehenskonzept zu verstehen, welches die lokalen Akteure/innen im Biodiversitätsmanagement beim Umgang mit dem Klimawandel im Rahmen ihrer Aufgaben unterstützen soll. Ziel ist es, dass der Klimawandel als wesentlicher Faktor wahrgenommen wird, den es bei allen planerischen und umsetzungsorientierten Aktivitäten im Biodiversitätsmanagement zu berücksichtigen gilt. Das Vorgehen nach diesem Leitfaden soll es ermöglichen, den erwarteten Klimawandel und dessen Auswirkungen auf die Biodiversität in einem bestimmten Gebiet systematisch zu beschreiben, weitere, nicht klimatische Einflussfaktoren zu identifizieren und die geltenden Ziele und Massnahmen im Hinblick auf den Klimawandel zu überprüfen und sofern notwendig anzupassen. Aufgrund der Schlussfolgerungen sollen bei Bedarf mögliche weitere Aktivitäten festgelegt werden.

Aufbau des Leitfadens

Der Leitfaden stellt ein Vorgehenskonzept in 4 Schritten dar:

1. **Situationsbeschreibung:** Der erste Schritt dient dazu, das Untersuchungsgebiet zu beschreiben und bestehende Planungsgrundlagen zu erfassen. Es werden die ausgewählten Lebensraumtypen und die Zielsetzungen des Biodiversitätsmanagements festgehalten.

2. **Grundannahmen zum Klimawandel:** Als Grundlage für die nachfolgenden Analysen und Beurteilungen werden im zweiten Arbeitsschritt die wesentlichen Grundannahmen zum zukünftigen Klima definiert. Eine wichtige Basis dafür bilden regionale Klimaszenarien.
3. **Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität:** Im dritten Schritt wird eine Beurteilung vorgenommen, welche erwarteten klimatischen Veränderungen für die Biodiversität im betrachteten Gebiet relevant sind. Zudem werden weitere, nicht klimatische Einflussfaktoren für die Biodiversität, wie beispielsweise geplante Infrastrukturbauten oder Zielkonflikte mit Erholungsnutzungen (vgl. Tabelle 25), betrachtet. Anschliessend werden die Auswirkungen dieser Einflüsse auf die Biodiversität beurteilt. Aufgrund dieser Analyse werden Schlussfolgerungen bezüglich der Ziele und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements unter dem Klimawandel getroffen und ein allfälliger Anpassungsbedarf festgestellt.

Zwischenschritt: Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosystemleistungen: In diesem Arbeitsschritt wird analysiert, welche Ökosystemleistungen durch den betrachteten Lebensraum erbracht werden und ob der Klimawandel einen Einfluss auf diese hat.

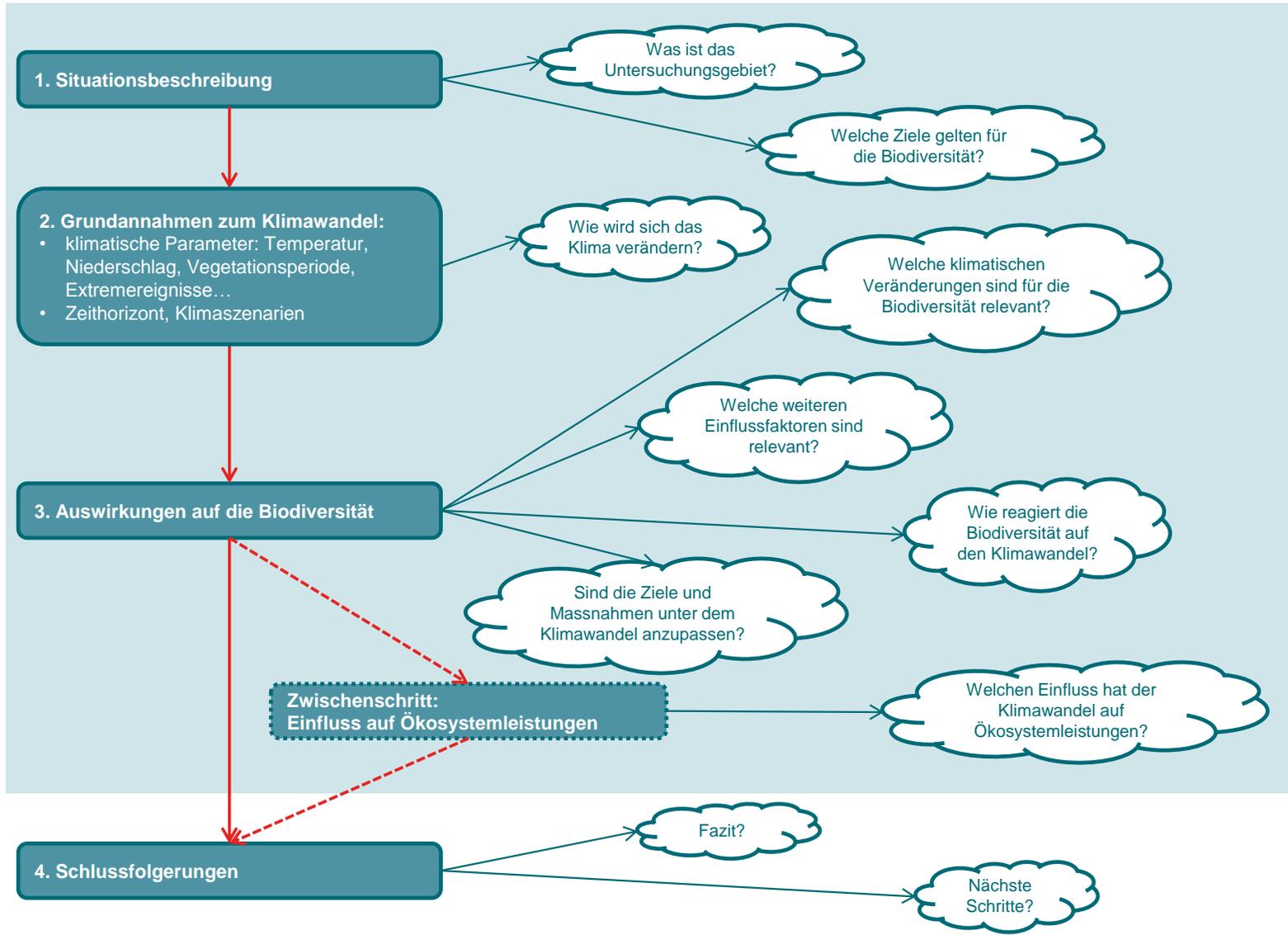
4. **Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen:** Im letzten Arbeitsschritt werden die Schlussfolgerungen aus der Analyse zusammengefasst. Es sollen bei Bedarf die möglichen nächsten Schritte definiert werden.

Der Leitfaden beinhaltet zu jedem Arbeitsschritt Tabellenvorlagen, welche zu bearbeiten sind. Die Vorgaben in den Tabellen sind blau/grau hinterlegt; Felder zur Bearbeitung sind weiss hinterlegt.

Am Schluss des Leitfadens sind Hinweise auf weiterführende Literatur aufgeführt.

Das nachfolgende Schema gibt einen Überblick über den Ablauf der einzelnen Schritte des Leitfadens.

«Klimawandel –Check» für das Biodiversitätsmanagement in 4 Schritten



Schritt 1: Situationsbeschreibung

Im ersten Schritt sollen das Untersuchungsgebiet definiert und die bestehenden Grundlagen zur Biodiversität im betrachteten Gebiet zusammengetragen werden.

Dabei werden folgende Fragen geklärt:

- Welches Gebiet mit welchem Perimeter wird betrachtet?
- Welche Schutzbestimmungen gelten für die Biodiversität im betrachteten Gebiet?
- Welche Planungsgrundlagen sind aktuell für das Gebiet von Bedeutung (Schutzkonzept, Zielsetzungen, Pflegeplan, Artenlisten, Monitoringkonzept...)?
- Welches sind die ausgewählten Lebensraumtypen für das Biodiversitätsmanagement im betrachteten Gebiet?
- Welche Zielsetzungen gelten für das Biodiversitätsmanagement im betrachteten Gebiet?
- Wie wird die Bewirtschaftung geregelt?
- Gibt es einzelne Arten im betrachteten Gebiet, die aus Sicht der Biodiversität von besonderer Bedeutung sind («ausgewählte Arten»)?

Ausgangslage	Beschreibung
Untersuchungsgebiet / Perimeter	
Schutzbestimmungen/Schutzkategorie*	
Planungsgrundlagen	
Geographische Lage des Gebiets (Topographie, Exposition, etc.)	
Ausgewählte Lebensraumtypen im Gebiet	
Zielsetzungen des Biodiversitätsmanagements	
Bewirtschaftung (Regelungen und Umsetzung)	
Hinweise auf besonders wertvolle Arten / ausgewählte Arten (Schutzstatus, Populationen, Verbreitung)	
Weitere Informationen**	

Tabelle 23 Situationsbeschreibung

* Z.B. Naturschutzgebiet von kantonaler/nationaler Bedeutung, kantonale/nationale Inventare

** Benachbarte Gebiete; andere wichtige Aktivitäten im Perimeter/in der Umgebung (Hochwasserschutz, Bauvorhaben,...); Status Richtplan (v.a. bei hängigen Revisionen)

Schritt 2: Grundannahmen zum Klimawandel

Der Arbeitsschritt zwei dient der Einschätzung, wie sich der Klimawandel in der Region ausprägen wird, in welcher sich der betrachtete Lebensraum befindet.

Als Grundlage zur Beschreibung des Klimawandels sollen möglichst regionale Klimaszenarien verwendet werden. Für die Schweiz eignet sich dazu die Studie von Meteo-Schweiz «[Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht](#)» (2014)¹¹. Darin werden für die Regionen Jura (S.12-15), Mittelland (S.16-19), Voralpen (S.20-23), Alpen (S.24-27), Alpensüdseite (S.28-31) sowie für Agglomerationen (S.32-35) die erwarteten Klimaänderungen beschrieben. Nebst den Veränderungen von Temperatur und Niederschlag, werden auch erwartete Veränderungen weiterer Klimaindikatoren beschrieben: Anzahl Sommertage, Anzahl Frosttage, Länge der Vegetationsperiode und Tage mit Neuschnee. Die nötigen Informationen sind aus den entsprechenden Grafiken «herauszulesen»¹². Um das wahrscheinliche Spektrum der zu erwartenden Veränderungen abzubilden, empfiehlt sich, mit zwei unterschiedlich ausgeprägten Szenarien zu arbeiten.

Die folgenden Grundannahmen für regionale Klimaszenarien sind zu definieren:

- Klimaszenarien: schwach (RCP3PD), mittel (A1B), stark (A2)
- Region: Jura Mittelland Voralpen Alpen Alpensüdseite Agglomerationen
- Zeithorizont: 2060 (Mittelwert der Periode 2045-2074)

Klimaparameter <i>Bei Bedarf ergänzen</i>	Veränderung		Bemerkungen
	Quantitative Werte		
	Szenario 1	Szenario 2	
Mittlere Temperatur Winter			
Mittlere Temperatur Sommer			
Niederschlag Winter			
Niederschlag Sommer			
Anzahl Sommertage			
Anzahl Frosttage			
Länge der Vegetationsperiode			
Tage mit Neuschnee			

Tabelle 24 Regionales Klimaszenario

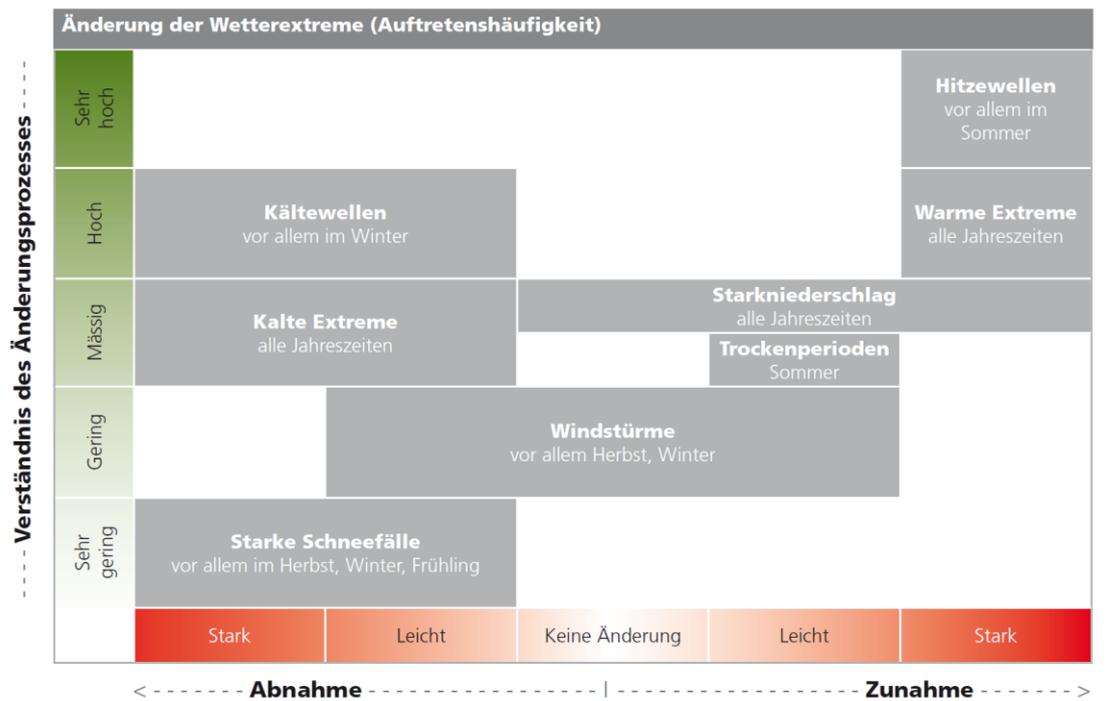
Definitionen:

Sommertage	Tage pro Kalenderjahr, an denen die Maximaltemperatur 2 m über Boden mind. 25°C erreicht
Frosttage	Tage pro Kalenderjahr, an denen die Minimaltemperatur 2 m über Boden kleiner 0°C ist
Länge der Vegetationsperiode	Tage pro Kalenderjahr zwischen dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen über 5°C und dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen unter 5°C
Tage mit Schneefall	Tage pro Kalenderjahr mit mind. 1 cm Neuschnee

¹¹ <http://proclimweb.scnat.ch/portal/ressources/2825.pdf> (36 S.)

¹² Das im November 2015 neu etablierte «National Centre for Climate Services» (NCCS) soll als Schnittstelle zwischen den Produzenten und den Nutzern von solchen Klimadienstleistungen agieren. In Zukunft wird man über diese Stelle weitere Informationen (Bsp. Klimaszenarien für einzelne Messstationen) beziehen können. www.nccs.ch

Zusätzlich soll auch die erwartete Entwicklung von Extremereignissen berücksichtigt werden. Diese können nur generell für die ganze Schweiz beschrieben werden, da kleinräumige Prozesse, welche Extremereignisse auslösen, von den Modellen nur ungenügend abgebildet werden können.



MeteoSchweiz 2014a

Figur 15: Für jedes Extremereignis wird das Ausmass der erwarteten Zu- oder Abnahme und das Verständnis des Änderungsprozesses angegeben. Die Grafik zeigt auch, für welche Jahreszeit die Aussage gilt.

Schritt 3: Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität

Dieser Schritt dient zur Abschätzung, welche klimatischen Veränderungen sowie welche weiteren, nicht klimatischen Einflussfaktoren für die Biodiversität im betrachteten Gebiet relevant sind und welche Auswirkungen erwartet werden. Darauf basierend sollen Schlussfolgerungen hinsichtlich der Ziele und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements abgeleitet werden.

Eine hilfreiche Zusammenstellung möglicher Auswirkungen durch den Klimawandels auf die Biodiversität und andere Bereiche ist in den «[Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel](#)» (Prutsch et al. 2014) S. 144 enthalten. Diese kann bei Bedarf hinzugezogen werden.

In Arbeitsschritt 3 werden folgende Fragen geklärt:

- Welche Einflussfaktoren des Klimawandels haben einen relevanten Effekt auf die Biodiversität der ausgewählten Lebensraumtypen im Gebiet?
- Welche weiteren, nicht klimatischen Einflussfaktoren sind für diese Lebensräume relevant?
- Welche ausgewählten Arten sind durch die klimatischen und nicht klimatischen Einflussfaktoren besonders betroffen?
- Welche konkreten Auswirkungen durch die klimatischen und nicht klimatischen Einflussfaktoren werden auf die ausgewählten Lebensraumtypen und Arten erwartet?
- Wie werden die Zielerreichung und die Massnahmen des Biodiversitätsmanagements durch den Klimawandel beeinflusst?
- Besteht aufgrund des Klimawandels ein Anpassungsbedarf bei den Zielen und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements?

Einflussfaktoren	Relevanz für die Biodiversität der ausgewählten Lebensraumtypen*			Relevanz für ausgewählte Arten
	Dominanter Effekt	Relevant	Nicht relevant	Betroffene ausgewählte Arten gemäss Tabelle 23
Einflussfaktoren Klimawandel				
Veränderung Temperaturregime				
Zunahme Durchschnittstemperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zunahme Hitzewellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abnahme Kältewellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abnahme Frosttage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Verlängerung der Vegetationsperiode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Veränderung Wasserregime				
Sommertrockenheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Veränderung Winterniederschläge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zunahme Starkniederschläge/Hochwasser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zunahme Oberflächenerosion/ Erdrutsche/Murgänge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Veränderung Abflussregime Fließgewässer**	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zunahme Grundwassertemperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abnahme Schneebedeckung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Weitere, nicht klimatische Einflussfaktoren				
Nährstoffeintrag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Schadstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Infrastruktur (Verkehr, Anlagen,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Hochwasserschutzmassnahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Renaturierungen, GSCHG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Raumplanung/Siedlungsgebiet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Erholungsnutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Landwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Energetische Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Forstliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ausbreitung Schadorganismen / invasive Neobiota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Finanzielle und personelle Ressourcen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Weitere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bemerkungen	Die Nordexposition kann gewisse Effekte des Klimawandels abschwächen;			

Tabelle 25 Relevanz der klimatischen und nicht klimatischen Einflussfaktoren auf Biodiversität der ausgewählten Lebensraumtypen und Arten

* Ausgewählte Lebensraumtypen: vgl. Schritt 1 (Tabelle 23)

** Zunahme im Winter, Abnahme im Sommer

Hinweis: Die in Tabelle 25 als «dominant» beurteilten Faktoren sind in die erste Spalte der Tabelle 26 zu übertragen.

Dominante Einflussfaktoren	Erwartete Auswirkungen* auf ausgewählte Lebensraumtypen und Arten (gemäss Schritt 1, Tabelle 23)		
<i>Auswahl gemäss Beurteilung in Tabelle 25</i>			
Einflussfaktoren Klimawandel			
Weitere, nicht klimatische Einflussfaktoren			

Tabelle 26 Auswirkungen durch klimatische und nicht klimatische Einflussfaktoren auf ausgewählte Lebensraumtypen und Arten

*Hinweise für die Beurteilung möglicher Auswirkungen des Klimawandels: Chancen und Risiken, besonders betroffene Arten oder Artengruppen, Standortbedingungen und Konkurrenzfähigkeit, Verschiebungen/Zunahme/Abnahme des Lebensraums,...

Fazit Auswirkungen des Klimawandels auf das Biodiversitätsmanagement

Auswirkungen auf die ausgewählten Lebensraumtypen	
Auswirkungen auf ausgewählte Arten	

Zielerreichung

Die Zielerreichung des Biodiversitätsmanagements für die **ausgewählten Lebensraumtypen** wird durch den Einfluss des Klimawandels...

<input type="checkbox"/> erschwert	<input type="checkbox"/> nicht beeinflusst	<input type="checkbox"/> begünstigt	<input type="checkbox"/> Aussage unklar	<i>Erläuterung:</i>
------------------------------------	--	-------------------------------------	---	---------------------

Die Zielerreichung des Biodiversitätsmanagements für **ausgewählte Arten** wird durch den Einfluss des Klimawandels...

<input type="checkbox"/> erschwert	<input type="checkbox"/> nicht beeinflusst	<input type="checkbox"/> begünstigt	<input type="checkbox"/> Aussage unklar	<i>Erläuterung:</i>
------------------------------------	--	-------------------------------------	---	---------------------

Wirksamkeit der Massnahmen

Die Wirksamkeit der Massnahmen des Biodiversitätsmanagements wird durch den Einfluss des Klimawandels...

<input type="checkbox"/> erschwert	<input type="checkbox"/> nicht beeinflusst	<input type="checkbox"/> begünstigt	<input type="checkbox"/> Aussage unklar	<i>Erläuterung:</i>
------------------------------------	--	-------------------------------------	---	---------------------

Anpassungsbedarf Ziele

Besteht aufgrund des Klimawandels ein Anpassungsbedarf der Ziele des Biodiversitätsmanagements?

<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Zu prüfen	<input type="checkbox"/> Nein	<i>Erläuterung:</i>
-----------------------------	------------------------------------	-------------------------------	---------------------

Anpassungsbedarf Massnahmen

Besteht aufgrund des Klimawandels ein Anpassungsbedarf der bestehenden Massnahmen des Biodiversitätsmanagements?

<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Zu prüfen	<input type="checkbox"/> Nein	<i>Erläuterung:</i>
-----------------------------	------------------------------------	-------------------------------	---------------------

Sind in Zukunft zusätzliche Massnahmen notwendig, um das Biodiversitätsmanagement an den Klimawandel anzupassen?

<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Zu prüfen	<input type="checkbox"/> Nein	<i>Erläuterung:</i>
-----------------------------	------------------------------------	-------------------------------	---------------------

Tabelle 27 Fazit zu den Auswirkungen des Klimawandels auf das Biodiversitätsmanagement

Zwischenschritt (fakultativ): Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosystemleistungen

In diesem Arbeitsschritt wird analysiert, welche Ökosystemleistungen¹³ (ÖSL) durch den Lebensraum erbracht werden und welchen Einfluss der Klimawandel auf diese hat.

In diesem Zwischenschritt werden folgende Fragen geklärt:

- Welche Ökosystemleistungen werden aktuell im betrachteten Gebiet produziert?
- Wie wird die Bedeutung dieser Ökosystemleistungen für das Gebiet bewertet?
- Wie werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Erbringung dieser Ökosystemleistungen durch den betrachteten Lebensraum beurteilt?

¹³ Definition Ökosystemleistungen: Bestandteile der Biodiversität erbringen selbst oder aufgrund von Wechselbeziehungen Leistungen, ohne die menschliches Leben nicht denkbar wäre und die zum menschlichen Wohlergehen beitragen. Beispiele von Ökosystemleistungen sind die Versorgung mit Wasser, die Bildung von fruchtbarem Boden, die Bestäubung und die Schädlingskontrolle, die Erosionskontrolle, der Schutz vor Lawinen durch Wälder, die Erholung durch Nah- und Fernerholungsräume oder das Angebot an wertvollen Landschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus.

Ökosystemleistungen im Gebiet ¹⁴	Beurteilung Auswirkung des Klimawandels auf ÖSL			Bedeutung <i>keine bis sehr hohe Bedeutung (1-5)*</i>
	Schwächung	Stärkung	keine	
Gesundheit / Wohlbefinden				
Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Erholungsleistung durch Erholungsräume im Wohnumfeld (Gärten u.a.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Identifikationsermöglichung durch schöne und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Eine für den Menschen gesunde Luftqualität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ruhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sicherheit				
Schutzleistung vor Lawinen, Steinschlag und Murgängen durch Vegetation an Steilhängen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Speicherung von CO ₂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Natürliche Vielfalt				
Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Wirtschaftliche Leistungen				
Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grund- und Oberflächenwasser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistungen: Bestäubung und Schädlingsbekämpfung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Futterpflanzen und organische Dünger für die landwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Erneuerbare Energien: Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Umweltwärme, Geothermie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Natürliche Produktionsunterstützungsleistung: Kühlleistung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Genetische Ressourcen und biochemische Wirkstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Produktionsunterstützungsleistung: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Tabelle 28 Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosystemleistungen

*1=keine, 2=geringe, 3=mittlere, 4=hohe, 5=sehr hohe Bedeutung der Ökosystemleistung für das Gebiet

¹⁴ Kategorien gemäss: Staub C., Ott W. et al. 2011: Indikatoren für Ökosystemleistungen: Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1102: 106 S.

Schritt 4: Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

In Arbeitsschritt 4 werden folgende Fragen geklärt:

- Welches sind die zentralen Schlussfolgerungen, die sich aus den vorherigen Analyseschritten ergeben?
- Sind weiterführende Aktivitäten notwendig? Falls ja, in welchem Zeithorizont und mit welchen Zuständigkeiten?
- Müssen weitere Akteure/innen in die Umsetzung einbezogen werden?
- Was ist der allfällige Ressourcenbedarf?
- Sind Kommunikationsmassnahmen notwendig? Wenn ja, welche?
- Ist eine Abstimmung der Ziel- und Massnahmenüberprüfung mit anderen bestehenden Instrumenten des Biodiversitätsmanagements notwendig?

Weitere Schritte	Erkenntnisse/Vorgehen/Anmerkungen
Zusammenfassung der Schlussfolgerungen	
— Sind bestehende Planungsgrundlagen anzupassen? Oder werden zusätzliche Planungsgrundlagen benötigt?	
— Besteht Anpassungsbedarf bei der Umsetzung von Massnahmen (Organisation, Koordination)?	
— Braucht es neue, zusätzliche Massnahmen?	
— Besteht Anpassungsbedarf bei der Wirkungskontrolle von Massnahmen?	
Zuständigkeiten für weitere Aktivitäten, Zeithorizont	
Einbezug Akteure/innen / Verwaltungsebenen	
Ressourcenbedarf	
Kommunikation	
Abstimmung mit Richtplanung/anderen Planungsgrundlagen	
Abstimmung mit weiteren Instrumenten des Biodiversitätsmanagements	
Weitere Schritte	

Tabelle 29 Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

Weiterführende Literatur

Grundlagen zum Klimawandel:

- BAFU (2012): Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Erster Teil der Strategie des Bundesrates vom 2. März 2012.
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01673/index.html?lang=de>
- BAFU (2014): Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz: Aktionsplan 2014–2019. Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014.
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01762/index.html?lang=de>
- CH2011 (2011): Swiss Climate Change Scenarios CH2011, published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC, Zurich, Switzerland, 88 pp.
<http://proclimweb.scnat.ch/portal/ressources/3357.pdf>
- MeteoSchweiz (2014): Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht, Fachbericht MeteoSchweiz, 243, 36 pp.
<http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/30018.pdf>

Anpassung an den Klimawandel:

- Bonn A. et al. (2014): Helping ecosystems in Europe to adapt to climate change, BfN-Skripten 375, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bonn, 2014.
https://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/service/Skript_375.pdf
- European Commission (2013): Guidelines on Climate Change and Natura 2000 - Dealing with the impact of climate change. On the management of the Natura 2000 Network of areas of high biodiversity value, Technical Report - 2013 – 068, European Union, 2013.
<http://ec.europa.eu/environment/nature/climatechange/pdf/Guidance%20document.pdf>
- Forum Biodiversität Schweiz (2007): HOTSPOT – Biodiversität und Klimawandel, Heft 16, Bern, Oktober 2007.
<http://www.naturwissenschaften.ch/organisations/biodiversity/publications/hotspot/7616-hotspot-16-07-biodiversitaet-und-klimawandel>
- Prutsch, A., Felderer, A., Balas, M., König, M., Clar, C., Steurer, R. (2014): Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte. Umweltbundesamt, Wien.
<https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Presseaussendungen/2014/PK-Famous-2014/HandbuchKlimawandelanpassungMethoden-und-Werkzeuge.pdf>
- Pütz, M., Kruse, S., Butterling, M. (2011): Bewertung der Klimawandel-Fitness der Raumplanung: Ein Leitfaden für PlanerInnen. Projekt CLISP, ETC Alpine Space Programm.
http://www.clisp.eu/content/sites/default/files/rz_finale_D_20110824_0.pdf

5.1.4 Erkenntnisse aus der Leitfaden-Entwicklung

In den diversen Gesprächen, die während der Entwicklung des Leitfadens geführt wurden (Experten-Interviews, Leitfaden-Tests, Synthese-Workshop und Begleitgruppensitzung) gab es wiederkehrende Themen, die zu Diskussionen geführt haben:

- Ansatz des Biodiversitätsmanagements
- Monitoringbedarf
- Perimeter
- Ökosystemleistungen
- Anwendung des Leitfadens

In den nachstehenden Abschnitten werden die Erkenntnisse und Herausforderungen, die sich aus den Gesprächen ergaben, zusammengefasst.

Ansatz des Biodiversitätsmanagements

Die Beurteilung von Veränderungen von Arten oder Lebensräumen aufgrund des Klimawandels (z.B. Verschiebung der Artenzusammensetzung, Vorkommen bestimmter «wertvoller» Arten oder Lebensräume, Veränderung der Lebensraumcharakteristik) ist wertabhängig und erfordert eine Gewichtung.

- Welche Veränderungen sind positiv/negativ?
- Was ist als Risiko/Chance zu interpretieren?
- Welche Arten/Lebensräume müssen wo erhalten bleiben bzw. welche Verluste sind zu akzeptieren, wenn der Erhalt der Art/des Lebensraums an einem anderen Standort gesichert ist?

Die lokalen Akteure/innen fühlen sich damit überfordert bzw. nicht ermächtigt zu urteilen. Zudem fehlen entsprechende Grundsätze. Es wird die grundsätzliche Frage aufgeworfen, inwiefern ein dynamischer oder statischer Naturschutz verfolgt werden soll. Dazu werden Grundüberlegungen/Guidelines durch den Bund gewünscht.

Im Leitfaden wird auf die Beurteilung bzw. Bewertung von Veränderungen verzichtet. Falls jedoch entsprechende Grundsätze vorliegen, wäre der Leitfaden diesbezüglich ausbaubar.

Wissenslücken für prospektives Handeln

Grundsätzlich erfolgen in den Schutzgebieten bislang keine prospektiven Anpassungen von Massnahmen, sondern Anpassungen aufgrund beobachteter Veränderungen. Als Grund dafür werden einerseits die unsichere zukünftige Entwicklung (z.B. Unterscheidung zwischen langfristigen Trends und kurzfristiger Variabilität des Klimas) und andererseits die Trägheit der Systeme erwähnt. Aus diesem Grund sei man zurückhaltend mit grossen Änderungen und mache diese basierend auf Beobachtungen. Während die Dokumentation auf Stufe Lebens-

raum grundsätzlich gut ist, fehlen zu einzelnen Arten häufig wissenschaftliche Grundlagen. Das Wissen ist als Erfahrungswissen einzelner Akteure/innen vorhanden, daher aber nicht systematisch zugänglich und bei Personalwechsel nicht gesichert. Dies erschwert die Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels erheblich.

Aus diesen Gründen wird von den lokalen Akteuren/innen Bedarf nach längeren Beobachtungszeiträumen und intensiveren Monitorings identifiziert. Vom Bund werden unterstützende Leistungen erwartet, wie bspw. ein übergeordnetes, schweizweites Monitoring von klimasensitiven Lebensräumen, um Veränderungen aufgrund des Klimawandels rechtzeitig zu erkennen.

Inwiefern die lokalen Akteure/innen tatsächlich empirische Monitoring-Ergebnisse oder eher eine Vorhersage zur zukünftigen Entwicklung wünschen, ist offen. Es wird davon ausgegangen, dass es grundsätzlich darum geht, den Akteuren/innen das Wissen bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels auf die verschiedenen Lebensräume zur Verfügung zu stellen. Dazu können sowohl Monitoring-Ergebnisse als auch Vorhersagen/Projektionen mit Hilfe von Analogieschlüssen als Quelle dienen.

Die Herausforderung besteht demnach in der Generierung wissenschaftlicher Grundlagen, auf welche die lokalen Akteure/innen zurückgreifen können. Solange diese Grundlagen fehlen, ist der Verzicht auf prospektive (oder präventive) Anpassung zwar nachvollziehbar, doch stellt sich die Frage, ob mögliche Anpassungsmassnahmen bekannt sind und rechtzeitig ergriffen werden können.

Perimeter

Es stellt sich die Frage, inwiefern die Abgrenzung nach geographisch definierten Objekten für die Anwendung des Leitfadens Sinn macht, da sich Arten und Lebensräume grundsätzlich nicht danach eingrenzen lassen. Ausserdem besteht dadurch die Gefahr, dass der Vernetzungsaspekt nicht richtig beurteilt werden kann. So ist es zwar beispielsweise im Kanton Aargau für Arten nur beschränkt möglich, in höhere Gefilde auszuweichen, da der höchste Punkt im Kanton bei nur 900 m.ü.M liegt. Erweitert man aber den Betrachtungsperimeter kann sich die Ausweichmöglichkeit einzelner Arten entsprechend ändern.

Grundsätzlich soll der Leitfaden für Arten *und* Lebensräume angewendet werden können. Die lokalen Akteure/innen äussern sich dazu jedoch kritisch, da die Beurteilung auf Artenebene sehr aufwändig sei und oftmals wissenschaftliche Grundlagen oder das Experten/innenwissen zum Verhalten einzelner Arten unter verändertem Klima fehlten. Bezüglich der Lebensraum-Betrachtung wird von zahlreichen Experten/innen die Meinung vertreten, dass der Leitfaden für eine Summe von Einzelgebieten, bzw. einem Lebensraumtyp (bspw. alle Flachmoore im Reusstal) Anwendung finden soll. Andere Experten/innen schlagen vor, den Leitfaden so zu konzipieren, dass dieser sowohl für Einzelgebiete als auch für Lebensraumtypen angewendet werden könnte.

Im Rahmen des vorliegenden Pilotprojekts kann der Perimeter nicht definitiv festgelegt werden. Dies gilt es im nachgelagerten Prozess zu tun (s. Kapitel 6.2).

Ökosystemleistungen

Die Betrachtung von Ökosystemleistungen (ÖSL) spielt im Rahmen des Pilotprojekts eine wichtige Rolle. Die Integration der ÖSL in den Leitfaden stellt jedoch eine Herausforderung dar. Der methodische Ansatz und die «Flughöhe» der Betrachtung unterscheiden sich von den restlichen Schritten im Leitfaden. Für einzelne Gebiete scheinen die ÖSL nur sehr schwierig zu beurteilen, vielmehr müssten oder könnten sie als Instrument zur Begründung oder allenfalls Priorisierung des Mitteleinsatzes auf regionaler Ebene betrachtet werden. Dies wäre jedoch eine übergeordnete Aufgabe, die nicht im Kompetenzbereich der lokalen Akteure/innen liegt.

Im Leitfaden wird die Beurteilung der ÖSL in Form eines fakultativen Zwischenschrittes vor den Schlussfolgerungen belassen. Dadurch wird der Entscheidung, ob diese Beurteilung vorgenommen werden soll, den Anwender/innen des Leitfadens überlassen.

Anwendung des Leitfadens

Das Biodiversitätsmanagement des Kantons Aargau verfolgt einen pragmatischen Ansatz. Bei der Priorisierung von Zielen und Massnahmen fliessen viele Erfahrungswerte ein. Dadurch ist für Aussenstehende die Strukturierung der Prozesse von den strategischen Vorgaben zu den operativen Konsequenzen nicht klar ersichtlich. So bleibt teilweise offen, wie die Umsetzung von kantonalen Strategien in die Praxis erfolgt. Viele Anpassungen werden punktuell und ad hoc vorgenommen. Dies macht die Institutionalisierung bzw. eine strukturierte Anwendung des Leitfadens zu einer grossen Herausforderung.

Da es nicht für alle Schutzobjekte ein Pflegekonzept gibt (s. 3.2.1) und die bestehenden oft noch sehr jung sind (weshalb keine Überholung nötig ist), ist der Einsatz des Leitfadens im Rahmen von Einzelgebiet-Betrachtungen eher eingeschränkt. Stattdessen werden in den Diskussionen folgende Einsatz-Möglichkeiten aufgeführt:

- 1) Im Rahmen der Priorisierung der Naturschutzgebiete von kantonaler Bedeutung (NKB). Dabei soll der Klimawandel nicht als zusätzliches Priorisierungs-Kriterium ergänzt werden, sondern müsste bei der Beurteilung der bestehenden Priorisierungs-Kriterien¹⁵ der Klimawandel mit berücksichtigt werden. D.h. die bestehenden Kriterien müssten unter Berücksichtigung des Klimawandels neu beurteilt werden.
 - a) Dies könnte entweder im Anschluss an die Anwendung des Leitfadens erfolgen oder
 - b) indem die Kriterien in den Leitfaden einfliessen. Diese zweite Variante wäre allerdings kaum auf andere Kantone übertragbar.

Basierend auf den Erkenntnissen könnte der Kanton strategische Schlussfolgerungen ziehen und Vorgaben zum Management von gewissen Biotopstypen im Umgang mit dem Klimawandel machen.

¹⁵ Aktuelle Priorisierungs-Kriterien: Tierwelt Vielfalt, Tierwelt Hotspot, Tierwelt Rote Liste CH/AG, Pflanzenwelt Vielfalt, Pflanzenwelt Hotspot, Pflanzenwelt Rote Liste CH/AG, Vegetation Vielfalt, Vegetation Seltenheit, Lebensraumvielfalt, Nationale Bedeutung, Geografische Lage im Verbund, Aufwertungspotenzial für Kategorienwechsel

- 2) Bei bzw. vor der Erneuerungen von Bewirtschaftungsverträgen (s. Kapitel 3.2.1), da viele Anpassungen im Biodiversitätsmanagement in diesen Verträgen umgesetzt werden. Dazu würden mit den lokalen Akteuren/innen neue Massnahmen und Prozesse definiert. Die Verträge dauern unterschiedlich lange, so könnte man die Integration des Leitfadens iterativ gestalten. Allerdings sind die Bewirtschaftungsverträge parzellenscharf definiert d.h. der Leitfaden müsste für einzelne Parzellen angewendet werden, was mit einem enormen Aufwand verbunden wäre. Effizienter könnte es sein, zuerst bottom-up mit Hilfe des Leitfadens zu identifizieren, inwiefern die verschiedenen Lebensräume durch den Klimawandel betroffen sind und dann auf kantonaler Ebene strategisch zu entscheiden, wie man mit den betroffenen Lebensräumen umgehen will.

Beide Ansätze sehen vor, dass der Kanton, basierend auf den lokalen Erkenntnissen, strategische Vorgaben macht, wie unter Berücksichtigung des Klimawandels die Arten und Lebensräume priorisiert werden sollen und deren Management anzupassen ist. Der Leitfaden kann dazu beitragen, Erkenntnisse auf lokaler Ebene zu generieren. Gleichzeitig wird von einzelnen Experten/innen gewünscht, dass der Leitfaden auch auf der kantonalen / strategischen Ebene als Instrument zur Kommunikation und zur politischen Rechtfertigung dienen soll.

Fazit

Ein Leitfaden «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement kann den lokalen Akteuren/innen zur Unterstützung beim Biodiversitätsmanagement einzelner Objekte dienen, indem er Grundlagen zur erwarteten Klimaveränderung liefert. Für die Beurteilung und Einschätzung dieser Veränderungen hinsichtlich eines konkreten Naturschutz-Objekts, bedarf es allerdings weiterer Grundlagen und Informationen: Einerseits wissenschaftliche Grundlagen über die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels auf die untersuchten Arten und Lebensräume, andererseits eine Klärung des grundsätzlichen Ansatzes im Biodiversitätsmanagement, der prioritär verfolgt werden soll (Artenschutz oder Lebensraumschutz). Erst dadurch werden die lokalen Akteure/innen befähigt, notwendige Anpassungsmassnahmen zu identifizieren und umzusetzen.

Auch den kantonalen Behörden kann der Leitfaden «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement dienen, indem die Ergebnisse der lokalen Anwendungen auf einer Metaebene betrachtet und analysiert werden. Daraus kann eine strategische Weiterentwicklung des Biodiversitätsmanagements folgen.

5.2 Merkblatt «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel»

5.2.1 Entwicklung des Merkblattes

Wie die in Kapitel 4.4 dargestellten Erkenntnisse aus der Untersuchung der Fallstudienregion Villmergen gezeigt haben, ist es analog zum Vorgehen bei Naturschutzobjekten auch für die Natur im Siedlungsgebiet sinnvoll, die Akteure/innen auf Gemeindeebene für den Umgang mit dem Klimawandel methodisch zu unterstützen. Dazu wird ein Merkblatt entwickelt, das gewis-

se Elemente des Klimawandel-Checks für Naturschutzobjekte aufnimmt, aber in stärkerem Masse auf die Handlungsoptionen in Gemeinden eingeht.

Aus den Vorarbeiten und dem Test eines Prototyps des Merkblatts mit Vertreter/innen einer Aargauer Gemeinde wurden folgende Anforderungen formuliert:

- Primäres Zielpublikum sind sowohl Gemeindebehörden (gewählte Exekutiv-Mitglieder und Verwaltungsangestellte) als auch Mitglieder von zuständigen Kommissionen (z.B. Naturschutzkommission, Landwirtschaftskommission, Baukommission usw.).
- Das Merkblatt soll einerseits Grundwissen zu möglichen Auswirkungen des Klimawandels vermitteln und andererseits den konkreten Handlungsspielraum der Gemeinden aufzeigen.
- Das Merkblatt kann zwar allgemein zur Sensibilisierung betreffend Natur im Siedlungsraum beitragen, der Fokus sollte aber auf der Anpassung an den Klimawandel liegen.

5.2.2 Merkblatt

Ziel des Merkblatts

Das vorliegende Merkblatt unterstützt die zuständigen Gemeindegremien (z.B. Naturschutz- und Landwirtschaftskommission) dabei, die zu erwartenden Auswirkungen durch den Klimawandel auf die Biodiversität und auf das Lokalklima für den Menschen zu identifizieren. Es zeigt Handlungsmöglichkeiten auf, wie dem Klimawandel durch die Gestaltung und den Unterhalt von Natur im Siedlungsraum (Grün- und Gewässerräume) begegnet werden kann. Dies mit dem doppelten Ziel, die Biodiversität sowie ein angenehmes Lokalklima für den Menschen zu erhalten. Eine strukturierte Checkliste dient dabei als Hilfsmittel.

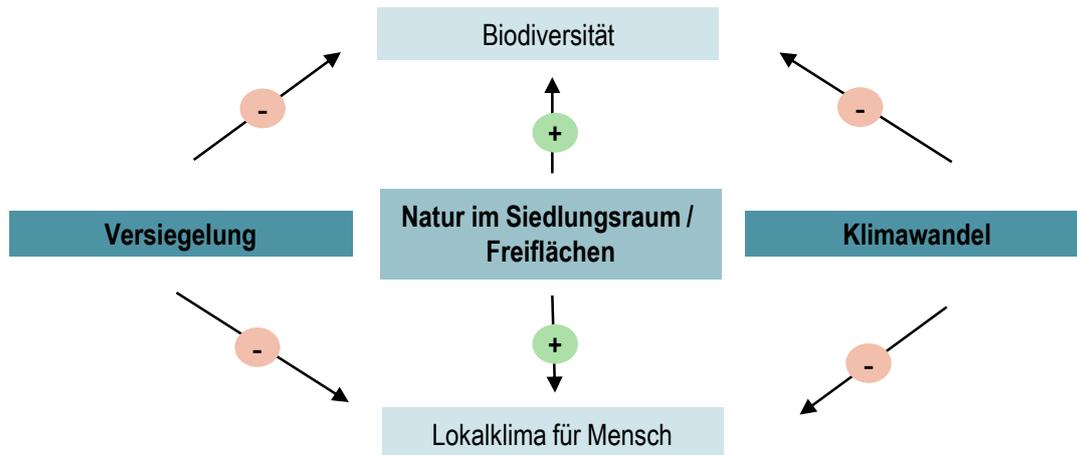
Einleitung: Natur im Siedlungsraum und der Klimawandel

Unter «Natur im Siedlungsraum» verstehen wir Grün- und Gewässerräume in der Siedlung, also unbebaute Freiräume (s. Glossar). Solche Freiräume im Siedlungsgebiet bieten vielfältige Nischen für Pflanzen und Tiere, entsprechend gross ist die Vielfalt von Arten und Lebensräumen (s. Glossar: «Biodiversität») in gut strukturierten und durchgrüneten Siedlungen. Gleichzeitig tragen Freiräume zu einem angenehmen Lokalklima für die Bevölkerung bei, indem sie kühlere Luft entstehen lassen und die Durchlüftung des Siedlungsgebietes ermöglichen (s. Glossar: «Frischluftschneise»). Im Gegensatz dazu führen grosse, versiegelte Flächen in Siedlungsräumen zu Wärme- und damit auch Trockeninseln: Versiegelte Flächen heizen sich bei Sonneneinstrahlung stärker auf, weil hier weniger Wasser verdunstet werden kann. In begrüneten Teilen einer Siedlung liegt die Temperatur deutlich tiefer (s. Glossar: «Wärmeinsel-Effekt»).

Der erwartete Klimawandel kann zu einer Verstärkung dieses Wärmeinsel-Effekts führen und das Lokalklima, welches zum Wohlbefinden der Bevölkerung beiträgt, entsprechend negativ beeinträchtigen. Auch die Biodiversität ist durch die Klimaänderung gefährdet, da sich die heutigen Lebensräume verändern werden und es zu (unerwünschten) Artenverschiebungen kommen kann. Hinzu kommt, dass der Klimawandel invasiven Arten (s. Glossar) ermöglicht, in neuen Gebieten Fuss zu fassen, in denen sie zuvor nicht hätten überleben können. Dadurch kann es zu einer weiteren Verdrängung einheimischer Arten kommen. Diese negativen Entwicklungen durch den Klimawandel werden zusätzlich durch die Tendenz der Versiegelung im Rahmen der inneren Verdichtung verschärft (s. Figur 16).

Aus diesen Gründen stellt die Gestaltung der Natur im Siedlungsraum eine grosse Herausforderung dar. Eine angepasste Planung und Gestaltung der Freiräume im öffentlichen Raum kann den Wärmeinseleffekt mildern. Dabei muss im Rahmen der Bestrebungen zur inneren Verdichtung die Versiegelungsrate möglichst tief und die Biodiversität möglichst gross gehalten werden. Denn eine grosse Biodiversität erleichtert die Anpassung von Lebensräumen und Arten an sich verändernde Bedingungen und erhöht deren Widerstandskraft.

Natur im Siedlungsraum unter dem Klimawandel



econcept

Figur 16: Vereinfachte Darstellung der Beeinflussung von der Natur im Siedlungsraum und dem Klimawandel.
+ = positive Wirkung; - = negative Wirkung

Der Klimawandel

Weltweite Messungen belegen, dass sich das Klima global wie regional verändert. Die seit Mitte des 20. Jahrhunderts weltweit ansteigenden Mitteltemperaturen sind mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit primär den menschengemachten Treibhausgasemissionen zuzuschreiben.

Der Klimawandel stellt eine der grössten Herausforderungen dieses Jahrhunderts dar. Es wird zwischen zwei Hauptstrategien unterschieden, wie wir mit dieser umgehen: **Vermeidung** (Mitigation) und **Anpassung** (Adaptation). Bei der Vermeidung steht die Senkung von Treibhausgasemissionen im Vordergrund, um die Klimaveränderung zu vermindern. Zusätzlich kommt auch der Anpassung an ein verändertes Klima eine immer grössere Bedeutung zu. Auch wenn es gelingen sollte, die Emissionen von Treibhausgasen zukünftig global stark zu verringern, kann ein weiterer Temperaturanstieg nicht vollständig verhindert werden. Es sind also beide Strategien gleichermassen wichtig. Das vorliegende Merkblatt fokussiert in erster Linie auf mögliche Anpassungsstrategien von Gemeinden im Rahmen der Freiraumplanung. Dazu dient die nachstehende Checkliste.

Klimawandel-Check für die Natur im Siedlungsraum

Ist Ihre Gemeinde vorbereitet? Welche Handlungsmöglichkeiten gibt es?

Die vier Schritte des Klimawandel-Checks ermöglichen zunächst eine Standortbestimmung, wie gut Ihre Gemeinde auf mögliche Veränderungen durch den Klimawandel vorbereitet ist. Zudem zeigen sie Handlungsmöglichkeiten auf, wie sich Ihre Gemeinde an die erwarteten Veränderungen anpassen kann.

Schritt 1: Ausgangslage in Ihrer Gemeinde

In Schritt 1 haben Sie die Möglichkeit, die Ausgangslage in Ihrer Gemeinde bezüglich der Natur im Siedlungsraum zu beschreiben.

Natur im Siedlungsraum	
Welche Freiräume sind in Ihrer Gemeinde aus Sicht der Biodiversität besonders wertvoll?	
Gibt es seltene und/oder geschützte Arten, für die Ihre Gemeinde eine besondere Verantwortung trägt? Welche sind das?	
Welche Freiräume (Grünräume und Gewässer) leisten in Ihrer Gemeinde einen relevanten Beitrag für die Regulation des Lokalklimas (z.B. als Frischluftquelle, Schattenspender oder Wasserspeicher)?	
Gibt es in Ihrer Gemeinde laufende Planungsprozesse oder grössere Bauvorhaben, die einen Einfluss auf die Natur im Siedlungsraum haben werden? Welche sind das?	
Beteiligte Gremien und Organisationen	
Welche Gemeindegremien und privaten Organisationen sind involviert in das Freiraummanagement und oder befassen sich mit der Thematik «Natur im Siedlungsraum» (Kommissionen, Vereine, Landwirtschaft, etc.)?	

Tabelle 30: Beschrieb der Ausgangslage in der Gemeinde

Schritt 2: Der Klimawandel in Ihrer Region

Schritt 2 verschafft einen Überblick, wie sich der Klimawandel gemäss dem heutigen Kenntnisstand der Forschung in Ihrer Region auswirken wird. Als Grundlage zur Beschreibung des Klimawandels wird ein möglichst regionales Klimaszenario (s. Glossar) verwendet. Für die Schweiz eignet sich dazu die Studie von MeteoSchweiz, 2014 «[Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht](#)»¹⁶. Darin werden für die Regionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen, Alpensüdseite sowie für Agglomerationen die erwarteten Klimaänderungen beschrieben. Da unsicher ist, wie sich der Ausstoss von Treibhausgasen entwickeln wird, werden verschiedene mögliche Emissionsszenarien (s. Glossar) untersucht.

Nachstehend werden die erwarteten klimatischen Veränderungen für die Region Mittelland und einen Zeithorizont 2060 beschrieben. Um das wahrscheinliche Spektrum der zu erwartenden Veränderungen abzubilden, wird dabei die Spannbreite aller Szenarien (gemäss MeteoSchweiz, 2014) dargestellt.

Erwartete Temperatur- und Niederschlagsänderungen gegenüber der Referenzperiode 1981 bis 2010

- *Temperatur Winter:* +0.6 bis +3.2°C
- *Temperatur Sommer:* +0.9 bis +3.4°C
- *Niederschlag Winter:* -12% bis +16%
- *Niederschlag Sommer:* 0% bis -25%

Weitere Klimaindikatoren

- Die *durchschnittliche Vegetationsperiode* (s. Glossar) wird sich um ca. 25 bis 40 Tage verlängern, so dass sie anstatt im März bereits im Februar beginnen und bis im November dauern dürfte.
- Die *Anzahl der Frosttage* (s. Glossar) wird stark abnehmen, in tieferen Lagen werden noch zwischen 35 und 50 Frosttagen erwartet (bei heute 70 Frosttagen).
- Die *Tage mit Neuschnee* (s. Glossar) werden deutlich abnehmen. In höheren Lagen ist ein Rückgang um bis zu 50% zu erwarten; in tiefen Lagen ein Rückgang auf nur noch 5-7 Tage mit Schneefall.
- Die *Anzahl Sommertage* (s. Glossar) wird in tieferen Lagen zwischen 30 und 60% zunehmen, in höheren Lagen ist sogar mit einer Zunahme von bis 80% zu rechnen.

¹⁶ Siehe Literatur. Das im November 2015 neu etablierte «National Centre for Climate Services» (NCCS) soll als Schnittstelle zwischen den Produzenten und den Nutzern von solchen Klimadienstleistungen agieren. In Zukunft wird man über diese Stelle die aktuellsten Klimaszenarien und weitere Informationen (Bsp. Klimaszenarien für einzelne Messstationen) beziehen können. www.nccs.ch

Extremereignisse

Mit den Änderungen der mittleren Temperatur und der Niederschlagsverhältnisse ist auch eine Änderung der Wetterextreme zu erwarten. Während die zukünftige Änderung einiger Extremereignisse relativ sicher ist (z.B. für Hitze- und Kältewellen), ist das Verständnis für andere Extremereignisse noch sehr gering (z.B. starker Schneefall).

- *Hitzewellen* und warme Extreme werden mit hoher bis sehr hoher Wahrscheinlichkeit stark zunehmen.
- *Kältewellen* und kalte Extreme werden mit hoher Wahrscheinlichkeit abnehmen.
- *Starkniederschläge* werden eher zunehmen, starke Schneefälle dürften in tiefen Lagen eher abnehmen.
- *Trockenperioden* dürften vor allem im Sommer zunehmen, in den anderen Jahreszeiten gibt es kaum Hinweise auf grössere Veränderungen.

Schritt 3: Auswirkungen des Klimawandels auf die Natur im Siedlungsraum

In Schritt 3 werden mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität und das Lokalklima aufgelistet. Überlegen Sie sich, ob einzelne dieser Auswirkungen in Ihrer Gemeinde bereits beobachtet werden konnten und welche in Zukunft für Ihre Gemeinde von Bedeutung sein könnten.

Erwartete Veränderungen durch den Klimawandel	Auswirkung primär auf..		Relevanz für Gemeinde		Hinweise auf folgende Punkte: – Beschreibung bisheriger Beobachtungen – zukünftig betroffene Naturräume – Veränderter Aufwand für Gemeinde – Handlungsbedarf
	Biodiversität	Lokalklima	...konnte bereits beobachtet werden	...ist für die Gemeinde von Bedeutung	
Temperaturzunahme					
Begünstigung der trockenheits- und wärmeliebenden Arten, Verdrängung von wärmeempfindlichen Arten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ausbreitung gebietsfremder, invasiver Arten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Verlängerung der Vegetationsperiode: Pollenflug, mehr Wachstum und Pflegebedarf	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abnahme Frosttage: Überleben von Schädlingen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abnahme Schneebedeckung: Geringerer Pflegeaufwand (Salz streuen etc.), weniger Frostschutz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Wärmeineleffekt: Reduziertes Wohlbefinden der Bevölkerung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Erhöhte Nachfrage nach grünen und blauen Freiräumen (Nutzungsdruck)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Reduzierter Abkühlungseffekt durch grüne Freiräume infolge verringerter Verdunstung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Erhöhter Pflege- und Unterhaltsbedarf der Freiräume (Bewässerung etc.), Mehrkosten	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Veränderung der Niederschläge					
Niedrigwasser und Wassermangel im Sommer	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Winderosion / Dürrestress im Sommer	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Erhöhtes Wasservolumen der Gewässer im Winter	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zunahme von Extremereignissen					
Risiko für Gesundheit der Bevölkerung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Direkte Schäden an Pflanzen und Tieren	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Erhöhter Pflege- und Unterhaltsbedarf der Freiräume (Aufräumarbeiten etc.)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Erosionsgefahr durch Wasser	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Tabelle 31 Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität sowie auf die Freiräume und damit das Lokalklima

Schritt 4: Standortbestimmung und Handlungsmöglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel im Umgang mit der Natur im Siedlungsraum

Schritt 4 erlaubt einerseits, die aktuelle Vorbereitung Ihrer Gemeinde bezüglich Klimawandel zu beurteilen. Gleichzeitig werden anschliessend konkreten Handlungsmöglichkeiten aufgeführt, mit denen Biodiversität gefördert, das Lokalklima verbessert und die Gemeindefinanzen langfristig geschont werden können.

Organisation und Umgang mit der Natur in der Gemeinde

Frage	ja	nein	Beschreibung / Bemerkung / geplante oder zu prüfende Massnahme	Priorität (klein/mittel/gross)
Die Personen / Kommissionen der Gemeinde, die sich mit der Natur im Siedlungsraum beschäftigen, sind mit den Klimaszenarien Ihrer Region vertraut und kennen die möglichen Auswirkungen auf die Biodiversität.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Siehe Schritt 2 dieses Klimawandel-Check	
Die Personen / Kommissionen der Gemeinde, die sich mit der Natur im Siedlungsraum beschäftigen, kennen die Bedeutung von Freiräumen für das Lokalklima und wissen, wie diese Funktion gefördert werden kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ihre Gemeinde verfügt über eine Person, die mit der Problematik von invasiven Arten vertraut ist und über die notwendigen Kenntnisse verfügt, um die Ausbreitung neuer Problemarten frühzeitig zu erkennen. Die Person ist dazu befähigt, in Zusammenarbeit mit dem Kanton nötige Massnahmen zu ergreifen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Die verschiedenen Akteure, die im Bereich Natur im Siedlungsraum tätig sind (Fachstellen der Gemeindeverwaltung, Kommissionen, private Organisationen etc.) koordinieren ihre Aktivitäten regelmässig. Dabei werden die Herausforderungen des Klimawandels berücksichtigt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Konkrete Handlungsmöglichkeiten	Nutzen für die Gesellschaft	Nutzen für die Biodiversität	Umsetzungsbeispiele	Priorität (klein/mittel/gross)
Mandat für spezifische Aufgaben (z.B. Bekämpfung invasiver Arten) an private Organisationen			– Gemeinde Suhr (AG): Leistungsvereinbarung zwischen Gemeinde und Natur- und Vogelschutzverein zur Naturförderung.	
Anpassung Pflichtenhefte und Kompetenzen von Gemeindegremien, Klärung von Abläufen und Zuständigkeiten				
Weiterbildung der zuständige Personen/Organisationen			– Kanton Luzern: Leitfaden «Richtiger Umgang mit gebietsfremden Problempflanzen in der Gemeinde» – Weiterbildungsangebote von privaten Organisationen	
Weitere Handlungsmöglichkeiten				

Planung und Pflege von Freiräumen in der Gemeinde

Frage	ja	nein	Beschreibung / Bemerkung / geplante oder zu prüfende Massnahme	Priorität (klein/mittel/gross)
Die Gemeinde verfügt über ein Pflegekonzept für Freiräume, welches periodisch überprüft und ggf. aktualisiert wird und in welchem mögliche Auswirkungen des Klimawandels und Anpassungsmassnahmen aufgenommen werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Freiräume und ihre vorrangigen Funktionen sind in kommunalen Nutzungsplänen ausgewiesen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Die Gemeinde hat für gemeindeeigene Grundstücke Leitlinien, wie Freiräume gestaltet werden. Die Anpassung an den Klimawandel ist dabei berücksichtigt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Für die Neupflanzung von Bäumen und Sträuchern sowie die Bepflanzung weiterer Freiräume durch die Gemeinde liegen Vorgaben für die Artenwahl vor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Die Gemeinde verfügt über ein Notfallkonzept zum Umgang mit Extremereignissen (Hochwasser, Hitzewellen, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Konkrete Handlungsmöglichkeiten zur Planung und Pflege von Freiräumen	Nutzen für die Gesellschaft	Nutzen für die Biodiversität	Umsetzungsbeispiele (vgl. auch Literaturliste)	Priorität (klein/mittel/gross)
Trockenheits- und hitzeresistente Arten wählen, Diversität schaffen	Pflegeaufwand (u.a. Bewässerungsbedarf) kann verringert werden	Eine hohe Diversität wirkt als «Versicherung»; bessere Stressresistenz (Hitze/Trockenheit) mindert Anfälligkeit für Schädlinge	– Stadt Zürich: Liste empfohlener Baumarten – Forschungsprojekt «Stadtgrün 2021» der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau	
Gute Pflanzgrube mit ausreichend Wurzelraum und Versickerungsmöglichkeit schaffen; Baumscheiben begrünen	Gute Versickerung verbessert Abflussmöglichkeiten bei Starkniederschlägen/Hochwasser; gute Stabilität schützt vor Schäden z.B. bei Sturm	Verbesserung der Wasserspeicherkapazität und Stabilität	– Stadt Zürich: Qualitätsvorgaben für Baumsubstrat – Forschungsprojekt «Stadtgrün 2021» der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau	
Bäume wo möglich in Gruppen pflanzen	Schattenwirkung im Sommer	Gegenseitige Beschattung vermindert Austrocknung	– Stadt Zürich: Alleenkonzept	
Bei Alleen die Wahl der Strassenseite bedenken (Sonneneinstrahlung)	Schattenwirkung für Fussgänger, weniger aufgeheizte Flächen			
Bei der Baumpflege die Förderung der Schattenwirkung und Stabilität beachten	Schattenwirkung für Fussgänger, weniger aufgeheizte Flächen; gute Stabilität schützt vor Schäden z.B. bei Sturm			
Alte Bäume erhalten und fördern	Stiftet Identität	Lebensraum für zahlreiche Organismen		
Versiegelung von Freiflächen (Spielplätze, Parks, Innenhöfe, Parkplätze, etc.) minimieren, durchlässige Materialien verwenden	Minimiert Hitzeinseleffekt; verbesserte Abflussmöglichkeiten bei Starkniederschlägen/Hochwasser	Bodenschutz, Möglichkeit für Ruderalpflanzen	– Richtplan Natur und Landschaft der Stadt Baden – Biodiversitätskonzept der Stadt Bern	
«Trittsteine» schaffen, um Lebensräume zu vernetzen (z.B. Hecken, Weiher, Totholz, begrünte Flachdächer...)	Schafft Spiel- und Beobachtungsmöglichkeiten für Kinder	Vernetzung vergrössert Habitate und erleichtert Wanderung zwischen Habitaten als Anpassungsmöglichkeit	– Broschüre «Mehr Natur im Garten - wie geht das?» Naturama, Kt. Aargau	

Konkrete Handlungsmöglichkeiten zur Planung und Pflege von Freiräumen	Nutzen für die Gesellschaft	Nutzen für die Biodiversität	Umsetzungsbeispiele (vgl. auch Literaturliste)	Priorität (klein/mittel/gross)
Fassaden- und Dachbegrünungen fördern (z.B. durch Beratungsangebote, Anreizsysteme, Bauvorschriften)	Verbesserung des Lokalklimas, Dachkühlung	Nischen als Lebensraum	– Bau- und Zonenordnung Stadt Winterthur	
Eingedämmte/verdolte Fließgewässer öffnen und renaturieren, zusätzliche Rückhaltebecken schaffen, naturnahe Ufervegetation fördern	Besserer Hochwasserschutz, Kühleffekt, Erholungsnutzung	Erhöhte Diversität, Lebensraum für Pionierarten		
Überprüfung und ggf. Anpassung des Bewässerungsmanagements von Grünräumen				
Förderung der Nutzung von Regenwasser und Anlage von Sammelbecken				
Verstärkte Sicherung von Grundwasserkörpern, Wasserspendern und Trinkwasserquellen durch Ausweisung in Raumplänen / Planungsgrundlagen in Absprache mit Kanton				
Verstärkte Koordination zwischen Raumordnung, wasserwirtschaftlicher Planung und Nutzungen mit Wasserbedarf	Wasserversorgung in Trockenperioden sicherstellen			
Ruderalflächen und Brachen erhalten, insbesondere auf gemeindeeigenen Grundstücken	Erhalt von Kaltluftentstehungsgebieten und Frischluftschneisen	Nischen und Rückzugsräume für spezialisierte Arten, fördert Vernetzung	– Gemeinde Moosseedorf (BE): Im Rahmen des internationalen Jahres der Biodiversität (2010) hat die Gemeinde mehrere Projekte umgesetzt, u.a. hat sie Ruderalflächen angelegt.	
Bei Baubewilligungsverfahren die Natur im Siedlungsraum gezielt fördern, z.B. durch Begleitungs- und Beratungsangebote für private Bauherrschaften	Vorausschauende Planung, Anpassung an Klimaveränderungen zugunsten der Bevölkerung			

Konkrete Handlungsmöglichkeiten zur Planung und Pflege von Freiräumen	Nutzen für die Gesellschaft	Nutzen für die Biodiversität	Umsetzungsbeispiele (vgl. auch Literaturliste)	Priorität (klein/mittel/gross)
Verpflichtende Behandlung von Klimafolgen und Anpassung in räumlichen Entwicklungskonzepten (z.B. Frischluftschneisen)			– Klimaanalyse Stadt Zürich (KLAZ)	
Bestandserhebung von derzeit bereits existierenden Freiräumen als Grundlage für die Ableitung von weiterem Handlungsbedarf unter einem sich ändernden Klima	Erhalt von Kaltluftentstehungsgebieten und Frischluftschneisen		– Stadt Zürich: Grundsätze für stadtklimagerechtes Planen und Bauen	
Weitere Handlungsmöglichkeiten				

Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation

Frage	ja	nein	Beschreibung / Bemerkung / geplante oder zu prüfende Massnahme	Priorität (klein/mittel/gross)
-------	----	------	--	--------------------------------

Die Gemeinde informiert die Bevölkerung und private Bauherrschaften aktiv über die Bedeutung der Natur im Siedlungsraum für den Erhalt der Biodiversität und eines guten Lokalklimas unter dem Klimawandel. ja nein

Konkrete Handlungsmöglichkeiten	Nutzen für die Gesellschaft	Nutzen für die Biodiversität	Umsetzungsbeispiele (vgl. auch Literaturliste)	Priorität (klein/mittel/gross)
Bewusstseinsbildung der Bevölkerung hinsichtlich der Wahl der Bepflanzungen und Regenwassernutzung	Befähigung der Bevölkerung durch Sensibilisierung		– Gemeinde Moosseedorf (BE): Im Rahmen des internationalen Jahres der Biodiversität (2010) hat die Gemeinde mehrere Projekte umgesetzt, u.a. hat sie ein Biodiversitätslehrgang erstellt – Informationsbroschüre «Lebendige Gärten in Moosseedorf»	
Information der Bevölkerung über Risiken von invasiven Arten und Empfehlungen zu Artenwahl: z.B. Aktionstage in der Gemeinde, Beratung via lokale Gartenbauunternehmen und Gärtnereien	Gesundheit: Allergien; Befähigung der Bevölkerung durch Sensibilisierung	Verhinderung der Verdrängung einheimischer Arten	– Broschüre «Invasive gebietsfremde Pflanzen. Früh erkennen – sofort handeln»; Eidgenössische Fachkommission für biologische Sicherheit EFBS	
Weitere Handlungsmöglichkeiten				

Tabelle 32: Standortbestimmung und Handlungsmöglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel im Umgang mit der Natur im Siedlungsraum

Glossar

Biodiversität	Die Biodiversität umfasst die Arten, die Vielfalt ihrer Gene, die Vielfalt der Ökosysteme sowie die Wechselwirkungen innerhalb und zwischen diesen einzelnen Ebenen (Quelle: BAFU, 2012b)
Emissionsszenario	Zur Erstellung von Klimaszenarien werden die Klimamodelle mit verschiedenen Emissionsszenarien über die zukünftige Entwicklung der Treibhausgasemissionen gekoppelt. Die Emissionsszenarien gehen davon aus, dass die zukünftige demographische, wirtschaftliche und technologische Entwicklung eine unmittelbare Auswirkung auf den weiteren Verlauf des Treibhausgasausstosses haben, wodurch sie den Klimawandel unterschiedlich stark vorantreiben.
Freiräume	Freiräume sind unversiegelte Flächen. Grüne Freiräume umfassen Parks, Grünflächen und Gärten, aber auch Einzelbäume zählen dazu. Zu den blauen Freiräumen zählen Seen, Flüsse, kleinere Gewässer, etc.
Frischluftschneise	Unbebaute Zonen (Freiräume), durch die frische Luft ungehindert in das besiedelte Gebiet gelangen kann.
Frosttage	Tage pro Kalenderjahr, an denen die Minimaltemperatur 2 m über Boden kleiner 0°C ist (Quelle: MeteoSchweiz, 2014)
Invasive Arten	Auch Neobiota genannt (Neophyten, wenn es sich um Pflanzen handelt, Neozoen bei Tieren). Neobiota sind Arten, die absichtlich oder unabsichtlich in Gebiete ausserhalb ihres natürlichen Lebensraums eingeführt werden und dort in der Lage sind, sich zu etablieren und einheimische Arten zu verdrängen. Sie haben unerwünschte Auswirkungen auf andere Arten, Lebensgemeinschaften oder Lebensräume und können auch ökonomische oder gesundheitliche Probleme verursachen oder Krankheiten übertragen. Invasive gebietsfremde Arten zeichnen sich durch ein effizientes Ausbreitungsvermögen sowie durch eine sehr hohe Anpassungsfähigkeit und Konkurrenzstärke aus. In neuen Lebensräumen haben sie oft wenige natürliche Feinde (Quelle: BAFU, 2012b)
Klimaszenario	Klimaszenarien zeigen mögliche Änderungen von Klimagrössen wie Temperatur und Niederschlag auf, welche primär durch die Emission von Treibhausgasen verursacht werden (Quelle: MeteoSchweiz, 2014).

Länge der Vegetationsperiode	Tage pro Kalenderjahr zwischen dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen über 5°C und dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen unter 5°C (Quelle: MeteoSchweiz, 2014)
Sommertage	Tage pro Kalenderjahr, an denen die Maximaltemperatur 2 m über Boden mind. 25°C erreicht (Quelle: MeteoSchweiz, 2014)
Tage mit Schneefall	Tage pro Kalenderjahr mit mind. 1 cm Neuschnee (Quelle: MeteoSchweiz, 2014)
Wärmeinsel	Ist im urbanen Raum die lokale Temperatur im Vergleich zum Umland deutlich höher, spricht man von einer «Wärmeinsel». Bereits heute werden Temperaturunterschiede zwischen den Kernstädten und dem umliegenden ländlichen Raum von bis zu 10 °C festgestellt. Versiegelte Flächen heizen sich bei Sonneneinstrahlung stärker auf, weil hier weniger Wasser verdunstet werden kann. Oftmals ist auch die Wärmeabstrahlung geringer und daher die Strahlungsabsorption höher. Die Gebäude- und Strassenoberflächen speichern die Sonnenstrahlung tagsüber und in der Nacht geben sie die Wärme langsam wieder an die Atmosphäre ab.

Literatur und weitere Informationen

Klimawandel in der Schweiz:

- **Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht**, Fachbericht MeteoSchweiz, 243, 36 pp, 2014.
- **Swiss Climate Change Scenarios CH2011**, published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC, Zurich, Switzerland, 88 pp, 2011.
- **Klimaänderung in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen**, Umwelt-Zustand Nr. 1308, Bundesamt für Umwelt, Bern, und Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, Zürich, 86 S, 2013.
- **Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder**, Erster Teil der Strategie des Bundesrates, Bundesamt für Umwelt, Bern, 2012a.

Natur im Siedlungsraum, Biodiversität und Klimawandel:

- **Biodiversität in der Stadt – für Mensch und Natur**, WSL, Merkblatt für die Praxis, Nr. 48, September 2012.
- **BiodiverCity: Biodiversität im Siedlungsraum**. Zusammenfassung. Unpublizierter Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU. 30. August 2010, 28 Seiten und Anhänge.
- **Klimaschutz & Biodiversität: Praxisbeispiele für Kommunen zum Schutz von Klima und Biodiversität**, Service- und Kompetenzzentrum: Kommunaler Klimaschutz beim Deutschen Institut für Urbanistik GmbH (Difu), Köln, 2013.
- **Biodiversität und Klimawandel – Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa**, Franz Essl und Wolfgang Rabitsch (Hrsg.), Springer Berlin Heidelberg 2013.
- **Strategie Biodiversität Schweiz – In Erfüllung der Massnahme 69 (Ziel 13, Art. 14, Abschnitt 5) der Legislaturplanung 2007–2011: Ausarbeitung einer Strategie zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität**, Bundesamt für Umwelt, Bern, 2012b.

Empfehlungen und Leitfäden zum Umgang mit dem Klimawandel:

- **Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte**. Umweltbundesamt, Wien, 2014. →
- **Bewertung der Klimawandel-Fitness der Raumplanung: Ein Leitfaden für PlanerInnen**. Projekt CLISP, ETC Alpine Space Programm, 2011.

5.2.3 Erkenntnisse aus der Merkblatt-Entwicklung

Die Gespräche im Verlauf der Merkblatt-Entwicklung ergaben, dass die vom Kanton zur Verfügung gestellten Angebote wie Schulungen, Erstberatungen und finanzielle Unterstützung im Rahmen von Pilotprogrammen von den Gemeinden gerne und rege genutzt werden. Hingegen wurde darauf hingewiesen, dass Merkblätter eher selten zum Einsatz kämen. Zudem bleibt häufig unklar, inwiefern die genutzten kantonalen Angebote zu konkreten Umsetzungen in den Gemeinden führen und wie nachhaltig Pilotprogramme weiterverfolgt werden.

Es wurden verschiedene Gründe für diese Situation erwähnt: Die knappen finanziellen Ressourcen, aber insbesondere auch die fehlende Präsenz der Thematik im Verwaltungsalltag. Letzteres kann mit dem mangelnden politischen Willen einzelner Personen zusammenhängen, wobei die Erfahrung vieler Gemeinden zeigt, dass die Präsenz der Thematik «Natur im Siedlungsraum» stark personenabhängig ist. Zudem fehlt den Gemeinden im Zusammenhang mit dem Klimawandel häufig das notwendige Wissen.

Die zentrale Herausforderung, die sich bei der Merkblatt-Entwicklung zeigte, stellt demnach eine stärkere Verankerung der Thematik «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel» im Verwaltungsalltag der Gemeinden dar.

6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Im Rahmen des vorliegenden Pilotprojekts wurde in drei Fallstudiengebieten untersucht, wie klimaintensive Lebensräume und Arten bei der Anpassung an den Klimawandel unterstützt werden können und inwiefern mit klimabedingten Veränderungen der Ökosystemleistungen zu rechnen ist. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden zwei Instrumente zur stärkeren Berücksichtigung des Klimawandels im Biodiversitätsmanagement entwickelt: Der Leitfaden «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement und das Merkblatt für Gemeinden «Natur im Siedlungsraum» (im Folgenden «Leitfaden» und «Merkblatt» genannt).

Die Testanwendungen der beiden Instrumente brachten verschiedene Herausforderungen zum Vorschein, die es im Biodiversitätsmanagement bei der Anpassung an den Klimawandel zu berücksichtigen gilt. Beide Instrumente müssen diesbezüglich im Anschluss an das Pilotprojekt noch weiter optimiert werden. Der Kanton Aargau sieht vor, diesen Prozess der Instrument-Entwicklung weiterzuführen und die erarbeiteten Prototypen umzusetzen.

Ausgehend von den im Pilotprojekt identifizierten Herausforderungen lassen sich in Kapitel 6.1 zunächst allgemeine Folgerungen ziehen und Empfehlungen machen. Konkrete Vorschläge für die Weiterentwicklung und Umsetzung der beiden Instrumente finden sich in den Kapiteln 6.2 und 6.3. Die zusammengefassten Empfehlungen sind jeweils blau hinterlegt.

6.1 Allgemeine Empfehlungen

Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen vorantreiben

In den Experten/innen-Interviews und den Testanwendungen zeigte sich, dass bei den lokalen Akteuren/innen des Biodiversitätsmanagements erhebliche Unsicherheiten bezüglich der erwarteten klimatischen Veränderungen und deren möglichen Auswirkungen auf die Biodiversität bestehen. Während der Leitfaden und das Merkblatt Informationen zur erwarteten Klimaveränderung bieten, fehlen bisher ausreichend differenzierte wissenschaftliche Grundlagen, um die konkreten Auswirkungen der Klimaveränderung auf die betrachteten Arten und/oder den Lebensraum zu beschreiben.

Zwar gibt es bereits zahlreiche Studien über die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität. Deren Übertragbarkeit auf eine spezifische Situation ist aber häufig eingeschränkt und lässt keine konkrete Aussage zur Reaktion der Arten und Lebensräume zu. Entsprechende wissenschaftliche Grundlagen sind jedoch Voraussetzung, um den lokalen Akteuren/innen die notwendigen Informationen für spezifische Anpassungsmassnahmen zur Verfügung zu stellen. Diesbezüglich besteht weiterer Forschungsbedarf.

Eine vertiefte Studie wurde beispielsweise im Rahmen des Pilotprogramms des BAFU durchgeführt (UNA, 2015). Dabei wurden die Auswirkungen von Wasserknappheit infolge des Klimawandels für das Smaragd-Gebiet Oberaargau untersucht. Im Rahmen des Teilprojekts «Biodiversität in Trockenperioden» ging man der Frage nach, wo welche Arten und Lebensräume empfindlich auf Trockenheitsperioden reagieren. Dazu wurden frühere Trockenperioden analysiert und fachspezifisches Experten/innenwissen beigezogen.

Für die im vorliegenden Pilotprojekt untersuchten Lebensräume und die betrachteten Arten ist Wissen über die zu erwartenden Auswirkungen der Klimaveränderung zu erarbeiten. Dieses Wissen ist Voraussetzung dafür, konkrete Anpassungsmassnahmen konzipieren zu können.

Prozesse zur Umsetzung strategischer Vorgaben überprüfen

Ausgehend von den strategischen Vorgaben des Bundes (z.B. Strategie Biodiversität) und den kantonalen Mehrjahresplänen (Natur 2020) verfolgt das Biodiversitätsmanagement des Kantons Aargau für die Umsetzung auf der Ebene des konkreten Naturschutzobjektes einen pragmatischen Ansatz. Bei Bedarf werden ad hoc aufgrund konkreter Beobachtungen und im Rahmen der Möglichkeiten die Pflegemassnahmen angepasst werden. Dies erlaubt es, lokal vorhandenes Erfahrungswissen in die Priorisierung von Zielen und Massnahmen einfließen zu lassen.

Gleichzeitig sind die Prozesse der Umsetzung von den strategischen Vorgaben hin zu den operativen Konsequenzen nicht immer klar ersichtlich. Dadurch wird eine systematische Berücksichtigung neuer Herausforderungen (wie die Auswirkungen des Klimawandels) für Anpassungen auf der Ebene der operativen Entscheidungen erschwert. Dies zeigte sich im Verlauf der Leitfaden-Tests.

Die Umsetzung der strategischen Vorgaben (Bund und Kanton) bis zum konkreten, operativen Biodiversitätsmanagement vor Ort ist transparent zu beschreiben. Nur so werden die Prozesse nachvollziehbar und können die Zusammenhänge zwischen Zielen, Massnahmen und Mitteleinsatz überprüft werden. Damit zur Anpassung an den Klimawandel allenfalls Prioritäten neu gesetzt werden können, muss die aktuelle Priorisierung bekannt sein.

Proaktives Handeln höher gewichten

Die Arbeiten im Rahmen des Pilotprojekts ergaben, dass die Anpassungen im Biodiversitätsmanagement (z.B. die Anpassung von Pflegeplänen) in den betrachteten Fallstudiengebieten stets reaktiv aufgrund beobachteter Veränderungen und nicht proaktiv, wie es eine vorausschauende Anpassung an den Klimawandel voraussetzen würde, stattfinden. Als Grund dafür wurden die bestehenden Unsicherheiten bezüglich der langfristigen Entwicklung und die damit zusammenhängenden langen Beobachtungszeiträume genannt. Es zeigte sich, dass die Berücksichtigung nicht-klimatischer Einflussfaktoren im Biodiversitätsmanagement stärker gewichtet werden, da diese teilweise stärkere und mit dem heutigen Wissensstand klarere und insbesondere kurzfristigere Auswirkungen auf die Biodiversität haben.

Damit der Klimawandel berücksichtigt und die Umsetzung von Anpassungsmassnahmen rechtzeitig angegangen werden kann, muss vermehrt ein langfristiger Ansatz verfolgt werden. Dies erlaubt ein verstärktes proaktives Handeln anstelle reaktiver Anpassungen. Dabei spielen auch die oben erwähnten wissenschaftlichen Grundlagen hinsichtlich der zu erwartenden Auswirkungen durch den Klimawandel eine zentrale Rolle. Weiter ist für die als sensibel erachteten Arten und Lebensräume ein Monitoring zu implementieren, um Anzeichen einer ungewollten Veränderung rechtzeitig wahrzunehmen. Vom Bund werden dazu vonseiten der lokalen Akteure/innen unterstützende Leistungen erwartet, wie bspw. ein übergeordnetes, schweizweites Monitoring von klimasensitiven Lebensräumen, um Veränderungen aufgrund des Klimawandels rechtzeitig zu erkennen. Gleichzeitig muss auch berücksichtigt werden, inwiefern sich Auswirkungen der nicht-klimatischen Einflussfaktoren unter dem Klimawandel ändern werden. Entsprechende Überlegungen sollen Teil längerfristiger Betrachtungen sein.

Um Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel rechtzeitig ergreifen zu können, ist vermehrt ein langfristiger Ansatz zu verfolgen. Anstelle reaktiver Anpassungen tritt verstärkt proaktives Handeln. Verbesserte wissenschaftliche Grundlagen und ein Monitoring klimasensitiver Arten und Lebensräume sind wichtige Voraussetzungen für proaktiveres Handeln.

Adaptives Biodiversitätsmanagement stärken

In den Gesprächen mit den lokalen Akteuren/innen zeigte sich, dass der Aufwand für die Pflegemassnahmen einzelner Schutzobjekte bereits heute sehr gross ist und sich dieser im Zusammenhang mit dem Klimawandel noch vergrössern kann. Inwiefern dies aus Kosten-Nutzen-Überlegungen Sinn macht, hängt mit dem grundsätzlich verfolgten Ansatz des Biodiversitätsmanagements zusammen (vgl. Kapitel 3.1). Diesbezüglich waren sich die lokalen Akteure/innen nicht einig: Die Gespräche ergaben, dass sie sich nicht befähigt fühlen zu beurteilen, bis zu welchem Grad eine gewisse Dynamik und die damit einhergehende Veränderung der Artenzusammensetzung eines Lebensraums zulässig sein soll (vgl. Kapitel 5.1.4). Damit zusammen hängt auch die Frage, welche Dynamik natürlich ist und wo andere Faktoren, wie beispielsweise der Klimawandel, die Dynamik verändert.

Ein adaptiver Ansatz (vgl. Kapitel 3.1) würde es erlauben, basierend auf Monitoring-Informationen und Informationen zur zukünftig erwarteten Veränderung, sowohl die Ziele und entsprechend auch die Schutzobjekte und die Massnahmen, regelmässig neu zu definieren. So kann es unter dem Klimawandel zum Beispiel dazu kommen, dass bisherige Schutzbestimmungen für gewisse Arten oder Lebensräume nicht mehr notwendig sind, weil diese durch den Klimawandel gestärkt werden. Hingegen können neue Schutzbestimmungen für klimasensitive Arten erforderlich sein.

Um die natürliche und durch den Klimawandel verstärkte Dynamik von Lebensräumen angemessen berücksichtigen zu können, ist im Biodiversitätsmanagement verstärkt ein adaptiver Schutzansatz zu verfolgen.

Dazu bedarf es vonseiten Bund Grundsätze hinsichtlich des Umgangs mit möglichen Verlusten einzelner Arten und der qualitativen Entwicklung gesamter Lebensräume unter dem Einfluss des Klimawandels.

Mitteleinsatz vermehrt nach Kosten-Nutzen-Überlegungen priorisieren

Unter Kosten-Nutzen Betrachtungen werden im Folgenden das Verhältnis zwischen dem öffentlichen Mitteleinsatz (Verwaltungsaufwand und Geldmittel für Dienstleister im Naturschutzbereich) und den damit erreichbaren Ergebnissen auf der Ebene der Ziele des Biodiversitätsmanagements verstanden.

Wenn ein Ziel aufgrund der Klimaveränderung nicht erreicht oder aufrechterhalten werden kann, muss der langjährig erfolgte Mitteleinsatz möglicherweise als «Fehlinvestition» betrachtet werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das Risiko vorausschauend hätte erkannt werden können und mit einer Umlagerung der Mittel für ein anderes Ziel ein grösserer Nutzen erzielbar gewesen wäre.

Für entsprechende Anpassungen beim Mitteleinsatz sind nicht nur (anspruchsvolle) Annahmen zur Entwicklung der Lebensräume erforderlich, sondern auch vergleichende Analysen zur Effizienz des Mitteleinsatzes. Das Konzept der Ökosystemleistungen könnte dafür als analytischer Rahmen eine wertvolle Rolle spielen. Für die erforderliche Operationalisierung des Konzepts sind jedoch noch weitere Schritte für eine praxistaugliche Bewertung unterschiedlicher Wirkungen erforderlich (vgl. dazu auch die übergeordnete Zielsetzung in der Strategie Biodiversität Schweiz in Tabelle 6 und Tabelle 7).

Der Bedarf für eine vermehrte Betrachtung von Kosten-Nutzen-Überlegungen wurde in verschiedener Form auch von den lokalen Akteuren/innen im Biodiversitätsmanagement betont. Dies beispielsweise bei der Bekämpfung von Neobiota, die umfangreiche Mittel bindet, die anderswo fehlen.

Kosten-Nutzen-Überlegungen können dabei nicht nur auf der Ebene der Massnahmen eine grössere Rolle spielen, auch bei der Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung von Zielen sind Optimierungen möglich. Gerade im Zusammenhang mit dem im vorangehenden Abschnitt erwähnten adaptiven Ansatz des Biodiversitätsmanagements sind Instrumente gefragt, die aufgrund nachvollziehbarer Entscheidungen die strategische Zielerreichung sicherstellen und einen optimierten Mitteleinsatz ermöglichen. So gilt es beispielsweise auch den Grundsatz, dass Grösse und Vernetzung von Naturschutzgebieten zu einer erhöhten Resilienz führen, von Fall zu Fall neu zu beurteilen. Zwar wurde im Laufe der Arbeiten bestätigt, dass die heute fragmentierte Struktur von Schutzgebieten und Biotopen nicht immer eine optimale Anpassung der Ökosysteme und der darin wohnenden Arten an die veränderten klimatischen Bedingungen erlauben. Gleichzeitig wurde

aber bemerkt, dass es für gewisse Arten besser sei, wenn keine Vernetzung vorhanden ist, da so keine Abwanderung möglich sei.

Kosten-Nutzen-Überlegungen sind auch geeignet, die Abstimmung verschiedener Politikbereiche zu überprüfen und gegebenenfalls zu optimieren. So werden z.B. für die Biodiversität nicht nur im Rahmen des Naturschutzes (gestützt auf das Natur- und Heimatschutzgesetz NHG) sondern auch in der Landwirtschaftspolitik (gestützt auf das Landwirtschaftsgesetz LWG) erhebliche öffentliche Mittel eingesetzt. Aufgrund der unterschiedlichen historischen Entwicklung unterscheiden sich die Instrumente der Politikbereiche beträchtlich, in der Praxis sind die Wirkungen jedoch für Arten- und Lebensraumschutz eng verzahnt.

Sowohl zur Überprüfung der Ziele als auch der Massnahmen des Biodiversitätsmanagements sind verstärkt Kosten-Nutzen-Abwägungen einzusetzen. Diese Abwägungen fördern einen effizienten Mitteleinsatz, unterstützen die Lösung von Zielkonflikten und können die Abstimmung unterschiedlicher Politikbereiche erleichtern.

Kosten des Nicht-Handelns aufzeigen

Bei Entscheidungen unter Unsicherheit erhält die Aufrechterhaltung des Status-Quo erfahrungsgemäss ein hohes Gewicht. Zur Beurteilung von Handlungsoptionen ist es deshalb wichtig, auch die möglichen Konsequenzen des Nicht-Handelns aufzuzeigen. Dies kann beispielsweise in Form von realen Fallbeispielen und Analogie-Schlüssen oder in Form von Szenarien erfolgen.

Die Kosten des Nicht-Handelns beim Biodiversitätsmanagement trotz möglicher, klimabedingter Veränderungen, sind mit geeigneten Methoden aufzuzeigen.

Entwicklung eines praxistauglichen Instruments zur Nutzenbewertung auf der Grundlage des ÖSL-Konzepts

Die Biodiversität ist Basis für vielfältige Dienstleistungen der Natur bzw. Ökosystemleistungen (ÖSL). Ziel des Biodiversitätsmanagements ist es, die Biodiversität und damit auch ÖSL langfristig zu erhalten. Durch die Auswirkungen des Klimawandels auf Arten und Lebensräume, führt der Klimawandel zu einer veränderten Dynamik innerhalb der Ökosysteme und kann zu einem Verlust von Biodiversität und deren Ökosystemleistungen führen. Entsprechend muss das Biodiversitätsmanagement auf diese Dynamik reagieren können.

Die Experten/innen-Interviews ergaben, dass das Konzept der ÖSL zwar bekannt ist und die verschiedenen Leistungen von Lebensräumen anerkannt werden, das Konzept selber aber als sehr abstrakt beurteilt und in der alltäglichen Praxis kaum angewendet wird. Zwar wird eine periodische Erfassung der ÖSL von den lokalen Akteuren/innen für ge-

wisse Zwecke als nützlich eingeschätzt, das Kosten-Nutzen-Verhältnis wird jedoch kritisch beurteilt (vgl. Kapitel 4.6.2).

Damit die Notwendigkeit von Anpassungen an den Klimawandel in nachvollziehbarer Weise begründet werden kann, ist aufbauend auf dem Konzept der ÖSL ein praxistauglicher Ansatz zur Bewertung von Massnahmen und deren Nutzen zu entwickeln. Das Instrument soll bei Kosten-Nutzen-Überlegungen in der Praxis konkret beigezogen werden können.

Leitfaden und Merkblatt einsetzen und weiterentwickeln

Die Experten/innen-Interviews ergaben, dass der Klimawandel im Biodiversitätsmanagement im Kanton Aargau heute noch nicht systematisch berücksichtigt wird. Aufgrund der Unsicherheit bezüglich der erwarteten Klimaveränderung auf lokaler Ebene und den Auswirkungen auf die Lebensräume und Arten, besteht seitens der befragten Akteure/innen eine grosse Zurückhaltung, zum jetzigen Zeitpunkt Massnahmen zur Anpassung des Biodiversitätsmanagements an den Klimawandel vorzuschlagen.

Um die lokalen Akteure/innen im Umgang mit dieser Unsicherheit zu unterstützen, wurden die beiden Instrumente, der Leitfaden «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement und das Merkblatt «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel» entwickelt.

Beide Instrumente, der Leitfaden und das Merkblatt, sind unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem vorliegenden Pilotprojekt weiter zu entwickeln (siehe dazu auch Kapitel 6.2 und 6.3), mit Best-Practice-Beispielen zu ergänzen und in geeigneter Form einzusetzen.

6.2 Empfehlungen für den Leitfaden «Klimawandel-Check»

Ziel der Entwicklung eines Leitfadens «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement ist die Unterstützung der Akteure/innen im Biodiversitätsmanagement im Kanton Aargau im Zusammenhang mit dem Klimawandel. Diese Unterstützung kann auf verschiedenen Ebenen stattfinden: Durch die Befähigung der Akteure/innen bei lokalen Naturschutz-Objekten angemessen mit dem Klimawandel umzugehen, als Grundlage zum Festlegen strategischer Schwerpunkte im kantonalen Biodiversitätsmanagement oder als politisches Instrument um finanzielle Ressourcen zu sichern. Gleichzeitig dient der Leitfaden immer auch als Instrument zur Sensibilisierung der verschiedenen Akteursgruppen bezüglich der Thematik.

Wie in Kapitel 5.1.4 beschrieben, gilt es im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung bzw. der Finalisierung des Leitfadens noch einige Herausforderungen anzugehen.

Betrachtungs-Perimeter erweitern

Ausgehend von der Empfehlung eines adaptiven Biodiversitätsmanagements (s. Kapitel 6.1) sollte mit dem Leitfaden «Klimawandel-Check» für das Biodiversitätsmanagement sowohl der Ansatz des Arten- als auch des Lebensraumschutzes berücksichtigt werden können. Gleichzeitig scheint es unter Berücksichtigung der sich ändernden Dynamik durch den Klimawandel notwendig, den betrachteten Perimeter nicht zu eng zu definieren. Beim Artenschutz soll nicht nur die einzelne Art betrachtet, sondern auch deren Rolle in der Artengemeinschaft und innerhalb der Nahrungskette berücksichtigt werden. Betrachtet man einen Lebensraum, sollte dieser ebenfalls nicht zu eng gefasst werden, um mögliche klimabedingte Verschiebungen von Arten mitberücksichtigen zu können.

Im Rahmen der Weiterentwicklung des Leitfadens sind weitere Tests durchzuführen. Konkret wird vorgeschlagen, den Leitfaden in mehreren Lebensräumen vom gleichen Typ (Flachmoore und Föhrenwälder) anzuwenden. Dabei sollen Grundlagen und Informationen bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels auf diese Lebensräume und die darin lebenden, klimasensiblen Arten beigezogen werden (s. erste Empfehlung in Kapitel 6.1). Dabei soll der betrachtete Perimeter nicht nur die entsprechende Naturschutzfläche umfassen, sondern auch angrenzende Landwirtschafts-, Wald und Siedlungsflächen einbeziehen.

Eignung des Konzepts der Ökosystemleistungen für den Klimawandel-Check prüfen

Die Integration des ÖSL-Konzepts in den Leitfaden erwies sich als Herausforderung, da das Konzept als zu abstrakt wahrgenommen und in der Praxis nur selten angewendet wird. Wie in Kapitel 6.1 beschrieben, soll daher basierend auf dem Konzept ein praxistauglicher Ansatz entwickelt werden.

Inwiefern sich ein praxistauglicher Ansatz des ÖSL-Konzepts (vgl. Empfehlung in Kapitel 6.1) im Rahmen des Leitfadens zur Beurteilung von Auswirkungen durch den Klimawandel eignet, gilt es durch weitere Testanwendungen vertieft zu prüfen.

Leitfaden auf praktischer und strategischer Ebene anwenden

Der pragmatische Ansatz, der im Biodiversitätsmanagements des Kantons Aargau verfolgt wird, macht die Integration des Leitfadens in bestehende Prozesse zu einer schwierigen Aufgabe (vgl. Kapitel 5.1.4).

Unter Berücksichtigung des Ziels, dass der Leitfaden auch auf andere Kantone übertragbar sein soll, ist es nicht sinnvoll, die aktuellen Priorisierungskriterien des Kantons Aargau in den Leitfaden zu integrieren. Auch der Einsatz bei der Ausarbeitung neuer Bewirtschaftungsverträge wird eher kritisch beurteilt, weil dabei der betrachtete Perimeter (bewirtschaftete Parzellen) als zu klein erachtet wird.

Für den Einsatz und die Weiterentwicklung des Leitfadens wird vorgeschlagen, mit einem erweiterten Perimeter mehrere Schutzgebiete des gleichen Lebensraum-Typs (z.B. Flachmoore) zu untersuchen. Ziel ist es, die Priorisierungs-Kriterien der einzelnen betrachteten Schutzgebiete (z.B. Flachmoore) neu zu beurteilen. Dadurch würden die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels bei der Priorisierung der einzelnen Schutzgebiete berücksichtigt.

6.3 Empfehlungen für das Merkblatt für Gemeinden «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel»

Das Merkblatt hat zum Ziel, die zuständigen Gemeindegremien (z.B. Naturschutz- und Landwirtschaftskommission) dabei zu unterstützen, die zu erwartenden Auswirkungen durch den Klimawandel auf die Biodiversität und auf das Lokalklima für den Menschen zu identifizieren und Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Damit das Merkblatt in den Gemeinden eingesetzt wird, muss dieses die Bedürfnisse der Gemeinden bedienen. Gleichzeitig müssen in den Gemeinden die strukturellen Voraussetzungen vorhanden sein, die den Einsatz des Merkblattes ermöglichen bzw. fördern.

Um dies zu erreichen, sollen verschiedene Punkte geprüft und Herausforderungen angegangen werden.

Kontinuität in der Verwaltung ermöglichen

Um die Thematik «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel» im Verwaltungsalltag stärker zu verankern und personenunabhängiger zu machen, bedarf es klarer Zuständigkeiten und Strukturen innerhalb der Gemeinde. Diese sollen definiert werden, beispielsweise durch die Ergänzung von Pflichtenheften der verantwortlichen Kommission und/oder weiteren Gemeindegremien. Auch das Budget soll entsprechend klar zugewiesen werden. Eine weitere Möglichkeit zur Sicherstellung von Kontinuität im Zusammenhang mit der Thematik ist der Einbezug von privaten Fach-Vereinen (z.B. Natur- und Vogelschutzverein) durch konkrete Leistungsaufträge.

Zuständige Gremien sensibilisieren

Nebst der Definition von Zuständigkeiten innerhalb der Gemeinde bedarf es einer Sensibilisierung der Personen innerhalb der verantwortlichen Gremien. Dazu gehört auch der Wissensaufbau im Hinblick auf den Klimawandel im Zusammenhang mit der «Natur im Siedlungsraum». Das Merkblatt für Gemeinden «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel» kann und soll dazu eingesetzt werden. Zudem kann der Bezug zu bereits gemachten Beobachtungen und Erfahrungen (z.B. Hitzesommer 2003 oder 2015) zur Sensibilisierung dienen.

Konsequenzen aufzeigen

Zur Sensibilisierung der zuständigen Gremien dient auch das Aufzeigen der Betroffenheit in der Gemeinde. Dazu gehört einerseits das Hinweisen auf die Auswirkungen des Klimawandels auf lokaler Ebene, sowohl für die Biodiversität als auch für das Lokalklima.

Andererseits soll auf die Kosten des Nicht-Handelns (s. auch Kapitel 6.1) beziehungsweise den Nutzen des Handelns hingewiesen werden. So können rechtzeitig ergriffene Massnahmen zu zukünftigen Kosteneinsparungen beim Unterhalt von Freiräumen beitragen.

Handlungsoptionen darlegen

Damit die Gemeinden das Thema «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel» aktiv angehen können, müssen sie sich über Ihren Handlungsspielraum bewusst sein. Dieser umfasst einerseits die öffentlichen Freiräume im direkten Einflussbereich der Gemeinde. Andererseits hat die Gemeinde auch Möglichkeiten, den Umgang mit Freiräumen im Privatbesitz zu beeinflussen, beispielsweise durch die entsprechende Anpassung von Bauwilligungsprozessen sowie durch Sensibilisierungsmassnahmen der Privaten.

Solche konkreten Handlungsmöglichkeiten sollen den Gemeinden zur Verfügung gestellt werden. Als besonders hilfreich werden dabei Beispiele von bereits umgesetzten Massnahmen in anderen Gemeinden erachtet. Viele aus Sicht des Klimawandels empfohlene Massnahmen können zudem auch bereits heute und ohne Klimaveränderung sinnvoll sein. Die Identifikation solcher "no-regret"-Massnahmen wird mit dem Aufzeigen der Handlungsoptionen unterstützt.

Merkblatt verfügbar machen

Das vorliegende Merkblatt ist im Sinne einer erweiterten Pilotanwendung möglichst bald weiteren Gemeinden zur Verfügung zu stellen. Dies kann im Rahmen von Gemeindeseminaren oder KKG-Sitzungen (Konsultationsgremium Kanton-Gemeinden) erfolgen. Das Merkblatt soll danach unter Berücksichtigung der zusätzlichen Rückmeldungen in den aktualisierten Gemeindeordner integriert werden.

Schaffung einer kantonalen Fachstelle prüfen

Zur fachlichen Unterstützung der Gemeinden im Zusammenhang mit dem Klimawandel wurde im Rahmen der Merkblatt-Entwicklung mehrfach der Wunsch nach einer kantonalen Fachstelle geäussert. Eine solche Anlaufstelle könnte beispielsweise im Zusammenhang mit einer Richtplananpassung beigezogen werden. Zudem würde die Existenz einer Fachstelle Klimawandel zur Stärkung des Themas und somit zu einer breiten Sensibilisierung beitragen. Eine Prüfung der Schaffung einer kantonalen Fachstelle wird empfohlen.

Anhang

A-1 Liste der befragten Experten/innen

Fallstudie «Nährstoffarme Feuchtgebiete im Reusstal	
Experten/innen	Organisation/Funktion
Josef Fischer	Stiftung Reusstal
Gerhard Vonwil	Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau
Thomas Egloff	Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau
Richard Maurer	ehem. Leiter Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau
Gottfried Hallwyler	ehemaliger Leiter kantonale Naturschutzunterhaltsequipe, Werkhof Rottenschwil
Ralf Bucher	Geschäftsführer Bauernverband Kanton Aargau

Fallstudie «Natur im Siedlungsraum in der Gemeinde Villmergen»	
Experten/innen	Organisation/Funktion
André Zehnder	Abteilungsleiter Bau, Planung und Umwelt Gemeinde Villmergen
Odile Bruggisser	Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau
Felix Naef	Naef Landschaftsarchitekten
Klemenz Hegglin	Vizeammann Gemeinde Villmergen
Kurt Nübling	Natur- und Landschaftskommission Villmergen
Peter Liechti	Werkführer des Bauamts Villmergen
Michael Nobis	WSL

Fallstudie «Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark»	
Experten/innen	Organisation/Funktion
Marcel Murri und Stefanie Burger	Abteilung Wald, Kanton Aargau
Manfred Lüthy	Agrofutura
André Seippel	Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau
Guido Viel	AGEO (Arbeitsgruppe Einheimische Orchideen)
Werner Habermacher	Förster
Max Gasser	Präsident Natur- und Vogelschutzclub Bözberg
Petra Bachmann	Geschäftsstelle Jurapark

Tabelle 33: Liste der im Rahmen der Interviews befragten Expertinnen und Experten

Merkblatt für Gemeinden «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel»	
Experten/innen	Organisation/Funktion
Hanspeter Lüem	Gemeindepräsident Gränichen
Iris Kyburz	Präsidentin Natur- und Vogelschutzverein Gränichen
Victor Condrau	Landschaftsarchitekt DüCo GmbH
Corinne Schmidlin	Leiterin Stabstelle Nachhaltigkeit, Kanton Aargau

Tabelle 34: Liste der beim Test des Merkblatts für Gemeinden «Natur im Siedlungsraum und Klimawandel» beteiligten Personen

Der Bericht «Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht» von MeteoSchweiz¹⁷ beschreibt für fünf Grossregionen die bisher beobachtete und zukünftig erwartete Veränderung des Klimas. Er bildet die Grundlage für die im Folgenden festgehaltenen Aussagen. Um die regionale Klimaentwicklung im Kanton Aargau zu beschreiben, werden die Ergebnisse für die Grossregion «Mittelland» des Berichts von MeteoSchweiz verwendet. Für unsere Arbeit betrachten wir einen mittelfristigen Zeithorizont bis 2060.

Temperaturentwicklung im Mittelland

Die **Durchschnittstemperatur** ist im Mittelland in den letzten 100 Jahren bereits um etwas mehr als 1°C angestiegen. Abhängig von der weiteren Entwicklung der Treibhausgasemissionen ist bis 2060 ein weiterer Anstieg um rund 1-3°C zu erwarten. Die Erwärmung dürfte im Sommer geringfügig stärker ausfallen als im Winter. An der Messstation Buchs/Suhr wurden in der Periode 1981-2010 im Winter (Dez/Jan/Feb) im Durchschnitt 1.4°C gemessen. Um 2060 dürfte die Durchschnittstemperatur im Winter auf 2.7-4.6°C ansteigen (mittleres Szenario). Im Sommer (Jun/Jul/Aug) wurden 1981-2010 im Durchschnitt 18.2°C gemessen; um 2060 ist ein Anstieg auf durchschnittlich 19.9-21.5°C wahrscheinlich (mittleres Szenario).

In den tiefsten Lagen des Mittellandes werden heute rund 50 **Sommertage**¹⁸ verzeichnet; in den Gebieten über 600 m ü.M. sind es etwa 30 Sommertage pro Jahr. Es ist zu erwarten, dass die Zahl der Sommertage bis 2060 in allen Höhenlagen des Mittellandes auf rund 65 Tage (minimal) bzw. auf bis zu 80 Tage (maximal) zunimmt. Zum Vergleich: im Hitzesommer 2003 betrug die Zahl der Sommertage in Buchs 94.

Die Zahl der **Frosttage**¹⁹ liegt heute in den tieferen Lagen des Mittellandes bei rund 70 Tagen. Ab 600 m ü.M. werden rund 100 Frosttage registriert. Bis 2060 ist in allen Höhenlagen mit einer Abnahme der Frosttage von 20 bis 25 Tagen (minimal) bzw. bis zu 40 Tagen (maximal) zu rechnen.

Die **Vegetationsperiode**²⁰ dauert heute im Mittelland, je nach Höhe, durchschnittlich 240 bis 270 Tage. Um 2060 wird sie in allen Höhenstufen etwa 25 bis 40 Tage länger dauern, so dass sie anstatt im März bereits im Februar beginnen und bis im November dauern dürfte.

Niederschlagsentwicklung im Mittelland

Der Winterniederschlag hat im Mittelland im Verlauf des 20. Jahrhunderts um knapp 20% zugenommen, wogegen im Sommer bisher keine klare Tendenz in Richtung Zu- oder Abnahme festgestellt werden kann. Für die Zukunft ist unklar, ob die Niederschläge im Mittelland eher zu- oder abnehmen werden. Nur im Sommer ist aus heutiger Sicht bis 2060 mit einer Abnahme der Niederschläge um etwa 10-15% zu rechnen.

¹⁷ MeteoSchweiz 2014: Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht, Fachbericht MeteoSchweiz, 243, 36 pp.

¹⁸ Sommertage: Tage pro Kalenderjahr, an denen die Maximaltemperatur 2 m über Boden mind. 25°C erreicht.

¹⁹ Frosttage: Tage pro Kalenderjahr, an denen die Minimaltemperatur 2 m über Boden kleiner 0°C ist.

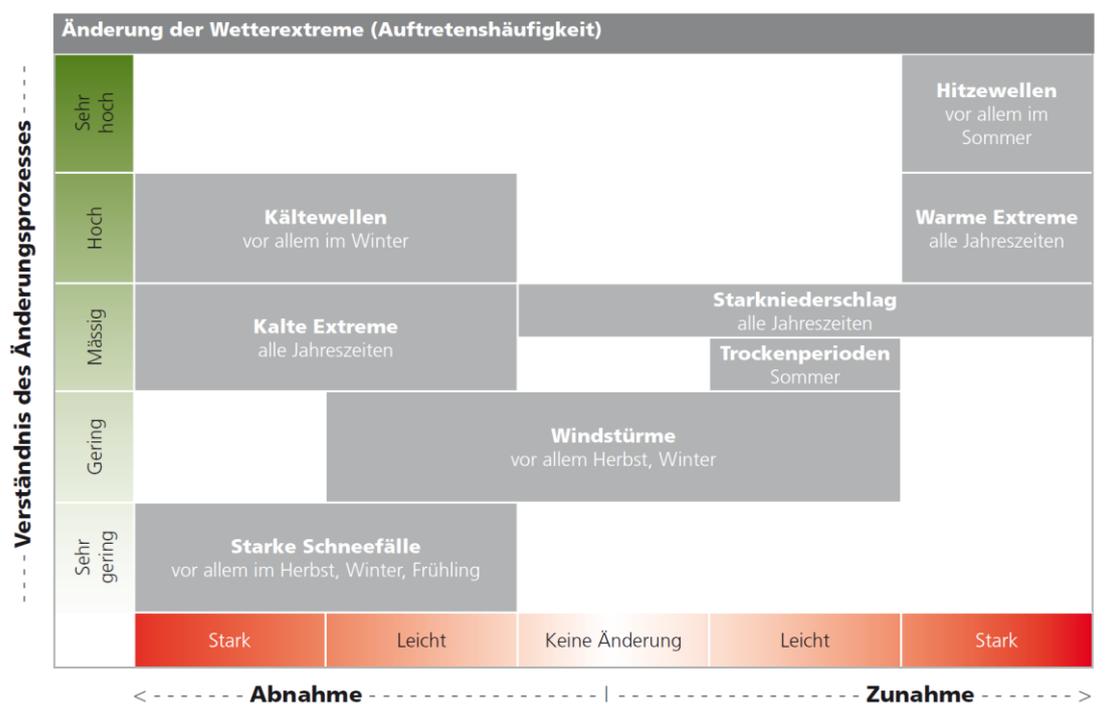
²⁰ Vegetationsperiode: Tage pro Kalenderjahr zwischen dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen über 5°C und dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen unter 5°C.

In den tieferen Lagen des Mittellandes gibt es heute ca. 12 Tage mit Schneefall²¹. In den höheren Lagen sind es rund 25 Neuschneetage. Bis 2060 werden die Tage mit Neuschnee in den höheren Lagen um bis zu 50% abnehmen; in tiefen Lagen ist ein Rückgang auf nur noch 5 bis 7 Tage zu erwarten.

Veränderung von Wetterextremen

Zusammen mit den Temperatur- und Niederschlagsänderungen ist auch eine Änderung der Wetterextreme zu erwarten. In der folgenden Abbildung ist eine Übersicht der möglichen zukünftigen Änderungen von verschiedenen Wetterextremen in der Schweiz im Laufe des 21. Jahrhunderts abgebildet. Die erwartete Veränderung ist für einige Grössen relativ sicher und deutlich (z.B. für Hitze- und Kältewellen), während sie für andere sehr unsicher ist, d.h. die Prozesse werden in Modellen zum Teil schlecht oder gar nicht erfasst (z.B. Hagel und Tornados). Die Änderungen gelten für gewisse Extreme nur für bestimmte Jahreszeiten. Die zukünftige Veränderung der Wetterextreme kann nur generell für die ganze Schweiz beschrieben werden. Auf der regionalen Ebene sind dazu keine Aussagen möglich.

«Erwartete Veränderung von Wetterextremen in der Schweiz»



Quelle: MeteoSchweiz

Figur 18: Für jedes Extremereignis wird das Ausmass der erwarteten Zu- oder Abnahme und das Verständnis des Änderungsprozesses angegeben. Die Grafik zeigt auch, für welche Jahreszeit die Aussage gilt.

²¹ Tage mit Schneefall: Tage pro Kalenderjahr mit mind. 1 cm Neuschnee

Fragen zur Fallstudie nährstoffarme Feuchtgebiete im Reusstal

- 1) Sie haben als separates Dokument einen Kurzbeschrieb des Projekts «Anpassung an den Klimawandel im Bereich der Biodiversität im Kanton Aargau» erhalten. Haben Sie zum Projekt noch Verständnisfragen? Was ist Ihnen in diesem Zusammenhang besonders wichtig?

In diesem Interview beziehen wir uns nur auf das Fallstudiengebiet Reusstal. Sie sehen dieses in der Übersichtskarte in Figur 17 (oben) eingezeichnet.

- 2) Können Sie Ihren Tätigkeitsbereich im bzw. für das Reusstal beschreiben?
- 3) In unserem Projekt legen wir im Fallstudiengebiet Reusstal den Fokus auf den Lebensraum nährstoffarmer Feuchtgebiete und darin beispielhaft auf die beiden ausgewählten Arten Kreuzkröte und Schilf.
- a. Wie würden Sie allgemein den heutigen ökologischen Zustand der Feuchtgebiete innerhalb des Fallstudiengebiets beschreiben?
 - b. Haben Sie im Lebensraum Feuchtgebiete innerhalb des Fallstudiengebiets Veränderungen des ökologischen Zustands beobachtet? Wenn ja, bitte beschreiben Sie diese und beurteilen Sie diese Veränderungen als positiv oder negativ.
 - c. Haben Sie betreffend die Kreuzkröte Veränderungen beobachtet? Wenn ja, bitte beschreiben Sie diese und beurteilen Sie diese Veränderungen als positiv oder negativ.
 - d. Haben Sie betreffend dem Schilf Veränderungen beobachtet? Wenn ja, bitte beschreiben Sie diese und beurteilen Sie diese Veränderungen als positiv oder negativ.
 - e. Worin sehen Sie im Zusammenhang mit den beobachteten Veränderungen die grössten Herausforderungen?
- 4) Welche Massnahmen werden im Fallstudiengebiet heute bereits umgesetzt, um den Lebensraum nährstoffarmer Feuchtgebiete zu erhalten? Welches sind die Erfolgsfaktoren?
- 5) Wurden innerhalb des Fallstudiengebiets bereits Massnahmen geplant oder umgesetzt, welche
- a. den Lebensraum nährstoffarmer Feuchtgebiete bei seiner Anpassung an den Klimawandel (Temperaturanstieg, Niederschlagsrückgang im Sommer, Hitzeperioden, verlängerte Vegetationsperiode, Starkniederschläge) unterstützen?
 - b. die Kreuzkröte bei ihrer Anpassung an den Klimawandel (Temperaturanstieg, Niederschlagsrückgang im Sommer, Hitzeperioden, verlängerte Vegetationsperiode, Starkniederschläge) unterstützen?

- 6) Es wird davon ausgegangen, dass sich mit dem Klimawandel die Häufigkeit von Extremereignissen verändert (s. Figur 6). Sind Wetterextreme für den Erhalt des Lebensraums nährstoffarmer Feuchtgebiete ein Problem?
- 7) Schätzen Sie aus Ihrer Erfahrung, dass in den Feuchtgebieten im Reusstal zukünftig weitere Arten - positiv oder negativ - durch den Klimawandel (Temperaturanstieg, Niederschlagsrückgang im Sommer, Hitzeperioden, verlängerte Vegetationsperiode, Starkniederschläge) beeinflusst werden?
- 8) Im Projekt «Anpassung an den Klimawandel im Bereich der Biodiversität im Kanton Aargau» sollen Massnahmen ausgearbeitet werden, mit welchen der Lebensraum nährstoffarmer Feuchtgebiete, und als sogenannte «Flagship-Art» die Kreuzkröte, im Reusstal bei ihrer Anpassung an den Klimawandel unterstützt werden können.
 - a. Haben Sie konkrete Vorschläge oder Empfehlungen für solche Massnahmen?
 - b. Gegen welche klimabedingten Veränderungen sind Massnahmen am dringendsten und wichtigsten?
 - c. Welche Entwicklungen sind zu akzeptieren?
- 9) Anhand der im Projekt ausgearbeiteten Empfehlungen soll ein Merkblatt für Gemeinden erstellt werden, welches konkrete Massnahmen, Ansätze und gute Beispiele zum Thema «Unterstützung klimasensitiver Lebensräume und Arten bei der Anpassung an den Klimawandel» zusammenfasst.

Welche Anforderungen stellen Sie aus Ihrer praktischen Erfahrung an ein solches Merkblatt?

In der folgenden Tabelle sehen Sie eine Reihe von «Leistungen», welche Feuchtgebiete für die Bevölkerung erbringen können.

ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN (Quelle: Bundesamt für Umwelt)	
Bevölkerungs-Gesundheit	Erholung durch Nah- und Fernerholungsräume Menschen erholen sich durch den Aufenthalt und Aktivitäten im Freien. Zugänglichkeit, Infrastruktur sowie Art und Mass der Nutzung prägen den Erholungswert einer Landschaft.
	Erholung durch Beobachten wild lebender Arten, Jagen und Sammeln Einige Aktivitäten im Freien sind von der Existenz von Arten und Populationen abhängig.
Bevölkerungs-Schutz	Schutz durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können Zur Hochwasserprävention können Gebiete ausgeschieden werden, welche in kritischen Situationen gezielt überflutet werden.
Natürliche Vielfalt	Fortbestand der natürlichen Vielfalt auf der Ebene der Arten, Ökosysteme und Landschaften Der Fortbestand der natürlichen Vielfalt hat Bedeutung für die Funktion unserer Ökosysteme, ist aber auch an sich wertvoll (Erhalt und Weitergabe an zukünftige Generationen).
Natur als Voraussetzung oder Input für die Wirtschaft	Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grund- und Oberflächenwasser Heute sind nur minimale Massnahmen zur Wasseraufbereitung notwendig.
	Erneuerbare Energien Wasserkraft
	(Fruchtbare) Flächen für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung Menge und Qualität des Acker- und Weidelandes bilden die Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion. Der Wald liefert den Rohstoff Holz, der als Produktionsmittel und Energieträger eingesetzt wird.

- 10) Welche dieser Leistungen werden durch die Feuchtgebiete im Reusstal erbracht?
- 11) Welche Leistungen sind im Fallstudiengebiet zurzeit ein Thema? Beispielsweise in Zusammenhang mit baulichen Projekten, Landschaftsaufwertungen, Standort-/ Landschaftsmarketing?
- 12) Welche dieser Leistungen beobachtet Ihre Fachstelle im Zeitverlauf (mit eigenen Erhebungen oder anders...)?
- 13) Bringt es aus Ihrer Sicht einen Nutzen, diese Leistungen im Fallstudiengebiet systematisch zu erfassen und über die Zeit zu beobachten? Worin liegt der Nutzen bzw. warum bringt es nichts?
- 14) Kennen Sie den Begriff «Ökosystemleistungen»? Verwenden Sie diesen Begriff in Ihrem Arbeitsalltag?
- 15) Das Bundesamt für Umwelt dokumentiert den Umweltzustand und damit auch einige Ökosystemleistungen anhand ausgewählter Kenngrössen für die ganze Schweiz auf seiner Webseite (www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatoren).
Kennen Sie diese Webseite? Finden Sie eine solche Umweltbeobachtung für Ihre Arbeit nützlich?
- 16) Welche Veränderungen der Ökosystemleistungen erwarten Sie in den Feuchtgebieten im Reusstal, wenn der Klimawandel so eintritt, wie in der Einleitung beschrieben

(Temperaturanstieg, Niederschlagsrückgang im Sommer, Hitzeperioden, verlängerte Vegetationsperiode, Starkniederschläge)?

- 17) Gibt es wichtige Grundlegendokumente oder bisherige Untersuchungen zum Lebensraum Feuchtgebiete und/oder der Kreuzkröte bzw. des Schilfes im Reusstal, welche für die Arbeiten in unserem Projekt beachtet werden sollten?
- 18) Gibt es weitere Punkte, die Ihnen noch wichtig sind, die wir bisher noch nicht besprochen haben?

Fragen zur Fallstudie Villmergen – Natur im Siedlungsraum

- 1) Sie haben als separates Dokument einen Kurzbeschrieb des Projekts «Anpassung an den Klimawandel im Bereich der Biodiversität im Kanton Aargau» erhalten. Haben Sie zum Projekt noch Verständnisfragen? Was ist Ihnen in diesem Zusammenhang besonders wichtig?

In diesem Interview beziehen wir uns auf das Fallstudiengebiet der Gemeinde Villmergen.

- 2) Können Sie Ihren Tätigkeitsbereich in der bzw. für die Gemeinde Villmergen beschreiben?
- 3) In unserem Projekt legen wir im Fallstudiengebiet Villmergen den Fokus auf Grünräume und Einzelbäume im Siedlungsgebiet.
 - a. Wie würden Sie allgemein den heutigen Zustand von Einzelbäumen in der Gemeinde Villmergen beschreiben? Ökologie, Landschaftsbild, Erholungswert, Lokalklima, Vorkommen, Pflege, andere Aspekte?
 - b. Wie würden Sie allgemein den heutigen Zustand von Grünräumen im Siedlungsgebiet in der Gemeinde Villmergen beschreiben? Ökologie, Landschaftsbild, Erholungswert, Lokalklima, Vorkommen, Pflege, andere Aspekte?
 - c. Haben Sie bezüglich Einzelbäumen und/oder Grünräumen im Siedlungsgebiet in Villmergen Veränderungen beobachtet? Wenn ja, bitte beschreiben Sie diese und beurteilen Sie diese Veränderungen als positiv oder negativ.
 - d. Worin sehen Sie im Zusammenhang mit den beobachteten Veränderungen die grössten Herausforderungen?
- 4) Welche Grünräume im Siedlungsgebiet in der Gemeinde Villmergen haben eine wichtige Funktion zur Unterstützung des Wohlbefindens der Bevölkerung (besonders in heissen und trockenen Zeiten)?
- 5) Welche Massnahmen werden in Villmergen heute bereits umgesetzt, um Grünräume und Einzelbäume im Siedlungsgebiet zu erhalten? Welches sind die Erfolgsfaktoren?

- 6) Wurden in der Gemeinde Villmergen bereits Massnahmen geplant oder umgesetzt, welche Grünräume und Einzelbäume bei ihrer Anpassung an den Klimawandel (Temperaturanstieg, Niederschlagsrückgang im Sommer, Hitzeperioden, verlängerte Vegetationsperiode, Starkniederschläge) unterstützen?
- 7) Es wird davon ausgegangen, dass sich mit dem Klimawandel die Häufigkeit von Extremereignissen verändert (s. Figur 6). Sind Wetterextreme für den Erhalt der Grünräume/Einzelbäume im Siedlungsgebiet ein Problem?
- 8) Schätzen Sie aus Ihrer Erfahrung, dass in Villmergen zukünftig weitere Lebensräume oder Arten - positiv oder negativ - durch den Klimawandel (Temperaturanstieg, Niederschlagsrückgang im Sommer, Hitzeperioden, verlängerte Vegetationsperiode, Starkniederschläge) beeinflusst werden? Falls ja, welche?
- 9) Im Projekt «Anpassung an den Klimawandel im Bereich der Biodiversität im Kanton Aargau» sollen Massnahmen ausgearbeitet werden, damit Einzelbäume als Lebensraum auch zukünftig, unter dem Klimawandel, erhalten bleiben bzw. weiter gefördert werden.
 - a. Haben Sie konkrete Vorschläge oder Empfehlungen für solche Massnahmen?
 - b. Gegen welche klimabedingten Veränderungen sind Massnahmen am dringendsten und wichtigsten?
 - c. Welche Entwicklungen sind zu akzeptieren?
- 10) Anhand der im Projekt ausgearbeiteten Empfehlungen soll ein Merkblatt für Gemeinden erstellt werden, welches konkrete Massnahmen, Ansätze und gute Beispiele zum Thema «Unterstützung klimasensitiver Lebensräume und Arten bei der Anpassung an den Klimawandel» zusammenfasst.

Welche Anforderungen stellen Sie aus Ihrer praktischen Erfahrung an ein solches Merkblatt?

In der folgenden Tabelle sehen Sie eine Reihe von «Leistungen», welche Grünräume für die Bevölkerung und die Wirtschaft erbringen können.

ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN (Quelle: Bundesamt für Umwelt)	
Bevölkerungs-Gesundheit	Erholung durch Nah- und Fernerholungsräume und öffentlich zugängliche urbane Grünflächen Menschen erholen sich durch den Aufenthalt und Aktivitäten im Freien. Zugänglichkeit, Infrastruktur sowie Art und Mass der Nutzung prägen den Erholungswert einer Landschaft.
	Erholung durch Erholungsräume im Wohnumfeld Auch nicht öffentlich zugängliche Frei- und Grünräume, die für den Gartenbau oder Spiel- und Aufenthalt im Freien genutzt werden, bieten Möglichkeit für Erholung. Gemeint sind hier insbesondere zu Wohnhäusern gehörende Gärten und Grünanlagen sowie Schrebergärten.
	Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme Grünflächen und Grünpflanzen speichern Feuchtigkeit, spenden Schatten, produzieren Sauerstoff und reinigen die Luft. Durch gezielte Begrünung lässt sich das Klima in Siedlungsräumen positiv beeinflussen.

- 11) Welche dieser Leistungen werden durch die Grünräume in Villmergen erbracht?
- 12) Inwiefern sind diese Leistungen für Ihre Arbeit relevant?
- 13) Welche dieser Leistungen beobachtet Ihre Fachstelle im Zeitverlauf (mit eigenen Erhebungen oder anders...)?
- 14) Bringt es aus Ihrer Sicht einen Nutzen, diese Leistungen im Fallstudiengebiet systematisch zu erfassen und über die Zeit zu beobachten? Worin liegt der Nutzen bzw. warum bringt es nichts?
- 15) Kennen Sie den Begriff «Ökosystemleistungen»? Verwenden Sie diesen Begriff in Ihrem Arbeitsalltag?
- 16) Das Bundesamt für Umwelt dokumentiert den Umweltzustand und damit auch einige Ökosystemleistungen anhand ausgewählter Kenngrößen für die ganze Schweiz auf seiner Webseite (www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatoren).
Kennen Sie diese Webseite? Finden Sie eine solche Umweltbeobachtung für Ihre Arbeit nützlich?
- 17) Welche Veränderungen der Ökosystemleistungen erwarten Sie für die Grünräume in Villmergen, wenn der Klimawandel so eintritt, wie in der Einleitung beschrieben (Temperaturanstieg, Niederschlagsrückgang im Sommer, Hitzeperioden, verlängerte Vegetationsperiode, Starkniederschläge)?
- 18) Gibt es wichtige Grundlagendokumente oder bisherige Untersuchungen zu Einzelbäumen und/oder Grünräumen im Siedlungsgebiet in Villmergen, welche für die Arbeiten in diesem Projekt beachtet werden sollten?
- 19) Gibt es weitere Punkte, die Ihnen noch wichtig sind, die wir bisher noch nicht besprochen haben?

Fragen zur Fallstudie Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark

- 1) Sie haben als separates Dokument einen Kurzbeschrieb des Projekts «Anpassung an den Klimawandel im Bereich der Biodiversität im Kanton Aargau» erhalten. Haben Sie zum Projekt noch Verständnisfragen? Was ist Ihnen in diesem Zusammenhang besonders wichtig?

In diesem Interview beziehen wir uns auf das Fallstudiengebiet des Juraparks.

- 2) Können Sie Ihren Tätigkeitsbereich im bzw. für den Jurapark beschreiben?
- 3) In unserem Projekt legen wir im Fallstudiengebiet Jurapark den Fokus auf den Lebensraum der Orchideen-Föhrenwälder.
 - a. Wie würden Sie allgemein den heutigen ökologischen Zustand der Orchideen-Föhrenwälder innerhalb des Juraparks beschreiben?
 - b. Haben Sie in den Orchideen-Föhrenwäldern im Jurapark Veränderungen beobachtet? Wenn ja, bitte beschreiben Sie diese und beurteilen Sie diese Veränderungen als positiv oder negativ.
 - c. Worin sehen Sie im Zusammenhang mit den beobachteten Veränderungen die grössten Herausforderungen?
- 4) Welche Massnahmen werden im Jurapark heute bereits umgesetzt, um den Lebensraum der Orchideen-Föhrenwälder zu erhalten? Welches sind die Erfolgsfaktoren?
- 5) Wurden im Jurapark bereits Massnahmen geplant oder umgesetzt, welche die Orchideen-Föhrenwälder bei ihrer Anpassung an den Klimawandel (Temperaturanstieg, Niederschlagsrückgang im Sommer, Hitzeperioden, verlängerte Vegetationsperiode, Starkniederschläge) unterstützen?
- 6) Es wird davon ausgegangen, dass sich mit dem Klimawandel die Häufigkeit von Extremereignissen verändert (s. Figur 6). Sind Wetterextreme für den Erhalt der Orchideen-Föhrenwälder ein Problem?
- 7) Kommt heute im Jurapark in trockenen Phasen bereits Waldbrandgefahr vor, die den Bestand der Orchideen-Föhrenwälder gefährden könnte? Denken Sie, dass dies in Zukunft ein relevantes Risiko werden könnte?
- 8) Gibt es Ihrer Einschätzung nach in den Orchideen-Föhrenwäldern im Jurapark Arten/Artengruppen, die vom Klimawandel (Temperaturanstieg, Niederschlagsrückgang im Sommer, Hitzeperioden, verlängerte Vegetationsperiode, Starkniederschläge) besonders betroffen sind (positiv oder negativ)?
- 9) Im Projekt «Anpassung an den Klimawandel im Bereich der Biodiversität im Kanton Aargau» sollen Massnahmen ausgearbeitet werden, mit welchen die Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark bei ihrer Anpassung an den Klimawandel unterstützt werden können.

- a. Haben Sie konkrete Vorschläge oder Empfehlungen für solche Massnahmen?
- b. Gegen welche klimabedingten Veränderungen sind Massnahmen am dringendsten und wichtigsten?
- c. Welche Entwicklungen sind zu akzeptieren?

10) Anhand der im Projekt ausgearbeiteten Empfehlungen soll ein Merkblatt für Gemeinden erstellt werden, welches konkrete Massnahmen, Ansätze und gute Beispiele zum Thema «Unterstützung klimasensitiver Lebensräume und Arten bei der Anpassung an den Klimawandel» zusammenfasst.

Welche Anforderungen stellen Sie aus Ihrer praktischen Erfahrung an ein solches Merkblatt?

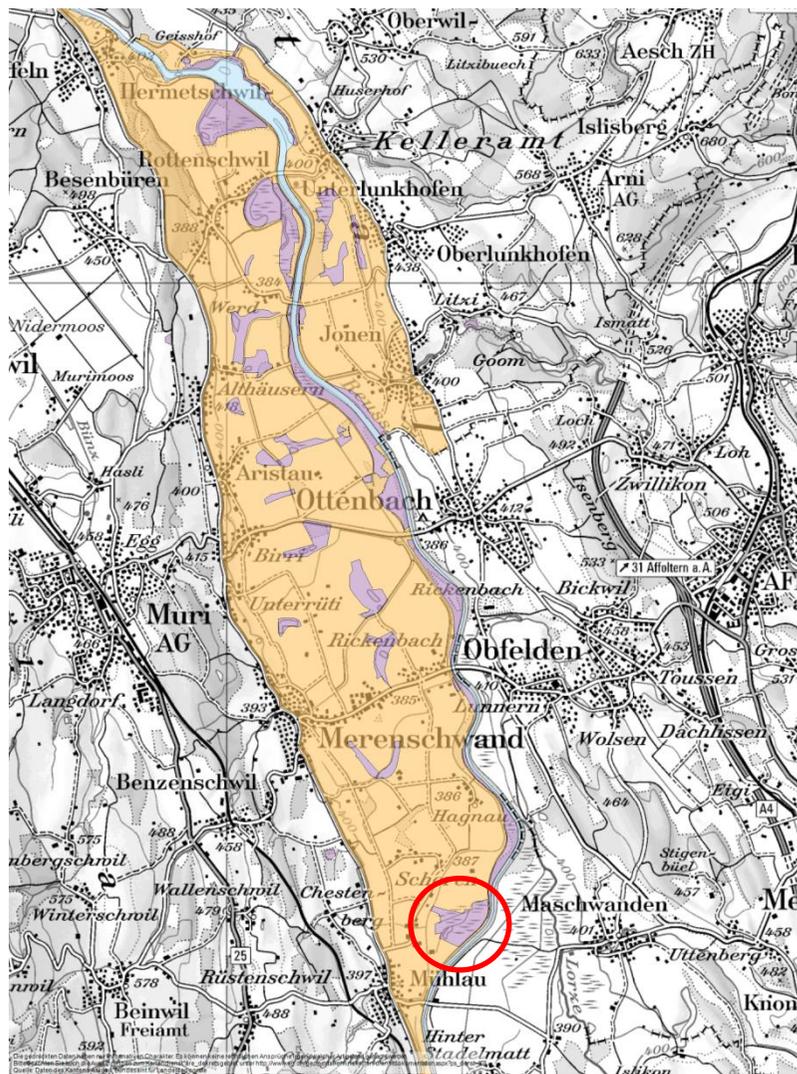
In der folgenden Tabelle sehen Sie eine Reihe von «Leistungen», welche der Lebensraum der Orchideen-Föhrenwälder für die Bevölkerung und die Wirtschaft erbringen kann.

ÖKOSYSTEMLEISTUNGEN (Quelle: Bundesamt für Umwelt)	
Bevölkerungs-Gesundheit	Erholung durch Nah- und Fernerholungsräume Menschen erholen sich durch den Aufenthalt und Aktivitäten im Freien. Zugänglichkeit, Infrastruktur sowie Art und Mass der Nutzung prägen den Erholungswert einer Landschaft.
	Erholung durch Beobachten wild lebender Arten, Jagen und Sammeln Einige Aktivitäten im Freien sind von der Existenz von Arten und Populationen abhängig.
Bevölkerungs-Schutz	Speicherung von CO₂ Die Bindung von CO ₂ durch Wälder und Grünland reduziert die CO ₂ -Konzentration in der Atmosphäre und trägt zur Stabilität des Klimas bei.
	Schutzwald und Vegetation an Steilhängen – Die Vegetation an Steilhängen verfestigt das Erdreich und vermindert die Gefahr von Murgängen und Rutschungen. – Wälder schützen vor Murgängen, Rutschungen, Stein- und Blockschlag und Lawinen.
Natürliche Vielfalt	Fortbestand der natürlichen Vielfalt auf der Ebene der Arten, Ökosysteme und Landschaften Der Fortbestand der natürlichen Vielfalt hat Bedeutung für die Funktion unserer Ökosysteme, ist aber auch an sich wertvoll (Erhalt und Weitergabe an zukünftige Generationen).
Natur als Voraussetzung oder Input für die Wirtschaft	Angebot an wertvollen Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus Schöne Natur- oder Kulturlandschaften sind vielerorts die Grundlage für touristische Wertschöpfung.
	(Fruchtbare) Flächen für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung Menge und Qualität des Acker- und Weidelandes bilden die Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion. Der Wald liefert den Rohstoff Holz, der als Produktionsmittel und Energieträger eingesetzt wird.
	Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung Holz stellt in Form von Stammholz, Industrieholz und Energieholz eine wichtige Ressource dar.
	Erneuerbare Energien Windkraft

- 11) Welche dieser Leistungen werden durch die Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark erbracht?
- 12) Inwiefern sind diese Leistungen für Ihre Arbeit relevant?
- 13) Welche dieser Leistungen beobachtet Ihre Fachstelle im Zeitverlauf (mit eigenen Erhebungen oder anders...)?
- 14) Bringt es aus Ihrer Sicht einen Nutzen, diese Leistungen im Fallstudiengebiet systematisch zu erfassen und über die Zeit zu beobachten? Worin liegt der Nutzen bzw. warum bringt es nichts?

- 15) Kennen Sie den Begriff «Ökosystemleistungen»? Verwenden Sie diesen Begriff in Ihrem Arbeitsalltag?
- 16) Das Bundesamt für Umwelt dokumentiert den Umweltzustand und damit auch einige Ökosystemleistungen anhand ausgewählter Kenngrößen für die ganze Schweiz auf seiner Webseite (www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatoren).
Kennen Sie diese Webseite? Finden Sie eine solche Umweltbeobachtung für Ihre Arbeit nützlich?
- 17) Welche Veränderungen der Ökosystemleistungen erwarten Sie für die Orchideen-Föhrenwälder im Jurapark, wenn der Klimawandel so eintritt, wie in der Einleitung beschrieben (Temperaturanstieg, Niederschlagsrückgang im Sommer, Hitzeperioden, verlängerte Vegetationsperiode, Starkniederschläge)?
- 18) Gibt es wichtige Grundlagendokumente oder bisherige Untersuchungen zu den Orchideen-Föhrenwäldern im Jurapark, welche für die Arbeiten in diesem Projekt beachtet werden sollten?
- 19) Gibt es weitere Punkte, die Ihnen noch wichtig sind, die wir bisher noch nicht besprochen haben?

A-3 Perimeter des Reusstaldekrets mit den kantonalen Naturschutzgebiete



Figur 19: Reusstaldekretsperimeter mit kantonalen Naturschutzgebieten (lila). Rot umkreist ist das untersuchte Gebiet Schoren Schachen.

A-4 Luftbild Villmergen

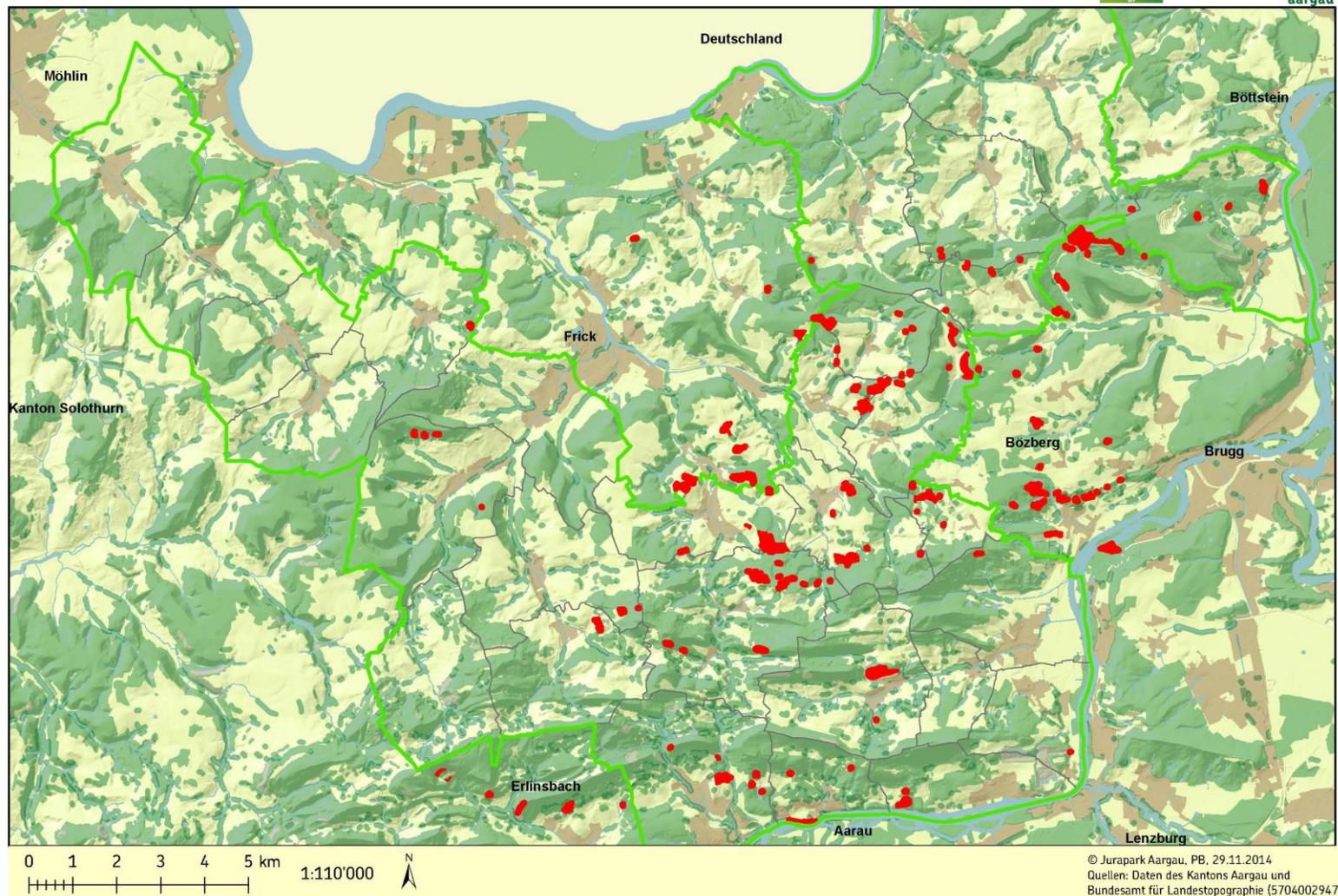


Die gezeichneten Daten haben nur informativen Charakter. Es können keine rechtlichen Ansprüche gegenüber der AEG geltend gemacht werden.
Bitte beachten Sie auch die Ausführenden zum Kartensystem: Die Daten unter <http://www.aeg.ch/geoportal/online/effektive/landstopplamen/landstopplamen.html>
Daten des Kantons Aargau, Quelle der Landeskarten: Bundesamt für Landestopografie (1974/2016)

Figur 20: Luftbild Villmergen (Quelle: Geoportal Kanton Aargau)

A-5 Föhrenwald-Standorte im Jurapark Aargau

Föhrenwälder im Jurapark Aargau



A-6 Verfügbarkeit ÖSL-Indikatoren

Tabelle 35 zeigt Ökosystemleistungen gemäss BAFU-Inventar (Staub et al. 2011), welche im Kanton Aargau relevant sind und für welche die vom BAFU vorgeschlagenen Indikatoren oder andere quantitative Informationen verfügbar sind.

Für einige Ökosystemleistungen liegen hingegen zurzeit aus unterschiedlichen Gründen keine für ihre Quantifizierung geeigneten Informationen vor: In einigen Fällen fehlen Datengrundlagen. In anderen Fällen sind zwar Datengrundlagen vorhanden, die Aufbereitung im Hinblick auf die Quantifizierung von Ökosystemleistungen hat jedoch keine Priorität oder mögliche Indikatoren erscheinen noch nicht ausgereift. Dies betrifft:

- Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme
- Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung
- Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können.
- Produktionsunterstützungsleistung: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen.
- Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten.
- Erholungsleistung durch Erholungsräume im Wohnumfeld (Gärten u.a.)
- Genetische Ressourcen und biochemische Wirkstoffe in der Landwirtschaft

Des Weiteren liegen für die durch Schutzwälder erbrachte Ökosystemleistung «Schutzleistung vor Lawinen, Steinschlag und Murgängen durch Vegetation an Steilhängen» und die zugehörigen Indikatoren «Schutzwaldfläche für den Schutz vor Naturgefahren in km² oder als Karte» und «Geschützte Werte durch Schutzwald in CHF» im Kanton Aargau noch keine Grundlagen vor, da die Erstellung der Gefahrenkarten sowie die Schutzwaldausscheidung noch nicht abgeschlossen wurden. In jedem Fall ist aber die Waldfläche, welche Schutz vor Rutsch- und Sturzereignissen gewährleistet, im Kanton Aargau aufgrund seiner topographischen Gegebenheiten vergleichsweise klein.

Auch für die Ökosystemleistung «Angebot an wertvollen Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus» sind zurzeit keine Indikatoren verfügbar. Die auf Bundesebene vorgeschlagenen Indikatoren «Anzahl Personentransporte von Schweizer Bergbahnen» sowie «Anzahl Personentransporte von Postautos (in touristischen Regionen) und Schiffen» wurden bisher nicht für die Verwendung als Indikatoren aufbereitet (weder auf Bundes- noch auf Kantonsebene) und erscheinen zudem stark auf die Alpenkantone ausgerichtet.

ÖSL im Kanton Aargau						
	Vorgeschlagene Indikatoren BAFU	Verfügbare Daten- oder Kartengrundlagen				Bemerkungen
		Quellen	Messgrösse / Erhebungseinheit / Darstellung	Vorhandener Raumbezug / Räumliche Auflösung	Erhebungsintervall / Erhebungszeitpunkte	
G2: Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume	Erreichbarkeit von Naherholungsgebieten für die Schweizer Wohnbevölkerung	LABES-Indikator 31b	-	-	-	Grundlagen wurden erarbeitet, der Indikator ist jedoch noch nicht erstellt.
	Anlagearme Gebiete für Erholung	LABES-Indikator 32 (VECTOR25, swisstopo und Mobil- und Rundfunkantennen, ARE)	Kartendarstellung	Kartendarstellung skalierbar	2009	Dieser Indikator ist auf dem Gebiet des Kantons Aargau nicht relevant, da hier keine Anlagenfreien Gebiete existieren.
	Gewässerabschnitte frei begehbar	LABES Indikator 31a (VECTOR25, swisstopo und Harmonisierte Bauzonen, ARE)	Anteil unzugänglicher und zugänglicher Abschnitte von Bächen, Flüssen, Seen	- CH - Biogeographische Regionen	2013	Eventuell weitergehende geographische Differenzierung möglich.
G4: Identifikationsermöglichung durch schöne und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)	Wahrgenommene Schönheit der Landschaft	LABES-Indikator 24 (LABES-Bevölkerungsumfrage 2011)	Subjektive Bewertung der Landschaft der Wohngemeinde	- CH - Biogeographische Regionen	2011	Eventuell weitergehende geographische Differenzierung möglich
	Landschaftsqualität im Wohnumfeld	LABES-Indikator 21a (LABES-Bevölkerungsumfrage 2011)	Subjektive Zufriedenheit mit der Landschaftsqualität im Wohnumfeld	- CH - Biogeographische Regionen	2011	Eventuell weitergehende geographische Differenzierung möglich.
G6: Eine für den Menschen gesunde Luftqualität	I1: Anzahl Personen, die an ihrem Wohnort in Bezug auf die Belastung durch Feinstaub «guter Luft» (unter dem Immissionsgrenzwert) und «schlechter Luft» (über dem Immissionsgrenzwert) ausgesetzt sind	Kanton Aargau, Abteilung Umwelt Die Anzahl an ihrem Wohnort belastete Personen wird nicht ausgewiesen.	-	-	-	Grundlagen sind vorhanden, die Indikatoren werden aktuell jedoch nicht erstellt.
	I2-I4: Analog I1, bezüglich - Stickstoffdioxid - Ozon - Russ	Kanton Aargau, Abteilung Umwelt Die Anzahl an ihrem Wohnort belastete Personen wird nicht ausgewiesen.	-	-	-	Grundlagen sind vorhanden (ausser für Russ), die Indikatoren werden aktuell jedoch nicht erstellt.

ÖSL im Kanton Aargau						
	Vorgeschlagene Indikatoren BAFU	Verfügbare Daten- oder Kartengrundlagen				Bemerkungen
		Quellen	Messgrösse / Erhebungseinheit / Darstellung	Vorhandener Raumbezug / Räumliche Auflösung	Erhebungsintervall / Erhebungszeitpunkte	
G7: Ruhe	<p>I1: Anzahl Personen, die tagsüber in einer ruhigen Umgebung wohnen (Tages-Lärmbelastung [Strassen-, Bahn- und Fluglärm] Lr ≤ 55 dB)</p> <p>I2: Anzahl Personen, die nachts in einer ruhigen Umgebung wohnen (Nacht-Lärmbelastung [Strassen-, Bahn- und Fluglärm] Lr ≤ 45 dB)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Lärmmonitoring SonBase (nur Verkehrslärm) – Nationale Lärmberechnung (BAFU) 	<ul style="list-style-type: none"> – Lärmkarten (Tages- und Nachtbelastung durch Strassen-, Bahn- und Fluglärm) – Angaben zur Anzahl belasteter Personen in der Lärmberechnung 	Kartendarstellung skalierbar	2014, 2009	Ruhe wird nicht erfasst, hingegen Lärm.
S3: Speicherung von CO ₂	I1: Jährliche Veränderung des Kohlenstoffspeichers des Waldes in Tonnen CO _{2-aeq}	Nationales Treibhausgasinventar (National Inventory Report)	t CO _{2-aeq}	CH	Jährlich	
	I2: Jährliche Veränderung des Kohlenstoffspeichers der Landschaft durch Landnutzung und Landnutzungsänderungen in Tonnen CO _{2-aeq}	Nationales Treibhausgasinventar (National Inventory Report)	t CO _{2-aeq}	CH	Jährlich	
V1: Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften	I1–3: BDM Indikatoren Z3 (Artenvielfalt in der Schweiz und in den Regionen), Z7 (Artenvielfalt in Landschaften) und Z9 (Artenvielfalt in Lebensräumen)	Biodiversitäts-Monitoring Schweiz	Verschiedene	Z3 und Z7: CH, Biogeografische Regionen Z9: Lebensräume (Siedlung, Wald, Äcker, Wiesen/Weiden, Alpweiden, Gebirge, Gewäs-	Jährlich	Zurzeit ist mit all-ema ein zusätzliches Indikatorensystem zur Erfassung der Arten- und Lebensraumvielfalt in der Landwirtschaft in Entwicklung.

ÖSL im Kanton Aargau						
		Verfügbare Daten- oder Kartengrundlagen				Bemerkungen
	Vorgeschlagene Indikatoren BAFU	Quellen	Messgrösse / Erhebungseinheit / Darstellung	Vorhandener Raumbezug / Räumliche Auflösung	Erhebungsintervall / Erhebungszeitpunkte	
				ser)		
	I4: Indikator zu den Landschaftstypen (basierend auf einer Typologie der Landschaften der Schweiz / Schutzgebietsstatistik)	<ul style="list-style-type: none"> – ARE / swisstopo – BAFU / swisstopo 	<ul style="list-style-type: none"> – Karte Landschaftstypologie Schweiz – Karte Bundesinventare 	Kartendarstellung skalierbar	<ul style="list-style-type: none"> – 1979/85 – 1992/97 – 2004/0 – 2013/18 (in Arbeit) 	Geodaten/Karten für 2010 online verfügbar.
W1: Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grund- und Oberflächenwasser	<p>I1: Wasserversorgung aus unbehandeltem Quell- und Grundwasser in Mio. m³ Wasser pro Jahr</p> <p>I2: Prozentualer Anteil des unbehandelten Quell- und Grundwasser an der gesamten Wasserversorgung</p>	Angaben sind bei den regionalen Versorgungsunternehmen vorhanden über die Homepage www.wasserqualitaet.ch verfügbar. Indikatoren auf nationaler oder kantonaler Ebene zurzeit erstellt.	Publiziert werden meist Anteile (I2), keine absoluten Werte.	Versorgungsgebiete von Versorgungsunternehmen.	Jährlich, aktuelles Jahr online verfügbar.	
W2: Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistungen: Bestäubung	<p>I1: Anzahl und Qualität von Pollen und Nektar liefernden Pflanzenarten pro Messfläche</p> <p>I2: Durchschnittliche Bienendichte in der Schweiz</p>	Der Indikator steht aktuell nicht zur Verfügung.	-	-	-	
		Agroscope (Hrsg.) 2004: Bienenhaltung in der Schweiz	Völker pro km ²	– Kantone	Unregelmässig	
W3: Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung	<p>I1: Landwirtschaftlich genutzte Bodenfläche in Hektaren</p> <p>I2: Waldwirtschaftlich genutzte Bodenfläche in Hektaren</p>	Arealstatistik des BFS	ha	<ul style="list-style-type: none"> – CH – Kantone – Gemeinden – Kartendarstellung skalierbar 	<ul style="list-style-type: none"> – 1979/85 – 1992/97 – 2004/09 – 2013/18 (in Arbeit) 	Geodaten/Karten für 2010 online verfügbar.
W4: Futterpflanzen und organische Dünger für die landwirt-	<p>I1: Verwendetes CH Futtergetreide (in 1000 Tonnen pro Jahr).</p> <p>I2: Schätzung der Menge (in Ton-</p>	AgriStat-Futtermittelbilanz des SBV	t	CH	Jährlich	
		Der Indikator steht aktuell nicht	-	-	-	

ÖSL im Kanton Aargau						
	Vorgeschlagene Indikatoren BAFU	Verfügbare Daten- oder Kartengrundlagen				Bemerkungen
		Quellen	Messgrösse / Erhebungseinheit / Darstellung	Vorhandener Raumbezug / Räumliche Auflösung	Erhebungsintervall / Erhebungszeitpunkte	
schaftliche Nutzung	nen) des aus Wiesen und Weiden stammenden Futters für die Landwirtschaft	zur Verfügung.				
	I3: Schätzung der Menge (in Tonnen) des in der Landwirtschaft verwendeten organischen Düngemittels	Agristat des SBV	t	CH	Jährlich	
W5: Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung	I1: Holzzuwachs pro Jahr	– Landesforstinventare (LFI) – Kantonale Zusatzerhebungen (Waldinventar Aargau)	1000 m ³ pro Jahr	– Produktionsregionen – Wirtschaftsregionen – Biogeografische Regionen – Schutzwaldregionen – Kantone – Forstkreise	– LFI: 1983/85, 1993/9, ab 2004/07 alle 5 Jahre – Zusatzerhebung: 2005	
	I2: Nettoholzzuwachs pro Jahr (Holzzuwachs minus Nutzung und Mortalität)					
	I3: Menge des genutzten Holzes (jährliche Nutzung).					
W6: Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung	Ertrag der Fischerei	Fischereifangstatistik des Kantons Aargau	Stückzahl pro Fischart	Angabe pro Fluss und See	Jährlich	
	Ertrag der Jagd	Jagdstatistik des Kantons Aargau	Stück pro Tierart	AG	Jährlich	
W8: Erneuerbare Energien: Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Umweltwärme, Geothermie	I1: Absolute Menge und Anteile der erneuerbaren Energien am <i>Endverbrauch</i> Elektrizität	– Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien	TJ	CH	Jährlich	
	I2: Absolute Menge und Anteile der erneuerbaren Energien am <i>Endverbrauch</i> Energie ohne Elektrizität					

ÖSL im Kanton Aargau						
		Verfügbare Daten- oder Kartengrundlagen				Bemerkungen
	Vorgeschlagene Indikatoren BAFU	Quellen	Messgrösse / Erhebungseinheit / Darstellung	Vorhandener Raumbezug / Räumliche Auflösung	Erhebungsintervall / Erhebungszeitpunkte	
W9: Natürliche Produktionsunterstützungsleistung: Kühlleistung	Kühlwasserbedarf der AKW in Mio. m ³ pro Jahr	<ul style="list-style-type: none"> – Informationsbroschüre Beznau (Homepage Axpo) – Faktenblatt AKW Leibstadt (Homepage KKL) 	Kubikmeter pro Sekunde bei voller Leistung	Kühlwasserbedarf am AKW-Standort	- (Technische Eigenschaft AKW)	

Tabelle 35: Ökosystemleistungen und deren Indikatoren in der Schweiz, Stand Dezember 2014. Die aufgeführten Ökosystemleistungen und Indikatoren entsprechen dem Vorschlag BAFU/econcept 2011 (Staub C. et al. (2011): Indikatoren für Ökosystemleistungen).

A-7 Entwurf Leitfaden Klimawandel-Check: Test 1, Fallstudie Reusstal

Ausgewähltes Schutzobjekt für den Test 1: Schoren Schachen

Beteiligte Fachpersonen / lokale Akteure/innen:

- Thomas Egloff, Leiter Fachbereich Aufwertung Dekretsgebiete, Abteilung Landschaft und Gewässer
- Josef Fischer, Geschäftsführer Stiftung Reusstal / Mitglied der Begleitgruppe des Pilotprojekts
- Christian Müller, Leiter Unterhaltsdienst, Werkhof Rottenschwil

Status der vorliegenden Version

Eine frühere Version dieses Leitfadens wurde am 26.8.2015 mit drei für das Reusstal verantwortlichen Fachpersonen des Kantons Aargau (Thomas Egloff, Josef Fischer, Christian Müller) getestet. Aufgrund der Rückmeldungen wurden der Leitfaden strukturell vereinfacht und die inhaltlichen Punkte festgehalten. Eine Verifizierung der Angaben fand nicht statt.

Ziele des Leitfadens

Der Leitfaden ist als Vorgehenskonzept zu verstehen, welches die Akteure/innen im Biodiversitätsmanagement beim Umgang mit dem Klimawandel im Rahmen ihrer Aufgaben unterstützen soll. Ziel ist es, dass der Klimawandel bereits heute als wesentlicher Faktor wahrgenommen wird, den es bei allen planerischen und umsetzungsorientierten Aktivitäten im Biodiversitätsmanagement zu berücksichtigen gilt. Das Vorgehen nach diesem Leitfaden soll es ermöglichen, den erwarteten Klimawandel und dessen Auswirkungen auf die Biodiversität in einem bestimmten Gebiet systematisch zu beschreiben, weitere Einflussfaktoren zu identifizieren und die geltenden Ziele und Massnahmen im Hinblick auf den Klimawandel zu überprüfen und sofern notwendig anzupassen. Aufgrund der Schlussfolgerungen sollen bei Bedarf mögliche weitere Aktivitäten festgelegt werden.

Aufbau des Leitfadens

Der Leitfaden stellt ein Vorgehenskonzept in 5 Schritten dar:

1. **Situationsbeschreibung:** Der erste Schritt dient dazu, das Untersuchungsgebiet zu beschreiben und bestehende Planungsgrundlagen zu erfassen. Es werden die prioritären Lebensraumtypen und die Zielsetzungen des Biodiversitätsmanagements festgehalten.
2. **Grundannahmen zum Klimawandel:** Als Grundlage für die nachfolgenden Analysen und Beurteilungen werden im zweiten Arbeitsschritt die wesentlichen Grundannah-

men zum zukünftigen Klima definiert. Eine wichtige Basis dafür bilden regionale Klimaszenarien.

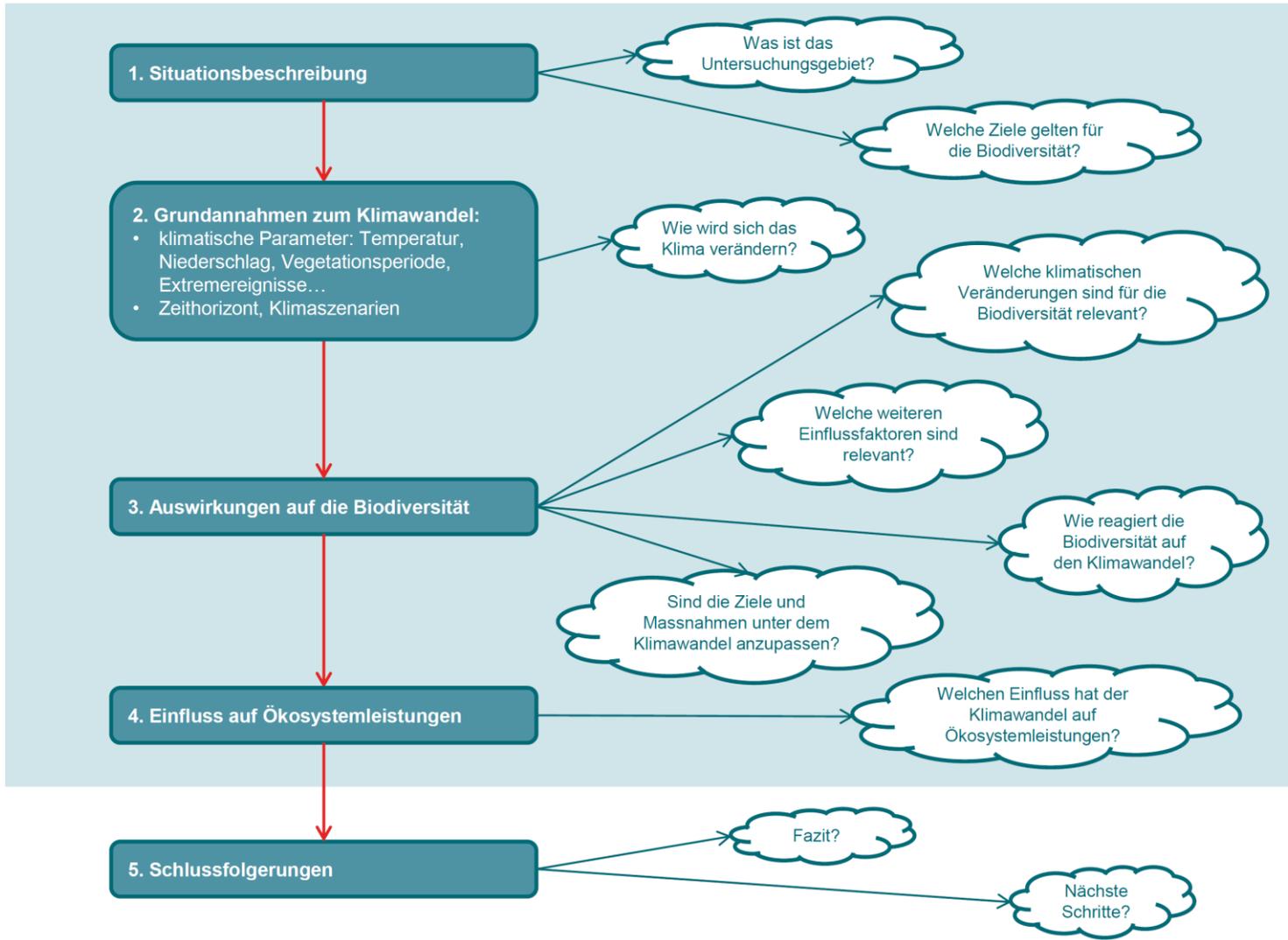
- 3. Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität:** Im dritten Schritt wird eine Beurteilung vorgenommen, welche erwarteten klimatischen Veränderungen für die Biodiversität im betrachteten Gebiet relevant sind. Zudem werden weitere wichtige Einflussfaktoren für die Biodiversität betrachtet. Anschliessend werden die Auswirkungen dieser Einflüsse auf die Biodiversität beurteilt. Aufgrund dieser Analyse werden Schlussfolgerungen bezüglich der Ziele und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements unter dem Klimawandel getroffen und ein allfälliger Anpassungsbedarf festgestellt.
- 4. Einfluss des Klimawandels auf Ökosystemleistungen:** In diesem Arbeitsschritt wird analysiert, welche Ökosystemleistungen durch den betrachteten Lebensraum erbracht werden und ob der Klimawandel einen Einfluss auf diese hat.
- 5. Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen:** Im letzten Arbeitsschritt werden die Schlussfolgerungen aus der Analyse zusammengefasst. Es sollen bei Bedarf die möglichen nächsten Schritte definiert werden.

Der Leitfaden beinhaltet zu jedem Arbeitsschritt Tabellenvorlagen, welche zu bearbeiten sind. Die Vorgaben in den Tabellen sind blau/grau hinterlegt; Felder zur Bearbeitung sind weiss hinterlegt.

Am Schluss des Leitfadens sind Hinweise auf weiterführende Literatur aufgeführt.

Das nachfolgende Schema gibt einen Überblick über den Ablauf der einzelnen Schritte des Leitfadens.

«Klimawandel –Check» für das Biodiversitätsmanagement in 5 Schritten



Schritt 1: Situationsbeschreibung

Im ersten Schritt sollen das Untersuchungsgebiet definiert und die bestehenden Grundlagen zur Biodiversität im betrachteten Gebiet zusammengetragen werden.

In Arbeitsschritt 1 werden folgende Fragen geklärt:

- Welches Gebiet mit welchem Perimeter wird betrachtet?
- Welche Schutzbestimmungen gelten für die Biodiversität im betrachteten Gebiet?
- Welche Planungsgrundlagen sind aktuell für das Gebiet von Bedeutung (Schutzkonzept, Zielsetzungen, Pflegeplan, Artenlisten, Monitoringkonzept...)?
- Welches sind die prioritären Lebensraumtypen für das Biodiversitätsmanagement?
- Welche Zielsetzungen gelten für das Biodiversitätsmanagement im betrachteten Gebiet?
- Gibt es einzelne Arten im betrachteten Gebiet, die aus Sicht der Biodiversität von besonderer Bedeutung sind?

Ausgangslage	Beschreibung
Untersuchungsgebiet / Perimeter	Schoren Schachen bei Mühlau, 23 ha, Schutzgebietsperimeter (Prz.Nr. 9.01/239)
Schutzbestimmungen/Schutzkategorie*	Naturschutzgebiet von kant. Bedeutung (NKB-Nr. 190), Bundesinventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung, Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung
Planungsgrundlagen	Pflegekonzept (1997) inkl. Pläne, Unterhaltsdokumentation (2009-2013)
Weitere Informationen**	
Prioritäre Lebensraumtypen im Gebiet	<ul style="list-style-type: none"> – Flachmoore – Nährstoffarme Flutmulden: Kleinseggenriede und Pfeiffengraswiesen
Zielsetzungen des Biodiversitätsmanagements	<ul style="list-style-type: none"> – Erfüllung der Zielsetzungen gemäss Flachmoorinventar und Amphibienlaichgebiete-Inventar – Übergeordnetes Ziel des Pflegekonzepts: <i>"Erhaltung der vielfältigen feuchtgebietstypischen Biotope und ihrer Lebensgemeinschaften. Einzelne Lebensräume sollen qualitativ aufgewertet, die Nutzung in der Umgebung auf einen bestmöglichen Schutz des Gebietes abgestimmt werden."</i>
Hinweise auf besonders wertvolle Arten (Schutzstatus, Populationen, Verbreitung)	<ul style="list-style-type: none"> – Kleine Orchis – Laubfrosch – Kreuzkröte

Tabelle 36

* Z.B. Naturschutzgebiet von kantonaler/nationaler Bedeutung, kantonale/nationale Inventare

** Benachbarte Gebiete; andere wichtige Aktivitäten im Perimeter/in der Umgebung (Hochwasserschutz, Bauvorhaben,...); Status Richtplan (v.a. bei hängigen Revisionen)

Schritt 2: Grundannahmen zum Klimawandel

Der Arbeitsschritt zwei dient der Einschätzung, wie sich der Klimawandel in der Region ausprägen wird, in welcher sich der betrachtete Lebensraum befindet.

Als Grundlage zur Beschreibung des Klimawandels sollen möglichst regionale Klimaszenarien verwendet werden. Für die Schweiz eignet sich dazu die Studie von Meteo-Schweiz «[Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht](#)» (2014). Es empfiehlt sich, mit zwei unterschiedlich ausgeprägten Szenarien zu arbeiten, um das wahrscheinliche Spektrum der Veränderungen abzubilden.

Eine weitere hilfreiche Zusammenstellung möglicher Ausprägungen des Klimawandels für verschiedene Themenbereiche ist in den «[Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel](#)» in den Arbeitsblättern F.4 (Prutsch et al. 2014) enthalten. Diese kann bei Bedarf hinzugezogen werden.

In Arbeitsschritt 2 werden folgende Fragen geklärt:

- Wie verändern sich zukünftig die wesentlichen klimatischen Parameter in der betrachteten Region?
- Welcher Zeithorizont wird für die Klimaszenarien – und die darauf basierenden Überlegungen in den folgenden Arbeitsschritten – betrachtet?

Die folgenden Grundannahmen für regionale Klimaszenarien sind zu definieren:

- Klimaszenarien: Szenario 1 moderater Klimawandel (RCP3PD) / Szenario 2 starker Klimawandel (A1B)
- Region: Jura Mittelland Voralpen Alpen Alpensüdseite Agglomerationen
- Zeithorizont: 2060 (Mittelwert Periode 2045-2074)

Klimaparameter <i>Bei Bedarf ergänzen</i>	Veränderung		Bemerkungen
	Quantitative Werte		
	Szenario S1	Szenario S2	
Mittlere Temperatur Winter	+0.6 bis +2.2°C	+1.2 bis +3.2°C	
Mittlere Temperatur Sommer	+1.0 bis +2.1°C	+1.8 bis +3.4°C	
Niederschlag Winter	-10% bis +20%	-10% bis +20%	Trend nicht klar
Niederschlag Sommer	0% bis -20%	-5% bis -25%	
Anzahl Sommertage	+16 Tage	+28 Tage	Mittlere Schätzung, für < 400 m.ü.M.
Anzahl Frosttage	-20 Tage	-33 Tage	Mittlere Schätzung, für < 400 m.ü.M.
Länge der Vegetationsperiode	+23 Tage	+42 Tage	Mittlere Schätzung, für < 400 m.ü.M.
Tage mit Neuschnee	-5 Tage	-7 Tage	Mittlere Schätzung, für < 400 m.ü.M.

Tabelle 37

Hinweis: Die in Tabelle 2 aufgeführten Werte der Klimaindikatoren werden nochmals verifiziert.

Definitionen:

Sommertage	Tage pro Kalenderjahr, an denen die Maximaltemperatur 2 m über Boden mind. 25°C erreicht
Frosttage	Tage pro Kalenderjahr, an denen die Minimaltemperatur 2 m über Boden kleiner 0°C ist
Länge der Vegetationsperiode	Tage pro Kalenderjahr zwischen dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen über 5°C und dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen unter 5°C
Tage mit Schneefall	Tage pro Kalenderjahr mit mind. 1 cm Neuschnee

Schritt 3: Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität

Dieser Schritt dient zur Abschätzung, welche klimatischen Veränderungen sowie welche weiteren Einflussfaktoren für die Biodiversität im betrachteten Gebiet relevant sind und welche Auswirkungen erwartet werden. Darauf basierend sollen Schlussfolgerungen hinsichtlich der Ziele und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements abgeleitet werden.

In Arbeitsschritt 3 werden folgende Fragen geklärt:

- Welche Einflussfaktoren des Klimawandels haben einen relevanten Effekt auf die Biodiversität der prioritären Lebensraumtypen im Gebiet?
- Welche weiteren Einflussfaktoren sind für diese Lebensräume relevant?
- Welche Auswirkungen auf die prioritären Lebensraumtypen werden erwartet?
- Wie werden die Zielerreichung und die Massnahmen des Biodiversitätsmanagements durch den Klimawandel beeinflusst?
- Besteht aufgrund des Klimawandels ein Anpassungsbedarf bei den Zielen und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements?

Einflussfaktoren	Relevanz für die Biodiversität der prioritären Lebensraumtypen*		
	Dominanter Effekt	Wenig relevant	Nicht relevant
Einflussfaktoren Klimawandel			
Veränderung Temperaturregime			
Zunahme Durchschnittstemperatur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zunahme Hitzewellen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abnahme Kältewellen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abnahme Frosttage	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verlängerung der Vegetationsperiode	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Veränderung Wasserregime			
Sommertrockenheit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zunahme Starkniederschläge/Hochwasser	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zunahme Erdbeben/Murgänge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Veränderung Abflussregime Fließgewässer**			
Zunahme Grundwassertemperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Abnahme Schneebedeckung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Einflussfaktoren	Relevanz für die Biodiversität der prioritären Lebensraumtypen*		
	<i>Dominanter Effekt</i>	<i>Wenig relevant</i>	<i>Nicht relevant</i>
Weitere Einflussfaktoren			
Nährstoffeintrag	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schadstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Infrastruktur (Verkehr, Anlagen,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hochwasserschutz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Renaturierungen, GSCHG	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raumplanung/Siedlungsgebiet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erholungsnutzung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Landwirtschaftliche Nutzung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energetische Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Forstliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ausbreitung Schadorganismen / invasive Neobiota	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabelle 38

* Prioritäre Lebensraumtypen: vgl. Schritt 1 (Tabelle 23)

** Zunahme im Winter, Abnahme im Sommer

Dominante Einflussfaktoren <i>Auswahl gemäss Beurteilung in Tabelle 25</i>	Erwartete Auswirkungen* auf prioritäre Lebensraumtypen (gemäss Schritt 1, Tabelle 23)		
	Lebensraum 1: Flachmoore	Lebensraum 2: Nährstoffarme Flutmulden: Kleinseggenriede	Lebensraum 3: Nährstoffarme Flutmulden: Pfeifengraswiesen
Einflussfaktoren Klimawandel			
Zunahme Hitzewellen			
Sommertrockenheit			
Zunahme Starkniederschläge/Hochwasser			
Veränderung Abflussregime Fliessgewässer			
Weitere Einflussfaktoren			
Nährstoffeintrag			
Hochwasserschutz			
Renaturierungen, GSCHG			
Erholungsnutzung			
Landwirtschaftliche Nutzung			
Ausbreitung Schadorganismen / invasive Neobiota			

Tabelle 39

*Hinweise für die Beurteilung möglicher Auswirkungen des Klimawandels: Chancen und Risiken, besonders betroffene Arten oder Artengruppen, Standortbedingungen und Konkurrenzfähigkeit, Verschiebungen/Zunahme/Abnahme des Lebensraums,...

Fazit Auswirkungen des Klimawandels auf das Biodiversitätsmanagement			
Auswirkungen auf die prioritären Lebensraumtypen			
Auswirkungen auf prioritäre Arten			
Zielerreichung			
Die Zielerreichung des Biodiversitätsmanagements wird durch den Einfluss des Klimawandels...		Erläuterung	
<input checked="" type="checkbox"/> erschwert	<input type="checkbox"/> nicht beeinflusst	<input type="checkbox"/> begünstigt	Erhöhte Nährstoffakkumulation aufgrund verstärkter Biomasseproduktion erschwert Nährstoffexport; Längere Trockenperioden erschweren das Wassermanagement, verstärken Wassernutzungskonflikte; Verstärkte Neophytenausbreitung verunmöglicht vollständige Bekämpfung, konkurrenzschwächere Arten werden verdrängt
Wirksamkeit der Massnahmen			
Die Wirksamkeit der Massnahmen des Biodiversitätsmanagements wird durch den Einfluss des Klimawandels...		Erläuterung	
<input checked="" type="checkbox"/> erschwert	<input type="checkbox"/> nicht beeinflusst	<input type="checkbox"/> begünstigt	Verhältnis von Aufwand/Ertrag der Massnahmen wird verschlechtert; bestehende Massnahmen müssten für Sicherung der Zielerreichung intensiviert werden (fehlende Ressourcen)
Anpassungsbedarf Ziele			
Besteht aufgrund des Klimawandels ein Anpassungsbedarf der Ziele des Biodiversitätsmanagements?		Erläuterung	
<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Zu prüfen	<input type="checkbox"/> Nein	Prüfen, ob der Fokus auf den Erhalt nährstoffarmer, anstatt feuchtgebietstypischer Biotope verlegt werden soll
Anpassungsbedarf Massnahmen			
Besteht aufgrund des Klimawandels ein Anpassungsbedarf der bestehenden Massnahmen des Biodiversitätsmanagements?		Erläuterung	
<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Zu prüfen	<input type="checkbox"/> Nein	Bestehende Massnahmen sind im Hinblick auf eine allfällige Anpassung der Zielsetzung sowie auf einen optimierten Ressourceneinsatz zu prüfen
Sind in Zukunft zusätzliche Massnahmen notwendig, um das Biodiversitätsmanagement an den Klimawandel anzupassen?		Erläuterung	
<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Zu prüfen	<input type="checkbox"/> Nein	Ergänzende Massnahmen zur Verbesserung des Wassermanagements prüfen (v.a. hinsichtlich Nutzungskonflikten mit der Landwirtschaft)

Tabelle 40

econcept AG / **Schritt 4: Einfluss des Klimawandels auf Ökosystemleistungen**

In diesem Arbeitsschritt wird analysiert, welche weiteren Ökosystemleistungen²² (ÖSL), zusätzlich zur Biodiversität, durch den Lebensraum erbracht werden und welchen Einfluss der Klimawandel auf diese hat.

In Arbeitsschritt 4 werden folgende Fragen geklärt:

- Welche Ökosystemleistungen (zusätzlich zur Biodiversität) werden aktuell im betrachteten Gebiet produziert?
- Wie wird die Wirkung des Klimawandels auf die Erbringung dieser Ökosystemleistungen durch den betrachteten Lebensraum beurteilt?
- Wie wird die Bedeutung dieser Ökosystemleistungen für das Gebiet bewertet?

Ökosystemleistungen im Gebiet ²³	Beurteilung Wirkung des Klimawandels auf ÖSL			Bedeutung <i>keine bis sehr hohe Bedeutung (1-5)*</i>
	Schwächung	Stärkung	keine	
Gesundheit / Wohlbefinden				
Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3
Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4
Erholungsleistung durch Erholungsräume im Wohnumfeld (Gärten u.a.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Identifikationsermöglichung durch schöne und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4
Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Eine für den Menschen gesunde Luftqualität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Ruhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2

²² Definition Ökosystemleistungen: Bestandteile der Biodiversität erbringen selbst oder aufgrund von Wechselbeziehungen Leistungen, ohne die menschliches Leben nicht denkbar wäre und die zum menschlichen Wohlergehen beitragen. Beispiele von Ökosystemleistungen sind die Versorgung mit Wasser, die Bildung von fruchtbarem Boden, die Bestäubung und die Schädlingskontrolle, die Erosionskontrolle, der Schutz vor Lawinen durch Wälder, die Erholung durch Nah- und Fernerholungsräume oder das Angebot an wertvollen Landschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus.

²³ Kategorien gemäss: Staub C., Ott W. et al. 2011: Indikatoren für Ökosystemleistungen: Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1102: 106 S.

Ökosystemleistungen im Gebiet ²⁴	Beurteilung Wirkung des Klimawandels auf ÖSL			Bedeutung <i>keine bis sehr hohe Bedeutung (1-5)*</i>
	Schwächung	Stärkung	keine	
Sicherheit				
Schutzleistung vor Lawinen, Steinschlag und Murgängen durch Vegetation an Steilhängen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Speicherung von CO ₂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4
Natürliche Vielfalt				
Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Wirtschaftliche Leistungen				
Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grund- und Oberflächenwasser	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistungen: Bestäubung und Schädlingsbekämpfung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3
Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Futterpflanzen und organische Dünger für die landwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3
Erneuerbare Energien: Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Umweltwärme, Geothermie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Natürliche Produktionsunterstützungsleistung: Kühlleistung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Genetische Ressourcen und biochemische Wirkstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Produktionsunterstützungsleistung: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1

Tabelle 41

*1=keine, 2=geringe, 3=mittlere, 4=hohe, 5=sehr hohe Bedeutung der Ökosystemleistung für das Gebiet

²⁴ Kategorien gemäss: Staub C., Ott W. et al. 2011: Indikatoren für Ökosystemleistungen: Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1102: 106 S.

Schritt 5: Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

In Arbeitsschritt 5 werden folgende Fragen geklärt:

- Welches sind die zentralen Schlussfolgerungen, die sich aus den vorherigen Analyseschritten ergeben?
- Sind weiterführende Aktivitäten notwendig? Falls ja, in welchem Zeithorizont und mit welchen Zuständigkeiten?
- Müssen weitere Akteure in die Umsetzung einbezogen werden?
- Was ist der allfällige Ressourcenbedarf?
- Sind Kommunikationsmassnahmen notwendig? Wenn ja, welche?
- Ist eine Abstimmung der Ziel- und Massnahmenüberprüfung mit anderen bestehenden Instrumenten des Biodiversitätsmanagements notwendig?

Weitere Schritte	Erkenntnisse/Vorgehen/Anmerkungen
Zusammenfassung der Schlussfolgerungen	
— Sind bestehende Planungsgrundlagen anzupassen? Oder werden zusätzliche Planungsgrundlagen benötigt?	
— Besteht Anpassungsbedarf bei der Umsetzung von Massnahmen (Organisation, Koordination)?	
— Besteht Anpassungsbedarf bei der Wirkungskontrolle von Massnahmen?	
Zuständigkeiten für weitere Aktivitäten, Zeithorizont	
Einbezug Akteure/Verwaltungsebenen	
Ressourcenbedarf	
Kommunikation	
Abstimmung mit Richtplanung/anderen Planungsgrundlagen	
Abstimmung mit weiteren Instrumenten des Biodiversitätsmanagements	
Weitere Schritte	

Tabelle 42

A-8 Entwurf Leitfaden Klimawandel-Check: Test 2, Fallstudie Jurapark

Ausgewähltes Schutzobjekt für den Test 2: Egghübel

Beteiligte Fachpersonen / lokale Akteure:

- Isabelle Flöss, Projektleiterin Artenförderung, Abteilung Landschaft und Gewässer
- André Seippel, Projektleiter Pflegekonzepte, Seippel Landschaftsarchitekten GmbH
- Max Gasser, Präsident Natur + Vogelschutzclub Bözberg

Status der vorliegenden Version

Eine frühere Version dieses Leitfadens wurde am 26.8.2015 mit drei für das Reusstal verantwortlichen Fachpersonen des Kantons Aargau (Thomas Egloff, Josef Fischer, Christian Müller) getestet. Aufgrund der Rückmeldungen wurden der Leitfaden strukturell vereinfacht und die inhaltlichen Punkte festgehalten. Eine Verifizierung der Angaben fand nicht statt. Der Leitfaden wurde in einem zweiten Test anhand des Fallstudiengebiets Egghübel / Küttigen im Jurapark mit den zuständigen Expert/innen (Isabelle Flöss, Max Gasser, André Seippel) diskutiert und im Anschluss noch leicht angepasst. Die vorliegende Version beinhaltet die Resultate des zweiten Tests.

Ziele des Leitfadens

Der Leitfaden ist als Vorgehenskonzept zu verstehen, welches die Akteure im Biodiversitätsmanagement beim Umgang mit dem Klimawandel im Rahmen ihrer Aufgaben unterstützen soll. Ziel ist es, dass der Klimawandel als wesentlicher Faktor wahrgenommen wird, den es bei allen planerischen und umsetzungsorientierten Aktivitäten im Biodiversitätsmanagement zu berücksichtigen gilt. Das Vorgehen nach diesem Leitfaden soll es ermöglichen, den erwarteten Klimawandel und dessen Auswirkungen auf die Biodiversität in einem bestimmten Gebiet systematisch zu beschreiben, weitere, nicht klimatische Einflussfaktoren zu identifizieren und die geltenden Ziele und Massnahmen im Hinblick auf den Klimawandel zu überprüfen und sofern notwendig anzupassen. Aufgrund der Schlussfolgerungen sollen bei Bedarf mögliche weitere Aktivitäten festgelegt werden.

Aufbau des Leitfadens

Der Leitfaden stellt ein Vorgehenskonzept in 5 Schritten dar:

1. **Situationsbeschreibung:** Der erste Schritt dient dazu, das Untersuchungsgebiet zu beschreiben und bestehende Planungsgrundlagen zu erfassen. Es werden die prioritären Lebensraumtypen und die Zielsetzungen des Biodiversitätsmanagements festgehalten.
2. **Grundannahmen zum Klimawandel:** Als Grundlage für die nachfolgenden Analysen und Beurteilungen werden im zweiten Arbeitsschritt die wesentlichen Grundannah-

men zum zukünftigen Klima definiert. Eine wichtige Basis dafür bilden regionale Klimaszenarien.

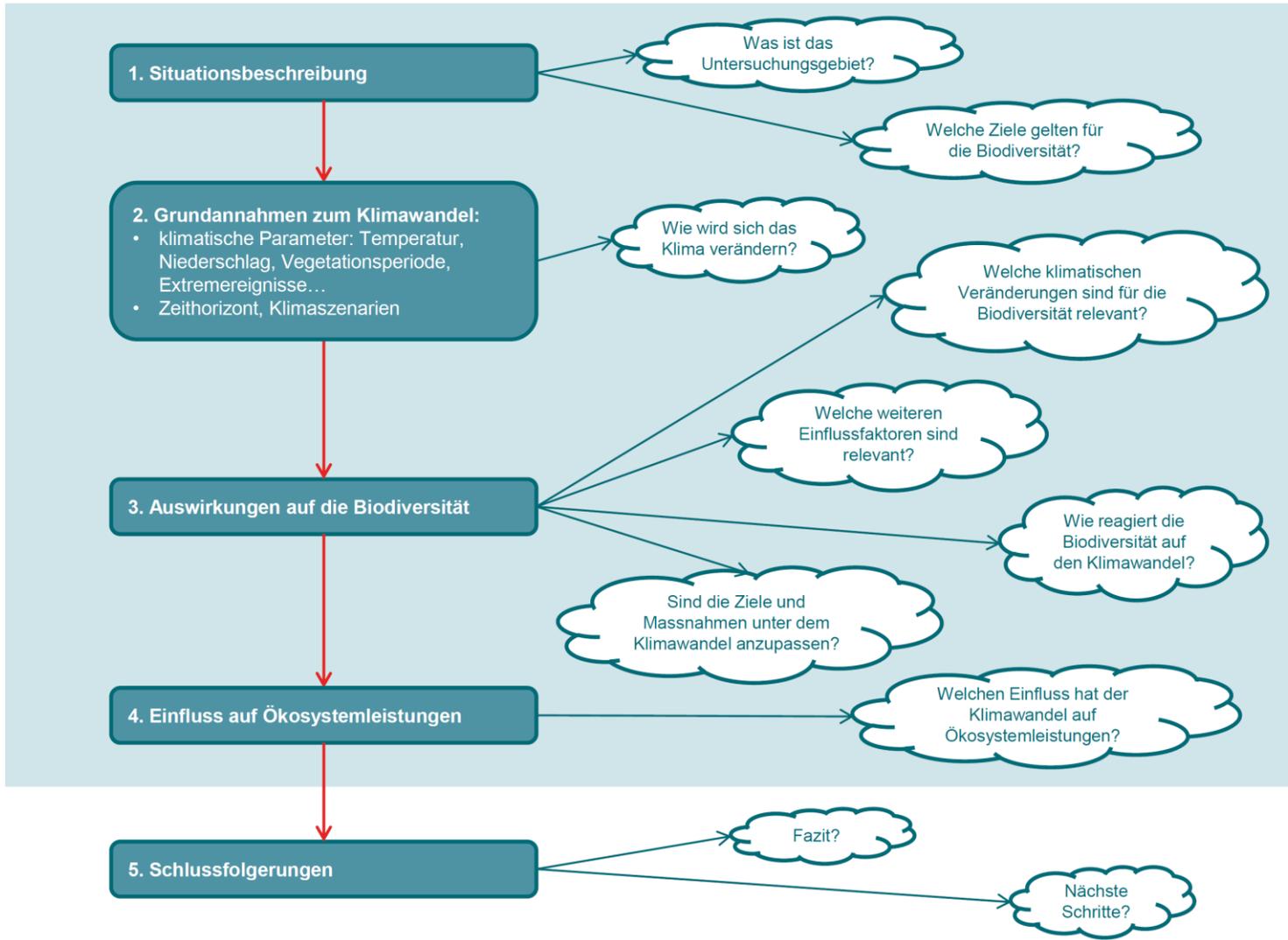
- 3. Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität:** Im dritten Schritt wird eine Beurteilung vorgenommen, welche erwarteten klimatischen Veränderungen für die Biodiversität im betrachteten Gebiet relevant sind. Zudem werden weitere, nicht klimatische Einflussfaktoren für die Biodiversität, wie beispielsweise geplante Infrastrukturbauten oder Zielkonflikte mit Erholungsnutzungen (vgl. Tabelle 25), betrachtet. Anschliessend werden die Auswirkungen dieser Einflüsse auf die Biodiversität beurteilt. Aufgrund dieser Analyse werden Schlussfolgerungen bezüglich der Ziele und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements unter dem Klimawandel getroffen und ein allfälliger Anpassungsbedarf festgestellt.
- 4. Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosystemleistungen:** In diesem Arbeitsschritt wird analysiert, welche Ökosystemleistungen durch den betrachteten Lebensraum erbracht werden und ob der Klimawandel einen Einfluss auf diese hat.
- 5. Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen:** Im letzten Arbeitsschritt werden die Schlussfolgerungen aus der Analyse zusammengefasst. Es sollen bei Bedarf die möglichen nächsten Schritte definiert werden.

Der Leitfaden beinhaltet zu jedem Arbeitsschritt Tabellenvorlagen, welche zu bearbeiten sind. Die Vorgaben in den Tabellen sind blau/grau hinterlegt; Felder zur Bearbeitung sind weiss hinterlegt.

Am Schluss des Leitfadens sind Hinweise auf weiterführende Literatur aufgeführt.

Das nachfolgende Schema gibt einen Überblick über den Ablauf der einzelnen Schritte des Leitfadens.

«Klimawandel –Check» für das Biodiversitätsmanagement in 5 Schritten



Schritt 1: Situationsbeschreibung

Im ersten Schritt sollen das Untersuchungsgebiet definiert und die bestehenden Grundlagen zur Biodiversität im betrachteten Gebiet zusammengetragen werden.

In Arbeitsschritt 1 werden folgende Fragen geklärt:

- Welches Gebiet mit welchem Perimeter wird betrachtet?
- Welche Schutzbestimmungen gelten für die Biodiversität im betrachteten Gebiet?
- Welche Planungsgrundlagen sind aktuell für das Gebiet von Bedeutung (Schutzkonzept, Zielsetzungen, Pflegeplan, Artenlisten, Monitoringkonzept...)?
- Welches sind im betrachteten Gebiet die prioritären Lebensraumtypen für das Biodiversitätsmanagement?
- Welche Zielsetzungen gelten für das Biodiversitätsmanagement im betrachteten Gebiet?
- Wie wird die Bewirtschaftung geregelt?
- Gibt es einzelne Arten im betrachteten Gebiet, die aus Sicht der Biodiversität von besonderer Bedeutung sind (Hotspot-Arten)?

Ausgangslage	Beschreibung
Untersuchungsgebiet / Perimeter	Egghübel (Gemeinde Küttigen), 3 ha Schutzgebietsperimeter
Schutzbestimmungen/Schutzkategorie*	Naturschutzgebiet von kantonaler Bedeutung (NKB-Nr. 152), Inventar Trockenwiesen und –weiden (Objekt-Nr. 4566), auch im Bundesinventar
Planungsgrundlagen	Pflegekonzept (23.10.2000), Umsetzungskontrolle (Stand 28.7.2015), Botanische Erfolgskontrolle Beweidung (16.11.2014), Berichterstattung KP N+L AG (November 2014)
Geographische Lage des Gebiets (Topographie, Exposition, etc.)	Nordexposition
Prioritäre Lebensraumtypen im Gebiet	<ul style="list-style-type: none"> – Wechselrockene Magerwiesen – Orchideen-Föhrenwald [62] – (Lungenkraut-Buchenwald, wechsellrockene Ausbildung [9w]; untergeordnete Priorität)
Zielsetzungen des Biodiversitätsmanagements	Übergeordnetes Ziel des Pflegekonzepts: <i>"Erhaltung und gezielte Förderung der gebietstypischen Lebensräume, Pflanzen- und Tierarten. Abstimmung der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung innerhalb und angrenzend an das NKB-Gebiet auf einen bestmöglichen Schutz des Gesamtgebietes. Speziell förderungswürdig sind im Gebiet offene, trockene bis wechsellrockene Magerwiesen, sehr lichte Orchideen-Föhrenwaldbestände und offene, nicht oder nur lückig bewachsene, pionierartige Mergelböden und die Bestände des Deutschen Sandlaufkäfers."</i>
Bewirtschaftung (Regelungen und Umsetzung)	Bewirtschaftung wird durch Weideverträge und Mähverträge geregelt
Hinweise auf besonders wertvolle Arten / Hotspot-Arten (Schutzstatus, Populationen, Verbreitung)	<ul style="list-style-type: none"> – Deutscher Sandlaufkäfer (Rote Liste, Kat. 1, vom Aussterben bedroht) – Kurzflügelige Beisschrecke: östlichstes Vorkommen in der Schweiz, einziges Vorkommen im Kanton Aargau – Diverse Orchideenarten, Enziane, Silberdistel – Baumarten: Elsbeere, Wildbirne
Weitere Informationen**	<ul style="list-style-type: none"> – Melioration (Stand unbekannt, Schutzgebiet nicht direkt betroffen) – Weitere Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung (TWW-Objekte) im Umfeld an Jurasüdhängen, dadurch relativ gute Vernetzung gewährleistet

Tabelle 43 Situationsbeschreibung

* Z.B. Naturschutzgebiet von kantonaler/nationaler Bedeutung, kantonale/nationale Inventare

** Benachbarte Gebiete; andere wichtige Aktivitäten im Perimeter/in der Umgebung (Hochwasserschutz, Bauvorhaben,...); Status Richtplan (v.a. bei hängigen Revisionen)

Schritt 2: Grundannahmen zum Klimawandel

Der Arbeitsschritt zwei dient der Einschätzung, wie sich der Klimawandel in der Region ausprägen wird, in welcher sich der betrachtete Lebensraum befindet.

Als Grundlage zur Beschreibung des Klimawandels sollen möglichst regionale Klimaszenarien verwendet werden. Für die Schweiz eignet sich dazu die Studie von Meteo-Schweiz «[Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht](#)» (2014). Es empfiehlt sich, mit zwei unterschiedlich ausgeprägten Szenarien zu arbeiten, um das wahrscheinliche Spektrum der Veränderungen abzubilden.

Eine weitere hilfreiche Zusammenstellung möglicher Ausprägungen des Klimawandels für verschiedene Themenbereiche ist in den «[Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel](#)» in den Arbeitsblättern F.4 (Prutsch et al. 2014) enthalten. Diese kann bei Bedarf hinzugezogen werden.

In Arbeitsschritt 2 werden folgende Fragen geklärt:

- Wie verändern sich zukünftig die wesentlichen klimatischen Parameter in der betrachteten Region?
- Welcher Zeithorizont wird für die Klimaszenarien – und die darauf basierenden Überlegungen in den folgenden Arbeitsschritten – betrachtet?

Die folgenden Grundannahmen für regionale Klimaszenarien sind zu definieren:

- Klimaszenarien: Szenario 1 moderater Klimawandel (RCP3PD) / Szenario 2 starker Klimawandel (A1B)
- Region: Jura Mittelland Voralpen Alpen Alpensüdseite Agglomerationen
- Zeithorizont: 2060 (Mittelwert Periode 2045-2074)

Klimaparameter <i>Bei Bedarf ergänzen</i>	Veränderung		Bemerkungen
	Quantitative Werte		
	Szenario S1	Szenario S2	
Mittlere Temperatur Winter	+0.5 bis +2.0°C	+1.2 bis +3.1°C	
Mittlere Temperatur Sommer	+1.0 bis +2.1°C	+1.8 bis +3.4°C	
Niederschlag Winter	-10% bis +20%	-10% bis +20%	Trend nicht klar
Niederschlag Sommer	0% bis -20%	-5% bis -25%	
Gesamtniederschlagsmenge Winter	Keine Werte	-19mm bis +31mm	Messstation Rünenberg (611 m.ü.M.) Winter=Dezember, Januar, Februar
Gesamtniederschlagsmenge Sommer	Keine Werte	-78mm bis -6mm	Messstation Rünenberg (611 m.ü.M.) Sommer=Juni, Juli, August
Anzahl Sommertage	+16 Tage	+27 Tage	Mittlere Schätzung, für < 500 m.ü.M.
Anzahl Frosttage	-20 Tage	-33 Tage	Mittlere Schätzung, für < 500 m.ü.M.
Länge der Vegetationsperiode	+21 Tage	+37 Tage	Mittlere Schätzung, für < 500 m.ü.M.
Tage mit Neuschnee	-6 Tage	-9 Tage	Mittlere Schätzung, für < 500 m.ü.M.

Tabelle 44 Regionales Klimaszenario

Hinweis: Die in Tabelle 2 aufgeführten Werte der Klimaindikatoren werden nochmals verifiziert.

Definitionen:

Sommertage	Tage pro Kalenderjahr, an denen die Maximaltemperatur 2 m über Boden mind. 25°C erreicht
Frosttage	Tage pro Kalenderjahr, an denen die Minimaltemperatur 2 m über Boden kleiner 0°C ist
Länge der Vegetationsperiode	Tage pro Kalenderjahr zwischen dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen über 5°C und dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen unter 5°C
Tage mit Schneefall	Tage pro Kalenderjahr mit mind. 1 cm Neuschnee

Schritt 3: Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität

Dieser Schritt dient zur Abschätzung, welche klimatischen Veränderungen sowie welche weiteren, nicht klimatischen Einflussfaktoren für die Biodiversität im betrachteten Gebiet relevant sind und welche Auswirkungen erwartet werden. Darauf basierend sollen Schlussfolgerungen hinsichtlich der Ziele und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements abgeleitet werden.

In Arbeitsschritt 3 werden folgende Fragen geklärt:

- Welche Einflussfaktoren des Klimawandels haben einen relevanten Effekt auf die Biodiversität der prioritären Lebensraumtypen im Gebiet?
- Welche weiteren, nicht klimatischen Einflussfaktoren sind für diese Lebensräume relevant?
- Welche Hotspot-Arten sind durch die klimatischen und nicht klimatischen Einflussfaktoren besonders betroffen?
- Welche konkreten Auswirkungen durch die klimatischen und nicht klimatischen Einflussfaktoren werden auf die prioritären Lebensraumtypen und ausgewählte Hotspot-Arten erwartet?
- Wie werden die Zielerreichung und die Massnahmen des Biodiversitätsmanagements durch den Klimawandel beeinflusst?
- Besteht aufgrund des Klimawandels ein Anpassungsbedarf bei den Zielen und Massnahmen des Biodiversitätsmanagements?

Einflussfaktoren	Relevanz für die Biodiversität der prioritären Lebensraumtypen*			Relevanz für ausgewählte Hotspot-Arten
	Dominanter Effekt	Relevant	Nicht relevant	Betroffene Hotspot-Arten gemäss Tabelle 23
Einflussfaktoren Klimawandel				
Veränderung Temperaturregime				
Zunahme Durchschnittstemperatur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zunahme Hitzewellen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sandlaufkäfer
Abnahme Kältewellen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abnahme Frosttage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Verlängerung der Vegetationsperiode	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sandlaufkäfer
Veränderung Wasserregime				
Sommertrockenheit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sandlaufkäfer
Veränderung Winterniederschläge	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zunahme Starkniederschläge/Hochwasser	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zunahme Oberflächenerosion/ Erdrutsche/Murgänge	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Veränderung Abflussregime Fließgewässer**	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Zunahme Grundwassertemperatur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Abnahme Schneebedeckung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Weitere, nicht klimatische Einflussfaktoren				
Nährstoffeintrag	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Schadstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Infrastruktur (Verkehr, Anlagen,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Hochwasserschutzmassnahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Renaturierungen, GSCHG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Raumplanung/Siedlungsgebiet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Erholungsnutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Landwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Energetische Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Forstliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Ausbreitung Schadorganismen / invasive Neobiota	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Weitere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bemerkungen	Die Nordexposition kann gewisse Effekte des Klimawandels abschwächen;			

Tabelle 45 Relevanz der klimatischen und nicht klimatischen Einflussfaktoren auf Biodiversität der prioritären Lebensraumtypen und die ausgewählte Hotspot-Arten.

* Prioritäre Lebensraumtypen: vgl. Schritt 1 (Tabelle 23)

** Zunahme im Winter, Abnahme im Sommer

Hinweis: Die in Tabelle 25 als «dominant» beurteilten Faktoren sind in die erste Spalte der Tabelle 26 zu übertragen.

Dominante Einflussfaktoren	Erwartete Auswirkungen* auf prioritäre Lebensraumtypen und Hotspot-Arten (gemäss Schritt 1, Tabelle 23)		
<i>Auswahl gemäss Beurteilung in Tabelle 25</i>	Lebensraum 1: Wechsellrockene Magerwiesen	Lebensraum 2: Orchideen-Föhrenwald [62]	Hotspot-Arten
Einflussfaktoren Klimawandel			
Zunahme Hitzewellen	<ul style="list-style-type: none"> — Verschiebung der Artenzusammensetzung (Artenzahl bis zu Verlust einzelner Arten). — Allgemein: Spezialisten werden geschwächt, Generalisten gestärkt — Hitzestress kann auch zu Aufwertungen führen 	Analog Lebensraum 1. Im Extremfall Veränderung von wechselfeuchten zu wechsellrockenen Standorten.	Sandlaufkäfer profitiert (braucht offene Standorte)
Abnahme Frosttage (?)			
Verlängerung der Vegetationsperiode	In Kombination mit Nährstoffeinträgen erhöhte Biomasseproduktion, führt zu Nährstoffakkumulation und Verdrängung von konkurrenzschwächeren, auf nährstoffarme Standorte spezialisierte Arten. Evtl. bewirkt verlängerte Produktionszeit der Landwirtschaft zusätzliche Nährstoffimmissionen.		Für Sandlaufkäfer negativ Für Beissschrecke positiv
Zunahme Sommertrockenheit			Sandlaufkäfer profitiert
Veränderung Winterniederschläge			
Weitere, nicht klimatische Einflussfaktoren			
Nährstoffeintrag	Verdrängung von konkurrenzschwächeren, spezialisierten Arten (s. Verlängerung der Vegetationsperiode)	Analog Lebensraum 1, aber weniger stark ausgeprägt	
Ausbreitung Schadorganismen / invasive Neobiota	Lücken werden durch zusätzliche/neue invasive Neobiota besetzt. Berufskraut als dominante Problemart	Analog Lebensraum 1, aber weniger stark ausgeprägt	

Tabelle 46 Auswirkungen durch klimatische und nicht klimatische Einflussfaktoren auf prioritäre Lebensraumtypen und Hotspot-Arten.

*Hinweise für die Beurteilung möglicher Auswirkungen des Klimawandels: Chancen und Risiken, besonders betroffene Arten oder Artengruppen, Standortbedingungen und Konkurrenzfähigkeit, Verschiebungen/Zunahme/Abnahme des Lebensraums,...

Fazit Auswirkungen des Klimawandels auf das Biodiversitätsmanagement				
Auswirkungen auf die prioritären Lebensraumtypen		Es ist eine Verschiebung der Artenzusammensetzung zu erwarten; im Extremfall eine Veränderung des Standortcharakters. Es ist zum jetzigen Zeitpunkt unklar, wie diese Veränderungen zu bewerten sind (positiv/negativ). Dazu sind längerfristige und intensivere Beobachtungen notwendig.		
Auswirkungen auf ausgewählte Hotspot-Arten		Sandlaufkäfer: Fazit unklar Beisschrecke: klimatische Veränderungen tendenziell positiv, Bewirtschaftung (Mähen, Weide) eher problematisch		
Zielerreichung				
Die Zielerreichung des Biodiversitätsmanagements für die prioritären Lebensraumtypen wird durch den Einfluss des Klimawandels...				
<input type="checkbox"/> erschwert	<input type="checkbox"/> nicht beeinflusst	<input type="checkbox"/> begünstigt	<input checked="" type="checkbox"/> Aussage unklar	<i>Erläuterung:</i> Abhängig vom betrachteten Teilziel bzw. der Art und von der Beurteilung, welche Veränderungen als positiv bzw. negativ gewertet werden.
Die Zielerreichung des Biodiversitätsmanagements für ausgewählte Hotspot-Arten wird durch den Einfluss des Klimawandels...				
<input type="checkbox"/> erschwert	<input type="checkbox"/> nicht beeinflusst	<input type="checkbox"/> begünstigt	<input checked="" type="checkbox"/> Aussage unklar	<i>Erläuterung:</i> Beurteilung je nach Art unterschiedlich; es sind intensivere Beobachtungen ausgewählter Arten erforderlich. Keine klare Zielgewichtung möglich, weil nicht ein Art gegen die andere ausgespielt werden soll.
Wirksamkeit der Massnahmen				
Die Wirksamkeit der Massnahmen des Biodiversitätsmanagements wird durch den Einfluss des Klimawandels...				
<input checked="" type="checkbox"/> erschwert	<input type="checkbox"/> nicht beeinflusst	<input type="checkbox"/> begünstigt	<input type="checkbox"/> Aussage unklar	<i>Erläuterung:</i> Die Verlängerung der Vegetationsperiode beeinflusst das notwendige Schnittregime und die Beweidungszeit und -dauer.
Anpassungsbedarf Ziele				
Besteht aufgrund des Klimawandels ein Anpassungsbedarf der Ziele des Biodiversitätsmanagements?				
<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Zu prüfen	<input type="checkbox"/> Nein	<i>Erläuterung:</i> Als Entscheidungsgrundlage ist ein verstärktes Monitoring notwendig.	
Anpassungsbedarf Massnahmen				
Besteht aufgrund des Klimawandels ein Anpassungsbedarf der bestehenden Massnahmen des Biodiversitätsmanagements?				
<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Zu prüfen	<input type="checkbox"/> Nein	<i>Erläuterung:</i> Hängt ab von: Welche Veränderungen sind als positiv zu werten und welche nicht? Was darf passieren und was nicht? Als Entscheidungsgrundlage ist ein verstärktes Monitoring notwendig.	
Sind in Zukunft zusätzliche Massnahmen notwendig, um das Biodiversitätsmanagement an den Klimawandel anzupassen?				
<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Zu prüfen	<input type="checkbox"/> Nein	<i>Erläuterung:</i> Vgl. vorangehende Antwort; prospektive Massnahmen auf 30 Jahre hinaus sind nicht üblich im Biodiversitätsmanagement, reagiert wird aufgrund konkreter Beobachtungen, z.B. beim Schnittregime Als Entscheidungsgrundlage ist ein verstärktes Monitoring notwendig.	

Tabelle 47 Fazit zu den Auswirkungen des Klimawandels auf das Biodiversitätsmanagement

Schritt 4: Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosystemleistungen

In diesem Arbeitsschritt wird analysiert, welche weiteren Ökosystemleistungen²⁵ (ÖSL), zusätzlich zur Biodiversität, durch den Lebensraum erbracht werden und welchen Einfluss der Klimawandel auf diese hat.

In Arbeitsschritt 4 werden folgende Fragen geklärt:

- Welche Ökosystemleistungen (zusätzlich zur Biodiversität) werden aktuell im betrachteten Gebiet produziert?
- Wie wird die Bedeutung dieser Ökosystemleistungen für das Gebiet bewertet?
- Wie werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Erbringung dieser Ökosystemleistungen durch den betrachteten Lebensraum beurteilt?

²⁵ Definition Ökosystemleistungen: Bestandteile der Biodiversität erbringen selbst oder aufgrund von Wechselbeziehungen Leistungen, ohne die menschliches Leben nicht denkbar wäre und die zum menschlichen Wohlergehen beitragen. Beispiele von Ökosystemleistungen sind die Versorgung mit Wasser, die Bildung von fruchtbarem Boden, die Bestäubung und die Schädlingskontrolle, die Erosionskontrolle, der Schutz vor Lawinen durch Wälder, die Erholung durch Nah- und Fernerholungsräume oder das Angebot an wertvollen Landschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus.

Ökosystemleistungen im Gebiet ²⁶	Beurteilung Auswirkung des Klimawandels auf ÖSL			Bedeutung <i>keine bis sehr hohe Bedeutung (1-5)*</i>
	Schwächung	Stärkung	keine	
Gesundheit / Wohlbefinden				
Erholungsleistung durch Jagen, Sammeln und Beobachten wild lebender Arten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Erholungsleistung durch städtische Grün- und Freiräume sowie Nah- und Fernerholungsräume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Erholungsleistung durch Erholungsräume im Wohnumfeld (Gärten u.a.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Identifikationermöglichkeit durch schöne und charakteristische Landschaften (Natur- und Kulturerbe)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Lokale Mikroklimaregulationsleistung durch Ökosysteme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Eine für den Menschen gesunde Luftqualität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3
Ruhe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Ein für den Menschen gesundheitsverträgliches Niveau an nichtionisierender Strahlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Sicherheit				
Schutzleistung vor Lawinen, Steinschlag und Murgängen durch Vegetation an Steilhängen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Schutzleistung durch Gebiete, die überflutet werden oder Wasser zurückhalten können	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Speicherung von CO ₂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Natürliche Vielfalt				
Existenz natürlicher Vielfalt auf der Ebene der Arten, Gene, Ökosysteme und Landschaften	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5
Wirtschaftliche Leistungen				
Natürliches Angebot an Trink- und Brauchwasser aus nutzbarem Grund- und Oberflächenwasser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	?
Natürliches Angebot an Produktionsunterstützungsleistungen: Bestäubung und Schädlingsbekämpfung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3
Fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Futterpflanzen und organische Dünger für die landwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Holzzuwachs für die forstwirtschaftliche Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Wildtiere und Fische für die kommerzielle Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Natur- und Kulturlandschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Erneuerbare Energien: Wasserkraft, Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Umweltwärme, Geothermie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Natürliche Produktionsunterstützungsleistung: Kühlleistung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1
Genetische Ressourcen und biochemische Wirkstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Produktionsunterstützungsleistung: Abbau beziehungsweise Speicherung von Reststoffen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1

Tabelle 48 Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosystemleistungen

*1=keine, 2=geringe, 3=mittlere, 4=hohe, 5=sehr hohe Bedeutung der Ökosystemleistung für das Gebiet

²⁶ Kategorien gemäss: Staub C., Ott W. et al. 2011: Indikatoren für Ökosystemleistungen: Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1102: 106 S.

Schritt 5: Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

In Arbeitsschritt 5 werden folgende Fragen geklärt:

- Welches sind die zentralen Schlussfolgerungen, die sich aus den vorherigen Analyseschritten ergeben?
- Sind weiterführende Aktivitäten notwendig? Falls ja, in welchem Zeithorizont und mit welchen Zuständigkeiten?
- Müssen weitere Akteure in die Umsetzung einbezogen werden?
- Was ist der allfällige Ressourcenbedarf?
- Sind Kommunikationsmassnahmen notwendig? Wenn ja, welche?
- Ist eine Abstimmung der Ziel- und Massnahmenüberprüfung mit anderen bestehenden Instrumenten des Biodiversitätsmanagements notwendig?

Weitere Schritte	Erkenntnisse/Vorgehen/Anmerkungen
Zusammenfassung der Schlussfolgerungen	Es sind verstärkte Beobachtungen über einen längeren Zeitraum (Monitoring) notwendig. Für ausgewählte Arten fehlt oft das Wissen, um Auswirkungen der Klimaveränderung abzuschätzen. Konkrete Anpassungen des Biodiversitätsmanagement können nicht abgeleitet werden.
— Sind bestehende Planungsgrundlagen anzupassen? Oder werden zusätzliche Planungsgrundlagen benötigt?	Die Anpassung des Pflegekonzepts erfolgt in der Praxis anhand der Bewirtschaftungsverträge. Teilweise bestehen folglich Differenzen zwischen den effektiven Massnahmen bzw. Verträgen mit Bewirtschaftern und bestehenden Massnahmenplänen, weil letztere nicht immer nachgeführt werden. Die Entscheidungsgrundlagen sollen durch verstärkte Art- bzw. Objektspezifische Beobachtungen verbessert werden.
— Besteht Anpassungsbedarf bei der Umsetzung von Massnahmen (Organisation, Koordination)?	Entscheidungen über allfällige Anpassungen von Massnahmen werden grundsätzlich auf Grund beobachteter Veränderungen von Lebensräumen/Arten gefällt und nicht prospektiv auf Grund von erwarteten Veränderungen.
— Braucht es neue, zusätzliche Massnahmen?	Monitoring vgl. oben
— Besteht Anpassungsbedarf bei der Wirkungskontrolle von Massnahmen?	
Zuständigkeiten für weitere Aktivitäten, Zeithorizont	
Einbezug Akteure/Verwaltungsebenen	
Ressourcenbedarf	
Kommunikation	
Abstimmung mit Richtplanung/anderen Planungsgrundlagen	
Abstimmung mit weiteren Instrumenten des Biodiversitätsmanagements	Vernetzung ist mit Labiola abgedeckt, Umsetzung in Nutzungsplanung; Abstimmen mit Landschaftsentwicklungsprojekten (LEP) und kommunalen Vernetzungsprojekten; aber: in LEP /Vernetzungsmassnahmen sind spezifische Aspekte (v.a. Fauna) nicht berücksichtigt.
Weitere Schritte	

Tabelle 49 Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

Glossar

Teil A: Klimaindikatoren

Quelle: MeteoSchweiz (2014)

Sommertage	Tage pro Kalenderjahr, an denen die Maximaltemperatur 2 m über Boden mind. 25°C erreicht
Frosttage	Tage pro Kalenderjahr, an denen die Minimaltemperatur 2 m über Boden kleiner 0°C ist
Länge der Vegetationsperiode	Tage pro Kalenderjahr zwischen dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen über 5°C und dem ersten Auftreten einer mindestens 6 Tage langen Periode mit Tagesmitteltemperaturen unter 5°C
Tage mit Schneefall	Tage pro Kalenderjahr mit mind. 1 cm Neuschnee

Teil B: Ökologie

Quelle: BAFU (2012b)

Biodiversität	Die Biodiversität umfasst die Arten, die Vielfalt ihrer Gene, die Vielfalt der Ökosysteme sowie die Wechselwirkungen innerhalb und zwischen diesen einzelnen Ebenen.
Biotop	Lebensraum einer Lebensgemeinschaft mit typischen Umweltbedingungen. Gemäss dem Natur- und Heimatschutzsetz (NHG; SR 451) auch Synonym von Lebensraum.
Einheimische Art	Art, die ihr natürliches Verbreitungsgebiet oder regelmässiges Wandergebiet ganz oder teilweise im Inland hat (oder in geschichtlicher Zeit hatte) bzw. auf natürliche Weise im Inland ausdehnt.
Gebietsfremde Arten	Arten, die nach der Entdeckung Amerikas 1492 auch ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsbereichs auftreten.
Invasive gebietsfremde Arten	Arten, die absichtlich oder unabsichtlich in Gebiete ausserhalb ihres natürlichen Lebensraums eingeführt werden und dort in der Lage sind, sich zu etablieren und einheimische Arten zu verdrängen. Sie haben unerwünschte Auswirkungen auf andere Arten,

	<p>Lebensgemeinschaften oder Lebensräume und können auch ökonomische oder gesundheitliche Probleme verursachen oder Krankheiten übertragen. Invasive gebietsfremde Arten zeichnen sich durch ein effizientes Ausbreitungsvermögen sowie durch eine sehr hohe Anpassungsfähigkeit und Konkurrenzstärke aus. In neuen Lebensräumen haben sie oft wenige natürliche Feinde</p>
Kulturlandschaft	<p>Aufgrund der Nutzung durch den Menschen in historischer Zeit entstandene und durch die Nutzungsformen geprägte Landschaft mit überwiegend anthropogenen Ökosystemen (im Gegensatz zur Naturlandschaft).</p>
Lebensraum	<p>Gemeinschaft aus Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sowie deren nicht lebender Umwelt ohne ihre Wechselwirkung untereinander.</p>
Ökosystem	<p>Dynamischer Komplex einer Gemeinschaft aus Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sowie deren nicht lebender Umwelt, die untereinander in Wechselwirkung stehen.</p>
Ökosystemleistung	<p>Bestandteile der Biodiversität erbringen selbst oder aufgrund von Wechselbeziehungen Leistungen, ohne die menschliches Leben nicht denkbar wäre und die zum menschlichen Wohlergehen beitragen. Beispiele von Ökosystemleistungen sind die Versorgung mit Wasser, die Bildung von fruchtbarem Boden, die Bestäubung und die Schädlingskontrolle, die Erosionskontrolle, der Schutz vor Lawinen durch Wälder, die Erholung durch Nah- und Fernerholungsräume oder das Angebot an wertvollen Landschaften für die kommerzielle Nutzung im Tourismus. Ein Teil der Ökosystemleistungen wird als Landschaftsleistungen bezeichnet.</p>
Population	<p>Gesamtheit der Individuen einer Art, die in einem (mehr oder weniger abgeschlossenen) Lebensraum leben und eine natürliche Fortpflanzungsgemeinschaft bilden.</p>
Vernetzung	<p>Unter Vernetzung ist nicht nur die Schaffung von einigen Vernetzungsachsen für einige grosse Wildsäuger zu verstehen, sondern ein System von miteinander verbundenen Lebensräumen, in denen alle Arten, die potenziell vorhandenen sein können, mindestens eine Metapopulation aufzubauen vermögen.</p>
Zerschneidung	<p>Aktive anthropogene Fragmentierung von Lebensräumen durch linienhafte Eingriffe (z. B. Strassen- und Schienenbau, Energietrassen, Bebauung). Durch die Zerteilung eines vormals zusammenhängenden Lebensraums (und der darin lebenden Arten) entstehen mehrere, meist isolierte Habitats.</p>

Literatur

- ARE (2014) forum raumentwicklung: Freiraumentwicklung - Voraussetzung für attraktive Siedlungen, Heft 1/2014, Bern.
- BAFU (2012a): Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder, Erster Teil der Strategie des Bundesrates, Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BAFU (2012b): Strategie Biodiversität Schweiz – In Erfüllung der Massnahme 69 (Ziel 13, Art. 14, Abschnitt 5) der Legislaturplanung 2007–2011: Ausarbeitung einer Strategie zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität, 25. April 2012.
- BAFU (2014): Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Aktionsplan 2014-2019, Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates, Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BAFU (2015a) Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2016–2019. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1501: 266 S.
- BAFU (2015b) Biodiversität im Kanton Aargau – Nationale Prioritäten für die Programmperiode 2016-2019, Bundesamt für Umwelt, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften.
- BMVBS (2012) Stadtklima: Kommunale Strategien und Potenziale zum Klimawandel - Ergebnisse Modellprojekte, Ein ExWoSt-Forschungsfeld, 39/3, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Berlin.
- CH2011 (2011): Swiss Climate Change Scenarios CH2011, published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC, Zurich, Switzerland, 88 pp.
- Difu (2013) Klimaschutz & Biodiversität: Praxisbeispiele für Kommunen zum Schutz von Klima und Biodiversität, Service- und Kompetenzzentrum: Kommunaler Klimaschutz beim Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), Köln.
- Dobbertin M. et al. (2006): Die Klimaveränderung bedroht die Föhrenwälder im Wallis, WALD UND HOLZ 8/06: 37-39.
- EBP/WSL/SLF (2013): Risiken und Chancen des Klimawandels im Kanton Aargau - Ergebnisbericht, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Juni 2013.

- Essl F., Rabitsch W. (2013): Biodiversität und Klimawandel – Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa, Springer Berlin Heidelberg 2013.
- European Commission (2013): Guidelines on Climate Change and Natura 2000 - Dealing with the impact of climate change. On the management of the Natura 2000 Network of areas of high biodiversity value, Technical Report - 2013 – 068, European Union, 2013.
- Forum Biodiversität Schweiz (2007) HOTSPOT – Biodiversität und Klimawandel, Heft 16, Bern, Oktober 2007.
- Forum Biodiversität Schweiz (2012) HOTSPOT – Ökologische Infrastruktur, Heft 25, Bern, April 2012.
- Gasser, M. (2013): Erfolgskontrolle der Beweidungsversuche Feldhübel und Stierenacher des Natur- und Vogelschutzclubs Bözberg, NVSC Bözberg.
- Gemeinde Villmergen (2011): Rechenschaftsbericht und Rechnung 2011.
- Jurapark Aargau (2014a): Naturförderprojekt Jurapark Aargau – Vielfalt im Föhrenwald, Unterstützungsgesuch an die Erlenmeyer Stiftung, Bözberg, September 2014.
- Kanton Aargau (2007): Amphibienmonitoring.
- Kanton Aargau (2008): Artenschutzkonzept Aargau (ASK AG), Abteilung Landschaft und Gewässer, Sektion Natur und Landschaft, Stand 27.3.2008.
- Kanton Aargau (2010): Natur 2020 - Ziele und Handlungsschwerpunkte bis 2020, Programm Etappe 2011–2015, Departement Bau, Verkehr und Umwelt (BVU), Aarau.
- Kanton Aargau (2015): Natur 2020, 2. Etappe 2016-2020, Departement Bau, Verkehr und Umwelt (BVU), Abteilung Landschaft und Gewässer, Aarau.
- Karch (2010): Praxismerkblatt Artenschutz: Kreuzkröte *Bufo calamita*, Hrsg. Karch Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz, Neuenburg, Fassung vom 2.12.2010.
- Kräuchi N. (2008): Schutzgebietskonzepte unter dem Aspekt des Klimawandels. Anthos 2008/4.
- Li M-H., Kräuchi N., Gao S-P. (2006): Global Warming: Can Existing Reserves Really Pre-serve Current Levels of Biological Diversity? Journal of Integrative Plant Biology 2006, 48 (3): 255–259.
- MeteoSchweiz (2014a): Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht, Fachbericht MeteoSchweiz, 243, 36 pp.

- MeteoSchweiz (2014b): Daten zur Messstation Buchs/Aarau 1961 – 2074. Im Rahmen des Pilotprogramms von MeteoSchweiz zur Verfügung gestellt.
- Metron (2011): Räumliches Gesamtkonzept (Gesamtrevision Nutzungsplanung Siedlung und Kulturland) Gemeinde Villmergen, vom Gemeinderat beschlossen am 12. Dezember 2011.
- Nobis, M., Jaeger J., Zimmermann N. (2009) Neophyte species richness at the landscape scale under urban sprawl and climate warming, *Diversity and Distributions*, (Diversity Distrib.) (2009) 15, 928–939
- Perroud M. und Bader S. (2013): Klimaänderung in der Schweiz. Indikatoren zu Ursachen, Auswirkungen, Massnahmen. Umwelt-Zustand Nr. 1308. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, Zürich, 86 S.
- Prutsch, A., Felderer, A., Balas, M., König, M., Clar, C., Steurer, R. (2014): Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte. Umweltbundesamt, Wien.
- Pütz, M., Kruse, S., Butterling, M. (2011): Bewertung der Klimawandel-Fitness der Raumplanung: Ein Leitfaden für PlanerInnen. Projekt CLISP, ETC Alpine Space Programm.
- Rödger D., Schulte U. (2010): Amphibien und Reptilien im anthropogenen Klimawandel: Was wissen wir und was erwarten wir?, *Zeitschrift für Feldherpetologie* 17: 1–22, März 2010.
- Schmidt B.R., Zumbach S. (2005): Rote Liste der gefährdeten Amphibien der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz, Bern. BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt. 48 S.
- SCNAT (2008): Biodiversität und Klima – Konflikte und Synergien im Massnahmenbereich. Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT), 2008. ISBN-978-3-907630-31-0
- Staub et al. (2011): Indikatoren für Ökosystemleistungen: Systematik, Methodik und Umsetzungsempfehlungen für eine wohlfahrtsbezogene Umweltberichterstattung, Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Thiele V. et al. (2014): Auswirkungen des Klimawandels auf europäisch geschützte Arten, *NuL* 46 (6), 2014, 169-176.
- UNA (2011): Arten- und Lebensraumförderung im regionalen Naturpark „Jurapark Aargau“ - Naturpark-Zielarten und prioritäre Naturpark-Lebensräume, UNA, Atelier für Naturschutz und Umweltfragen, im Auftrag des Netzwerks Schweizer Pärke, Bern, 29. April 2011.

- UNA (2015): Gefährdung der gewässergebundenen Biodiversität in Trockenheitsperioden. IST-Zustand und Schlussfolgerungen für das Smaragdgebiet Oberaargau (Region Langenthal). Entwurf vom 30.9.2015.
- Wassmer, A. (2009) Föhrenwälder auf Mergelböden des Aargauer Juras, Bauhinia 21/2009.
- Widmer H.P. (2007): Keiljungfer und Knabenkraut: Die Natur- und Kulturlandschaft Reusstal, Herausgeberin Stiftung Reusstal, Rottenschwil, 2007.
- Wohlgemuth T., Rigling, A. (2014): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Klimas auf die Wälder im Churer Rheintal. Schlussbericht Projekt Bündnerwald im Klimawandel. WSL Berichte (Heft 17).
- WSL (2012) Biodiversität in der Stadt – für Mensch und Natur, Merkblatt für die Praxis, Nr. 48, September 2012.

Online-Referenzen

- Info Flora (2012): Info Flora, Phragmites australis: <https://www.infoflora.ch/de/flora/2985-phragmites-australis.html> [Stand: 16.12.2014]
- Jurapark Aargau (2014b): <http://www.jurapark-aargau.ch> [Stand: 24.09.2014]
- Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Biodiversität (2014a): https://www.ag.ch/de/bvu/umwelt_natur_landschaft/naturschutz/biodiversitaet/biodiversitaet_1.jsp [Stand: 24.09.2014]
- Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Schutzgebiete (2014b): https://www.ag.ch/de/bvu/umwelt_natur_landschaft/naturschutz/nachhaltigkeit_2/schutzgebiete/schutzgebiete_1.jsp [Stand: 24.09.2014]
- Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Auenschutzpark (2014b): https://www.ag.ch/de/bvu/umwelt_natur_landschaft/naturschutz/auenschutzpark_1/auenschutzpark_1.jsp [Stand: 24.09.2014]